

KIMYOVIY TEXNOLOGIK TIZIMLARNING DIFFERENSIAL TENGLAMALAR ASOSIDA MODELLASHTIRILISHI

Latipov Shahriyor Baxtiyorovich

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Oliy matematika va axborot texnologiyalari kafedrasi dotsenti v.b.*

Annotatsiya: *Ushbu maqolada differensial tenglamalar asosida kimyoviy muhandislik tizimlarini matematik modellash jarayoni muhokama qilinadi. Kimyoviy reaksiyalar, issiqlik va massa almashinuvi, shuningdek, vaqt o'tishi bilan reagent konsentratsiyasining o'zgarishiga xos bo'lgan dinamik jarayonlarni tavsiflashda differensial tenglamalarning roliga alohida e'tibor beriladi. Modellashirilgan tizimlarning boshqarilishi masalalari va ularni jarayon parametrlarini optimallashtirish uchun qo'llash imkoniyatlari ham ko'rib chiqiladi.*

Kalit so'zlar: *kimyo muhandislik tizimi, matematik modellash, differensial tenglama, kinetika, jarayon dinamikasi, parametrlarni aniqlash, boshqarish.*

Abstract: *This article discusses the process of mathematical modeling of chemical engineering systems based on differential equations. Particular attention is paid to the role of differential equations in describing dynamic processes characteristic of chemical reactions, heat and mass transfer, as well as changes in reagent concentration over time. Issues of control of modeled systems and the possibilities of their application for optimizing process parameters are also considered.*

Keywords: *chemical engineering system, mathematical modeling, differential equation, kinetics, process dynamics, parameter determination, control.*

Apparatdagi jarayonlarni matematik tavsiflash uchun asosiy munosabatlar oqimning alohida komponentlari uchun yaratilgan umumiy moddiy balansdan boshlanadi. Agar apparatning turli nuqtalarida moddalar konsentratsiyasi bir xil bo'lmasa, unda elementar hajm uchun moddiy balans tenglamasi tuziladi. Qurilmaning hajm elementi uchun moddiy balans tenglamasi massani saqlash qonuniga muvofiq tuziladi[1-3].

Matematik jihatdan, massaning saqlanish qonunini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta M = M_{\text{gx}} \Delta t - M_{\text{gbx}} \Delta t \quad (1)$$

Bu yerda, M_{gx} va M_{gbx} - ko'rib chiqilayotgan elementar hajmning kirish va chiqishidagi massa oqimlari (kg/s), Δt - elementar vaqt oralig'i (kuzatish vaqti), va ΔM - ko'rib chiqilayotgan hajmdagi massa (kg) to'planishi Δt vaqt ichida.

Agar apparat hajmining har bir nuqtasida moddalar konsentratsiyasi bir xil (yaxshi aralashtirilgan) deb faraz qilsak, yuqoridagi tenglama apparatning butun hajmiga tatbiq qilinishi mumkin. Bunda massaning saqlanish qonuni tenglamasi differensial shaklda ifodalanishi mumkin. Buning uchun tenglamani Δt ga bo'ling va $\Delta t \rightarrow 0$ chegarasiga o'ting.

Shuni hisobga olib, vaqt intervali $\Delta t \rightarrow 0$ nolga yaqinlashganda, quyidagi ifodani olishimiz mumkin:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{dM}{dt} \quad (2)$$

Bu yerda, $\frac{dM}{dt} = M_{\text{ex}} - M_{\text{btx}}$ - ko'rib chiqilayotgan hajmdagi massa to'planish tezligi bo'lib, bu qiymat kirish va chiqish joylaridagi massa oqimlarining (kg/s) farqiga teng. Ya'ni, moddaning ma'lum hajmdagi massasining to'planish tezligi ushbu hajmning kirish va chiqish joylarida massa oqimlari farqi orqali aniqlanadi[4-6].

O'rganilayotgan kimyoviy texnologik jarayonning moddiy balans tenglamalarini tuzishda ikkita yondashuvdan foydalanish mumkin: qisman differensial tenglamalar shaklida ifodalangan tenglama (1) yoki oddiy differensial tenglamalar shaklida ifodalangan tenglama (2). Ta'kidlash kerakki, tenglama (2) tenglama (1) ning maxsus holatidir. Kimyoviy reaksiya sodir bo'layotgan apparatning elementar hajmi uchun massa saqlanish qonuniga muvofiq moddiy balans quyidagi shaklga ega bo'ladi.

Matematik jihatdan, kimyoviy reaksiya uchun massaning saqlanish qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dM}{dt} = M_{\text{ex}} - M_{\text{btx}} \pm M_{\text{xp}} \quad (3)$$

Bu yerda, M_{ex} - kirishdagi massa oqimi, M_{btx} - chiqishdagi massa oqimi, va M_{xp} - reaksiya natijasida qo'shilgan yoki kamaygan massa miqdorini ifodalaydi.

Elementar hajm uchun saqlanish qonuni bosqichma-bosqich quyidagicha yoziladi:

$$\Delta Q = Q_{\text{ex}} \Delta t - Q_{\text{btx}} \Delta t \quad (4)$$

Agar apparatning butun hajmining har bir nuqtasida harorat va unga bog'liq oqim xossalari bir xil deb faraz qilsak, saqlanish qonuni ko'rib chiqilayotgan butun hajm uchun differentsial shaklda ifodalanadi:

$$\frac{dQ}{dt} = Q_{\text{ex}} - Q_{\text{btx}} \quad (5)$$

Bu yerda, ΔQ [J] - elementar hajmdagi energiya to'planishi, Q_{ex} va Q_{btx} [J/s] - o'rganilayotgan hajmning kirish va chiqishidagi energiya oqimlari, $\frac{dQ}{dt}$ esa o'rganilayotgan hajmdagi energiya to'planish tezligini ifodalaydi.

Kimyoviy texnologik jarayonlarning energiya balanslarini tuzishda yuqoridagi tenglamalardan foydalaniladi. Tenglama (4) qisman differensial tenglamalar shaklida matematik tavsifga olib keladi, tenglama (5) esa oddiy differensial tenglamalar ko'rinishiga ega[7-10].

Matematik jihatdan, kimyoviy reaksiyaning energiya balansi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dQ}{dt} = Q_{\text{ex}} - Q_{\text{btx}} \pm Q_{\text{xp}} \quad (6)$$

Amaldagi matematik apparatning turi kelajakdagi matematik modelning tuzilishini belgilaydi. Modelning tuzilishini aniqlash uchun oqimlarning gidrodinamik tuzilishining xususiyatlarini aniqlash kerak, chunki bu oqim zarrachalarining qurilmada turish vaqtini taqsimlash tabiatida namoyon bo'ladi va zarrachalarning harakati energiya va massani uzatish shartlarini belgilaydi.

Kimyoviy texnologiyalarda bu xususiyatlarni aniqlash va baholash uchun bir qator statistik taqsimot funksiyalari kiritiladi, chunki zarrachalarning tarqalishi va harakati

xususiyatlari bilan bog'liq matematik modellar va algoritmlarni yaratish uchun asosdir. Bu jarayonda o'rganilgan malumotlar va eksperimental ma'lumotlar statistik tahlil asosida o'zgarib turadi va bu tahlil orqali statistik taqsimot funksiyalari aniqlanadi. Bu esa zarrachalar tarqalishi va energiya/massa almashishlarini model qilishda juda yaxshi xususiyatlarga ega matematik modellar yaratishda yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Максимова Н.Н. Исследование математических моделей кинетики химических реакций. Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки, 2022, 97, С. 6-12.
2. Моторин А.А., Ступицкий Е.Л. Физический анализ и математическое моделирование параметров области взрыва, произведенного в разреженной ионосфере, Компьютерные исследования и моделирование, 2022, том 14, выпуск 4, 817-833.
3. Матвеев А.В. Математическое моделирование кинетики и расчет дозиметрических характеристик остеотропных радиофармацевтических лекарственных препаратов, Компьютерные исследования и моделирование, 2022, том 14, выпуск 3, С. 647-660.
4. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / М: Химия 1991. - 496 с.
5. Botirov T.V., Latipov SH.B. Uzluksiz texnologik jarayonlarini adaptiv boshqarish tizimlarini sintezlash algoritmlari va matemematik modellari // "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" Ilmiy - texnikaviy jurnal. Buxoro, 2022, №1. B. 104-108.
6. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov, H.S. Zokirov S.G., "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari" T : "Sharq" - 2023.-608 bet.
7. Абдулин С.Ф. Автоматизация химических производств. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. –144 с.
8. Шувалов В.В., Огаджанов Г.А., Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. – М.: Химия, 1991. – 480 с.
9. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов / Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
10. Botirov, T., Latipov, S., Baqoyev, H., Xashimova, F., Botirov, U. Cheklangan buzilish kompensatsiyasi bilan adaptiv boshqaruv algoritmlari. E3S Web of Conferences da (2024. 525-jild, 05023-bet).