TABIIY GAZNI PAST HARORATLI SEPARATSIYALASHNING NOQAT'IY BOSHQARISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

DEVELOPMENT OF A FUZZY CONTROL SYSTEM FOR LOW-TEMPERATURE SEPARATION OF NATURAL GAS

B.U.Shomirzayev
PhD, dots, Andijon davlat universiteti
shobabur@mail.ru

Annotatsiya. *Ushbu maqolada tabiiy gazni past haroratda separatsiyalash jarayonini samarali boshqarish uchun noqat'iy boshqaruv tizimi taklif etilgan. Noqat'iy mantiq asosidagi model harorat, bosim va oqim kabi parametrlarni boshqarishda yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Imitatsion model natijalari an'anaviy PID rostlagichlarga nisbatan noqat'iy boshqarish tizimining afzalliklarini tasdiqlaydi.*

Kalit so'zlar: *gaz hajmi, bosimi, oqim tezligi, PID rostlagich, noqat'iy boshqaruv, gazni separatsiyalash.*

Аннотация. *В данной статье предложена система нечеткого управления для эффективного регулирования процесса низкотемпературной сепарации природного газа. Модель на основе нечеткой логики обеспечивает высокую точность и адаптивность при управлении такими параметрами, как температура, давление и поток. Результаты моделирования подтверждают преимущества нечеткой системы управления по сравнению с традиционными PID-регуляторами.*

Ключевые слова: *объём газа, давление, расход, ПИД-регулятор, нечеткое управление, сепарация газа.*

Abstract. *This paper proposes a fuzzy control system for efficient regulation of the low-temperature natural gas separation process. The fuzzy logic-based model provides high precision and adaptability in managing parameters such as temperature, pressure, and flow. The simulation results confirm the advantages of the fuzzy control system compared to traditional PID controllers.*

Keywords: *gas volume, pressure, flow rate, PID controller, fuzzy control,gas separation.*

Kirish

Tabiiy gaz bugungi kunda eng muhim energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Uni sanoat, energetika, kimyo va boshqa ko‘plab sohalarda foydalanishdan avval, tabiiy gaz tarkibidagi begona moddalardan tozalanadi va komponentlarga ajratiladi. Bu ajratish jarayoni ko‘pincha past haroratli separatsiya usuli asosida olib boriladi. Mazkur usul orqali gaz tarkibidagi kondensat, suv bug‘i va boshqa komponentlar sovitish yordamida ajratiladi, bu esa maxsus texnologik uskunalar va zaruriy boshqaruv tizimini talab qiladi.

Ushbu jarayonda gaz harorati, bosim, oqim tezligi, tashqi muhit harorati va boshqa parametrlar o‘zgaruvchan bo‘lgani uchun, an’anaviy PID boshqaruv tizimlari doim ham samarali natija bera olmaydi. Ayniqsa, tashqi muhitning ta’siri (haroratning o‘zgarishi, gaz tarkibidagi o‘zgarishlar, qatlam bosimining o’zgarib turishi) va tizim parametrlarining noaniqligi jarayonni murakkablashtiradi.

Jahonda ma’lumotlar noaniqligi sharoitida tabiiy gaz qazib olish texnologik jarayonlarini intellektual texnologiyalari usullari asosida boshqarish tizimlarini zamonaviy usullarini yaratishning nazariy muammolarini hal qilishga va ularning turli sohalarda amaliy qo‘llanilishiga katta e’tibor qaratilmoqda. Turli tasodifiylik va noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni boshqarishda noqat’iy mantiqqa asoslangan intellektual texnologiyalardan foydalanish dag‘al va moslashuvchan boshqarishning keng ko‘lamli muammolarini hal qilishni ta’minlaydi.

Shu sababli, noqat’iy mantiq asosida boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Noqat’iy mantiq orqali tizimdagi aniqlashtirib bo‘lmaydigan holatlar, tajribaviy bilimlar va noaniq muhit sharoitlari hisobga olinadi. Bu esa real sanoat sharoitida yuqori darajada moslashuvchan va barqaror boshqaruv tizimlarini yaratish imkonini beradi.

Adabiyotlar sharhi

Noqat’iy mantiq konsepsiyasi amerikalik olim L.A. Zadeh tomonidan ilgari surilgan bo‘lib, u murakkab, noaniq va noma’lum muhitdagi qaror qabul qilishni soddalashtirishga xizmat qiladi. Klassik boshqaruv usullaridan farqli ravishda, noqat’iy boshqaruv tizimlari aniq matematik modellar talab qilmaydi, balki ekspert bilimlari va empirik kuzatishlarga tayangan holda boshqaruvni amalga oshiradi.

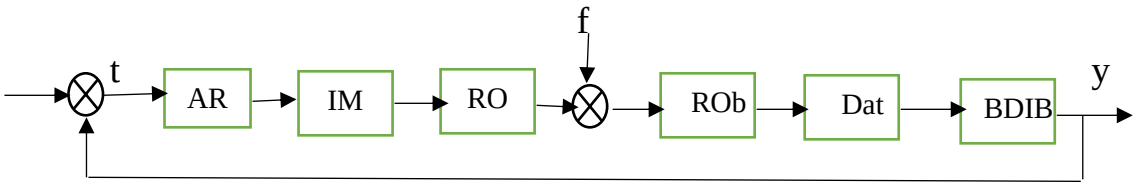
So‘nggi yillarda tabiiy gazni ajratish, sovitish va tozalash jarayonlarida noqat’iy mantiq tizimlarining samaradorligi bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar e’lon qilingan. Masalan, ba’zi olimlar tomonidan taklif etilgan noqat’iy-PID modellar yordamida gaz separatsiyasi barqarorligini oshirishga erishilgan bo’lsa, ayrim olimlar tomonidan past haroratli boshqaruvda noqat’iy rostlagichlar an’anaviy PID tizimlariga nisbatan ko‘proq sezgirlik va aniqlik ko‘rsatgan.

Past haroratli separatsiya jarayonining fizik va matematik modeli

Tabiiy gazni past haroratda ajratish jarayoni issiqlik almashinuvi va bosim pasayishi asosida olib boriladi. Bu jarayonlarda asosiy rol o‘ynovchi parametrlar: gazning kirish bosimi (P_{in}), chiqish bosimi (P_{out}), harorat (T), gaz oqimi sarfi (Q). Jarayon quyidagi tarzda soddalashtirilgan model orqali ifodalanadi:

$$Q_{out} = f(T, P_{in}, P_{out})$$

Bu yerda f – nochiziqli funktsiya bo‘lib, u jarayonning issiqlik va bosim asosidagi fizik qonunlariga tayanadi. Haroratning pasayishi bilan gaz tarkibidagi suyuqlik komponentlari kondensatsiyalanadi va bu separatsiya jarayonini boshlaydi. Shunday qilib, T, P va Q parametrlari o‘zaro bog‘liq va dinamik xususiyatga ega.



AR – avtomatik rostlagich; IM – ijrochi mexanizm; RO – rostlovchi organ-klapan; OR – rostlanuvchi obyekt, D – datchik; BDIB - bosim datchigining ikkilamchi bloki; y – boshqariladigan parametr (bosim); z – belgilangan qiymat ; f - tashqi ta'sir.

1-rasm. Avtomatik rostlash tizimi struktura sxemasi

Noqat’iy boshqaruv tizimi (Fuzzy Logic)

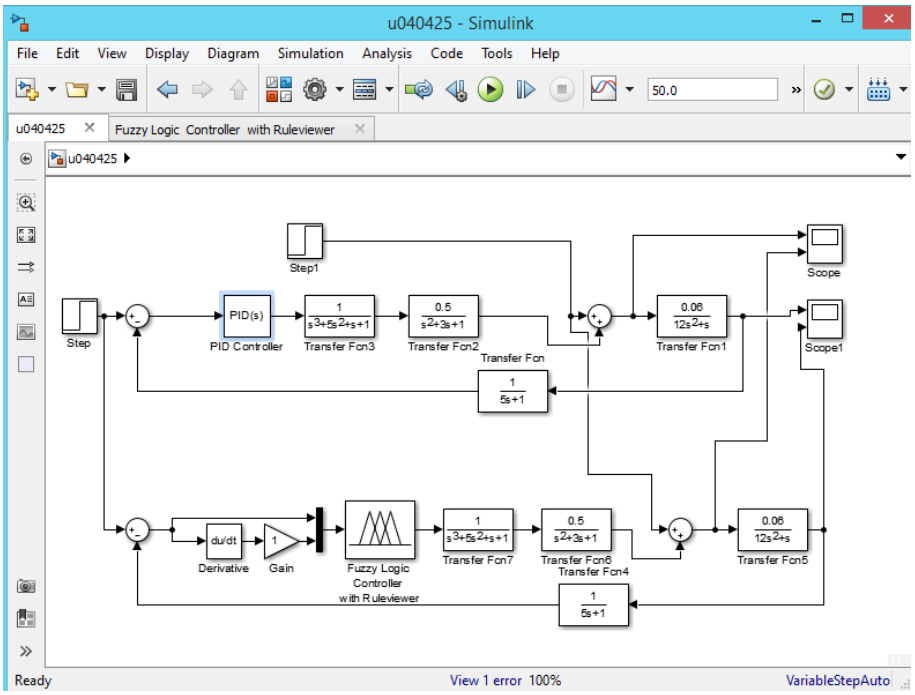
Noqat’iy boshqaruv tizimi quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topadi: fazzifikatsiya (aniq qiymatlarni noqat’iy qiymatlarga aylantirish), qoidalar bazasi, xulosa qilish mexanizmi va defazzifikatsiya (noqat’iy natijani aniq qiymatga aylantirish).

Kiruvchi va chiquvchi parametrlar uchun quyidagi noqat’iy toifalar belgilandi:

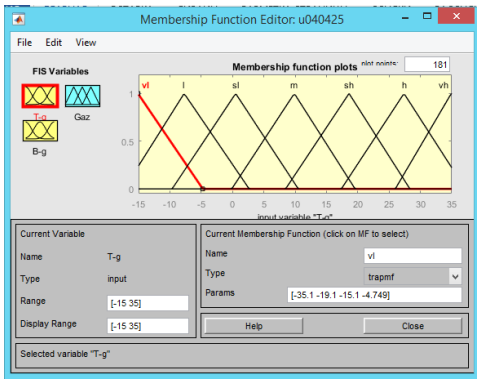
- Harorat: vl, l, sl, m, sh, h, vh
- Bosim: vl, l, sl, m, sh, h, vh
- Gaz: fc, sc, ho, so, mo, mc, fo

Masalan, qoidalar bazasidagi bir nechta qoidalar quyidagicha bo‘ladi:

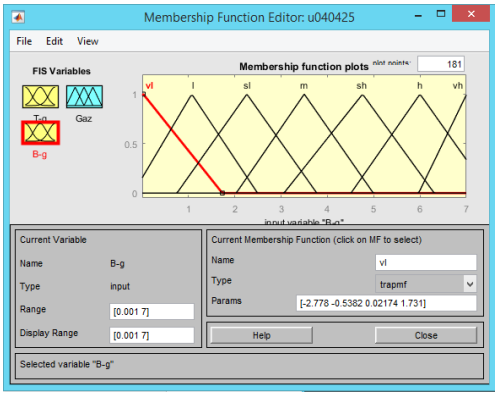
- Agar harorat past va bosim yuqori bo‘lsa, u holda gaz oqimini kuchaytirish kerak.
- Agar harorat o‘rta va bosim o‘rta bo‘lsa, u holda oqimni barqaror saqlash kerak.
- Agar harorat yuqori bo‘lsa, u holda oqimni kamaytirish kerak.



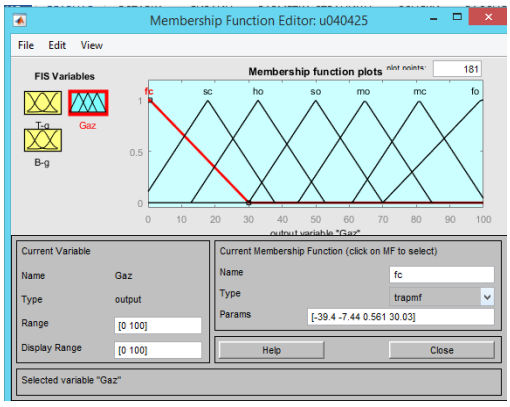
2-rasm. Noqat'iy PID – rostlagich yordamida rostlash tizimining imitatsion modeli.



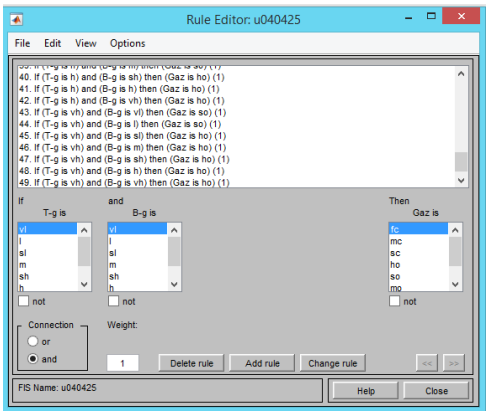
3-rasm. Gaz harorati o'zgarishining tegishlilik funksiyasi.



4-rasm. Gaz bosimi o'zgarishining tegishlilik funksiyasi.



5-rasm. Chiqish parametri o‘zgarishining tegishlilik funksiyasi.



6-rasm. Tuzilgan 49 ta qoidadan iborat bilimlar bazasi.

Simulyatsiya va natijalar

MATLAB Simulink muhitida noqat’iy boshqaruv modeli sinovdan o‘tkazildi. Bosim va haroratning o‘zgarishiga mos ravishda chiqish oqimining javob tezligi va barqarorligi kuzatildi. Taqqoslash uchun an’anaviy PID rostlagich bilan natijalar solishtirildi.

Noqat’iy rostlagich yordamida quyidagi natijalarga erishildi:

- Tezroq moslashuv (25% ga kamaydi)
- Pastroq ortiqcha chiqish (15% dan 5% ga)
- Barqarorlikni saqlab turish (tashqi shovqinlarga nisbatan chidamlilik)

Olingan grafiklarni solishtirish quyidagi natijalarni ko‘rsatdi:

1. Haroratga nisbatan gaz oqimi o‘zgarishining moslashuvchan xarakteri
2. PID-rostlagichga nisbatan noqat’iy boshqarish tizimi barqarorroq ishladi

Xulosa va takliflar

Mazkur maqolada past haroratli tabiiy gazni separatsiyalash jarayoni uchun noqat’iy boshqaruv tizimi ishlab chiqildi. Bunda harorat, bosim va oqim kabi asosiy parametrlar noqat’iy toifalar asosida qamrab olinib, ularning o‘zaro ta’siri qoidalar orqali boshqarildi.

Natijalarga ko‘ra, noqat’iy rostlagichlar yordamida tizimda barqarorlik, moslashuvchanlik va samaradorlik yuqori bo‘ldi. Bu esa sanoat miqyosida neft-gaz ajratish jarayonlarida qo‘llashga imkon beradi.

Kelgusida ushbu modelni real apparatlarga integratsiyalash, IoT qurilmalari yordamida masofaviy monitoring tizimlarini ishlab chiqish rejalashtirilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zadeh, L.A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(1), 1973. -pp.28–44.
2. Shomirzaev B.U. Application of Fuzzy Logic in the Gas Transportation Control System // Universum: технические науки. Россия 2021, Выпуск: 5(86), Часть 6, стр. 12-15.
3. Шомирзаев Б.У. Применение нечеткой системы управления для мониторинга и управления параметрами газопровода // ILIM hám JÁMIYET Ilimiy-metodikalıq jurnal, *№1.2024, cmp, 26-29.*
4. Мамедов А.И., Ахмедов Н.А. Применение нечеткой логики в управлении водными и газовыми потоками. Вестник ТПУ, 2020, №4.
5. Wang, X., Zhang, J. A fuzzy logic control strategy for water level management in hydroelectric dams // Journal of Hydrology and Engineering, 2020 - pp.25.
6. Rezaei, M., Nourani, V. Modeling of dam reservoir operation using hybrid fuzzy inference system and optimization algorithms // Water Resources Management, 2021, 35, -pp. 2031–2045.
7. Dursun D., Yilmaz M. Fuzzy Logic Based Water Level Control in Dams // International Journal of Engineering and Technology, 10(2), 2018-pp. 34–41.