

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**BYXORO OZIQ-OVQAT VA ENGIL SANOAT
TEXNOLOGIYASI INSTITUTI**

**«Non, makaron va qandolatchilik
mahsulotlari texnologiyasi »
kafedrasi**

**«KIMYO TEXNOLOGIYA TIZIMLARI
SINTEZI»
FANIDAN**

MA'RUZALAR MATNI

Buxoro - 2007

«Kimyo texnologiya tizimlari sintezi» fani boyicha ma'ruzalar matnida zamonaviy kompyuterlarning imkoniyatlari, kimyo texnologiyasi jarayonlari va tizimlarini matematik modellashtirish usullari, EHM ni kimyo va oziq-ovqat texnologiyasi jarayonlarini optimallashtirish, tizimlarini loyihalashda va boshqarishda qo'llash mavzulari yoritilgan.

Tuzuvchilar: dots. YUnusov I.I., prof. Artikov A.A., Xamidov B.T., dots. Isaboev I.B.

Taqrizchi: Toshkent kimyo texnologiya instituti dotsenti Akramxo'jaev Y.T.

Ma'ruzalar matni «Non, makaron va qandolatchilik mahsulotlari texnologiyasi» kafedrasida muhokama qilingan va institut uslubiy kengashiga tasdiqlash uchun tavsiya etilgan. Bayon № 10, 30 iyun 2007 y.

Ma'ruzalar matni Buxoro oziq-ovqat va yngil sanoat texnologiyasi instituti uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan. Bayon № 1, «30» avgust 2007 y.

1-MA'RUZA

Reja:

1. Reyting tizimi to'g'risida.
2. Fanni o'qitishdan maqsad va uning vazifalari.
3. Kirish.
4. Kimyo-texnologiya tizimlari. Katta va kichik tizimlar.
5. Kimyoviy korxonaning ierarxik tuzilishi.

Fanni o'qitishdan maqsad va uning vazifasi

Kimyo va oziq-ovqat texnologiya tizimlarini tahlil qilish, sintez qilish va optimallashtirish hamda texnologik jarayonlarni boshqarish masalalarni echishda zamonaviy hisoblash texnikasining keng qo'llanishi xar hil sohadagi texnologlardan EHMlarni to'g'ri qo'llashda va ularni ishlatishga zaruratni to'g'ri aniqlashda etarli bilim va uquv talab qiladi.

Fanning o'qitishdan maksad EHMni Kime va oziq-ovqat texnologiyasi masalalarini, ya'ni ishlab chiqarish jarayonlarini modellashtirish, optimallashtirish va boshqarish masalalarini echishda qo'llash imkoniyatlarini o'rgatish, talabalarni EHMni kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlarini hisoblash eksperimenti o'tkazish yo'li bilan o'rganish va kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlarini optimallashtirish va loyihalash masalalarini echish uslublariga o'rgatishdir.

«Kimyo texnologiya tizimlari sintezi» fanida juda keng spektrdagi masalalar, hisoblash mashinalarini ilmiy tadqiqotlarda qo'llashdan boshlab, to texnologik jarayonlarni boshqarishda qo'llashgacha bo'lgan masalalar ko'riladi.

Talabalarning bilimi, malakasi va ko'nikmasiga qo'yiladigan talablar.

Ushbu faning o'zlashtirish natijasida, talaba o'zsohasida EHMni qo'llay bilishi va uning imkoniyatlaridan unumli foydalanishi, qo'yilgan masalani etarlicha bakalavrlik darajasida echish uchun :

-Texnologik jarayonlarni matematik modellarini tuzishning umumiy printsiplarini va uslublarini ;

- Texnologik jarayonlarni EXMda matematik modellashtirish masalalari va ularni echish usullarini;

-Texnologik jarayonlarini optimallashtirish masalasining qo'yilishini va ularni echish usullarini bilishi kerak.

-Texnologik jarayonlarni dinamik va statik modellarini tuzish bo'yicha,

-Texnologik jarayonlarni matematik modellashtirish masalalarini to'g'ri qo'yish va echish bo'yicha,

-Texnologik tizimlarni tahlil qilish, sintez qilish va optimallashtirish masalalarini echish bo'yicha uquvga ega bo'lishi kerak.

Talaba EHMda echilayotgan masalalarni to'g'ri, korrekt qo'yish va ularni echish algoritmlarini qo'llab, asoslangan natijalar olishga ko'nikma hosil qilishi kerak.

Mazkur fanni o'zlashtirish uchun zarur fanlar va ularning bo'limlari.

Mazkur fanni o'qish davomida talabalar o'zlarining algoritmlash, dasturlash va kompyuterda ishlash tajribalari va hisoblash usullaridan foydalana bilishlari kerak. Bu talabalardan «Fizika», «Oliy matematika», «Informatika», «Fizikaviy kimyo», «Umumiy kimyoviy texnologiya» va «Kimyo-texnologiya jarayonlari va qurilmalari» fanlar bo'yicha chuqur bilim talab qiladi.

Fanni o'qitishda kompyuter, axborot va boshqa zamonaviy o'qitish texnologiyalarining qo'llanilishi.

Fanni o'qitishda talabalarning bilimni reyting nazorati tizimini qo'llab aniqlashga asoslangan zamonaviy pedagogik texnologiyalar qo'llaniladi. Bundan tashqari, fanni o'zlashtirishni mustahkamlash, talabaning ijodiy fikrlashini ta'minlash maqsadida, unga o'zsohasi bo'yicha ma'lum bir texnologik jarayonni matematik modellashtirish uchun topshiriq beriladi. Talaba hisoblash dasturini kompyuterga kiritib, hisoblash eksperimentini o'tkazadi va olingan natijalarni tahlil qilib, o'qituvchi bilan muhokama qiladi.

KIRISH

Har qanday texnologik tizim (TT) va uni boshqarish tizimi kibernetika fani uchun, tadqiqot mavzui hisoblanadi. Uning tadqiqot usuli bo'lib, matematik modellash, tadqiqot strategiyasi esa – tizimli taxlil qilish va tadqiqot vositasi bo'lib, elektron hisoblash mashinalari - kompyuterlar hisoblanadi.

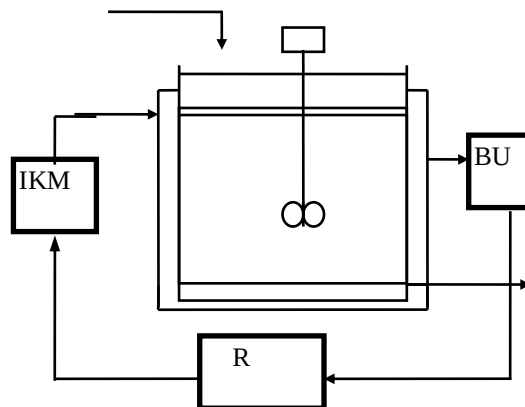
Kibernetika matematik modellash usullaridan foydalanib tizimlarni aniq natijalar bilan tahlil va sintez qilishda, optimal shart-sharoitlarni prognoz qilishda foydalanadi.

Kibernetika usullari Kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlarni ketishidagi yangi qonuniyatlarni aniqlashda va ularni optimallashtirish hamda boshqarish yo'llarini aniqlashda yordam beradi. Kibernetika uslublari kibernetikaning texnik vositasi bo'lgan hisoblash mashinalari yordamida tadbqiq etiladi.

Kimyo va oziq-ovqat texnologik tizimlari

Kimyo va oziq-ovqat texnologiya tizimlari (kegusida texnologik tizimlar) deganda, unda ketayotgan fizik-kimyoviy jarayonlar va ularni amalga oshiruvchi vositalar birgalikda tushuniladi. SHunday qilib texnologik tizimlar jarayonni, u ketayotgan qurilmani, jarayonni nazorat va boshqarish vositalarini va ular orasidagi o'zaro bog'liqliklarni o'zichiga olar ekan.

Masalan: reaktorda ketayotgan boshqariladigan texnologik jarayonni- texnologik tizimlar deb qarash mumkin (1 - rasm). Texnologik jarayonning ketishi bo'yicha axborot birlamchi o'zgartirgichdan (BO') rostlagichga (R) uzatiladi, u o'znavbatida texnologik parametrning shu vaqtdagi qiymatini belgilangan qiymatdan farqiga qarab rostlash ta'sir signali ishlab chiqaradi va ijrochi qurilma (IKM) orqali ob'ektga ta'sir ko'rsatadi.



1 – rasm

Texnologik tizimlarda ma'lum bir fizik kimyoviy jarayonni amalga oshirish uchun, bizga aralashtirgichli reaktor va shu jarayonni boshqarish tizimi bo'lishi kerak.

Ushbu texnologik tizim tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirda bo'lgani uchun, uning holatini kirish X va chiqish U signallari orqali baholash mumkin. Kirish

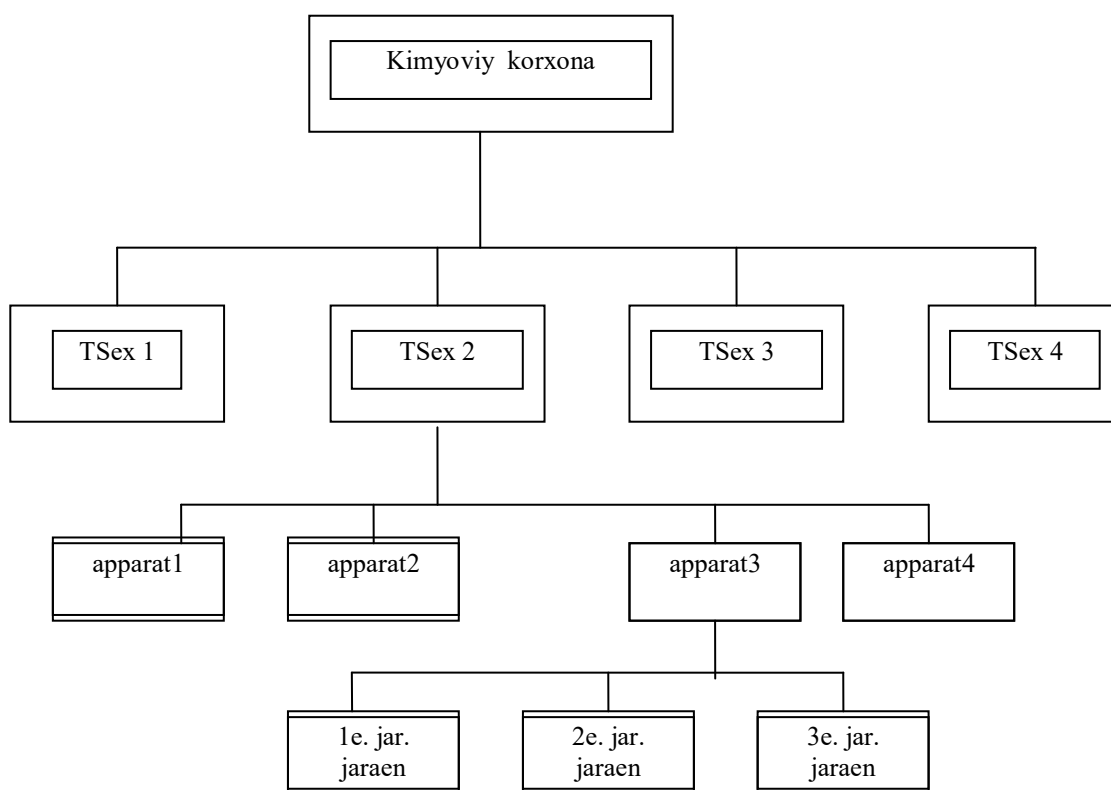
signali bo'lib odatda xom-ashyo, uning miqdori, tarkibi, temperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin. CHiqish signali bo'lib, tayyor mahsulot miqdori, uning sifati, teperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin.

Texnologik tizimga odatda har xil turtkilar Z ta'sir ko'rsatadi va texnologik tizimni belgilangan sharoitlardan chiqaradi. Bu turtki ta'sirlarini kompensatsiya qilish uchun, odatda boshqaruvchi ta'sirlardan foydalaniladi.

Texnologik tizim- murakkab ob'ekt hisoblanib, uni alohida elementlarga (podsistema) dekompozitsiyalash mumkin. Elementlar o'zaro informatsion bir-biri bilan va ob'ekt atrof muxiti bilan bog'liqdir. Bu bog'liqliklar ob'ekt tuzilishini tashkil etadi.

Texnologik tizim mo'ljallangan maqsadga erishishga yo'naltirilgan algoritm bo'yicha ishlaydi. Hamma texnologik tizimlarni shartli ravishda katta va kichik tizimlarga bo'lish mumkin.

Kichik tizimlar odatda bir tipik jarayon bilan cheklangan bo'lib, ikki tizimlarga bo'lish mumkin. Undagi ichki bog'liqliklar va jihozlarning o'ziga xosligi bilan ajralib turadi.



2 – rasm.

Katta tizimlar, kichik tizimlarning murakkab ravishda mujassamlangan ko'rinishi bo'lib, ulardan ham miqdoriy, ham sifat ko'rsatkichlari bo'yicha farq qiladi. Katta kibernetik Texnologik tizim sifatida kimyoviy tsexni yoki korxonani misol qilish mumkin (2 - rasm).

Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishi

Har qanday ishlab chiqarish korxonasini uch ketma-ket bajariladigan texnologik operatsiya ko'rinishida tasavvur qilish mumkin: xom-ashyoni tayyorlash, kayta ishlash jarayoni va nihoyat kuzlangan sifat xamda mikdordagi mahsulotni olish. Bu operatsiyalar ketma-ketligi, yakka bir murakkab texnologik tizim ko'rinishida mujassamlangandir.

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonasi, katta masshtabli tizim sifatida, juda ko'p o'zaro bir-biriga, bo'ysingan kichik tizimlardan tashkil topgan bo'lib, uni asosan uch pog'onali ierarxik tuzilish ko'rinishida tasavvur qilinadi. Ishlab chiqarish korxonasining har bir kichik tizimini, bir butun texnologik tizim va avtomatik boshqarish tizimi ko'rinishida tasavvur qilinadi.

Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishining **birinchi quyi bosqichini** ma'lum bir apparatlar va ularni lokal boshqarish tizimlari bilan jihozlangan tipik jarayonlar tashkil qiladi.

ishlab chiqarish korxonasinining ierarxik tuzilishining quyi bosqichida, kichik tizimlarning ishlashini ifodalovchi informatsiya boyib boradi va bu kichik tizimlarni ishlashini boshqarishda tipik jarayonlarning texnologik parametrlarini avtomatik rostdlash tizimlarini tuzib, lokal ravishda stabillab boriladi.

ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishining **ikkinchi bosqichini** agregatlar, komplekslar, tsexlar va texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari tashkil qiladi.

YUqori intensiv texnologik jarayonlarni va yuqori quvvatli agregatlarni yaratilishi hamda ishlab turgan korxonalarni optimallashtirish maqsadida rekonstruktsiya qilinishi natijasida yangi ilmiy texnik masalalar vujudga keldi:

- 1) ishlab chiqarish korxonasi va agregatlarni iqtisodiy va energotexnologik ko'rsatkichlar bo'yicha optimal sharoitlarda ishlashini tashkil qilish;
- 2) agregatlarda moddiy va energetik oqimlarni optimal tashkil qilish yo'li bilan boshqarish funksiyasini agregatning o'ziga berish, ya'ni agregat tuzilishini kibernetik tashkil qilish;
- 3) energotexnologik tizimlarni qo'llash natijasida agregatlarning chidamli ishlashini ta'minlash uchun boshqaruvchi hisoblash mashinalarini qo'llash zarurati paydo bo'lmoqda.

Ushbu ierarxik bosqichda, kichik tizimlarni boshqarishda, apparatlar ishini optimal koordinatsiyalash va ular orasidagi quvvatlarni optimal taqsimlash masalalari vujudga keladi. Bu masalalarni echishda umuman yangi dekompozitsiyalash va agregatsiyalash usullari, evrestik modellashtirish nazariyasi asosida texnologiyani tahlil qilish, ko'p bosqichli optimallashtirish va boshqa usullardan foydalaniladi.

ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishining **uchinchi yuqori bosqichi** bu - tsexlar faoliyatini operativ boshqarish tizimlari, ishlab chiqarishni tashkil qilish tizimlari, xom-ashyoni taqsimlanishini rejalashtirish, tayyor mahsulotni taqsimlanishi - korxonani avtomatik boshqarish tizimi. Ierarxiyaning ushbu bosqichida vaziyatga qarab tahlil qilish, korxonani optimal boshqarish masalalari vujudga keladi. Bu masalalarni yechishda tizim-texnikaning matematik usullari, chiziqli

programmallashtirish, o'yinlar nazariyasi, ma'lumotlar nazariyasi va boshqa usullar qo'llaniladi.

Texnologik jarayonlari

Har qanday ishlab chiqarish korxonasini, har qanday texnologik tizimni ma'lum bir miqdordagi tipik texnologik zvenolar orqali ifodalash mumkin. Odatda ularda adsorbtsiya, rektifikatsiya, ekstraktsiya, kimyoviy reaksiya va boshqa tipik texnologik jarayonlar ketadi.

Ma'lum bir kurilmada ketayotgan tipik jarayon, o'zvaqtida tipik boshqarish ob'ekti hamdir.

Ichki moddiy va energetik bog'liqliklar xarakteriga qarab, ishlab chiqarish texnologiyasining hamma jarayonlarini quyidagi sinflarga bo'lish mumkin:

- gidrodinamik;
- issig'lik;
- diffuzion;
- kimyoviy;
- mexanik.

Bundan tashqari texnologik jarayonlar determinlashgan va staxostik jarayonlarga bo'linadi.

Determinlashgan deb shunday jarayonlarga aytiladiki, ularda asosiy kattaliklar uzluksizva aniq qonuniyatlar bo'yicha o'zgaradi. Bunda, ushbu jarayonni ifodalovchi chiqish parametrining qiymati, kirish parametrining qiymatiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir.

Staxostik deb shunday jarayonlarga aytiladiki, ularda asosiy parametrlar o'zgarishi tartibsizva diskret ro'y beradi.

Tayanch so'z va iboralar

1. Kompyuterlar - zamonaviy shaxsiy elektron xisoblash mashinasi.
2. Kimyoviy kibernetika - texnologiya tizimlarini EXM yordamida boshqarish va tadqiqot qilish.
3. Texnologiya tizimi - texnologik jarayon, shu jarayon ketayotgan kurilma va shu jarayonni boshqarish tizimi hammasi birgalikda texnologik tizim deyiladi.
4. Matematik modellashtirish - texnologik jarayonni uning matematik modeli yordamida o'rganish.
5. Tizimli taxlil qilish - jarayonni o'rganishda uni elementar jarayonlarga bo'lib o'rganish.
6. Tizimni dekompozitsiyalash - tizimni aloxida elementar jarayonlarga bo'lib o'rganish.

7. Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishi - kimyoviy korxona ierarxik tuzilishining birinchi kuyi boskichi, ikkinchi o'rta boskichi va uchinchi yukori boskichi va ular orasidagi bog'lig'liqlar.
8. Lokal avtomatik rostlash tizimi - texnologik jarayondagi biror parametрни avtomatik rostlash tizimsi.
9. Texnologik jaraenlarni avtomatik boshkarish tizimlari - masalan biror tsexda ketayotgan texnologik jarayonni optimal boshqarish tizimi.
10. Korxonani avtomatik boshqarish tizimlari - butun korxonani ishini avtomatik boshqarish tizimi.

Nazorat savollari

1. Kimyoviy kibernetikaning tadqiqot usuli nima?
2. Tizimli taxlil qilish nima?
3. Texnologik tizim nimalarni o'zichiga oladi?
4. Texnologik tizimlarni aloxida elementlarga dekompozitsiyalash deganda nimani tushunasiz?
5. Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishining quyi bosqichida boshqarish tizimini qanday tasavvur qilasiz?
6. Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishining o'rta va yuqori bosqichida boshqarish tizimini qanday tasavvur qilasiz?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

2 - MA'RUZA

Reja:

1. Texnologik tizimlarini tahlil qilish, sintez qilish va optimallashtirish.
2. Matematik modellash va uning bosqichlari.
3. Matematik modelni qurish.
 - a) Mazmuniy modelni qurish.
 - b) Matematik ifodani tuzish.
 - v) Matematik model tenglamalarining tasnifi.
 - g) Modellash algoritmi.

Texnologik tizimlarini tahlil qilish sintez qilish va optimallashtirish

Apparatlararo texnologik oqimlar tuzilishi va texnologik oqimlar tizimi kirish parametrlari berilgan bo'lsa, **texnologik tizimlarini tahlil** qilishda, shu tizim texnologik oqimlarining chiqish va oraliq parametrlari va **texnologik tizimlar** apparatlarining konstruktiv va texnologik parametrlarining berilgan qiymatlari uchun effektivlik kriteriysi aniqlanadi. YA'ni, **texnologik tizimlar**larini tahlil qilishda, texnologik oqimlar tuzilishi va kirish parametrlari berilgan bo'lsa, unda chiqish va oraliq parametrlari aniqlanadi va **texnologik tizimlar**ning effektivlik kriteriysi aniqlanadi.

texnologik tizimlarlarini **optimallashtirishda** apparatlararo oqimlar tuzilishi ma'lum bo'lganda, texnologik tizimning effektivlik kriteriysi ko'rsatkichining optimal qiymatlari aniqlanadi.

texnologik tizimlarning **sintez** qilishda, xom ashyodan kerakli maxsulot olish usuli ma'lum bo'lsa, optimal texnologik sxema ishlab chiqiladi.

Odatda, **texnologik tizimlar**larini tahlil qilish, optimallashtirish va sintez qilish masalalarini ishlab chiqarish sharoitida yoki tajriba moslamalarida echish juda murakkab masala bo'lib, hamma vaqt ham echish mumkin emasdir. Bu masalalarni echilishi kimyoviy kibernetika usullarini qo'llash bilan ancha osonlashadi. Bunda, **texnologik tizimlar**ning aloxida jarayonlarning matematik ifodalari tuzilib, ular asosida butun tizim matematik ifodasi tuziladi. Bu matematik apparat yordamida hisoblash eksperimenti o'tkazilib, **texnologik tizimlar**ning optimallashtirish, tahlil qilish va sintez qilish masalalarini echish mumkin.

EHM ni texnologik jarayonlari va tizimlarini tadqiq qilishda qo'llash

Matematik modellash

Odatda texnologik ob'ektni o'rganishda ma'lum qiyinchiliklar bo'lsa, unda modellash usullari qo'llaniladi (masalan, ob'ektning xavfsizligi bo'yicha tajriba o'tkazish mumkin bo'lmasa).

Modellashtirilayotgan ob'ekt xususiyatlarini uning modelida olingan analogik xususiyatlarni tahlil qilish yo'li bilan o'rganishga modellashtirish deyiladi. Bunda model va ob'ekt o'xshash bo'lishi kerak. Odatda o'xshashlik fizik va matematik bo'ladi.

Fizik modellashtirishda, ob'ekt xususiyatlari kichik masshtabli moslamalarda o'rganilib, u ob'ektni o'rganishni kam xarajatlar bilan o'tkazishga imkoniyat beradi. Fizik modellashtirishda ob'ektning ba'zi bir xususiyatlari modelda olingan natijalardan farqli bo'lishi mumkin. SHuning uchun odatda fizik modellashtirishda odingan natijalarni to'g'ridan-to'g'ri ob'ekt uchun qo'llab bo'lmaydi.

Matematik modellashtirish usuli oxirgi 30-40 yil ichida juda tezrivojlanib bormoqda. Ayniqsa, zamonaviy kompyuterlarning imkoniyatlarini oshib borishi bilan matematik modellashtirish yo'li bilan texnologik jarayon xususiyatlarini o'rganish yaxshi natijalar bera boshladi.

Matematik modellashtirish uch bosqichda olib boriladi:

- O'rganilayotgan jarayon matematik modelini tuzish,
- Asosiy parametrlar qiymatlarini hisoblash uchun masalani echishni dasturlash(algoritmlash),
- Modelni o'rganilayotgan jarayonga adekvatligini aniqlash.

Matematik modelni qurish

Ob'ektda ketayotgan xodisalarni ifodalaydagan matematik tenglamalar tizimsiga matematik model deyiladi.

SHunga asosan, texnologik jarayonning matematik modelini tuzishni quyidagi uch aspektda ko'rishimiz mumkin: mazmuniy, analitik va hisoblash.

Birinchi, ob'ektning fizik mohiyati o'rganilib, uning mazmuniy ifodasi tuziladi.

Ikkinchi, mazmuniy ifodani analitik ko'rinishda, ya'ni matematik tenglamalar tizimsi ko'rinishida ifodalanadi.

Uchinchi, modelni hisoblash tomonlari, ya'ni modellashtirish algoritmi aniqlanadi. Bunda matematik ifodani echish usuli va echish ketma-ketligi aniqlanib, ya'ni echish algoritmi tuziladi.

Mazmuniy ifodani tuzish

Har qanday matematik modelni tuzish ob'ektni mazmuniy ifodasini tuzishdan boshlanadi. Kimyo texnologiya ob'ektlarini modellashtirishda avval, ularning «elementar» jarayonlarini aniqlab olinadi.

Odatda quyidagi «elementar» jarayonlarini inobatga olinadi:

- fazalar oqimlari harakati jarayoni;
- kimyoviy o'zgarish jarayoni;
- fazalar orasidagi modda almashinuvi;
- issiqlik o'tkazishi;
- modda agregat xolatining o'zgarishi.

Ba'zi bir to'la o'rganilmagan «elementar» jarayonlarni matematik modelga kiritilmasdan jarayonning matematik modelini tuzish mumkin, lekin bunda jarayon matematik modeli xatoligi juda katta bo'lib ketmasligiga e'tibor berish kerak bo'ladi.

Modellashtirishdan olingan natijalar aniqligi ob'ektning har xil parametrlarini bu modelda qanchalik to'la hisobga olinganligiga bog'liqdir. Bu parametrlarga quyidagilarni kiritish mumkin: konstruktiv, fizik va elementar jarayon parametrlari.

Konstruktiv parametrlarga, struktura parametrlari (oqimlar harakati tuzilishini ifodalovchi) va geometrik parametrlar (apparat parametrlari) kiradi.

Fizik parametrlarga oqimning holat parametrlari (temperatura, kontsentratsiya va boshqalar) va xususiyat parametrlari (issiqlik sig'imi, qovushqoqlik, zichlik va boshqalar) kiradi.

«Elementar» jarayon parametrlariga gidrodinamik parametrlar (oqimlar harakatini ifodalovchi parametrlar, masalan: moddaning oqimda ko'ndalang aralashtirgish koeffitsienti) va fizik-kimyoviy parametrlar (issiqlik va modda almashinuv koeffitsienti, kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi) kiradi.

Matematik ifodani tuzish

Modellashtirilayotgan ob'ekt matematik ifodasini tuzishda tizimli tahlil usullaridan foydalanib, (blok printsiptini qo'llab) jarayonning elementar jarayonlarini chuqur tahlil qilinadi. Avval matematik ifoda tuzilishining asosi sifatida jarayonning gidrodinamik modeli o'rganiladi,. So'ngra kimyoviy reaksiya kinetikasi va undan so'ng issiqlik va modda almashinuv jarayonlari (gidrodinamik sharoitlari hisobga olgan xolda) o'rganilib, har bir yuqoridagi jarayonlar uchun matematik ifoda tuziladi. Modelni tuzishni oxirgi bosqichida, hamma o'rganilgan «elementar» jarayon matematik ifodalari bir tenglamalar tizimsiga birlashtiriladi.

SHunday qilib, **qandaydir texnologik jarayon matematik modelini tuzishda quyidagilarni hisobga olish kerak:**

- fizika qonunlarini ifodalovchi matematik ifodalar (modda va energiyaning saqlanish qonuni);
- «elementar» jarayonlarni ifodalovchi tenglamalar va boshqalar;
- texnologik jarayon parametrlari orasidagi bog'lig'likni ifodalovchi har hil empirik tenglamalar. (masalan: ob'ekt to'g'risida etarli nazariy ma'lumotlar bo'lmasa, unda statistik modellardan foydalaniladi);
- jarayon parametrlariga har xil cheklamalar.

Matematik model tenglamalar tizimining tasnifi

Modellashtirilayotgan har xil ob'ektlarning xususiyatlarini oddiy algebraik tenglamalar, oddiy differentsial tenglamalar, integral tenglamalar va hususiy hosila ko'rinishidagi tenglamalar orqali ifodalanadi. Matematik ifodada ob'ekt parametrlarining o'zgarishi vaqt buyicha ifodalanayaptimi yoki yo'qmi, shunga qarab, modellar statsionar va nostatsionar bo'lishi mumkin. Ob'ektning statsionar

holati statsionar modellar ifodalaydi. Parametrlari mujassamlangan ob'ektlarning statsionar holatini, odatda oddiy algebraik tenglamalar orqali ifodalash mumkin. Bunday ob'ektlarning nostatsionar holatini oddiy differentsial tenglamalar orqali ifodalash mumkin.

Agar jarayonning parametrlari ham vaqt bo'yicha, ham boshqa parametrlar bo'yicha o'zgarsa (masalan: apparat uzunligi bo'yicha) unda bunday ob'ektlar odatda hususiy hosila ko'rinishdagi differentsial tenglamalar orqali ifodalanadi va ular parametrlari taqsimlangan model deyiladi.

Oddiy, birinchi tartibli differentsial tenglamalar orqali parametrlari mujassamlangan ob'ektlarning nostatsionar holatini va parametrlari taqsimlangan ob'ektlarning statsionar holati ifodalanadi.

Ba'zi bir holatlarda ob'ektlarning differentsial tenglamalar orqali ifodalanagan matematik modellari yordamida o'rganish, hisoblash nuqtai nazaridan nihoyatda murakkab masala bo'lib, bunda ko'pincha ob'ektning uzluksiz, parametrlari taqsimlangan ko'rinishdagi differentsial tenglama yordamida ifodalanagan matematik modeli o'rniga, diskret, parametrlari mujassamlangan ammo, yacheykali struktura ko'rinishiga keltirib echiladi.

Modellashtirish algoritmi

Matematik ifodada tenglamalar tizimsini echish ketma-ketligini aniqlab hisoblash algoritmini tuzib chiqish kerak bo'ladi. Matematik tenglamalar tizimsini analitik echish mumkin bo'lsa, unda maxsus modellashtirish algoritmlarini yaratishga zarurat yo'qoladi, ammo kup holatlarda matematik tenglamalar tizimsi murakkab ko'rinishga ega bo'lib, effektiv modellashtirish algoritmi tuzish mumkinligiga qarab, bu modeldan foydalansa bo'lishligi bog'liq bo'ladi. Yana bir asosiy faktorlardan biri, olinayotgan natijalarni fizik mohiyatini yaxshi anglash, effektiv hisoblash algoritmlarini tuzishga yordam beradi.

Ba'zi bir holatlarda murakkab modellashtirish algoritmini EHMda echish uchun matematik modelni soddalashtirishga to'g'ri keladi. Albatta bu matematik model aniqligini pasaytiradi.

Tayanch so'z va iboralar

1. Texnologik tizim taxlili- texnologik tizim kirish parametrlarini oraliq va chiqish parametrlariga ta'sir o'rganiladi.
2. Texnologik tizim sintez qilish - agar maqsaddagi maxsulotni olish usuli ma'lum bo'lsa, unda shu maxsulotni olishni optimal sxemasini aniqlash.
3. Texnologik tizim optimallashtirish - optimallashtirish kriteriysining eng yaxshi qiymatlarini ta'minlovchi texnologiya parametrlarini aniqlash.
4. Texnologik tizimning kirish parametrlari - tizimga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy parametrlar.
5. Texnologik tizimning chiqish parametrlari - tizim xolatini ko'rsatuvchi asosiy parametrlar.

6. Texnologik tizimning oralik parametrlari - tizim xolatini ko'rsatuvchi parametrlar.
7. Samaradorlik ko'rsatkichi - tizimni effektiv ishlashini kursatuvchi ko'rsatkich.
8. Optimal texnologik sxema - texnologik sxemaning eng yaxshisi.
9. Modellastirish- texnologik jarayon xususiyatlarini uning modeli yordamida o'rganish.
10. Fizik modellastirish - texnologik jarayon xususiyatlarini uning fizik modeli yordamida o'rganish.
11. Matematik modellastirish - texnologik jarayon xususiyatlarini uning matematik modeli yordamida o'rganish.
12. Mazmuniy ifoda - texnologik jarayonni mazmuniy aspektda ifodalangan ko'rinishi.
13. Matematik ifoda - texnologik jarayonni analitik aspektda matematik tenglamalar yordamidagi ifodasi.
14. Modellastirish algoritmi - matematik modelni echish ketma-ketligini belgilovchi algoritm.
15. Texnologik «elementar» jaraenlari - texnologik jarayon ierarxik tuzilishida jarayonni tashkil qiluvchi bir necha jarayonlar.
16. Fazalarning oqim tuzilishi - fazalarning oqimi xarakati.
17. Moddaning agregat xolatini o'zgarishi - moddaning suyuqlik xolatdan bug'ga, bug' xolatdan suyuqlik xolatiga o'tishi va x.k.z.
18. Jaraenning konstruktiv parametrlari - jarayonning apparat konstruktsiya parametrlariga bog'liq bo'lgan parametrlari.
19. Jaraenning fizik parametrlari - jarayonning xolat va xususiyat parametrlari.
20. Parametrlari mujassamlangan modellar - parametrlari bir koordinata bo'yicha o'zgaruvchi modellar.
21. Parametrlari taksimlangan modellar - parametrlari vaqt va yana bir boshqa koordinata bo'yicha o'zgaruvchi modellar.
22. Effektiv xisoblash algoritmlari - xisoblashni optimal ketma-ketligi.

Nazorat savollari

1. Texnologik tizimlarni taxlil qilish masalalarida qanday masalalar echiladi?
2. Texnologik tizimlarini optimallashtirish masalalarida qanday masalalar echiladi?
3. Texnologik tizimlarini sintez qilish masalalarida qanday masalalar echiladi?
4. Matematik modellastirish deganda nimani tushunasiz?
5. Matematik modellastirish necha bosqichda amalga oshiriladi?
6. Matematik model nima?
7. Modellastirish algoritmi nima?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

3 - MA'RUZA

Reja:

1. Eksperimental statistik modellashirish usuli.
2. Eng kichik kvadratlar usuli;
3. CHiziqli regressiya;
4. Regression taxlil.

Eksperimental statistik modellashirish usuli

Agar modellashirilayotgan ob'ekt etarli darajada o'rganilmagan bo'lsa va determinlashgan modelni tuzish imkoniyati bo'lmasa, unda jarayonning matematik modeli eksperimental statik modellashirish usuli bilan tuziladi. Bunda statistik material aktiv yoki passiv eksperiment qo'yish usuli bilan to'planadi.

Passiv eksperimentda, tajriba o'zgaruvchilarni galma-gal o'zgartirib borib yoki ishlab turgan texnologik apparatlarda aloxida parametrlarning o'zgarishlarini yozib borib yoki ishlab turgan texnologik apparatlarda aloxida parametrlarning o'zgarishlarini yozib borib, to'plangan statistik materialni regression xamda korrelyatsion tahlil qilish usullari yordamida qayta ishlanadi.

Aktiv eksperiment o'tkazish bilan ob'ekt to'g'risida statistik ma'lumot to'plashda, tajribani zamonaviy rejalashtirish usullarini qo'llanishi sababli, tajribalar sonini qisqartirish mumkin.

SHunday qilib, tajriba (ma'lumotlarini) natijalarini qayta ishlashda regression va korrelyatsion tahlil qilish usullarini qo'llab, jarayonning matematik modelini olish mumkin:

y q f ($X_1, X_2, \dots, X_k$)

bu erda, $X_1, X_2, \dots, X_k$ - faktorlar (texnologik parametrlar) tajriba natijasida olingan.

Regressiya tenglamasining umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{uj=1}^k b_{uj} x_u x_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} x_j^2 + \dots$$

bu erda, b_0 - erkin xad

b_j - chiziqli effekt koeffitsienti

b_{jj} - kvadratik effekt

b_{uj} - o'zaro ta'sir koeffitsienti.

Bu tenglama koeffitsientlarini «**eng kichik kvadratlar**» usuli yordamida aniqlanadi, ya'ni quyidagi shart bo'yicha:

$$\Phi = \sum_{i=1}^N (y_{yi} - \bar{y}_{xi})^2 = \min$$

bu erda,

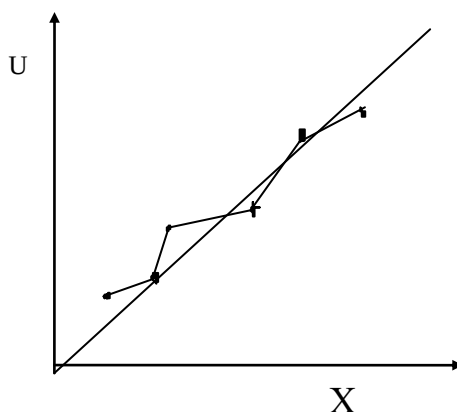
N- ajratib olingan tajribalar soni, bu shart bo'yicha, funktsiyaning hisobiy qiymati (Y_{xi}) va eksperimental qiymatlari farqlarining kvadratlarini yig'indisi, minimumga intilishi kerak.

Ob'ektning chiqish parametrining (u) kirish parametridan (X) bog'liqligini aniqlash uchun tajriba o'tkazilgan. Bu tajriba natijalari U va X koordinata tizimsiga joylab chiqilgan. X ning butun o'zgarish intervali ΔX bo'laklarga bo'lib chiqiladi. Har bir intervalga tushgan nuqtalarni shu interval o'rtasiga moslab, shu intervalga tug'ri kelgan ularning o'rtacha qiymatlarini hisoblanadi.

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} x_{ji}}{n_j}$$

bu erda,

n_i - ushbu intervaldagi tajriba nuqtalari



3-rasm

So'ngra, bu o'rtacha qiymat nuqtalarini birlashtirib, regressiyaning emperik egri chizig'ini olamiz. Bu chiziq ko'rinishiga qarab, regressiya tenglamasini tanlab olish mumkin,

$$U \text{ q } f(X)$$

Regressiya tenglamasi parametrlarini aniqlash ko'p o'zgaruvchilik funktsiyaning minimumini aniqlashga borib taqaladi.

Agar, $U \text{ q } f(x; b_0; b_1; b_2; \dots)$ funktsiyadan hosila olish mumkin bo'lsa, $b, b, b, \dots, b$ larni qiymatlarini shunday tanlansinki, unda quyidagi shart bajarilsin,

$$\Phi(b_0, b_1, b_2 \dots) = \sum_{i=1}^N [y_{i_0} - f(x_i, b_0, b_1, b_2 \dots)]^2 \rightarrow \min$$

ya'ni, $b, b, b, \dots, b$ larning shunday qiymatlarini topish kerakki, unda $F(b_0; b_1; b_2)$ funktsiya minimumga intilsin. Bu funktsiyaning $F(b_0; b_1; b_2)$ minimumga intilish sharti, quyidagi shartni bajarilishidir (funktsiya ekstremumi borligining zaruriy sharti),

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b_0} = 0; \frac{\partial \Phi}{\partial b_1} = 0; \frac{\partial \Phi}{\partial b_2} = 0$$

yoki

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^N 2[y_i - f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots)] \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N 2[y_i - f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots)] \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N 2[y_i - f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots)] \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_2} &= 0 \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\}$$

yoki, matematik o'zgartirishlardan so'ng:

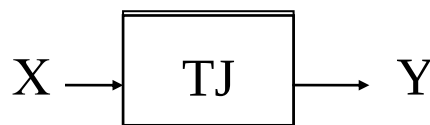
$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^N y_i \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} - \sum_{i=1}^N f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots) \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_0} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N y_i \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} - \sum_{i=1}^N f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots) \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_1} &= 0 \\ \sum_{i=1}^N y_i \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_2} - \sum_{i=1}^N f(x_i b_0 b_1 b_2 \dots) \frac{\partial f(x_i)}{\partial b_2} &= 0 \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\}$$

Ushbu tenglamalar tizimsida nechta noma'lum koeffitsient bo'lsa, shuncha tenglamalardan tashkil topgan. Bu matematik statistikada normal tenglamalar tizimsi deyiladi. Bu tenglamalar tizimsini funktsiyaning umumiy ko'rinishi uchun echib bo'lmaydi. Buning uchun funktsiyaning konkret ko'rinishini tanlab turib masalani echish kerak.

Staxostik jarayonlarni matematik modellashtirishda, odatda eksperimental statistik modellashtirish usuli qo'llaniladi. Bunda texnologik jarayonning matematik modelini tuzishda, shu ob'ektda olingan tajriba natijalaridan foydalaniladi.

CHiziqli regressiya

qandaydir texnologik jarayonning matematik ifodasini tuzish kerak bo'lsin (4 - rasm).



4- rasm

Bu texnologik jarayonning chiqish parametri (U) kirish parametri (X) ga bog'liq o'zgaradi, ya'ni ular orasida qandaydir funktsional bog'liqlik bor, $U=f(x)$.

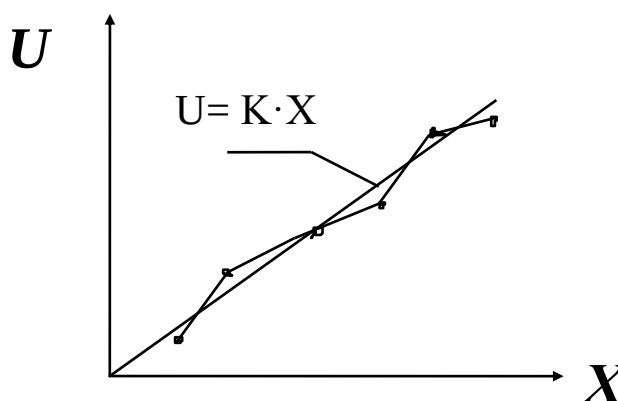
(masalan: berk idishdagi bosimning har xil qiymatlariga, idish ichidagi suyuqlikning har xil qaynash temperaturasi mos keladi).

Agar bu bog'liqlik matematik ifodasini, ma'lum qonuniyatlar orqali analitik ifodalash mumkin bo'lmasa, unda eksperimental statistik modellashtirish usulidan foydalaniladi. Buning uchun avval eksperiment o'tkaziladi. Kirish parametri (x) qiymatini o'zgartirib borib, chiqish parametri (U) qiymatlari olinadi.

Bu qiymatlarni koordinatalar tizimsiga qo'yib chiqib, eksperiment nuqtalari birlashtiriladi va regressiya «egri» chizig'i olinadi (rasm 5.).

Regressiya egri chizig'ining ko'rinishi har xil bo'lishi mumkin. Masalan : to'g'ri chiziq, parabola yoki boshqa ko'rinishda.

Regressiya egri chizig'i ko'rinishiga qarab bog'liqlik tenglamasi tanlanadi (masalan, $y = kx$, ya'ni koordinata boshidan o'tgan to'g'ri chiziq tenglamasi).



5-rasm

Bu tenglama koeffitsientini, eng kichik kvadratlar usulini qo'llab topiladi. Bu usulga binoan , quyidagi shart bajarilishi kerak .



(ya'ni , hisobiy nuqtalarning eksperimental nuqtalardan chetlashishi minimal bo'lishi kerak) .

Bu erda, N - eksperimentlar soni ;

y_{ei} -kirish parametrining x_i qiymatiga mos keladigan chiqish

parametrining eksperimental qiymati ;

y_{xi} -kirish parametrining x qiymatiga mos kelgan chiqish

parametrining hisobiy qiymati .

Agar regressiya «egri» chizig'i , koordinata boshidan o'tuvchi to'g'ri chizig'ga yaqin bo'lsa, unda uni $y = kx$ tenglama yordamida ifodalash mumkin. Bu tenglamani (1.1) tenglamaga qo'yib , quyidagini olamiz.

$$\Phi = \sum_{i=1}^n (y_{ei} - kx_i)^2 \rightarrow \min$$

Funktsiyani klassik tahlil qilish usulida , shu funktsiyani ekstremumi borligini

kerakli sharti buyicha, $\frac{\partial \Phi}{\partial k} = 0$

ya'ni, $\sum_{i=1}^n 2 (y_{\text{oi}} - kx_i) x_i = 0$

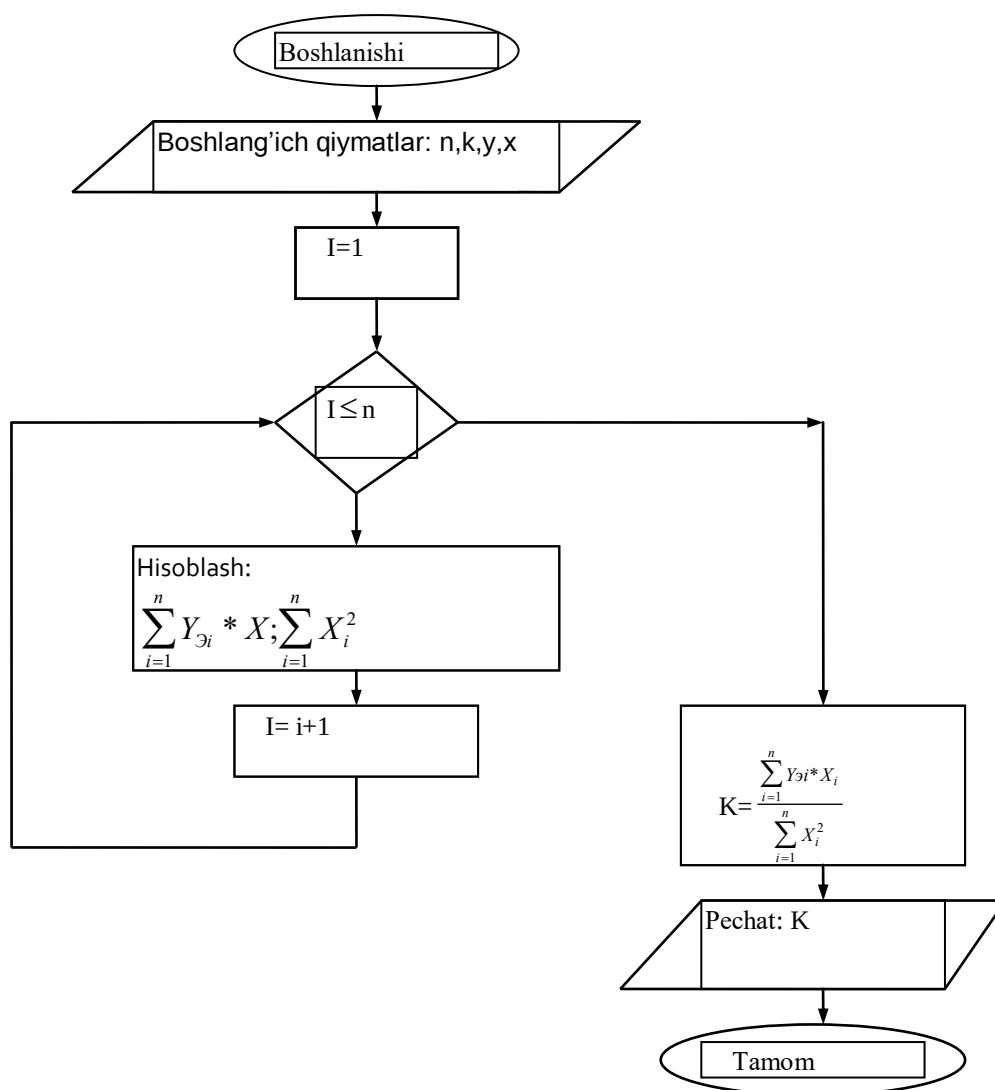
Ushbu tenglamani matematik o'zgartirishlardan so'ng, tenglama koeffitsienti k ni hisoblash tenglamasini olamiz

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{\text{oi}} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

k ning qiymatini hisoblash uchun, avval quyidagi yig'indilarni hisoblash kerak :

$$\sum_{i=1}^n y_{\text{oi}} \cdot x_i; \quad \text{ba} \quad \sum_{i=1}^n x_i^2$$

Masalani echish blok sxemasi 6-rasmda berilgan.



6 – rasm

V. TURBOPASCAL algoritmik tilida masalani echish dasturi .

```
program mnk;
var
  q:array{[0..12] of integer;
  d:array[0..12] of integer;
  n,i,s1,s2:integer;
  k:real;
begin
  writeln(k');
  writeln(D(N));
  writeln('0, 30, 60, 90,120,150,180,210,240,270,300,330,360,390');
  writeln(Q(N));
  writeln('325, 327, 330, 338, 347, 352, 355, 357, 360, 365,370,380,385');
  writeln(eNq');
  readln(n);
  q[0]:=325; q[1]:=327; q[2]:=330;
  q[3]:=338; q[4]:=347; q[5]:=352; q[6]:=355; q[7]:=357;
  q[8]:=360; q[9]:=365; q[10]:=370 q[11]:=380;q[12]:=385;
  d[0]:=0; d[1]:=30; d[2]:=60; d[3]:=90; d[4]:=120;
  d[5]:=150; d[6]:=180; d[7]:=210; d[8]:=240; d[9]:=270;
  d[10]:=300; d[11]:=330; d[12]:=360;
  s1:=0; s2:=0;
  for i:=0 to n do begin
    s1:=s1+q[i]·d[i];
    s2:=s2+d[i]·d[i];
  end;
  k:=s1/s2;
  writeln(k=' , k:1:4);
  read ln
end.
```

Regressiya egri chizig'i ko'rinishiga qarab U va X orasidagi bog'lig'likni $Y=b_0+b_1X$ tenglama orqali ifodalash mumkin bo'lsa, unda eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, chiziqli tenglama koeffitsientlarini aniqlash mumkin. Bunda normal tenglamalar tizimsi quyidagicha bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N (b_0 + b_1 x_i) &= 0 \\ \sum_{i=1}^N y_i x_i - \sum_{i=1}^N (b_0 + b_1 x_i) x_i &= 0 \end{aligned} \right\}$$

yoki

$$\left. \begin{aligned} Nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^N x_i &= \sum_{i=1}^N y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^N x_i + b_1 \sum_{i=1}^N x_i^2 &= \sum_{i=1}^N x_i y_i \end{aligned} \right\}$$

Tenglama koeffitsientlarini Kramer usulini qo'llab topish mumkin. Kramer usuli bo'yicha tenglama koeffitsientlari quyidagi tenglamalar bo'yicha aniqlanadi:

$$b_0 = \frac{\begin{vmatrix} \sum_{i=1}^N y_i & \sum_{i=1}^N x_i \\ \sum_{i=1}^N x_i y_i & \sum_{i=1}^N x_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & \sum_{i=1}^N x_i \\ \sum_{i=1}^N x_i & \sum_{i=1}^N x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{\sum y_i \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{N \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i}$$

$$b_1 = \frac{\begin{vmatrix} N & \sum_{i=1}^N y_i \\ \sum_{i=1}^N x_i & \sum_{i=1}^N x_i y_i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & \sum_{i=1}^N x_i \\ \sum_{i=1}^N x_i & \sum_{i=1}^N x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{N \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i}$$

Regression taxlil

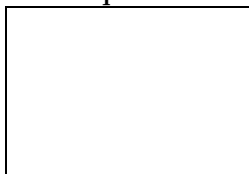
Regressiya tenglamasi aniqlangandan so'ng, olingan natijalarni statistik tahlil qilish kerak bo'ladi. Buning uchun, hamma regressiya koeffitsientlarining ta'sir darajalari aniqlanadi va tenglamaning adekvatligi aniqlanadi. Tenglamani bunday tekshirishga regression tahlil qilish deyiladi.

Regression tahlil qilishni amalga oshirish uchun, quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1. Kirish parametri X - yuqori aniqlikda o'lchanadi. Uning aniqlashdagi xatoning bo'lishi, regressiya tenglamasiga kirmagan qandaydir o'garuvchilar borligi bilan aniqlanadi;
2. $U_1, U_2, \dots, U_N$ larning kuzatish natijalari normal taqsimlangan bog'liq bo'lmagan tasodifiy kattaliklardir;
3. Tanlangan dispersiyalar $S_1^2, S_2^2, S_3^2, \dots, S_N^2$ bir xil yoyilgan bo'lishi kerak.

Dispersiyani bir xil yoyilganligini aniqlash uchun:

1. Parallel tajribalar o'rtacha qiymati aniqlanadi.



2. Tanlangan dispersiya aniqlanadi:



3. Dispersiya yig'indisi aniqlanadi:

$$\sum_{i=1}^N S_i^2$$

4. Koxren kriteriysi qiymati hisoblanadi:

$$G_{\max} = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2}$$

bu erda, $S_{\max}^2$ - Tanlangan dispersiyaning maksimal qiymati.
Agar tanlangan dispersiya bir xil yoyilgan bo'lsa,

$$G_{\max} < G_p(N, m-1)$$

$G_p(N, m-1)$ - Koxren kriteriysining tablitsa qiymati,
unda qayta takrorlash dispersiyasi hisoblanadi.

$$S_{\text{бocнп}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N}$$

U regressiya tenglamasi koeffitsientlarini ta'sir darajasini aniqlash uchun kerak bo'ladi. Bu Styudent kriteriysi yordamida amalga oshiriladi:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S_{bj}}$$

bu erda, b_j - regressiya tenglamasining j -nchi koeffitsienti.

S_{bj} - j -nchi koeffitsientning o'rtacha kvadratik chetlashuvi.

1. Agar t_j katta t bo'lsa, unda bu tenglamalar koeffitsienti ta'sir darajasi yuqori.

$$S_{b_0} = \sqrt{\frac{S_{\text{бocнп}}^2 \sum_{i=1}^N x_i^2}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - (\sum_{i=1}^N x_i)^2}}$$
$$S_{b_1} = \sqrt{\frac{S_{\text{бocнп}}^2 \cdot N}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - (\sum_{i=1}^N x_i)^2}}$$

Ta'sir darajasi kam koeffitsientlar regressiya tenglamasidan chiqarib tashlanib, qolgan koeffitsientlar yana qaytadan ta'sir darajasi aniqlanadi. Tenglama adekvatligi Fisher kriteriysi yordamida tekshiriladi.

$$F = \frac{S_{ocm}^2}{S_{ocnp}^2}$$

$$S_{ocm}^2 = \frac{m \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2}{N - l}$$

S_{ost}^2 - qoldiq dispersiya, l - bog'liqliklar soni
Agar $F < F_p(f_1, f_2)$ bo'lsa, unda tenglama adekvat hisoblanadi.

Tayanch so'z va iboralar

1. Eksperimental statistik modellash usuli- tajriba o'tkazilib jarayon to'g'risida statistik ma'lumot to'planib model tuziladi.
2. Statistik ma'lumot- tajriba yo'lida to'planadigan ma'lumot.
3. Passiv eksperiment- jarayonga ta'sir ko'rsatmasdan ma'lumot to'plash.
4. Aktiv eksperiment- zamonaviy tajribani rejalash usullaridan foydalanib, jarayon to'g'risida ma'lumot to'plash.
5. Regression taxlil- tenglama koeffitsientlari aniqlangandan so'ng Koxren, Styudent va Fisher kriteriylari yordamida taxlil qilish.
6. Korrelyatsion taxlil- chiqish parametrini kirish parametridan bog'lig'lik darajasini taxlil qilish.
7. Regressiya tenglamasi- Eksperimental statistik modellash usuli bilan regressiya egri chizig'iga qarab olinadigan tenglama.
8. Eng kichik kvadratlar usuli-
9. Tanlangan eksperimentlar (ajratma) xajmi - tanlangan oraliqdagi tajribalar miqdori.
10. Korrelyatsiya maydoni- chiqish parametrini kirish parametridan bog'lig'ligi darajasini taxlil qilish tanlangan maydon.
11. Regressiya egri chizigi- tajriba nuqtalarini tutashtirib olinadigan sinq egri chiziq.
12. Normal tenglamalar tizimi- noma'lum tenglama koeffitsientlar soni tenglamalar soniga teng bo'lgan xolat.
13. CHikish kattaligining eksperimental kiymati- jarayon chiqish kattaligini tajribada olingan qiymati.
14. CHikish kattaligining xisobiy kiymati- jarayon chiqish kattaligini tanlangan tenglama yordamida olingan qiymati.
15. Bir uzgaruvchilik funktsiyani klassik taxlil qilish usuli- matematikaning klassik taxlil qilish usulidagi ekstrimumni borligining kerakli va etarli shartlari yordamida taxlil qilish.
16. Masalani echish blok sxemasi- masalani echish ketma-ketligini ko'rsatuvchi sxema.

17. Masalani echish dasturi- masalani kompyuterda echish uchun ma'lum bir algoritmik tilda tuzilgan dastur.
18. CHizikli regressiya- regressiya egri chizig'i to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lganda to'g'ri chiziq koefitsientlarini aniqlash usuli.
19. Dispersiyani bir xilligi- dispersiya bir xil yoyilgan xolat.
20. Koxren kriteriysi- dispersiyani bir xil yoyilganligini tekshiruvchi kriteriy.
21. Regressiya tenglamasi koefitsientlarining ta'sir darajasi- koefitsientlarning ta'sir darajasi sezilarlimi yoki yo'q, Styudent kriteriysi yordamida aniqlanadi
22. Regressiya tenglamasini adekvatligi- tenglamani real jarayonga qanchalik mosligini aniqlash (Fisher kriteriysi yordamida).

Nazorat savollari

1. Regressiya tenglamasi koefitsientlari qanday aniqlanadi?
2. Eng kichik kvadratlar usulida $u=k_1+k_2x$. Tenglamani koefitsientlarini topish uchun qanday amallar bajariladi?
3. Tenglama koefitsientlarini xisoblash dasturida, statistik ma'lumotni dasturga kiritish uchun qanday operator ishlatiladi.
4. Regression taxlil nima?
5. Tenglama koefitsientlari ta'sir darajasi qanday aniqlanadi?
6. Tenglama adekvatligi qanday aniqlanadi?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

4 - MA'RUZA

Reja:

1. Parabolik regressiya.
2. Transtsendent regressiya.
3. Korrelyatsion taxlil.
4. Apparatlardagi oqimlar tuzilishining tipik matematik modellari.
5. Ideal siqib chiqarish modeli.
6. Ideal aralashtirish modeli.
7. Diffuzion modellar.
8. YAcheykali modellar.
9. Kombinatsiyali modellar.

Parabolik regressiya

Masalan, agar regressiya egri chizig'i parabolaga yaqin bo'lsa, unda uni

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$$

tenglama orqali ifodalash mumkin.

Tenglama koeffitsientlarini aniqlash uchun eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, quyidagi normal tenglamalar tizimsini olamiz.

YUqoridagi ketma-ketlikda parabola koeffitsientlarini aniqlash mumkin.

Transtsendent regressiya

Ba'zi bir hollarda, regressiya egri chizig'i ko'rinishiga qarab, bog'liqlikni:

yoki,

$$y = b_0 b_1^x$$
$$y = b_0 x^{b_1}$$

tenglamalar orqali ifodalash mumkin. Bu tenglama koeffitsientlarini aniqlash uchun, bu tenglamalarni avval logarifmlash yo'li bilan chiziqli tenglama ko'rinishiga keltiriladi, ya'ni:

yoki

quyidagi belgilashlardan so'ng,

$$\lg y = z; \lg b_0 = a$$

$$\lg b_1 = a_1; \lg x = t$$

$$z = a_0 + a_1x$$

$$z = a_0 + b_1t$$

tenglama chiziqli tenglama ko'rinishiga keladi va unga yuqoridagi usullarni qo'llab, tenglama koeffitsientlarini aniqlashimiz mumkin.

Korrelyatsion tahlil

U va X orasidagi bog'liqlikni tahlil qilishda korrelyatsion nisbat qiymatidan foydalanadi. Odatda uning qiymati 0 dan 1 gacha o'zgaradi va uning qiymati qancha katta bo'lsa bog'liqlik shuncha katta bo'ladi (yani, $0 \leq \theta \leq 1$). θ quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi :

$$\theta = \sqrt{1 - \xi} \quad \text{bu erda,} \quad \xi = \frac{N - e}{N - 1} \frac{S_{ocm}^2}{S_y^2} \quad S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N - 1}$$

ξ - bog'liqlik darajasini ko'rsatuvchi kattalik.

S_y^2 - o'rtachaga nisbatan dispersiya

e - bog'liqliklar miqdori.

θ bo'yicha bog'liqlikni tahlil qilishga korrelyatsion tahlil deyiladi.

Qurilmalardagi oqimlar tuzilishining tipik matematik modellari

Ko'p texnologik jarayonlar oqimda amalga oshiriladi. Oqim texnologik jarayonning ketishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun matematik modellashtirilayotganda, uning ta'sirini hisobga olish kerak.

Har qanday oqim o'zining tuzilishi bo'yicha murakkab hisoblanadi. Lomina oqim tuzilishi, turbulent oqimnikidan farq qiladi. Oqimning har xil joyida tezlik har xil bo'lishi mumkin. Boypaslar, turg'un zonalar bo'lishi mumkin.

Oqim tezligining o'zgarishi, boypaslar, tuyg'un zonalar va boshqa oqimlar tuzilishiga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar, texnologik jarayonlar ketishiga ta'sir ko'rsatadi va shuning uchun matematik modellashtirishda hisobga olinishi kerak.

Oqimlar tuzilishining o'rganishda bir necha xil usullari mavjud. **Masalan:** oqimlar tuzilishi tug'risida informatsiyani apparatning har bir nuqtasidagi tezlikni bilgan holda olish mumkin, ya'ni «tezlik maydonlari» ko'riladi. Bu albatta juda murakkab masaladir. Yana boshqa kibernetik yo'l bo'lib, unda oqimlarning soddalashtirilgan fikriy modellari quriladi.

Birinchi bosqichda, juda soddalashtirilgan modellar, ideal oqimlar modellari tuziladi. Ikki xil ideal oqimlar modellari mavjud: ideal siqib chiqarish va ideal aralashtirish modellari.

Ideal siqib chiqarish modeli

Bu modelga asosan, modda porshenli harakat qilyapti deb qabul qilinib, bunda apparat uzunligi bo'yicha aralashish yo'q.

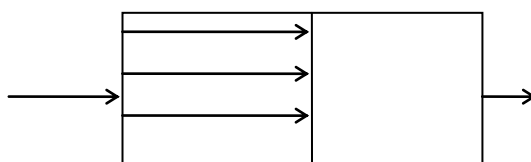
Zarrachalarning tizimda bo'lish vaqti bir xil bo'lib, u tizim xajmini xajmiy sarfga nisbati bo'yicha aniqlanadi. Ideal siqib chiqarish modeli quyidagi matematik ifoda orqali ifodalanadi.



bu erda,

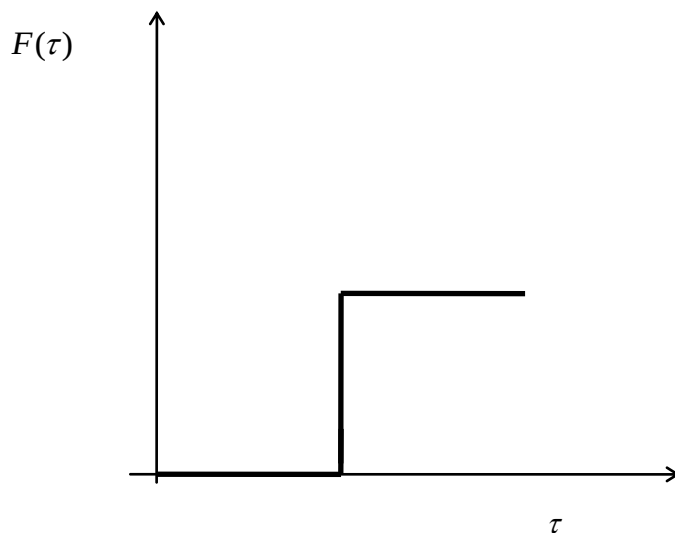
S -kontsentratsiya, x - koordinata, τ -vaqt, ω - oqimning chizikli tezligi.

Ideal siqib chiqarish modeli sxematik ravishda quyidagicha ko'rsatiladi.



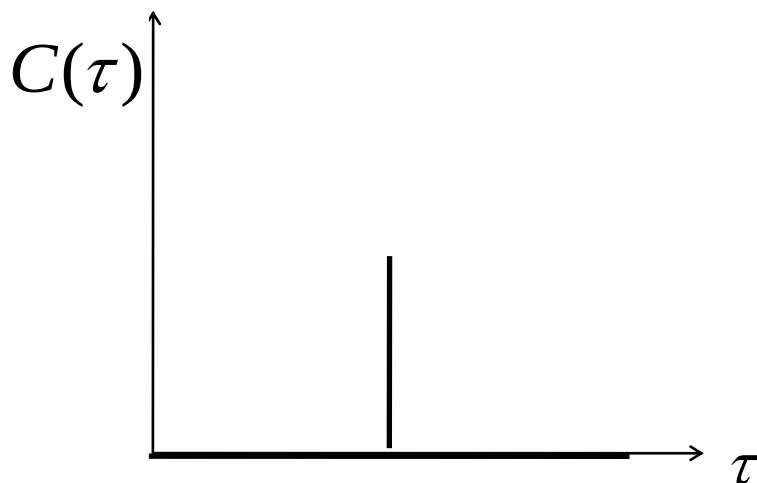
7 - rasm.

Ob'ektning pog'onali turtkiga bo'lgan reaksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi, ya'ni pog'onali turtkidani so'ng ma'lum bir vaqt o'tgandan so'ng, chiqishda o'zgarish bo'ladi.



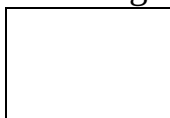
8(a) – rasm.

Impulsli turtkiga ob'ektning reaksiyasi quyidagicha:



8(b) – rasm.

YUqoridagi xarakteristikalaridan ko'rinib turibdiki, ideal siqib chiqarish modellarini toza kechikuvchi zveno deb qarash mumkin. Kechikish vaqti θ , tizimning xajmi- V , oqimning xajmiy tezligi - V_c ga bog'liqdir. (τ - vaqt).



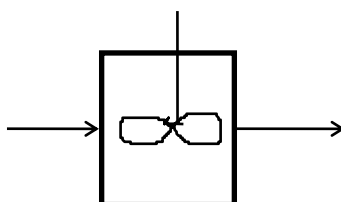
Ideal siqib chiqarish modeliga misol qilib trubasimon apparatlarda ketadigan jarayonlarni keltirish mumkin, bunda truba uzunligini uning diametriga nisbati 100 dan katta bo'lishi kerak.

Ideal aralashtirish modeli

Bu modelga asosan, moddaning butun oqimda bir xil taqsimlanishi qabul qilingan. YA'ni bu apparatga kirgan modda bir zumda butun apparat xajmiga bir tekisda taqsimlanadi. Ideal aralashtirish modeli matematik ifodasi quyidagicha:

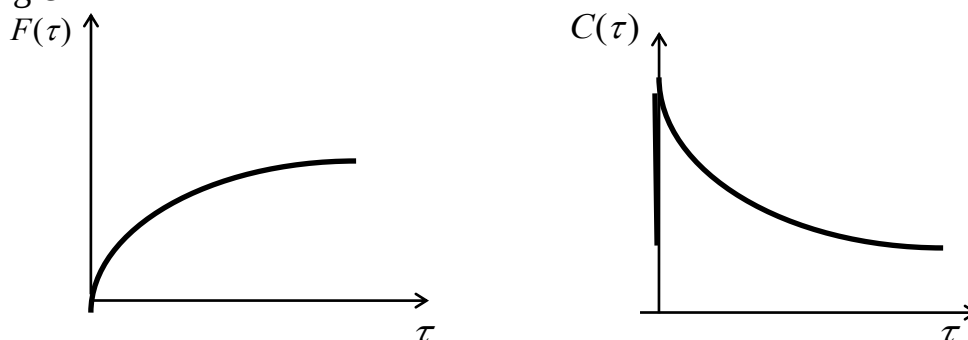
$$\frac{dC_{\text{chix}}}{d\tau} = \frac{V_c}{V} (C_{\text{ox}} - C_{\text{chix}})$$

YA'ni, modda konsentratsiyasining o'zgarishi, moddaning apparatga kirishdagi (S_{vx}) va chiqishdagi ($S_{\text{vo'x}}$) konsentratsiyalari farqiga va apparatda bo'lish vaqtiga bog'liq - $\frac{V_c}{V}$. Ideal aralashtirish modeli sxematik ravishda quyidagicha ko'rsatiladi.



9 - rasm.

Bu apparatlarning pog'onali va impulsli turtkiga bo'lgan reaksiyasi quyidagicha



10 - rasm.

Ideal aralashtirish modellariga, sferik tubli tsilindrik idishlarda, intensiv aralashtirish sharoitida ketadigan jarayonlar misol bo'laoladi.

Diffuzion modellar

Bir parametrlilik va ikki parametrlilik diffuzion modellar mavjud.

Bir parametrlilik diffuzion model. Bu model asosini ideal siqib chiqarish modeli tashkil qilib, undan farqi unda apparat uzunasiga aralashtirishning mavjudligi. Bu apparatlarning matematik modeli tuzilayotganda quyidagi shartlar qabul qilinadi:

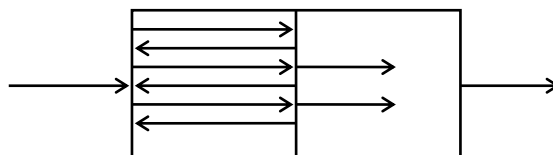
- 1) Modda kontsentratsiyasining o'zgarishi, koordinataning uzluksiz funktsiyasidir;
- 2) qurilayotgan kesim yuzasida modda kontsentratsiyasi o'zgarmas;
- 3) Oqimning xajmiy tezligi va uzunasiga aralashtirish koeffitsientlari apparat kesim yuzasi va uzunligi bo'yicha o'zgarmasdir.

Ushbu shartlarni hisobga olib, model tenglamasini yozamiz:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial C}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

bu erda, D_L - turbulent diffuziya koeffitsienti (yoki uzunasiga aralashtirish koeffitsienti).

Bu tenglama ideal siqib chiqarish modelidan farqi $D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ bo'lib , u turbulent diffuziyani hisobga oladi. D_L -odatda tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Sxematik bir parametrlilik diffuzion model quyidagicha ko'rsatiladi:



11-rasm.

Ikki parametrlilik model

Bu model oqimdagi uzunasiga va rodial yo'nalishlardagi aralashtirishlarni hisobga oladi (apparat uzunligi va kesim yuzasi bo'yicha tezlik o'zgarmas deb qabul qilinganda). R radiusli, tsilindrik formaga ega bo'lgan apparatdagi oqim uchun, ikki parametrlilik diffuzion model quyidagicha yoziladi:

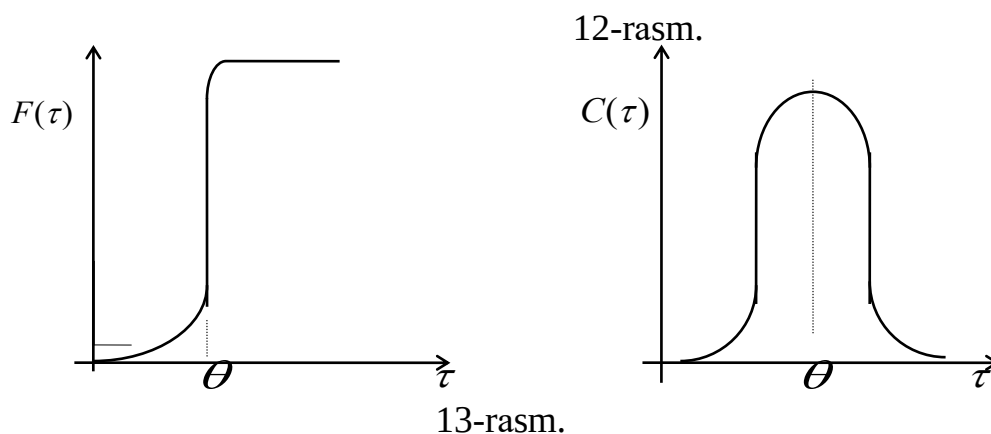
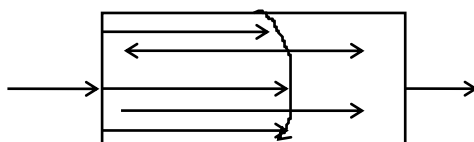
$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial C}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{D_R}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial C}{\partial R} \right)$$

D_R - rodial aralashtirish ko'effitsienti.

D_L va D_R larni tajriba yo'li bilan aniqlanganda, ular Pekle kriteriysining o'lchamsiz komplekslari ko'rinishida beriladi.

$$Pe = \frac{\omega L}{D_L}; Pe_l = \frac{\omega L}{D_R}$$

bunda, L - tizimning chizikli o'lchamini aniqlovchi kattalik. Sxematik ravishda bu model quyidagicha ko'rsatiladi:



YAcheykali model

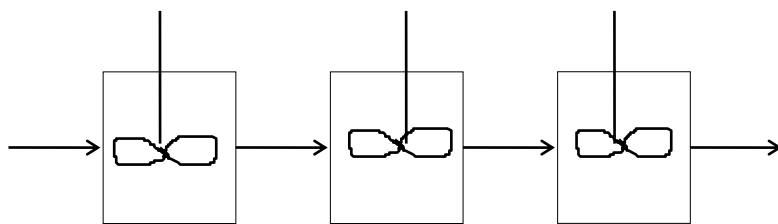
Bu modellarni ketma-ket ulangan ideal aralashtirish modellari ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Bunda har bir yacheyka ideal aralashtirish modeliga mos keladi, ammo yacheykalararo aralashtirish yo'k. YAcheykali modelning matematik ifodasi m - ta chizikli birinchi tartibli differentsial tenglamalardan tashkil topgan:

$$\frac{1}{m} \frac{\partial C_i}{\partial \tau} = \frac{1}{\tau_n} (C_{i-1} - C_i)$$

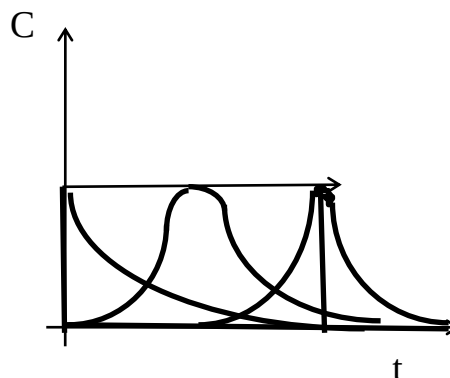
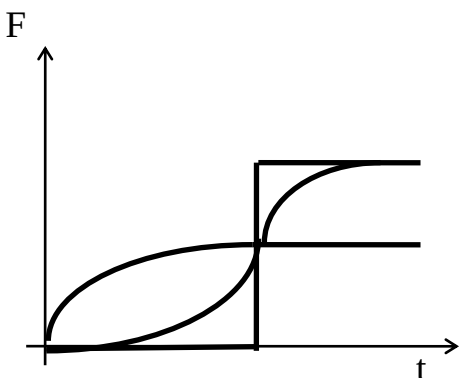
bunda, $i=1,2,\dots,m$

m - yacheykalar soni.

$m \rightarrow 1$ bo'lganda, yacheykali model ideal aralashtirish modeliga aylanadi va $m \rightarrow \infty$ bo'lganda u ideal siqib chiqarish modeliga aylanadi.



14-rasm.



15-rasm.

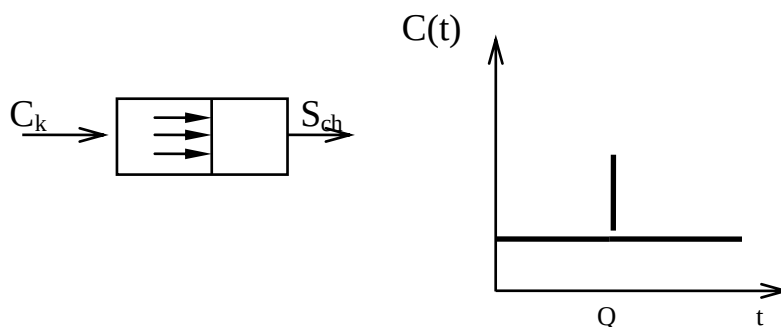
Kombinatsiyali modellar

Tuygun zonali, boypasi bor, aylanma oqimlari bor jarayonlarni kombinatsiyali modellar yordamida ifodalash mumkin.

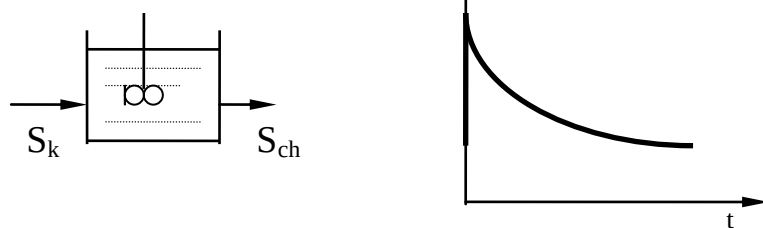
Bu oqimlarni mavjudligini tajriba yo'li bilan, kirish ko'rsatkichini o'zgartirib, chiqish ko'rsatkichini o'zgarishi bo'yicha aniqlash mumkin.

Har xil oqimlar mavjud bo'lgan jarayonlarni impulsli turtkiga bo'lgan reaksiyasilarini va ular qanday belgilanishini ko'rib chiqaylik:

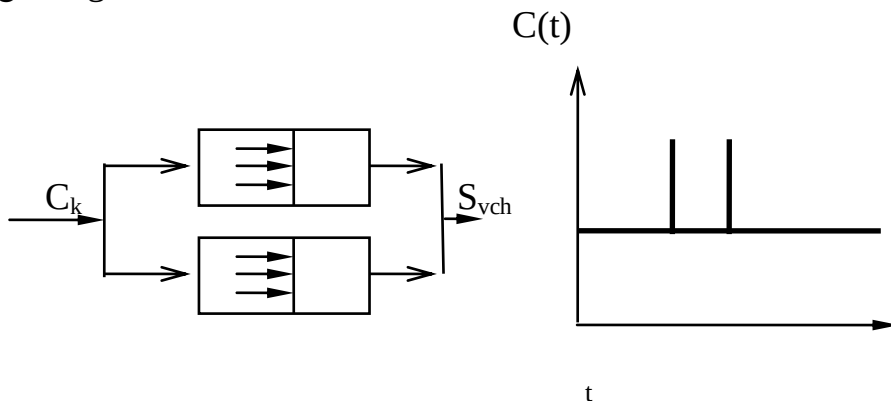
1. Ideal siqib chiqarish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



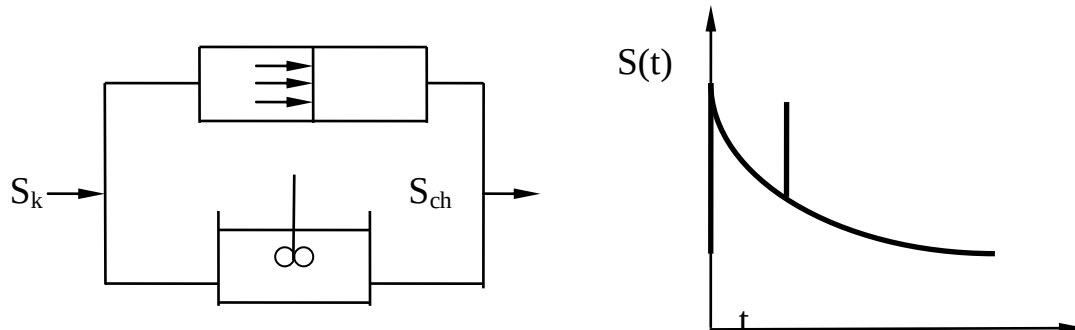
2. Ideal aralashish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



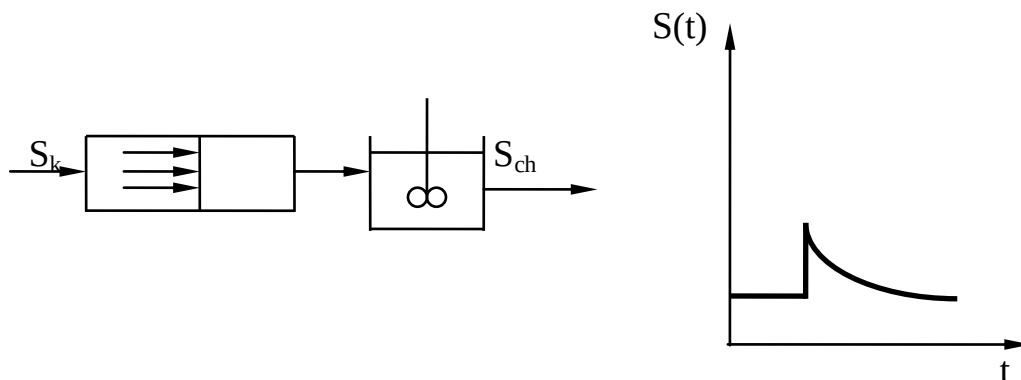
3. Parallel ulangan ikki ideal siqib chiqarish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



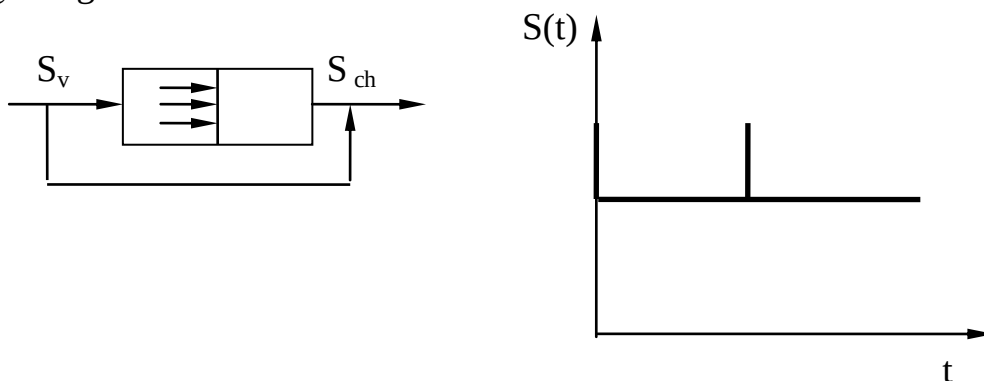
4. Parallel ulangan ideal siqib chiqarish modeli va ideal aralashish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



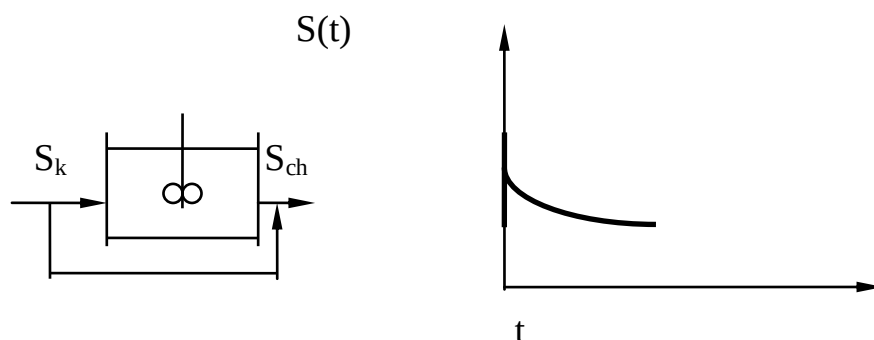
5. Ketma-ket ulangan ideal siqib chiqarish modeli va ideal aralashish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



6. Boypasi bor ideal siqib chiqarish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



7. Boypasi bor ideal aralashish modelini belgilanishi va uning S- egri chizig'ining ko'rinishi:



o'rganilayotgan ob'ektning impulsli turtkiga bo'lgan reaksiyasiga qarab, undagi oqimlar xaqida tasavvurga ega bo'lib, uning matematik modelini tuzish mumkin.

Tayanch so'z va iboralar

1. Porabolik regressiya- regressiya egri chizig'i ko'rinishiga qarab tanlangan tenglama parabola tenglamasi bo'lsa.
2. Transtsendent regressiya- tanlangan tenglama koeffitsientlarini topish uchun uni eng kichik kvadratlar usulini qo'llash mumkin bo'lgan ko'rinishga keltirib echish usuli.
3. Bogliglik ta'sir kuchini taxlil qilish- chiqish va kirish parametrlari orasidagi bog'lig'likni taxlil qilish.
4. Okimlar tuzilishi- apparatdagi moddaning xarakat yo'nalishi.
5. Okimlar tuzilishining tipik matematik modellari- apparatdagi moddaning xarakatini ma'lum bir tipik modellarga o'xshatib modellarini tuzish.
6. Ideal okimlar- oqimlarni ideallashtgan ko'rinishlari
7. Ideal sikib chikarish modellari- zarrachalar bir xil tezlik bilan porshenli xarakatlanishi.
8. Zarrachalarning tizimda bo'lish vaqti- Zarrachalarning tizimda bo'lish vaqti apparat xajmiga va xajmiy tezlikga bog'liq.
9. F-egri chizik- ob'ektning pog'onali turtkiga reaksiyasi

10. C-egrik chizig'i- ob'ektning impulsli turtkiga reaksiyasi
11. Pog'onali turtki- kirish parametrining qiymati ma'lum bir poizga (20%) o'zgarishi.
12. Impulsli turtki- kirish parametrining qiymati ma'lum bir poizga o'zgarib yana avvalgi qiymatiga qaytishi.
13. Ideal aralashtirish modellari- apparatga kirgan modda bir zumda butun apparat xajmiga bir tekisda taqsimlanadi.
14. Diffuzion modellar- ko'ndalangiga va aylanasiga aralashish bor ideal siqib chiqarish modeli.
15. YAcheykali modellar- ketma-ket ulangan n-ta ideal aralashtirish modeli.

Nazorat savollari

1. Transtsendent regressiyada tenglama koeffitsientlarini qanday aniqlanadi?
2. Ideal siqib chiqarish modellarida zarrachalarning apparatda bo'lish vaqti bir biridan farq qiladimi?
3. Ob'ektning pog'onali yoki impulsli turtkiga bo'lgan reaksiya nima uchun o'rganiladi?
4. Ideal aralashtirish modelida apparatga tushgan modda apparat xajmiga qanday taqsimlanadi?
5. qanday diffuzion modellar mavjud?
6. YAcheykali modellarda yacheykalar soni cheksizga intilganda u qanday ideal modelga o'xshab boradi?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

5-MA'RUZA

Reja:

1. Gidravlik idishni modellashtirish.
 - a) Gidravlik idish matematik modelini tuzish.
 - b) Masalani echish blok-sxemasini tuzish.
 - v) Masalani echish dasturini tuzish.
2. Isitgichni modellashtirish. Bug' qobig'i bor gidravlik idishni modellashtirish
 - a) Texnologik jarayon «elementar» jarayonlarini aniqlash.
 - b) «Elementar» jarayonlar matematik modellashtirishni tuzish.
 - v) Masalani echish blok-sxemasini va dasturini tuzish.

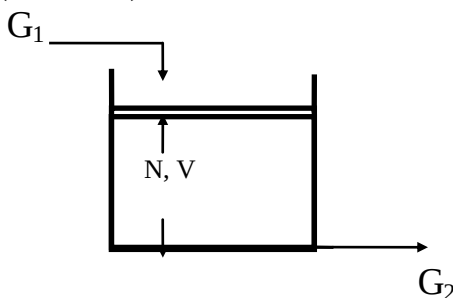
MODELLASHTIRISHGA MISOLLAR:

Gidravlik idishni modellashtirish

Kimyo texnologiyada eng ko'p ishlatiladigan ob'ektlardan biri idishdir. Odatda bu idishlarda texnologik zaruratlar uchun ma'lum bir miqdorda xom-ashyo saqlanishi mumkin, mahsulotni isitish jarayoni ekin xil kimyoviy jarayonlar ketishi mumkin.

Agar gidravlik idishning geometrik o'lchamlari ma'lum bo'lsa, va bu idishga berilayotgan modda sarfi berilgan bo'lsa, unda matematik modellashtirish usulida idishdagi modda miqdorining o'zgarish qonu-niyatlarini va idishdan chiqib ketayotgan modda sarfini aniqlash mumkin.

Texnologik zarurat uchun ma'lum miqdorda moddani saqlashga mo'ljallangan gidravlik idishni ko'raylik (16-rasm).



16-rasm.

Bu idishga G_1 sarf bilan uzluksiz ravishda modda berib turilibti va G_2 sarf bilan bu modda idishdan chiqib ketmoqda. G_1 va G_2 larning o'zgarish qonuniyatlari har xil bo'lishi mumkin (ya'ni $G_1(\tau)$, va $G_2(\tau)$).

Moddiy balans qonuniyatlariga asosan, idishdagi modda miqdorining uzgarishi, idishga kelayotgan va ketayotgan modda sarflari (G_1 va G_2) bilan aniqlanadi, ya'ni

$$\frac{dv}{d\tau} = G_1 - G_2$$

Bunda , kelayotgan va ketayotgan modda sarflari farqi (ΔG q $G_1 - G_2$), qancha katta bo'lsa , idishdagi modda miqdori (v) , shuncha tezo'zgaradi .

Idishdagi modda miqdori $VqSH$, bu erda S - idishning kesim yuzasi , H - idishdagi modda satxi . SHularni hisobga olib yukoridagi tenglamani quyidagicha yozish mumkin .

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - G_2}{S}$$

Bu tenglamadagi (G_2), idish chiqishida o'rnatilgan ventilning o'tkazish koefitsientiga, va ventildagi bosimlar farqiga bog'liq o'zgaradi, ya'ni :

$$G_2 = k \cdot \sqrt{P_1 - P_2}$$

bu erda , P_1 - ventildan oldingi bosim ;

P_2 - ventildan keyingi bosim ;

k - ventilning o'tkazish koefitsienti .

Ochiq idish uchun P_1 q $P_b + \rho gH$.

P_2 q P_b (P_b - barometrik bosim).

YUqoridagilarni hisobga olib , chiqish sarfi tenglamasini quyidagi ko'rinishga keladi,

$$G_2 = k \cdot \sqrt{\rho g H}$$

va gidravlik idishda moddaning yig'ilish jarayonini ifodalovchi matematik model, kuyidagi kurinishga keladi:

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S}$$

Odatda, bu oddiy, birinchi tartibli differentsial tenglamani echishda, Eyler taqribiy hisoblash usulidan foydalanish mumkin. Bu usul bo'yicha funktsiyaning har $\Delta\tau$ vaqt ichida olgan o'sishi hisoblaniladi, ya'ni,

$$\frac{\Delta H}{\Delta\tau} = \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S}$$

yoki,

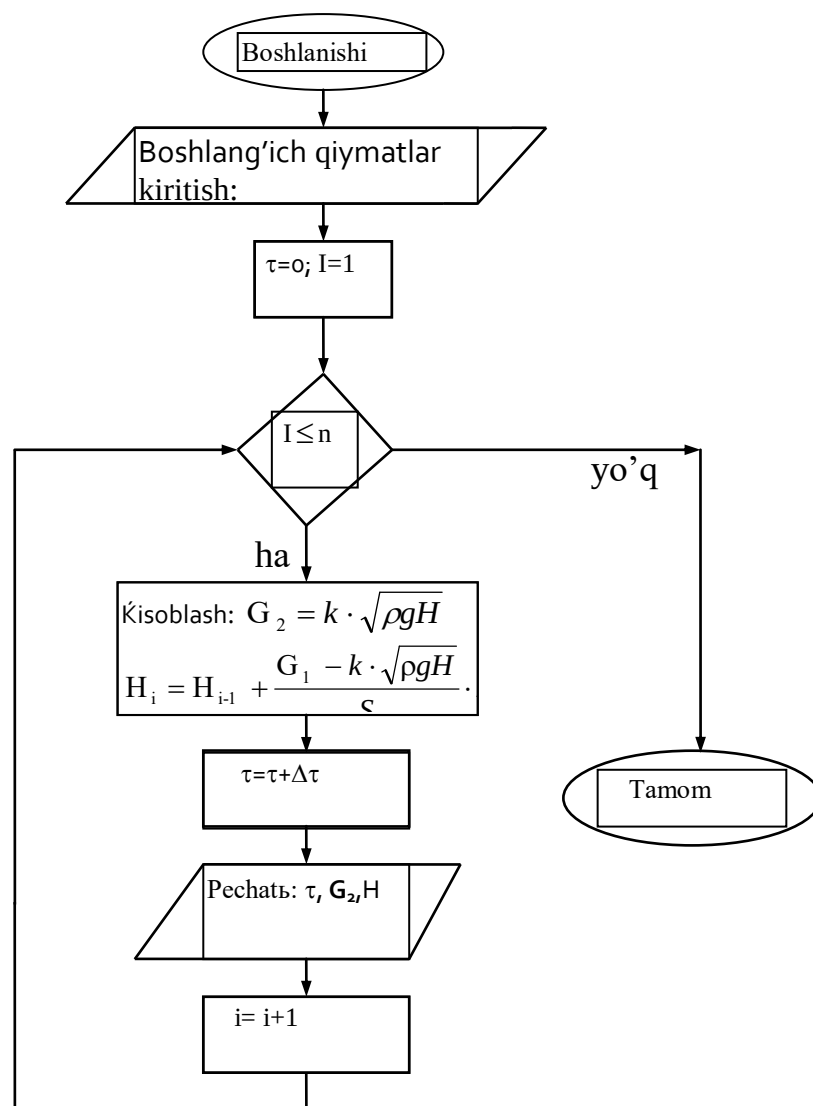
$$\Delta H = \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \cdot \Delta\tau ,$$

bunda, $\Delta H = H_{t_i} - H_{t_{i-1}}$ ni hisobga olib, bu tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$H_i = H_{i-1} + \frac{G_1 - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \cdot \Delta\tau$$

bu tenglama bo'yicha, funktsiyaning har $\Delta\tau$ vaqt ichida olgan o'sishlari hisoblab borilib, gidravlik idishning chiqish parametri - satxning o'zgarish qonuniyatlari o'rganiladi.

IV. Masalani echish blok sxemasi quyidagi ko'rinishga ega (17-rasm)



17-rasm.

V. TURBOPASCAL algoritmik tilida masalani echish dasturi

```

program gid;
var
t,g,h,r,g1,a,s,k:real;
i:integer;
begin
t:=0;
g:=0.24;
h:=2.95;

```

```

r:=q1000;
g1:=9.8;
a:=0.5;
s:=0.85;
k:=0.001;
for i:=1 to 20 do begin
h:=h+(g-k·sqrt(r·g1·h)/s)·a;
t:=t+a;
writeln('t= ',t:6:3,' h= ',h:6:3);
end;
readln;
end.

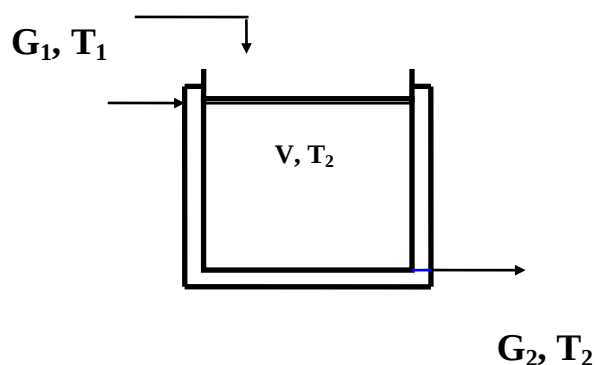
```

ISITGICHNI MODELLASHTIRISH (Bug' qobig'i bor gidravlik idish)

Odatda ko'p texnologik jarayonlari isitish bilan olib boriladi. Buning uchun har xil konstruksiyali isitgichlardan foydalaniladi. Kimyo-texnologiyada ishlatiladigan isitgichlardan biri, bug' qobig'i bor gidravlik idishdir.

Texnologik jarayonlarni modellashtirishda odatda kimyoviy kibernetikaning tizimli tahlil qilish usulidan foydalaniladi. Bug' qobig'i bor gidravlik idishni modellashtirishda ham tizimli tahlil qilish usulini qo'llab, avval uning «elementar» jarayonlarini aniqlab olish kerak. Ularni chuqur o'rganib, oqimlarni gidrodinamik tuzilishini hisobga olgan holda, bu «elementar» jarayonlarning matematik ifodalari tuziladi, so'ngra ularni bir tenglamalar tizimsiga birlashtirib, butun texnologik jarayonning matematik modeli tuziladi. Matematik modeldagi tenglamalarni ko'rinishiga qarab hisoblash usuli tanlanadi va kompyuterda echish uchun dastur tayyorlanadi.

Isitgichga (18-rasm. Bug' qobig'i bor gidravlik idish) modda G_1 sarf va T_1 temperatura bilan beriladi va G_2 sarf va T_2 temperatura bilan chiqib ketadi.



18-rasm

CHiqishdagi temperatura T_2 , butun apparat xajmidagi temperatura bilan bir xil bo'ladi, chunki, idishdagi oqimlarning gidrodinamik tuzilishini ideal aralashtirish modelidagidek deb qabul qilish mumkin (bunda, modda temperaturasi, idishning har bir nuqtasida bir xil bo'ladi.)

Bug' qobig'idagi bosim R_p va bug' temperaturasi T_p .

Bug' qobig'i bor gidravlik idishda ketayotgan jarayonlarni modellashtirishda, quyidagi "elementar" jarayonlarni ajratish mumkin:

1. Idishda moddaning yig'ilash jarayoni.
2. Bug'ning agregat holatini o'zgarish (isitgich devorida kondensat xosil bo'lish) jarayoni.
3. Gidravlik idish devorini isish jarayoni.
4. Idishdagi moddaning isish jarayoni.

Birinchi "elementar" jarayonning matematik ifodasi

Moddaning yig'ilish jarayoni, idishga kelayotgan va ketayotgan moddalar sarfiga bog'liq (moddiy balans), ya'ni

$$\frac{dv}{d\tau} = G_1 - G_2$$

yoki, $V = S \cdot H$; va $G_2 = k_1 \cdot \sqrt{\rho g H}$ larni hisobga olib birinchi «elementar» jarayon matematik ifodasini olamiz,

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - k_1 \cdot \sqrt{\rho g H}}{S}$$

bu erda ρ - moddaning solishtirma og'irligi; g - erkin tushish tezlanishi.

Ikkinchi "elementar" jarayonning matematik ifodasi

Gidravlik idish bug' qobig'i devorida (T_k) temperaturali kondensat xosil bo'ladi. Bu temperatura (T_k), bug' qobig'idagi bug'ning temperaturasi T_b va bosimiga R_b bog'liq bo'lib, bog'liqlikni umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$T_k = f(T_\sigma, P_\sigma)$$

Bu bog'liqlikni aniq ko'rinishini, ushbu parametrlar orasidagi bog'liqlikning jadval qiymatlaridan foydalanib, eksperimental statistik modellashtirish usulini qo'llab olish mumkin. YOki modellashtirishda R_b va T_b larinng katta bo'lmagan o'zgarish intervali uchun kondensat temperaturasining (T_k) o'rtacha qiymatini olish mumkin.

Uchinchi“elementar” jarayon matematik ifodasi

Idish devori issiqligini yig'ilish jarayoni (ya'ni, devor issiqligini o'zgarishi), devorga kelayotgan va ketayotgan issiqliklar farqiga bog'liq (issiqlik balansi tenglamasi), ya'ni

$$\frac{dQ_d}{d\tau} = Q_{kel} - Q_{ket}$$

bunda Q_d - devor issiqligi,

$$Q_d = \rho_d \cdot V_d \cdot C_d \cdot T_d$$

(ρ_d ; V_d ; C_d ; T_d - devor solishtirma og'irligi, xajmi, issiqlik sig'imi va temperaturasi).

Q_{kel} - devorga kelayotgan issiqlik,

$$Q_{kel} = \alpha_1 F_1 (T_k - T_d)$$

(bu erda, α_1 - kondensatdan devorga issiqlik o'tkazish koeffitsienti; F_1 - issiqlik o'tkazish yuzasi).

Q_{ket} - devordan ketayotgan issiqlik,

$$Q_{ket} = \alpha_2 F_2 (T_d - T_2)$$

(α_2 - devordan moddaga issiqlik o'tkazish koeffitsienti; F_2 - issiqlik o'tkazish yuzasi; T_2 - modda temperaturasi).

YUqoridagilarni hisobga olib, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\rho_d \cdot V_d \cdot C_d \frac{dT_d}{d\tau} = \alpha_1 F_1 (T_k - T_d) - \alpha_2 F_2 (T_d - T_2)$$

yoki, bu tenglamani devor temperaturasi (T_d) nisbatan echib, idish devorini isish jarayonining matematik ifodasini olamiz:

To'rtinchi“elementar” jarayon matematik ifodasi

Modda issiqligi Q , unga kelayotgan va ketayotgan issiqlikga bog'liq o'zgaradi. (issiqlik balansi tenglamasi).

$$\frac{dQ}{d\tau} = Q_{kel} - Q_{ket}$$

bunda, $Q = \rho \cdot V \cdot C \cdot T_2$

(ρ ; V ; C ; T_2 - moddaning solishtirma og'irligi, xajmi, issiqlik sig'imi va temperaturasi).

Q_{kel} - moddaga kelayotgan issiqlik, $Q_{kel} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_{st} - T_2)$, bunda, $\rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1$ - modda bilan idishga kelayotgan issiqlik; $\alpha_2, F_2, (T_d - T_2)$ - devordan moddaga berilayotgan issiqlik.

Q_{ket} - idishdan olib ketilayotgan issiqlik.

$$Q_{ket} = \rho \cdot G_2 \cdot C \cdot T_2.$$

YUqoridagilarni issiqlik balansi tenglamasiga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$\frac{d(\rho \cdot C \cdot V \cdot T_2)}{d\tau} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + d_2 \cdot F_2 (T_d - T_2) - \rho \cdot C \cdot G_2 \cdot T_2$$

Bu differentsial tenglamani echishda idishdagi modda xajmi ham, temperaturasi ham vaqt bo'yicha o'zgaruvchanligini hisobga olish kerak, ya'ni

$$\rho \cdot C \cdot T_2 \frac{dV}{d\tau} + \rho \cdot C \cdot V \frac{dT_2}{d\tau} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_d - T_2) - \rho \cdot C \cdot G_2 \cdot T_2$$

Ushbu tenglamani modda temperaturasi T_2 nisbatan echib, idishdagi moddaning isish jarayonining matematik ifodasini olamiz:

$$\frac{dT_2}{d\tau} = \frac{G_1 T_1}{V} + \frac{\alpha_2 \cdot F_2 (T_d - T_2)}{\rho \cdot C \cdot V} - \frac{G_2 T_2}{V} - \frac{T_2 (G_1 - G_2)}{V}$$

Elementar jarayon tenglamalarini bir tenglamalar tizimsiga birlashtirib, bug' qobig'i bor gidravlik idishda ketayotgan jarayonning matematik modelini olamiz.

Bu tenglamalar tizimsidagi differentsial tenglamalarni echishda Eyler usulidan foydalanib, masalani echish ketma-ketligini aniqlaymizva masalani echish blok-sxemasini tuzamiz.

Masalani echish blok- sxemasi 19 va 20-rasmlarda berilgan.

TURBOPASCAL algoritmik tilida masalani echish dasturi

program isitgich;

var g2, a1,a2,f1,f2,tk,td,t2,vd,c1,c2,dt,t1,t,g1,k,r1,s,h,rd,r,g,p:real;

i:integer;

begin

a1:=10010; a2:=3003; f1:=21;

tk:=132; td:=103; t2:=22;

vd:=0.04; c1:=4200; c2:=5010;

dt:=0.5; t1:=24; t:=0;

g1:=0.03; k:=0.004; r1:=1.7;

rd:=8010; h:=3; r:=901;

g:=11;

for i:= 1 to 1000 do begin

s:=3.14·r1·r1;

f2:=2·3.14·r1·r1·h+s;

p:=r·g·h;

g2:=k·sqrt(r·g·h);

h:=h+((g1-g2)/s)·dt;

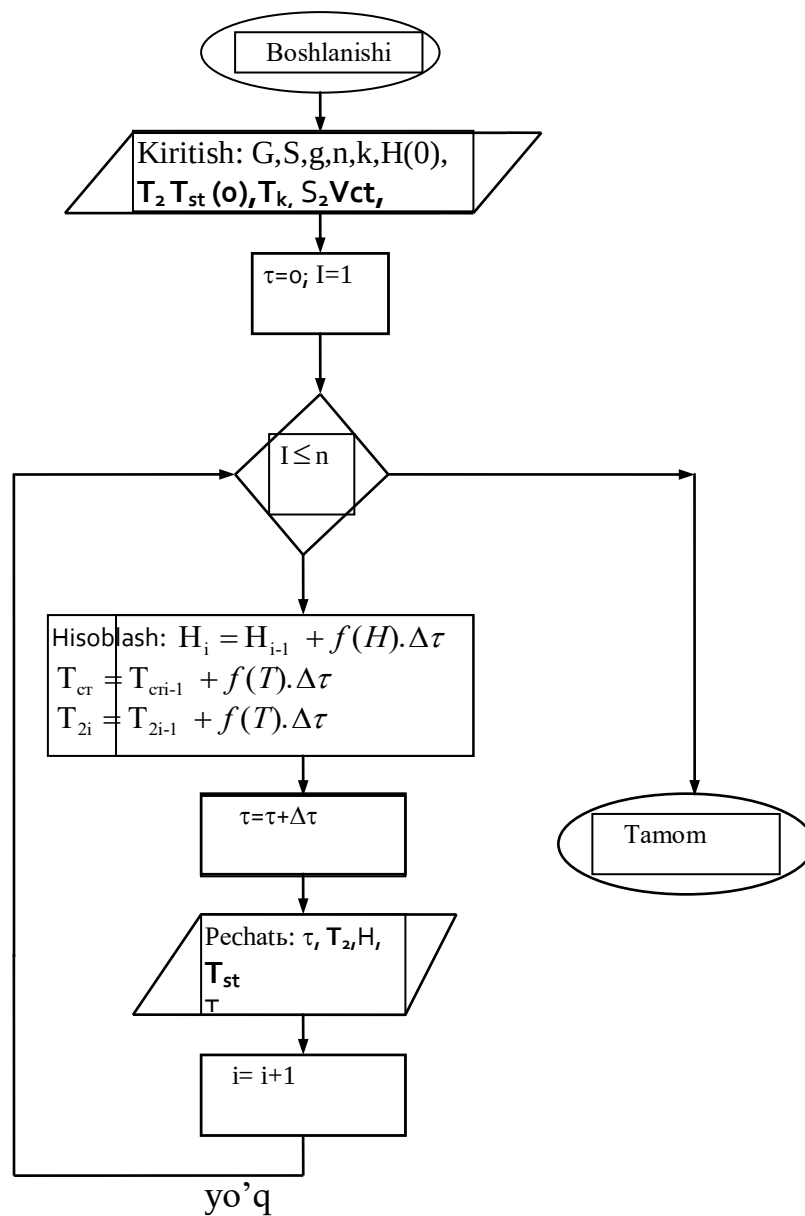
td:=td+(((a1·f1·(tk-td)-(a2·f2)·(td-t2))/(vd·rd·c1)))·dt;

t2:=t2+(((g1·t1)/(s·h))-((g2·t2)/(s·h))+((a2·f2)·(td-t2)/(c2·r·s·h))-(t2·(g1-

```

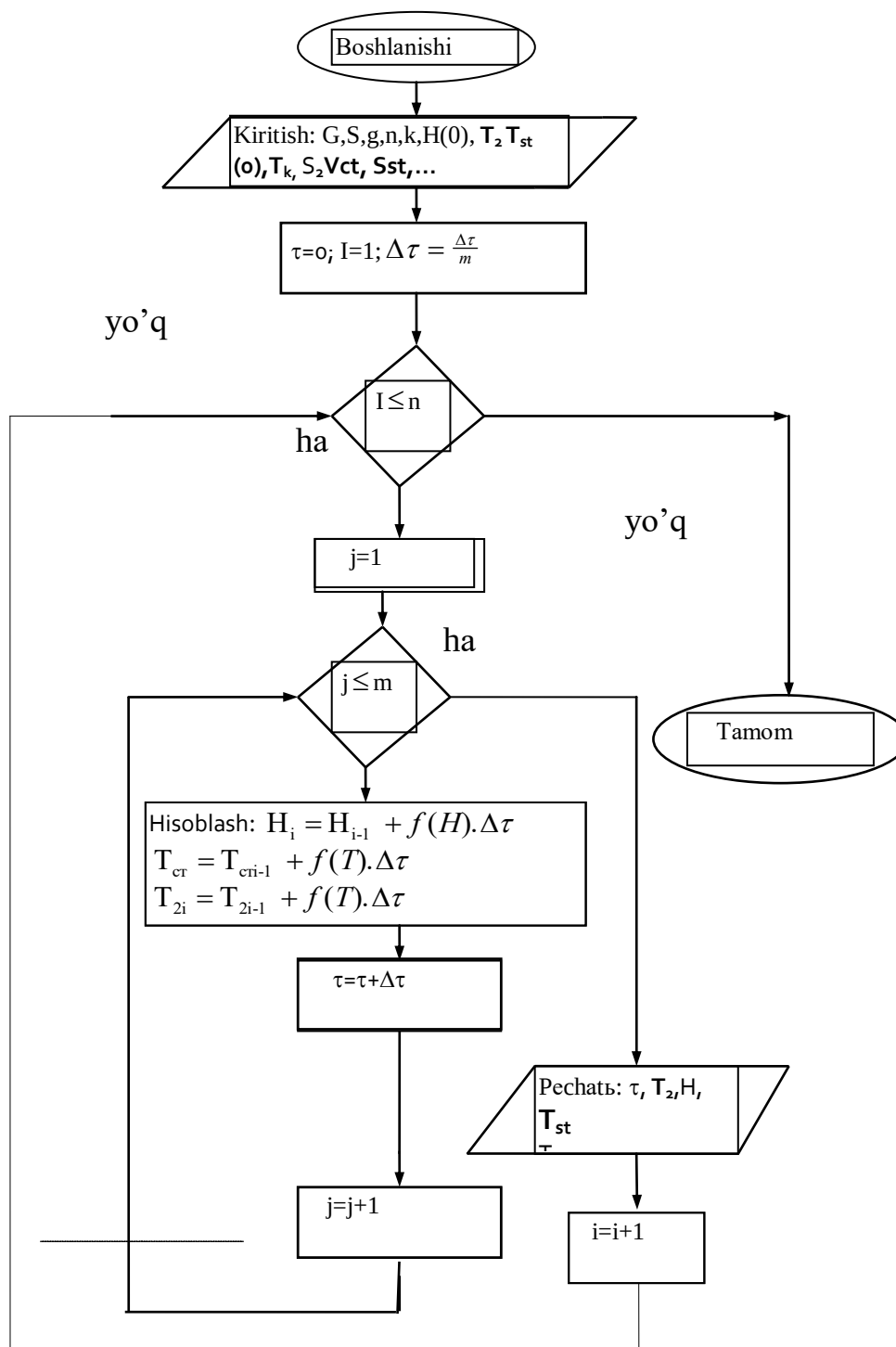
    g2)/(s·h)))·dt;
t:=t+dt;
    writeln('t=' ,t:6:3,'t2=' ,t2:6:3,'td=' ,td:6:3,'g2=' ,g2:6:3,'h=' ,h:6:3);
end;
end.

```



19-rasm.

ha



20-rasm.

Tayanch so'zva iboralar

1. Gidravlik idishni modellashtirish - gidravlik idishda ketayotgan jarayonlarni uning modeli yordamida o'rganish.
2. Moddiy balans tenglamasi - massalarning saqlanish qonuni asosida tuzilgan moddalar balansi tenglamasi.
3. Moddaning yigilish tezligi - modda miqdorining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

4. Kelish sarfi - idishga kirayotgan modda sarfi.
5. CHikish sarfi - idishdan chiqib ketayotgan modda sarfi.
6. Ventilning utkazish koeffitsienti - ventilning ochiqlik darajasini ko'rsatuvchi va modda sarfi qiymatini belgilovchi koeffitsient.
7. Masalani takribiy xisoblash usuli- oddiy birinchi tartibli differentsial tenglamani taqribiy xisoblash usuli (Eyler usuli).
8. Eyler usuli- taqribiy xisoblash usuli.
9. Masalani echish algoritmi- masalani echish ketma-ketligi.
10. Boshlangich kiymatlarni kiritish bloki- kiritish operatorlari yordamida masalani boshlang'ich shartlarini kiritish.
11. Xisoblash bloki- matematik modelni echish bloklari.
12. Olingan natijalarni chikarish bloki- olingan natijani ekranga chiqarish
13. PRINT operatori- izox berish operatori
14. READ, DATA, INPUT - kiritish operatorlari
15. FOR, TO, NEXT - takrorlanuvchi xisoblash jarayonlari operatorlari.
16. Ob'ektning statsionar xolati- muvozanatlangan xolat
17. Dinamik xarakteristika- ob'ektdagi o'tish jarayonini ifodalovchi xarakteristika, ya'ni, muvozanatlangan xolatda ob'ektning pog'onali turtkiga bo'lgan reaksiyasi.
18. Isitgichni modellashtirish- isitgichda ketayotgan jarayonni uning matematik modelida olingan natijalar bo'yicha o'rganish.

Nazorat savollari.

1. Gidravlik idishda moddaning yig'ilish jarayonini qanday matematik ifodalanadi?
2. Taqribiy Eyler xisoblash usulini moxiyati.
3. Texnologik parametrlarni kompyuterga kiritishni qanday tashkil etish mumkin?
4. Bug' qobig'i bor gidravlik idishni modellashtirishda unda qanday «Elementar» jarayonlarni ko'rsatish mumkin?
5. 20-rasmda berilgan xisoblash algoritmini 19-rasmdagidan qanday ustunligi bor?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

6-MA'RUZA

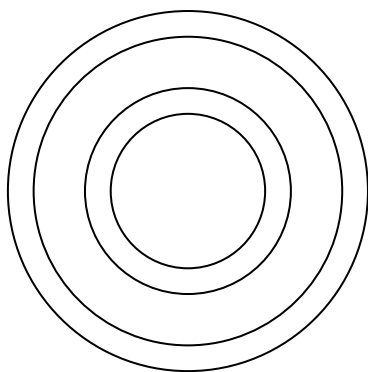
Reja:

1. Trubasimon isitgichni modellashtirish;
 - a) Matematik modeoni tuzish;
 - b) Masalani echish dasturini tuzish;
2. Kimyoviy reaktorlarni modellashtirish. Kimyoviy kinetika asoslari;
3. Davriy kimyoviy reaktorlarni modellashtirish;
 - a) Matematik modelni tuzish;
 - b) Masalani echish blok-sxemasini tuzing.

TRUBASIMON ISITGICHNI MODELLASHTIRISH

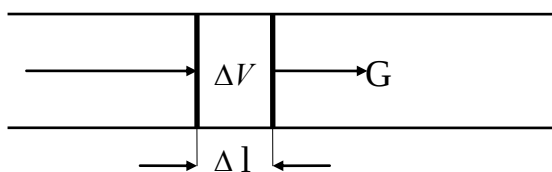
Kimyo va oziq - ovqat texnologik tizimlarida trubasimon isitgichlar keng tarqalgan bo'lib, ularda isitish jarayoni isitilayotgan modda bilan isituvchi agentni ajratib turuvchi devor orqali amalga oshiriladi.

Trubasimon isitgich konstruksiyasini, ikkita bir birining ichiga koaksial joylashtirilgan ikki truba ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. (21-rasm).



21-rasm.

Ikki truba orasidagi bo'shliqqa odatda , isitish agenti - bug' beriladi. Isitilayotgan maxsulot ichki truba orqali berilib, undagi oqimlarning gidrodinamik tuzilishini ideal siqib chiqarish modellaridagidek deb qabul qilish mumkin. SHu oqimda qandaydir kichik «elementar» xajmni ko'raylik (22-rasm).



22-rasm.

Bu elementar xajmga kirishda modda temperaturasini $T(l, \tau)$ ko'rinishda va chiqishda $T(l + \Delta l, \tau)$ ko'rinishda tasavvur qilish mumkin.

Bu elementar xajmda oqimlar tuzilishini ideal aralashtirish modelidagidek deb qabul qilish mumkin, ya'ni bu elementar xajmda faqat ko'ndalang kesim bo'yicha emas, balki uzunasiga ham aralashtirish mavjud deb qabul qilinadi. Yuqoridagilarni hisobga olib shu xajm uchun issiqlik balansi tenglamasini yozish mumkin.

$$\frac{dQ}{d\tau} = Q_{np} - Q_p \quad \text{yoki}$$

$$\begin{aligned} \frac{d(\rho \cdot \Delta V \cdot C \cdot T(\ell + \Delta \ell, \tau))}{d\tau} &= \rho \cdot C \cdot G \cdot T(\ell, \tau) - \\ &- \rho \cdot C \cdot G \cdot T(\ell + \Delta \ell, \tau) + \alpha \cdot F(T_0 - T(\ell + \Delta \ell, \tau)) \end{aligned}$$

Bu erda, $\Delta V = S \cdot \Delta l$ va $F = 2\pi r \cdot \Delta l$, (ΔS - trubaning kesim yuzasi; F - trubaning issiqlik o'tkazish yuzasi; r -trubaning radiusi, odatda u, $r = \frac{r_n + r_m}{2}$ tenglama bo'yicha aniqlanadi, bunda r_i, r_t - trubaning ichki va tashqi radiusi).

Matematik o'zgartirishlardan so'ng quyidagi tenglamani olamiz:

$$\begin{aligned} \frac{dT(\ell + \Delta \ell, \tau)}{d\tau} &= \frac{\rho \cdot C \cdot G \cdot T(\ell, \tau)}{\rho \cdot C \cdot S \cdot \Delta \ell} - \\ &- \frac{\rho \cdot C \cdot G \cdot T(\ell + \Delta \ell, \tau)}{\rho \cdot C \cdot S \cdot \Delta \ell} + \frac{\alpha 2\pi r \Delta \ell (T_0 - T(\ell + \Delta \ell, \tau))}{\rho \cdot C \cdot \Delta \ell \cdot \pi \cdot r^2} \end{aligned}$$

CHiziqli tezlik (ω), sarfning (G) truba kesim yuzasiga (S) nisbati bo'yicha aniqlanishini hisobga olib, ma'lum bir matematik o'zgartirishlardan so'ng, yuqoridagi tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\frac{dT(\ell + \Delta \ell, \tau)}{d\tau} = -\omega \frac{(T(\ell + \Delta \ell, \tau) - T(\ell, \tau))}{\Delta \ell} + \frac{2\alpha(T_0 - T(\ell + \Delta \ell, \tau))}{\rho \cdot C \cdot r}$$

$T(\ell + \Delta \ell, \tau) - T(\ell, \tau)$, mahsulot temperaturasini Δl masofadagi o'zgarishi ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{\partial T(\ell + \Delta \ell, \tau)}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial T}{\partial \ell} + \frac{2\alpha(T_0 - T(\ell + \Delta \ell, \tau))}{\rho \cdot C \cdot r}$$

Ushbu matematik model parametrlari taqsimlangan model bo'lib, jarayonning dinamikasini ifodalaydi va unda temperatura ikki koordinata bo'yicha (vaqt va apparat uzunligi) o'zgaradi.

Statsionar holatda , $\frac{dT(\ell + \Delta\ell, \tau)}{d\tau} = 0$,
 (4.1.) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi :

$$\frac{-\omega dT}{d\ell} + \frac{2\alpha}{\rho \cdot C \cdot r} (T_{\pi} - T(\ell + \Delta\ell, \tau)) = 0$$

yoki

$$\frac{dT}{d\ell} = \frac{2\alpha \cdot \pi r^2}{G \cdot \rho \cdot C \cdot r} (T_o - T)$$

Eyler usulini qo'llab , apparat uzunligi bo'yicha temperaturaning taqsimlanishi va isitigichning optimal uzunligini aniqlash kabi masalalarni echish mumkin.

Masalani echish blok-sxemasi mustakil ravishda tuziladi.

TURBOPASCAL algoritmik tilidagi masalani echish dasturi :

```

program baraban; {trubasimon isitgichni modellashtirish}
var {uzgaruvchilarni e'lon qilish }
dx,y,s,c,x,g,tg,tm,f,r,ro,w,tmi,tgi :real;
i:integer; {butun sonlarni e'lon qilish}
begin {hisoblashni
    boshlash}
    g:=0.01;
    r:=0.005;
    ro:=1000;
    y:=5500;
    x:=0;
    f:=0.45;
    c:=1760;
    dx:=0.1;
    tg:=130;
    tm:=30;
    s:=0.0025;
    for i:=1 to 40 do begin;
        w:=g/s;
        tm:=tm+((y·f·(tg-tm))/(0.1·g·ro·c))·dx;
        x:=x+dx;
        writeln ('x=',x:3:1,' tm=',tm:4:2);
    end;
end.
    
```


KIMYOVIY REAKTORLARNI MODELLASHTIRISH

Kimyoviy kinetika asoslari

Kimyoviy kinetika fizik kimyoning kimyoviy reaksiya tezligini o'rganuvchi bo'limidir.

Kimyoviy reaktorlarni o'rganish, shu reaktor jarayonini tashkil qiluvchi «elementar» jarayonlar matematik modellari asosida amalga oshiriladi, ya'ni, blok printsipli qo'llaniladi:

birinchidan, mikrokinetika o'rganiladi, ya'ni kimyoviy kinetika tezligi o'rganiladi;

ikkinchidan, gidrodinamika o'rganiladi, ya'ni, oqimlar tuzilishi o'rganiladi;

uchinchidan, issiqlik-modda-almashinuv jarayoni o'rganiladi va boshqalar.

Kimyoviy jarayon mikrokinetikasini o'rganish, shu jarayon kimyoviy reaksiya tezligi to'g'risida ma'lumotni, ya'ni, vaqt va xajm birligida qancha modda xosil bo'lganligini aniqlashni hisobga oladi

$$W_r = \frac{1 \cdot dN}{V \cdot dT}$$

bunda, N q $C \cdot V$, o'rniga qo'yib topamiz,

$$W_r = \frac{1 \cdot d(CV)}{V \cdot dT} = \frac{1}{V} \left(C \frac{dV}{dt} + V \frac{dC}{dt} \right),$$

yoki

$$W_r = \frac{C}{V} \frac{dV}{dt} + \frac{dC}{dt},$$

o'zgarmas xajmda ketayotgan reaksiyalar uchun ($V = \text{const}$), $\frac{dV}{dt} = 0$;

shuning uchun

$$W_r = \mp \frac{dC}{dt},$$

(+) - ishora reaksiya natijasida modda miqdori oshib borishini ko'rsatadi;

(-) - ishora reaksiya natijasida modda miqdori kamayishini ko'rsatadi;

o'zaro ta'sir qonuniga asosan kimyoviy reaksiya tezligi, reaksiyaga kirishayotgan moddalar kontsentratsiyasiga proporsional, ya'ni,

$$W_r = k \cdot C_A^{n_1} \cdot C_B^{n_2};$$

bu erda, n_1, n_2 - kimyoviy reaksiya tartibi;

Elementar, bir bosqichli kimyoviy reaksiyalar uchun, reaksiya tartibi va reaksiya stexiometrik koeffitsientlari bir xil qiymatga ega bo'ladi. (Kimyoviy reaksiya bir bosqichda ketayotgan bo'lsa u elementar hisoblanadi).

k - kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi (sek^{-1}), molekula turiga va temperaturasiga bog'liq. Ma'lum bir molekula uchun o'zgarmas temperaturada, k -sonst.

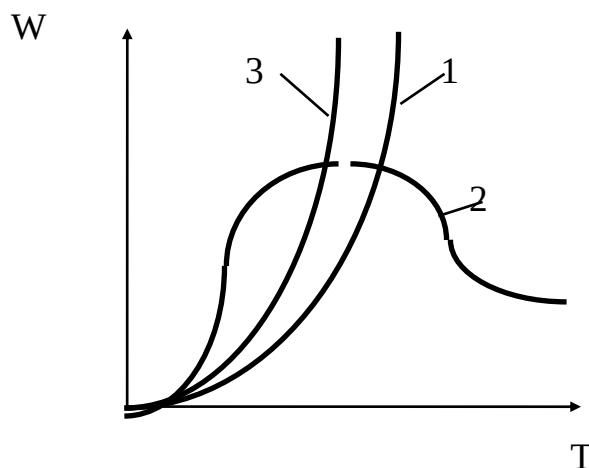
k va temperatura orasidagi bog'liqlikni odatda Arreyenius qonuni orqali ifodalanadi,

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$$

bu erda, k_0 - eksponenta oldi koeffitsienti (o'zaro to'qnashayotgan molekulalar soniga bog'liq);

E - aktivlik energiyasi (uning qiymati oshishi bilan reaksiya tezligi ko'proq temperaturaga bog'liq bo'ladi. Rasm 23.).

k_0 va E tajriba yo'li bilan aniqlanadi.



Rasm.23.

1-3- chiziqlar oddiy elementar kimyoviy reaksiyalar uchun.

2- chiziq murakkab ko'p bosqichli va qaytar kimyoviy reaksiyalar uchun.

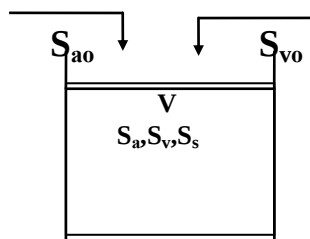
Davriy kimyoviy reaktorlarni modellashtirish

Davriy kimyoviy reaktorlarda, mahsulot reaktorga yuklangandan so'ng, moddaning bir turdan ikkinchi turga aylanish jarayoni ketada.

Kimyoviy reaktorlarda ketayotgan jarayonlarni matematik modellashtirish yo'li bilan o'rganishda, avval kimyoviy jarayonning stexiometrik tenglamasi tuziladi, so'ngra reaksiya molekulyarligi va tartibi aniqlaniladi. Agar kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi qiymati noma'lum bo'lsa, unda uning qiymatini eksperimental yo'l bilan aniqlanib, so'ngra kinetik tenglamalar tuziladi.

Farazqilaylik, davriy kimyoviy reaktorda (24-rasm) quyidagi stexiometrik tenglama bo'yicha elementar kimyoviy jarayon ketayapti:

bu erda, **A** va **B** - o'zaro ta'sirga kirayotgan moddalar; **C** - reaksi mahsuli; **k** - reaksiya tezligi konstantasi (odatda uning qiymati eksperimental aniqlanadi).



24-rasm.

Ushbu kimyoviy reaksiyani elementarligini hisobga olib, kimyoviy reaksiya tezligi W_r ni quyidagicha yozish mumkin:

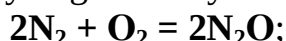
$$W_r = V \cdot k \cdot C_a \cdot C_b$$

bu erda, C_a, C_b - o'zaro ta'sirga kirayotgan **A** va **B** moddalar kontsentratsiyalari; V - reaktordagi moddalar xajmi.

Reaksiya komponentlarining molekulyar og'irligi M_a, M_b i M_c . Massalarning saqlanish qonuniga binoan:

$$M_a + M_b = M_c$$

Masalan, quyidagi reaksiya uchun:



$$M_a = 4, M_b = 32, M_c = 36, \text{ ya'ni, } 4+32=36.$$

Massalarning saqlanish qonunini hisobga olib, keltirilgan o'zgarmas sarf kattaligini hisoblab topishimiz mumkin,

$$a = M_a/M_c; b = M_b/M_c$$

Bu o'zgarmas sarf kattaliklari, Q_c modda olish uchun kerak bo'lgan **A** va **B** modda miqdorlarini hisoblashda kerak bo'ladi.

$$Q'_a = aQ_c; \quad Q'_b = bQ_c$$

A, B va **C** modda miqdorlari o'zgarishini (Q_a, Q_b i Q_c) quyidagi tenglamalar yordamida hisoblaniladi:

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_{ao} - a \cdot Q_c \\ Q_b &= Q_{bo} - b \cdot Q_c \\ Q_c &= C_c (Q_{ao} + Q_{bo}) \end{aligned}$$

bu erda, Q_{ao} va Q_{bo} , **A** va **B** moddalarning boshlang'ich miqdorlari.

A va **B** komponentlar kontsentratsiyalarini (S_a, S_b) hisoblash uchun, quyidagi tenglamalardan foydalanish mumkin:

$$\begin{aligned} S_a &= (Q_{ao} - a \cdot Q_c) / (Q_{ao} + Q_{bo}) \\ S_b &= (Q_{bo} - b \cdot Q_c) / (Q_{ao} + Q_{bo}) \end{aligned}$$

Kimyoviy jarayon ketishi bilan, kimyoviy reaksiya kinetikasini hisobga olib, **A** va **B** moddalarning o'zaro ta'siri natijasida, modda miqdorini ($V \cdot S_s$) o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\partial(V \cdot C_c)}{\partial \tau} = V \cdot k \cdot C_a \cdot C_b$$

Davriy reaktorlarda kimeviy jarayon o'zgarmas xajmli reaktorlarda ketishini hisobga olib (5.3) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\frac{\partial C_c}{\partial \tau} = k \cdot C_a \cdot C_b$$

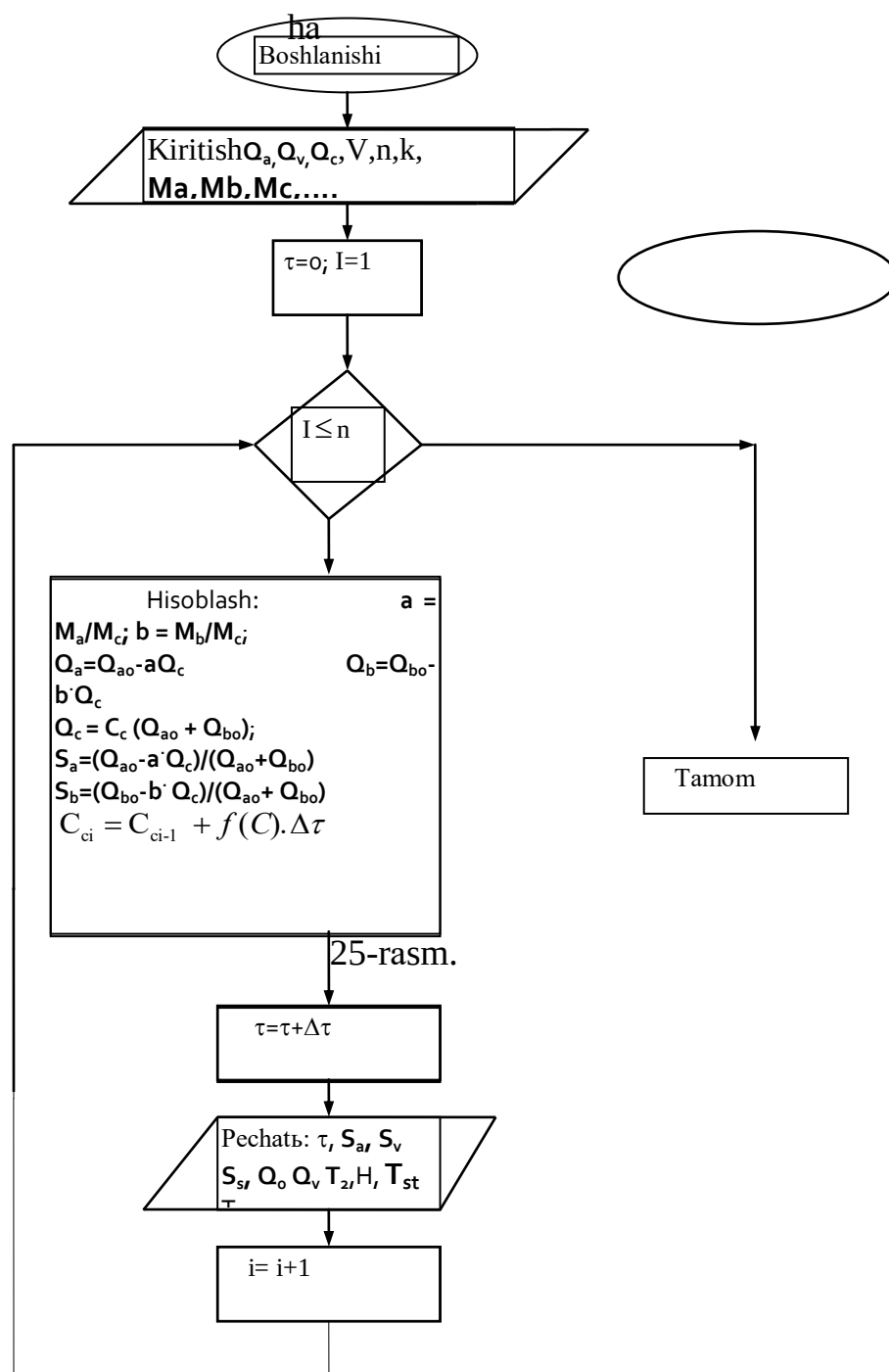
YUqoridagi tenglamalarni bir tenglamalar tizimsiga keltirib, davriy kimyoviy reaktorni matematik modelini olamiz. Bu matematik modelni hisoblash usulini tanlab, masalani echish ketma-ketligini aniqlaymizva masalani echish blok-sxemasini tuzamiz.

Masalani echish blok-sxemasi 25-rasmda keltirilgan.

Tayanch so'zva iboralar

1. Trubasimon isitgichni modellashtirish- isitgichni uning modelida olingan natijalar bo'yicha o'rganish.
2. Koaksial joylashgan ikki truba- umumiy o'qli ikki bir-biriga kiritilgan trubalar.
3. Elementar xajm- shartli ravishda cheksizkichraytirilgan xajm.
4. Kesim yuza buyicha aralashtirish- ko'rilayotgan kesim yuzasida bo'lishi mumkin deb qabul qilingan aralashtirish.
5. Uzunasiga aralashtirish- oldinga va orqaga bo'lishi mumkin bo'lgan oqim.
6. Okimning chizikli tezligi- oqimning, zarrachalarni sarfiga va trubaning kesim yuzasiga bog'liq bo'lgan kattalik.
7. Parametrlari taksimlangan model- parametrlari vaqt va yana bir boshqa koordinata (isitgich uzunligi) bo'yicha o'zgaruvchi model.
8. Isitgich uzunligi buyicha temperaturaning taksimlanishini xisoblash- isitgichni xar bir nuqtasidagi temperaturani xisoblash.
9. Kimyoviy reaktornlarni modellashtirish- reaktordagi jarayonlarni uning matematik modelida olingan natijalar bo'yicha o'rganish.
10. Kimyoviy kinetika- fizik kimyoning kimyoviy reaksiya tezligini o'rganuvchi bo'limi.
11. Kimyoviy reaksiya tezligi- kimyoviy reaksiya tezligi o'zaro ta'sirga kirayotgan moddalar kontsentratsiyalariga va reaksiya tezligi konstantasiga bog'liq o'zgaradi.

yo'q



TURBOPASCAL algoritmik tilidagi masalani echish dasturi mustaqil ravishda tuziladi.

12. Davriy kimyoviy reaktorlar- bu reaktorlarga komponentlar yuklanib, ma'lum sharoitda jarayon ketadi.
13. Stexiometrik tenglama- kimyoviy reaksiya tenglamasi.
14. Molekulyarlik- reaksiyada qatnashayotgan molekulalar sonini belgilaydi.
15. Kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi - kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi xar bir reaksiya uchun xar xil qiymatga ega bo'lib, u Arreynius qonuniga binoan temperaturaga ham bog'liqdir.
16. Massaning saklanish konuni- modda bordan yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi, bir turdan ikkinchi turga aylanishi mumkin.
17. Sarfning nisbiy o'zgarmas kattaligi- reaksiyaga kirishayotgan moddalarni sarflarini xisoblashda kerak bo'ladi. Massalarning saqlanish qonuni asosida hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Trubasimon isitgichda oqimlar tuzilishi qanday?
2. Trubasimon isitgich matematik modeli parametrlari taqsimlangan modelmi yoki parametrlari mujassamlanganmi?
3. Trubasimon isitgich statsionar xolatida uning matematik modeli qanday ko'rinishda bo'ladi?
4. qimyoviy reaksiya tezligi konstanta k qiymati nimaga bog'liq?
5. Matematik modellashtirishda o'zgarmas sarf kattaliklari nima uchun xisoblanadi?
6. Davriy reaktorni modellashtirishda uning ko'rsatkichlari qanday ketma-ketlikda xisoblanadi?

Adabietlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

7-MA'RUZA

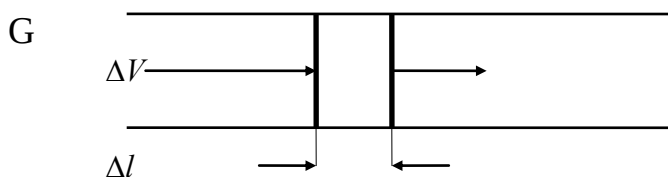
Reja:

1. Trubasimon kimyoviy reaktorlarni modellashtirish
 - a) Reaktorning matematik modelini tuzish
 - b) Masalani xisoblash algoritmini tuzish.
2. Texnologik jarayonlar va tizimlarini xisoblash eksperimenti o'tkazish yo'li bilan o'rganish.

Trubasimon kimyoviy reaktorlarni modellashtirish

Trubasimon kimyoviy reaktorlarda, odatda har xil kimyoviy jarayonlar uzluksizravishda ketadi, ya'ni, moddalar reaktordan o'tib borishida, o'zaro ta'sirga kirayotgan modda kontsentratsiyalari o'zgarib boradi.

Trubasimon reaktorni ko'raylik (26-rasm). Reaktorga yuklangan moddalar, reaktordan o'tib borishi jarayonida, o'zaro kimyoviy ta'sir natijasida kontsentratsiyalari o'zgarib boradi.



26-rasm.

Ushbu jarayonning matematik modelini tuzish uchun, ΔV elementar xajmda ketayotgan jarayonni ko'rib chiqaylik. Bu elementar xajmga modda ma'lum bir parametrlar bilan kirib, bir zumda shu elementar xajmga tarqaladi. Elementar xajmdagi jarayonlarning shunday tasavvuriga asoslangan holda, shu elementar xajmdagi modda miqdorining o'zgarishi, unga kelayotgan va ketayotgan modda miqdorlariga va kimyoviy reaksiya tezligiga bog'lik deb, quyidagilarni yozishimiz mumkin:

bu erda, Q - ushbu xajmdagi komponent miqdori, ya'ni,

$$Q = \Delta V \cdot C$$

C - ko'rilayotgan modda kontsentratsiyasi;

G - reaktordan o'tayotgan modda sarfi;

W_r - kimyoviy reaksiya tezligi.
Matematik o'zgartirishlardan so'ng:

$$\frac{dC(l + \Delta l, \tau)}{d\tau} = \frac{C}{\Delta V} (C(l, \tau) - C(l + \Delta l, \tau)) - \frac{\Delta V}{\Delta V} \cdot W_r$$

$\Delta V = S \cdot \Delta l$, ni hisobga olib (S - reaktor kesim yuzasi) quyidagini olamiz

$$\frac{dC(l + \Delta l, \tau)}{d\tau} = \frac{G}{S} \left(\frac{C(l, \tau) - C(l + \Delta l, \tau)}{\Delta l} \right) - W_r$$

Agar, $S(l + \Delta l) - C(l, \tau)$, bu kontsentratsiyani reaktor uzunligi bo'yicha o'zgarishi ekanligini hisobga olsak, unda yuqoridagi tenglamani xususiy hosila ko'rinishida yozishimiz mumkin, ya'ni, bu reaktorda kontsentratsiyani o'zgarishi ham vaqt bo'yicha, ham reaktor uzunligi bo'yicha bo'lishini ko'ramiz.

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega_c \frac{\partial C}{\partial l} - W_r \quad (6.1)$$

bunda, ω_c - oqimning chiziqli tezligi, quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi,
 $\omega_c = \frac{G}{S}$

SHunday qilib, trubasimon reaktorlarda ketayotgan jarayon, oqimlar tuzilishi bo'yicha ideal siqib chiqarish modellariga mos kelar ekan.

Farazqilaylik, bu reaktorda quyidagi stexiometrik tenglama bo'yicha kimyoviy reaksiya ketmoqda:



Unda, bu elementar kimyoviy jarayon uchun, kimyoviy reaksiya tezligini quyidagicha yozish mumkin:

$$W_r = k \cdot C_a \cdot C_b \quad (6.2)$$

bu erda, k - kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi; S_a , C_b - o'zaro ta'sirga kirishayotgan A va B komponentlar kontsentratsiyalari.

(6.2) tenglamani hisobga olib, o'zaro ta'sirga kirayotgan modda kontsentratsiyalarini o'zgarishining matematik ifodasi, quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\partial C_b}{\partial \tau} = -\frac{G}{S} \cdot \frac{\partial C_b}{\partial l} - W_r$$

(6.3)

$$\frac{\partial C_c}{\partial \tau} = -\frac{G}{S} \cdot \frac{\partial C_c}{\partial l} + W_r$$

Moddalarning kontsentratsiyalarini reaktor uzunligi bo'yicha taqsimlanishini hisoblash, odatda statsionar rejimda amalga oshiriladi, ya'ni

$$\frac{\partial C_a}{\partial \tau} = 0; \quad \frac{\partial C_b}{\partial \tau} = 0; \quad \frac{\partial C_c}{\partial \tau} = 0$$

Bu jarayonning statsionar holat uchun matematik ifodasi quyidagicha:

$$\frac{\partial C_a}{\partial l} = -\frac{1}{\omega_c} \cdot k \cdot C_a \cdot C_b \quad (a)$$

(b) (6.4)

(c)

Oqimning chiziqli tezligini (ω_s), alohida komponentlarning sarflarini hisobga olgan holda, quyidagicha yozish mumkin:

(6.5)

bu erda, G_a, G_b, G_c - A, V, S komponentlarning sarflari;

ρ_a, ρ_b, ρ_c - A, V, S komponentlarning solishtirma og'irliklari.

Ma'lum miqdorda Q_c modda olish uchun kerakli, A va V modda miqdorini aniqlash uchun, keltirilgan sarf o'zgarmas kattaligini aniqlash kerak,

$$G_a = a \cdot G_s; \quad G_b = b \cdot G_c$$

bu erda, G_a, G_b - S moddaning ma'lum bir miqdorini (G_c) olish uchun kerak bo'lgan A va V modda miqdorlari; a va b - A va V moddalarning keltirilgan sarf o'zgarmas kattaliklari.

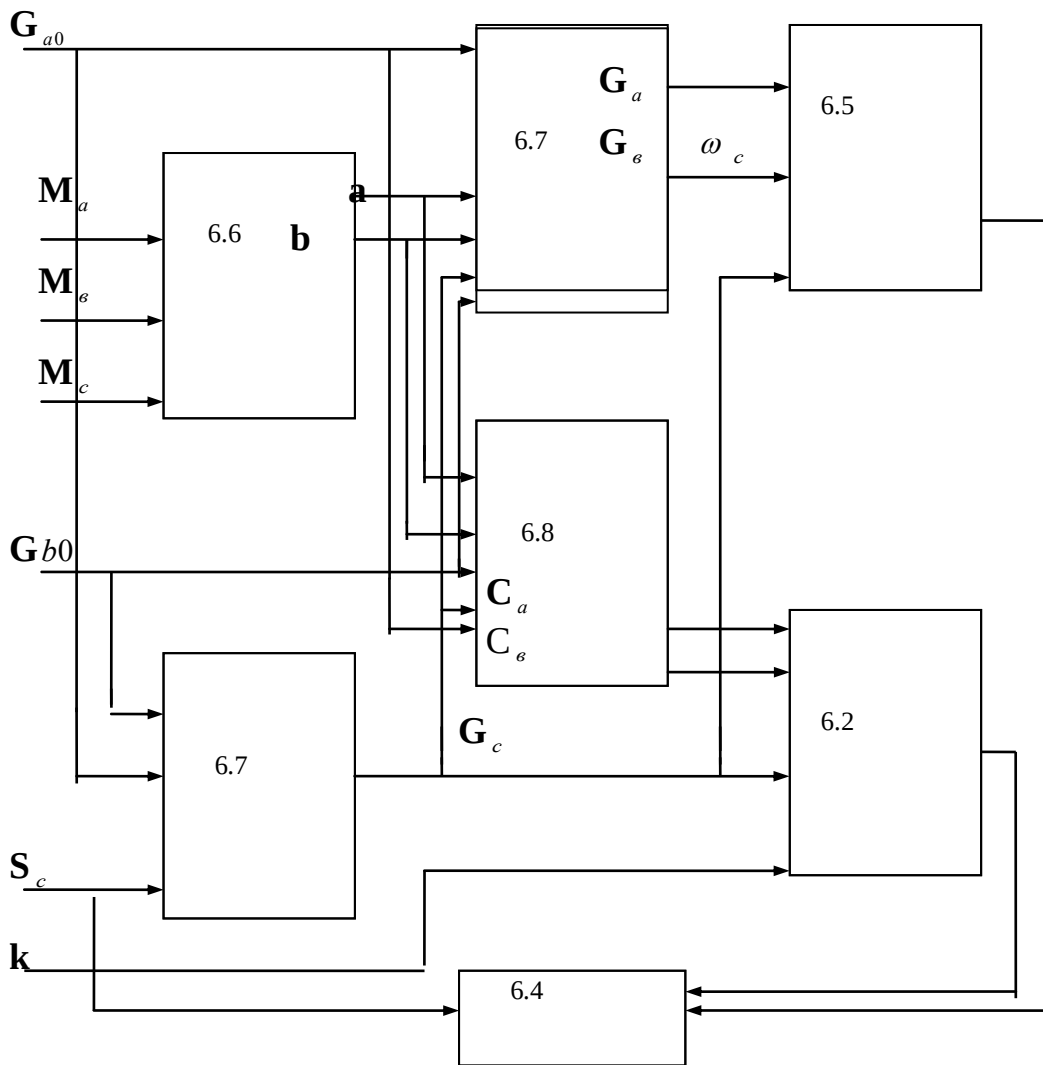
Masalan, quyidagi reaksiyani ko'raylik, $2N_2 + O_2 \rightarrow 2N_2O$
bu reaksiya uchun,

$$M_a + M_b = M_c$$

bunda, $M_a = 4$; $M_b = 32$; $M_c = 36$. Bularni hisobga olib, birinchi va ikkinchi komponentlar uchun keltirilgan sarf o'zgarmas kattaliklarini hisoblab topish mumkin:

$$a = M_a/M_c; \quad b = M_b/M_c \quad (6.6)$$

bu erda, M_a, M_b, M_c - A, V va S komponentlarning molekulyar og'irliklari.



27-rasm.

Yuqoridagilarni hisobga olib, G_a , G_b , G_c larni hisoblash tenglamalarini yozamiz:

$$\begin{aligned}
 G_a &= G_{a0} - a \cdot G_c & (a) \\
 G_b &= G_{b0} - b \cdot G_c & (b) \\
 G_c &= C_c (G_{a0} + G_{b0}) & (c)
 \end{aligned}
 \tag{6.7}$$

S_a , S_b va S_c kontsentratsiyalarni hisoblash uchun quyidagi tenglamalardan foydalanish mumkin:

$$\begin{aligned}
 S_a &= (G_{a0} - a \cdot G_c) / (G_{a0} + G_{b0}) & (a) \\
 S_b &= (G_{b0} - b \cdot G_c) / (G_{a0} + G_{b0}) & (b) \\
 S_c &= G_c / (G_{a0} + G_{b0}) & (c)
 \end{aligned}
 \tag{6.8}$$

YUkoridagi tenglamalarni bir tenglamalar tizimsiga keltirib, uzluksizkimyoviy reaktorni matematik modelini olamiz, hisoblash usulini tanlab, masalani echish ketma-ketligini aniqlaymiz.

Masalani hisoblash algoritmi 27-rasmda keltirilgan.

Texnologik jarayonlar va tizimlarini hisoblash eksperimenti o'tkazish yo'li bilan o'rganish.

Hisoblash eksperimenti to'g'risida tushuncha.

Hisoblash eksperimenti (**HE**) hisoblash texnikasini texnologik jarayonlarni tadqiqotida va loyihalashda ishlatishning eng yuqori formalaridan hisoblanadi. U odatda , texnologik jarayonlarni dastlabki tahlil qilishda va texnologik jarayonlarni sintez qilish jarayonida, ya'ni, loyiha echimlarini tekshirishda va solishtirishda ishlatiladi.

HE deganda, odatda EHM yordamida texnologik jarayonni uning matematik modeli yordamida o'rganish va uning har xil sharoitlarda o'zini tutishini hisoblab chiqish, hamda parametrlarning optimal qiymatlarini aniqlash tushiniladi.

Matematik modellashtirish va HE tadqiqot usullari sifatida fanning kimyo va boshka yo'nalishlarida keng qo'llanilmoqda. Bunga sabab, hamma soxada ham loyihalash va boshqarish uchun o'rganilayotgan ob'ekt tug'risida informatsiya kerak bo'lib, shu informatsiya asosida, odatda, shu jarayonlarni boshqarish va loyihalash masalalari echiladi.

Xozirgi vaqtda bizda (chet ellarda ham) katta fizik eksperimentlarni o'tkazish dasturiga albatta HE bosqichini kiritilmoqda. Kutilayotgan natijalarni prognoz qilish maqsadida, dastlabki «hisoblashlar» amalga oshiriladi.

HE ob'ektni o'zida o'tkazilgan tajribaga nisbatan (naturadagi tajriba) ma'lum bir ustunliklarga ega:

1) tajribani nisbatan keng diapazonda, qisqa vaqt ichida o'tkazish imkoniyatining borligi;

2) HE qaysidir «elementar» jarayonlarga xar xil faktorlarni aloxida- aloxida ta'sirlarini aniqlash imkoniyatini beradi;

3) HE ob'ektda o'tkazilgan tajribalarni teoritik prognozlarga mos kelmayotganligi sabablarini jarayonni ko'p marotaba qayta-qayta, turli sharoitlar uchun, hisoblash yo'li bilan aniqlashga yordam beradi.

HE bilan echilayotgan masalalarni 4 guruhga bo'lish mumkin:

1. Texnologik jarayonlarni tahlil qilish ;
2. Texnologik jarayonlarni sintez qilish;
3. Diagnostika ;
4. Prognoz.

Texnologik jarayonlarni tahlil qilish vazifalari

1. Texnologik jarayonning muvozanatlangan ishlash diapazonini aniqlash, ya'ni, boshqaruv parametrlari qiymatlarini xar qanday o'zgarishlari, kirish parametri qiymatlariga qo'yilgan cheklamalarni buzmaydigan bo'lsin;
2. Har xil texnologik parametrlarning jarayon o'tkazish rejimlariga va uning chiqish parametrlariga ta'sir darajasini aniqlash;
3. Texnologik jarayonning, uning to'g'ri ketayotganligini ko'rsatayotgan «sezgir nuqta»larini aniqlash;
4. Texnologik jarayonga ta'sirning maqsadga muvofiq yoki muvofiq bo'lmagan kritik vaqt momentlarini aniqlash (ko'pincha uzlukli jarayonlar);
5. Jarayon ko'rsatgichlari sifatiga texnologik jarayon rejimlari va konstruktiv parametrlari o'zgarishining ta'siri aniqlanadi;

Texnologik jarayonlarni sintez qilish masalalariga quyidagilar kiradi:

1. Ishlab turgan texnologik uskunarlar uchun texnologik jarayon rejimlarini optimallashtirish;
2. Ishlab turgan texnologik uskunarlar konstruktiv parametrlarini optimallashtirish;
3. Optimal texnologik jarayonni loyixalash.

Diagnostika masalalariga quyidagilar kiradi:

1. Texnologik uskunalarning va jarayonlarning ishonchlilik xarakteristikalarini aniqlash;
2. Texnologik jarayonning to'g'ri ishlayotganligini aniqlash;
3. Texnologik jarayonning tashqi ta'sirlardan ximoyalanganligini, ya'ni, uning jarayonga xar xil tasodifiy ta'sirlar bo'lgan xolda yaxshi ishlay olishini tekshirish.

Prognoz masalalariga texnologik jarayonning sifat ko'rsatkichlarini prognoz qilish masalalari kiradi.

XE ni tashkil qilish. Hisoblash-texnologik eksperimenti-HTE.

Hisoblash-texnologik eksperimenti-HTE deganda EHMda ma'lum bir dasturiy kompleks ko'rinishida tadbqiq qilingan, real texnologik jarayonni to'g'ri ifodalaydigan matematik model yordamida texnologik jarayonni o'rganish tushiniladi.

HTE ni 2 bosqichga bo'lish mumkin: uni tayyorlash va o'tkazish. HTEni tashkil qilish va o'tkazishni quyidagi ketma ketlikda tasavvur qilish mumkin (tajriba blok-sxemasi 28- rasmda keltirilgan).

- 9-Matematik model adekvat;
- 10-Matematik model adekvat emasligi sababini aniklash va korrektsiya kiritish;
- 11-HTE o'tkazish algoritmini tuzish;
- 12- Algoritm bo'yicha EHM da dastur tuzish;
- 13-HTE ni o'tkazish;
- 14- HTE ni natijalarini qayta ishlash va tahlil qilish;
- 15- Loyiha echimlarini generatsiya qilish;
- 16- Parametrlarni loyiha echimlariga yaqin qiymatlarida tajriba o'tkazish mumkin;
- 17- SHu qiymatlarda model adekvatligini tekshirish;
- 18- Matematik model adekvat;
- 19- Loyiha echimlarini qabul qilish;
- 20- Tamom.

Texnologik jarayonlarni matematik modellarini tuzishda ba'zi bir hollarda shu jarayonning avval tuzilgan modellaridan, ular uchun tuzilgan dasturlaridan foydalanishimiz mumkin.

Tayanch so'zva iboralar

1. Trubasimon kimyoviy reaktorni modellashtirish - trubasimon reaktorda ketayotgan kimyoviy jarayonni matematik modeli yordamida o'rganish;
2. Modda konsentratsiyasini apparat uzunligi buyicha taksimlanishi - reaktorning uzunligi bo'yicha xar bir nuqtasidagi moddaning konsentratsiyasi;
3. Statsionar xalat uchun jaraenning matematik ifodasi - jarayonning muvozanatlangan xolatiga mos keluvchi matematik ifoda;
4. Nostatsionar xalat uchun jaraenning matematik ifodasi - jarayonning nomuvozanatlangan xolatiga mos keluvchi matematik ifoda;
5. Masalani echish algoritmi - masalani echish ketma-ketligi;
6. KTTni xisoblash eksperimenti (XE) usuli bilan urganish - KTTni uning matematik modeli yordamida kompyuterda eksperiment o'tkazish yo'li bilan o'rganish;
7. Naturadagi (ob'ektning uzida) eksperiment - texnologik ob'ektda o'tkaziladigan tajriba;
8. XE utkazib texnologik jarayonni taxlil kilish masalasini echish - komp'yuterda texnologik jarayonni uning modeli yordamida taxlil kilish;
9. XE utkazib texnologik jarayonni sintezkilish masalasini echish - komp'yuterda texnologik jarayonni uning modeli yordamida taxlil kilish;
10. XTE natijalarini taxlil kilish - XTE natijalarini texnologik ob'ektdagi natijalarga qanchalik mosligini aniqlash;
11. Loyixa echimlarini generatsiya kilish - loyixa echimlari bo'yicha xulosa qilish;
12. Model adekvatligini tekshirish - modelni real jarayonga mosligini tekshirish;

13. Loyixa echimlarini kabul qilish - olingan natijalarni solishtirib echim qabul qilish;
14. XTE ni utkazishni tashkil qilish sxemasi - XTE ni o'tkazish ketma ketligini aniqlash.

Nazorat savollari

1. Trubasimon kimyoviy reaktorlarda ketayotgan jarayon, oqimlar tuzilishi bo'yicha, qaysi ideal modellarga mos keladi?
2. Trubasimon kimyoviy reaktorlarda ketayotgan jarayonning matematik modeli parametrlari taqsimlangan modelmi, yoki parametrlari mujassamlangan modelmi?
3. Jarayonning matematik modeliga kirgan sarf o'zgarmas kattaliklari nima uchun xisoblanadi?
4. 27-rasmda keltirilgan masalani xisoblash algoritmiga qarab, masalani echish ketma-ketligi aytib bering?
5. Xisoblash eksperimenti yordamida qanday masalalar echiladi?

Adabiyotlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
3. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perv. s angl. M. Ximiya, 1971.
4. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

8-MA'RUZA

Reja:

1. Asosiy tushunchalar va ta'riflar;
2. Texnologik jarayonlarining samaradorlik ko'rsatkichlari.
3. Optimallik kriteriysi turlari. Maqsad funksiyasi.
4. CHiziqsizdasturlash usullari.
 - gradient usullari;
 - nogradient usullari.

Kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlar va tizimlarini optimallashtirish

Asosiy tushunchalar va ta'riflar

Optimum so'zi, eng yaxshi mazmunini beradi. Optimallashtirish - bu insonning optimumni, ya'ni, eng yaxshi shart-sharoitlarni aniqlash maqsadida qilgan xatti-xarakatlaridir.

Xar qanday optimallashtirishda tizimning ishlash sharoitlarining juda ko'p variantlari mavjudligini va bularni baholab turib ikki solishtirilayotgan variantlarning qaysi biri yaxshiligini aniqlash mumkinligini tasavvur qilinadi.

Optimallashtirish masalasini qo'yilishida optimallashtirilayotgan tizimni miqdoran baholash imkoniyatiga ega bo'lishimiz kerak. Bu tizimning xar xil sharoitlarda ishlaganda bir-biriga solishtirish imkonini beradi va u optimallik kriteriysi deb ataladi. Odatda optimal sharoitlarga optimallik kriteriysining eng katta yoki eng kichik qiymatlari to'g'ri keladi. Masalan, optimallik kriteriysi olinayotgan maxsulotning tannarxi bo'lsa, unda optimal sharoit bo'lib tannarxning eng kichik qiymati to'g'ri keladi.

Optimallashtirish masalasini echishda faqat bitta kattalikni ekstremal qiymatini topishni talab qilish kerak. Bir vaqtning o'zida tizimga ikki va undan ko'p optimallik kriteriysini berish mumkin emas. Chunki, bir kriteriy bo'yicha topilgan ekstremum ikkinchi kriteriyga mos kelmaydi. Shuning uchun, masalan, eng katta unumdorlikda, eng kichik tannarxga erishish masalasi, noto'g'ri qo'yilgan masaladir. Masala to'g'ri qo'yilgan hisoblanadi, qachonki, eng kichik tannarxni berilgan unumdorlikda, yoki, eng katta unumdorlikni berilgan tannarxda topish kerak bo'lsa. Birinchi xolda optimallik kriteriysi tannarx, ikkinchisida, unumdorlikdir.

Optimizatsiya masalalarini qo'yilishida tizim xolatlarini o'zgartirish imkoniyatlariga ega bo'lishimiz kerak. Bu qiymatlari o'zgartirish mumkin bo'lgan parametrlar, boshqaruvchi kattaliklar (ta'sirlar) deyilib, ularga xar xil texnologiya parametrlari kirishi mumkin.

Masalan, reaktorda $A \rightarrow P \rightarrow S$ kimyoviy jarayon ketayapti va bu jarayonning sifati oraliq maxsulot R ning kontsentratsiyasi S_r bilan aniqlanadi. S_r ning xar xil qiymatlari shu apparat ichidagi modda miqdori (V) va uning temperaturasi (T) ga bog'liq va xakozo. Agar V va T larni ishlab chiqarish sharoitiga muvofiq o'zgartirish imkoniyatiga ega bo'lsak, unda bu parametrlar ushbu texnologik jarayonning boshqaruvchi parametrlari hisoblanadi. Optimallashtirish masalasini echishda,

optimallik kriteriysining eng yaxshi qiymatlarini ta'minlovchi boshqaruvchi parametrlar qiymatlari aniqlanadi.

Texnologik jarayonlarining samaradorlik ko'rsatkichlari

Texnologik tizimini ishlash sifatini umumiy ko'rinishda, ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlaridan foydalanib baholash mumkin. Jarayonlarning iqtisodiy samaradorligi quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha baholanadi:

1. Unumdorlik, V - vaqt birligidagi maxsulot birligi miqdori;
2. Kopital mablag'lar xajmi, F (Fondlar) - pul birligi miqdori;
3. Ekspluatatsiya xarajatlari, E (Ishlab-chiqarishni yuritish uchun) - vaqt birligida, pul birligi miqdori;
4. Ishlab-chiqarilayotgan maxsulotning sifat ko'rsatkichlari, K .

Kimyo-texnologiya jarayonlarining iqtisodiy samaradorligini umumlashgan optimallik kriteriysi, yuqoridagi ko'rsatkichlardan bog'liq qandaydir funktsiya kurinishida tasavvur qilish mumkin, ya'ni,

$$R = f(V, F, E, K).$$

Bu R funktsiyaning aniq ko'rinishi, optimizatsiya masalasining qo'yilishiga qarab, har xil bo'lishi mumkin. R funktsiyaning aniq ko'rinishini yozish uchun, ushbu ishlab chiqarishni chuqur, har tomonlama iqtisodiy tahlil qilib chiqish kerak bo'ladi.

Ko'p ishlatiladigan iqtisodiy optimallik kriteriylarini ko'rib chiqaylik.

Optimallik kriteriysining turlari

1. Ishlab chiqatilayotgan mahsulot tannarxi, ishlab chikarilayotgan mahsulot tannarxi, shu mahsulot ishlab chiqarishga ketgan tula harajatlar yig'indisidir. Ishlab chiqarishga ketgan tula harajatlar quyidagicha ifodalanadi:

$$S_{pr} = S_c + S_t + S_p$$

Bu erda,

S_c - tula ishlab chiqarish uchun xom-ashyo narxi (pul birligi/vaqt birligi). quyidagi tenglama orqali aniqlanadi: $S_c = S_c' \cdot B$

S_c' - mahsulot birligiga ketgan xom-ashyo narxi;

S_t - ishlab chiqarishga ketgan (joriy) harajatlar

Kuyidagi tenglama buyicha aniqlanadi: $S_t = S_t' \cdot V$

S_t' -mahsulot birligiga ketgan joriy harajatlar. Bu harajatlarga (joriy), elektroenergiya, bug', suv va yordamchi materiallarga bulgan harajatlar kiradi.

S_p - o'zgarmas harajatlar. U ishlab chiqarilayotgan mahsulot hajmiga bog'liq emas (pul birligi/vaqt birligi).

$$S_p = S_a + S_r$$

Bu erda,

S_a - amortizatsiyaga ajratilgan mablag'lar;

S_r - profilaktik remont, ITR oyligi va tayyor mahsulotni sotishga ketgan harajatlarning bir qismi.

Amortizatsiyaga ajratilgan mablag' quyidagicha hisoblanadi:

$$S_a = F + N_a$$

N_a -amortizatsiya normasi, quyidagicha topiladi:

$$N_a = F + R - L / F T$$

Bu erda,

R- uskunalarni ta'mirlashga ketadigan harajatlar;

L- fondlarni likvidatsiya narxi;

T- fondlarni ishlash muddati.

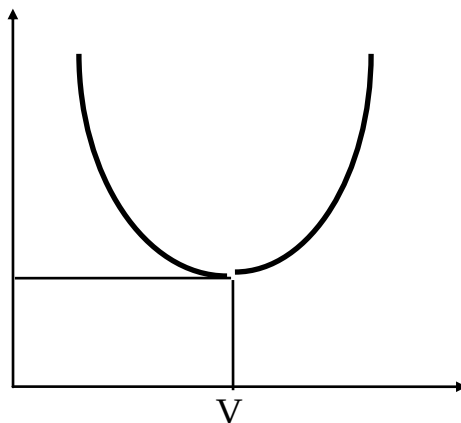
T va R- kattaliklar jarayonning olib borish sharoitlariga va uskunalarni ishlash sharoitlariga bog'liq.

YUqoridagi hisoblash tenglamalaridan foydalanib, tannarx tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$S_{pr} = S_c + S_t + (F + R - L / V T) + S_r / V$$

Tannarxning unumdorlik bilan bog'liqligini ko'p uchraydigan ko'rinishi:

S_{pr}



29-rasm.

Ishlab chiqarilayotgan mahsulot tannarxi, optimallik kriteriysi sifatida katta kamchilikka ega. U tayyor mahsulot sifatini hisobga olmaydi. Mahsulot sifati, unga narx qo'yilayotganda aniq namoyon buladi. Sifati yaxshi mahsulotning narxi, albatta, yuqori bo'ladi. SHuning uchun, hozirgi vaqtda optimallik kriteriysi sifatida tannarx o'rniga, mahsulotni sotishdan kelgan sof foydasi qabul qilinmoqda.

2. Mahsulotni sotganda olinadigan sof foyda.

Sof foyda yig'indisi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$P = V \cdot (S_u - S_{pr})$$

bu erda, S_y - mahsulot birligining narxi.

S_{pr} - mahsulot narxi, ishlab chiqilayotgan mahsulot sifatiga bog'liq, mahsulot sifati bo'lsa, ishlab chiqarishni qanchalik tashkil qilinganligi bilan aniqlanadi. YA'ni sof foyda kriteriysi, nisbatan to'laroq optimallik kriteriysi bo'lib, u ishlab chiqarishni optimal tashkil qilish uchun, tannarx kriteriysiga nisbatan qo'shimcha chora tadbirlari amalga oshirishni talab qiladi.

Sof foyda kriteriysi ham ma'lum kamchiliklarga ega. quyidagi misolni ko'raylik of foydasi bir xil, 20000 (pul birligi/vaqt birligi) bo'lgan ikki korxonalarni ko'raylik. Mahsulot sifati ikkala korxonada ham bir xil $S_y q100$ (pul birligi/vaqt birligi). Sof foyda ko'rsatkichi bo'yicha ikki korxona bir xil ishlayotganda ko'rinadi. Ammo, bu sof foyda qanday paydo bo'layotganligini ko'rib chiqaylik.

Birinchi korxona $Vq1000$ (mahsulot birligi/vakt birligi), mahsulotni $S_{pr}q80$ (pul birligi/vaqt birligi), tannarx bilan, ikkinchi korxona $Vq2000$ mahsulotni $S_{pr}q90$ tannarx bilan ishlab chiqarayapti. Bunda sof foyda:

$$P_1=1000 \cdot (100-80)=20000$$

$$P_2=2000 \cdot (100-90)=20000$$

Sof foyda kriteriysi bo'yicha ikki korxona bir xil ishlamoqda. Aslida, yaxshilab tahlil qilganimizda, ikkinchi korxona ishlab chiqarishni yaxshiroq tashkil etish hisobiga olinayotgan sof foydani oshirish rezerviga ega. Sof foyda normasi ko'rsatkichi bu kamchilikdan xoli.

3. Sof foyda normasini, mahsulot sotishdan bo'lgan sof foyda yig'indisini mahsulot ishlab chiqarishiga ketgan to'la harajatlarga nisbati ko'rinishida tasavvur qilinadi.

$$N_p = \frac{\Pi}{B * S_{np}} = \frac{S_y - S_{mp}}{S_{mp}}$$

Ko'rib chiqilgan misol uchun sof foyda normasini hisoblab quyidagini olamiz:

$$N_{p1} = \frac{100 - 80}{80} = \frac{1}{4}$$

$$N_{p2} = \frac{100 - 90}{90} = \frac{1}{9}$$

YA'ni, ikkinchi korxona sof foyda normasi kichik, va bu korxona ishlab chiqarishni yaxshiroq tashkil etish rezerviga ega ekanligini ko'rsatdi.

4. Keltirilgan harajatlar ko'rsatkichi (PZ), jarayonning injener-texnologik tomonlarini ko'rsatuvchi iqtisodiy effektivlik ko'rsatkichlaridan hisoblanadi. Keltirilgan harajatlar ko'rsatkichi quyidagicha ifodalanadi:

$$PZ = S_{pr} + E_N \cdot KZ$$

bu erda, KZ- solishtirma kapital harajatlar

E_n - kapital harajatlar samaradorligining tarmoq normativ koeffitsienti, kimyo sanoati uchun $E_n=0,3$

Keltirilgan harajatlar mahsulot tannarxini ham, uskunalarni tuzilishi vag o'lchamlarini hisobga oluvchi kapital harajatlarni ham o'zichiga oladi. qimmat xom-ashyo ishlatilayotgan korxonalarda keltirilgan harajatlar mahsulot tannarxiga yaqin bo'ladi va aksincha, xom-ashyo arzon bo'lgan korxoanlarda, keotirilgan harajatlar, asosan kapital harajatlar bilan aniqlanadi.

Optimallashtirish masalalarini echish usullari

Kimyo texnologiyasining ko'p ob'ektlarida optimallashtirish masalalarini echishga to'g'ri keladi. Optimallik kriteriysining ko'rinishi optimallashtirilayotgan ob'ekt xususiyatlariga va ishlab chiqarishga qo'yilayotgan u yoki bu talablarga qarab, har xil bo'lishi mumkin. Bu masalalarni echish turli xil optimallashtirish usullarini qo'llashni talab qiladi. qaysi usulni tanlash, optimizatsiya masalasini qo'yilishiga va optimallashtirishda ishlatilayotgan matematik model ko'rinishiga bog'liq. Optimallashtirish masalalarini echishda asosan quyidagi usullar ishlatiladi:

1. Funktsiyani klassik tahlil qilish bilan o'rganish usuli;
2. Lagranjusuli;
3. Variatsion hisoblash usuli;
4. Dinamik dasturlash usuli;
5. Maksimum printsipi;
6. CHiziqli dasturlash usuli;
7. CHiziqsiz dasturlash usuli.

Maqsad funktsiyasi

Texnologik jarayonlarni optimallashtirish jarayoning matematik modelidan foydalanib amalga oshiriladi. Bunda, optimal shart-sharoitlar avval jarayonning matematik modelida aniqlanib, so'ngra ishlab chiqarish uskunalari tekshiriladi.

Optimallik kriteriysini texnologik parametrlar orqali ifodalangan matematik funktsiyasiga ko'rinishiga, maqsad funktsiyasi deyiladi.

Biz, optimallik kriteriysi maqsad funktsiyasini (R) asosiy iqtisodiy effektivlik ko'rsatkichlari orqali ifodasini ($R_qf(V,E,F,K)$) ko'rgan edik. Bu ifoda optimallik kriteriysining umumiy ko'rinishi. Konkret holda, maqsad funktsiyasini quyidagiga ifodalash mumkin:

$$R=f(x_1,x_2,...x_n)$$

bu erda,

$(x_1,x_2,...x_n)$ - jarayonning asosiy parametrlari

R - maqsad funktsiyasi.

Alohida parametrlarga x_j ($j=1,2,... n$), umumiy holda, har xil tenglik ko'rinishidagi,

$$Y_j(x_1,x_2,...x_n)=0 \quad j=1,2,...n$$

vag tengsizlik ko'rinishidagi

$$Y_j(x_1,x_2,...x_n) \leq 0 \quad j=1,2,...n$$

cheklamalar qo'yilgan bo'lishi mumkin.

Agar, maqsad funktsiyasi analitik ifodasi ma'lum bo'lib, aytarlik murakkab bo'lmasa vag noma'lum o'zgaruvchilar soni (m) katta bo'lmasa, unda optimallashtirish masalasini echish uchun analitik usullarni qo'llash mumkin, ya'ni funktsiyani klassik tahlil qilish usuli yoki Lagranjko'paytmalari usuli.

Agar, jarayon matematik modeli chiziqli tenglamalar orqali ifodalangan bo'lsa, unda chiziqli dasturlash usulini qo'llaniladi. Maqsad funktsiyasi aniq bir ko'rinishda ifodalanmagan bo'lsa, unda ba'zi bir qiyinchiliklar vujudga keladi. Agar berilgan

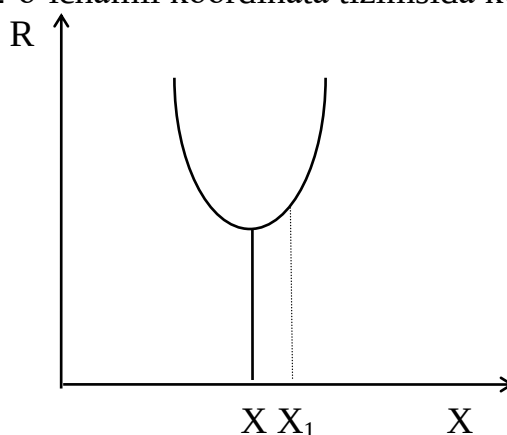
cheklamalar alohida o'zgaruvchilarni (x_j) qiyin hisoblanadigan funktsiyasi ko'rinishida berilgan bo'lsa, unda optimal qiymatlarni hisoblab topish ancha mushkullashadi va maxsus hisoblash usullarini qo'llashga to'g'ri keladi.

Bu turdagi masalalar, matematikaning maxsus bo'limlari hisoblangan, chiziqsizdasturlash bo'limida ko'riladi.

Maqsad funktsiyasini va cheklamalarni geometrik interpretatsiyasi

Optimallashtirish masalalarini echishda, optimallik kriteriysining maqsad funktsiyalashi eng yaxshi qiymatlariga mos keluvchi texnologik parametr qiymatlarini hisoblab topish kerak bo'ladi.

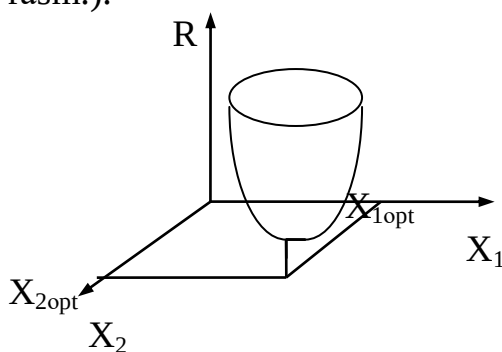
Optimallashtirish kriteriysini bitta texnologik parametrdan bog'liq funktsiyasini $R = f(x)$, 2-o'lchamli koordinata tizimida ko'raylik (30-rasm.)



30-rasm.

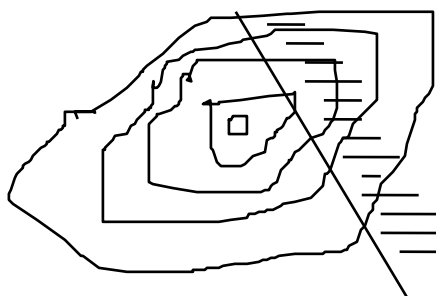
Bu masalaga $x < x_1$, cheklama qo'yilgan. Bunda optimallik kriteriysi, texnologik parametr x dan bog'liq o'zgaradi va $x < x_1$ cheklamaga asosan, optimumni x ning, x_1 dan kichik qiymatlarida qidirish kerak.

Agar, optimallik kriteriysi ikki texnologik parametrlardan (x_1 va x_2) bog'liq bo'lsa, unda bu funktsiya ekstremumi, fazoda uning o'lchamlm koordinata tizimida qidiriladi (31-rasm.).



31-rasm.

Optimallik kriteriysi 3 va undan ko'p parametrlarga (n) bog'liq bo'lsa, unda n-o'lchamli tizimning geometrik interpretatsiyasi quyidagicha:



32-rasm.

CHiziqsizdasturlash usullari

CHiziqsizdasturlash usullari ni kup qadamli yoki kursatkichlarni ketma-ket (qadamma-qadam) yaxshilash usuli sifatida tasavvur qilinadi. Bu usullarda hisoblash qadamini tug'ri tanlash nisbatan katta muammo hisoblanib, bu masalani tug'ri hal qilinishi u yoki bu usulni qullashni qanchalik samaradorligini kursatadi.

CHiziqsizdasturlash usullarining kupchiligi n-ulchamli fazoda optimumga qarab harakatlanish taktikasini qullaydi. Bunda qandaydir boshlang'ich yoki oraliq holatdan $X^{(k)}$, keyingi holatga $X^{(k+1)}$, $X^{(k)}$ vektorini qaram deb nomlangan $\Delta X^{(k)}$ qiymatga uzgartirish bilan utiladi. YA'ni,

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} + \Delta X^{(k)}$$

(Bunda $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, ya'ni X , $((x_1, x_2, \dots, x_n))$ larning vektor kurinishdagi ifodasi deb qaraladi.)

Agar maqsad funktsiyasining optimalqiymatiga uning eng kichik qiymati mos kelsa, unda muvaffaqiyatli qadamdan sung, quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$R(X^{(k+1)}) < R(X^{(k)})$$

CHiziqsizdasturlashning usullarida qadam yunalishi va qiymati $X^{(k)}$ funktsiyanig qandaydir holatini $X^{(k)}$, holatini belgilovchi qandaydir funktsiya kurinishida kuriladi.

$$\Delta X^{(k)} = \Delta X^{(k)}(X^{(k)})$$

Oldingi tenglamaga quyib, quyidagini olamiz:

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} + \Delta X^{(k)}(X^{(k)})$$

(ya'ni, $X^{(k)}$ holat funktsiyasini hisobga olgan holda $X^{(k)}$ nuqtadan $\Delta X^{(k)}$ qadam quyiladi).

Ba'zi bir hollarda $\Delta X^{(k)}$ qadam faqat $X^{(k)}$ holatga emas, balki avvalgi holatlarga ham bog'liq buladi. SHunday qilib, chiziqsizdasturlash usullarida qadam tanlash usuliga qarab quyidagi asosiy usullardan biri tanlaniladi:

1. Determinlashgan qidirishning gradient usullari;
2. Determinlashgan qidirishning nogradient usullari;
3. Tasodifiy qidiruv usullari.

Gradient usullari

Optimumni qidirishning gradient maqsad funktsiyasi $R(x)$ va hosilalarini $\partial R(x)/\partial x_j$ hisoblash va tahlil qilishga asoslangan. Maqsad funktsiyasining analitik kurinishini hamma vaqt ham aniq kurinishda yozish mumkin emas, yoki u juda murakkab bulib, undan olingan hosila ham juda murakkab analitik ifoda kurinishida buladi. Bunday holatlarda maqsad funktsiyalarining hosilalarini hisoblash uchun taqribiy hisoblash usullari qullaniladi, ya'ni

$$\partial R/\partial x_j \approx \Delta R/\Delta e = [R(x_1, x_2, \dots, x_j + \Delta x_j, \dots, x_n) - R(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)] / \Delta x_j ;$$

Δx_j - j- uzgaruvchini olgan usish qiymati (yoki, nogradient usullari qullaniladi). Gradient usullarga quyidagi usullar kiradi:

1. Relaksatsiya usuli;
2. Gradient usuli;
3. Ekstremumga teztushish usuli;
4. «Og'ir sharik» usuli;
5. Optimumni gradient analitik ifodasi ma'lum bulgan holda qidirish.

Relaksatsiya usuli

Optimumni qidirish algoritmi bo'yicha, maqsad funktsiyasining eng tezo'zgarishi o'q yo'nalishi aniqlanadi. Masalan, agar optimallik kriteriysining eng kichik qiymatini topish kerak bo'lsa, unda funktsiyaning eng tezkamayish yo'nalishi aniqlanadi.

qidiruvning boshlang'ich nuqtasida hamma o'q yo'nalishlar bo'yicha optimallashtirilayotgan funktsiya hosilalari hisoblab chiqiladi. Hosilasi eng katta bo'lgan o'zgaruvchi yo'nalishni, funktsiyaning eng tezo'zgaruvchi (kamayuvchi) yo'nalishi hisoblanadi.

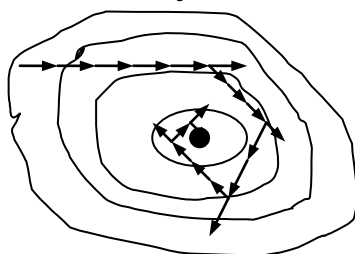
Agar, hosila ishorasi manfiy bo'lsa, unda shu yo'nalishda funktsiya kamayadi, agar musbat bo'lsa, unda funktsiya kamayishi teskari yo'nalishda bo'ladi. SHu o'q yo'nalishi bo'yicha qidiruv, shu yo'nalish bo'yicha maqsad funktsiyasining eng kichik qiymati topilguncha davom etadi. So'ngra, hamma o'q yo'nalishlar bo'yicha funktsiya hosilasi hisoblanib (qidiruv amalga oshirilgan yo'nalishdan tashqari), yana maqsad funktsiyasining eng tezkamayuvchi yo'nalishi aniqlanadi. Endi shu yo'nalish bo'yicha funktsiyaning ekstremumi qidiriladi. So'ngra, yana yangi yo'nalish aniqlanadi va hokazo. Xamma o'q yo'nalishlar bo'yicha optmallik kriteriysining

qiymati kamaymay qolganda, qidiruvni to'xtatish mumkin. Ba'zi hollarda optimallik belgisi sifatida quyidagi shart qabul qilinadi:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial R}{\partial X_i} \right)^2 < b$$

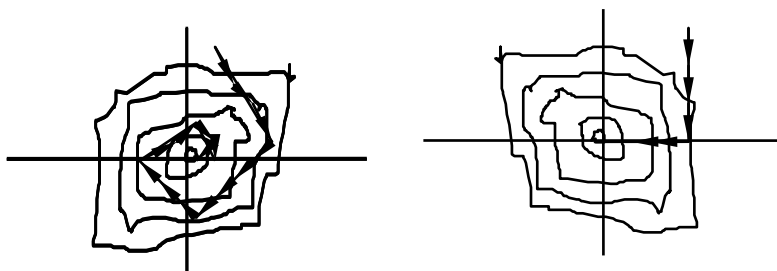
$b \rightarrow 0$ bulsa, bu nuqtada funktsiya hosilasi nolga teng.

Boshlang'ich holatdan optimumga qarab harakatning grafik ifodasi quyidagi rasmda berilgan (33-rasm). qidiruv qadamini tug'ri qabul qilinishi, optimumga qarab yurish tezligini aniqlaydi. Agar qadam juda kichik bo'lsa, unda optimumni hisoblab topguncha, maqsad funktsiyasini qiymatini juda ko'p marotaba hisoblash kerak buladi.. Agar qadam juda katta bo'lsa, unda optimum yaqinida «ivirsirash» bo'lib, optimumga qo'yilgan shart bo'yicha yaqinlashish ancha qiyin buladi. Odatda, o'q yo'nalishi almashganda qadam qiymati o'zgartirilib boriladi, ya'ni optimumga yaqinlashgan sari qidiruv qadami kamaytirib boriladi.



33-rasm.

Relaksatsiya usulini kamchiliklaridan biri, bu qidiruv vaqtini koordinatalar tizimsining orientatsisiga bog'liqligidir (34-rasm). O'qlarning bir-biriga nisbatan buralganligi bilan farqlanuvchi koordinatalar tizimsidagi maqsad funktsiyasining bir xil qiymat chiziqlarini ko'raylik (34-rasm). Koordinata o'qlarining birinchi orientatsiyasida, 5-6 marta qidiruv o'q yo'nalishi hisoblab topilib, so'ngra ekstremum topiladi. Ikkinchi holatda 2 marta yo'nalish hisoblab topilib ekstremumga etib kelindi.



34-rasm.

Agar o'zgaruvchilar o'zgarish oblastiga tengsizlik ko'rinishidagi cheklama qo'yilgan bo'lsa, unda optimumni qidirish shu cheklamaning hamma nuqtasiga kelganda to'xtab qoladi.

Xuddi shunday, qidiruvdagi qiyinchiliklarga maqsad funksiyasida mavjud «jarlik»lar sabab bo'lishi mumkin (lokal optimum). Bunda qidiruv shu «jarlik»larda to'xtab qoladi.

Gradient usuli

Maqsad funksiyasining optimumini topishning bu usulida maqsad funksiyaning gradientidan foydalaniladi. Bunda qidiruv qadami maqsad funksiyasining eng tezo'zgaruvchi yo'nalishida qo'yiladi, bu esa albatta optimumni topish jarayonini tezlashtiradi.

qidiruvning birinchi bosqichida, hamma o'zgaruvchilar bo'yicha hosilalar hisoblab chiqilib, shu nuqtada funksiya gradientining qiymati va yo'nalishi topiladi. Ikkinchi bosqichida, agar maqsad funksiyasining minimumini qidirilayotgan bo'lsa, gradient yo'nalishiga teskari yo'nalishda qidirish qadami qo'yiladi, ya'ni funksiyaning eng tezkamayishi yo'nalishida.

qidirish qadamidan so'ng, hamma o'q yo'nalishlar bo'yicha parametrlarning qiymati o'zgaradi. YA'ni, ulardan har biri gradient qiymatlaridagi hissasiga proportsional ravishda o'sadi.

Xuddi relaksatsiya usuliga o'xshab, hamma o'q yo'nalishlar bo'yicha hosilalar hisoblanadi, lekin bu usulda optimumga optimal yaqinlashib boriladi.

Gradient usuli algoritmini quyidagicha yozish mumkin:

$$X_j^{(k+1)} = X_j^{(k)} - h^{(k)} \frac{\frac{\partial K(x^{(k)})}{\partial x_j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial R(x^{(k)})}{\partial x_i}\right)^2}}$$

Ba'zi bir hollarda qidirish quyidagi algoritm bo'yicha amalga oshiriladi:

$$x_j^{(R+1)} = x_j^{(R)} - h^{(K)} \frac{\partial R(x^{(R)})}{\partial x_j}$$

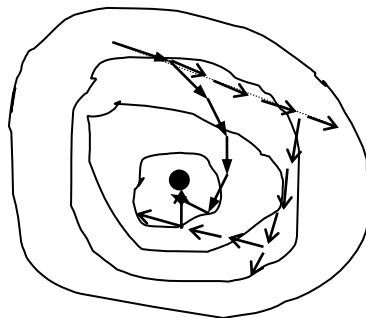
Bu erda, qidirish qadami $\Delta x_j^{(R)}$

$$\Delta x_j^{(R)} = h^{(K)} \frac{\partial R(x^{(R)})}{\partial x_j};$$

Bu algoritm bo'yicha, qidirish qadami kattaligi funksiya gradienti absolyut qiymatini o'zgarish bo'yicha avtomatik o'zgarib boradi.

Bu usulda, xar qadamdan so'ng maqsad funksiyasining xosilalari hamma o'q yo'nalishi bo'yicha aniqlanadi, ya'ni funksiya gradienti eng tezo'zgarish yo'nalishi aniqlanadi va shu yo'nalishda qidirish davom ettiriladi .

(35-rasmda → chizik bilan kursatilgan).



35-rasm.

Agar qidirish qadaming boshlang'ich qiymati kichik bo'lsa, unda maqsad funktsiyasi xosilalarining juda ko'p marotaba hisoblashga to'g'ri keladi, aksincha, qadam katta bo'lsa, funktsiya optimum atrofida qidirishda «ivirsilanish» bo'lishi mumkin.

Funktsiya gradienti faqat qiymati hisoblangan nuqtaga ortogonal bo'lib, shuning uchun har qadamdan keyin funktsiya gradienti yo'nalishi avvalgisidan farqli bo'ladi. SHuning uchun har qadamdan so'ng qidirish yo'nalishi hisoblangan funktsiya gradienti yo'nalishi bo'yicha tanlanadi.

Optimumni qidirishni yakunlanganligini, maqsad funktsiyasini qiymatlarini solishtirish bo'yicha aniqlanadi. Agar maqsad funktsiyasi qiymati avvalgi qadamdagidan kichik bo'lsa (agar maqsad funktsiyasining minimumi qidirilayotgan bo'lsa), unda qidiruv davom ettiriladi, agar teskari bo'lsa, unda qidiruv to'xtatiladi va olingan maqsad funktsiyasining eng kichik qiymati qidirilayotgan optimum deb qabul qilinadi.

Kamchiligi: lokal optimumga «tortilish» xususiyatining borligi.

Optimumga teztushish usuli

Bu usulda relaksatsiya va gradient usullarining eng asosiy fikrlardan foydalaniladi. Boshlang'ich nuqtada optimallashtirilayotgan funktsiyaning gradienti topilgandan so'ng, ya'ni funktsiyaning eng tezo'zgaruvchi yo'nalishi, shu yo'nalishda qidiruv qadami qo'yiladi. SHu yo'nalishda qidiruv davom ettiriladi. So'ngra yana funktsiya gradienti topiladi. Endi qidirish bu yangi gradient yo'nalishida davom ettiriladi. Bu yo'nalishda funktsiya gradienti hisoblab topiladi va shu yo'nalishda qidiruv tashkil qilinadi va hokazo.

Optimum yaqinida gradient yo'nalishi juda tezo'zgara boshlaydi va bu usul gradient usuliga o'xshab ketadi. CHunki har yo'nalish bo'yicha optimum 1÷2 qadamda topiladi.

35-rasmda optimumga teztushish usuli ()-chizig'i bilan ko'rsatilgan.

Optimumga teztushish usulida gradient usuliga o'xshab, qidiruv yo'nalishi funktsiya yuzasiga ortogonal bo'lib, koordinata tizimsi orientatsiyasiga bog'liq emas.

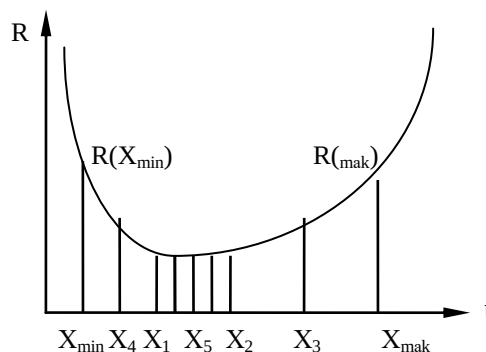
Determinlashgan qidiruvning nogradient usullari

Nogradient usullarda maqsad funksiyasi optimumi hosilalarni tahlil qilib emas, balki optimallik kriteriysining navbatdagi qadamdagi qiymatini solishtirish yo'li bilan aniqlanadi.

Bir o'zgaruvchilik funktsiya ekstremumini lokalizatsiyalash usuli

Bir o'zgaruvchilik funktsiya ekstremumini (a, v) intervalda topish kerak bo'lsin. Bu usulda masalani echish uchun butun interval N bo'lakka bo'linadi (ko'pincha 4 bo'lakka). Hamma intervallar chegaralarida optimallik kriteriysining maqsad funksiyasi qiymatlarini hisoblab chiqilib, ularning ichidagi funktsiyaning qidirilayotgan ekstremumiga mos, masalan, maqsad funksiyasining eng kichik qiymati topiladi. Masalan funktsiyaning eng kichik qiymati $R(x_2)$ bo'lsin (36-rasm). qidiruv x_2 nuqtaga yondoshgan ikki intervalda davom ettiriladi (x_1, x_3).

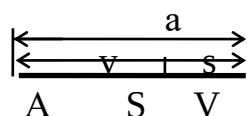
Funktsiya ekstremumini qidirish uchun endi yangi interval tanlanadi (x_1, x_3). Funktsiyaning yangi interval (x_1, x_3) chegaoalakridagi qiymati, oraliqdagi qiymatidan katta, ya'ni minimum (x_1, x_3) intervalda hisoblashgan (lokalizatsiyalangan) va bu interval razmeri boshlang'ich intervaldan 2 marta kichikdir. Bu yangi intervalni yana 4 bo'lakka bo'lib, bo'lak chegaralarida maqsad funksiyasining qiymatini hisoblab chiqilib, funktsiya minimumini qidirish intervalini yanada kichraytirish mumkin (x_4, x_5). Bu hisoblash tartibini qaytarib, funktsiya minimumini qidirish intervallarini kichraytirib borib, avval (x_6, x_7), so'ngra (x_8, x_9) intervallarda maqsad funksiyasining optimal qiymatini hisoblab topiladi va hokazo.



36-rasm.

«Oltin kesim» usuli

Bu usul asosini geometrik nisbatlar qonuni, ya'ni oltin kesim tashkil qiladi. (37-rasm.)



37-rasm.

Bu rasmda:

a- AV bo'lak uzunligi;

v- AS bo'lak uzunligi;

s- SV bo'lak uzunligi.

Bu bo'laklar uchun, $a/v = v/s$ nisbatlar tengligini yoki, $a \cdot s = v^2$ deb yozish mumkin.

Bu bo'laklar 37-rasmda ko'ringanidek biri ikkinchisidan katta bulib, unda $s = a - v$. s- qiymatini avvalgi tenglamaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$a(a - v) = v^2$ yoki, $v/a = k$ deb qabul qilib, quyidagini olamiz:

$$k^2 + k - 1 = 0$$

Bu kvadrat tenglamani echib, k ning qiymatini topamiz:

$$k_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1+4}}{2} = \frac{-1 \pm \sqrt{5}}{2};$$

$k > 0$ ni hisobga olib, $k = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} = 0,62$ ya'ni $v/a = 0,62$

SHu qonun asosida maqsad funktsiyasining qiymati hisoblanish kerak bo'lgan nuqtalar topiladi. «Oltin kesim» usuli bo'yicha funktsiya ekstremumini qidirish tartibi quyidagicha:

qidirish intervalida ($x_{\max} - x_{\min}$)keyingi ikki nuqta aniqlanadi(38-rasm):

$$x_1 = x_{\min} + k^2 \cdot a$$

$$x_2 = x_{\min} + k \cdot a$$

yoki, hisobni soddalashtirish maqsadida x_1 va x_2 larni topish strategiyasini, quyidagicha deb qabul qilsa bo'ladi.

$$x_1 = x_{\min} + 0,38 \cdot (x_{\max} - x_{\min})$$

$$x_2 = x_{\max} - 0,38 \cdot (x_{\max} - x_{\min})$$

$x_{\max}$, $x_{\min}$, x_1 , x_2 nuqtalarda maqsad funktsiyasi qiymatlari hisoblab topilib, solishtiriladi va funktsiya ekstremumi qaysi intervallarda lokalizatsiyalanganligini aniqlaymiz($x_2 - x_{\min}$). Bu intervallarda ham ikki bir-biriga teng bo'lmagan intervallardan iborat. Endi funktsiya qiymati aniqlanish kerak bo'lgan keyingi nuqta x_3 quyidagicha aniqlanadi:

$$x_3 = x_{\min} + 0,38 \cdot (x_2 - x_{\min}).$$

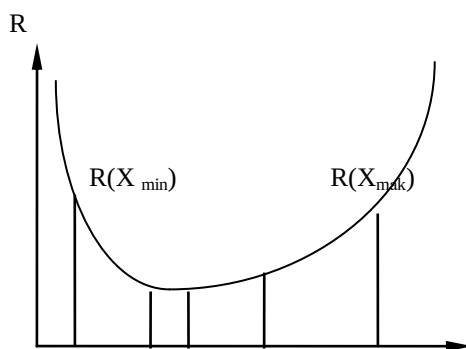
x_3 nuqtada funktsiya qiymati K (x_3) hisoblanib, keyingi qidiruv intervali ($x_2 - x_3$), aniqlanadi. Bu intervalda x_4 nuqta topilib, funktsiya R(x_4) qiymati hisoblanadi va hokazo (R(x_5), R(x_6),...).

S-hisoblashdan so'ng funktsiya ekstremumini topishdagi absolyut xatolik quyidagi tenglamadan hisoblash mumkin:

$$\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2} * \left(\frac{\sqrt{5} - 1}{2}\right)^{s-3};$$

S=21 bo'lganda,

$$\frac{\Delta}{x_{\max} - x_{\min}} = 0,9 * 10^{-4};$$



38-rasm. «Oltin kesim» usuli.

Fibonachchi sonlaridan foydalanib, funktsiya ekstremumini topish usuli

Fibonachchi sonlari ketma-ketligi rekkurent ifoda orqali aniqlanadi:

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2};$$

$F_0 = F_1 = 1$, deb qabul qilingan.

Bunda,

$$F_2 = F_1 + F_1 = 1 + 1 = 2; \quad F_3 = F_2 + F_1 = 2 + 1 = 3 \quad \text{va hokazo.}$$

Fibonachchi sonlari qatori quyidagi jadvalda berilgan:

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
F _s	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144	233	377	610	987	1597	...

Bu usul bilan ekstremumni qidirishda absolyut xatolik Δ ,

$$\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{F_s}$$

F_s- Fibonachchi sonlari qatoridagi S-qiymati.

Ekstremumni qidirish tartibi:

1. Berilgan hisoblash aniqligi Δ bo'yicha yordamchi kattalik hisoblanadi.

$$N = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\Delta}$$

2. quyidagi shart bo'yicha Fibonachchi soni F_s aniqlanadi.

$$F_{s-1} < N \leq F_s$$

3. Eng kichik qidirish qadami aniqlanadi.

$$H_{\min} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{F_s}$$

4. Maqsad funktsiyasining (R) qiymati quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadigan nuqtada hisoblanadi (39-rasm).

$$X_2 = x_{\min} + h_{\min} \cdot F_{s-3}$$

5. Maqsad funktsiyasining (R) qiymati quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadigan nuqtada hisoblanadi.

$$x_2 = x_1 + h_{\min} \cdot F_{s-3}$$

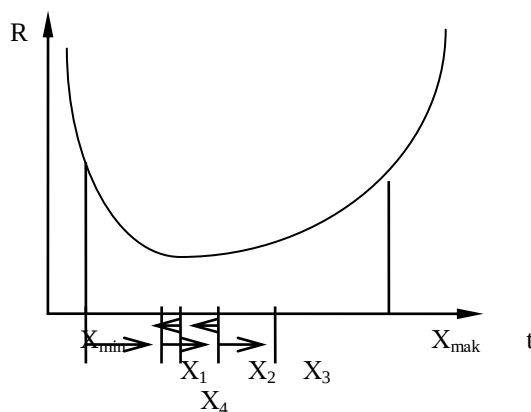
6. Agar hisoblash qadami muvaffaqiyatli bo'lsa, ya'ni, $R(x_2) < R(x_1)$, unda maqsad funksiyasining (R) qiymati quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadigan nuqtada hisoblanadi.

$$x_3 = x_2 + h_{\min} \cdot F_{S-4}$$

Agar, hisoblash qadami muvaffaqiyatsiz bo'lsa, ya'ni, $R(x_2) > R(x_1)$, unda x_3 quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$x_4 = x_1 - h_{\min} \cdot F_{S-5}$$

Bu hisoblash strategiyasi hamma Fibonachchi sonlari kamayib, ishlatilib bo'lguncha davom ettiriladi.



39-rasm.

O'zgaruvchilarni ketma-ket o'zgartirish usuli (Gauss-Zeydel usuli)

Bu usul relaksatsiya usuliga o'xshaydi. Relaksatsiya usulida, qidirish funktsiyaning eng tezo'zgaruvchi o'q yo'nalishida amalga oshirilsa, bu usulda qidirish ixtiyoriy yo'nalishda amalga oshiriladi. SHu yo'nalishda parametr qiymatini o'zgartirib borib, maqsad funktsiyasining shu yo'nalishdagi eng yaxshi qiymati (funktsiya ekstremumi) topiladi. So'ngra qidiruv keyingi o'q yo'nalishida davom ettiriladi. Bu yo'nalishda funktsiya ekstremumi topilib, qidiruv yana yangi yo'nalishda davom ettiriladi va hokazo.

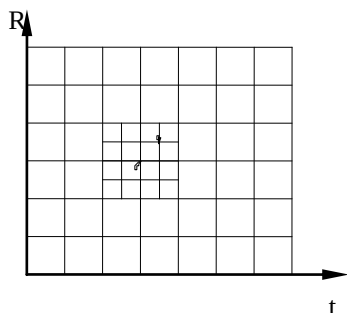
Har bir yo'nalishda ekstremumni qidirish strategiyasi har xil bo'lishi mumkin. Masalan, «oltin kesim» usuli, Fibonachchi sonlari usuli va hokazo.

Skaniqlash usuli

Bu usul bo'yicha optimallik kriteriysining maqsad funktsiyasi qiymatlarini qiymatlar o'zgarishi mumkin bo'lim oblastlarida, ketma-ket ko'p nuqtalarda hisoblab chiqilib, ular ichida maqsad funktsiyasining eng yaxshisini (optimumi) aniqlanadi.

Bir tomondan bu global optimumni hisoblab topish imkoniyatini bersa, ikkinchidan, bu hisoblashlar sonining juda ko'payib ketishiga olib keladi.

Hisoblashlar sonini kamaytirish uchun, qidiruv qadamlar boshlanib, global optimum joylashgan oblast aniqlanadi (lokallaniladi), so'ngra qidiruv kichik qadam bilan davom ettiriladi (40-rasm). Bu qidiruv strategiyasi hisoblashlar sonini qisqartishlarga olib keladi.



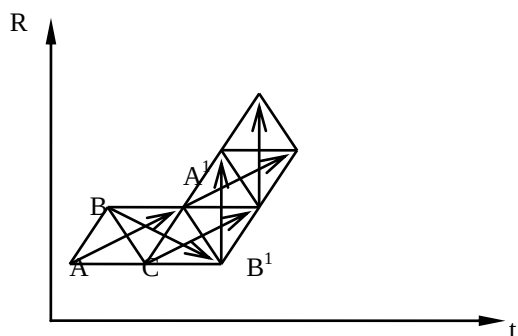
40-rasm.

Simpleks usuli

Bu usul bo'yicha, simpleks deb ataladigan ko'p qirra cho'qqilarida maqsad funktsiya qiymatlari hisoblab chiqilib, optimallik kriteriysining eng tezo'zgarishini ta'minlaydigan qidirish qadami yo'nalishi aniqlanadi. Agar qidiruv 2 o'lchamli koordinata tizimsida olib borilayotgan bo'lsa, unda simpleks-uchburchak, 3-o'lchamli koordinata tizimsida esa 4 qirrali piramida bo'ladi.

Simpleks cho'qqilarining hammasida maqsad funktsiyasining qiymati hisoblaniladi va uning eng katta qiymatiga mos keladigan cho'qqi aniqlanadi.

SHu cho'qqidan (masalan, A cho'qqi, 41-rasm), VS tomon o'rtasidan (O nuqta orqali) o'tuvchi AA' qidirish qadami qo'yiladi. Bunda AOqOA'; Topilgan A' nuqtada maqsad funktsiyasi qiymati hisoblanib, V va S nuqtalardagi funktsiya qiymatlari bilan solishtiriladi. YAna, maqsad funktsiyasi eng katta qiymatga ega bo'lgan cho'qqidan (S) qidiruv qadami qo'yiladi va hokazo (41 -rasm). Optimum yaqinida qidiruv «tsikllanib» qolishi mumkin, bunda qidirish qadami kichraytirilib, optimumni qidirish davom ettiriladi.



41-rasm.

Tayanch so'zva iboralar

1. Optimallashtirish - eng yaxshi shart sharoitlarni aniqlash;
2. Optimallik kriteriysi - jarayonning eng yaxshi shart sharoitlarini belgilovchi ko'rsatkich;
3. Tizimni boshkarish ta'sirlari - texnologik jarayonni boshqarishda ta'sir kursatuvchi ta'sir kanallari;
5. TJni effektivlik kursatkichlari - TJni effektiv ishlayotganini ko'rsatuvchi ko'rsatkichlar;
6. Tannarx - maxsulotni ishlab chiqarishga ketgan xarajatlar yig'indisi;
7. Foyda - tovar baxosidan unga sarflangan xarajatlarni ayirmasi;
8. Optimallik kriteriysining maksad funktsiyasi - optimallik kriteriysining texnologik parametrlar orqali ifodalangan funktsiya;
9. Uzgaruvchilarga kuyilgan cheklamalar - texnologiyadagi o'zgaruvchilarning o'zgarish chegaralarini belgilovchi ko'rsatkich;
10. Maksad funktsiyasini geometrik interpretatsiyasi - maqsad funktsiyasini koordinata tizimida ko'rinishi;
11. p-ulchamli - maqsad funktsiyasi p-ta texnologik parametrdan bog'liq;
12. Kidirish kadami - optimumni qidirishda texnologik parametrlarni o'zgarish miqdori;
13. Gradient usuli - funktsiya gradienti, ya'ni funktsiyaning eng tezo'zgarish yo'nalishi aniqlanadi va shu yo'nalishda qidirish tashkil qilinadi;
14. Funktsiyani eng tezuzgarish yunalishi - xamma o'q yo'nalishlar bo'yicha funktsiya xosilasi xisoblanib ularning vektor yig'indisi - funktsiya gradienti aniqlanadi. U funktsiyaning eng tezo'zgarish yo'nalishini belgilaydi;
15. Fibonachchi sonlaridan foydalanib kidirish usuli - Fibonachchi sonlari qatoridan foydalangan xolda funktsiya optimumi topiladi.

Nazorat savollari

1. Optimallashtirish nima?
2. Optimallashtirish kriteriysi va uning maqsad funktsiyasi nima?
3. qanday optimallik kriteriylarini bilasiz?
4. Tannarx optimallik kriteriysi qanday kamchilikga ega?
5. Optimallashtirishning relaksatsiya usulida optimumni qidirish strategiyasi qanday?
6. Gradient usulidachi?
7. Nogradient usullardan qaysilarini bilasizva ularda optimumni qidirish strategiyasi qanday?

Adabietlar

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Boyarinov A.I., Kafarov V.V. Metodi optimizatsii v ximicheskoy texnologii M.Ximiya 1975. 575s.
3. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
4. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perev. s angl. M. Ximiya, 1971.
5. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

9-MA'RUZA

Reja:

1. Tasodifiy qidirish usullari;
2. Klassik matematik taxlilga asoslangan optimallashtirish usuli;
3. CHiziqli programmalashtirish;
4. Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari;
5. Robototexnika va uni ishlab chiqarishdagi ahamiyati.

Tasodifiy qidirish usullari

Tasodifiy qidirish usullarining mazmuni shundan iboratki, bunda x_j o'zgaruvchining tasodifiy qiymatlarini tanlab borib, optimallik kriteriysi (R) ning ekstremumini topiladi. Bunda, vektor α ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n$), n -o'lchamli fazoda, bir xil ehtimollik bilan duch kelgan yo'nalishda bo'lishi mumkin. Bu vektor odatda, tasodifiy vektor deb nomlanadi. Bir necha xil tasodifiy qidirish usullari mavjud.



42-rasm.

1. Tasodifiy yo'nalishlar usuli

Bu usul yordamida funktsiya ekstremumini aniqlash quyidagicha:
 N -o'lchamli fazodagi, ma'lum bir boshlang'ich holatdan $R(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k)$, tasodifiy yo'nalishga qidirish qadami qo'yiladi (induktiv ravishda yoki haqiqatda tasodifiy yo'nalishda. 43-rasm.). Yo'nalish tasodifiyligi vektor α^k bilan aniqlanadi, qadam qiymati (kattaligi) h parametri yordamida beriladi. qadamdan keyingi yangi nuqta x^{k+1} quyidagicha topiladi:

$$x^{k+1} = x^k + \alpha^k h$$

Bu nuqtada optimallik kriteriysining qiymati hisoblanadi.

$$R(x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_n^{k+1})$$

Agar optimallik kriteriysining minimumini topish kerak bo'lsa,

$$R(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k) > R(x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_n^{k+1})$$

bo'lganda qadam muvaffaqiyatli, aksincha

$$R(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k) < R(x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_n^{k+1})$$

bo'lsa, qadam muvaffaqiyatsiz hisoblanadi.

Agar qadam muvaffaqiyatli bo'lsa, $\mathbf{x}^{k+1}$ nuqtadan yangi tasodifiy yo'nalishda qadam qo'yiladi, ya'ni

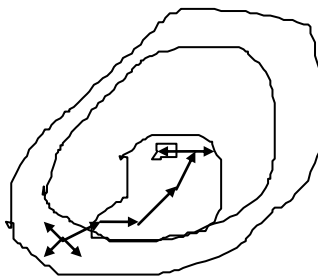
$$\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^{k+1} + h\alpha^{k+1}$$

Bunda optimallik kriteriysining avvalgi qadamdagi qiymati $R(\mathbf{x}_1^{k+1})$ eslab qolinadi.

So'ngra $R(\mathbf{x}^{k+1})$ qiymati hisoblanib, u $R(\mathbf{x}^{k+1})$ bilan solishtiriladi va hokazo.

Agar qadam muvaffaqiyatsiz bo'lsa, u holda $\mathbf{x}^k, \mathbf{x}_1^k, \mathbf{x}_2^k, \dots, \mathbf{x}_n^k$ koordinatali $\mathbf{x}^k$ nuqtadan, yana yangi tasodifiy yo'nalishda qadam qo'yiladi. Bu protsedura muvaffaqiyatli qadam bo'lmaguncha davom etadi.

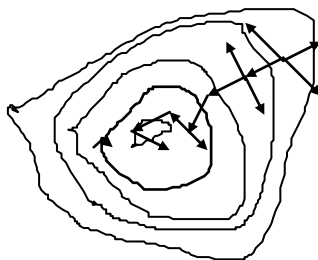
qidiruvni tamomlanish kriteriysi bo'lib, $R_{\min}^k$ ning eng kichik qiymati xizmat qilib, uning qiymati optimumni topish aniqligi orqali belgilanadi.



43-rasm.

2. Orqaga qadam qo'yish bilan tasodifiy yo'nalishlar usuli

Bu usul avvalgi usulni yaxshilangan modifikatsiyasi hisoblanadi. Bu usulda, qidiruvning boshlang'ich nuqtasidan $\mathbf{x}_1^k, \mathbf{x}_2^k, \dots, \mathbf{x}_n^k$, qidiruv muvaffaqiyatsiz bo'lgan nuqtadan $h\alpha^k$, teskari yo'nalishda qadam qo'yiladi (44-rasm.). Ekstremumdan uzoq bo'lgan holatlarda bu strategiya effektiv hisoblanadi. Agar teskari yo'nalishdagi qadam ham muvaffaqiyatsiz bo'lsa, unda yangi tasodifiy yo'nalishda qadam qo'yiladi, yoki $\mathbf{x}^k$ nuqtadan qidirish qadami kichraytiriladi. Ammo, bunda optimum nuqtasidan uzoqda qidiruv boshlanganda, qidiruvning sekinlashish havodan paydo bo'ladi, ayniqsa, agar optimallashtiriluvchi funktsiyadan «jarlik»lar mavjud bo'lsa.



44-rasm.

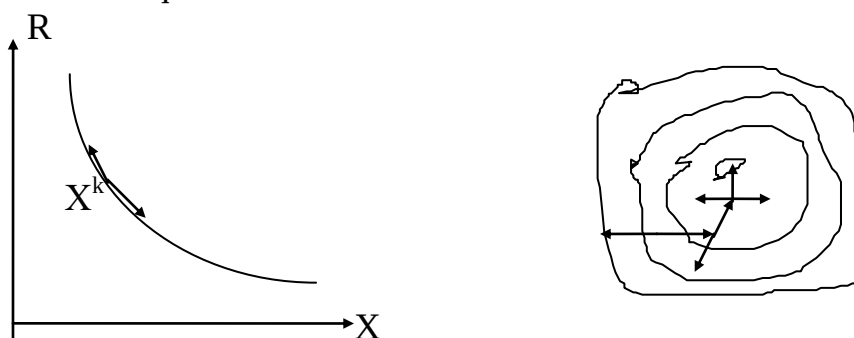
Chiziqli qayta hisoblash bilan tasodifiy yo'nalishlar usuli

Bu usulni, optimallashtiruvchi funktsiya egriligi yuqori bo'lmay, uni bir qadam chegarasida aproksimatstya qilish imkoniyati bo'lsa, qo'llash mumkin.

Boshlang'ich α^k nutadan tasodifiy yo'nalishda qo'yilgan qadam $x^k + \alpha h$ muvaffaqiyatsiz bo'lgandan so'ng, shu nuqtadan teskari yo'nalishda qadam qo'yiladi (45-rasm.). $x^k - \alpha h$, ammo bu nuqtada maqsad funktsiyasining qiymati hisoblanmaydi, balki $R(x^k)$ va $R(x^k + \alpha h)$ larning hisoblangan qiymatlarini hisobga olgan holda, maqsad funktsiyasini chiziqli deb qilgan holda qayta hisoblanadi, ya'ni

$$R(x^{k+1}) = R(x^k - \alpha h)$$

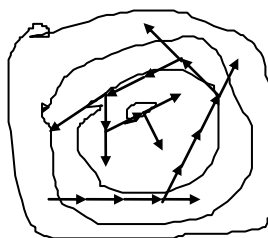
qidiruv x^{k+1} nuqtadan davom ettiriladi.



45-rasm.

Tasodifiylikni jazolash bilan qidirish usuli

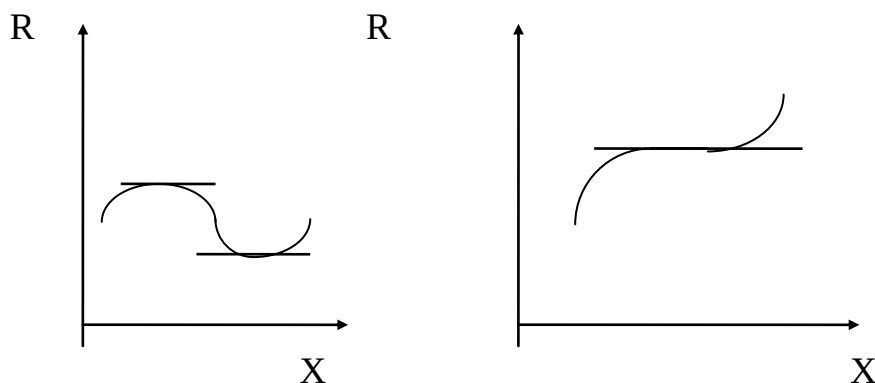
Bu usul bo'yicha qidirilish tanlanilib, shu yo'nalish bo'yicha qidiruv qadamma-qadam davom ettiriladi. qidiruv shu yo'nalishda funktsiyaning minimumi (minimum qidirilayotgan bo'lsa) topilgan nuqtagacha davom etadi. So'ngra yangi yo'nalish topiladi va bu yo'nalish bo'yicha ham qidirish minimumni topguncha davom etadi (46-rasm.). Bu usulni, maqsad funktsiyasini qiymatini topishda katta hisoblash harajatlari talab qilinmaganda qo'llanilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.



46-rasm.

Klassik matematik tahlil qilishga asoslangan optimallashtirish usuli

Funktsiya ekstremumining borishini kerakli va etarli shartlari mavjud. Funktsiyadan olingan hosila nolga teng bo'lsa, unda shu nuqtada funktsiya ekstremumi borligini kerakli sharti bajariladi, ammo etarli sharti emas (47-rasm.), ya'ni



47-rasm.

Funktsiya ekstremumi borligining etarli shartlari:

1. Birinchi etarli shart. Ekstremumi bor deb taxmin qilingan nuqtaning ε -atrofida funktsiya tekshiriladi. Buning uchun $R(x_0 - \varepsilon)$ i $R(x_0 + \varepsilon)$ qiymatlari hisoblanib, agar $R(x_0 - \varepsilon) < R(x_0)$;

$R(x_0 + \varepsilon) < R(x_0)$ bo'lsa, unda bu nuqtada ekstremumi bor va u maksimumga mos keladi, agar

$$R(x_0 - \varepsilon) > R(x_0);$$

$R(x_0 + \varepsilon) > R(x_0)$ bo'lsa, bu nuqtada minimum bor, agar $R(x_0 - \varepsilon) > R(x_0)$;

$R(x_0 + \varepsilon) < R(x_0)$ bo'lsa, bunda funktsiya ekstremumga ega emas.

2. Ikkinchi etarli shart.

Ekstremumi bor deb taxmin qilinayotgan nuqta ε -atrofida funktsiyaning birinchi hosilasi o'rganiladi. Bunda agar, $R'(x_0 - \varepsilon)$ ishorasi, $R'(x_0 + \varepsilon)$ ishorasiga mos kelmasa, x_0 nuqtada ekstremum bor.

Agar $R'(x_0 - \varepsilon) > 0$ va $R'(x_0 + \varepsilon) < 0$ bo'lsa, x_0 nuqtada maksimum, $R'(x_0 - \varepsilon) < 0$ va $R'(x_0 + \varepsilon) > 0$ bo'lganda, x_0 nuqtada minimum bor.

Agar $R'(x_0 - \varepsilon)$ va $R'(x_0 + \varepsilon)$ ishoralari mos kelsa, unda x_0 nuqtada ekstremum yo'q.

3. Uchinchi etarli shart.

Bunda funktsiyaning yuqori hosilalari o'rganiladi. Agar, $R''(x_0) > 0$ bo'lsa, unda x_0 nuqtada funktsiya minimumga ega, agar, $R''(x_0) < 0$ bo'lsa, unda x_0 nuqtada funktsiya maksimumga ega, agar, $R''(x_0) = 0$ bo'lsa, unda funktsiyaning yuqori tartibli hosilalari o'rganiladi.

Bunda quyidagi qoida qabul qilinadi:

- Agar birinchi nolga aylanmaydigan funktsiyaning hosilasi tog' tartibli bo'lsa, unda bu nuqtada maksimum ham, minimum ham yo'q. Agar nolga aylanmaydigan

hosila juft tartibli bo'lsa, unda u manfiy bo'lsa, bu nuqtada funktsiya maksimumga, musbat bo'lsa, minimumga ega.

Xuddi shunday ko'p o'zgaruvchilik funktsiyalarni ekstremumi borligini kerakli va etarli shartlari bo'yicha aniqlanadi.

Ko'p o'zgaruvchilik funktsiyaning ekstremumi borligini kerakli sharti bo'lib, hamma o'q yo'nalishlar o'zgaruvchilar bo'yicha hosilalarini nolga tengligi hisoblanadi.

$$(\partial R / \partial x_1) = 0; (\partial R / \partial x_2) = 0; \dots (\partial R / \partial x_n) = 0;$$

Ikki o'zgaruvchi funktsiyaning ekstremumi borligining etarli shartini quyidagicha ifodalash mumkin:

- I. Agar, $(\partial^2 R / \partial x_1^2) > 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) \cdot (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 \cdot \partial x_2)^2 > 0$ bo'lsa, unda minimum bor;
- II. Agar, $(\partial^2 R / \partial x_1^2) < 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) \cdot (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 \cdot \partial x_2)^2 > 0$ bo'lsa, unda maksimum bor;
- III. Agar, $\partial^2 R / \partial x_1^2 < 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) \cdot (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 \cdot \partial x_2)^2 < 0$ bo'lsa, unda ekstremum yo'q.

CHiziqli programmalashtirish

Bir qator ishlab chiqarishni rejalashtirish xarakteridagi masalalarni echishda, optimallik kriteriysi boshqarish parametrlaridan chiziqli funktsiya ko'rinishida ifodalanadi. Bu turdagi masalalarga misol bo'lib, xom-ashyoni har xil ishlab chiqarishlarga optimal taqsimlanish masalasini keltirish mumkin. Odatda, xom-ashyoning umumiy miqdori hamma vaqt cheklangan bo'ladi.

Xom-ashyoda ikki xil mahsulot olinayotgan bo'lsin. quyidagi belgilashlarni kiritamiz: x_1 ; x_2 - 1 va 2 turdagi mahsulot miqdori
 s_1 ; s_2 - 1 va 2 turdagi mahsulot narxi.

Hamma ishlab chiqilgan mahsulotni umumiy bahosi

$$R = s_1 x_1 + s_2 x_2$$

R- ishlab chiqilgan mahsulotning umumiy narxi bo'lib, u ushbu masalada optimallik kriteriysidir vag bu masalada uning eng katta qiymatini topish kerak.

v_1 va v_2 - 1 va 2 turdagi xom-ashyoning bor miqdori bo'lsin,

a_{ij} - j- mahsulotni ishlab chiqarish uchun kerak bo'lgan i-turdagi xom-ashyo miqdori bo'lsin, unda

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2$$

Ushbu ifoda masalaning chegara sharti hisoblanib, unda $x_j > 0$, $x_i = 0$ va $x_j \neq \infty$.

Masalani echish uchun kerakli hamma shartlar shulardan iborat. SHunga o'xshash masalalarni echish usuli chiziqli dasturlash deb ataladi. Xuddi shunga

o'xshab, tayyor mahsulotlarni, xom-ashyolarni har xil omborlardan bir necha manzilga eng kichik harajatlar bilan tashishni optimal tashkil qilish mavsalalarini ham echish mumkin.

CHiziqli dasturlash masalalarini matematik ifodalash

CHiziqli ko'rinishda maqsad funktsiyasi berilgan bo'lsin,

$$R = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = \sum_{i=1}^N c_i x_i$$

va chiziqli tenglama yoki tengsizlik ko'rinishidagi quyidagi funktsiya berilgan.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - b_1 = 0$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n - b_2 = 0$$

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n - b_k = 0$$

agar cheklama tengsizlik ko'rinishida berilgan bo'lsa, unda tenglama ko'rinishidagi cheklamali masalani o'tilishishi mumkin va xuddi shuning teskarisi, tenglama ko'rinishidagi cheklamadan, tengsizlik ko'rinishidagi cheklamali masalaga.

Misol: quyidagi ko'rinishda funktsiya berilgan bo'lsin.

$$R = X_1 + X_2$$

Tengsizlik ko'rinishidagi cheklama berilgan bo'lsin:

$$2X_1 + X_2 < 1$$

$$X_1 + 2X_2 < 1$$

$$X_1 > 0; X_2 > 0;$$

Bu ifodalarni X_1 va X_2 tekisligida, quyidagi to'g'ri chiziqlar bilan cheklangan qiymatlarini aniqlanadi.

$$2X_1 + X_2 = 1; X_1 + 2X_2 = 1; X_1 = 0; X_2 = 0.$$

Bu shartlarni xisobga olgan holda, optimallik kriteriysining qiymati cheklanganligini xisobga olib, uni quyidagicha yozish mumkin:

$$R = X_1 + X_2 = C = \text{const}$$

Bu tenglama tekislikda egilish tangensi birga teng bo'lgan to'g'ri chiziqni beradi (48-rasm.). Bu chiziqni strelka bo'yicha yurgazsak, unda S va R ning qiymatlari o'zgaradi. Ko'rinib turibdiki, funktsiya ekstrimumi bir nuqtada yoki shu to'g'ri chiziqda joylashgan bir necha nuqtada joylashgan bo'ladi. YUqoridagi misol uchun, ekstrimum $S(1/3; 1/3)$ nuqtada joylashgan.

quyidagicha amalga oshiriladi: bazis o'zgaruvchilardan biri, ikkinchi, avval bazissizbo'lgan bilan almashtiriladi va xokazo. Bu jarayon R ning ekstrimal qiymati topilguncha amalga oshiriladi. Masalan:

$$X_2 + 2X_4 + 3X_5 - 7 = 0$$

$$X_3 - X_4 - 3X_5 - 2 = 0$$

$$X_1 + X_4 + X_5 - 2 = 0$$

$$R = 3 - X_4 + X_5$$

Talab qilinayapti: X_i ning qaysi qiymatlarida maqsad funktsiyasi minimum qiymatga ega bo'ladi.

Bazisli o'zgaruvchilarni erkin o'zgaruvchilar bilan ifodalab, $X_4=0$; $X_5=0$; deb qabul qilib, 1-bazis echimini olamiz:

$$X_1 = 2 - X_4 - X_5$$

$$X_2 = 7 - 2X_4 - 3X_5$$

$$X_3 = 2 + X_4 + 3X_5$$

$$X_1=2; X_2=7; X_3=2; X_4=0; X_5=0. \text{ Bunda, } R=3;$$

CHiziqli formaga murojat qilib, X_4 ni oshirib maqsad funktsiya qiymatini kamaytirish mumkinligini aniqlash mumkin.

X_i noma'lumlardan biri nuldan kamaygungacha uning qiymatini kamaytirib borish kerak. Masalan: $X_4 > 2$; $X_1 < 0$; bo'lganda,

$$X_1=0; X_2=3; X_3=4; X_4=2; X_5=0.$$

va bunda, $R=1$;

YAngi bazis o'zgaruvchilarni (X_2 ; X_3 ; X_4 ;) bazissizorqali ifodalab,

$$X_2 = 3 + 2X_1 - X_5$$

$$X_3 = 4 - X_1 + 2X_5$$

$$X_4 = 2 - X_1 - X_5$$

va ularni R-chiziqli formaga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$R = 1 + X_1 + 2X_5$$

Bu ifodada X_1 va X_5 larni xarqanday o'zgarishlari maqsad funktsiyasi R ning kamaytirmaydi, ya'ni, masalani echildi deb hisoblasa bo'ladi.

EHM ni texnologik jarayonlarni boshqarishda qo'llash

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari (TJABT)

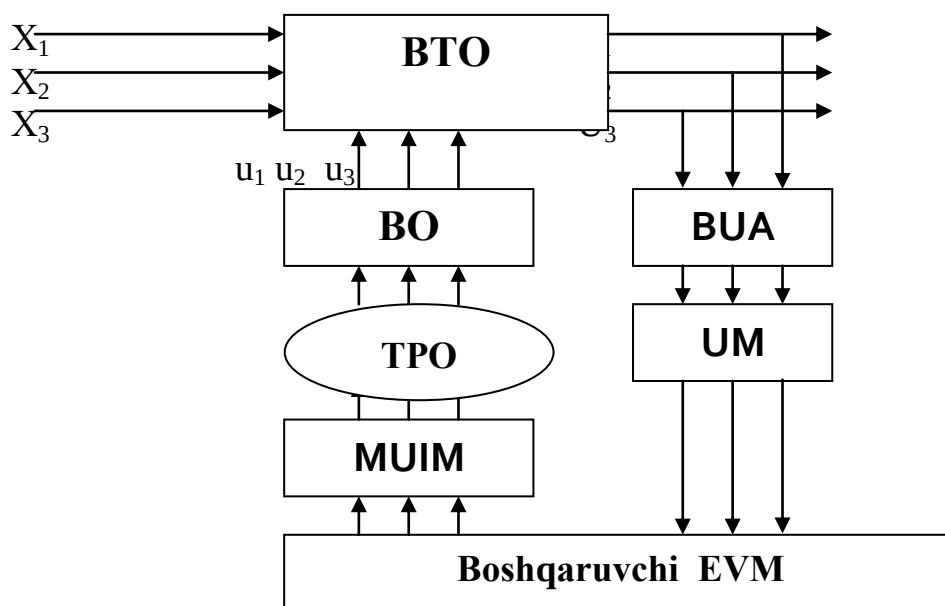
Hozirgi kunda EHMning tezkor rivojlanishi texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlarini (TJABT) yaratish va xalq xo'jaligining har xil sohalariga tadbiq qilishni effektiv ravishda hal qilish imkoniyatlarini beradi.

Bu tizimlarni yaratishda avval qator masalalarni, ayniqsa, boshqarilayotgan texnologik ob'ektni (BTO) modellashtirish masalalarini echishga to'g'ri keladi. Boshqarishning optimal algoritmlarini yaratishda bu modellardan foydalanib, boshqarish masalalarini yuqori saviyada hal qilish mumkin.

TJABT yordamida texnologik ob'ektga berilayotgan boshqarish ta'sirlarini shunday qiymatlarini izlab topiladiki, bunda ushbu tizim avtomatlashgan texnologik

kompleksning iqtisodiy effektiv qiymatlarini belgilangan yoki eng yaxshi qiymatlarini ta'minlasin.

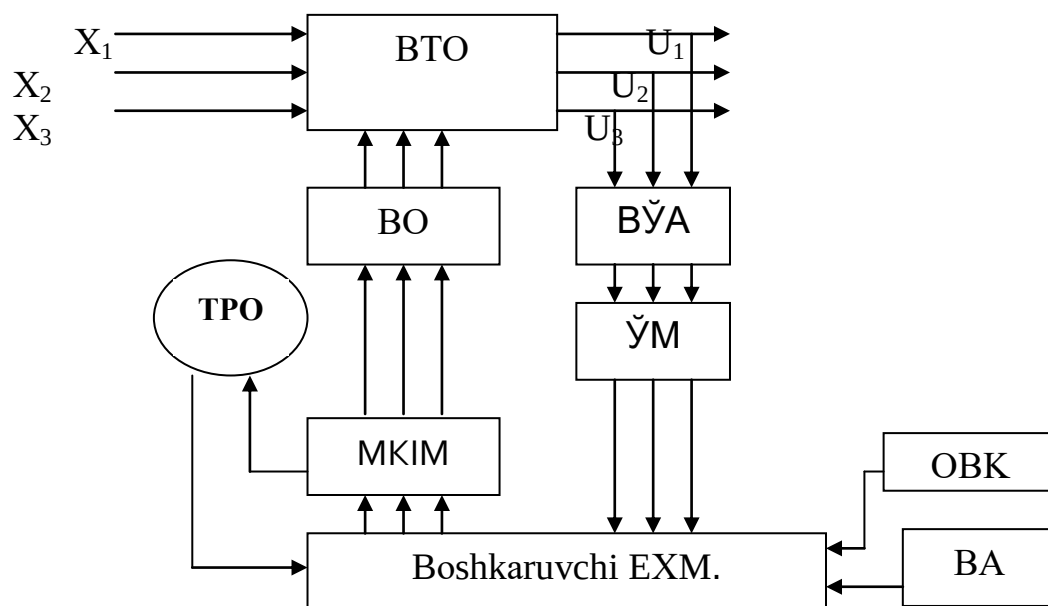
TJABTning funksional sxemasi 49-rasmda berilgan.



Rasm 49.

Ma'lumki BTO chiqish parametrlarini belgilangan qiymatlardan chetlashishini birlamchi o'lchov asboblari (BO'A) yordamida aniqlanib, EHM tiliga o'zgartirish moslamalarida (O'M) o'zgartirilib, parametrlarning har bir vaqtdagi qiymatlari boshqaruvchi EHMga berib boriladi. Boshqaruvchi EHMda axborot ma'lum algoritmi bo'yicha qayta ishlanib, texnologik parametrlarni boshqarish ta'sir signallari ishlab chiqiladi va u ma'lumotni qayta ishlash moslamasida (MqIM) EHM tilidan analog signal ko'rinishiga aylantiruvchi moslama yordamida texnologik parametrlar operatoriga (TPO) uzatiladi. So'ngra bu signal boshqarish organlariga (BO) berilib, boshqarish ta'sir kanallari (u_1 , u_2 , u_3) orqali, BTOga ta'sir ko'rsatadi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishning eng yuqori bosqichi bo'lib, boshqarish tizimida EHM operatori boshqarish konturiga ulangan tizim hisoblanadi (rasm- 50). Bu tizimlarda boshqaruvchi mashinalar maslahat va ma'lumot beruvchi EHM gina bo'lmasdan boshqa qo'shimcha vazifalarni ham bajaradilar, ya'ni EXMga kiritilgan optimal boshqarish kriteriysi va boshqarish algoritmi yordamida ijrochi qurilmalarni boshqaraoladigan signallarni ishlab chiqarish, olinayotgan natijalarni to'g'riligini va optimal qiymatlarga mosligini nazorat qilish va xatto EHMni va butun axborot yig'ish tizimini to'g'ri ishlayotganligini ham nazorat qilib boradi. Bunda operatorning vazifasi texnologik jarayonni va boshqaruvchi EHMni ishlashini nazorat qilib borishga va kerak bo'lganda ular ishini korrektsiya qilishdan iboratdir.



Rasm 50.

Boshqaruvchi hisoblash mashinalarini texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlarida qo'llanishi asrimizning 60-yillariga to'g'ri keladi. Avval Angliya, Amerika va bir necha yildan so'ng Yaponiyada TJABT ishlab chiqilib, asta-sekin xayotga tadbiq qilina boshlandi. Bunda TJABT rivojlanishi yangi ishlab chiqarila boshlangan mikro-EHM va mikroprotsessorga bog'liq bo'lib, ularni xayotga tadbiqini texnologik ob'ektlarni matematik modellarini tuzmasdan, va boshqarish algoritmlari va dasturlarisiztasavvur qilib bo'lmaydi.

TJABT ta'minlovchi qismi

TJABT yordamida boshqarish vazifalarini bajarish uchun, operativ personalni, boshqarish tizimining ta'minlovchi qismi bilan o'zaro aloqasini ta'minlash kerak bo'ladi. Boshqarish tizimini ta'minlovchi qismiga quyidagilarni kiritish mumkin:

- tashkiliy ta'minot;
- informatsion ta'minot;
- matematik ta'minot;
- dasturiy ta'minot;
- texnik vositalar ta'minoti.

YUqoridagi masalalarning hammasi boshqarish tizimining ishlash sifatiga ta'sir ko'rsatadi, ya'ni ularning har birining aniqligi tizim aniqligini belgilaydi.

Informatsion ta'minot

Ma'lumki, boshqarish asosi informatsiyadir. Texnologik jarayon to'g'risida informatsiya boshqarish tizimiga odatda parametrlarning birlamchi o'lchagichlaridan beriladi.

Texnologik jarayonlarni lokal avtomatik rostlash tizimlari yordamida boshqarishga mo'ljallangan tizimlarda ishlatilayotgan birlamchi o'lchagichlar chiqish

signallari har xil ko'rinishdagi unifikatsiyalashgan qiymatlarga ega. Pnevmatik o'lchov asboblari 0,02 MPadan 0,1MPagacha, elektrik o'lchov asboblari esa 0-5Ma, 0-20Ma va boshqa ko'rinishda bo'lishi mumkin. YA'ni bu o'lchov asboblari chiqish signallari avval normallovchi o'zgartirgichlarda analog signalga va undan so'ng EHM qabul qila oladigan son-raqam signalga (analog son-raqam o'zgartirgichlarda) aylantirilib, EHMga beriladi. Bu albatta boshqarish tizimida juda ko'p qo'shimcha elementlarni paydo qiladi va boshqarish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi vaqtda jahonning old firmalarida ("SIEMENS", "HONEYWELL") ishlab chiqarilayotgan parametrlarning birlamchi o'lchagichlari to'g'ridan-to'g'ri boshqaruvchi EHMlarga ulanish imkoniyatlariga ega, chunki ularning chiqish signallari son-raqam signali ko'rinishidadir. YA'ni bu birlamchi o'lchagichlarda chiqish signalini son-raqam signaliga o'zgartirish uchun qo'shimcha signal o'zgartirgichlarga zarurat qolmadi.

Matematik ta'minot

TJABT asosi matematik ta'minot desa bo'ladi, chunki bu tizimlarda texnologik jarayonni boshqarish optimal tashkil qilinadi. Texnologik jarayonning optimal parametrlarini aniqlashni jarayonning matematik modelisiztasavvur qilib bo'lmaydi.

Dasturiy ta'minot

TJABT dasturiy ta'minoti deganda, shu tizimni ishlatish uchun kerak bo'ladigan dasturlar yig'indisi tushuniladi.

Bu dasturlar yordamida texnologik jarayonning parametrlari nazorat va boshqarish algoritmlarida ko'rsatilganidek nazorat qilinib va boshqarilib borilishi ta'minlanadi.

Tashkiliy ta'minot

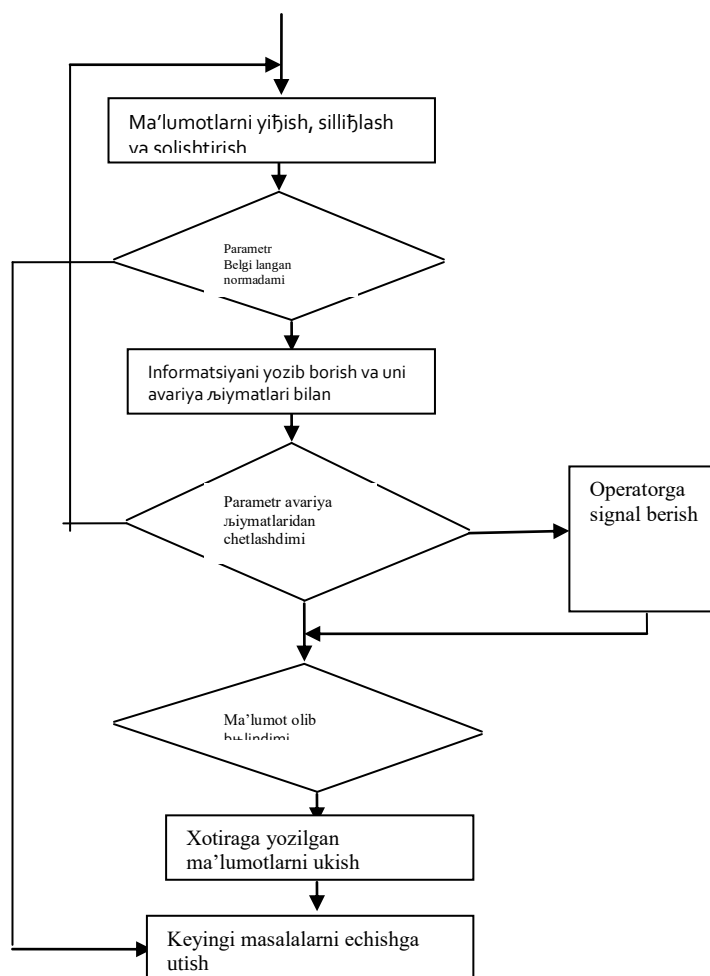
EHM yordamida texnologik ob'ektlarni avtomatlashtirish masalasini echish jarayon parametrlarini nazorat qilish va boshqarish algoritmlarini tuzishdan va shu algoritmlar yordamida dasturlar tuzishdan boshlanadi.

Algoritmlarning murakkabligi S_m , uning bajarilishi uchun kerak bo'ladigan elementar operatsiyalar soniga N_a bog'liq, algoritmni ishlatish uchun kerak bo'ladigan xotira hajmini belgilaydigan bog'lanishlarga (P), strukturani murakkabligiga, hamda operatorlarning tarkibi va darajasiga bog'liq.

Algoritmlarni optimallashtirish quyidagicha amalga oshiriladi:

Minimum S_m (murakkablik), minimum N_a (elementar operatsiyalar soni), minimum P (ichki bog'liqliklar).

Endi, birlamchi o'lchagichlardan tsiklik ravishda ma'lumot olib borishni tashkil qilishni ko'raylik.



Rasm 51.

$$U_i = k y_i' + (1-k) y_i$$

Bu erda, U_i – i –parametrlarning «sillig'langan» qiymati

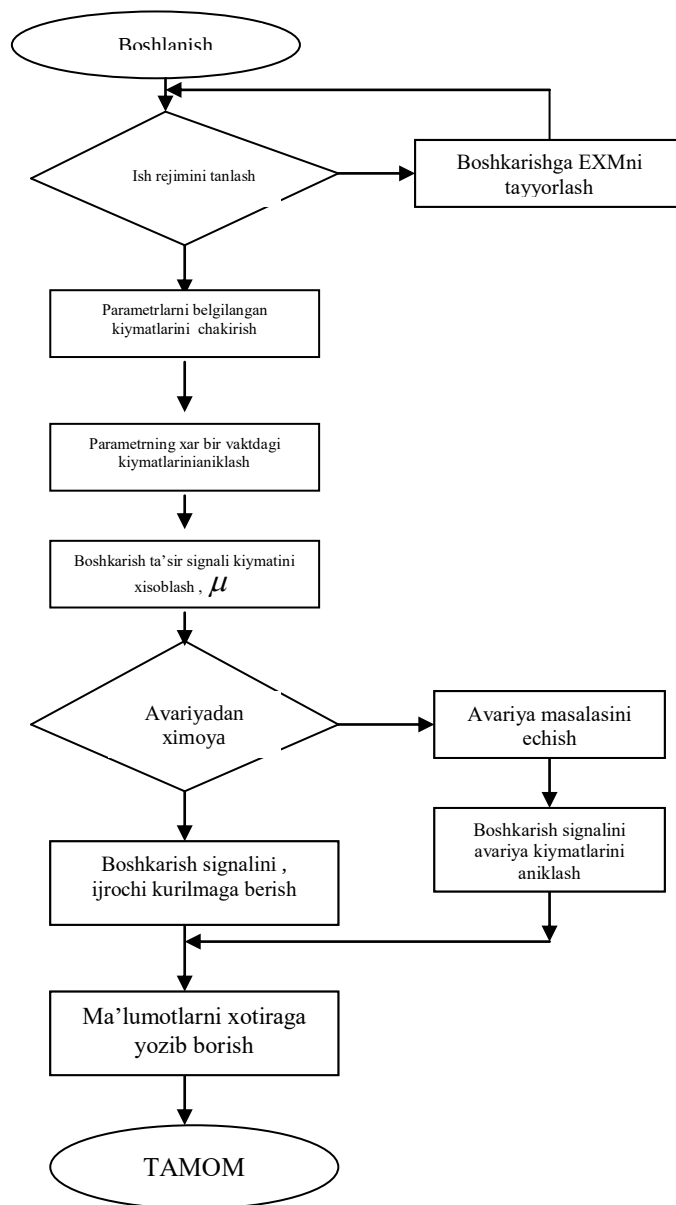
y_i' – avvaldagi tsikldagi parametrlarning «sillig'langan» qiymati

y_i – i –parametrlarning hozirgi vaqtdagi qiymati

k – “sillig'lanish” koeffitsienti o'lcham xatoligiga va “sillig'lanish” darajasiga bog'liq.

Parametrni belgilangan qiymatdan chetlashgandagi qiymati U_i , birlamchi o'lchagich nomeri i va hozirgi vaqt t pechatga chiqarilib, yozib boriladi. Odatda pechatga chiqarib yozish, hamma birlamchi o'lchagichlardan axborotni olib bo'lingandan keyin amalga oshiriladi.

Jarayonni boshqarish algoritmi quyidagicha tashkil qilinishi mumkin: (rasm 52.).



Rasm 4.

Bunda birlamchi o'lchagichlarga davriy ravishda murojat qilinib, olingan ma'lumotlar «silliklanib» boriladi. Bu «silliklangan» ma'lumotlar parametrlarning normadagi va avariya qiymatlariga (min va max) solishtirib boriladi. Bunda EHM ushbu informatsiyani qabul qilaoladi deb qabul qilinadi.

Jarayon parametrlari to'g'risidagi ma'lumotni yig'ish va qayta ishlash quyidagicha tashkil qilinishi mumkin: (rasm 51.).

Tasodifiy ta'sirlar natijasida texnologik parametrlarning qiymatlari belgilangan qiymatlardan chetlanishini jarayonni boshqarishga ta'sir ko'rsatmasligi uchun, parametrlarning hozirgi, har bir vaqtdagi, qiymatlari «sillig'lanib» boriladi.

Boshqarishning chiziqli qonuniyatlari uchun boshqarish ta'sir signali μ , quyidagicha topiladi:

$$\mu(r) = W_{\text{kord}}(r) [g(p) - \sum_{i=1}^N Y_i(p)] + k_2 r g(r)$$

bu erda, W_{kord} – (peredatochnaya) uzatish funktsiyasi;

Y_i – qayta ta'sir signali;

N – qayta ta'sir zanjirlari soni;

k_1, k_2 – proportsionallik koeffitsienti.

Ushbu algoritm eng sodda algoritmlardan hisoblanib, boshqarish masalasining murakkabligiga qarab, u ham o'zgarib boradi.

Robototexnika va uni ishlab chiqarishdagi ahamiyati

Oziq-ovqat va kimyo ishlab chiqarishida inson uchun zararli bo'lgan ko'p faktorlar (katta harorat, muxit, namlik, chang, vibratsiya, tovush va boshqalar), hamda og'ir qo'l mehnati mavjuddir.

SHunday joylarda og'ir qo'l mehnatini sanoat robotlari bilan almashtirish, insonlarga engillik tug'dirish bilan birga unumdorlikni oshiradi.

Sanoat robotlari uch avlodga bo'linadi:

Ular aniq belgilangan programmaga asosan ishlaydilar va ko'p qaytariladigan jarayonlarda katta foyda beradilar va aniq ishlaydilar;

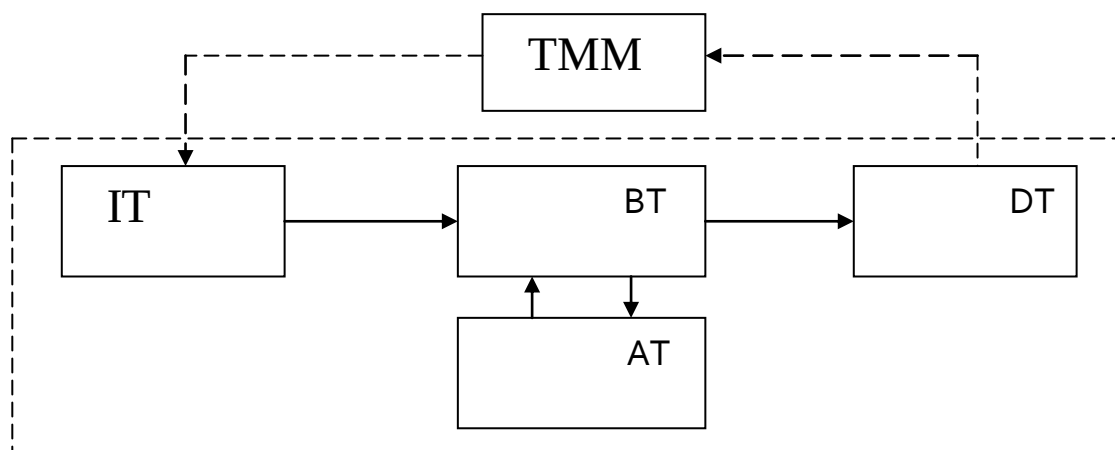
Ular moslashuvchan-adaptiv bo'lib, oldindan belgilangan boshqarish algoritmi bo'yicha EXMlar yordamida boshqariladi.

Intellektual yoki aqillik robotlarning funktsional imkoniyatlari keng. Ular so'zlarni qabul qila oladilar, modellar tuzadilar, o'rganadilar, rejalashtiradilar, optimallashtiradilar va boshqalar.

Sanoat robotlari asosiy 2 qismdan iborat: mexanik va boshqaruv tizimi.

Mexanik qismi asos va manipulyatorlardan (ijrochi qism) iborat.

Robotni umumlashgan chizmasi 53-rasmda berilgan.



Rasm 53.

IT – informatsion tizim;

BT – boshqaruvchi tizim;

DT – dvigatel tizimi;

AT – aloqa tizimi;

TMM – tashki muxit muxofazasi.

Aloqa tizimi – inson va robotexnika qurilmasi o'rtasidagi informatsiya almashuv, boshqaruv pulti yoki mikrofon yordamida bo'ladi.

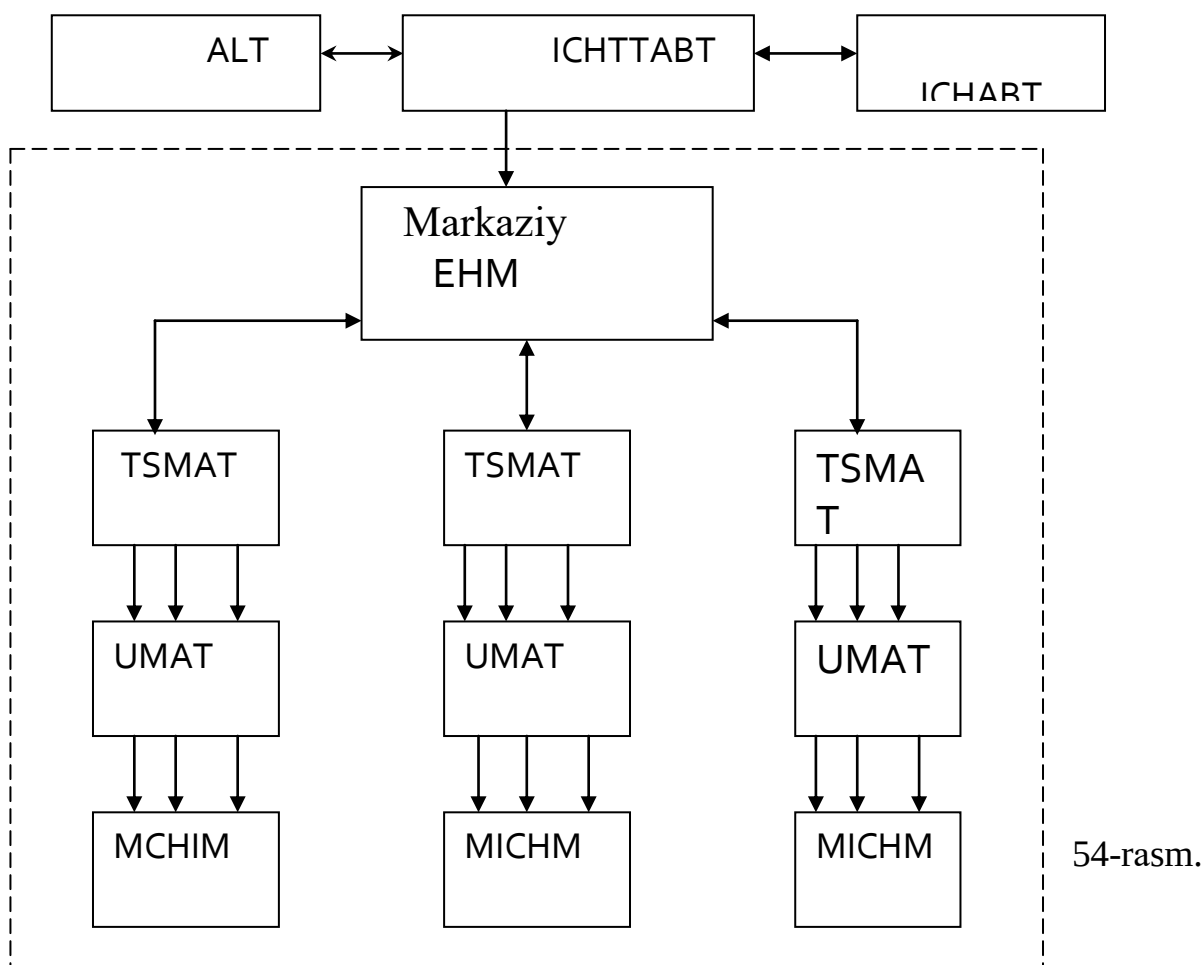
Informatsion tizim – sun'iy sezgi organlari funktsiyasini (sensorlar) bajaradi, informatsiyani qabul qiladi va qayta o'zgartiradi.

Boshqaruvchi (intellektual) tizim boshqaruv konunlarini (algoritmnlarni) mikroprotsessorlar, mikroEXM va kompyuterlar yordamida amalga oshiradi.

Sanoat robotlarini intellektual qobiliyati boshqaruv algoritmi darajasiga bog'liq (dasturga).

Kimyo sanoatida, aholi talabi o'sishi xisobiga, mahsulot turlari kundan-kunga oshib bormoqda va o'zgarish juda tezsodir bo'lmokda. SHuning uchun mahsulot turlari va nomlari tezalmashinmokda. Bu esa ishlab chiqarishni avtomatlashtirishni ancha qiyin axvolga qo'yadi. SHu sababli, xozirgi kunlarda qo'llanilayotgan moslashuvchi avtomatik tizimlarni, yangi sharoitlarga tezmoslashtirish mumkin.

Moslashuvchi avtomatik tizim (MAT) chizmasi va boshqaruv 54-rasmda berilgan.



Bu erda:

ATT - avtomatik loyixalash tizimi;

ICHTTABT – ishlab chiqarish tayyorlash texnologiyasini avtomatik boshqaruv tizimi;

ICHABT – ishlab chiqarishni ABT;
TSMAT – tsex moslashuvchi avtomatik tizimi;
UMAT – uchastka MAT;
MICHM – moslashgan ishlab chiqarish moduli;
MICHM – asosiy va yordamchi texnologiya, transport, sklad va boshqa
xo'jaliklarni nazarda tutadi.
Barcha tizim to'liq avtomatlashtirilgan.

Tayanch so'zva iboralar

1. Tasodifiy kidirish usuli - funktsiya optimumini qidirishda tasodifiylik vektoridan foydalanib qidirish usuli;
2. Tasodifiy yunalishlar usuli - tasodifiy yo'nalishda qidirish qadami qo'yib funktsiya optimumini qidirish;
3. Tasodifiylik vektori - tasodifiy yo'nalishga yo'nalgan vektor;
4. Muvaffakiyatli kadam - qidirish qadami natijasida olingan natija oldingisidan yaxshi bo'lsa, qadam muvaffaqiyatli bo'ladi;
5. Muvaffakiyatsizkadam - qidirish qadami natijasida olingan natija oldingisidan yomon bo'lsa, qadam muvaffaqiyatsizbo'ladi;
6. Klassik matematik taxlilga asoslangan optimallashtirish usuli - matematik taxlil yo'li bilan funktsiya optimumini topish;
7. Funktsiya ekstrimumi borligini kerakli sharti - kerakli shart, funktsiyadan olingan xosilaning nulg tengligi;
8. Funktsiya ekstrimumi borligini birinchi etarli sharti - ekstrimum bor deb taxmin qilinayotgan nuqta atrofidagi funktsiya qiymatlari xisoblanib, ekstrimum borligi aniqlanadi;
9. Funktsiya ekstrimumi borligini ikkinchi etarli sharti - shu nuqta atrofida funktsiya xosilasi ishorasi aniqlanadi;
10. Funktsiya ekstrimumi borligini uchinchi etarli sharti - funktsiya yuqori xosilalari xisoblanadi.
11. Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari-texnologik jarayonlarni optimal boshqarishni ta'minlovchi avtomatik boshqarish tizimlari;
12. Informatsion ta'minot – texnologik jarayon parametrlari to'g'risida axborot bilan ta'minlash;
13. Matematik ta'minot – texnologik jarayon matematik modellarini tuzilganligi;
14. Dasturiy ta'minot - texnologik jarayon matematik modellarini tanlangan echish ketma-ketligi bo'yicha dasturlanganligi;
15. Tashkiliy ta'minot;
16. Optimal boshqarish algoritmi.

Nazorat savollari

1. Tasodifiylik vektori nima?
2. Optimallashtirishning tasodifiy yo'nalishlar usulida optimizmni qidirish strategiyasi qanday?
3. Funktsiya ekstrimumini borligini kerakli va etarli shartlari?
4. CHiziqli dasturlash usullarida optimallashtirish kriteriysining maqsad funktsiyasi qanday ko'rinishga ega?
5. Optimallashtirishning chiziqli dasturlash usullari yordamida qanday masalalar echiladi?
6. TJABTda birlamchi o'lchov asboblarning vazifasi ayting.
7. Boshqaruvchi EXMga parametrlar to'g'risida ma'lumot qanday signal ko'rinishida beriladi?
8. Informatsion ta'minot deganda nimani tushunasiz?
9. Matematik ta'minot deganda nimani tushunasiz?
10. Dasturiy ta'minot deganda nimani tushunasiz?
11. Tashkiliy ta'minot deganda nimani tushunasiz?
12. Boshqaruv kompyuterlari orqali ko'p bosqichli boshqaruv tizimini tahlili va sintez qilish.
13. Boshqarish algoritmlari to'g'risida nimani bilasiz?
14. Informatsiyani yig'ish algoritmi haqida qisqa ma'lumot.
15. Informatsiyani boshqarish algoritmi haqida qisqa ma'lumot.
16. Optimal boshqarish algoritmi haqida qisqa ma'lumot.
17. Robototexnika va uni qo'llash haqida qisqa ma'lumot.

Adabiyotlar

1. I.Karimov Barkamol avlod - O'zbekiston tarakkietining poydevori.-T.: «SHark», 1997,-63b.
2. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii. M.:ximiya,1985.
3. Kafarov V.V., Makarov V.V. Gibkie avtomatizirovannie proizvodstvennie sistemi v ximicheskoy promishlennosti. M.: Ximiya, 1990.
4. SHiroxov L.A. i dr. Avtomatizatsiya proizvodstvenno'x protsessov i ASUTP v pishevoy promishlennosti.-M.: Agropromizdat,1986,-311s.
5. YAtsenko V.F. i dr. Osnovi avtomatizatsii texnologicheskix protsessov maslo-jirovogo proizvodstva- M.: Pishhevaya promishlennost, 1976.-268 s.
6. Vasilev N.F. i dr. Avtomatizatsiya masloekstraktsionnogo proizvodstva- M.:Pishhevaya promishlennost,1979.- 216 s.
7. Tregub V.G.,Ladanyuk A.P. Proektirovanie, montaji ekspluatatsiya sistem avtomatizatsii pishevix proizvodstv-M.:Legkaya i pishhevaya promishlennost,1980,-376 s.
8. Blagoveshenskaya M.M. i drugie «Avtomatika i avtomatizatsiya pishevix proizvodstv», Moskva, VO Agropromizdat, 1991, 239 s.

9. N.YUsufbekov, B.Muxamedov, SH.Gulomov Texnologik jaraenlarni boshqarish tizimlari, Texnika oliy ukuv yurtlari uchun darslik.-T.: «Ukituvchi», 1997,704b.

10. Boyarinov A.I., Kafarov V.V. Metodi optimizatsii v ximicheskoy texnologii M.Ximiya 1975. 575s.

11. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.

Foydalanish uchun tavsiya etiladigan adabiyotlar

Asosiy

1. Kafarov V.V. Metodi kibernetiki v ximii i ximicheskoy texnologii M.; Ximiya, 1985. 448s.
2. Boyarinov A.I., Kafarov V.V. Metodi optimizatsii v ximicheskoy texnologii M.Ximiya 1975. 575s.
3. Zakgeym A.YU. Vvedenie v modelirovanie ximiko-texnologicheskix protsessov. M. Ximiya. 1982.
4. Frenks R. Matematicheskoe modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Perev. s angl. M. Ximiya, 1971.
5. YUnusov I.I., Artikov A.A., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasida EHM ni qo'llash Toshkent: TKTI, «NISIM». 2001.148 b.
6. Dvoretzkiy S.I., Egorov A.F., Dvoretzkiy D.S. Kompyuternoe modelirovanie i optimizatsiya texnologicheskix protsessov i oborudovaniya. Tambov. TGTU, 2003.-224 s.
7. CHernorutskiy I.G. Optimizatsiya v teorii upravleniya. S-Peterburg, «Izdatelskiy dom Piter», 2003. -256 s.
8. Aliev R.A., Aliev R.R. Teoriya intellektualnix sistem. Baku 2001, 719 s.
9. Artikov A.A. Protsessi i apparati pishevix proizvodstv (matematicheskoe modelirovanie, teploobmennie protsessi, viparivanie), Tashkent, Ukituvchi, 1983.

Qo'shimcha

1. Bondar A.G. Matematicheskoy modelirovanie v ximicheskoy texnologii. Kiev. Vissh.shkola. 1973. 288s.
2. Jidkov B.A., Bondar A.G. Algoritmizatsiya raschetov v ximicheskoy texnologii. Kiev. Vissh.shkola. 1970.
3. Kafarov V.V., Vinarov A.YU., Gordeev L.S. Modelirovanie bioximicheskix reaktorov. M.Ximiya. 1983. 342s.
4. K.A.Axmetov, M.A.Ismailov Matematicheskoe modilirovanie i upravlenie texnologicheskimi protsessami bioximicheskogo proizvodstva. Tashkent Fan. 1988 95s.
5. Ostapchuk N.V. Matematicheskoe modelirovanie texnologicheskix protsessov xraneniya i pererabotki zerna. M. Kolos. 1977 240s.
6. Dudnikov E.G., Valakirov V.S., Krivunov B.N., TSirlin A.I. Postroenie matematicheskix modeley ximiko-texnologicheskix ob'ektov. Ximiya. 1970. 312s.
7. Li T.G.,Adams G.E., GeynzU.M. Upravlenie protsessami s pomoshyu vichislitelnix mashin. Modelirovanie i optimizatsiya: Per.s angl. Pod.red. V.I.Mudrova M.; Sov.radio. 1972. 321s.
8. Batuner L.M., Pozin M.V. Matematicheskie metodi v ximicheskoy texnike. Izd. Ximiya. 1971.824s.

9. Primenenie EVM v ximicheskix i bioximicheskix issledovaniyax. Pod.ruk. N.Klopfeniteyna. Izd. Akad.Press. A.F.Vasileva. M.Ximiya. 1976.
10. Artikov A.A. Protsessi i apparati pishevix proizvodstv (matematicheskoe modelirovanie, teploobmennie protsessi, viparivanie), Tashkent, O'qituvchi, 1983.
11. Artikov A.A. va boshk. Sistemniy analiz kontsentrirvaniya rastvorov inertnim gazom. Tashkent, Fan, 1987.
12. Artiqov A.A., Mamatqulov A.X. IBM PC komp'yuterlaridan foydalanish . T. qomus, 1992.

Elektron adabiyotlar

1. Matematicheskoe modelirovanie i metodi sinteza gibkix ximicheskix proizvodstv. www.muctr.cdu.ru
2. Modelirovanie i optimizatsiya texnologicheskix protsessov i oborudovaniya. www.tsti.ru

Informatsion-texnik vositalar.

Talabalarga hozirgi zamon ukitish texnologiyasidan foydalanib, komyuter, vertual stendlar, ma'ruzalarning elektron versiyalarini kullab mustakil ravishda bilimlarini oshiradi.

MUNDARIJA

	Bet
1-MA'RUZA	3
Fanni o'qitishdan maqsad va uning vazifasi	3
KIRISH	5
Kimyo va oziq-ovqat texnologik tizimlari	5
Ishlab chiqarish korxonasining ierarxik tuzilishi	7
Texnologik jarayonlari	8
2 – MA'RUZA	10
Texnologik tizimlarini tahlil qilish sintez qilish va optimallashtirish	10
EHM ni texnologik jarayonlari va tizimlarini tadqiq qilishda qo'llash	11
Matematik modellashtirish	11
Matematik modelni qurish	11
Mazmuniy ifodani tuzish	12
Matematik ifodani tuzish	12
Matematik model tenglamalar tizimining tasnifi	13
Modellashtirish algoritmi	13
3 - MA'RUZA	16
Eksperimental statistik modellashtirish usuli	16
CHiziqli regressiya	18
Regression taxlil	22
4 – MA'RUZA	26
Parabolik regressiya	26
Transtsendent regressiya	26
Korrelyatsion tahlil	27
Kurilmalardagi okimlar tuzilishining tipik matematik modellari	27
Ideal siqib chiqarish modeli	28
Ideal aralashtirish modeli	29
Diffuzion modellar	30
YAcheykali model	32
Kombinatsiyali modellar	32
5-MA'RUZA	36
Modellashtirishga misollar	38
Gidravlik idishni modellashtirish	38
Isitgichni modellashtirish	38
6-MA'RUZA	46
Trubasimon isitgichni modellashtirish	46
Kimyoviy reaktorlarni modellashtirish	49
Kimyoviy kinetika asoslari	49
Davriy kimyoviy reaktorlarni modellashtirish	50

7-MA'RUZA	55
Trubasimon kimyoviy reaktorlarni modellashtirish	56
Texnologik jarayonlar va tizimlarini hisoblash eksperimenti o'tkazish yo'li bilan o'rganish.	59
Hisoblash eksperimenti to'g'risida tushuncha.	59
Texnologik jarayonlarni tahlil qilish vazifalari	60
XE ni tashkil qilish. Hisoblash-texnologik eksperimenti-HTE.	60
8-MA'RUZA	64
Kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlar va tizimlarini optimallashtirish. Asosiy tushunchalar va ta'riflar	64
Texnologik jarayonlarining samaradorlik ko'rsatkichlari	64
Optimallik kriteriysining turlari	65
Optimallashtirish masalalarini echish usullari.	65
Maqsad funktsiyasi. CHiziqsizdasturlash usullari. Gradient usullari. Relaksatsiya usuli. Gradient usuli. Optimumga teztushish usuli. Determinlashgan qidiruvning nogradient usullari.	68
Bir o'zgaruvchilik funktsiya ekstremumini lokalizatsiyalash usuli.	68
«Oltin kesim» usuli.	75
O'zgaruvchilarni ketma-ket o'zgartirish usuli(Gauss-Zeydel usuli).	76
Skaniqlash usuli. Simpleks usuli.	78
9-MA'RUZA	82
Tasodifiy qidirish usullari.	82
Tasodifiy yo'nalishlar usuli	82
Orqaga qadam qo'yish bilan tasodifiy yo'nalishlar usuli.	83
CHiziqli qayta hisoblash bilan tasodifiy yo'nalishlar usuli	84
Tasodifiylikni jazolash bilan qidirish usuli.	84
Klassik matematik tahlil qilishga asoslangan optimallashtirish usuli.	85
CHiziqli programmashtirish	86
CHiziqli dasturlash masalalarini matematik ifodalash	87
Dantsig simpleks usuli	88
EHM ni texnologik jarayonlarni boshqarishda qo'llash	89
Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari (TJABT).	89
TJABT ta'minlovchi qismi.	91
Robototexnika va uni ishlab chiqarishdagi ahamiyati.	95
Foydalanish uchun tavsiya etiladigan adabiyotlar	100

