



MATLAB DASTURINING SIMULINK MUHITIDA ASETILEN ISHLAB CHIQUARISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH VA OPTIMALLASHTIRISH

Abdunazarova D. [0009-0008-7512-2877]

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Avtomatlashtirish va boshqaruv kafedrasii
assistenti, Email: dilbarabdunazarova@gmail.com,*

Annotatsiya. Ushbu maqolada asetilen (C_2H_2) ishlab chiqarish jarayoni MATLAB dasturining Simulink muhitida modellashtirildi. Jarayon kalsiy karbid (CaC_2) va suv (H_2O) o'rtasidagi ekzotermik kimyoviy reaksiya asosida ishlandi. Reaksiya kinetikasi Arrenius tenglamasi asosida ifodalandi va texnologik parametrlarning jarayonga ta'siri o'rganildi. Shuningdek, Simulink modeli yordamida asetilen hosil bo'lish dinamikasi tahlil qilindi hamda optimal ish rejimi aniqlandi. Olingan natijalar texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirishda MATLAB/Simulink muhitining samaradorligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: asetilen, MATLAB, Simulink, modellashtirish, optimallashtirish, kimyoviy reaktor.

Аннотация. В данной статье процесс получения ацетилена (C_2H_2) был смоделирован в среде Simulink программного пакета MATLAB. Процесс основан на экзотермической химической реакции между карбидом кальция (CaC_2) и водой (H_2O). Кинетика реакции описана с использованием уравнения Аррениуса, и исследовано влияние технологических параметров на протекание процесса. Кроме того, с помощью модели Simulink проанализирована динамика образования ацетилена и определён оптимальный режим работы. Полученные результаты демонстрируют эффективность среды MATLAB/Simulink для моделирования и оптимизации технологических процессов.

Ключевые слова: ацетилен, Matlab, Simulink, моделирование, оптимизация, химический реактор.

Abstract. In this paper, the acetylene (C_2H_2) production process was modeled in the Simulink environment of MATLAB. The process is based on the exothermic chemical reaction between calcium carbide (CaC_2) and water (H_2O). The reaction kinetics were formulated using the Arrhenius equation, and the influence of key process parameters on system behavior was investigated. In addition, the Simulink model was used to analyze the dynamics of acetylene formation and to identify the optimal operating regime. The results demonstrate the effectiveness of MATLAB/Simulink for modeling and optimizing technological processes.

Keywords: acetylene, Matlab, Simulink, simulation, optimization, chemical reactor.

Kirish

Asetilen gazi zamonaviy sanoat tarmoqlarida muhim strategik ahamiyatga ega bo'lgan kimyoviy mahsulotlardan biri hisoblanadi. U yuqori yonish harorati va faol kimyoviy xossalari sababli metallurgiya sanoatida metall kesish va payvandlash jarayonlarida, kimyo sanoatida esa turli organik birikmalar, plastmassalar va sintetik materiallar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Shuningdek, asetilen ko'plab texnologik jarayonlar uchun asosiy xomashyo vazifasini bajaradi. Bugungi kunda sanoatning jadal rivojlanishida asetilen ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali, xavfsiz va energiya tejankor tarzda tashkil etish dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Asetilen olish jarayoni yuqori issiqlik ajralishi bilan kechadigan ekzotermik reaksiya bo'lgani sababli, haroratning keskin oshishi portlash va avariya holatlariga olib kelishi mumkin. Shu bois jarayonni real vaqt rejimida nazorat qilish, optimal ish sharoitlarini tanlash hamda xavfsizlik talablarini ta'minlash muhim ahamiyatga ega [1]. MATLAB va Simulink dasturiy muhitlari texnologik jarayonlarni modellashtirish, tahlil qilish va optimallashtirish uchun eng keng qo'llaniladigan zamonaviy vositalardan hisoblanadi. Simulink muhiti yordamida murakkab kimyoviy jarayonlarni blok-sxema asosida ifodalash, differensial tenglamalarni yechish hamda jarayonning vaqt bo'yicha o'zgarishini vizual tarzda kuzatish imkoniyati mavjud.



Ushbu imkoniyatlar asetilen ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish va boshqarish tizimlarini loyihalashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ushbu maqolada asetilen olish jarayonining matematik modeli ishlab chiqilib, MATLAB Simulink muhiti yordamida modellashtiriladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi reaksiya kinetikasi va harorat ta'sirini inobatga olgan holda jarayon dinamikasini o'rganish hamda uning samarali va xavfsiz ishlash sharoitlarini aniqlashdan iboratdir.

Uslubiyat

Asetilen sanoatda asosan kalsiy karbidning suv bilan o'zaro ta'siri natijasida olinadi. Ushbu jarayon quyidagi kimyoviy reaksiya bilan ifodalanadi



Mazkur reaksiya ekzotermik xarakterga ega bo'lib, reaksiya davomida sezilarli miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Ajralgan issiqlik reaktor ichidagi haroratning oshishiga olib keladi. Shu sababli jarayonning samaradorligi, barqarorligi va xavfsiz ishlashi asosan reaktor harorati hamda reaksiya tezligining to'g'ri boshqarilishiga bog'liqdir. Haroratning haddan tashqari oshib ketishi asetilenning parchalanishiga yoki portlash xavfining ortishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun ushbu jarayonni matematik modellashtirish va simulyatsiya qilish muhim amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi[2].

Asetilen hosil bo'lish jarayonining kinetikasi Arrenius tenglamasi asosida ifodalanadi:

$$k(T) = A \cdot e^{\frac{-E}{RT}}$$

bu yerda: A – preeksponensial koeffitsiyent, E – reaksiya aktivatsiya energiyasi (J/mol), R – universal gaz doimiysi, T – reaktor harorat (K).

Asetilen konsentratsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishi quyidagi differensial tenglama orqali ifodalanadi

$$\frac{dC_{C_2} \cdot H_2}{dt} = k(T) \cdot C_{CaC_2}$$

bu yerda C_{CaC_2} — reaktordagi kalsiy karbid konsentratsiyasi bo'lib, u asetilen hosil bo'lish tezligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ushbu tenglama jarayonning dinamikasini ifodalaydi va vaqt o'tishi bilan asetilen miqdorining qanday o'zgarishini aniqlash imkonini beradi.

Simulink muhitida jarayonni modellashtirish

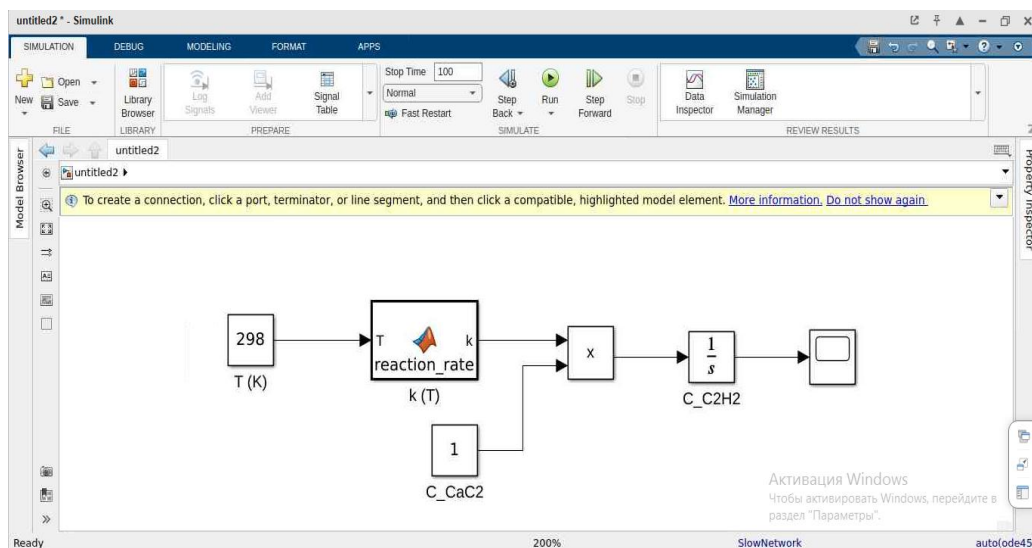
Asetilen hosil bo'lish jarayonini modellashtirish MATLAB dasturining Simulink muhiti yordamida amalga oshirildi. Boshlang'ich reaktor harorati tashqi muhit sharoitlariga mos holda 298 K qiymatda qabul qilinib, modelga Constant bloki orqali kiritildi. Ushbu boshlang'ich parametr reaksiya kinetikasini aniqlashda muhim rol o'ynaydi hamda jarayonning real sharoitlarga yaqin holda ifodalanishini ta'minlaydi.

Reaktor haroratiga bog'liq holda reaksiya tezligi $k(T)$ funksiyasi orqali aniqlanib, asetilen (C_2H_2) hosil bo'lishining vaqt bo'yicha o'zgarishi integral blok yordamida hisoblandi. Modelda reaksiyaga kirishuvchi komponentlar konsentratsiyasi hisobga olinib, hosil bo'layotgan asetilen miqdori dinamik rejimda kuzatildi.

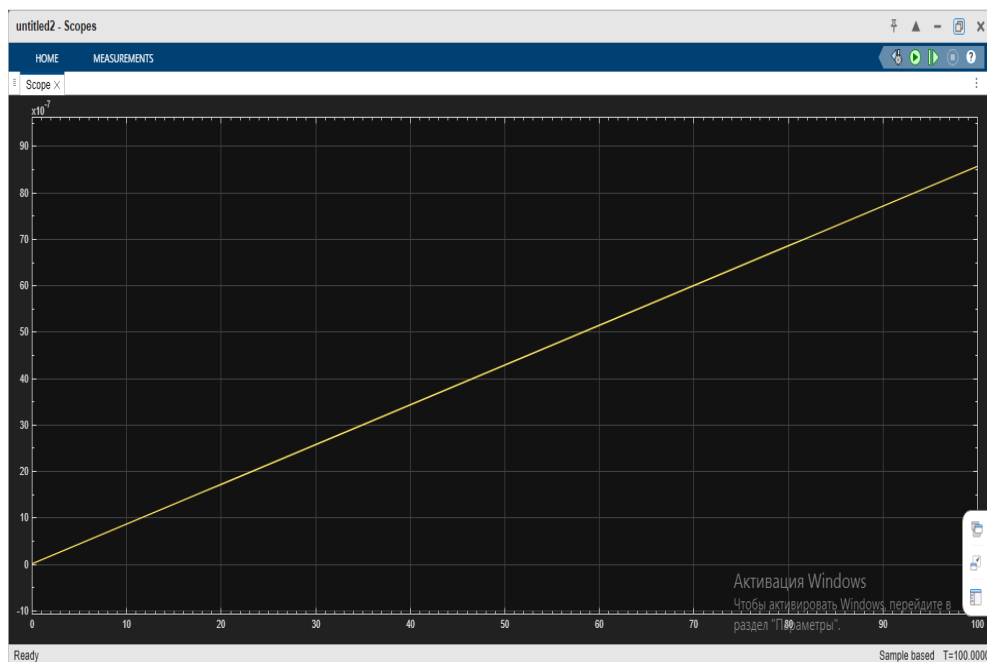
O'tkazilgan simulyatsiya natijalari reaktor haroratining reaksiya tezligiga va asetilen hosil bo'lish jarayoniga ta'sirini baholash imkonini berdi. Shuningdek, ushbu model asosida jarayonning barqaror va xavfsiz ish rejimlarini aniqlash, hamda texnologik parametrlarni optimallashtirish masalalarini yechish mumkinligi ko'rsatildi.

Bundan tashqari, ishlab chiqilgan Simulink modeli optimallashtirish masalalarini yechish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Model parametrlarini o'zgartirish orqali asetilen chiqishining optimal qiymatlari, reaksiya davomiyligi va reaktorning barqaror ishlash

sohasi aniqlanishi mumkin. Ushbu yondashuv real sanoat sharoitida tajribalar o'tkazish zaruratini kamaytiradi hamda jarayonni loyihalash va boshqarish bosqichlarida muhim amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.



1-rasm. Simulink modeling tuzilmasi.



2-rasm. Asetilen konsentratsiyasining vaqt bo'yicha o'sish grafigi.

Natijalar

MATLAB dasturining Simulink muhitida ishlab chiqilgan matematik model asosida asetilen ishlab chiqarish jarayoni aniq harorat rejimida simulyatsiya qilindi. O'tkazilgan simulyatsiya natijalari jarayonning haroratga sezgirligini va shuningdek reaksiya kinetikasining muhim xususiyatlarini aniq namoyon etdi. Natijalarga ko'ra, reaktor haroratining oshishi bilan asetilen hosil bo'lish tezligi sezilarli darajada ortishi kuzatilganini ko'rishimiz mumkin. Bu holat Arrenius tenglamasiga muvofiq bo'lib, harorat oshishi natijasida molekulalarning kinetik energiyasi ortadi va reaksiya tezligi konstantasi



eksponensial ravishda ko'payadi. Natijada, kalsiy karbidning suv bilan o'zaro ta'siri tezlashib, asetilen hosil bo'lish intensivligi oshadi.

Harorat oshishi bilan asetilen hosil bo'lish tezligi ortadi. Juda yuqori haroratlarda jarayon beqaror holatga o'tishi mumkin. Optimal harorat oralig'ida maksimal chiqish ta'minlanadi. Olingan simulyatsiya natijalari shuni ko'rsatadiki, MATLAB/Simulink dasturiy muhiti asetilen ishlab chiqarish jarayonini modellashtirish va chuqur tahlil qilish uchun samarali vosita hisoblanadi. Ushbu yondashuv yordamida real sanoat tajribalariga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, vaqt va moddiy resurslar tejaladi hamda energiya va xomashyo sarfini optimallashtirish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, ishlab chiqilgan model texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish tizimlarini loyihalashda ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Xulosa

Ushbu maqolada asetilen ishlab chiqarish jarayonini matematik modellashtirish va kompyuter simulyatsiyasi asosida o'rganish masalalari ko'rib chiqildi. Kalsiy karbidning suv bilan o'zaro ta'siriga asoslangan kimyoviy reaksiya kinetikasi Arrenius tenglamasi yordamida ifodalanib, ushbu tenglamalar asosida MATLAB dasturining Simulink muhitida funksional Simulink modeli ishlab chiqildi. Yaratilgan model yordamida jarayonning vaqt bo'yicha dinamik xatti-harakati tahlil qilindi. Simulyatsiya natijalari asetilen konsentratsiyasining vaqt o'tishi bilan chiziqli ortib borishini ko'rsatdi. Bu holat reaksiya tezligining berilgan shartlar ostida deyarli doimiy ekanligini hamda modelda statsionar ish rejimi qabul qilinganligini ko'rsatadi. Mazkur natijalar jarayon parametrlarining to'g'ri tanlanganligini va ishlab chiqilgan matematik modelning adekvatligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, reaktor haroratining reaksiya tezligiga ta'siri modellashtirish jarayonida aniq namoyon bo'ldi, bu esa haroratni boshqarish texnologik jarayon samaradorligini oshirishda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Fogler H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. — 5th ed. — Boston: Pearson Education, 2016. — 912 p.
- [2]. Abdunazarova D. Fuzzy extreme regulation of pyrolysis reactor in the production of acetylene // Journal of Advances in Engineering Technology. — 2025. — №. 2. — C. 27-32.
- [3]. Levenspiel O. Amelia G., Kovalev I., Kovalev D., Abdunazarova D., Sharipov M. Analysis of image segmentation methods in intelligent UAV modules for environmental monitoring // Optical and Computational Technologies for Measurements and Industrial Applications (OptiComp 2025). — Proceedings of SPIE. — 2025. — Vol. 13803. DOI: 10.1117/12.3078224.
- [4]. MathWorks Inc. MATLAB and Simulink Documentation. — Natick, MA, USA, 2023. URL: <https://www.mathworks.com/help> (accessed: 18.12.2025).
- [5]. Yusupbekov N. R., Muxitdinov D. P. Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish asoslari. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. — 320 b.
- [6]. Towler G., Sinnott R. Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design. — 3rd ed. — Oxford: Elsevier, 2022. — 1320 p.
- [7]. Application of Artificial Intelligence in Industrial Process Modelling and Optimization / Ed. by J. Wang et al. — Basel: MDPI, 2025. — 420 p. DOI: 10.3390/books978-3-7258-4802-7.