AMMONIY RODANID ISHLAB CHIQARISH JARAYONIDA SINTEZ QILISHNING ADAPTIV-MODAL BOSHQARISH USULLARI VA ALGORITMLARIDAN FOYDALANISH.

Sevinov Jasur Usmonqulovich
Toshkent davlat texnika universiteti, "Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlar" kafedrasi professori, (DSc)
Boyeva Oqila Husanovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, "Avtomatlashtirish va boshqaruv" kafedrasi dotsenti, (PhD)
E-mail: boyeva-oqila@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada ammoniy rodanid ishlab chiqarish jarayonida sintez kolonnasini boshqarish uchun adaptiv-modal boshqarish usullari va algoritmlardan foydalanish taklif qilingan. Boshqarish ob'yektining o'zgaruvchan parametrlariga moslashishi va sintez kolonnasining turg'unligi va samaradorligini ta'minlashga qodir bo'lgan boshqaruv tizimlarini qurishning mavjud yondashuvlari tahlili berilgan.

Kalit so'zlar: adaptiv-modal boshqaruv, turg'unlik, qutblarni joylashtirish algoritmi.

Аннотация. В данной статье исследованы вопросы применения методов и алгоритмов адаптивно-модального управления при управлении колонной синтеза в процессе производства роданида аммония. Приведен анализ существующих подходов к построению систем управления, способных адаптироваться к изменяющимся параметрам объекта и обеспечивать устойчивость и эффективность работы синтеза.

Ключевые слова: адаптивно-модальное управление, устойчивость, алгоритм размещения полюсов.

Abstract. This article investigates the application of adaptive-modal control methods and algorithms in managing the synthesis column during the ammonium thiocyanate production process. An analysis of existing approaches to the development of control systems capable of adapting to varying object parameters and ensuring the stability and efficiency of the synthesis column is presented.

Keywords: adaptive-modal control, stability, pole placement algorithm.

Kirish

Ammoniy rodanidni sintez qilishda texnologik jarayon yuqori nochiziqlilik va parametrlarning o'zgaruvchanligi bilan tavsiflanadi. Bu sintez kolonnasining turli xil ish rejimlarida tizimning turg'unligini ta'minlashga imkon beruvchi adaptiv-modal boshqaruv usullaridan foydalanishni talab qiladi.

ISSN 3030-3907

Texnologik jarayonni adaptiv-modal boshqaruvda quyidagi sintez usullarini alohida sanab o‘tish mumkin: materiallar va issiqlik balansi tenglamalari asosida sintez kolonnasini matematik modellashtirish; texnologik jarayon parametrlari o‘zgarganda modelni korreksiya qilish imkonini beruvchi adaptiv identifikatsiya algoritmlari; texnologik jarayon turg‘unligini cheklovlar hisobga olgan holda tizimni zaruriy holatga o‘tkazishni ta'minlaydigan modal boshqaruv usullari.

Ammoniy rodanid rangsiz yoki biroz sarg‘ish kristalli kukundir. Ammoniy rodanid etil va metil spirtida, suyuq ammiakda, asetonda eriydi. Modda yonuvchan, +140 °C dan yuqori qizdirilganda tiomochevinoga aylanadi, t +170 °C da butunlay parchalanadi.

Bugungi kunda “Navoiyazot” AJ tomonidan yiliga 3 ming tonnadan ortiq ammoniy rodanid ishlab chiqariladi va bu maxsulot quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

- analitik kimyoda: reaktiv yordamida galogenlar, siyanidlar va metall ionlarini aniqlash uchun ko‘plab tahlillar o‘tkaziladi;
- kimyo sanoatida kley, sintetik smolalar, gerbitsidlar, fungitsidlar, pestitsidlar, tiomochevino, noorganik rodanidlar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi;
- farmatsevtika preparatlari, stabilizatorlar, elektrolitlar tarkibiga kiradi;
- to‘qimachilik sanoatida bo‘yoqlar va matolarni pardozlash vositalarining tarkibiy qismlari;
- metallurgiyada temir va po‘latning qirqish, pardozlash, ajratish, metallarni qoplash uchun ishlatiladi.

Bunda ammoniy rodanid ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- vodorod sulfidini olish bosqichi;
- ammoniy sulfidni olish bosqichi;
- ammoniy polisulfidini olish bosqichi
- ammoniy rodanid sintezi bosqichi;
- ammoniy polisulfidining parchalanish bosqichi;
- ammoniy rodanid eritmasini oltingugurtdan tozalash bosqichi. Oltingugurtni jarayonga qaytarish;
- ammiak, vodorod sulfidini singdirish va ammoniy sulfid eritmasini absorbsiya bosqichi;
- atmosferaga chiqarilgunga qadar texnologik azotni vodorod sulfid va ammiakdan tozalash bosqichi.

Ammoniy rodanidning sintez kolonnasi oltingugurt, ammiak va gidrosiyan kislotasi o‘rtasidagi reaksiya sodir bo‘ladigan asosiy texnologik qurilma hisoblanadi. Kolonnani samarali boshqarish optimal sintez sharoitlarini saqlashga

ISSN 3030-3907

imkon beradi, bu esa mahsulotning zaruriy sifat ko‘rsatkichlari va ishlab chiqarish jarayoni samaradorligini ta'minlaydi.

Xom ashyoning o‘zgaruvchan xususiyatlari va tashqi g‘alayonlar (harorat, bosim, oqim konsentratsiyasi) sharoitida sintez qilishning modal usuli va parametrlarni real vaqtda adaptatsiyasini birlashtirgan adaptiv boshqaruv algoritmlaridan foydalanish kerak.

Ammoniy rodanid (NH_4SCN) sintezi kimyo sanoatida muhim jarayonlardan biri hisoblanib, uni samarali boshqarish va nazorat qilish ishlab chiqarishning barqarorligi hamda energiya tejamkorligini ta’minlaydi. Jarayonning murakkabligi asosan kimyoviy reaksiyalarning ko‘p bosqichliligi, issiqlik va massa almashinuvi, shuningdek, texnologik parametrlarning tashqi sharoitlarga yuqori sezgirligi bilan bog‘liq. Shu sababli zamonaviy boshqaruv tizimlarida klassik usullardan tashqari adaptiv va modal boshqarish usullari keng qo‘llanilib kelmoqda.

So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, adaptiv boshqaruv tizimlari dinamik ob’yekt parametrlarining o‘zgaruvchanligini hisobga olib, real vaqt rejimida moslashuvchan boshqaruvni amalga oshirish imkonini beradi. Adaptiv algoritmlarning asosiy ustunligi shundaki, ular modeldagi noaniqliklar va tashqi shovqinlar ta’sirida ham tizimning turg‘unligini ta’minlay oladi.

Modal boshqaruv usullari esa kompleks tekislikda tizimning qutblarini joylashtirish orqali turg‘unlik, tezkorlik, sifat ko‘rsatkichlari kabi dinamik xususiyatlarni boshqarishga asoslanadi. Ushbu yondashuv amaliyotda samarali bo‘lib, jarayonning barqaror ishlashini kafolatlaydi.

Shuningdek, K.J. Aström, B. Wittenmark, P.A. Ioannou, J.Sun, I.D. Landau, R. Lozano va boshqa xorij olimlari tomonidan ishlab chiqilgan adabiyotlarda adaptiv boshqarish algoritmlari, kompleks tekislikda qutblarni joylashtirish usullari ishlab chiqish va ularni real kimyoviy texnologik tizimlarga tatbiq etish bo‘yicha muhim nazariy va amaliy ishlanmalar keltirilgan. Bu ishlanmalarda ammoniy rodanid sintezi jarayonida adaptiv-modal boshqaruv usulini qo‘llashning nazariy asoslarini taklif etilgan [1-4].

B.R. Hasanov, V.A. Yakovlev va K.J. Astrom kabi olimlarning bir qator ilmiy ishlarda kimyoviy sintez kolonnalarini modellashtirish va boshqarishda matematik modellar, differensial tenglamalarga asoslangan dinamik tavsiflar hamda MATLAB/Simulink muhitida o‘tkazilgan hisoblash tajribalari qo‘llangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, adaptiv-modal boshqaruv usullari optimal boshqaruv signallarini tanlash, jarayon kechikishlarini kompensatsiya qilish, va energiya samaradorligini oshirishda yuqori natija beradi [5-6,11].

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ammoniy rodanid ishlab chiqarish jarayonini barqaror va samarali boshqarish uchun adaptiv-modal boshqaruv usullaridan foydalanish dolzarb masala hisoblanadi. Bu yondashuv nafaqat tizim parametrlarining o‘zgaruvchanligiga moslashishga yordam beradi, balki ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurs sarfini kamaytirish va mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Boshqaruv ta’sirlari: ammiak sarfi, gidrosiyan kislotasi sarfi, sovutuvchi suv sarfi. G‘alayonlantiruvchi ta’sirlar: xom ashyo haroratining tebranishi, azot-vodorod fraktsiyasi bosimi, reagentlar konsentratsiyasi. Rostlanuvchi chiqish parametrlari: rodanid ammoniy eritmasi harorati, NH_4SCN konsentratsiyasi, kolonnaning issiqlik balansi. Issiqlik va material balans tenglamalarini quyidagi differentsial tenglamalar ko‘rinishida ifodalashimiz mumkin:

$$Mc_p \frac{dT}{dt} = \sum Q_{reak} - Q_{sovut} + Q_{g'alayon},$$

$$\frac{dC_{RA}}{dt} f\left(C_{NH_3}, C_{HCN}, C_s, T\right) - k_{olibchiq} C_{RA},$$

bu yerda Q_{reak} – reaksiyaning issiqlik effekti; Q_{sovut} – issiqlik almashinish qurilmasi ko‘ylagi orqali issiqlik tarqalishi, $Q_{g'alayon}$ – tashqi g‘alayontiruvchi ta’sir. Tenglamalar tizimini chiziqlantirib quyidagi ko‘rinishni olamiz [6,7]:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + Ed(t), y(t) = Cx(t),$$

bu yerda x – holatlar vektori (harorat, kontsentratsiya), u – boshqaruv ta’sirlari vektori, d – g‘alayonlantiruvchi ta’sirlar.

Modal boshqaruv usuli – bu talab etiladigan turg‘unlik va dinamik xususiyatlarni (tezkorlik, qayta rostlash) ta’minlaydigan kompleks tekislikning oldindan belgilangan koordinatalarida berk tizim matritsasining xususiy qiymatlari (qutblari)ni o‘rnatishga asoslangan boshqaruv usuli hisoblanadi [11].

$$A_{cl} = A - BK,$$

Kompleks tekislikda qutblarni joylashtirish algoritmi quyidagi ko‘rinishda ifodalaymiz:

Kalman boshqariluvchanlik mezoniga asosan boshqariluvchanlik matritsasini quyidagi ko‘rinishga ifodalaymiz:

$$M = \left[B, AB, A^2B, ..., A^{n-1}B\right].$$

bu yerda : A – tizimning holat matritsasi, B – kirish matritsasi, n – holatlar soni.

Agar M to‘liq rangga ega bo‘lsa (ya’ni, uning rangi n ga teng bo‘lsa), demak, tizim to‘liq boshqariluvchan hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Bunda istalgan xarakterli polinomga quyidagicha belgilash kiritiladi:

$$\varphi(s)=(s-\lambda_1)(s-\lambda_2)...(s-\lambda_n).$$

Ushbu holatda Ackerman tenglamasidan foydalanib, teskari aloqa matritsasini aniqlaymiz:

$$K=[0 \quad \dots \quad 0 \quad 1]M^{-1}\varphi(A).$$

Ammoniy rodanidni sintez qilish kolonnasi parametrlari ya'ni kollonnadagi issiqlik sig'imi, issiqlik uzatish koeffisientlari, reaksiya tezligi kabilar ma'lum vaqt davomida o'zgarib turadi. Shuning sababli statik modal rostlagich texnologik jarayonni boshqarishda yetarli darajada samaradorlikka ega bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun ushbu jarayonga adaptiv boshqarish tizimlarini kiritishni taklif qildik.

Adaptiv boshqaruv algoritmlarini quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiramiz:

- real vaqt ichida parametrlar identifikatsiyasi;
- joriy parametrlardan foydalanib K boshqarish matritsasining yangilanish;
- g'alayonlar va cheklovlarga bog'liq ravishda qutblar holatini korreksiyalash. Masalan, sintez kolonnasi juda qizib ketganda, dampfirlashni oshirish uchun qutblar koordinatalar tizimining manfiy o'qiga yaqinroq joylashtiriladi.

Bunday holatda datchiklar soni cheklangan bo'lsa, teskari aloqalarni hisoblash uchun Mur-Penrosening quyida keltirilgan psevdo-teskari matritsasidan foylaniladi:

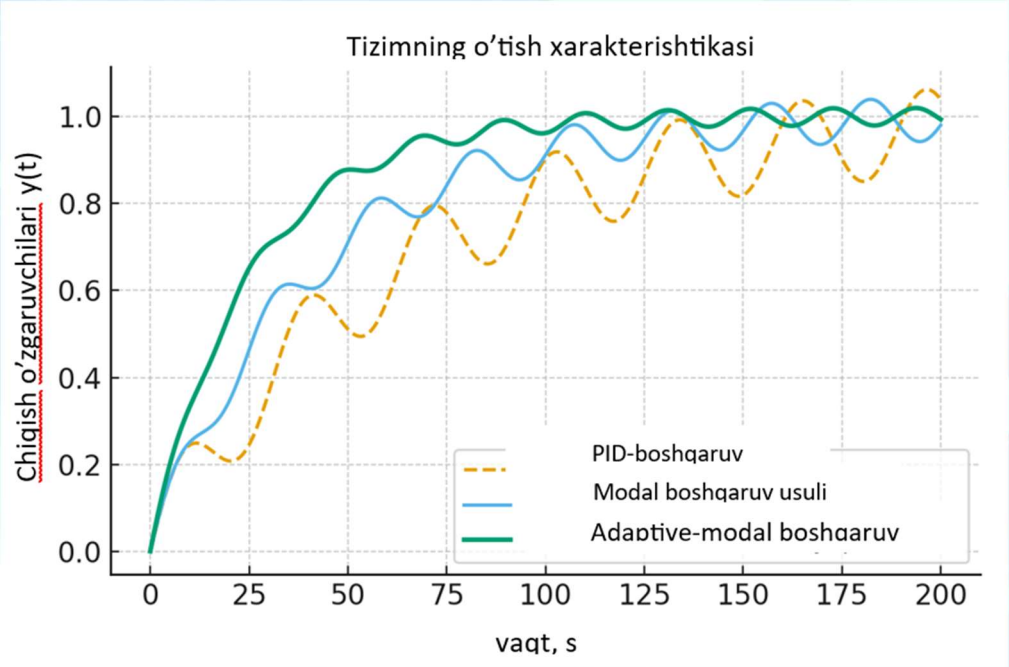
$$K=T_dM^{+},$$

Ushbu usul modellarning noaniqligi hamda kirish parametrlarining noaniqligi va yetarli emasligi sharoitida sintez qilish imkoniyatini beradi.

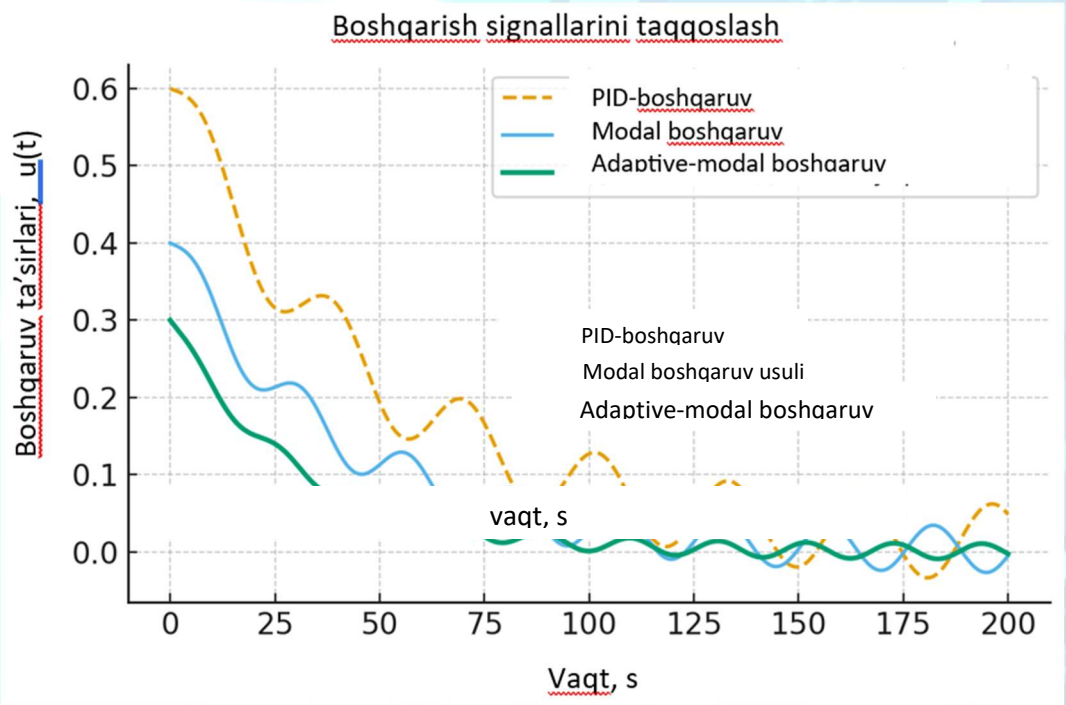
Boshqarish usulining samaradorligini tekshirish maqsadida jarayonning immitatsion modelini MATLAB/Simulink dasturida quramiz. MATLAB/Simulink muhitida olib borilgan imitatsion tajribalar natijalari shuni ko'rsatadiki, adaptiv-modal boshqarish PID-rostlagichli boshqarish va modal boshqarishga nisbatan o'tish jarayonining tezligini 30-40% ga oshiradi, energiya sarfini kamaytiradi hamda g'alayonlar mavjud sharoitda ham mahsulot konsentratsiyasini talab darajasida ushlab turadi. Natijalar ammoniy rodanid ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda adaptiv-modal boshqaruvning yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Quyida PID-rostlagichli, modal va adaptiv-modal boshqaruv usullari uchun o'tish xarakteristikalari va boshqaruv signallarini modellashtirish natijalari keltirilgan:

ISSN 3030-3907



1-rasm. PID-rostlagichli, modal va adaptiv-modal boshqaruv usullari uchun o‘tish xarakteristikalari



2-rasm. PID-rostlagichli, modal va adaptiv-modal boshqaruv usullarining boshqaruv signallarini taqqoslash natijalari.

Ammoniy rodanid ishlab chiqarish texnologik jarayonida sintez kolonnasining boshqaruvida adaptiv-modal boshqarish usulidan foydalanish quyidagi afzalliklarni beradi: ish rejimlarini o‘zgartirishda turg‘unlikni oshirish, sovutuvchi maxsulot va reagentlar sarfini optimal taqsimlash orqali energiya sarfini minimallashtirish, o‘tish jarayoni vaqtini qisqartirish, g‘alayon ta’sirlari mavjud

ISSN 3030-3907

vaqtda mahsulotning konsentratsiyasini va sifatini talab darajada ushlab turish kabilar.

XULOSA

Ammoniy rodanid ishlab chiqarish jarayonida sintez kolonnasi parametrlarini boshqarish uchun qutblarni joylashtirish va adaptiv-modal boshqarish usullaridan foydalanish texnologik jarayonning ishonchliligini oshirish, hamda mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlash va energiya sarfini minimallashtirish imkoniyatini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. K. J. Aström, B. Wittenmark. Adaptive Control. Dover Publications (2013).
2. P. A. Ioannou, J. Sun, Robust Adaptive Control. Dover Publications (2012)..
3. I. D. Landau, R. Lozano, M. M’Saad, A. Karimi. Adaptive Control: Algorithms, Analysis and Applications. Springer (2011).
4. G. C. Goodwin, S. F. Graebe, M. E. Salgado. Control System Design. Prentice Hall (2001).
5. R. E. Kalman. A new approach to linear filtering and prediction problems. Journal of Basic Engineering, 82(1), (1960), 35–45.
6. J. U. Sevinov, B. R. Hasanov. Adaptive control methods in chemical process systems. Uzbek Journal of Automation and Control, 5(2), (2021) 45–54.
7. O. H. Boyeva. Application of modal control algorithms in synthesis columns. Proceedings of Navoiy Mining and Technology University, 3(1), (2022), 112–120.
8. J. Sevinov, Y. Kadirov, O. Boeva, Pole placement with minimum gain and sparse static feedback. E3S Web of Conferences, 2024.
9. V. A. Yakovlev, I. V. Makarov. Adaptive control of technological processes in chemical production. Chemical Engineering Transactions, 67, (2018), 529–534.
10. K. J. Astrom, R. M. Murray. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton University Press, (2010).
11. Y. P. Zaychenko. Mathematical Methods of Systems Analysis and Control. Kyiv: NAU Press (2015).
12. O.H. Boyeva, M. Axmadova. Parametrik noaniqlik sharoitida dinamik ob’yektlarni adaptiv-modal boshqarish tizimlari Tahlili- Journal of Advances in Engineering Technology, 2024

ISSN 3030-3907