

TABIIY GAZNI QAYTA ISHLASH JARAYONINING INTELLEKTUALLASHTIRILGAN BOSHQARUVIDA NOANIQ MANTIQ ASOSIDAGI MODELDAN FOYDALANGAN HOLDA NAZORAT QILISH

Suvonov Behruz Iskandar o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM stajyor o'qituvchisi

***Annotatsiya:** Ushbu maqolada tozalanilayotgan tabiiy gaz sifatini nazorat qilishning intellektuallashtirilgan tizimlarini modellashtirish va algoritmlash muammolari noaniq to'plamlar va noaniq modellashtirish yordamida hal qilindi.*

***Kalit so'zlar:** MDEA (metildietanolamin), noaniq mantiq (fuzzy logic), Noaniq to'plam (fuzzy set), lingvistik o'zgaruvchilar, NM - Noaniq Modul, boshqarish obyekti.*

CONTROL OF INTELLECTUAL MANAGEMENT OF THE NATURAL GAS PROCESSING PROCESS USING A MODEL BASED ON FUZZY LOGIC

Suvonov Behruz Iskandar o'g'li

***Abstract:** In this article, the problems of modeling and algorithmization of intelligent natural gas quality control systems are solved using fuzzy sets and fuzzy modeling.*

***Key words:** MDEA (methyldiethanolamine), fuzzy logic, fuzzy set, linguistic variables, NM - fuzzy Module, control object.*

Tabiiy gazni tozalash va quritish jarayonini boshqarish murakkab matematik modelga olib kelishidan o'rganilayotgan obyektning murakkab tuzilishga ega obyekt shaklida ko'rib chiqish zarurligini keltirib chiqaradi. Shuning uchun berilgan maqsadlarga erishish uchun boshqarilayotgan ob'ektni nazorat qilish va boshqarish

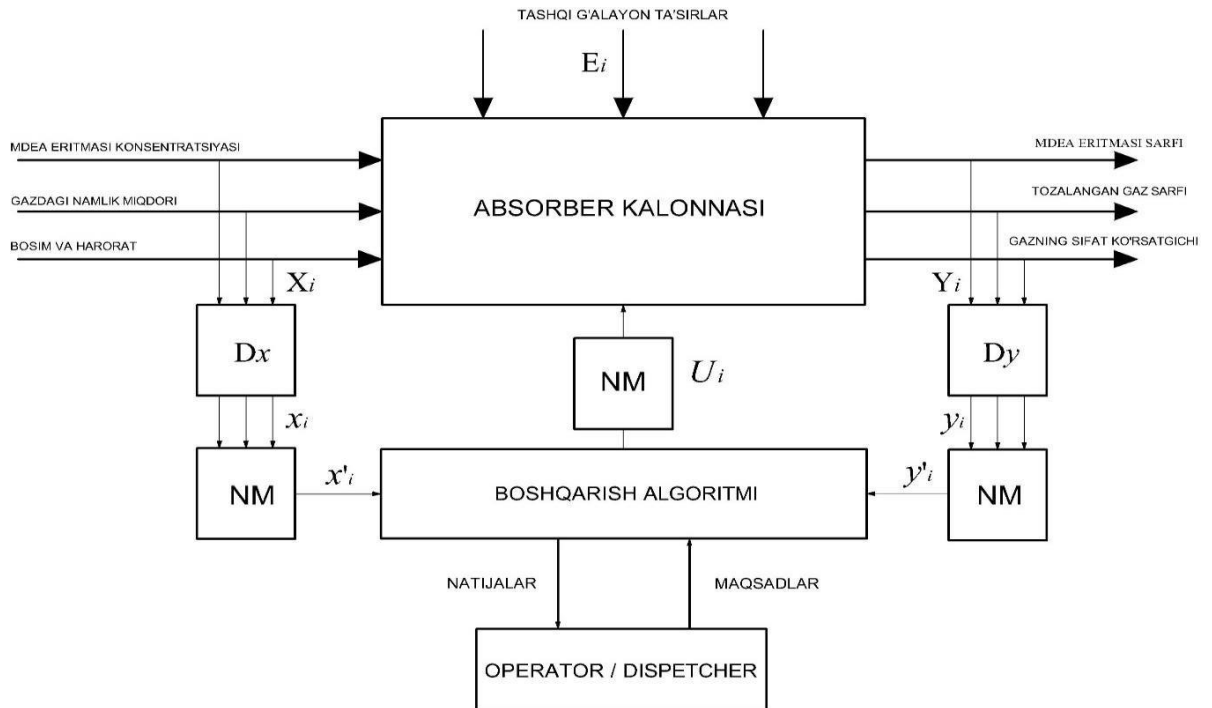
jarayonini takomillashtirishga imkon beradigan intellektuallashtirilgan tizim elementlariga ega avtomatlashtirilgan tizimning umumiy tuzilishi va modelini ishlab chiqish zarur bo'ladi. Buning uchun, boshqarish obyektning holati haqidagi ma'lumotlarni va gaz parametrlarini o'lchash va nazorat qilish jarayonlarini tashkil qilish uchun avtomatlashtirilgan tizimlarni tashkil qilish uchun noaniq mantiqdan foydalanishni ko'rib chiqamiz. Bunday holda, noaniq mantiq va noaniq modellashtirish apparati obyektning parametrlarini o'lchash va boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarini tashkil qilish uchun ishlatiladi. Xususan, ushbu maqola doirasida tabiiy gaz sifatini nazorat qilish tizimlari ko'rib chiqaylik.

Boshqarishning intellektual tizimlari orasida eng keng tarqalganlari, professor L. A. Zoda tomonidan noaniq mantiq (*fuzzy logic*) ni ishlab chiqqanidan so'ng paydo bo'lgan **noaniq boshqarish tizimlari** deb ataluvchi tizimlar bo'ldi [1]. o'xshashliklarini qurish va insonning fikrlash va masala yechish qobiliyatini modellashtirish uchun zaruriy bo'lgan rasmiy apparatlarni yaratish mumkin.

Noaniq to'plamlar (*fuzzy set*) nazariyasi eksperli axborot deb nomlash qabul qilingan "insonga xos bilimlar" bilan ish ko'radi. Boshqarish obyektiga ta'sir etuvchi boshqarish ta'sirlarini ishlab chiqish uchun sifatli ifodalangan ekspert bilimlarni bevosita qo'llash noaniq boshqarishga xosdir[3].

Noaniq rostlagichning boshqarish obyektini bilan o'zaro ta'siri haqidagi bilimlar quyidagi ko'rinishda aks ettiriladi: « AGAR (boshlang'ich vaziyat), UNDA (javob reaksiyasi) ». Bunday qoida eng sodda insoniy harakatlarga to'g'ri keladi. Bunda tahlil qilinayotgan paramertlar, sifatli ko'rsatgichlarga ko'ra baholanadigan lingvistik o'zgaruvchilar sifatida qaraladi [1].

Quyida gaz sanoatida jarayonlar tizimlari modellari sifatida noaniq to'plamlar apparatining qo'llanilishini ko'rib chiqamiz. Noaniq mantiqqa asoslangan modellar elementlari bilan avtomatlashtirilgan tizim strukturasi tashkil qilish uchun, 1-rasmda ko'rsatilgan strukturani tashkil qilamiz.



rasm: noaniq to'plamlar asosida tabiiy gazni qayta ishlash obyektini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimining strukturasi.

1- rasmda noaniq to'plamlarga asoslangan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining tavsiya etilgan strukturasi ko'rsatilgan. Taklif etilayotgan strukturaning farqi shundaki, u noaniq to'plamlar apparati usullari asosida avtomatlashtirish obyektini boshqarish, kuzatish va boshqarish algoritmlarining asosini tashkil etuvchi noaniq modullar (NM) kiritilgan. Boshqariladigan signallar obyektning sifat ko'rsatkichlari va parametrlarining to'plamlari bo'lib, ular w - gazdagi namlik miqdori, P - absorberdagi gaz bosimi, C - absorberning regenera qilingan va to'yingan MDEA eritmalari konsentratsiyasi nisbati, T boshqalarni o'z ichiga oladi.

Avtomatlashtirilgan tizimda qayd etilgan bu signallar X_i belgilari bilan ham belgilanadi. Ular D_x signal o'zgartgichlari yordamida unifikatsiyalashgan x_i signallari guruhiga aylantiriladi. Bu signallar NM modullarining kirishiga beriladi, va noaniq modulda noaniq xarakterga ega **lingvistik o'zgaruvchilar** bo'lgan boshqa x'_i signallar

guruhiga aylanadi. Bunday holda, lingvistik o'zgaruvchilar boshqarish algoritmlarini amalga oshirish uchun zarurdir. NM modullarining ahamiyatliligi yanada moslashuvchan ishlashga qodir bo'lgan boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish qobiliyati hisoblanadi.

Tabiiy gazni oltingugurt va vodorod sulfiddan tozalash jarayonlarining samaradorligi yuqorida tavsiflangan tegishli mezonlar bilan ham tavsiflanadi. Bularga absorber chiqishidagi tozalangan gaz sarfi va tozalanganlik to'g'risidagi ma'lumotlar, gazni tozalashda sarflanayotgan MDEA eritmasi sarfi, va boshqalar to'g'risidagi ma'lumotlar kiradi. bu signallar Y_i belgilari bilan belgilanadi. Bu yerda i indeks - boshqariladigan signallarning mavjud cheklangan to'plami.

Birlamchi o'zgartgichlardan olingan bu ma'lumot ikkilamchi o'zgartgichlar D_y ga kiradi, bu yerda ma'lumotlar unifikatsiyalashtirilgan signallar y_i ga aylantiriladi, so'ngra u NM modullariga kiradi va boshqarish va nazorat qilish algoritmlarini amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan lingvistik o'zgaruvchilar y'_i ko'rinishida noaniq xususiyatli signallarga aylantiriladi.

Qabul qilingan signallar va boshqarishni amalga oshirish algoritmlariga muvofiq boshqaruv tizimida u_i boshqaruv signallari shakllanadi, ular ham noaniq xususiyatga ega bo'ladi. Boshqarish obyektining holati doimiy ravishda E_i tashqi g'alayon ta'sirlarining ostida bo'ladi.

Boshqarish obyektlarini nazorat qilish va boshqarish jarayonini noaniq to'plamlar nazariyasi apparati yordamida quyidagi shaklda rasmiylashtiramiz. Absorberga kiruvchi gaz parametr (bosim, harorat, gaz konsentratsiyasi) ko'rsatkichlari va boshqarish obyektining holati to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagi $x_i = D_x(X_i)$ bog'liqliklariga muvofiq unifikatsiyalashtirilgan uzluksiz signallarga aylantiriladi. Keyin esa bu signallar NM modullariga kiradi, bu yerda axborotni fazzifikatsiyalash jarayoni sodir bo'ladi. Boshqacha aytganda, signallar $x'_i = M_1(x_i, k_j)$ lingvistik o'zgaruvchilar to'plamiga aylanadi. Bu yerda M - signalni fazzifikatsiyalash operatori, k_j - jarayon parametrlari uchun zarur bo'lgan boshqa qo'shimcha ma'lumot parametrlari.

Xuddi shunday, tabiiy gazni tozalash jarayonining samaradorligini tavsiflovchi boshqariladigan signallar ham shakllantiriladi. Avvaliga, ular $y_i = D_y(Y_i)$ o'zgartgichlarida o'lchanadi va unifikatsiyalanadi, so'ngra ular NM modullarining kirishiga beriladi, u yerda $y'_i = M_2(y_i, k_j)$ signal o'zgartirgich yordamida fazzifikatsiyalanadi (lingvistik o'zgaruvchilarga aylantiriladi).

Shundan so'ng, operator xodimlarga taqdim etiladigan nazorat harakatlari yoki yakuniy qayta ishlangan ma'lumotlar quyidagi shaklda taqdim etiladi:

$$u_i = M_3(x'_i, y'_i, Z_l)$$

Bu yerda Z_l – tabiiy gazni samarali tozalash jarayoniga erishish uchun tuzilgan maqsadlar to'plamidir. Amalga oshirilgan boshqaruv signallari, shuningdek, noaniq xususiyatga ega bo'lgan NM modullariga asoslanadi. Boshqaruv algoritmi **noaniq qoidalar bazasi** yordamida ishlab chiqariladi. Shundan so'ng, defazzifikatsiyalash ya'ni noaniq xulosa boshqarish obyektiga ta'sir etuvchi boshqarish ta'sirining aniq signallariga aylantiriladi.

Tavsiya etilgan struktura va tabiiy gazni qayta ishlash obyektlarining samarali ishlashiga erishish uchun avtomatlashtirilgan tizimni nazorat qilish va boshqarishda noaniq algoritmlarning umumlashtirilgan modeliga asoslaniladi.

Gazni qayta ishlash ob'yektlarining samarali ishlashiga erishish uchun avtomatlashtirilgan tizimni nazorat qilish va boshqarish uchun noaniq algoritmlarning taklif qilingan strukturasi va umumlashtirilgan modelidan kelib chiqib, to'plamlar nazariyasiga asoslangan quyi tizimlar va modullarni amalga oshirishni bajaramiz. Taklif etilayotgan usullar tabiiy gazni qayta ishlashdagi muammolarni hal qilish uchun asos bo'ladi. Ushbu muammoni hal qilishni ta'minlaydigan ishchi model sifatida Mamdani tizimi tanlandi.

Bu masalani yechish jarayonida biz noaniq mantiq yordamida masalani yechish va absorbsiya jarayonining kirish va chiqish parametrlarining o'zgarishiga qarab tozalanilayotgan va quritilayotgan gazning holatini bashorat qilishi kerak bo'lgan nam gazni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimining modelini quramiz. PLC lar

uchun boshqaruv tizimining noaniq algoritmi dasturi IEC 61131-3 yoki IEC 61131-7 standarti tillarida yozilishi mumkin.

Gazni namligi, MDEA sarfi va holati datchikdan olingan signallar orqali o'lanadi. Ushbu datchiklar tozalangan gaz holati haqida real vaqt rejimida ma'lumotlarni uzatadi. Muammoni bartaraf etish uchun gazning namlik, harorat, gaz sarfi bilan bog'liq bo'lgan quyidagi uchta lingvistik o'zgaruvchini hisobga olish kerak.

Noaniq mantiq usullari yordamida texnologik jarayonni intellektuallashtirish masalasini ko'rib chiqaylik. Ko'rib chiqilayotgan muammoni noaniq mantiq usullari yordamida hal etish uchun kerakli shudring nuqtasi haroratini saqlab turish kerak, ya'ni gaz namligining talab qilinadigan qiymati, absorber kalonnasida ma'lum miqdorda yangi MDEA eritmasi bo'lishi kerak. Oxirgi shart - bu tizimning samaradorligi mezoni. Muammoni bunday hal qilish texnologik jarayonning holatini tavsiflashi mumkin bo'lgan cheklangan miqdordagi lingvistik o'zgaruvchilarni muomalaga kiritishni talab qiladi. Ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, MDEA ning sarfini, tuyingan MDEA ning konsentratsiyasini, shuningdek, namlik bo'yicha gazning tozalanganlik qiymatini nazorat qilish kerak.

Gazni namligi, MDEA sarfi va holati datchikdan olingan signallar orqali o'lanadi. Ushbu datchiklar tozalangan gaz holati haqida real vaqt rejimida ma'lumotlarni uzatadi. Muammoni bartaraf etish uchun gazning namlik, harorat, gaz sarfi bilan bog'liq bo'lgan quyidagi uchta lingvistik o'zgaruvchini hisobga olish kerak.

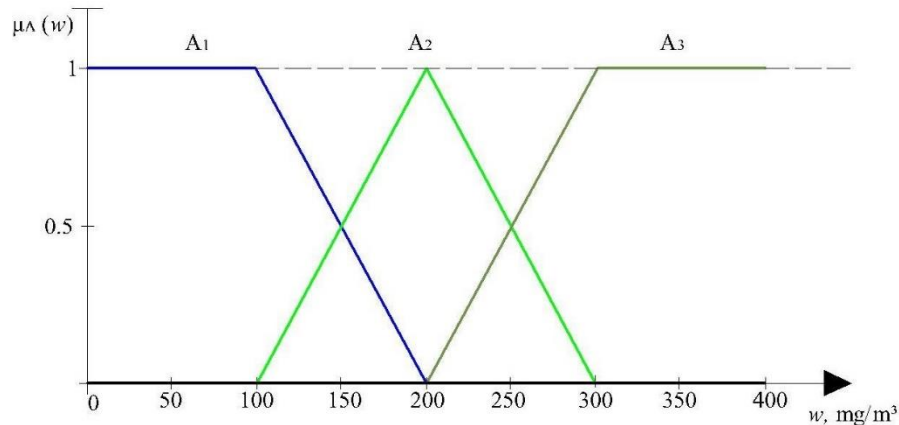
Birinchi o'zgaruvchi uchun gazning namligi bilan bog'liq lingvistik o'zgaruvchini ishlab chiqamiz. Ushbu o'zgaruvchini quyidagi term to'plamlari bilan noaniq to'plamlar guruhi bilan to'liq tavsiflash mumkin:

$A1 = \{w, \mu_A(w)\}$ – gaz namligi kichik

$A2 = \{w, \mu_A(w)\}$ - gazning o'rtacha miqdordagi namligi;

$A3 = \{w, \mu_A(w)\}$ - gazdagi ortiqcha namlik.

Bu yerda w namlikning massaviy konsentratsiyasi, $\mu_A(w)$ tegishlilik funksiyasi. Ushbu lingvistik o'zgaruvchining termlar to'plami 2-rasmda ko'rsatilgan.



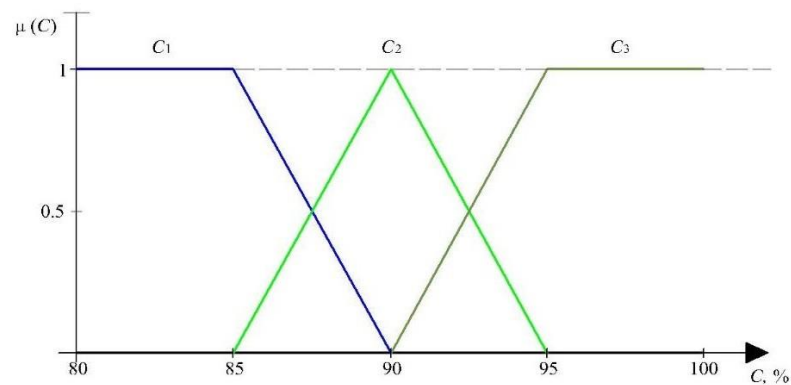
2-rasm - Gaz namligi uchun lingvistik o'zgaruvchining tavsifi.

Bu holda jarayonni avtomatlashtirilgan boshqarish va nazorat qilish tizimining asosiy vazifasi operatorni qanoatlantiradigan texnologik rejimga qarab lingvistik o'zgaruvchini A1, A2, A3 termlariga o'tkazish bo'ladi.

Tabiiy gazni tozalash vazifalarida MDEA eritmasining konsentratsiyasi absorberga kirishdan oldin va nordon gazlar ta'siridan keyin ham alohida nazorat qilinadi. Ushbu masala doirasida absorberning regeneratsiya qilingan va to'yingan MDEA eritmalari konsentratsiyasi nisbatidan foydalanish qulay. Buning uchun quyidagi noaniq to'plamlar bilan MDEA konsentratsiyasining nisbati bilan bog'liq lingvistik o'zgaruvchi kiritiladi:

$C1 = \{C, \mu(C)\}$ – to'yingan MDEA eritmasi; $C2 = \{C, \mu(C)\}$ – kamroq to'yingan MDEA eritmasi; $C3 = \{C, \mu(C)\}$ – yangilangan MDEA eritmasi,

bu yerda C – MDEA eritmasi konsentratsiyasining nisbati, $\mu(C)$ – tegishlilik funksiyasi. Ushbu lingvistik o'zgaruvchi uchun termlar 3-rasmda ko'rsatilgan.



3 – rasm. MDEA kontsentratsiya nisbati o‘zgaruvchisi uchun noaniq to‘plamlar.

Keyingi asosiy lingvistik o‘zgaruvchisi bu MDEA ning sarfi bilan bog‘liq. Gazni tozalash jarayonida tozalash uchun berilayotgan MDEA eritmasi sarfi muhim o‘rin tutadi. Agar tozalash effekti samarasiz bo‘layotgan bo‘lsa va gazning nordon gaz konsentratsiyasi oshib ketayotgan bo‘lsa u holda MDEA sarfini biroz oshirish talab etiladi. MDEA sarfi uchun quyidagi termlarni kiritish mumki:

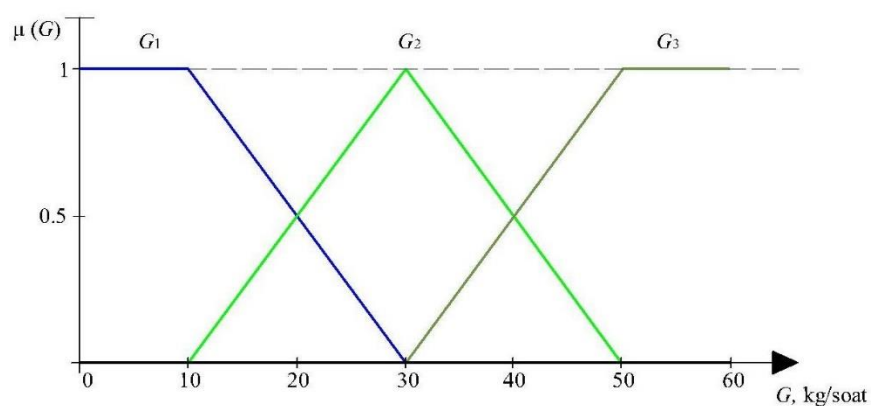
$G1 = \{G, \mu(G)\}$ – kam MDEA sarfi;

$G2 = \{G, \mu(G)\}$ – o‘rtacha MDEA sarfi;

$G3 = \{G, \mu(G)\}$ – ko‘p (ortiqcha) MDEA sarfi.

Bu yerda G – MDEA ning sarf miqdori, $\mu(G)$ – tegishlilik funksiyasi.

Ushbu o‘zgaruvchilar uchun termning to‘liq to‘plami 4-rasmda ko‘rsatilgan.



4 – rasm. MDEA eritmasi sarfi o‘zgaruvchisi uchun noaniq to‘plamlar.

Muammoni hal qilish uchun boshqaruv jarayonini Mamdani algoritmiga muvofiq amalga oshiradigan noaniq qoidalar bazasini shakllantiramiz. Noaniq qoidalar bazasi quyidagi shaklda taqdim etiladi:

Rule 1: **AGAR** ($w = A_1$) **VA** ($C = C_1$) **UNDA** ($G = G_3$) , Rule 2: **AGAR** ($w = A_1$) **VA** ($C = C_2$) **UNDA** ($G = G_2$) , Rule 3: **AGAR** ($w = A_1$) **VA** ($C = C_3$) **UNDA** ($G = G_1$) , Rule 4: **AGAR** ($w = A_2$) **VA** ($C = C_1$) **UNDA** ($G = G_3$) , Rule 5: **AGAR** ($w = A_2$) **VA** ($C = C_2$) **UNDA** ($G = G_3$) , (1.1)Rule 6: **AGAR** ($w = A_2$) **VA** ($C = C_3$) **UNDA** ($G = G_2$) , Rule 7: **AGAR** ($w = A_3$) **VA** ($C = C_1$) **UNDA** ($G = G_3$) , Rule 8: **AGAR** ($w = A_3$) **VA** ($C = C_2$) **UNDA** ($G = G_3$) , Rule 9: **AGAR** ($w = A_3$) **VA** ($C = C_3$) **UNDA** ($G = G_2$) .

Qo'llaniladigan **VA** operatsiyalari s-normalari va t-normalari yordamida amalga oshiriladi. Ko'rib chiqilayotgan holatda (1.1) qoidalar bazasi uchun **VA** operatsiyasi sifatida **PROD** (*ko'paytirish*) operatorini tanlash mumkin. Taqdim etilgan qoidalar bazasini (1.1) chiqish o'zgaruvchisi oladigan qiymatlarga asoslangan **YOKI** operatorini kiritish orqali qisqartirish mumkin. Kiritilgan qoidalar bazasiga asoslanib *noaniq xulosa (chiqish)* deb ataladigan operatsiya amalga oshiriladi. Chiqish o'zgaruvchisining defazzifikatsiyasi (noaniq xulosani aniq songa o'tkazish) og'irlik markazi (*centre of gravity*) usuli yordamida amalga oshirilishi mumkin.

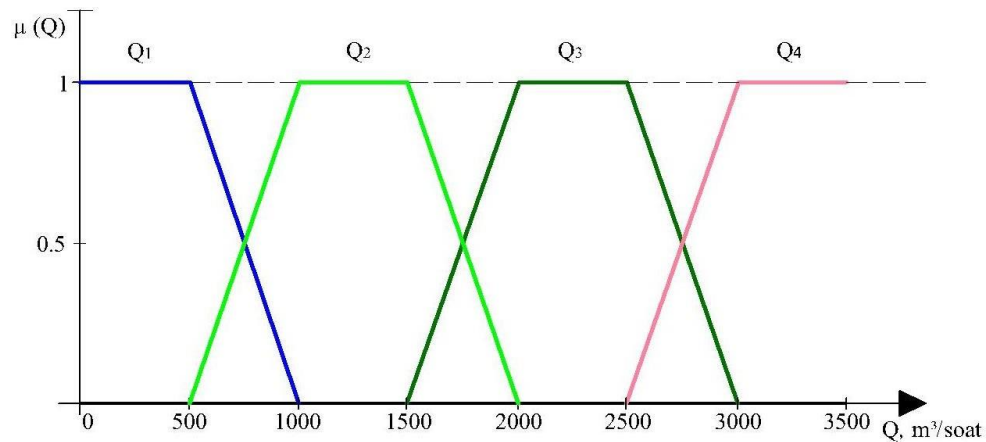
Absorberdagi MDEAning yakuniy miqdorini shakllantirishning navbatdagi bosqichi gaz sarfiga bog'liqlikni aniqlashdir. Buning uchun gaz sarfiga mos ravishda (3.17) qoidalar bazasidan MDEA sarfining olingan qiymatini masshtablash kerak. Buning uchun tozalanilayotgan gazning sarfi bilan bog'liq yana bir qo'shimcha lingvistik o'zgaruvchini hisobga olishimiz kerak. Tabiiy gaz sarfi quyidagi termlar bilan lingvistik o'zgaruvchi orqali ifodalanishi mumkin:

$Q1 = \{q, \mu(q)\}$ – kam tabiiy gaz sarfi; $Q2 = \{q, \mu(q)\}$ – kamroq tabiiy gaz sarfi;
 $Q3 = \{q, \mu(q)\}$ – o'rtacha tabiiy gaz sarfi; $Q4 = \{q, \mu(q)\}$ – ko'proq tabiiy gaz sarfi.

Bu yerda q - gaz sarfining qiymati, $\mu(q)$ - *tegishlilik funksiyasi*.

Gaz sarfi bilan bog'liq lingvistik o'zgaruvchi 5-rasmda ko'rsatilgan.

Bu termlar oldingi termlardan farqli o'laroq, trapetsiya ko'rinishidagi to'plamlar bilan ifodalanadi.



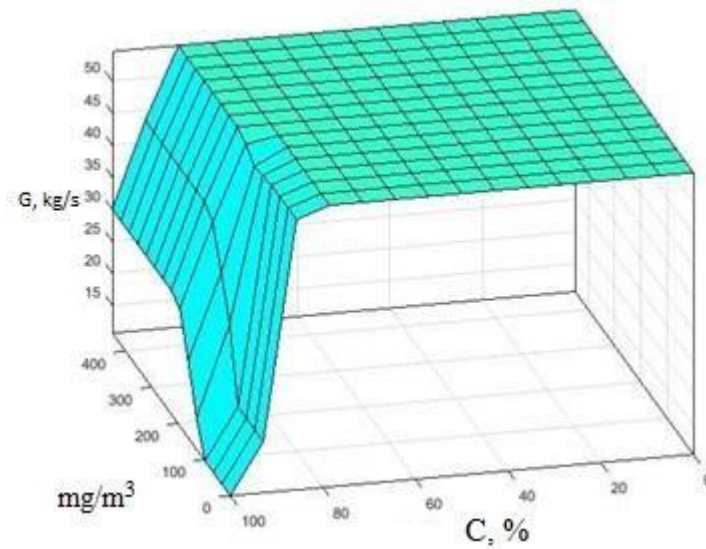
5-rasm: O'zgaruvchan gaz sarfi uchun noaniq to'plamlar.

Bundan tashqari, yakuniy natijaga erishish uchun implikasiya operatsiyasini bajarish kerak. Masalan, Kleene-Dienes formulasi bo'yicha implikasiya operatsiyasi quyidagi formula yordamida amalga oshirilishi mumkin:

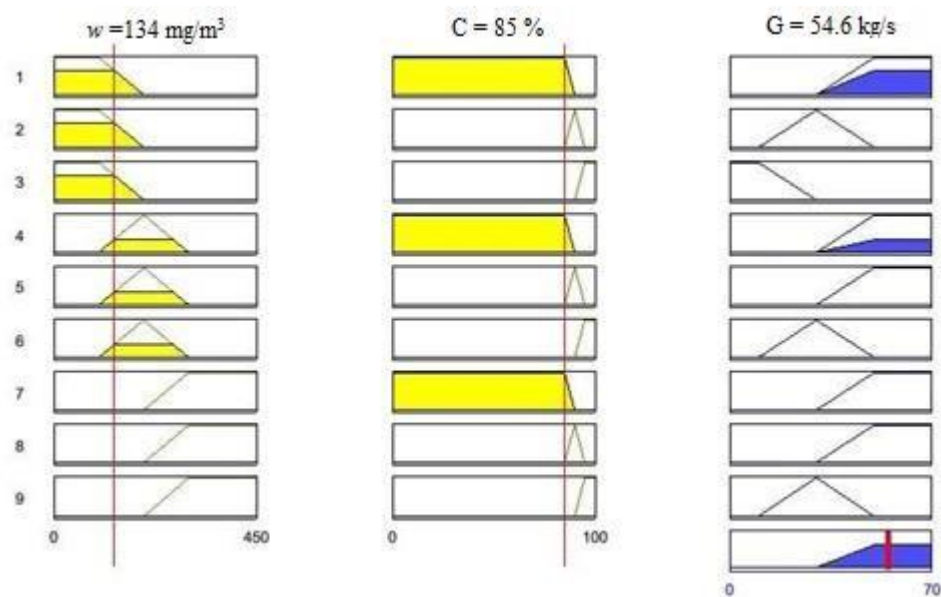
$$R_{CD}(\mu(Q), \mu(G)) = \max(1-Q, G) \quad (1.2)$$

(1.2) formula bo'yicha implikasiyani amalga oshirish, yetkazib beriladigan gaz sarfini nordon komponentlardan tozalash uchun zarur bo'lgan MDEA miqdorini o'lchash imkonini beradi.

Ma'lumotlarning chiqishi asosida tizimning chiqishi 6-rasmda ko'rsatilgan uch o'lchovli sirt sifatida ko'rsatilishi mumkin bo'lgan qiymatlarni hosil qiladi. Bu sirt Mamdani algoritmi asosida MDEA sarfini avtomatlashtirilgan boshqarish uchun noaniq tizimning ishini baholash imkonini beradi. 6-rasmda lingvistik o'zgaruvchilarning o'zgarishlar dinamikasi, shuningdek, (1.1) qoidalar bazasiga muvofiq MDEA sarfining chiqish qiymatining kattaligi ko'rsatilgan. Ushbu rasmdan qaysi termlar to'plamining faollashishini va ular chiqish lingvistik o'zgaruvchiga qanday ta'sir qilishini aniq ko'rishimiz mumkin bo'ladi.



6- rasm: Chiqish o'zgaruvchisining kirish o'zgaruvchilarga bog'liqligi



7- rasm - Chiqish o'zgaruvchisining kirish o'zgaruvchilarga bog'liqligi.

7-rasmda lingvistik o'zgaruvchilarning o'zgarishlar dinamikasi, shuningdek, (1.1) qoidalar bazasiga muvofiq MDEA sarfining chiqish qiymatining kattaligi ko'rsatilgan. Ushbu rasmdan qaysi termlar to'plamining faollashishini va ular chiqish lingvistik o'zgaruvchiga qanday ta'sir qilishini aniq ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Ya'ni tozalanilayotgan gazning namlik miqdori 134 mg/m^3 va MDEA

konsentratsiyasi 85 % bo'lganda, qoidalar bazasiga muvofiq boshqarish ta'siri MDEA sarfini 54,6 kg/soat ga yetkazish kerakligi shakllantirilgan.

7-rasmdagi bog'liqliklar noaniq avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi uchun quyidagi shartlarda olinadi: VA operatsiyasi MIN normasi yordamida amalga oshirilishi mumkin bo'lganda; to'plamlarning alohida guruhlarini yig'ish normasi yordamida amalga oshirilishi mumkin bo'lsa va defuzzifikatsiya operatsiyasi markaziy yig'indi usuli bilan amalga oshirilganda.

MDEA miqdorini aniqroq nazorat qilish va namlik yoki gazning shudring nuqtasi haroratining aniqroq qiymatiga erishish uchun tizimning kirish va chiqishida lingvistik o'zgaruvchilarning term to'plamlari sonini oshirish kerak. Bunday holda, noaniq qoidalar bazasidagi qoidalar soni (1.1) sezilarli darajada oshadi, lekin rostdash jarayoni yanada aniqroq bo'ladi.

Noaniq tizimning ishlashi Mamdani algoritmini qo'llashga asoslangan ushbu ish, tabiiy gazni qayta ishlash jarayonini avtomatik boshqarish va rostdashni tashkil etish muammosi va uning yechimida ko'rib chiqildi. Taklif etilayotgan boshqaruv tizimi PLC lardan foydalangan holda tabiiy gazni qayta ishlash jarayonlarini boshqarish tizimining bir qismi sifatida tashkil etilishi mumkin.

Xulosa: Tabiiy gazni qayta ishlash jarayonining tuzilishi murakkab (bir necha o'nlab texnologik bloklar, shu jumladan 50 dan ortiq optimallashtirilgan parametrlar) bo'lganligi sababli, model juda og'ir bo'lib chiqadi, chunki agregatlarning barcha moddiy balanslarini hisobga olish kerak. Ushbu maqoladagi noaniq mantiq asosidagi modelda jarayonni murakkab matematik model orqali ifodalash o'rniga, intellektual tizimlardagi yumshoq hisoblash prinsipidan foydalaniladi. Bu esa jarayonni boshqarishdagi bevosita ishonchliligi va samaradorligini oshiradi. Boshqaruvni noaniq mantiq asosida boshqarish ekspert tizimlarini qo'llashda asos bo'la oldi. Shuni takidlab o'tish kerakki, noaniq mantiq asosidagi boshqarish klassik aniq mantiq asosidagi boshqaruvdan ko'ra aniqroqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. N.R. Yusupbekov, R.A. Aliyev, R.R. Aliyev, A.N. Yusupbekov “Boshqarishning intellektual tizimlari va qaror qabul qilish.” (Darslik); «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Davlat ilmiy nashriyoti, Toshkent-2015. 572 bet .
2. Хургин, Я.И. Проблемы неопределенности в задачах нефти и газа / Я.И. Хургин. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 320 с.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Пер. с. Англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
4. Г. Г. Раннев - “ Интеллектуальные средства измерений ” Учебник Издательский центр Академия , 2011. – 272 с.
5. Mamdani, E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant / E.H.Mamdani // Proc. IEEE. – 1974. – №12(121). – P. 1585–1588.
6. Нурмухамедов Х.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Таджиходжаев З.А. Технология переработки природного газа, процессы и аппараты: Учебное пособие для ВУЗ / под ред. академика АН РУз Н.Р. Юсупбекова – 2016 – 856 с.