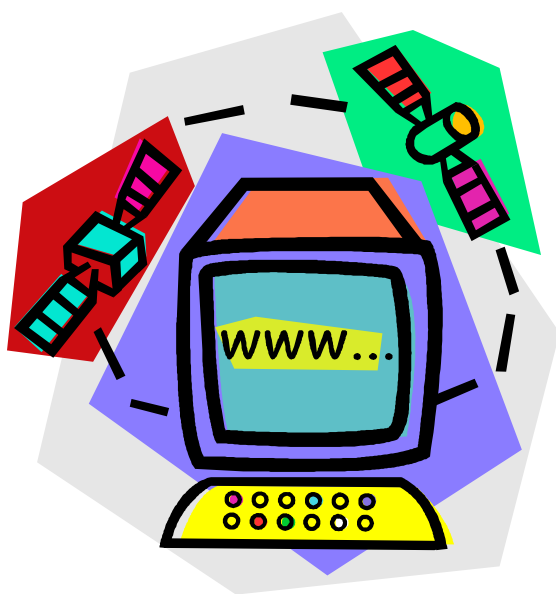


**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**«Информатика,
автоматлаштириш ва бошқарув»
кафедраси**

**«КИМЁ ТЕХНОЛОГИЯ ТИЗИМЛАРИ
СИНТЕЗИ»
ФАНИДАН
МАЪРУЗАЛАР МАТНИ**



Тошкент - 2006 й.

“Кимё технология тизимлари синтези” фани техника фанлари бакалаврларини тайёрлашда катта аҳамиятга эга. Бу фан замонавий технологияларни ва кимё технологияси тизимларини таҳлил қилиш, оптималлаштириш ва синтез қилиш каби масалаларни ечишни ўргатади.

Курсни ўрганишда қуйидагилар режалаштирилади:

- замонавий компьютерларнинг имкониятлари ўрганилади;
- кимё технологияси жараёнлари ва тизимларини математик моделлаштириш усуллари билан тадқиқот қилиш;
- ЭХМ ни Киме ва озиқ-овқат технологияси жараёнларини оптималлаштиришда қўллаш;
- ЭХМ ни кимё ва озиқ-овқат технологияси тизимларини лойиҳалашда қўллаш;
- ЭХМ ни кимё ва озиқ-овқат технологияси тизимларини бошқаришда қўллаш.

Ўқув режаси бўйича фанни **5** –семестрда 5522400 - Кимёвий технология (ишлаб чиқариш турлари бўйича), 5522500 - Нефт ва нефт-газни қайта ишлаш технологияси, 5522600 - Ёғочсозлик саноати технологияси, машиналари ва жиҳозлари, 5850100 - Атроф муҳит муҳофазаси таълим йўналишларида ва **6-семестрда** 5541100 – Озиқ-овқат технологияси (маҳсулот турлари бўйича), 5522900 - Биотехнология таълим йўналишларида ўқиш мўлжалланган. Мазкур фан учун жами 61 соат ажратилган, жумладан:

- маъруза машғулотлари учун - 18 соат;
- амалий машғулотлар учун -18 соат;
- мустақил ишлаш учун - 25 соат.

Тузувчилар: доц. Юнусов И.И., проф. Артиков А.А., Хамидов Б.Т.

Такризчи: Тошкент кимё технология институти доценти
Акрамхўжаев Й.Т.

Маърузалар матни «Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси мажлисида муҳокама қилинган ва факултет Илмий-услубий Кенгашида кўриб чиқиш учун тавсия этилган. Баённома №__, “__” _____ 2006 й.

Кафедра мудири: проф. Артиков А.А.

Маърузалар матни «Озиқ-овқат маҳсулотлар технологияси» факультети Илмий-услубий Кенгашида кўриб чиқилган ва институт Илмий-услубий Кенгашига тасдиқлаш учун тавсия этилган. Баённома ____, “__” ____ 2006 й.

Кенгаш раиси: доц. Турсунов Т.Т.

1-МАЪРУЗА

Режа:

1. Рейтинг тизими тўғрисида.
2. Фанни ўқитишдан мақсад ва унинг вазифалари.
3. Кириш.
4. Кимё-технология тизимлари. Катта ва кичик тизимлар.
5. Кимёвий корхонанинг иерархик тузилиши.

Фанни ўқитишдан мақсад ва унинг вазифаси

Кимё ва озиқ-овқат технология тизимларини таҳлил қилиш, синтез қилиш ва оптималлаштириш ҳамда технологик жараёнларни бошқариш масалаларни ечишда замонавий ҳисоблаш техникасининг кенг қўлланиши ҳар қил соҳадаги технологлардан ЭХМларни тўғри қўллашда ва уларни ишлатишга заруратни тўғри аниқлашда етарли билим ва уқув талаб қилади.

Фаннинг ўқитишдан мақсад ЭХМни Кимё ва озиқ-овқат технологияси масалаларини, яъни ишлаб чиқариш жараёнларини моделлаштириш, оптималлаштириш ва бошқариш масалаларини ечишда қўллаш имкониятларини ўргатиш, талабаларни ЭХМни кимё ва озиқ-овқат технологик жараёнларини ҳисоблаш эксперименти ўтказиш йўли билан ўрганиш ва кимё ва озиқ-овқат технологик жараёнларини оптималлаштириш ва лойиҳалаш масалаларини ечиш услубларига ўргатишдир.

«Кимё технология тизимлари синтези» фанида жуда кенг спектрдаги масалалар, ҳисоблаш машиналарини илмий тадқиқотларда қўллашдан бошлаб, то технологик жараёнларни бошқаришда қўллашгача бўлган масалалар кўрилади.

Талабаларнинг билими, малакаси ва кўникмасига қўйиладиган талаблар.

Ушбу фаннинг ўзлаштириш натижасида, талаба ўз соҳасида ЭХМни қўллай билиши ва унинг имкониятларидан унумли фойдаланиши, қўйилган масалани етарлича бакалаврлик даражасида ечиш учун :

-Технологик жараёнларни математик моделларини тузишнинг умумий принципларини ва услубларини ;

- Технологик жараёнларни ЭХМда математик моделлаштириш масалалари ва уларни ечиш усулларини;

-Технологик жараёнларини оптималлаштириш масаласининг қўйилишини ва уларни ечиш усулларини билиши керак.

-Технологик жараёнларни динамик ва статик моделларини тузиш бўйича,

-Технологик жараёнларни математик моделлаштириш масалаларини тўғри қўйиш ва ечиш бўйича,

-Технологик тизимларни таҳлил қилиш, синтез қилиш ва оптималлаштириш масалаларини ечиш бўйича уқувга эга бўлиши керак.

Талаба ЭҲМда ечилаётган масалаларни тўғри, коррект қўйиш ва уларни ечиш алгоритмларини қўллаб, асосланган натижалар олишга кўникма ҳосил қилиши керак.

Мазкур фанни ўзлаштириш учун зарур фанлар ва уларнинг бўлимлари.

Мазкур фанни ўқиш давомида талабалар ўзларининг алгоритмлаш, дастурлаш ва компьютерда ишлаш тажрибалари ва ҳисоблаш усулларидан фойдалана билишлари керак. Бу талабалардан «Физика», «Олий математика», «Информатика», « Физикавий кимё», «Умумий кимёвий технология» ва «Кимё-технология жараёнлари ва қурилмалари» фанлар бўйича чуқур билим талаб қилади.

Фанни ўқитишда компьютер, ахборот ва бошқа замонавий ўқитиш технологияларининг қўлланилиши.

Фанни ўқитишда талабаларнинг билимини рейтинг назорати тизимини қўллаб аниқлашга асосланган замонавий педагогик технологиялар қўлланилади. Бундан ташқари, фанни ўзлаштиришни мустаҳкамлаш, талабанинг ижодий фикрлашини таъминлаш мақсадида, унга ўз соҳаси бўйича маълум бир технологик жараённи математик моделлаштириш учун топшириқ берилади. Талаба ҳисоблаш дастурини компьютерга киритиб, ҳисоблаш экспериментини ўтказди ва олинган натижаларни таҳлил қилиб, ўқитувчи билан муҳокама қилади.

КИРИШ

Ҳар қандай технологик тизим (ТТ) ва уни бошқариш тизими кибернетика фани учун, тадқиқот мавзуи ҳисобланади. Унинг тадқиқот усули бўлиб, математик моделлаштириш, тадқиқот стратегияси эса – тизимли таҳлил қилиш ва тадқиқот воситаси бўлиб, электрон ҳисоблаш машиналари - компьютерлар ҳисобланади.

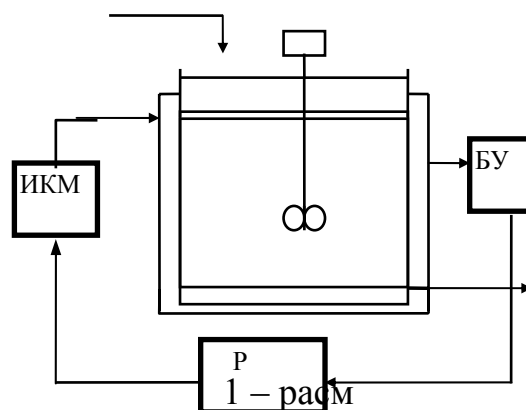
Кибернетика математик моделлаштириш усулларида фойдаланиб тизимларни аниқ натижалар билан таҳлил ва синтез қилишда, оптимал шарт-шароитларни прогноз қилишда фойдаланади.

Кибернетика усуллари Кимё ва озиқ-овқат технологик жараёнларни кетишидаги янги қонуниятларни аниқлашда ва уларни оптималлаштириш ҳамда бошқариш йўллари аниқлашда ёрдам беради. Кибернетика услублари кибернетиканинг техник воситаси бўлган ҳисоблаш машиналари ёрдамида тадбиқ этилади.

Кимё ва озиқ-овқат технологик тизимлари

Кимё ва озиқ-овқат технология тизимлари (кегусида технологик тизимлар) деганда, унда кетаётган физик-кимёвий жараёнлар ва уларни амалга оширувчи воситалар биргаликда тушунилади. Шундай қилиб технологик тизимлар жараённи, у кетаётган қурилмани, жараённи назорат ва бошқариш воситаларини ва улар орасидаги ўзаро боғлиқликларни ўз ичига олар экан.

Масалан: реакторда кетаётган бошқариладиган технологик жараённи-технологик тизимлар деб қараш мумкин (1 - расм). Технологик жараённинг кетиши бўйича ахборот бирламчи ўзгартиргичдан (БЎ) ростлагичга (Р) узатилади, у ўз навбатида технологик параметрнинг шу вақтдаги қийматини белгиланган қийматдан фарқига қараб ростлаш таъсир сигнали ишлаб чиқаради ва ижрочи қурилма (ИКМ) орқали объектга таъсир кўрсатади.



Технологик тизимларда маълум бир физик кимёвий жараёни амалга ошириш учун, бизга аралаштиргичли реактор ва шу жараёни бошқариш тизими бўлиши керак.

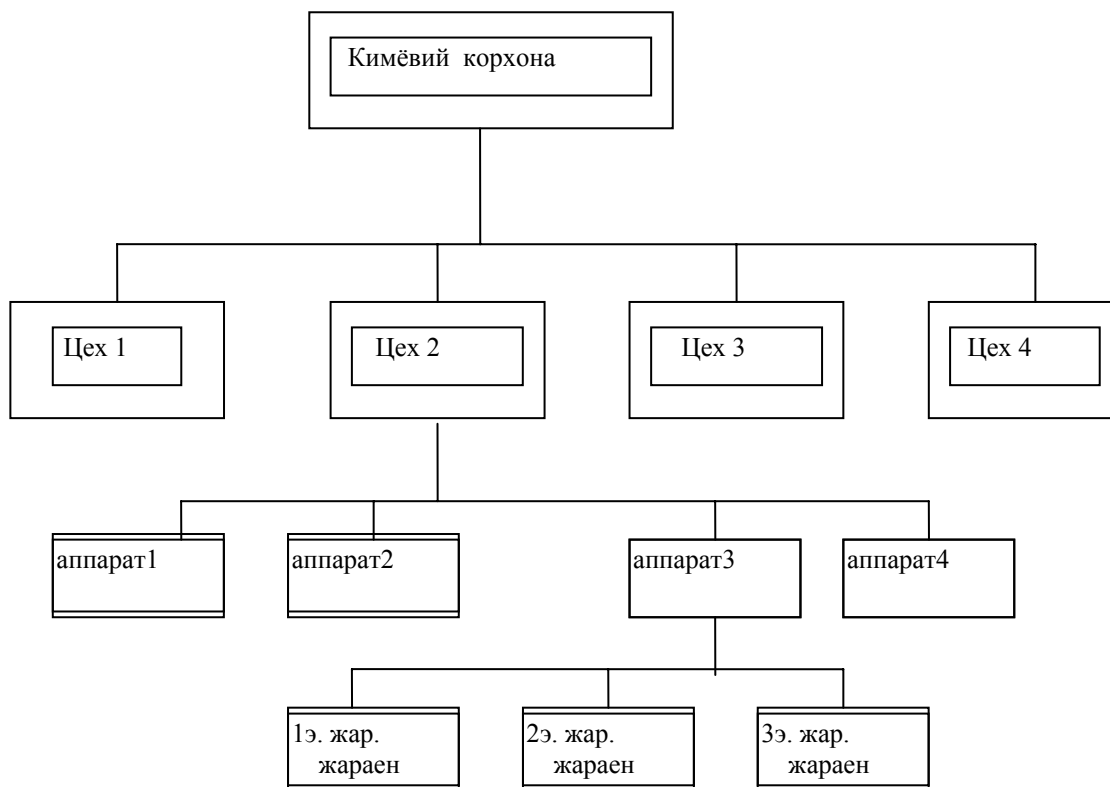
Ушбу технологик тизим ташқи муҳит билан ўзаро таъсирда бўлгани учун, унинг ҳолатини кириш X ва чиқиш Y сигналлари орқали баҳолаш мумкин. Кириш сигнали бўлиб одатда хом-ашё, унинг миқдори, таркиби, температураси ва бошқалар бўлиши мумкин. Чиқиш сигнали бўлиб, тайёр маҳсулот миқдори, унинг сифати, теператураси ва бошқалар бўлиши мумкин.

Технологик тизимга одатда ҳар хил турткилар Z таъсир кўрсатади ва технологик тизимни белгиланган шароитлардан чиқаради. Бу туртки таъсирларини компенсация қилиш учун, одатда бошқарувчи таъсирлардан фойдаланилади.

Технологик тизим- мураккаб объект ҳисобланиб, уни алоҳида элементларга (подсистема) декомпозициялаш мумкин. Элементлар ўзаро информацион бири-бири билан ва объект атроф муҳити билан боғлиқдир. Бу боғлиқликлар объект тузилишини ташкил этади.

Технологик тизим мўлжалланган мақсадга эришишга йўналтирилган алгоритм бўйича ишлайди. Ҳамма технологик тизимларни шартли равишда катта ва кичик тизимларга бўлиш мумкин.

Кичик тизимлар одатда бир типик жараён билан чекланган бўлиб, икки тизимларга бўлиш мумкин. Ундаги ички боғлиқликлар ва жиҳозларнинг ўзига хослиги билан ажралиб туради.



2 – расм.

Катта тизимлар, кичик тизимларнинг мураккаб равишда мужассамланган кўриниши бўлиб, улардан ҳам микдорий, ҳам сифат кўрсаткичлари бўйича фарқ қилади. Катта кибернетик Технологик тизим сифатида кимёвий цехни ёки корхонани мисол қилиш мумкин (2 - расм).

Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилиши

Ҳар қандай ишлаб чиқариш корхонасини уч кетма-кет бажариладиган технологик операция кўринишида тасаввур қилиш мумкин: хом-ашёни тайёрлаш, қайта ишлаш жараёни ва ниҳоят кузланган сифат ҳамда микдордаги маҳсулотни олиш. Бу операциялар кетма-кетлиги, якка бир мураккаб технологик тизим кўринишида мужассамлангандир.

Замонавий ишлаб чиқариш корхонаси, катта масштабли тизим сифатида, жуда кўп ўзаро бир-бирига, бўйсинган кичик тизимлардан ташкил топган бўлиб, уни асосан уч поғонали иерархик тузилиш кўринишида тасаввур қилинади. Ишлаб чиқариш корхонасининг ҳар бир кичик тизимини, бир бутун технологик тизим ва автоматик бошқариш тизими кўринишида тасаввур қилинади.

Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилишининг **биринчи қуйи босқичини** маълум бир аппаратлар ва уларни локал бошқариш тизимлари билан жиҳозланган типик жараёнлар ташкил қилади.

ишлаб чиқариш корхонасинининг иерархик тузилишининг қуйи босқичида, кичик тизимларнинг ишлашини ифодаловчи информация бойиб боради ва бу кичик тизимларни ишлашини бошқаришда типик жараёнларнинг технологик параметрларини автоматик ростлаш тизимларини тузиб, локал равишда стабиллаб борилади.

ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилишининг **иккинчи босқичини** агрегатлар, комплекслар, цехлар ва технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари ташкил қилади.

Юқори интенсив технологик жараёнларни ва юқори қувватли агрегатларни яратилиши ҳамда ишлаб турган корхоналарни оптималлаштириш мақсадида реконструкция қилиниши натижасида янги илмий техник масалалар вужудга келди:

- 1) ишлаб чиқариш корхонаси ва агрегатларни иқтисодий ва энерготехнологик кўрсаткичлар бўйича оптимал шароитларда ишлашини ташкил қилиш;
- 2) агрегатларда моддий ва энергетик оқимларни оптимал ташкил қилиш йўли билан бошқариш функциясини агрегатнинг ўзига бериш, яъни агрегат тузилишини кибернетик ташкил қилиш;
- 3) энерготехнологик тизимларни қўллаш натижасида агрегатларнинг чидамли ишлашини таъминлаш учун бошқарувчи ҳисоблаш машиналарини қўллаш зарурати пайдо бўлмоқда.

Ушбу иерархик босқичда, кичик тизимларни бошқаришда, аппаратлар ишини оптимал координациялаш ва улар орасидаги қувватларни оптимал

тақсимлаш масалалари вужудга келади. Бу масалаларни ечишда умуман янги декомпозициялаш ва агрегациялаш усуллари, эвристик моделлаштириш назарияси асосида технологияни таҳлил қилиш, кўп босқичли оптималлаштириш ва бошқа усуллардан фойдаланилади.

ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилишининг **учинчи юқори босқичи** бу - цехлар фаолиятини оператив бошқариш тизимлари, ишлаб чиқаришни ташкил қилиш тизимлари, хом-ашёни тақсимланишини режалаштириш, тайёр маҳсулотни тақсимланиши - корхонани автоматик бошқариш тизими. Иерархиянинг ушбу босқичида вазиятга қараб таҳлил қилиш, корхонани оптимал бошқариш масалалари вужудга келади. Бу масалаларни ечишда тизим-техниканинг математик усуллари, чизиқли программалаштириш, ўйинлар назарияси, маълумотлар назарияси ва бошқа усуллар қўлланилади.

Технологик жараёнлари

Ҳар қандай ишлаб чиқариш корхонасини, ҳар қандай технологик тизимни маълум бир миқдордаги типик технологик звенолар орқали ифодалаш мумкин. Одатда уларда адсорбция, ректификация, экстракция, кимёвий реакция ва бошқа типик технологик жараёнлар кетади.

Маълум бир курилмада кетаётган типик жараён, ўз вақтида типик бошқариш объекти ҳамдир.

Ички моддий ва энергетик боғлиқликлар характериға қараб, ишлаб чиқариш технологиясининг ҳамма жараёнларини қуйидаги синфларга бўлиш мумкин:

- гидродинамик;
- иссиғлик;
- диффузион;
- кимёвий;
- механик.

Бундан ташқари технологик жараёнлар детерминлашган ва стахостик жараёнларга бўлинади.

Детерминлашган деб шундай жараёнларга айтиладики, уларда асосий катталиклар узлуксиз ва аниқ қонуниятлар бўйича ўзгаради. Бунда, ушбу жараённи ифодаловчи чиқиш параметрининг қиймати, кириш параметрининг қийматига тўғридан-тўғри боғлиқдир.

Стахостик деб шундай жараёнларга айтиладики, уларда асосий параметрлар ўзгариши тартибсиз ва дискрет рўй беради.

Таянч сўз ва иборалар

1. Компьютерлар - замонавий шахсий электрон ҳисоблаш машинаси.
2. Кимёвий кибернетика - технология тизимларини ЭХМ ёрдамида бошқариш ва тадқиқот қилиш.

3. Технология тизими - технологик жараён, шу жараён кетаётган курилма ва шу жараённи бошқариш тизими ҳаммаси биргаликда технологик тизим дейилади.
4. Математик моделлаштириш - технологик жараённи унинг математик модели ёрдамида ўрганиш.
5. Тизимли таҳлил қилиш - жараённи ўрганишда уни элементар жараёнларга бўлиб ўрганиш.
6. Тизимни декомпозициялаш - тизимни алоҳида элементар жараёнларга бўлиб ўрганиш.
7. Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилиши - кимёвий корхона иерархик тузилишининг биринчи қуйи босқичи, иккинчи ўрта босқичи ва учинчи юқори босқичи ва улар орасидаги боғлиқликлар.
8. Локал автоматик ростлаш тизими - технологик жараёндаги бирор параметрни автоматик ростлаш тизимси.
9. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари - масалан бирор цехда кетаётган технологик жараённи оптимал бошқариш тизими.
10. Корхонани автоматик бошқариш тизимлари - бутун корхонани ишини автоматик бошқариш тизими.

Назорат саволлари.

1. Кимёвий кибернетиканинг тадқиқот усули нима?
2. Тизимли таҳлил қилиш нима?
3. Технологик тизим нималарни ўз ичига олади?
4. Технологик тизимларни алоҳида элементларга декомпозициялаш деганда нимани тушунасиш?
5. Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилишининг қуйи босқичида бошқариш тизимини қандай тасаввур қиласиз?
6. Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилишининг ўрта ва юқори босқичида бошқариш тизимини қандай тасаввур қиласиз?

Адабиётлар

1. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭХМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

2 - МАЪРУЗА

Режа:

1. Технологик тизимларини таҳлил қилиш, синтез қилиш ва оптималлаштириш.
2. Математик моделлаштириш ва унинг босқичлари.
3. Математик моделни қуриш.
 - а) Мазмуний моделни қуриш.
 - б) Математик ифодани тузиш.
 - в) Математик модел тенгламаларининг таснифи.
 - г) Моделлаштириш алгоритми.

Технологик тизимларини таҳлил қилиш синтез қилиш ва оптималлаштириш

Аппаратлароро технологик оқимлар тузилиши ва технологик оқимлар тизими кириш параметрлари берилган бўлса, **технологик тизимларини таҳлил** қилишда, шу тизим технологик оқимларининг чиқиш ва оралиқ параметрлари ва **технологик тизимлар** аппаратларининг конструктив ва технологик параметрларининг берилган қийматлари учун эффективлик критерийси аниқланади. Яъни, **технологик тизимларларини** таҳлил қилишда, технологик оқимлар тузилиши ва кириш параметрлари берилган бўлса, унда чиқиш ва оралиқ параметрлари аниқланади ва **технологик тизимларнинг** эффективлик критерийси аниқланади.

технологик тизимларларини оптималлаштиришда аппаратлароро оқимлар тузилиши маълум бўлганда, технологик тизимнинг эффективлик критерийси кўрсаткичининг оптимал қийматлари аниқланади.

технологик тизимларнинг синтез қилишда, хом ашёдан керакли маҳсулот олиш усули маълум бўлса, оптимал технологик схема ишлаб чиқилади.

Одатда, **технологик тизимларларини** таҳлил қилиш, оптималлаштириш ва синтез қилиш масалаларини ишлаб чиқариш шароитида ёки тажриба мосламаларида ечиш жуда мураккаб масала бўлиб, ҳамма вақт ҳам ечиш мумкин эмасдир. Бу масалаларни ечилиши кимёвий кибернетика усулларини қўллаш билан анча осонлашади. Бунда, **технологик тизимларнинг** алохида жараёнларнинг математик ифодалари тузилиб, улар асосида бутун тизим математик ифодаси тузилади. Бу математик аппарат ёрдамида ҳисоблаш эксперименти ўтказилиб, **технологик тизимларнинг** оптималлаштириш, таҳлил қилиш ва синтез қилиш масалаларини ечиш мумкин.

ЭХМ ни технологик жараёнлари ва тизимларини тадқиқ қилишда қўллаш

Математик моделлаштириш

Одатда технологик объектни ўрганишда маълум қийинчиликлар бўлса, унда моделлаштириш усуллари қўлланилади (масалан, объектнинг хавфсизлиги бўйича тажриба ўтказиш мумкин бўлмаса).

Моделлаштирилаётган объект хусусиятларини унинг моделида олинган анологик хусусиятларни таҳлил қилиш йўли билан ўрганишга моделлаштириш дейилади. Бунда модель ва объект ўхшаш бўлиши керак. Одатда ўхшашлик физик ва математик бўлади.

Физик моделлаштиришда, объект хусусиятлари кичик масштабни мосламаларда ўрганилиб, у объектни ўрганишни кам харажатлар билан ўтказишга имконият беради. Физик моделлаштиришда объектнинг баъзи бир хусусиятлари моделда олинган натижалардан фарқли бўлиши мумкин. Шунинг учун одатда физик моделлаштиришда одинган натижаларни тўғридан-тўғри объект учун қўллаб бўлмайди.

Математик моделлаштириш усули охирги 30-40 йил ичида жуда тез ривожланиб бормоқда. Айниқса, замонавий компьютерларнинг имкониятларини ошиб бориши билан математик моделлаштириш йўли билан технологик жараён хусусиятларини ўрганиш яхши натижалар бера бошлади.

Математик моделлаштириш уч босқичда олиб борилади:

- Ўрганилаётган жараён математик моделини тузиш,
- Асосий параметрлар қийматларини ҳисоблаш учун масалани ечишни дастурлаш(алгоритмлаш),
- Моделни ўрганилаётган жараёнга адекватлигини аниқлаш.

Математик моделни қуриш

Объектда кетаётган ходисаларни ифодалайдаган математик тенгламалар тизимсига математик модел дейилади.

Шунга асосан, технологик жараённинг математик моделини тузишни қуйидаги уч аспектда кўришимиз мумкин: мазмуний, аналитик ва ҳисоблаш.

Биринчи, объектнинг физик мохияти ўрганилиб, унинг мазмуний ифодаси тузилади.

Иккинчи, мазмуний ифодани аналитик кўринишда, яъни математик тенгламалар тизимси кўринишида ифодаланади.

Учинчи, моделни ҳисоблаш томонлари, яъни моделлаштириш алгоритми аниқланади. Бунда математик ифодани ечиш усули ва ечиш кетма-кетлиги аниқланиб, яъни ечиш алгоритми тузилади.

Мазмуний ифодани тузиш

Ҳар қандай математик моделни тузиш объектни мазмуний ифодасини тузишдан бошланади. Кимё технология объектларини моделлаштиришда аввал, уларнинг «элементар» жараёнларини аниқлаб олинади.

Одатда қуйидаги «элементар» жараёнларини инобатга олинади:

- фазалар оқимлари ҳаракати жараёни;
- кимёвий ўзгариш жараёни;
- фазалар орасидаги модда алмашинуви;
- иссиқлик ўтказиши;
- модда агрегат ҳолатининг ўзгариши.

Баъзи бир тўла ўрганилмаган «элементар» жараёнларни математик моделга киритилмасдан жараённинг математик моделини тузиш мумкин, лекин бунда жараён математик модели хатолиги жуда катта бўлиб кетмаслигига эътибор бериш керак бўлади.

Моделлаштиришдан олинган натижалар аниқлиги объектнинг ҳар хил параметрларини бу моделда қанчалик тўла ҳисобга олинганлигига боғлиқдир. Бу параметрларга қуйидагиларни киритиш мумкин: конструктив, физик ва элементар жараён параметрлари.

Конструктив параметрларга, структура параметрлари (оқимлар ҳаракати тузилишини ифодаловчи) ва геометрик параметрлар (аппарат параметрлари) киради.

Физик параметрларга оқимнинг ҳолат параметрлари (температура, концентрация ва бошқалар) ва хусусият параметрлари (иссиқлик сиғимлари, қовушқоқлик, зичлик ва бошқалар) киради.

«Элементар» жараён параметрларига гидродинамик параметрлар (оқимлар ҳаракатини ифодаловчи параметрлар, масалан: модданинг оқимда кўндаланг аралаштиргич коэффициентлари) ва физик-кимёвий параметрлар (иссиқлик ва модда алмашинув коэффициентлари, кимёвий реакция тезлиги константаси) киради.

Математик ифодани тузиш

Моделлаштирилаётган объект математик ифодасини тузишда тизимли таҳлил усулларида фойдаланиб, (блок принципини қўллаб) жараённинг элементар жараёнларини чуқур таҳлил қилинади. Аввал математик ифода тузилишининг асоси сифатида жараённинг гидродинамик модели ўраганилади. Сўнгра кимёвий реакция кинетикаси ва ундан сўнг иссиқлик ва модда алмашинув жараёнлари (гидродинамик шароитлари ҳисобга олган ҳолда) ўрганилиб, ҳар бир юқоридаги жараёнлар учун математик ифода тузилади. Моделни тузишни охиригача босқичида, ҳамма ўрганилган «элементар» жараён математик ифодалари бир тенгламалар тизимига бирлаштирилади.

Шундай қилиб, **қандайдир технологик жараён математик моделини тузишда қуйидагиларни ҳисобга олиш керак:**

- физика қонунларини ифодаловчи математик ифодалар (модда ва энергиянинг сақланиш қонуни);
- «элементар» жараёнларни ифодаловчи тенгламалар ва бошқалар;
- технологик жараён параметрлари орасидаги боғлиқликни ифодаловчи ҳар қил эмпирик тенгламалар. (масалан: объект тўғрисида етарли назарий маълумотлар бўлмаса, унда статистик моделлардан фойдаланилади);
- жараён параметрларига ҳар қил чекламалар.

Математик модел тенгламалар тизимининг таснифи

Моделлаштирилаётган ҳар қил объектларнинг хусусиятларини оддий алгебраик тенгламалар, оддий дифференциал тенгламалар, интеграл тенгламалар ва хусусий ҳосила кўринишидаги тенгламалар орқали ифодаланади. Математик ифодада объект параметрларининг ўзгариши вақт бўйича ифодаланаяптими ёки йўқми, шунга қараб, моделлар стационар ва ностационар бўлиши мумкин. Объектнинг стационар ҳолати стационар моделлар ифодалайди. Параметрлари мужассамланган объектларнинг стационар ҳолатини, одатда оддий алгебраик тенгламалар орқали ифодалаш мумкин. Бундай объектларнинг ностационар ҳолатини оддий дифференциал тенгламалар орқали ифодалаш мумкин.

Агар жараённинг параметрлари ҳам вақт бўйича, ҳам бошқа параметрлар бўйича ўзгарса (масалан: аппарат узунлиги бўйича) унда бундай объектлар одатда хусусий ҳосила кўринишдаги дифференциал тенгламалар орқали ифодаланади ва улар параметрлари тақсимланган модел дейилади.

Оддий, биринчи тартибли дифференциал тенгламалар орқали параметрлари мужассамланган объектларнинг ностационар ҳолатини ва параметрлари тақсимланган объектларнинг стационар ҳолати ифодаланади.

Баъзи бир ҳолатларда объектларнинг дифференциал тенгламалар орқали ифодаланган математик моделлари ёрдамида ўрганиш, ҳисоблаш нуқтаи назаридан ниҳоятда мураккаб масала бўлиб, бунда кўпинча объектнинг узлуксиз, параметрлари тақсимланган кўринишдаги дифференциал тенглама ёрдамида ифодаланган математик модели ўрнига, дискрет, параметрлари мужассамланган аммо, ячеикали структура кўринишига келтириб ечилади.

Моделлаштириш алгоритми

Математик ифодада тенгламалар тизимсини ечиш кетма-кетлигини аниқлаб ҳисоблаш алгоритмини тузиб чиқиш керак бўлади. Математик тенгламалар тизимсини аналитик ечиш мумкин бўлса, унда махсус моделлаштириш алгоритмларини яратишга зарурат йўқолади, аммо куп ҳолатларда математик тенгламалар тизимси мураккаб кўринишга эга бўлиб, эффектив моделлаштириш алгоритми тузиш мумкинлигига қараб, бу моделдан фойдаланса бўлишлиги боғлиқ бўлади. Яна бир асосий факторлардан бири,

олинаётган натижаларни физик моҳиятини яхши англаш, эффектив ҳисоблаш алгоритмларини тузишга ёрдам беради.

Баъзи бир ҳолатларда мураккаб моделлаштириш алгоритмини ЭХМда ечиш учун математик модельни соддалаштиришга тўғри келади. Албатта бу математик модель аниқлигини пасайтиради.

Таянч сўз ва иборалар

1. Технологик тизим таҳлили- технологик тизим кириш параметрларини оралик ва чиқиш параметрларига таъсир ўрганилади.
2. Технологик тизим синтез қилиш - агар мақсаддаги маҳсулотни олиш усули маълум бўлса, унда шу маҳсулотни олишни оптимал схемасини аниқлаш.
3. Технологик тизим оптималлаштириш - оптималлаштириш критерийсининг энг яхши қийматларини таъминловчи технология параметрларини аниқлаш.
4. Технологик тизимнинг кириш параметрлари - тизимга таъсир кўрсатувчи асосий параметрлар.
5. Технологик тизимнинг чиқиш параметрлари - тизим ҳолатини кўрсатувчи асосий параметрлар.
6. Технологик тизимнинг оралик параметрлари - тизим ҳолатини кўрсатувчи параметрлар.
7. Самарадорлик кўрсаткичи - тизимни эффектив ишлашини кўрсатувчи кўрсаткич.
8. Оптимал технологик схема - технологик схеманинг энг яхшиси.
9. Моделлаштириш- технологик жараён хусусиятларини унинг модели ёрдамида ўрганиш.
10. Физик моделлаштириш - технологик жараён хусусиятларини унинг физик модели ёрдамида ўрганиш.
11. Математик моделлаштириш - технологик жараён хусусиятларини унинг математик модели ёрдамида ўрганиш.
12. Мазмуний ифода - технологик жараённи мазмуний аспектда ифодаланган кўриниши.
13. Математик ифода - технологик жараённи аналитик аспектда математик тенгламалар ёрдамидаги ифодаси.
14. Моделлаштириш алгоритми - математик модельни ечиш кетма-кетлигини белгиловчи алгоритм.
15. Технологик «элементар» жараёнлари - технологик жараён иерархик тузилишида жараённи ташкил қилувчи бир неча жараёнлар.
16. Фазаларнинг оқим тузилиши - фазаларнинг оқими ҳаракати.
17. Модданинг агрегат ҳолатини ўзгариши - модданинг суюқлик ҳолатдан буғга, буғ ҳолатдан суюқлик ҳолатига ўтиши ва х.к.з.
18. Жараённинг конструктив параметрлари - жараённинг аппарат конструкция параметрларига боғлиқ бўлган параметрлари.

19. Жараеннинг физик параметрлари - жараённинг ҳолат ва хусусият параметрлари.
20. Параметрлари мужассамланган моделлар - параметрлари бир координата бўйича ўзгарувчи моделлар.
21. Параметрлари тақсимланган моделлар - параметрлари вақт ва яна бир бошқа координата бўйича ўзгарувчи моделлар.
22. Эффе́ктив ҳисоблаш алгоритмлари - ҳисоблашни оптимал кетма-кетлиги.

Назорат саволлари

1. Технологик тизимларни таҳлил қилиш масалаларида қандай масалалар ечилади?
2. Технологик тизимларини оптималлаштириш масалаларида қандай масалалар ечилади?
3. Технологик тизимларини синтез қилиш масалаларида қандай масалалар ечилади?
4. Математик моделлаштириш деганда нимани тушунасиш?
5. Математик моделлаштириш неча босқичда амалга оширилади?
6. Математик модел нима?
7. Моделлаштириш алгоритми нима?

Адабиётлар

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

3 - МАЪРУЗА

Режа:

1. Экспериментал статистик моделлаштириш усули.
2. Энг кичик квадратлар усули;
3. Чизиқли регрессия;
4. Регрессион таҳлил.

Экспериментал статистик моделлаштириш усули

Агар моделлаштирилаётган объект етарли даражада ўрганилмаган бўлса ва детерминлашган моделни тузиш имконияти бўлмаса, унда жараённинг математик модели экспериментал статик моделлаштириш усули билан тузилади. Бунда статистик материал актив ёки пасив эксперимент қўйиш усули билан тўпланади.

Пассив экспериментда, тажриба ўзгарувчиларни галма-гал ўзгартириб бориб ёки ишлаб турган технологик аппаратларда алохида параметрларнинг ўзгаришларини ёзиб бориб ёки ишлаб турган технологик аппаратларда алохида параметрларнинг ўзгаришларини ёзиб бориб, тўпланган статистик материални регрессион ҳамда корреляцион таҳлил қилиш усуллари ёрдамида қайта ишланади.

Актив эксперимент ўтказиш билан объект тўғрисида статистик маълумот тўплашда, тажрибани замонавий режалаштириш усуллари қўлланиши сабабли, тажрибалар сонини қисқартирш мумкин.

Шундай қилиб, тажриба (маълумотларини) натижаларини қайта ишлашда регрессион ва корреляцион таҳлил қилиш усуллари қўллаб, жараённинг математик моделини олиш мумкин:

у қ $f(X_1, X_2, \dots, X_k)$

бу ерда, $X_1, X_2, \dots, X_k$ - факторлар (технологик параметрлар) тажриба натижасида олинган.

Регрессия тенгламасининг умумий кўриниши қуйидагича бўлади:

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

бу ерда, b_0 - эркин хад

b_j - чизиқли эффект коэффициенти

b_{jj} - квадратик эффект

b_{uj} - ўзаро таъсир коэффициенти.

Бу тенглама коэффициентларини «**ЭНГ КИЧИК КВАДРАТЛАР**» усули ёрдамида аниқланади, яъни қуйидаги шарт бўйича:

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

бу ерда,

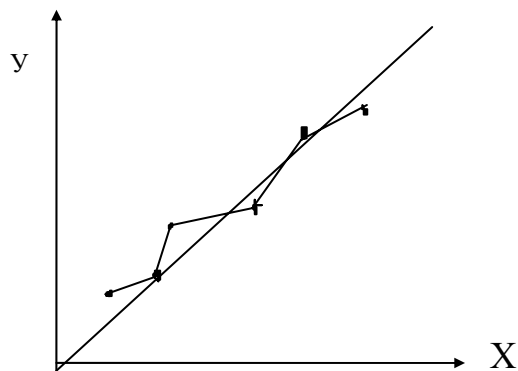
N- ажратиб олинган тажрибалар сони, бу шарт бўйича, функциянинг ҳисобий қиймати (Y_{xi}) ва экспериментал қийматлари фарқларининг квадратларини йиғиндиси, минимумга интилиши керак.

Объектнинг чиқиш параметрининг (y) кириш параметридан (X) боғлиқлигини аниқлаш учун тажриба ўтказилган. Бу тажриба натижалари Y ва X координата тизимсига жойлаб чиқилган. X нинг бутун ўзгариш интервали ΔX бўлакларга бўлиб чиқилади. Ҳар бир интервалга тушган нуқталарни шу интервал ўртасига мослаб, шу интервалга туғри келган уларнинг ўртача қийматларини ҳисобланади.

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

бу ерда,

n_i - ушбу интервалдаги тажриба нуқталари



3-расм

Сўнгра, бу ўртача қиймат нуқталарини бирлаштириб, регрессиянинг эмперик эгри чизиғини оламиз. Бу чизиқ кўринишига қараб, регрессия тенгламасини танлаб олиш мумкин,

$$Y \approx f(X)$$

Регрессия тенгламаси параметрларини аниқлаш кўп ўзгарувчилик функциянинг минимумини аниқлашга бориб тақалади.

Агар, $Y \approx f(x; b_0; b_1; b_2; \dots)$ функциядан ҳосила олиш мумкин бўлса, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ ларни қийматларини шундай танлансинки, унда қуйидаги шарт бажарилсин,

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

яъни, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ ларнинг шундай қийматларини топиш керакки, унда $\Phi(b_0; b_1; b_2)$ функция минимумга интилсин. Бу функциянинг $\Phi(b_0; b_1; b_2)$ минимумга интилиш шarti, қуйидаги шартни бажарилишидир (функция экстремуми борлигининг зарурий шarti),

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

ёки

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

ёки, математик ўзгартиришлардан сўнг:

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

Ушбу тенгламалар тизимсида нечта номаълум коэффицент бўлса, шунча тенгламалардан ташкил топган. Бу математик статистикада нормал тенгламалар тизимси дейилади. Бу тенгламалар тизимсини функциянинг умумий кўриниши учун ечиб бўлмайди. Бунинг учун функциянинг конкрет кўринишини танлаб туриб масалани ечиш керак.

Стахостик жараёнларни математик моделлаштиришда, одатда экспериментал статистик моделлаштириш усули қўлланилади. Бунда технологик жараённинг математик моделини тузишда, шу объектда олинган тажриба натижаларидан фойдаланилади.

Чизиқли регрессия

қандайдир технологик жараённинг математик ифодасини тузиш керак бўлсин (4 - расм).



4- расм

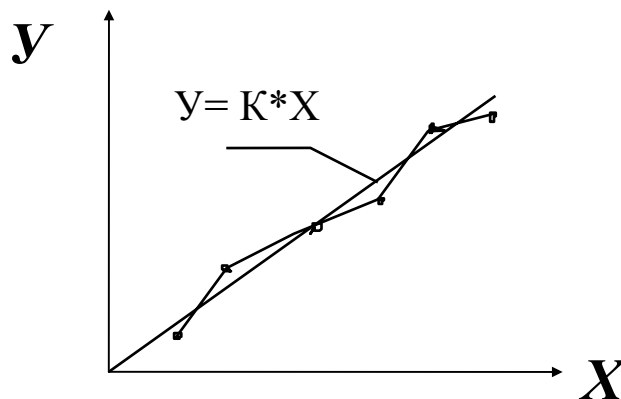
Бу технологик жараённинг чиқиш параметри (Y) кириш параметри (X) га боғлиқ ўзгаради , яъни улар орасида қандайдир функционал боғлиқлик бор, $Y = f(x)$. (масалан: берк идишдаги босимнинг ҳар хил қийматларига, идиш ичидаги суюқликнинг ҳар хил қайнаш температураси мос келади).

Агар бу боғлиқлик математик ифодасини, маълум қонуниятлар орқали аналитик ифодалаш мумкин бўлмаса, унда экспериментал статистик моделлаштириш усулидан фойдаланилади. Бунинг учун аввал эксперимент ўтказилади. Кириш параметри (x) қийматини ўзгартириб бориб, чиқиш параметри (Y) қийматлари олинади.

Бу қийматларни координаталар тизимсига қўйиб чиқиб, эксперимент нуқталари бирлаштирилади ва регрессия «эгри» чизиғи олинади(расм 5.).

Регрессия эгри чизиғининг кўриниши ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан : тўғри чизик, парабола ёки бошқа кўринишда.

Регрессия эгри чизиғи кўринишига қараб боғлиқлик тенгламаси танланади (масалан, $y = kx$, яъни координата бошидан ўтган тўғри чизик тенгламаси).



5-расм

Бу тенглама коэффицентини, энг кичик квадратлар усулини қўллаб топилади. Бу усулга биноан , қуйидаги шарт бажарилиши керак .

$$\sum_{i=1}^n (y_{\text{э}i} - y_{\text{x}i})^2 \rightarrow \min$$

(яъни , ҳисобий нуқталарнинг экспериментал нуқталардан четлашиши минимал бўлиши керак) .

Бу ерда, N - экспериментлар сони ;

$y_{\text{э}i}$ -кириш параметрининг x_i қийматига мос келадиган чиқиш параметрининг экспериментал қиймати ;

$y_{\text{x}i}$ -кириш параметрининг x қийматига мос келган чиқиш параметрининг ҳисобий қиймати .

Агар регрессия « эгри» чизиғи , координата бошидан ўтувчи тўғри чизикга яқин бўлса , унда уни $y = kx$ тенглама ёрдамида ифодалаш мумкин. Бу тенгламани (1.1) тенгламага қўйиб , қуйидагини оламиз.

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

Функцияни классик таҳлил қилиш усулида, шу функцияни экстремуми борлигини керакли шarti буйича, $\frac{\partial \phi}{\partial k} = 0$

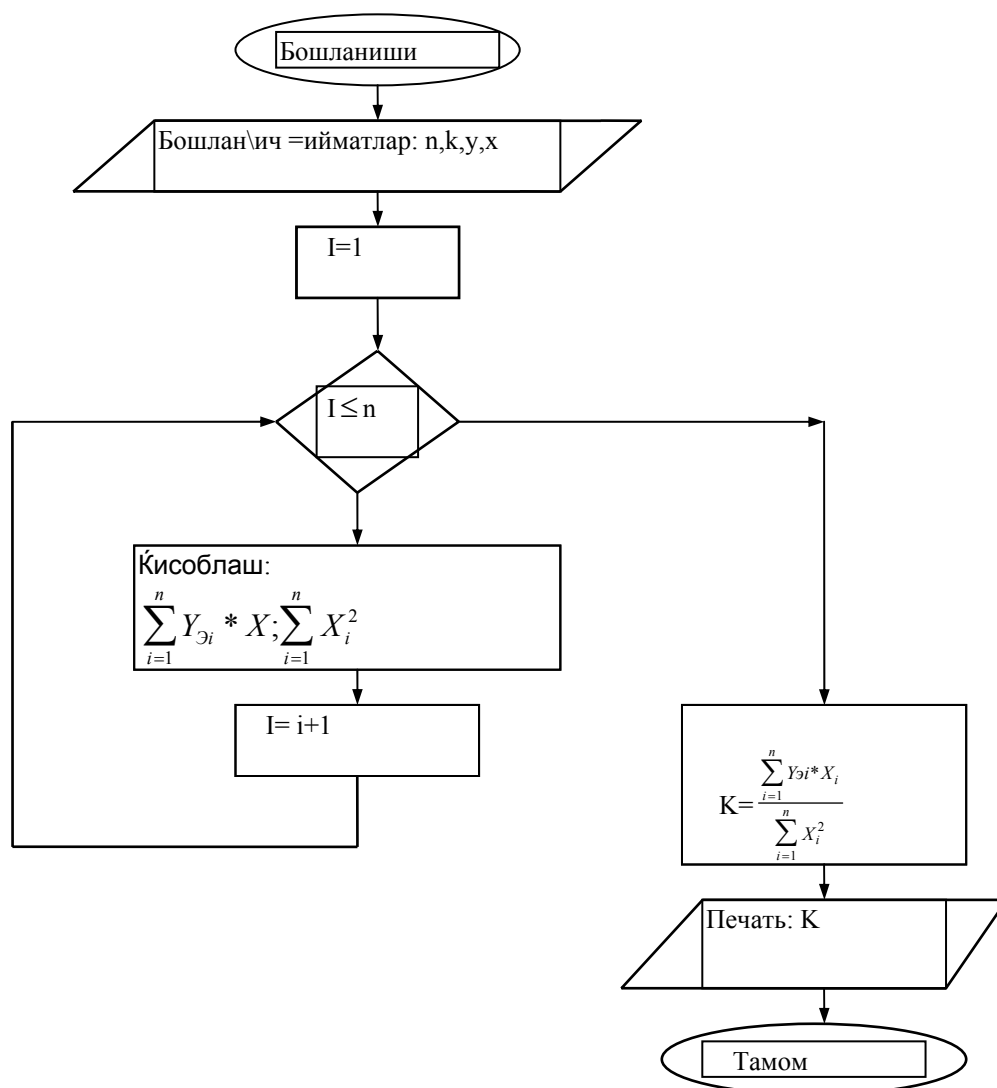
яъни,
$$\sum_{i=1}^n 2 (y_{\partial i} - kx_i) x_i = 0$$

Ушбу тенгламани математик ўзгартиришлардан сўнг, тенглама коэффициентни k ни ҳисоблаш тенгламасини оламиз

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n y_{\partial i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

k нинг қийматини ҳисоблаш учун, аввал қуйидаги йиғиндиларни ҳисоблаш керак: $\sum_{i=1}^n y_{\partial i} \cdot x_i$; ва $\sum_{i=1}^n x_i^2$

Масалани ечиш блок схемаси 6-расмда берилган.



6 – расм

V. TURBOPASCAL алгоритмик тилида масалани ечиш дастури .

```

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(эNκ');
  readln(n);
  q[0]:κ325; q[1]:κ327; q[2]:κ330;
  q[3]:κ338; q[4]:κ347; q[5]:κ352; q[6]:κ355; q[7]:κ357;
  q[8]:κ360; q[9]:κ365; q[10]:κ370 q[11]:κ380;q[12]:κ385;
  d[0]:κ0; d[1]:κ30; d[2]:κ60; d[3]:κ90; d[4]:κ120;
  d[5]:κ150; d[6]:κ180; d[7]:κ210; d[8]:κ240; d[9]:κ270;
  d[10]:κ300; d[11]:κ330; d[12]:κ360;
  s1:κ0; s2:κ0;
  for i:κ0 to n do begin
    s1:κs1+q[i]*d[i];
    s2:κs2+d[i]*d[i];
  end;
  k:κs1/s2;
  writeln(κκ', k:1:4);
  readln
end.

```

Регрессия эгри чизиғи кўринишига қараб У ва Х орасидаги боғлиқликни $Y = b_0 + b_1 X$ тенглама орқали ифодалаш мумкин бўлса, унда энг кичик квадратлар усулини қўллаб, чизиқли тенглама коэффицентларини аниқлаш мумкин. Бунда нормал тенгламалар тизимси қуйидагича бўлади:

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

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

Тенглама коэффициентларини Крамер усулини қўллаб топиш мумкин. Крамер усули бўйича тенглама коэффициентлари қуйидаги тенгламалар бўйича аниқланади:

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

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

Регрессион таҳлил

Регрессия тенгламаси аниқлангандан сўнг, олинган натижаларни статистик таҳлил қилиш керак бўлади. Бунинг учун, ҳамма регрессия коэффициентларининг таъсир даражалари аниқланади ва тенгламанинг адекватлиги аниқланади. Тенгламани бундай текширишга регрессион таҳлил қилиш дейилади.

Регрессион таҳлил қилишни амалга ошириш учун, қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

1. Кириш параметри X - юқори аниқликда ўлчанади. Унинг аниқлашдаги хатонинг бўлиши, регрессия тенгламасига кирмаган қандайдир ўгарувчилар борлиги билан аниқланади;
2. $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$ ларнинг кузатиш натижалари нормал тақсимланган боғлиқ бўлмаган тасодикий катталиклардир;
3. Танланган дисперсиялар $S_1^2, S_2^2, S_3^2, \dots, S_N^2$ бир хил ёйилган бўлиши керак.

Дисперсияни бир хил ёйилганлигини аниқлаш учун:

1. Параллель тажрибалар ўртача қиймати аниқланади.

$$y_i = \frac{\sum_{u=1}^m y_{iu}}{m}$$

2. Танланган дисперсия аниқланади:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{u=1}^m (y_{iu} - y_i)^2}{m-1}$$

3. Дисперсия йиғиндиси аниқланади:

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

4. Кохрен критерийси қиймати ҳисобланади:

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

бу ерда, $S_{\max}^2$ - Танланган дисперсиянинг максималъ қиймати.
Агар танланган дисперсия бир хил ёйилган бўлса,

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

$G_p(N, m-1)$ - Кохрен критерийсининг таблица қиймати,
унда қайта такрорлаш дисперсияси ҳисобланади.

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

У регрессия тенгламаси коэффицентларини таъсир даражасини аниқлаш
учун керак бўлади. Бу Стъудент критерийси ёрдамида амалга оширилади:

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

бу ерда, b_j - регрессия тенгламасининг j -нчи коэффиценти.

S_{bj} - j -нчи коэффицентининг ўртача квадратик четлашуви.

1. Агар t_j катта t бўлса, унда бу тенгламалар коэффиценти таъсир даражаси
юқори.

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

$$S_{b_1} = \sqrt{\frac{S_{\text{воснр}}^2 \cdot N}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Таъсир даражаси кам коэффицентлар регрессия тенгламасидан чиқариб ташланиб, қолган коэффицентлар яна қайтадан таъсир даражаси аниқланади. Тенглама адекватлиги Фишер критерийси ёрдамида текширилади.

$$F = \frac{S_{ост}^2}{S_{восп р}^2}$$

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

$S_{ост}^2$ - қолдиқ дисперсия, l - боғлиқликлар сони
Агар $F < F_p(f_1, f_2)$ бўлса, унда тенглама адекват ҳисобланади.

Таянч сўз ва иборалар

1. Экспериментал статистик моделлаштириш усули- тажриба ўтказилиб жараён тўғрисида статистик маълумот тўпланиб модел тузилади.
2. Статистик маълумот- тажриба йўлида тўпланадиган маълумот.
3. Пассив эксперимент- жараёнга таъсир кўрсатмасдан маълумот тўплаш.
4. Актив эксперимент- замонавий тажрибани режалаш усулларидадан фойдаланиб, жараён тўғрисида маълумот тўплаш.
5. Регрессион таҳлил- тенглама коэффицентлари аниқлангандан сўнг Кохрен, Стьюдент ва Фишер критерийлари ёрдамида таҳлил қилиш.
6. Корреляцион таҳлил- чиқиш параметрини кириш параметридан боғлиқлик даражасини таҳлил қилиш.
7. Регрессия тенгламаси- Экспериментал статистик моделлаштириш усули билан регрессия эгри чизигига қараб олинадиган тенглама.
8. Энг кичик квадратлар усули-
9. Танланган экспериментлар (ажратма) ҳажми - танланган ораликдаги тажрибалар миқдори.
10. Корреляция майдони- чиқиш параметрини кириш параметридан боғлиқлиги даражасини таҳлил қилиш танланган майдон.
11. Регрессия эгри чизиги- тажриба нуқталарини туташтириб олинадиган синик эгри чизик.
12. Нормал тенгламалар тизими- номаълум тенглама коэффицентлар сони тенгламалар сонига тенг бўлган ҳолат.
13. Чиқиш катталигининг экспериментал қиймати- жараён чиқиш катталигини тажрибада олинган қиймати.
14. Чиқиш катталигининг ҳисобий қиймати- жараён чиқиш катталигини танланган тенглама ёрдамида олинган қиймати.
15. Бир узгарувчилик функцияни классик таҳлил қилиш усули- математиканинг классик таҳлил қилиш усулидаги экстримумни борлигининг керакли ва етарли шартлари ёрдамида таҳлил қилиш.
16. Масалани ечиш блок схемаси- масалани ечиш кетма-кетлигини кўрсатувчи схема.

17. Масалани ечиш дастури- масалани компьютерда ечиш учун маълум бир алгоритмик тилда тузилган дастур.
18. Чизикли регрессия- регрессия эгри чизиғи тўғри чизиқга яқин бўлганда тўғри чизиқ коэффициентларини аниқлаш усули.
19. Дисперсияни бир хиллиги- дисперсия бир хил ёйилган ҳолат.
20. Кохрен критерийси- дисперсияни бир хил ёйилганлигини текширувчи критерий.
21. Регрессия тенгламаси коэффициентларининг таъсир даражаси- коэффициентларнинг таъсир даражаси сезиларлими ёки йўқ, Стъудент критерийси ёрдамида аниқланади
22. Регрессия тенгламасини адекватлиги- тенгламани реал жараёнга қанчалик мослигини аниқлаш (Фишер критерийси ёрдамида).

Назорат саволлари

1. Регрессия тенгламаси коэффициентлари қандай аниқланади?
2. Энг кичик квадратлар усулида $уқк_1 + к_2х$. Тенгламани коэффициентларини топиш учун қандай амаллар бажарилади?
3. Тенглама коэффициентларини ҳисоблаш дастурида, статистик маълумотни дастурга киритиш учун қандай оператор ишлатилади.
4. Регрессион таҳлил нима?
5. Тенглама коэффициентлари таъсир даражаси қандай аниқланади?
6. Тенглама адекватлиги қандай аниқланади?

Адабиетлар

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исмагуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

Режа:

1. Параболик регрессия.
2. Трансцендент регрессия.
3. Корреляцион тахлил.
4. Аппаратлардаги оқимлар тузилишининг типик математик моделлари.
5. Идеал сиқиб чиқариш модели.
6. Идеал аралаштириш модели.
7. Диффузион моделлар.
8. Ячейкали моделлар.
9. Комбинацияли моделлар.

Параболик регрессия

Масалан, агар регрессия эгри чизиги параболага яқин бўлса, унда уни $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$

тенглама орқали ифодалаш мумкин.

Тенглама коэффициентларини аниқлаш учун энг кичик квадратлар усулини қўллаб, қуйидаги нормал тенгламалар тизимсини оламиз.

$$\frac{\partial f(x)}{\partial b_0} = 1; \frac{\partial f(x)}{\partial b_1} = x; \frac{\partial f(x)}{\partial b_2} = x^2$$

$$\left. \begin{aligned} b_0 N + b_1 \sum x_i + b_2 \sum x_i^2 &= \sum y_i \\ b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2 + b_2 \sum x_i^3 &= \sum x_i y_i \\ b_0 \sum x_i^2 + b_1 \sum x_i^3 + b_2 \sum x_i^4 &= \sum x_i^2 y_i \end{aligned} \right\}$$

Юқоридаги кетма-кетликда парабола коэффициентларини аниқлаш мумкин.

Трансцендент регрессия

Баъзи бир ҳолларда, регрессия эгри чизиги кўринишига қараб, боғлиқликни:

$$\begin{aligned} &y = b_0 b_1^x \\ \text{ёки,} &y = b_0 x^{b_1} \end{aligned}$$

тенгламалар орқали ифодалаш мумкин. Бу тенглама коэффициентларини аниқлаш учун, бу тенгламаларни аввал логарифмлаш йўли билан чизикли тенглама кўринишига келтирилади, яъни:

$$\begin{aligned} \text{ёки} \quad &\lg y = \lg b_0 + x \lg b_1 \\ &\lg y = \lg b_0 + b_1 \lg x \end{aligned}$$

қуйидаги белгилашлардан сўнг,

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

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

$$z = a_0 + a_1 x$$

$$z = a_0 + b_1 t$$

тенглама чизикли тенглама кўринишига келади ва унга юқоридаги усулларни қўллаб, тенглама коэффициентларини аниқлашимиз мумкин.

Корреляцион таҳлил

У ва Х орасидаги боғлиқликни таҳлил қилишда корреляцион нисбат қийматидан фойдалинади. Одатда унинг қиймати 0 дан 1 гача ўзгаради ва унинг қиймати қанча катта бўлса боғлиқлик шунча катта бўлади (яни, $0 \leq \theta \leq 1$). θ қуйидаги тенглама бўйича аниқланади :

$$\theta = \sqrt{1 - \xi}$$

бу ерда,

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

ξ - боғлиқлик даражасини кўрсатувчи катталик.

S_y^2 - ўртачага нисбатан дисперсия

e - боғлиқликлар миқдори.

θ бўйича боғлиқликни таҳлил қилишга корреляцион таҳлил дейилади.

Курилмалардаги оқимлар тузилишининг типик математик моделлари

Кўп технологик жараёнлар оқимда амалга оширилади. Оқим технологик жараённинг кетишига сезиларли таъсир кўрсатади. Шунинг учун математик моделлаштирилаётганда, унинг таъсирини ҳисобга олиш керак.

Ҳар қандай оқим ўзининг тузилиши бўйича мураккаб ҳисобланади. Ломинар оқим тузилиши, турбулент оқимникидан фарқ қилади. Оқимнинг ҳар хил жойида тезлик ҳар хил бўлиши мумкин. Бойпаслар, турғун зоналар бўлиши мумкин.

Оқим тезлигининг ўзгариши, бойпаслар, туйғун зоналар ва бошқа оқимлар тузилишига таъсир кўрсатувчи факторлар, технологик жараёнлар кетишига таъсир кўрсатади ва шунинг учун математик моделлаштиришда ҳисобга олиниши керак.

Оқимлар тузилишининг ўрганишда бир неча хил усуллари мавжуд. **Масалан:** оқимлар тузилиши туғрисида информацияни аппаратнинг ҳар бир нуктасидаги тезликни билган ҳолда олиш мумкин, яъни «тезлик майдонлари» кўрилади. Бу албатта жуда мураккаб масаладир. Яна бошқа кибернетик йўл бўлиб, унда оқимларнинг соддалаштирилган фикрий моделлари қурилади. Биринчи босқичда, жуда соддалаштирилган моделлар, идеал оқимлар моделлари тузилади. Икки хил идеал оқимлар моделлари мавжуд: идеал сиқиб чиқариш ва идеал аралаштириш моделлари.

Идеал сиқиб чиқариш модели

Бу моделга асосан, модда поршенли ҳаракат қиляпти деб қабул қилиниб, бунда аппарат узунлиги бўйича аралашуш йўқ.

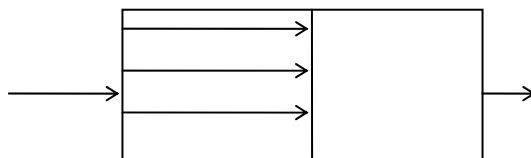
Заррачаларнинг тизимда бўлиш вақти бир хил бўлиб, у тизим хажмини хажмий сарфга нисбати бўйича аниқланади. Идеал сиқиб чиқариш модели қуйидаги математик ифода орқали ифодаланади.

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial C}{\partial x}$$

бу ерда,

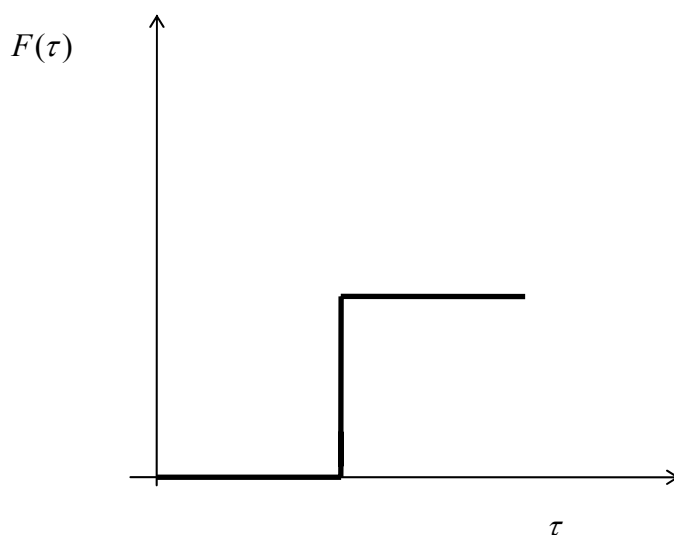
C -концентрация, x - координата, τ -вақт, ω - оқимнинг чизикли тезлиги.

Идеал сиқиб чиқариш модели схематик равишда қуйидагича кўрсатилади.



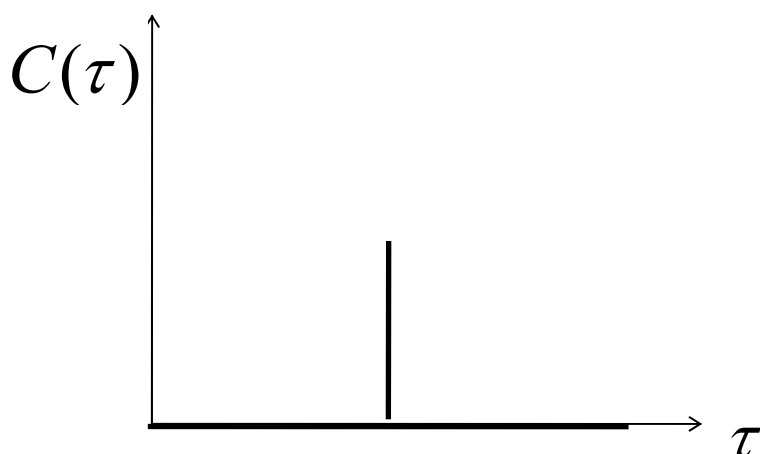
7 - расм.

Объектнинг поғонали турткига бўлган реакцияси қуйидаги кўринишда бўлади, яъни поғонали турткидан сўнг маълум бир вақт ўтгандан сўнг, чиқишда ўзгариш бўлади.



8(a) – расм.

Импульсли турткига объектнинг реакцияси қуйидагича:



8(б) – расм.

Юқоридаги характеристикалардан кўриниб турибдики, идеал сиқиб чиқариш моделларини тоза кечикувчи звено деб қараш мумкин. Кечикиш вақти θ , тизимнинг хажми- V , оқимнинг хажмий тезлиги - V_c га боғлиқдир. (τ -

вақт).

$$\theta = \frac{V_c}{V} \cdot \tau$$

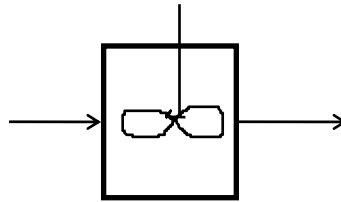
Идеал сиқиб чиқариш моделига мисол қилиб трубасимон аппаратларда кетадиган жараёнларни келтириш мумкин, бунда труба узунлигини унинг диаметрига нисбати 100 дан катта бўлиши керак.

Идеал аралаштириш модели

Бу моделга асосан, модданинг бутун оқимда бир хил тақсимланиши қабул қилинган. Яъни бу аппаратга кирган модда бир зумда бутун аппарат хажмига бир текисда тақсимланади. Идеал аралаштириш модели математик ифодаси қуйидагича:

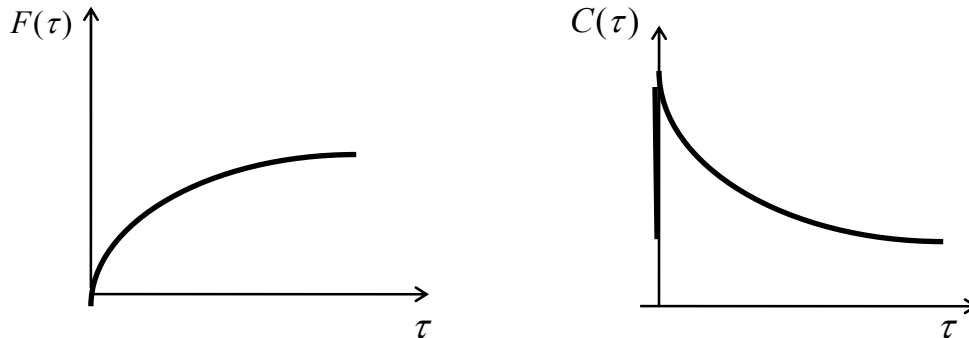
$$\frac{dC_{\text{вых}}}{d\tau} = \frac{V_c}{V} (C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})$$

Яъни, модда концентрациясининг ўзгариши, модданинг аппаратга киришдаги ($C_{\text{вх}}$) ва чиқишдаги ($C_{\text{вых}}$) концентрациялари фарқи ва аппаратда бўлиш вақтига боғлиқ - $\frac{V_c}{V}$. Идеал аралаштириш модели схематик равишда қуйидагича кўрсатилади.



9 - расм.

Бу аппаратларнинг поғонали ва импульсли турткига бўлган реакцияси қуйидагича



10 - расм.

Идеал аралаштириш моделларига, сферик тубли цилиндрик идишларда, интенсив аралаштириш шароитида кетадиган жараёнлар мисол бўлаолади.

Диффузион моделлар

Бир параметрлик ва икки параметрлик диффузион моделлар мавжуд.

Бир параметрлик диффузион модел. Бу модел асосини идеал сиқиб чиқариш модели ташкил қилиб, ундан фарқи унда аппарат узунасига аралаштиришнинг мовжудлиги. Бу аппаратларнинг математик модели тузилаётганда қуйидаги шартлар қабул қилинади:

- 1) Модда концентрациясининг ўзгариши, координатанинг узлуксиз функциясидир;
- 2) қурилатган кесим юзасида модда концентрацияси ўзгармас;
- 3) Оқимнинг хажмий тезлиги ва узунасига аралаштириш коэффициентлари аппарат кесим юзаси ва узунлиги бўйича ўзгармасдир.

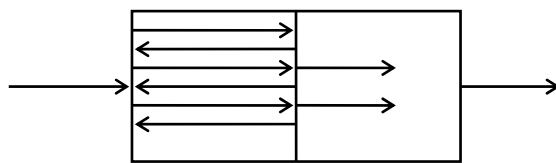
Ушбу шартларни ҳисобга олиб, модель тенгламасини ёзамиз:

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

бу ерда, D_L - турбулент диффузия коэффициенти (ёки узунасига аралаштириш коэффициенти).

Бу тенглама идеал сиқиб чиқариш моделидан фарқи $D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ бўлиб, у турбулент диффузияни ҳисобга олади. D_L - одатда тажриба йўли билан

аниқланади. Схематик бир параметрлик диффузион модель куйидагича кўрсатилади:



11-расм.

Икки параметрлик модел

Бу модель оқимдаги узунасига ва родиал йўналишлардаги аралаштиришларни ҳисобга олади (аппарат узунлиги ва кесим юзаси бўйича тезлик ўзгармас деб қабул қилинганда). R радиусли, цилиндрик формага эга бўлган аппаратдаги оқим учун, икки параметрлик диффузион модель куйидагича ёзилади:

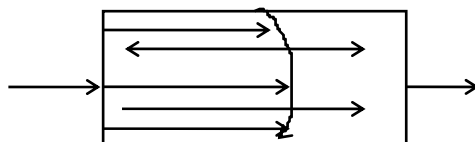
$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial C}{\partial x} + D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{D_R}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial C}{\partial R} \right)$$

D_R - родиаль аралаштириш коэффиценти.

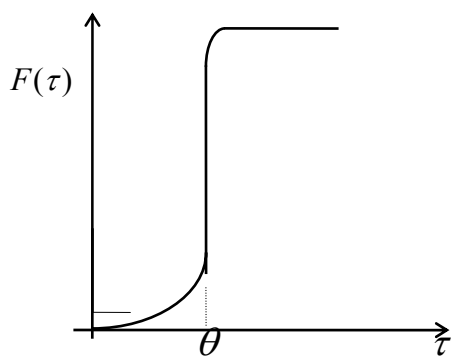
D_L ва D_R ларни тажриба йўли билан аниқланганда, улар Пекле критерийсининг ўлчамсиз комплекслари кўринишида берилади.

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

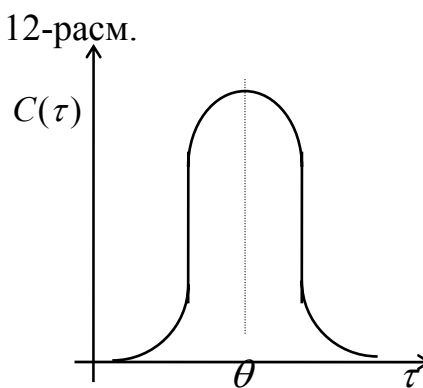
бунда, L - тизимнинг чизикли ўлчамини аниқловчи катталиқ. Схематик равишда бу модель куйидагича кўрсатилади:



12-расм.



13-расм.



Ячейкали модел

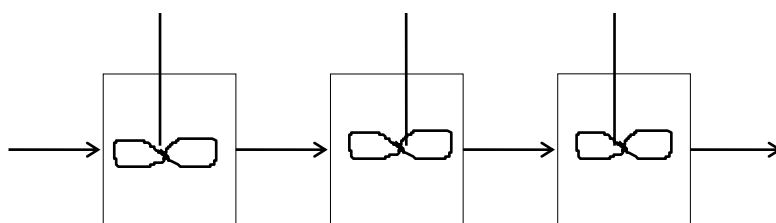
Бу моделларни кетма-кет уланган идеал аралаштириш моделлари кўринишида тасаввур қилиш мумкин. Бунда ҳар бир ячейка идеал аралаштириш моделига мос келади, аммо ячейкалараро аралаштириш йўқ. Ячейкали моделнинг математик ифодаси m - та чизиқли биринчи тартибли дифференциал тенгламалардан ташкил топган:

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

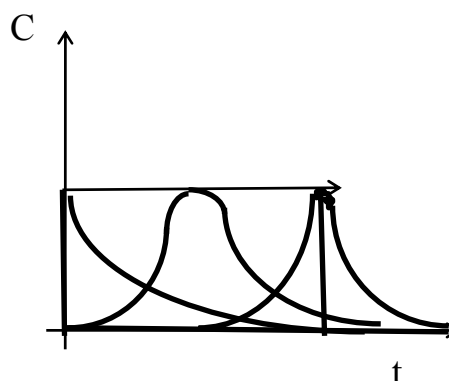
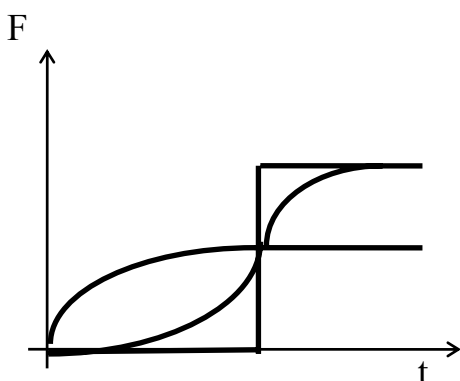
бунда, $i=1, 2, \dots, m$

m - ячейкалар сони.

$m \rightarrow 1$ бўлганда, ячейкали модель идеал аралаштириш моделига айланади ва $m \rightarrow \infty$ бўлганда у идеал сиқиб чиқариш моделига айланади.



14-расм.



15-расм.

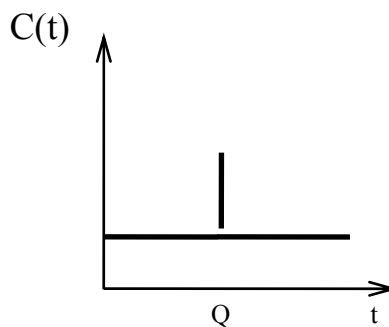
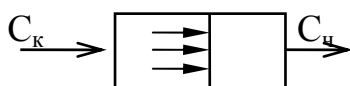
Комбинацияли моделлар

Туйгун зонали, бойпаси бор, айланма оқимлари бор жараёнларни комбинацияли моделлар ёрдамида ифодалаш мумкин.

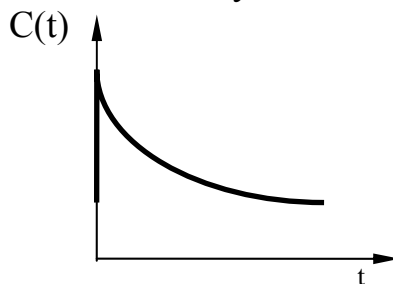
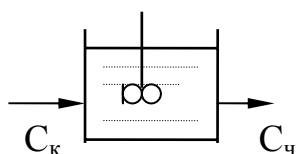
Бу оқимларни мовжудлигини тажриба йўли билан, кириш кўрсаткичини ўзгартириб, чиқиш кўрсаткичини ўзгариши бўйича аниқлаш мумкин.

Ҳар хил оқимлар мовжуд бўлган жараёнларни импульсли турткига бўлган реакциясиларини ва улар қандай белгиланишини кўриб чиқайлик:

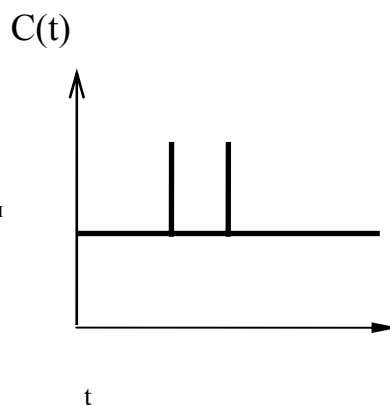
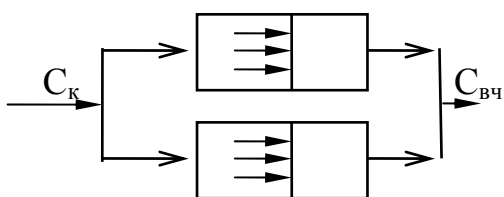
1. Идеал сиқиб чиқариш моделини белгиланиши ва унинг C - эгри чизигининг кўриниши:



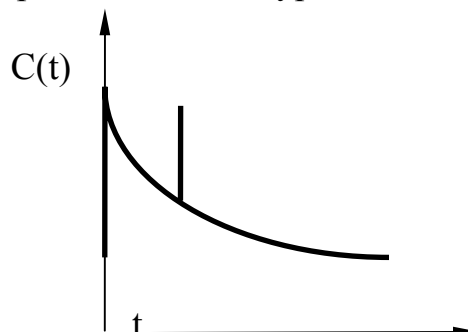
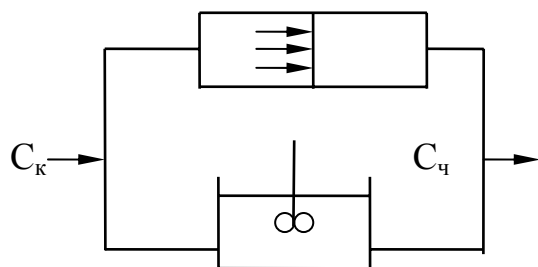
2. Идеал аралашуш моделини белгиланиши ва унинг C - эгри чизигининг кўриниши:



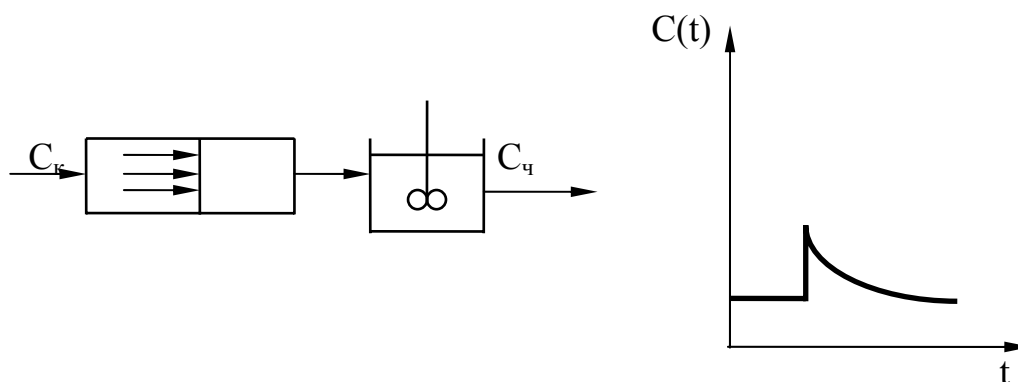
3. Параллел уланган икки идеал сиқиб чиқариш моделини белгиланиши ва унинг C - эгри чизигининг кўриниши:



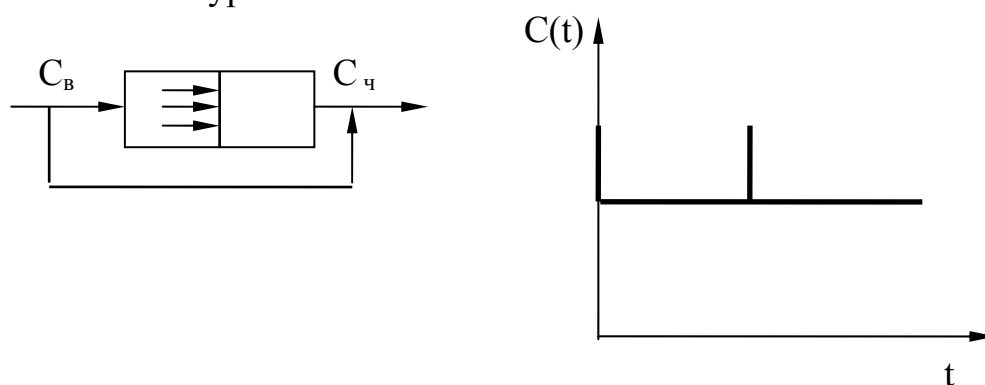
4. Параллел уланган идеал сиқиб чиқариш модели ва идеал аралашуш моделини белгиланиши ва унинг C - эгри чизигининг кўриниши:



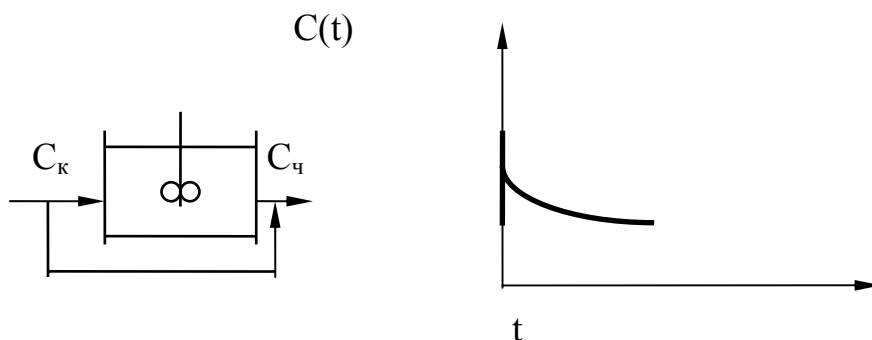
5. Кетма-кет уланган идеал сиқиб чиқариш модели ва идеал аралашуш моделини белгиланиши ва унинг C - эгри чизигининг кўриниши:



6. Бойпаси бор идеал сиқиб чиқариш моделини белгиланиши ва унинг C -эгри чизиғининг кўриниши:



7. Бойпаси бор идеал аралашуш моделини белгиланиши ва унинг C -эгри чизиғининг кўриниши:



Ўрганилаётган объектнинг импульсли турткига бўлган реакциясига қараб, ундаги оқимлар хақида тасаввурга эга бўлиб, унинг математик моделини тузиш мумкин.

Таянч сўз ва иборалар

1. Параболик регрессия- регрессия эгри чизиғи кўринишига қараб танланган тенглама парабола тенграмаси бўлса.
2. Трансцендент регрессия- танланган тенглама коэффициентларини топиш учун уни энг кичик квадратлар усулини қўллаш мумкин бўлган кўринишга келтириб ечиш усули.

3. Боғлиғлик таъсир кучини тахлил қилиш- чиқиш ва кириш параметрлари орасидаги боғлиғликни тахлил қилиш.
4. Окимлар тузилиши- аппаратдаги модданинг ҳаракат йўналиши.
5. Окимлар тузилишининг типик математик моделлари- аппаратдаги модданинг ҳаракатини маълум бир типик моделларга ўхшатиб моделларини тузиш.
6. Идеал окимлар- окимларни идеаллашган кўринишлари
7. Идеал сиқиб чиқариш моделлари- заррачалар бир хил тезлик билан поршенли ҳаракатланиши.
8. Заррачаларнинг тизимда бўлиш вақти- Заррачаларнинг тизимда бўлиш вақти аппарат ҳажмига ва ҳажмий тезликга боғлиқ.
9. F-эгри чизик- объектнинг поғонали турткига реакцияси
10. C-эгрик чизиги- объектнинг импульсли турткига реакцияси
11. Поғонали туртки- кириш параметрининг қиймати маълум бир поизга (20%) ўзгариши.
12. Импульсли туртки- кириш параметрининг қиймати маълум бир поизга ўзгариб яна аввалги қийматига қайтиши.
13. Идеал аралаштириш моделлари- аппаратга кирган модда бир зумда бутун аппарат ҳажмига бир текисда тақсимланади.
14. Диффузион моделлар- кўндалангига ва айланасига аралашиш бор идеал сиқиб чиқариш модели.
15. Ячейкали моделлар- кетма-кет уланган n-та идеал аралаштириш модели.

Назорат саволлари

1. Трансцендент регрессияда тенглама коэффицентларини қандай аниқланади?
2. Идеал сиқиб чиқариш моделларида заррачаларнинг аппаратда бўлиш вақти бир биридан фарқ қиладими?
3. Объектнинг поғонали ёки импульсли турткига бўлган реакция нима учун ўрганилади?
4. Идеал аралаштириш моделида аппаратга тушган модда аппарат ҳажмига қандай тақсимланади?
5. қандай диффузион моделлар мавжуд?
6. Ячейкали моделларда ячейкалар сони чексизга интилганда у қандай идеал моделга ўхшаб боради?

Адабиётлар

1. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭХМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

Режа:

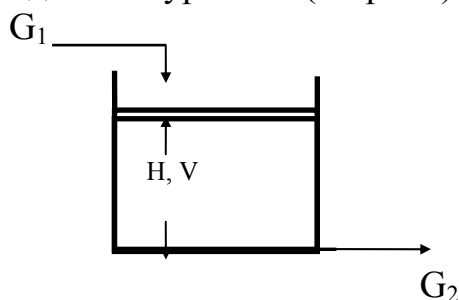
1. Гидравлик идишни моделлаштириш.
 - а) Гидравлик идиш математик моделини тузиш.
 - б) Масалани ечиш блок-схемасини тузиш.
 - в) Масалани ечиш дастурини тузиш.
2. Иситгични моделлаштириш. Буғ қобиғи бор гидравлик идишни моделлаштириш
 - а) Технологик жараён «элементар» жараёнларини аниқлаш.
 - б) «Элементар» жараёнлар математик моделлашни тузиш.
 - в) Масалани ечиш блок-схемаси ва дастурини тузиш.

МОДЕЛЛАШТИРИШГА МИСОЛЛАР:**Гидравлик идишни моделлаштириш**

Кимё технологияда энг кўп ишлатиладиган объектлардан бири идишдир. Одатда бу идишларда технологик заруратлар учун маълум бир миқдорда хомашё сақланиши мумкин, маҳсулотни иситиш жараёни еки ҳар хил кимёвий жараёнлар кетиши мумкин.

Агар гидравлик идишнинг геометрик ўлчамлари маълум бўлса, ва бу идишга берилаётган модда сарфи берилган бўлса, унда математик моделлаштириш усулида идишдаги модда миқдорининг ўзгариш қонуниятларини ва идишдан чиқиб кетаётган модда сарфини аниқлаш мумкин.

Технологик зарурат учун маълум миқдорда моддани сақлашга мўлжалланган гидравлик идишни кўрайлик (16-расм).



16-расм.

Бу идишга G_1 сарф билан узлуксиз равишда модда бериб турилибти ва G_2 сарф билан бу модда идишдан чиқиб кетмоқда. G_1 ва G_2 ларнинг ўзгариш қонуниятлари ҳар хил бўлиши мумкин (яъни $G_1(\tau)$, ва $G_2(\tau)$).

Моддий баланс қонуниятларига асосан, идишдаги модда миқдорининг узгариши, идишга келаётган ва кетаётган модда сарфлари (G_1 ва G_2) билан аниқланади:

яъни

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

Бунда , келаётган ва кетаётган модда сарфлари фарқи (ΔG к $G_1 - G_2$), қанча катта бўлса , идишдаги модда миқдори (v) , шунча тез ўзгаради .

Идишдаги модда миқдори V к $S \cdot H$, бу ерда S - идишнинг кесим юзаси , H - идишдаги модда сатхи . Шуларни ҳисобга олиб юқоридаги тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин .

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

Бу тенгламадаги (G_2), идиш чиқишида ўрнатилган вентильнинг ўтказиш коэффициентига, ва вентильдаги босимлар фарқига боғлиқ ўзгаради, яъни :

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

бу ерда , P_1 - вентильдан олдинги босим ;

P_2 - вентильдан кейинги босим ;

k - вентильнинг ўтказиш коэффициенти .

Очиқ идиш учун P_1 к $P_6 + \rho g H$.

P_2 к P_6 (P_6 - барометрик босим).

Юқоридагиларни ҳисобга олиб , чиқиш сарфи тенгламасини қуйидаги кўринишга келади,

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

ва гидравлик идишда модданинг йиғилиш жараёнини ифодаловчи математик модель, қуйидаги кўринишга келади:

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

Одатда, бу оддий, биринчи тартибли дифференциал тенгламани ечишда, Эйлер тақрибий ҳисоблаш усулидан фойдаланиш мумкин. Бу усул бўйича функциянинг ҳар $\Delta \tau$ вақт ичида олган ўсиши ҳисобланилади, яъни,

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

ёки,

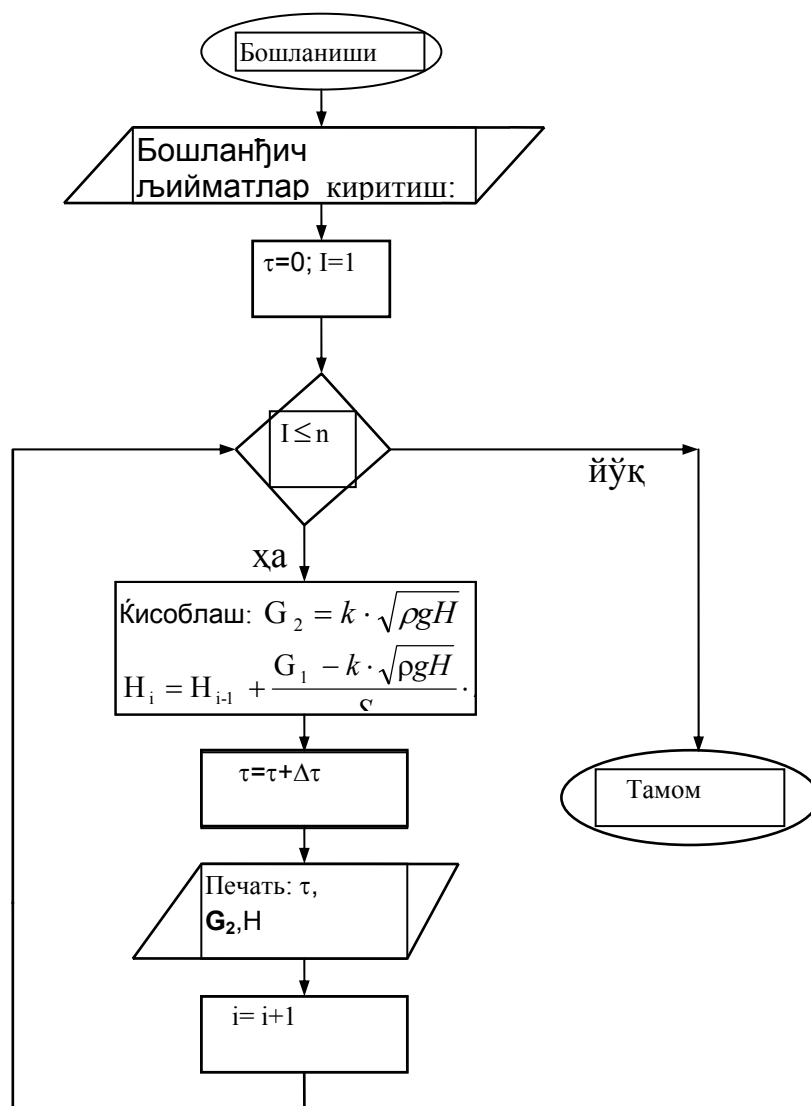
$$\Delta H = \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \cdot \Delta \tau ,$$

бунда, $\Delta H = H_i - H_{i-1}$ ни ҳисобга олиб, бу тенгламани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

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

бу тенглама бўйича, функциянинг ҳар $\Delta\tau$ вақт ичида олган ўсишлари ҳисоблаб борилиб, гидравлик идишнинг чиқиш параметри - сатхнинг ўзгариш қонуниятлари ўрганилади.

IV. Масалани ечиш блок схемаси қуйидаги кўринишга эга (17-расм)



17-расм.

V. TURBOPASCAL алгоритмик тилида масалани ечиш дастури

```

program gid;
var
t,g,h,r,g1,a,s,k:real;
i:integer;
begin
t:=0;
g:=0.24;
h:=2.95;
r:=1000;
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.

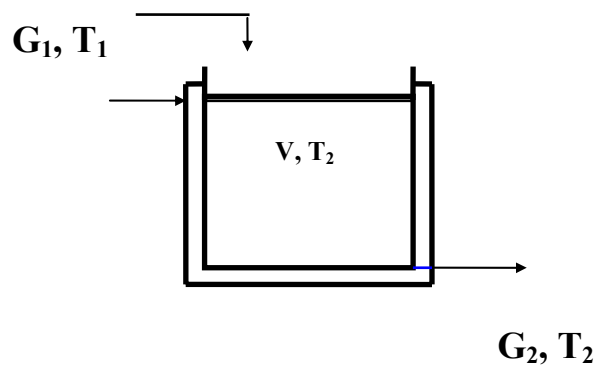
```

ИСИТГИЧНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ (Буғ қобиғи бор гидравлик идиш)

Одатда кўп технологик жараёнлари иситиш билан олиб борилади. Бунинг учун ҳар хил конструкцияли иситгичлардан фойдаланилади. Кимё-технологияда ишлатиладиган иситгичлардан бири, буғ қобиғи бор гидравлик идишдир.

Технологик жараёнларни моделлаштиришда одатда кимёвий кибернетиканинг тизимли таҳлил қилиш усулидан фойдаланилади. Буғ қобиғи бор гидравлик идишни моделлаштиришда ҳам тизимли таҳлил қилиш усулини қўллаб, аввал унинг «элементар» жараёнларини аниқлаб олиш керак. Уларни чуқур ўрганиб, оқимларни гидродинамик тузилишини ҳисобга олган ҳолда, бу «элементар» жараёнларнинг математик ифодалари тузилади, сўнгра уларни бир тенгламалар тизимсига бирлаштириб, бутун технологик жараённинг математик модели тузилади. Математик моделдаги тенгламаларни кўринишига қараб ҳисоблаш усули танланади ва компьютерда ечиш учун дастур тайёрланади.

Иситгичга (18-расм. Буғ қобиғи бор гидравлик идиш) модда G_1 сарф ва T_1 температура билан берилади ва G_2 сарф ва T_2 температура билан чиқиб кетади.



18-расм

Чиқишдаги температура T_2 , бутун аппарат хажмидаги температура билан бир хил бўлади, чунки, идишдаги оқимларнинг гидродинамик тузилишини идеал аралаштириш моделидагидек деб қабул қилиш мумкин (бунда, модда температураси, идишнинг ҳар бир нуқтасида бир хил бўлади.)

Буғ қобиғидаги босим P_n ва буғ температураси T_n .

Буғ қобиғи бор гидравлик идишда кетаётган жараёнларни моделлаштиришда, қуйидаги “элементар” жараёнларни ажратиш мумкин:

1. Идишда модданинг йиғилаш жараёни.

2. Буғнинг агрегат ҳолатини ўзгариш (иситгич деворида конденсат ҳосил бўлиш) жараёни.
3. Гидравлик идиш деворини исиш жараёни.
4. Идишдаги модданинг исиш жараёни.

Биринчи “элементар” жараённинг математик ифодаси

Модданинг йиғилиш жараёни, идишга келаётган ва кетаётган моддалар сарфига боғлиқ (моддий баланс), яъни

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

ёки, $V = S \cdot H$; ва $G_2 = k_1 \cdot \sqrt{\rho g H}$ ларни ҳисобга олиб биринчи «элементар» жараён математик ифодасини оламир,

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

бу ерда ρ - модданинг солиштирма оғирлиги; g - эркин тушиш тезланиши.

Иккинчи “элементар” жараённинг математик ифодаси

Гидравлик идиш буғ қобиғи деворида (T_k) температурали конденсат ҳосил бўлади. Бу температура (T_k), буғ қобиғидаги буғнинг температураси T_6 ва босимига P_6 боғлиқ бўлиб, боғлиқликни умумий кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин

$$T_k = f(T_6, P_6)$$

Бу боғлиқликни аниқ кўринишини, ушбу параметрлар орасидаги боғлиқликнинг жадвал қийматларидан фойдаланиб, экспериментал статистик моделлаштириш усулини қўллаб олиш мумкин. Ёки моделлаштиришда P_6 ва T_6 ларининг катта бўлмаган ўзгариш интервали учун конденсат температурасининг (T_k) ўртача қийматини олиш мумкин.

Учинчи “элементар” жараён математик ифодаси

Идиш девори иссиқлигини йиғилиш жараёни (яъни, девор иссиқлигини ўзгариши), деворга келаётган ва кетаётган иссиқликлар фарқига боғлиқ (иссиқлик баланси тенгламаси), яъни

$$\frac{dQ_d}{d\tau} = Q_{\text{кел}} - Q_{\text{кет}}$$

бунда Q_d - девор иссиқлиги,

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

(ρ_d ; V_d ; C_d ; T_d - девор солиштира оғирлиги, хажми, иссиқлик сифими ва температураси).

$Q_{кел}$ - деворга келаётган иссиқлик,

$$Q_{кел} \propto \alpha_1 F_1 (T_k - T_d)$$

(бу ерда, α_1 - конденсатдан деворга иссиқлик ўтказиш коэффициент: F_1 - иссиқлик ўтказиш юзаси).

$Q_{кет}$ - девордан кетаётган иссиқлик,

$$Q_{кет} \propto \alpha_2 F_2 (T_d - T_2)$$

(α_2 - девордан моддага иссиқлик ўтказиш коэффициент: F_2 - иссиқлик ўтказиш юзаси; T_2 - модда температураси).

Юқоридагиларни ҳисобга олиб, қуйидаги тенгламани оламиз:

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

ёки, бу тенгламани девор температурасига (T_d) нисбатан ечиб, идиш деворини исиш жараёнининг математик ифодасини оламиз:

Тўртинчи “элементар” жараён математик ифодаси

Модда иссиқлиги Q , унга келаётган ва кетаётган иссиқликга боғлиқ ўзгаради. (иссиқлик баланси тенгламаси).

$$\frac{dQ}{d\tau} = Q_{кел} - Q_{кет}$$

бунда, $Q \propto \rho \cdot V \cdot C \cdot T_2$

(ρ ; V ; C ; T_2 - модданинг солиштира оғирлиги, хажми, иссиқлик сифими ва температураси).

$Q_{кел}$ - моддага келаётган иссиқлик, $Q_{кел} \propto \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_{см} - T_2)$, бунда, $\rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1$ - модда билан идишга келаётган иссиқлик; α_2 , F_2 , ($T_{см} - T_2$) - девордан моддага берилаётган иссиқлик.

$Q_{кет}$ - идишдан олиб кетилаётган иссиқлик.

$$Q_{кет} \propto \rho \cdot G_2 \cdot C \cdot T_2$$

Юқоридагиларни иссиқлик баланси тенгламасига қўйиб, қуйидагини оламиз:

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

Бу дифференциал тенгламани ечишда идишдаги модда хажми ҳам, температураси ҳам вақт бўйича ўзгарувчанлигини ҳисобга олиш керак, яъни

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

Ушбу тенгламани модда температурасига T_2 нисбатан ечиб, идишдаги модданинг исиш жараёнининг математик ифодасини оламиз:

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

Элементар жараён тенгламаларини бир тенгламалар тизимсига бирлаштириб, буғ қобиғи бор гидравлик идишда кетаётган жараённинг математик моделини оламиз.

Бу тенгламалар тизимсидаги дифференциал тенгламаларни ечишда Эйлер усулидан фойдаланиб, масалани ечиш кетма-кетлигини аниқлаймиз ва масалани ечиш блок-схемасини тузамиз.

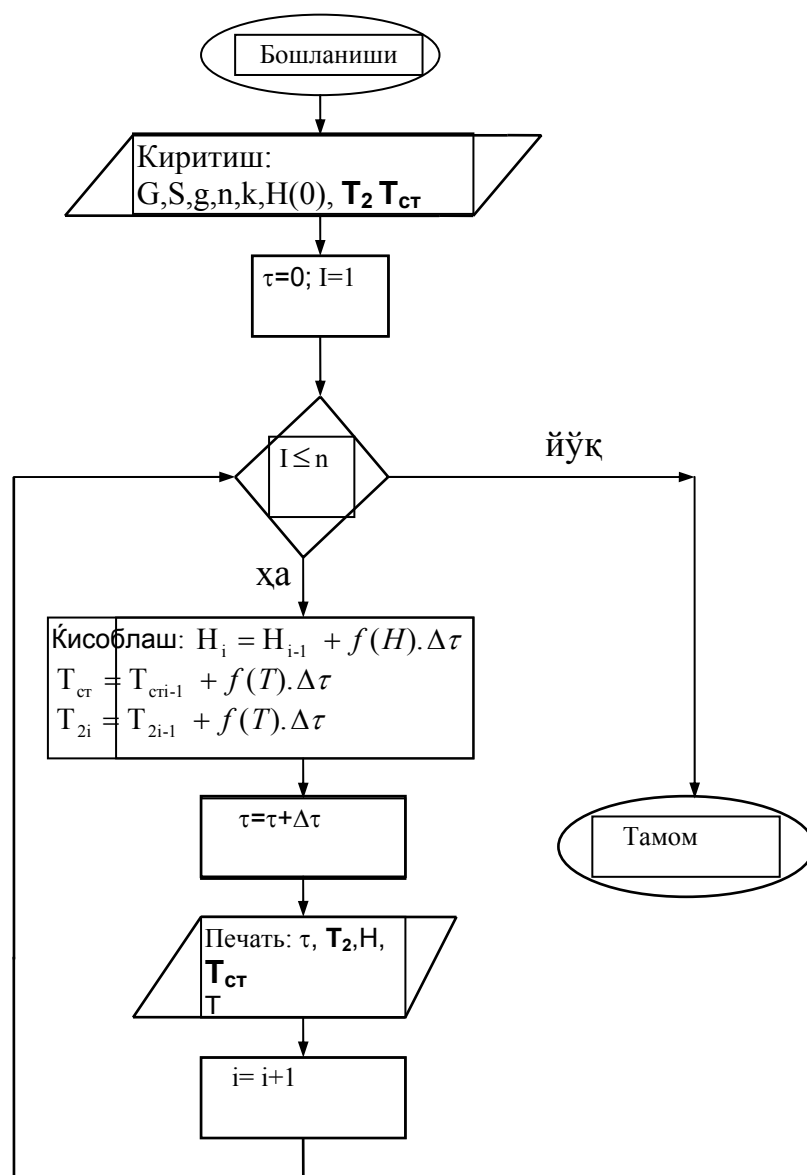
Масалани ечиш блок-схемаси 19 ва 20-расмларда берилган.

TURBOPASCAL алгоритмик тилида масалани ечиш дастури

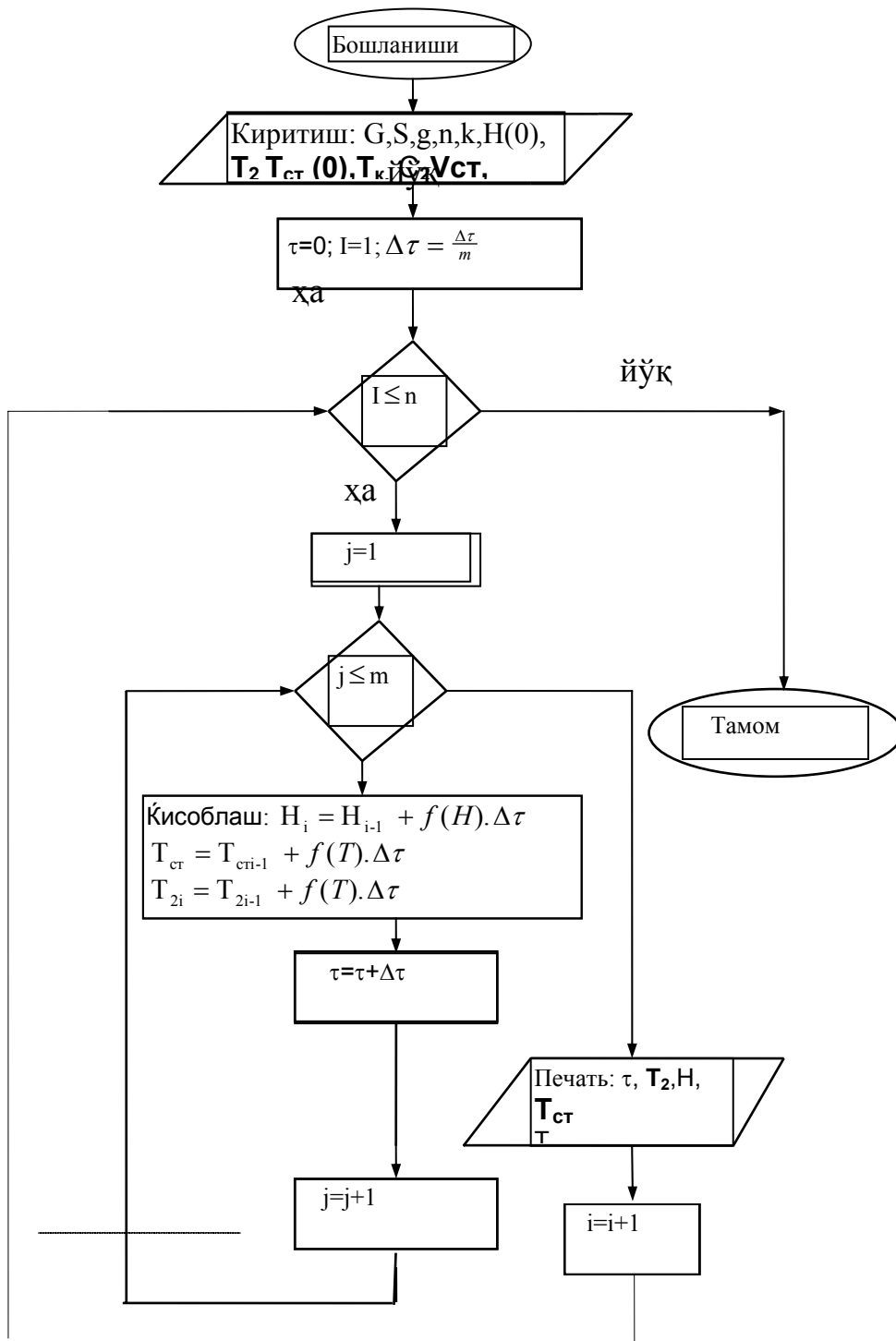
```

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('tk' ,t:6:3,'t2к' ,t2:6:3,'tdк' ,td:6:3,'g2к' ,g2:6:3,'hk' ,h:6:3);
  end;
end.

```



19-расм.



20-расм.

Таянч сўз ва иборалар

1. Гидравлик идишни моделлаштириш - гидравлик идишда кетаётган жараёнларни унинг модели ёрдамида ўрганиш.
2. Моддий баланс тенгламаси - массаларнинг сақланиш қонуни асосида тузилган моддалар баланси тенгламаси.
3. Модданинг йиғилиш тезлиги - модда миқдорининг вақт бўйича ўзгариши.
4. Келиш сарфи - идишга кираётган модда сарфи.
5. Чикиш сарфи - идишдан чиқиб кетаётган модда сарфи.
6. Вентильнинг утказиш коэффициенти - вентильнинг очиклик даражасини кўрсатувчи ва модда сарфи қийматини белгиловчи коэффициент.
7. Масалани тақрибий ҳисоблаш усули- оддий биринчи тартибли дифференциал тенгламани тақрибий ҳисоблаш усули (Эйлер усули).
8. Эйлер усули- тақрибий ҳисоблаш усули.
9. Масалани ечиш алгоритми- масалани ечиш кетма-кетлиги.
10. Бошланғич қийматларни киритиш блоки- киритиш операторлари ёрдамида масалани бошланғич шартларини киритиш.
11. Ҳисоблаш блоки- математик моделни ечиш блоклари.
12. Олинган натижаларни чиқариш блоки- олинган натижани экранга чиқариш
13. PRINT оператори- изох бериш оператори
14. READ, DATA, INPUT - киритиш операторлари
15. FOR, TO, NEXT - такрорланувчи ҳисоблаш жараёнлари операторлари.
16. Объектнинг стационар ҳолати- мувозанатланган ҳолат
17. Динамик характеристика- объектдаги ўтиш жараёнини ифодаловчи характеристика, яъни, мувозанатланган ҳолатда объектнинг поғонали турткига бўлган реакцияси.
18. Иситгични моделлаштириш- иситгичда кетаётган жараённи унинг математик моделида олинган натижалар бўйича ўрганиш.
19. «Элементар» жараёнлар
20. Буғ қобиғи бор идишда модданинг йиғилиш жараёни- модда миқдорини вақт бўйича ўзгариши.
21. Буғнинг буғ қобиғида агрегат ҳолатини ўзгариш жараёни- буғнинг конденсат ҳолатига ўтиши.
22. Идиш деворини иситиш жараёни- девор иссиқлигини вақт бўйича ўзгариши.
23. Моддани иситиш жараёни- модда иссиқлигини вақт бўйича ўзгариши.

Назорат саволлари.

1. Гидравлик идишда модданинг йиғилиш жараёнини қандай математик ифодаланади?
2. Тақрибий Эйлер ҳисоблаш усулини моҳияти.

3. Технологик параметрларни компьютерга киритишни қандай ташкил этиш мумкин?
4. Буғ қобиғи бор гидравлик идишни моделлаштиришда унда қандай «Элементар» жараёнларни кўрсатиш мумкин?
5. 20-расмда берилган ҳисоблаш алгоритмини 19-расмдагидан қандай устунлиги бор?

Адабиётлар

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

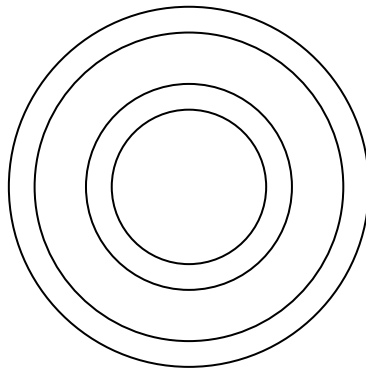
Режа:

1. Трубасимон иситгични моделлаштириш;
 - а) Математик модеони тузиш;
 - б) Масалани ечиш дастурини тузиш;
2. Кимёвий реакторларни моделлаштириш. Кимёвий кинетика асослари;
3. Даврий кимёвий реакторларни моделлаштириш;
 - а) Математик моделни тузиш;
 - б) Масалани ечиш блок-схемасини тузинг.

ТРУБАСИМОН ИСИТГИЧНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

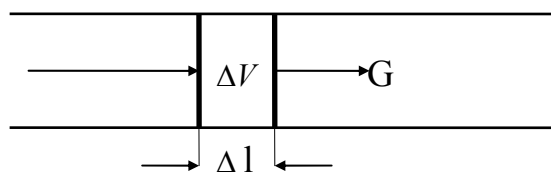
Кимё ва озиқ - овқат технологик тизимларида трубасимон иситгичлар кенг тарқалган бўлиб, уларда иситиш жараёни иситилаётган модда билан иситувчи агентни ажратиб турувчи девор орқали амалга оширилади.

Трубасимон иситгич конструкциясини , иккита бир бирининг ичига коаксиаль жойлаштирилган икки труба кўринишида тасаввур қилиш мумкин. (21-расм).



21-расм.

Икки труба орасидаги бўшлиқга одатда , иситиш агенти - буғ берилади. Иситилаётган махсулот ички труба орқали берилиб, ундаги оқимларнинг гидродинамик тузилишини идеал сиқиб чиқариш моделларидагидек деб қабул қилиш мумкин. Шу оқимда қандайдир кичик « элементар » хажмни кўрайлик (22-расм).



22-расм.

Бу элементар хажмга киришда модда температурасини $T(l, \tau)$ кўринишда ва чиқишда $T(l + \Delta l, \tau)$ кўринишда тасаввур қилиш мумкин.

Бу элементар хажмда оқимлар тузилишини идеал аралаштириш моделидагидек деб қабул қилиш мумкин, яъни бу элементар хажмда фақат кўндаланг кесим бўйича эмас, балки узунасига ҳам аралаштириш мавжуд деб қабул қилинади. Юқоридагиларни ҳисобга олиб шу хажм учун иссиқлик баланси тенгламасини ёзиш мумкин.

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

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

Бу ерда, ΔV қ $S \cdot \Delta l$ ва F қ $2\pi r \cdot \Delta l$, (ΔS - трубанинг кесим юзаси; F - трубанинг иссиқлик ўтказиш юзаси; r -трубанинг радиуси, одатда у, $r = \frac{r_n + r_m}{2}$ тенглама бўйича аниқланади, бунда r_n, r_m - трубанинг ички ва ташқи радиуси).

Математик ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги тенгламани оламиз:

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

Чизиқли тезлик (ω), сарфнинг (G) труба кесим юзасига (S) нисбати бўйича аниқланишини ҳисобга олиб, маълум бир математик ўзгартиришлардан сўнг, юқоридаги тенгламани қуйдагича ёзишимиз мумкин:

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

$T(l + \Delta l, \tau) - T(l, \tau)$, маҳсулот температурасини Δl масофадаги ўзгариши эканлигини ҳисобга олсак, юқоридаги тенглама қуйидаги кўринишга келади:

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

Ушбу математик модель параметрлари тақсимланган модел бўлиб, жараённинг динамикасини ифодалайди ва унда температура икки координата бўйича (вақт ва аппарат узунлиги) ўзгаради.

Стационар ҳолатда, $\frac{dT(\ell + \Delta\ell, \tau)}{d\tau} = 0$,

(4.1.) тенглама қуйидаги кўринишга келади :

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

ёки

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

Эйлер усулини қўллаб, аппарат узунлиги бўйича температуранинг тақсимланиши ва иситигичнинг оптимал узунлигини аниқлаш каби масалаларни ечиш мумкин.

Масалани ечиш блок-схемаси мустакил равишда тузилади.

TURBOPASCAL алгоритмик тилидаги масалани ечиш дастури :

```
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:=kg/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.
```

КИМЁВИЙ РЕАКТОРЛАРНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

Кимёвий кинетика асослари

Кимёвий кинетика физик кимёнинг кимёвий реакция тезлигини ўрганувчи бўлиmdir.

Кимёвий реакторларни ўрганиш, шу реактор жараёнини ташкил қилувчи «элементар» жараёнлар математик моделлари асосида амалга оширилади, яъни, блок принципи қўлланилади:

биринчидан, микрокинетика ўрганилади, яъни кимёвий кинетика тезлиги ўрганилади;

иккинчидан, гидродинамика ўрганилади, яъни, оқимлар тузилиши ўрганилади;

учинчидан, иссиқлик-модда-алмашинув жараёни ўрганилади ва бошқалар.

Кимёвий жараён микрокинетикасини ўрганиш, шу жараён кимёвий реакция тезлиги тўғрисида маълумотни, яъни, вақт ва хажм бирлигида қанча модда ҳосил бўлганлигини аниқлашни ҳисобга олади

$$W_r \propto \frac{1}{V} \frac{dN}{dT}$$

бунда, $N \propto C \cdot V$, ўрнига қўйиб топамиз,

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

ёки

$$W_r \propto \frac{C}{V} \frac{dV}{dT} + \frac{dC}{dT},$$

Ўзгармас хажмда кетаётган реакциялар учун ($V \propto \text{const}$), $\frac{dV}{dT} \propto 0$;

шунинг учун

$$W_r \propto \pm \frac{dC}{dT},$$

(+) - ишора реакция натижасида модда миқдори ошиб боришини кўрсатади;

(-) - ишора реакция натижасида модда миқдори камайишини кўрсатади;

Ўзаро таъсир қонунига асосан кимёвий реакция тезлиги, реакцияга киришаётган моддалар концентрациясига пропорционал, яъни,

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

бу ерда, n_1, n_2 - кимёвий реакция тартиби;

Элементар, бир босқичли кимёвий реакциялар учун, реакция тартиби ва реакция стехиометрик коэффициентлари бир хил қийматга эга бўлади. (Кимёвий реакция бир босқичда кетаётган бўлса у элементар ҳисобланади).

k - кимёвий реакция тезлиги константаси (сек^{-1}), молекула турига ва температурасига боғлиқ. Маълум бир молекула учун ўзгармас температурада, $k = \text{const}$.

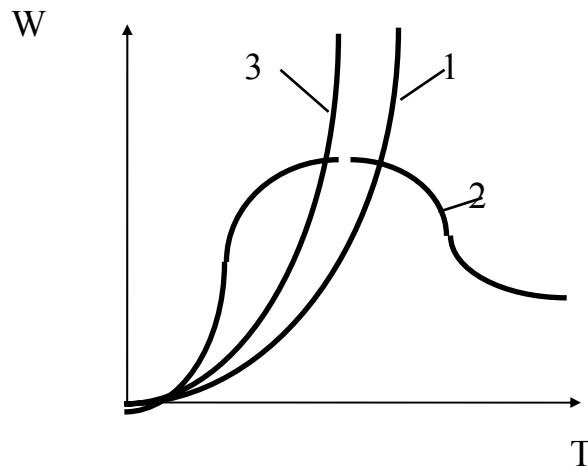
k ва температура орасидаги боғлиқликни одатда Аррейниус қонуни орқали ифодаланади,

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

бу ерда, k_0 - экспонента олди коэффициент (ўзаро тўқнашаётган молекулалар сонига боғлиқ);

E - активлик энергияси (унинг қиймати ошиши билан реакция тезлиги кўпроқ температурага боғлиқ бўлади. Расм 23.).

k_0 ва E тажриба йўли билан аниқланади.



Расм.23.

1-3- чизиклар оддий элементар кимёвий реакциялар учун.

2- чизик мураккаб кўп босқичли ва қайтар кимёвий реакциялар учун.

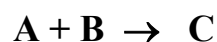
Даврий кимёвий реакторларни моделлаштириш

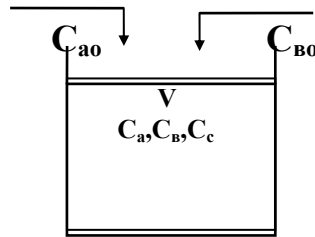
Даврий кимёвий реакторларда, маҳсулот реакторга юклангандан сўнг, модданинг бир турдан иккинчи турга айланиш жараёни кетада.

Кимёвий реакторларда кетаётган жараёнларни математик моделлаштириш йўли билан ўрганишда, аввал кимёвий жараённинг стехиометрик тенгламаси тузилади, сўнггра реакция молекулярлиги ва тартиби аниқланилади. Агар кимёвий реакция тезлиги константаси қиймати номаълум бўлса, унда унинг қийматини экспериментал йўл билан аниқланиб, сўнггра кинетик тенгламалар тузилади.

Фараз қилайлик, даврий кимёвий реакторда (24-расм) қуйидаги стехиометрик тенглама бўйича элементар кимёвий жараён кетаяпти:

бу ерда, A ва B - ўзаро таъсирга кираётган моддалар; C - реакция маҳсули; k - реакция тезлиги константаси (одатда унинг қиймати экспериментал аниқланади).





24-расм.

Ушбу кимёвий реакцияни элементарлигини ҳисобга олиб, кимёвий реакция тезлиги W_r ни қуйидагича ёзиш мумкин:

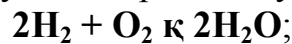
$$W_r \propto V \cdot k \cdot C_a \cdot C_b$$

бу ерда, C_a , C_b - ўзаро таъсирга кираётган **A** ва **B** моддалар концентрациялари; V - реактордаги моддалар ҳажми.

Реакция компонентларининг молекуляр оғирлиги M_a , M_b и M_c . Массаларнинг сақланиш қонунига биноан:

$$M_a + M_b \propto M_c$$

Масалан, қуйидаги реакция учун:



$M_a \propto 4$, $M_b \propto 32$, $M_c \propto 36$, яъни, $4+32 \propto 36$.

Массаларнинг сақланиш қонунини ҳисобга олиб, келтирилган ўзгармас сарф катталигини ҳисоблаб топишимиз мумкин,

$$a \propto M_a/M_c; \quad b \propto M_b/M_c$$

Бу ўзгармас сарф катталиклари, Q_c модда олиш учун керак бўлган **A** ва **B** модда миқдорларини ҳисоблашда керак бўлади.

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

A, **B** ва **C** модда миқдорлари ўзгаришини (Q_a , Q_b и Q_c) қуйидаги тенгламалар ёрдамида ҳисобланилади:

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

бу ерда, Q_{ao} ва Q_{bo} , **A** ва **B** моддаларнинг бошланғич миқдорлари.

A ва **B** компонентлар концентрацияларини (C_a , C_b) ҳисоблаш учун, қуйидаги тенгламалардан фойдаланиш мумкин:

$$C_a \propto (Q_{ao} - a \cdot Q_c) / (Q_{ao} + Q_{bo})$$

$$C_b \text{ к } (Q_{bo} - b \cdot Q_c) / (Q_{ao} + Q_{bo})$$

Кимёвий жараён кетиши билан, кимёвий реакция кинетикасини ҳисобга олиб, **A** ва **B** моддаларнинг ўзаро таъсири натижасида, модда миқдорини ($V \cdot C_c$) ўзгаришини қуйидагича ёзиш мумкин:

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

Даврий реакторларда кимёвий жараён ўзгармас ҳажмли реакторларда кетишини ҳисобга олиб (5.3) тенгламани қуйидагича ёзамиз:

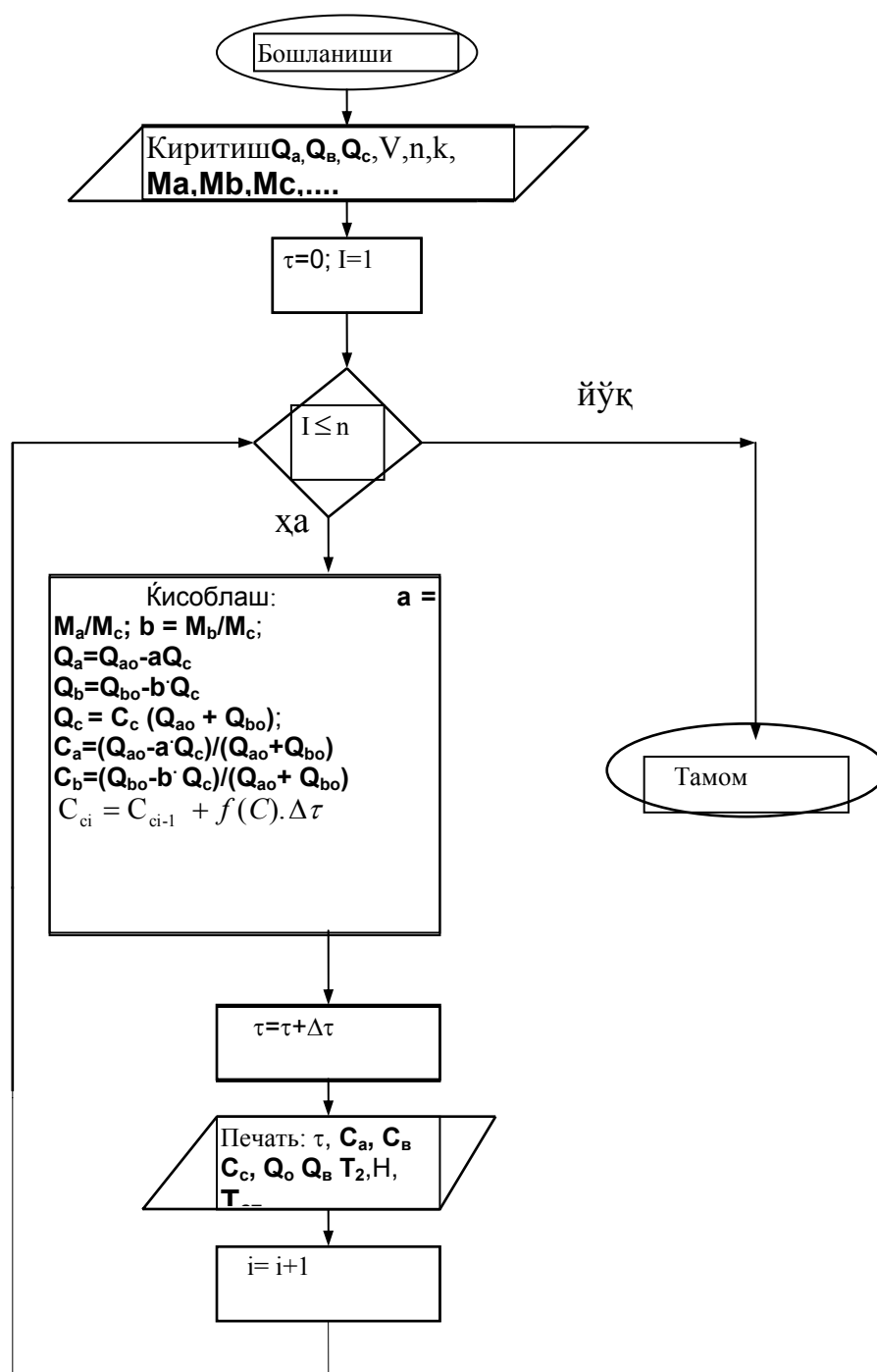
$$\frac{\partial C_c}{\partial \tau} = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Юқоридаги тенгламаларни бир тенгламалар тизимсига келтириб, даврий кимёвий реакторни математик моделини оламиз. Бу математик моделни ҳисоблаш усулини танлаб, масалани ечиш кетма-кетлигини аниқлаймиз ва масалани ечиш блок-схемасини тузамиз.

Масалани ечиш блок-схемаси 25-расмда келтирилган.

Таянч сўз ва иборалар

1. Трубасимон иситгични моделлаштириш- иситгични унинг моделида олинган натижалар бўйича ўрганиш.
2. Коаксиал жойлашган икки труба- умумий ўқли икки бир-бирига киритилган трубалар.
3. Элементар ҳажм- шартли равишда чексиз кичрайтирилган ҳажм.
4. Кесим юза бўйича аралаштириш- кўрилаётган кесим юзасида бўлиши мумкин деб қабул қилинган аралаштириш.
5. Узунасига аралаштириш- олдинга ва орқага бўлиши мумкин бўлган оқим.
6. Оқимнинг чизикли тезлиги- оқимнинг, заррачаларни сарфига ва трубанинг кесим юзасига боғлиқ бўлган катталиқ.
7. Параметрлари таксимланган модел- параметрлари вақт ва яна бир бошқа координата (иситгич узунлиги) бўйича ўзгарувчи модел.
8. Иситгич узунлиги бўйича температуранинг таксимланишини ҳисоблаш- иситгични ҳар бир нуқтасидаги температурани ҳисоблаш.
9. Кимёвий реакторларни моделлаштириш- реактордаги жараёнларни унинг математик моделида олинган натижалар бўйича ўрганиш.
10. Кимёвий кинетика- физик кимёнинг кимёвий реакция тезлигини ўрганувчи бўлими.
11. Кимёвий реакция тезлиги- кимёвий реакция тезлиги ўзаро таъсирга кираётган моддалар концентрацияларига ва реакция тезлиги константасига боғлиқ ўзгаради.



25-расм.

TURBOPASCAL алгоритмик тилидаги масалани ечиш дастури мустақил равишда тузилади.

12. Даврий кимёвий реакторлар- бу реакторларга компонентлар юкланиб, маълум шароитда жараён кетади.
13. Стехиометрик тенглама- кимёвий реакция тенгламаси.
14. Молекулярлик- реакцияда қатнашаётган молекулалар сонини белгилайди.
15. Кимёвий реакция тезлиги константаси - кимёвий реакция тезлиги константаси ҳар бир реакция учун ҳар хил қийматга эга бўлиб, у Аррейниус қонунига биноан температурага ҳам боғлиқдир.
16. Массанинг сакланиш қонуни- модда бордан йўқ бўлмайди, йўқдан бор бўлмайди, бир турдан иккинчи турга айланиши мумкин.
17. Сарфнинг нисбий ўзгармас катталиги- реакцияга киришаётган моддаларни сарфларини ҳисоблашда керак бўлади. Массаларнинг сакланиш қонуни асосида ҳисобланади.

Назорат саволлари

1. Трубасимон иситгичда оқимлар тузилиши қандай?
2. Трубасимон иситгич математик модели параметрлари тақсимланган моделми ёки параметрлари мужассамланганми?
3. Трубасимон иситгич стационар ҳолатида унинг математик модели қандай кўринишда бўлади?
4. кимёвий реакция тезлиги константа k қиймати нимага боғлиқ?
5. Математик моделлаштиришда ўзгармас сарф катталиклари нима учун ҳисобланади?
6. Даврий реакторни моделлаштиришда унинг кўрсаткичлари қандай кетма-кетликда ҳисобланади?

Адабиетлар

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

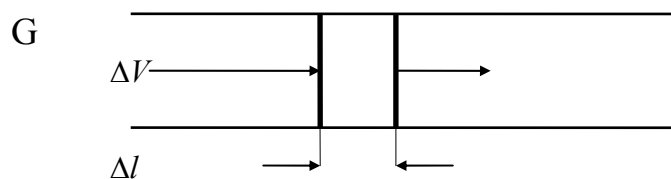
Режа:

1. Трубасимон кимёвий реакторларни моделлаштириш
 - а) Реакторнинг математик моделини тузиш
 - б) Масалани ҳисоблаш алгоритмини тузиш.
2. Технологик жараёнлар ва тизимларини ҳисоблаш эксперименти ўтказиш йўли билан ўрганиш.

Трубасимон кимёвий реакторларни моделлаштириш

Трубасимон кимёвий реакторларда, одатда ҳар хил кимёвий жараёнлар узлуксиз равишда кетади, яъни, моддалар реактордан ўтиб боришида, ўзаро таъсирга кираётган модда концентрациялари ўзгариб боради.

Трубасимон реакторни кўрайлик (26-расм). Реакторга юкланган моддалар, реактордан ўтиб бориши жараёнида, ўзаро кимёвий таъсир натижасида концентрациялари ўзгариб боради.



26-расм.

Ушбу жараённинг математик моделини тузиш учун, ΔV элементар хажмда кетаётган жараённи кўриб чиқайлик. Бу элементар хажмга модда маълум бир параметрлар билан кириб, бир зумда шу элементар хажмга тарқалади. Элементар хажмдаги жараёнларнинг шундай тасаввурига асосланган ҳолда, шу элементар хажмдаги модда миқдорининг ўзгариши, унга келаётган ва кетаётган модда миқдорларига ва кимёвий реакция тезлигига боғлиқ деб, қуйидагиларни ёзишимиз мумкин:

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

бу ерда, Q - ушбу хажмдаги компонент миқдори, яъни,

$$Q \text{ к } \Delta V \cdot C$$

C - кўрилаётган модда концентрацияси;

G - реактордан ўтаётган модда сарфи;

W_r - кимёвий реакция тезлиги.

Математик ўзгартиришлардан сўнг:

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

ΔV қ $S \cdot \Delta l$, ни ҳисобга олиб (S - реактор кесим юзаси) қуйидагини оламиз

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

Агар, $C(l + \Delta l) - C(l, \tau)$, бу концентрацияни реактор узунлиги бўйича ўзгариши эканлигини ҳисобга олсак, унда юқоридаги тенгламани хусусий ҳосила кўринишида ёзишимиз мумкин, яъни, бу реакторда концентрацияни ўзгариши ҳам вақт бўйича, ҳам реактор узунлиги бўйича бўлишини кўрамиз.

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

бунда, ω - оқимнинг чизиқли тезлиги, қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади, $\omega_c = \frac{G}{S}$

Шундай қилиб, трубасимон реакторларда кетаётган жараён, оқимлар тузилиши бўйича идеал сиқиб чиқариш моделларига мос келар экан.

Фараз қилайлик, бу реакторда қуйидаги стехиометрик тенглама бўйича кимёвий реакция кетмоқда:



Унда, бу элементар кимёвий жараён учун, кимёвий реакция тезлигини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$W_r \text{ қ } k \cdot C_a \cdot C_b \quad (6.2)$$

бу ерда, k - кимёвий реакция тезлиги константаси; C_a , C_b - ўзаро таъсирга киришаётган A ва B компонентлар концентрациялари.

(6.2) тенгламани ҳисобга олиб, ўзаро таъсирга кираётган модда концентрацияларини ўзгаришининг математик ифодаси, қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_a}{\partial \tau} &= -\frac{G}{S} \cdot \frac{\partial C_a}{\partial l} - W_r \\ \frac{\partial C_b}{\partial \tau} &= -\frac{G}{S} \cdot \frac{\partial C_b}{\partial l} - W_r \end{aligned} \quad (6.3)$$

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

Моддаларнинг концентрацияларини реактор узунлиги бўйича тақсимланишини ҳисоблаш, одатда стационар режимда амалга оширилади, яъни

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

Бу жараённинг стационар ҳолат учун математик ифодаси қуйидагича:

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

$$\frac{\partial C_b}{\partial l} = -\frac{1}{\omega_c} \cdot k \cdot C_a \cdot C_b \quad (b) \quad (6.4)$$

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

Оқимнинг чизиқли тезлигини (ω_c), алоҳида компонентларнинг сарфларини ҳисобга олган ҳолда, қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\omega_c = \frac{\frac{G_a}{\rho_a} + \frac{G_b}{\rho_b} + \frac{G_c}{\rho_c}}{S} \quad (6.5)$$

бу ерда, G_a, G_b, G_c - **A, B, C** компонентларнинг сарфлари;

ρ_a, ρ_b, ρ_c - **A, B, C** компонентларнинг солиштирма оғирликлари.

Маълум миқдорда Q_c модда олиш учун керакли, **A** ва **B** модда миқдорини аниқлаш учун, келтирилган сарф ўзгармас катталигини аниқлаш керак,

$$G_a \propto a \cdot G_c; \quad G_b \propto b \cdot G_c$$

бу ерда, G_a, G_b - **C** модданинг маълум бир миқдорини (G_c) олиш учун керак бўлган **A** ва **B** модда миқдорлари; **a** ва **b** - **A** ва **B** моддаларнинг келтирилган сарф ўзгармас катталиклари.

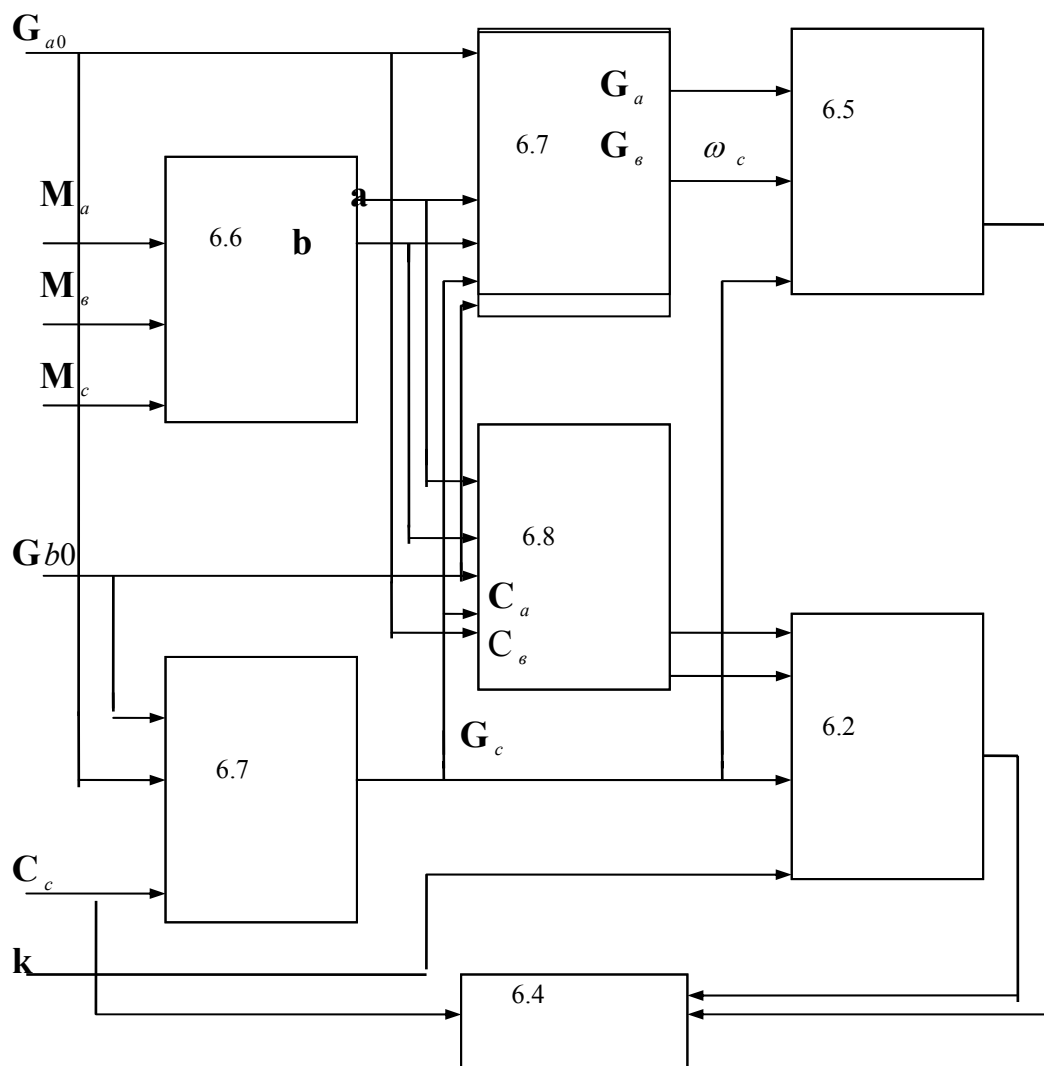
Масалан, қуйидаги реакцияни кўрайлик, $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
бу реакция учун,

$$M_a + M_b \propto M_c,$$

бунда, $M_a \propto 4$; $M_b \propto 32$; $M_c \propto 36$. Буларни ҳисобга олиб, биринчи ва иккинчи компонентлар учун келтирилган сарф ўзгармас катталикларини ҳисоблаб топиш мумкин:

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

бу ерда, M_a, M_b, M_c - A, B ва C компонентларнинг молекуляр оғирликлари.



27-расм.

Юқоридагиларни ҳисобга олиб, G_a , G_b , G_c ларни ҳисоблаш тенгламаларини ёзамиз:

$$G_a \text{ қ } G_{a0} - a \cdot G_c \quad (a)$$

$$G_b \text{ қ } G_{b0} - b \cdot G_c \quad (b)$$

$$G_c \text{ қ } C_c (G_{a0} + G_{b0}) \quad (c)$$

(6.7)

C_a , C_b ва C_c концентрацияларни ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламалардан фойдаланиш мумкин:

$$C_a \text{ қ } (G_{a0} - a \cdot G_c) / (G_{a0} + G_{b0}) \quad (a)$$

$$C_b \text{ қ } (G_{b0} - b \cdot G_c) / (G_{a0} + G_{b0}) \quad (b)$$

(6.8)

$$C_c \text{ к } G_c / (G_{ao} + G_{bo}) \quad (c)$$

Юқоридаги тенгламаларни бир тенгламалар тизимсига келтириб, узлуксиз кимёвий реакторни математик моделини оламыз, ҳисоблаш усулини танлаб, масалани ечиш кетма-кетлигини аниқлаймиз.

Масалани ҳисоблаш алгоритми 27-расмда келтирилган.

Технологик жараёнлар ва тизимларини ҳисоблаш эксперименти ўтказиш йўли билан ўрганиш.

Ҳисоблаш эксперименти тўғрисида тушунча.

Ҳисоблаш эксперименти (ХЭ) ҳисоблаш техникасини технологик жараёнларни тадқиқотида ва лойиҳалашда ишлатишнинг энг юқори формаларидан ҳисобланади. У одатда, технологик жараёнларни дастлабки таҳлил қилишда ва технологик жараёнларни синтез қилиш жараёнида, яъни, лойиҳа ечимларини текширишда ва солиштиришда ишлатилади.

ХЭ деганда, одатда ЭХМ ёрдамида технологик жараённи унинг математик модели ёрдамида ўрганиш ва унинг ҳар хил шароитларда ўзини тутишини ҳисоблаб чиқиш, ҳамда параметрларнинг оптимал қийматларини аниқлаш тушунилади.

Математик моделлаштириш ва ХЭ тадқиқот усуллари сифатида фаннинг кимё ва бошқа йўналишларида кенг қўлланилмоқда. Бунга сабаб, ҳамма соҳада ҳам лойиҳалаш ва бошқариш учун ўрганилаётган объект туғрисида информация керак бўлиб, шу информация асосида, одатда, шу жараёнларни бошқариш ва лойиҳалаш масалалари ечилади.

Ҳозирги вақтда бизда (чет элларда ҳам) катта физик экспериментларни ўтказиш дастурига албатта ХЭ босқичини киритилмоқда. Кутилаётган натижаларни прогноз қилиш мақсадида, дастлабки «ҳисоблашлар» амалга оширилади.

ХЭ объектни ўзида ўтказилган тажрибага нисбатан (натурадаги тажриба) маълум бир устунликларга эга:

- 1) тажрибани нисбатан кенг диапазонда, қисқа вақт ичида ўтказиш имкониятининг борлиги;
- 2) ХЭ қайсидир «элементар» жараёнларга ҳар хил факторларни алоҳида-алоҳида таъсирларини аниқлаш имкониятини беради;
- 3) ХЭ объектда ўтказилган тажрибаларни теоритик прогнозларга мос келмаётганлиги сабабларини жараённи кўп маротаба қайта-қайта, турли шароитлар учун, ҳисоблаш йўли билан аниқлашга ёрдам беради.

ХЭ билан ечилаётган масалаларни 4 гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Технологик жараёнларни таҳлил қилиш ;
2. Технологик жараёнларни синтез қилиш;
3. Диагностика ;
4. Прогноз .

Технологик жараёнларни таҳлил қилиш вазифалари

1. Технологик жараённинг мувозанатланган (устойчивўй) ишлаш диапазони аниқлаш, яъни, бошқарув параметрлари қийматларини ҳар қандай ўзгаришлари, кириш параметри қийматларига қўйилган чекламаларни бузмайдиган бўлсин;

2. Ҳар хил технологик параметрларнинг жараён ўтказиш режимларига ва унинг чиқиш параметрларига таъсир даражасини аниқлаш;

3. Технологик жараённинг, унинг тўғри кетаётганлигини кўрсатаётган «сезгир нуқта»ларини аниқлаш;

4. Технологик жараёнга таъсирнинг мақсадга мувофиқ ёки мувофиқ бўлмаган критик вақт моментларини аниқлаш (кўпинча узлукли жараёнлар);

5. Жараён кўрсаткичлари сифатига технологик жараён режимлари ва конструктив параметрлари ўзгаришининг таъсири аниқланади;

Технологик жараёнларни синтез қилиш масалаларига қуйидагилар киради:

1. Ишлаб турган технологик ускуналар учун технологик жараён режимларини оптималлаштириш;

2. Ишлаб турган технологик ускуналар конструктив параметрларини оптималлаштириш;

3. Оптимал технологик жараённи лойихалаш.

Диагностика масалаларига қуйидагилар киради:

1. Технологик ускуналарнинг ва жараёнларнинг ишончлилиқ характеристикаларини аниқлаш;

2. Технологик жараённинг тўғри ишлаётганлигини аниқлаш;

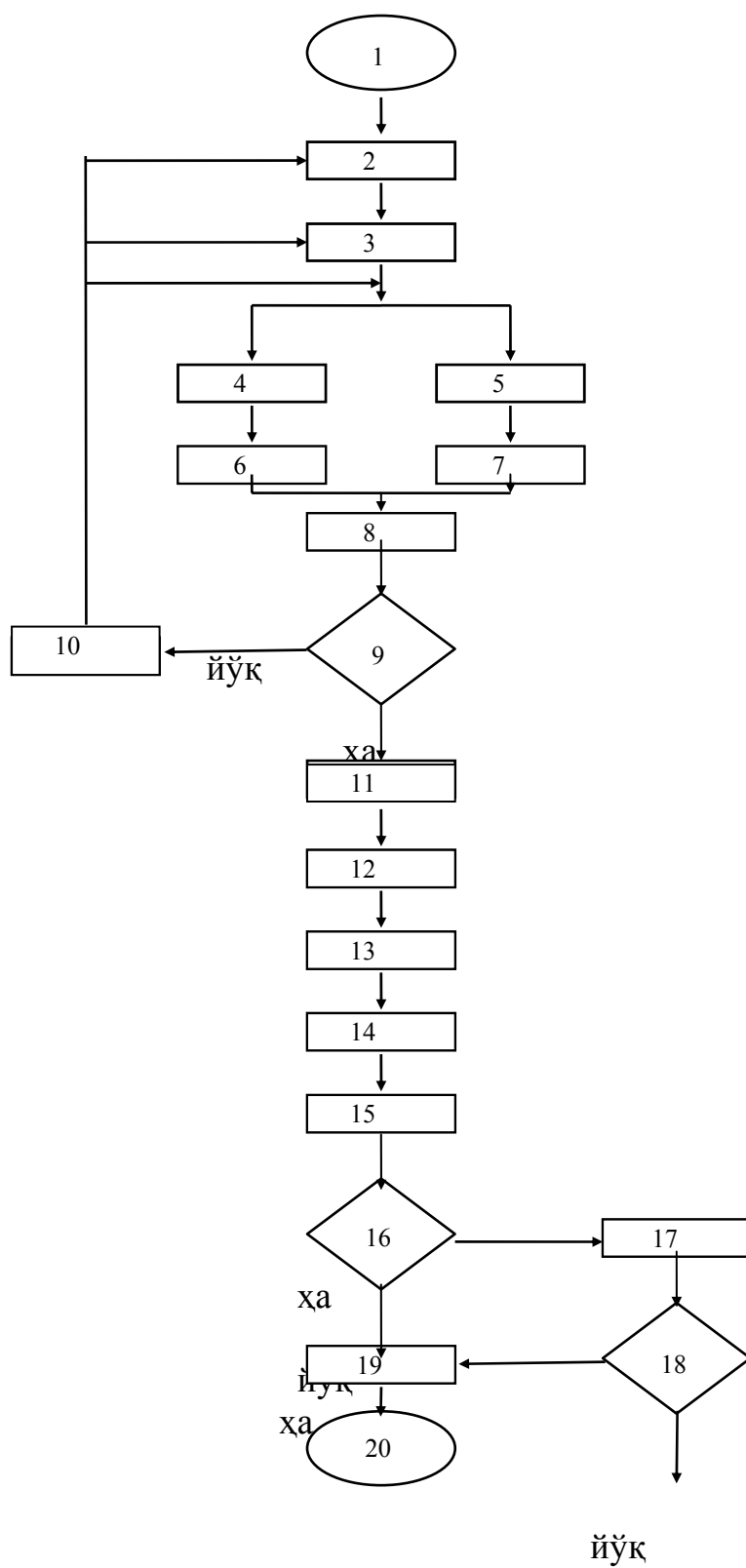
3. Технологик жараённинг ташқи таъсирлардан химояланганлигини, яъни, унинг жараёнга ҳар хил тасодифий таъсирлар бўлган ҳолда яхши ишлай олишини текшириш.

Прогноз масалаларига технологик жараённинг сифат кўрсаткичларини прогноз қилиш масалалари киради.

ХЭ ни ташкил қилиш. Ҳисоблаш-технологик эксперименти-ХТЭ.

Ҳисоблаш-технологик эксперименти-ХТЭ деганда ЭХМда маълум бир дастурий комплекс кўринишида тадбиқ қилинган, реал технологик жараённи тўғри ифодалайдиган математик модел ёрдамида технологик жараённи ўрганиш тушунилади.

ХТЭ ни 2 босқичга бўлиш мумкин: уни тайёрлаш ва ўтказиш. ХТЭни ташкил қилиш ва ўтказишни қуйидаги кетма кетликда тасаввур қилиш мумкин (тажриба блок-схемаси 28- расмда келтирилган).



28-расм. ХТЭ ўтказишнинг умумий блок-схемаси.

- 1-Бошланиш;
- 2-Технологик жараённинг умумий ифодасини тузиш;
- 3-ТЖ нинг математик моделини тузиш;
- 4-Масалани ечиш алгоритмини тузиш;
- 5-Математик моделни адекватликка текшириш алгоритмини тузиш;
- 6,7- Алгоритм бўйича ЭХМ да дастур тузиш;
- 8-Математик моделни адекватлигини текшириш;
- 9-Математик модель адекват;
- 10-Математик модель адекват эмаслиги сабабини аниклаш ва коррекция киритиш;
- 11-ХТЭ ўтказиш алгоритмини тузиш;
- 12- Алгоритм бўйича ЭХМ да дастур тузиш;
- 13-ХТЭ ни ўтказиш;
- 14- ХТЭ ни натижаларини қайта ишлаш ва таҳлил қилиш;
- 15- Лойиҳа ечимларини генерация қилиш;
- 16- Параметрларни лойиҳа ечимларига яқин қийматларида тажриба ўтказиш мумкин;
- 17- Шу қийматларда модель адекватлигини текшириш;
- 18- Математик модель адекват;
- 19- Лойиҳа ечимларини қабул қилиш;
- 20- Тамом.

Технологик жараёнларни математик моделларини тузишда баъзи бир ҳолларда шу жараённинг аввал тузилган моделларидан, улар учун тузилган дастурларидан фойдаланишимиз мумкин.

Таянч сўз ва иборалар

1. Трубасимон кимёвий реакторни моделлаштириш - трубасимон реакторда кетаётган кимёвий жараённи математик модели ёрдамида ўрганиш;
2. Модда концентрациясини аппарат узунлиги бўйича таксимланиши - реакторнинг узунлиги бўйича ҳар бир нуқтасидаги модданинг концентрацияси;
3. Стационар ҳалат учун жараённинг математик ифодаси - жараённинг мувозанатланган ҳолатига мос келувчи математик ифода;
4. Нестационар ҳалат учун жараённинг математик ифодаси - жараённинг номувозанатланган ҳолатига мос келувчи математик ифода;
5. Масалани ечиш алгоритми - масалани ечиш кетма-кетлиги;
6. КТТни ҳисоблаш эксперименти (ХЭ) усули билан урганиш - КТТни унинг математик модели ёрдамида компьютерда эксперимент ўтказиш йўли билан ўрганиш;
7. Натурадаги (объектнинг узида) эксперимент - технологик объектда ўтказиладиган тажриба;

8. ХЭ утказиб технологик жараённи тахлил килиш масаласини ечиш - компьютерда технологик жараённи унинг модели ёрдамида тахлил килиш;
9. ХЭ утказиб технологик жараённи синтез килиш масаласини ечиш - компьютерда технологик жараённи унинг модели ёрдамида тахлил килиш;
10. ХТЭ натижаларини тахлил килиш - ХТЭ натижаларини технологик объектдаги натижаларга қанчалик мослигини аниқлаш;
11. Лойиха ечимларини генерация килиш - лойиха ечимлари бўйича хулоса килиш;
12. Модель адекватлигини текшириш - моделни реал жараёнга мослигини текшириш;
13. Лойиха ечимларини қабул килиш - олинган натижаларни солиштириб ечим қабул қилиш;
14. ХТЭни утказишни ташкил килиш схемаси - ХТЭ ни ўтказиш кетма кетлигини аниқлаш.

Назорат саволлари

1. Трубасимон кимёвий реакторларда кетаётган жараён, оқимлар тузилиши бўйича, қайси идеал моделларга мос келади?
2. Трубасимон кимёвий реакторларда кетаётган жараённинг математик модели параметрлари тақсимланган моделми, ёки параметрлари мужассамланган моделми?
3. Жараённинг математик моделига кирган сарф ўзгармас катталиклари нима учун хисобланади?
4. 27-расмда келтирилган масалани хисоблаш алгоритмига қараб, масалани ечиш кетма-кетлигиги айтиб беринг?
5. Хисоблаш эксперименти ёрдамида қандай масалалар ечилади?

Адабиётлар

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
3. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
4. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

Режа:

1. Асосий тушунчалар ва таърифлар;
2. Технологик жараёнларининг самарадорлик кўрсаткичлари.
3. Оптималлик критерийси турлари. Мақсад функцияси.
4. Чизиқсиз дастурлаш усуллари.
 - градиент усуллари;
 - ниградиент усуллари.

**Кимё ва озиқ-овқат технологик жараёнлар ва тизимларини
оптималлаштириш**

Асосий тушунчалар ва таърифлар

Оптимум сўзи, энг яхши мазмунини беради. Оптималлаштириш - бу инсоннинг оптимумни, яъни, энг яхши шарт-шароитларни аниқлаш мақсадида қилган хатти-харакатларидир.

Хар қандай оптималлаштиришда тизимнинг ишлаш шароитларининг жуда кўп вариантлари мовжудлигини ва буларни баҳолаб туриб икки солиштирилаётган вариантларнинг қайси бири яхшилигини аниқлаш мумкинлигини тасаввур қилинади.

Оптималлаштириш масаласини қўйилишида оптималлаштирилаётган тизимни миқдоран баҳолаш имкониятига эга бўлишимиз керак. Бу тизимнинг хар хил шароитларда ишлаганда бир-бирига солиштириш имконини беради ваг у оптималлик критерийси деб аталади. Одатда оптимал шароитларга оптималлик критерийсининг энг катта ёки энг кичик қийматлари тўғри келади. Масалан, оптималлик критерийси олинаётган махсулотнинг таннархи бўлса, унда оптимал шароит бўлиб таннархнинг энг кичик қиймати тўғри келади.

Оптималлаштириш масаласини ечишда фақат битта катталикини экстремал қийматини топишни талаб қилиш керак. Бир вақтнинг ўзида тизимга икки ва ундан кўп оптималлик критерийсини бериш мумкин эмас. Чунки, бир критерий бўйича топилган экстримум иккинчи критерийга мос келмайди. Шунинг учун, масалан, энг катта унумдорликда, энг кичик таннархга эришиш масаласи, нотўғри қўйилган масаладир. Масала тўғри қўйилган ҳисобланади, қачонки, энг кичик таннархни берилган унумдорликда, ёки, энг катта унумдорликни берилган таннархда топиш керак бўлса. Биринчи ҳолда оптималлик критерийси таннарх, иккинчисиди, унумдорликдир.

Оптимизация масалаларини қўйилишида тизим ҳолатларини ўзгартириш имкониятларига эга бўлишимиз керак. Бу қийматлари ўзгартириш мумкин бўлган параметрлар, бошқарувчи катталиклар (таъсирлар) дейилиб, уларга хар хил технология параметрлари кириши мумкин.

Масалан, реакторда $A \rightarrow P \rightarrow S$ кимёвий жараён кетаяпти ва бу жараённинг сифати оралиқ махсулот P нинг концентрацияси C_p билан аниқланади. C_p нинг хар хил қийматлари шу аппарат ичидаги модда миқдори (V) ва унинг температураси (T) га боғлиқ ва хакозо. Агар V ва T ларни ишлаб

чиқариш шароитига мувофиқ ўзгартириш имкониятига эга бўлсак, унда бу параметрлар ушбу технологик жараённинг бошқарувчи параметрлари ҳисобланади. Оптималлаштириш масаласини ечишда, оптималлик критерийсининг энг яхши қийматларини таъминловчи бошқарувчи параметрлар қийматлари аниқланади.

Технологик жараёнларининг самарадорлик кўрсаткичлари

Технологик тизимини ишлаш сифатини умумий кўринишда, ишлаб чиқаришнинг иқтисодий самарадорлик кўрсаткичларидан фойдаланиб баҳолаш мумкин. Жараёнларнинг иқтисодий самарадорлиги қуйидаги кўрсаткичлар бўйича баҳоланади:

1. Унумдорлик, B - вақт бирлигидаги маҳсулот бирлиги миқдори;
2. Копитал маблағлар хажми, Φ (Фондлар) - пул бирлиги миқдори;
3. Эксплуатация харажатлари, Ξ (Ишлаб-чиқаришни юритиш учун) - вақт бирлигида, пул бирлиги миқдори;
4. Ишлаб-чиқарилаётган маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари, K .

Кимё-технология жараёнларининг иқтисодий самарадорлигини умумлашган оптималлик критерийси, юқоридаги кўрсаткичлардан боғлиқ қандайдир функция курунишида тасаввур қилиш мумкин, яъни,

$$R_k f(B, \Phi, \Xi, K).$$

Бу R функциянинг аниқ кўриниши, оптимизация масаласининг қўйилишига қараб, ҳар хил бўлиши мумкин. R функцияни аниқ кўринишини ёзиш учун, ушбу ишлаб чиқаришни чуқур, ҳар томонлама иқтисодий таҳлил қилиб чиқиш керак бўлади.

Кўп ишлатиладиган иқтисодий оптималлик критерийларини кўриб чиқайлик.

Оптималлик критерийсининг турлари

1. Ишлаб чиқатилаётган маҳсулот таннархи, ишлаб чиқарилаётган маҳсулот таннархи, шу маҳсулот ишлаб чиқаришга кетган тула харажатлар йиғиндисидир.

Ишлаб чиқаришга кетган тула харажатлар қуйидагича ифодаланади:

$$S_{np} = S_c + S_m + S_n$$

Бу ерда,

S_c - тула ишлаб чиқариш учун хом-ашё нархи (пул бирлиги/вақт бирлиги). қуйидаги тенглама орқали аниқланади: $S_c = S_c' \cdot B$

S_c' - маҳсулот бирлигига кетган хом-ашё нархи;

S_m - ишлаб чиқаришга кетган (жорий) харажатлар

Қуйидаги тенглама бўйича аниқланади: $S_m = S_m' \cdot B$

S_T - маҳсулот бирлигига кетган жорий харажатлар. Бу харажатларга (жорий), электроэнергия, буғ, сув ва ёрдамчи материалларга бўлган харажатлар киради.

$S_{п}$ - ўзгармас харажатлар. У ишлаб чиқарилаётган маҳсулот ҳажмига боғлиқ эмас (пул бирлиги/вақт бирлиги).

$$S_{пк} S_a + S_p$$

Бу ерда,

S_a - амортизацияга ажратилган маблағлар;

S_p - профилактик ремонт, ИТР ойлиги ва тайёр маҳсулотни сотишга кетган харажатларнинг бир қисми.

Амортизацияга ажратилган маблағ қуйидагича ҳисобланади:

$$S_{ак} \Phi + H_a$$

H_a - амортизация нормаси, қуйидагича топилади:

$$H_{ак} \Phi + P - Л / \Phi T$$

Бу ерда,

P - ускуналарни таъмирлашга кетадиган харажатлар;

$Л$ - фондларни ликвидация нархи;

T - фондларни ишлаш муддати.

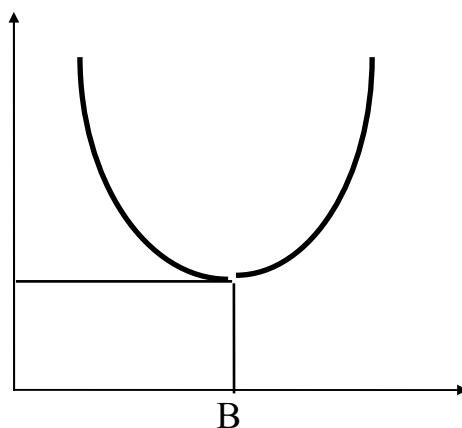
T ва P - катталиклар жараённинг олиб бориш шароитларига ва ускуналарни ишлаш шароитларига боғлиқ.

Юқоридаги ҳисоблаш тенгламаларидан фойдаланиб, таннарх тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$S_{пк} S_c + S_T + (\Phi + P - Л / B T) + S_p / B$$

Таннархнинг унумдорлик билан боғлиқлигини кўп учрайдиган кўриниши:

$$S_{пк}$$



29-расм.

Ишлаб чиқарилаётган маҳсулот таннархи, оптималлик критерийси сифатида катта камчиликка эга. У тайёр маҳсулот сифатини ҳисобга олмайди. Маҳсулот сифати, унга нарх қўйилаётганда аниқ намоён бўлади. Сифати яхши маҳсулотнинг нархи, албатта, юқори бўлади. Шунинг учун, ҳозирги вақтда оптималлик критерийси сифатида таннарх ўрнига, маҳсулотни сотишдан келган соф фойдаси қабул қилинмоқда.

2. Маҳсулотни сотганда олинадиган соф фойда.
Соф фойда йиғиндиси қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

$$\Pi \text{ к } B^*(S_y - S_{\text{пр}})$$

бу ерда, S_y - маҳсулот бирлигининг нархи.

$S_{\text{пр}}$ - маҳсулот нархи, ишлаб чиқиладиган маҳсулот сифатига боғлиқ, маҳсулот сифати бўлса, ишлаб чиқаришни қанчалик ташкил қилинганлиги билан аниқланади. Яъни соф фойда критерийси, нисбатан тўлароқ оптималлик критерийси бўлиб, у ишлаб чиқаришни оптимал ташкил қилиш учун, таннарх критерийсига нисбатан қўшимча чора тадбирлари амалга оширишни талаб қилади.

Соф фойда критерийси ҳам маълум камчиликларга эга. қуйидаги мисолни кўрайлик оф фойдаси бир хил, 20000 (пул бирлиги/вақт бирлиги) бўлган икки корхоналарни кўрайлик. Маҳсулот сифати иккала корхонада ҳам бир хил $S_y \text{ к } 100$ (пул бирлиги/вақт бирлиги). Соф фойда кўрсаткичи бўйича икки корхона бир хил ишлаётганда кўринади. Аммо, бу соф фойда қандай пайдо бўлаётганлигини кўриб чиқайлик.

Биринчи корхона $B \text{ к } 1000$ (маҳсулот бирлиги/вақт бирлиги), маҳсулотни $S_{\text{пр}} \text{ к } 80$ (пул бирлиги/вақт бирлиги), таннарх билан, иккинчи корхона $B \text{ к } 2000$ маҳсулотни $S_{\text{пр}} \text{ к } 90$ таннарх билан ишлаб чиқараяпти. Бунда соф фойда:

$$\Pi_1 \text{ к } 1000 * (100 - 80) \text{ к } 20000$$

$$\Pi_2 \text{ к } 2000 * (100 - 90) \text{ к } 20000$$

Соф фойда критерийси бўйича икки корхона бир хил ишламоқда. Аслида, яхшилаб таҳлил қилганимизда, иккинчи корхона ишлаб чиқаришни яхшироқ ташкил этиш ҳисобига олинаётган соф фойдани ошириш резервига эга. Соф фойда нормаси кўрсаткичи бу камчиликдан холи.

3. Соф фойда нормасини, маҳсулот сотишдан бўлган соф фойда йиғиндисини маҳсулот ишлаб чиқаришига кетган тўла ҳаражатларга нисбати кўринишида тасаввур қилинади.

$$H_{\text{пк}} \frac{\Pi}{B * S_{\text{пр}}} = \frac{S_y - S_{\text{пр}}}{S_{\text{пр}}}$$

Кўриб чиқилган мисол учун соф фойда нормасини ҳисоблаб қуйидагини оламыз:

$$H_{\text{п1к}} \frac{100 - 80}{80} = \frac{1}{4}$$

$$H_{\text{п2к}} \frac{100 - 90}{90} = \frac{1}{9}$$

Яъни, иккинчи корхона соф фойда нормаси кичик, ва бу корхона ишлаб чиқаришни яхшироқ ташкил этиш резервига эга эканлигини кўрсатди.

4. Келтирилган ҳаражатлар кўрсаткичи (Π_3), жараённинг инженер-технологик томонларини кўрсатувчи иқтисодий эффе́ктивлик

кўрсаткичларидан ҳисобланади. Келтирилган ҳаражатлар кўрсаткичи қуйидагича ифодаланади:

$$ПЗкS_{np}+E_n \cdot KЗ$$

бу ерда, $KЗ$ - солиштирма капитал ҳаражатлар

E_n - капитал ҳаражатлар самарадорлигининг тармоқ норматив коэффиценти, кимё саноати учун $E_n \leq 0,3$

Келтирилган ҳаражатлар маҳсулот таннархини ҳам, ускуналарни тузилиши ва ўлчамларини ҳисобга олувчи капитал ҳаражатларни ҳам ўз ичига олади. қиммат хом-ашё ишлатилаётган корхоналарда келтирилган ҳаражатлар маҳсулот таннархига яқин бўлади ва аксинча, хом-ашё арзон бўлган корхоналарда, келтирилган ҳаражатлар, асосан капитал ҳаражатлар билан аниқланади.

Оптималлаштириш масалаларини ечиш усуллари.

Кимё технологиясининг кўп объектларида оптималлаштириш масалаларини ечишга тўғри келади. Оптималлик критерийсининг кўриниши оптималлаштирилаётган объект хусусиятларига ва ишлаб чиқаришга қўйилаётган у ёки бу талабларга қараб, ҳар хил бўлиши мумкин. Бу масалаларни ечиш турли хил оптималлаштириш усуллаоини қўллашни талаб қилади. қайси усулни танлаш, оптимизация масаласини қўйилишига ва оптималлаштиришда ишлатилаётган математик модел кўринишига боғлиқ. Оптималлаштириш масалаларини ечишда асосан қуйидаги усуллар ишлатилади:

1. Функцияни классик таҳлил қилиш билан ўрганиш усули;
2. Лагранж усули;
3. Вариацион ҳисоблаш усули;
4. Динамик дастурлаш усули;
5. Максимум принципи;
6. Чизикли дастурлаш усули;
7. Чизиксиз дастурлаш усули.

Мақсад функцияси.

Технологик жараёнларни оптималлаштириш жараёнинг математик моделидан фойдаланиб амалга оширилади. Бунда, оптимал шарт-шароитлар аввал жараённинг математик моделида аниқланиб, сўнгра ишлаб чиқариш ускуналарида текширилади.

Оптималлик критерийсини технологик параметрлар орқали ифодаланган математик функциясига кўринишига, мақсад функцияси дейилади.

Биз, оптималлик критерийси мақсад функциясини (R) асосий иқтисодий эффективлик кўрсаткичлари орқали ифодасини ($R_k f(B, \Delta, \Phi, K)$) кўрган эдик. Бу ифода оптималлик критерийсининг умумий кўриниши. Конкрет ҳолда, мақсад функциясини қуйидагига ифодалаш мумкин:

$$R_k f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

бу ерда,

$(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - жараённинг асосий параметрлари

R - мақсад функцияси.

Алоҳида параметрларга x_j ($j=1, 2, \dots, n$), умумий ҳолда, ҳар хил тенглик кўринишидаги,

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

ваг тенгсизлик кўринишидаги

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

чекламалар қўйилган бўлиши мумкин.

Агар, мақсад функцияси аналитик ифодаси маълум бўлиб, айтарлик мураккаб бўлмаса ваг номаълум ўзгарувчилар сони (m) катта бўлмаса, унда оптималлаштириш масаласини ечиш учун аналитик усулларни қўллаш мумкин, яъни функцияни классик таҳлил қилиш усули ёки Лагранж кўпайтмалари усули.

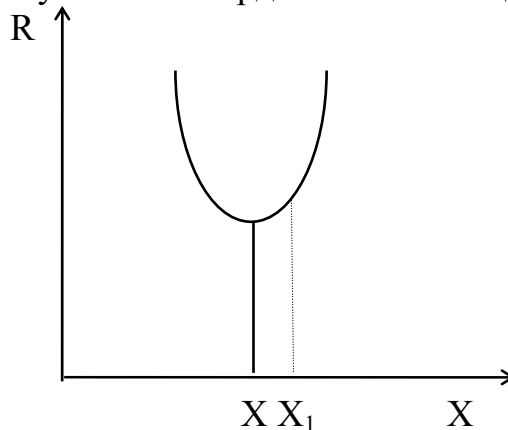
Агар, жараён математик модели чизиқли тенгламалар орқали ифодаланган бўлса, унда чизиқли дастурлаш усулини қўлланилади. Мақсад функцияси аниқ бир кўринишда ифодаланмаган бўлса, унда баъзи бир қийинчиликлар вужудга келади. Агар берилган чекламалар алоҳида ўзгарувчиларни (x_j) қийин ҳисобланадиган функцияси кўринишида берилган бўлса, унда оптимал қийматларни ҳисоблаб топиш анча мушкуллашади ваг махсус ҳисоблаш усуллари қўллашга тўғри келади.

Бу турдаги масалалар, математиканинг махсус бўлимлари ҳисобланган, чизиқсиз дастурлаш бўлимида кўрилади.

Мақсад функциясини ва чекламаларни геометрик интерпретацияси.

Оптималлаштириш масалаларини ечишда, оптималлик критерийсининг мақсад функциялаши энг яхши қийматларига мос келувчи технологик параметр қийматларини ҳисоблаб топиш керак бўлади.

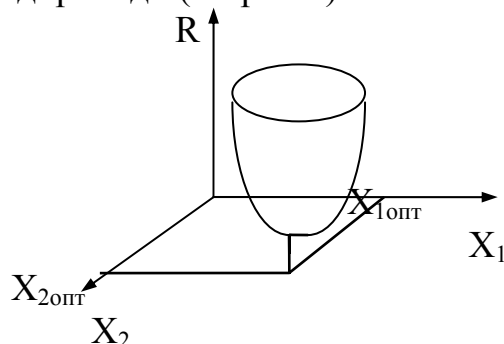
Оптималлаштириш критерийсини битта технологик параметрдан боғлиқ функциясини R қ $f(x)$, 2-ўлчамли координата тизимида кўрайлик (30-расм.)



30-расм.

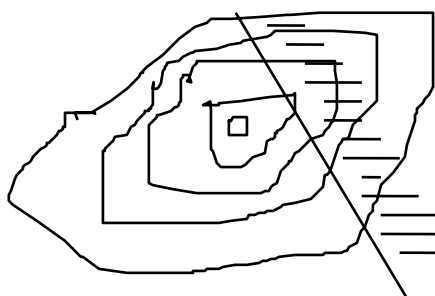
Бу масалага $x < x_1$, чеклама қўйилган. Бунда оптималлик критерийси, технологик параметр x дан боғлиқ ўзгаради ва $x < x_1$ чекламага асосан, оптимумни x нинг, x_1 дан кичик қийматларида қидириш керак.

Агар, оптималлик критерийси икки технологик параметрлардан (x_1 ва x_2) боғлиқ бўлса, унда бу функция экстремуми, фазода унинг ўлчамли координата тизимсида қидирилади (31-расм.).



31-расм.

Оптималлик критерийси 3 ва ундан кўп параметрларга (n) боғлиқ бўлса, унда n -ўлчамли тизимнинг геометрик интерпретацияси қуйидагича:



32-расм.

Чизиқсиз дастурлаш усуллари

Чизиқсиз дастурлаш усуллари ни куп қадамли ёки курсаткичларни кетма-кет (қадамма-қадам) яхшилаш усули сифатида тасаввур қилинади. Бу усулларда ҳисоблаш қадами тўғри танлаш нисбатан катта муаммо ҳисобланиб, бу масалани тўғри ҳал қилиниши у ёки бу усулни қўллашни қанчалик самарадорлигини курсатади.

Чизиқсиз дастурлаш усуллари нинг купчилиги n -ўлчамли фазода оптимумга қараб ҳаракатланиш тактикасини қўллайди. Бунда қандайдир бошланғич ёки оралиқ ҳолатдан $X^{(k)}$, кейинги ҳолатга $X^{(k+1)}$, $X^{(k)}$ векторини қарам деб номланган $\Delta X^{(k)}$ қийматга узгартириш билан утилади. Яъни,

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

(Бунда $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$, яъни X , $((x_1, x_2, \dots, x_n))$ ларнинг вектор куринишдаги ифодаси деб қаралади.)

Агар мақсад функциясининг оптималқийматига унинг энг кичик қиймати мос келса, унда муваффақиятли қадамдан сунг, қуйидаги шарт бажарилиши керак:

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

Чизиксиз дастурлашнинг усулларида қадам йуналиши ва қиймати $X^{(k)}$ функцияни қандайдир ҳолатини $X^{(k)}$, ҳолатини белгиловчи қандайдир функция куринишида курилади.

$$\Delta X^{(k)} \text{ қ } \Delta X^{(k)} (X^{(k)})$$

Олдинги тенгламага қуйиб, қуйидагини оламиз:

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

(яъни, $X^{(k)}$ ҳолат функциясини ҳисобга олган ҳолда $X^{(k)}$ нуқтадан $\Delta X^{(k)}$ қадам қуйилади).

Баъзи бир ҳолларда $\Delta X^{(k)}$ қадам фақат $X^{(k)}$ ҳолатга эмас, балки аввалги ҳолатларга ҳам боғлиқ булади. Шундай қилиб, чизиксиз дастурлаш усулларида қадам танлаш усулига қараб қуйидаги асосий усуллардан бири танланилади:

1. Детерминлашган қидиришнинг градиент усуллари;
2. Детерминлашган қидиришнинг ноградиент усуллари;
3. Тасодикий қидирув усуллари.

Градиент усуллари

Оптимумни қидиришнинг градиент мақсад функцияси $R(x)$ ва ҳосилаларини $\partial R(x)/\partial x_j$ ҳисоблаш ва таҳлил қилишга асосланган. Мақсад функциясининг аналитик куринишини ҳамма вақт ҳам аниқ куринишда ёзиш мумкин эмас, ёки у жуда мураккаб бўлиб, ундан олинган ҳосила ҳам жуда мураккаб аналитик ифода куринишида булади. Бундай ҳолатларда мақсад функцияларининг ҳосилаларини ҳисоблаш учун тақрибий ҳисоблаш усуллари қулланилади, яъни

$$\partial R / \partial x_j \approx \Delta R / \Delta x_j \text{ қ } R(x_1, x_2, \dots, x_j + \Delta x_j, \dots, x_n) - R(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n) / \Delta x_j ;$$

Δx_j - j - узгарувчини олган усиш қиймати (ёки, ноградиент усуллари қулланилади).

Градиент усулларга қуйидаги усуллар киради:

1. Релаксация усули;
2. Градиент усули;
3. Экстремумга тез тушиш усули;
4. «Оғир шарик» усули;

5. Оптимумни градиент аналитик ифодаси маълум булган ҳолда қидириш.

Релаксация усули.

Оптимумни қидириш алгоритми бўйича, мақсад функциясининг энг тез ўзгариши ўқ йўналиши аниқланади. Масалан, агар оптималлик критерийсининг энг кичик қийматини топиш керак бўлса, унда функциянинг энг тез камайиш йўналиши аниқланади.

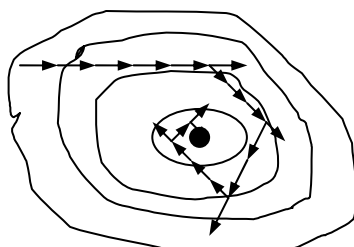
қидирувнинг бошланғич нуқтасида ҳамма ўқ йўналишлар бўйича оптималлаштирилаётган функция ҳосилалари ҳисоблаб чиқилади. Ҳосиласи энг катта бўлган ўзгарувчи йўналишни, функциянинг энг тез ўзгарувчи (камаювчи) йўналиши ҳисобланади.

Агар, ҳосила ишораси манфий бўлса, унда шу йўналишда функция камаяди, агар мусбат бўлса, унда функция камайиши тескари йўналишда бўлади. Шу ўқ йўналиши бўйича қидирув, шу йўналиш бўйича мақсад функциясининг энг кичик қиймати топилгунча давом этади. Сўнгра, ҳамма ўқ йўналишлар бўйича функция ҳосиласи ҳисобланиб (қидирув амалга оширилган йўналишдан ташқари), яна мақсад функциясининг энг тез камаювчи йўналиши аниқланади. Энди шу йўналиш бўйича функциянинг экстремуми қидирилади. Сўнгра, яна янги йўналиш аниқланади ва ҳоказо. Ҳамма ўқ йўналишлар бўйича оптималлик критерийсининг қиймати камаймай қолганда, қидирувни тўхтатиш мумкин. Баъзи ҳолларда оптималлик белгиси сифатида қуйидаги шарт қабул қилинади:

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

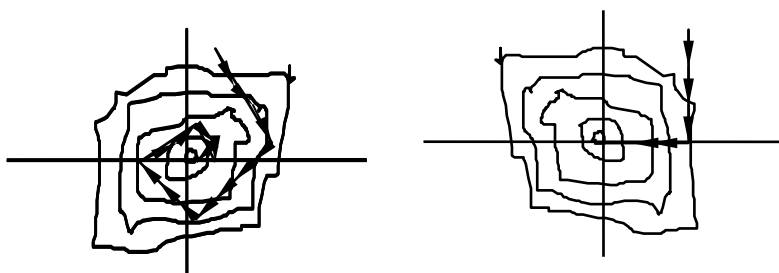
$\epsilon \rightarrow 0$ булса, бу нуқтада функция ҳосиласи нольга тенг.

Бошланғич ҳолатдан оптимумга қараб ҳаракатнинг график ифодаси қуйидаги расмда берилган (33-расм). қидирув қадамини туғри қабул қилиниши, оптимумга қараб юриш тезлигини аниқлайди. Агар қадам жуда кичик бўлса, унда оптимумни ҳисоблаб топгунча, мақсад функциясини қийматини жуда кўп маротаба ҳисоблаш керак булади.. Агар қадам жуда катта бўлса, унда оптимум яқинида «ивирсираш» бўлиб, оптимумга қўйилган шарт бўйича яқинлашиш анча қийин булади. Одатда, ўқ йўналиши алмашганда қадам қиймати ўзгартирилиб борилади, яъни оптимумга яқинлашган сари қидирув қадами камайтириб борилади.



33-расм.

Релаксация усулини камчиликларидан бири, бу қидирув вақтини координаталар тизимсининг ориентацисига боғлиқлигидир (34-расм). Ўқларнинг бир-бирига нисбатан буралганлиги билан фарқланувчи координаталар тизимидаги мақсад функциясининг бир хил қиймат чизиқларини кўрайлик (34-расм). Координата ўқларининг биринчи ориентациясида, 5-6 марта қидирув ўқ йўналиши ҳисоблаб топилиб, сўнггра экстремум топилади. Иккинчи ҳолатда 2 марта йўналиш ҳисоблаб топилиб экстремумга етиб келинди.



34-расм.

Агар ўзгарувчилар ўзгариш областига тенгсизлик кўринишидаги чеклама қўйилган бўлса, унда оптимумни қидириш шу чекламанинг ҳамма нуқтасига келганда тўхтаб қолади.

Худди шундай, қидирувдаги қийинчиликларга мақсад функциясида мавжуд «жарлик»лар сабаб бўлиши мумкин (локал оптимум). Бунда қидирув шу «жарлик»ларда тўхтаб қолади.

Градиент усули.

Мақсад функциясининг оптимумини топишнинг бу усулида мақсад функциянинг градиентидан фойдаланилади. Бунда қидирув қадами мақсад функциясининг энг тез ўзгарувчи йўналишида қўйилади, бу эса албатта оптимумни топиш жараёнини тезлаштиради.

қидирувнинг биринчи босқичида, ҳамма ўзгарувчилар бўйича ҳосилалар ҳисоблаб чиқилиб, шу нуқтада функция градиентининг қиймати ва йўналиши топилади. Иккинчи босқичида, агар мақсад функциясининг минимумини қидирилаётган бўлса, градиент йўналишига тескари йўналишда қидириш қадами қўйилади, яъни функциянинг энг тез камайиши йўналишида.

қидириш қадамидан сўнг, ҳамма ўқ йўналишлар бўйича параметрларнинг қиймати ўзгаради. Яъни, улардан ҳар бири градиент қийматларидаги ҳиссасига пропорционал равишда ўсади.

Худди релаксация усулига ўхшаб, ҳамма ўқ йўналишлар бўйича ҳосилалар ҳисобланади, лекин бу усулда оптимумга оптимал яқинлашиб борилади.

Градиент усули алгоритмини қуйидагича ёзиш мумкин:

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

Баъзи бир ҳолларда қидириш қуйидаги алгоритм бўйича амалга оширилади:

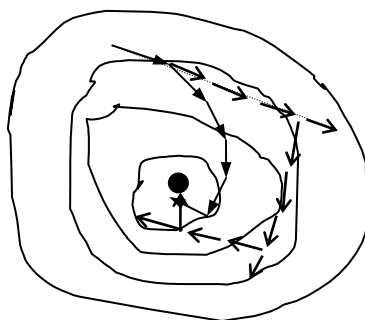
$$x_j^{(R+1)} = x_j^{(R)} - h^{(K)} \frac{\partial R(x^{(R)})}{\partial x_j}$$

Бу ерда, қидириш қадами $\Delta x_j^{(R)}$

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

Бу алгоритм бўйича, қидириш қадами катталиги функция градиенти абсолют қийматини ўзгариш бўйича автоматик ўзгариб боради.

Бу усулда, ҳар қадамдан сўнг мақсад функциясининг ҳосилалари ҳамма ўқ йўналиши бўйича аниқланади, яъни функция градиенти энг тез ўзгариш йўналиши аниқланади ва шу йўналишда қидириш давом эттирилади .
(35-расмда —■изик билан курсатилган).



35-расм.

Агар қидириш қадамининг бошланғич қиймати кичик бўлса, унда мақсад функцияси ҳосилаларининг жуда кўп маротаба ҳисоблашга тўғри келади, аксинча, қадам катта бўлса, функция оптимум атрофида қидиришда «ивирсиланиш»(рўскание) бўлиши мумкин.

Функция градиенти фақат қиймати ҳисобланган нуқтага ортогонал бўлиб, шунинг учун ҳар қадамдан кейин функция градиенти йўналиши аввалгисидан фарқли бўлади. Шунинг учун ҳар қадамдан сўнг қидириш йўналиши ҳисобланган функция градиенти йўналиши бўйича танланади.

Оптимумни қидиришни яқунланганлигини, мақсад функциясини қийматларини солиштириш бўйича аниқланади. Агар мақсад функцияси қиймати аввалги қадамдагидан кичик бўлса (агар мақсад функциясининг минимуми қидирилаётган бўлса), унда қидирув давом эттирилади, агар тескари бўлса, унда қидирув тўхтатилади ва олинган мақсад функциясининг энг кичик қиймати қидирилаётган оптимум деб қабул қилинади.

Камчилиги: локал оптимумга «тортилиш» хусусиятининг борлиги.

Оптимумга тез тушиш усули.

Бу усулда релаксация ва градиент усулларининг энг асосий фикрлардан фойдаланилади. Бошланғич нуктада оптималлаштирилаётган функциянинг градиенти топилгандан сўнг, яъни функциянинг энг тез ўзгарувчи йўналиши, шу йўналишда қидирув қадами қўйилади. Шу йўналишда қидирув давом эттирилади. Сўнггра яна функция градиенти топилади. Энди қидириш бу янги градиент йўналишида давом эттирилади. Бу йўналишда функция градиенти ҳисоблаб топилади ва шу йўналишда қидирув ташкил қилинади ва ҳоказо.

Оптимум яқинида градиент йўналиши жуда тез ўзгара бошлайди ва бу усул градиент усулига ўхшаб кетади. Чунки ҳар йўналиш бўйича оптимум $1 \div 2$ қадамда топилади.

35-расмда оптимумга тез тушиш усули ($\rightarrow$) чизиги билан кўрсатилган.

Оптимумга тез тушиш усулида градиент усулига ўхшаб, қидирув йўналиши функция юзасига ортогонал бўлиб, координата тизимси ориентациясига боғлиқ эмас.

Детерминлашган қидирувнинг ноградиент усуллари.

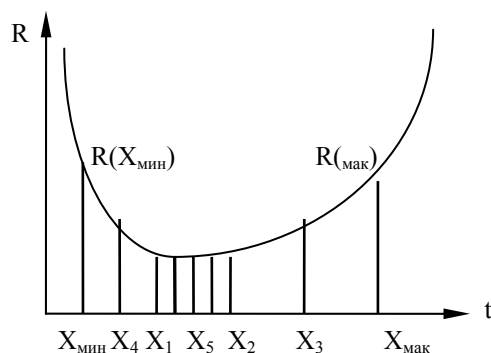
Ноградиент усулларда мақсад функцияси оптимуми ҳосилаларни таҳлил қилиб эмас, балки оптималлик критерийсининг навбатдаги қадамдаги қийматини солиштириш йўли билан аниқланади.

Бир ўзгарувчилик функция экстремумини локализациялаш усули.

Бир ўзгарувчилик функция экстремумини (а,в) интервалда топиш керак бўлсин. Бу усулда масалани ечиш учун бутун интервал N бўлакка бўлинади (кўпинча 4 бўлакка). Ҳамма интерваллар чегараларида оптималлик критерийсининг мақсад функцияси қийматларини ҳисоблаб чиқилиб, уларнинг ичидаги функциянинг қидирилаётган экстремумига мос, масалан, мақсад функциясининг энг кичик қиймати топилади. Масалан функциянинг энг кичик қиймати $R(x_2)$ бўлсин (36-расм). қидирув x_2 нуктага ёндошган икки интервалда давом эттирилади (x_1, x_3).

Функция экстремумини қидириш учун энди янги интервал танланади (x_1, x_3). Функциянинг янги интервал (x_1, x_3) чегароалакридаги қиймати, ораликдаги қийматидан катта, яъни минимум (x_1, x_3) интервалда ҳисоблашган (локализацияланган) ва бу интервал размери бошланғич интервалдан 2 марта

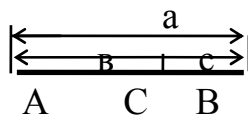
кичикдир. Бу янги интервални яна 4 бўлакка бўлиб, бўлак чегараларида мақсад функциясининг қийматини ҳисоблаб чиқилиб, функция минимумини қидириш интервалини янада кичрайтириш мумкин (x_4, x_5). Бу ҳисоблаш тартибини қайтариб, функция минимумини қидириш интервалларини кичрайтириб бориб, аввал (x_6, x_7), сўнгра (x_8, x_9) интервалларда мақсад функциясининг оптимал қийматини ҳисоблаб топилади ва ҳоказо.



36-расм.

«Олтин кесим» усули.

Бу усул асосини геометрик нисбатлар қонуни, яъни олтин кесим ташкил қилади. (37-расм.)



37-расм.

Бу расмда:

а- АВ бўлак узунлиги;

в- AC бўлак узунлиги;

с- CB бўлак узунлиги.

Бу бўлаклар учун, a/b қ b/c нисбатлар тенглигини ёки, $a \cdot c = b^2$ деб ёзиш мумкин.

Бу бўлаклар 37-расмда кўринганидек бири иккинчисидан катта булиб, унда $c = a - b$. c - қийматини аввалги тенгламага қўйиб, қуйидагини оламиз:
 $a(a - b) = b^2$ ёки, $b/a = k$ деб қабул қилиб, қуйидагини оламиз:

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

Бу квадрат тенгламани ечиб, k нинг қийматини топамиз:

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

$k > 0$ ни ҳисобга олиб, $k = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} = 0,62$ яъни $b/a = 0,62$

Шу қонун асосида мақсад функциясининг қиймати ҳисобланиш керак бўлган нуқталар топилади. «Олтин кесим» усули бўйича функция экстремумини қидириш тартиби қуйидагича:

қидириш интервалида ($x_{\max}-x_{\min}$) кейинги икки нуқта аниқланади (38-расм):

$$x_1 = x_{\min} + \kappa^2 * a$$

$$x_2 = x_{\min} + \kappa * a$$

ёки, ҳисобни соддалаштириш мақсадида x_1 ва x_2 ларни топиш стратегиясини, қуйидагича деб қабул қилса бўлади.

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

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

$x_{\max}$, $x_{\min}$, x_1 , x_2 нуқталарда мақсад функцияси қийматлари ҳисоблаб топилиб, солиштирилади ва функция экстремуми қайси интервалларда локализацияланганлигини аниқлаймиз ($x_2 - x_{\min}$). Бу интервалларда ҳам икки бир-бирига тенг бўлмаган интерваллардан иборат. Энди функция қиймати аниқланиш керак бўлган кейинги нуқта x_3 қуйидагича аниқланади:

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

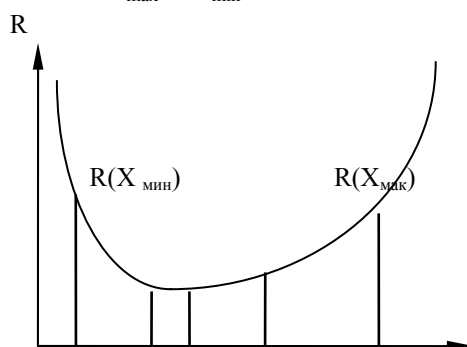
x_3 нуқтада функция қиймати $K(x_3)$ ҳисобланиб, кейинги қидирув интервали ($x_2 - x_3$), аниқланади. Бу интервалда x_4 нуқта топилиб, функция $R(x_4)$ қиймати ҳисобланади ва ҳоказо ($R(x_5)$, $R(x_6)$, ...).

S-ҳисоблашдан сўнг функция экстремумини топишдаги абсолют хатолик қуйидаги тенгламадан ҳисоблаш мумкин:

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

Ск21 бўлганда,

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



38-расм. «Олтин кесим» усули.

Фибоначчи сонларидан фойдаланиб, функция экстремумини топиш усули.

Фибоначчи сонлари кетма-кетлиги рекуррент ифода орқали аниқланади:

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

$F_0 = F_1 = 1$, деб қабул қилинган.

Бунда,

$$F_2 = F_1 + F_0 = 1 + 1 = 2; \quad F_3 = F_2 + F_1 = 2 + 1 = 3 \quad \text{ва ҳоказо.}$$

Фибоначчи сонлари қатори қуйидаги жадвалда берилган:

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	...

Бу усул билан экстремумни қидиришда абсолют хатолик Δ ,

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

F_s - Фибоначчи сонлари қаторидаги S -қиймати.

Экстремумни қидириш тартиби:

1. Берилган ҳисоблаш аниқлиги Δ бўйича ёрдамчи катталиқ ҳисобланади.

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

2. қуйидаги шарт бўйича Фибоначчи сони F_s аниқланади.

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

3. Энг кичик қидириш қадами аниқланади.

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

4. Мақсад функциясининг (R) қиймати қуйидаги тенглама бўйича аниқланадиган нуқтада ҳисобланади (39-расм).

$$x_2 K + h_{\min} * F_{s-3}$$

5. Мақсад функциясининг (R) қиймати қуйидаги тенглама бўйича аниқланадиган нуқтада ҳисобланади.

$$x_2 K + x_1 + h_{\min} * F_{s-3}$$

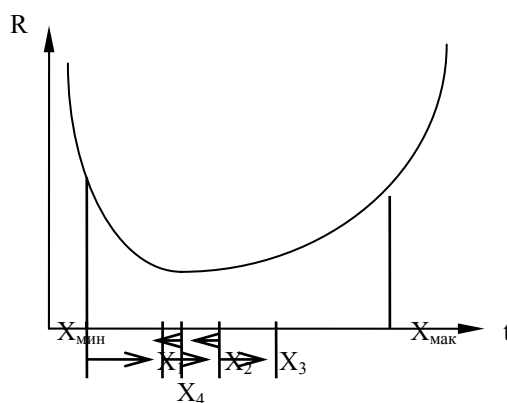
6. Агар ҳисоблаш қадами муваффақиятли бўлса, яъни, $R(x_2) < R(x_1)$, унда мақсад функциясининг (R) қиймати қуйидаги тенглама бўйича аниқланадиган нуқтада ҳисобланади.

$$x_3 K + x_2 + h_{\min} * F_{s-4}$$

Агар, ҳисоблаш қадами муваффақиятсиз бўлса, яъни, $R(x_2) > R(x_1)$, унда x_3 қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

$$x_4 K + x_1 - h_{\min} * F_{s-5}$$

Бу ҳисоблаш стратегияси ҳамма Фибоначчи сонлари камайиб, ишлатилиб бўлгунча давом эттирилади.



39-расм.

Ўзгарувчиларни кетма-кет ўзгартириш усули. (Гаусс-Зейдель усули)

Бу усул релаксация усулига ўхшайди. Релаксация усулида, қидириш функциянинг энг тез ўзгарувчи ўқ йўналишида амалга оширилса, бу усулда қидириш ихтиёрий йўналишда амалга оширилади. Шу йўналишда параметр қийматини ўзгартириб бориб, мақсад функциясининг шу йўналишдаги энг яхши қиймати (функция экстремуми) топилади. Сўнгра қидирув кейинги ўқ йўналишида давом эттирилади. Бу йўналишда функция экстремуми топилиб, қидирув яна янги йўналишда давом эттирилади ва ҳоказо.

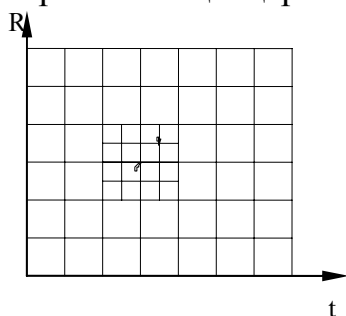
Ҳар бир йўналишда экстремумни қидириш стратегияси ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан, «олтин кесим» усули, Фибоначчи сонлари усули ва ҳоказо.

Сканирлаш усули.

Бу усул бўйича оптималлик критерийсининг мақсад функцияси қийматларини қийматлар ўзгариши мумкин бўлим областларида, кетма-кет кўп нуқталарда ҳисоблаб чиқилиб, улар ичида мақсад функциясининг энг яхшисини (оптимуми) аниқланади.

Бир томондан бу глобал оптимумни ҳисоблаб топиш имкониятини берса, иккинчидан, бу ҳисоблашлар сонининг жуда кўпайиб кетишига олиб келади.

Ҳисоблашлар сонини камайтириш учун, қидирув қадамлар бошланиб, глобал оптимум жойлашган область аниқланади (локалланади), сўнгра қидирув кичик қадам билан давом эттирилади (40-расм). Бу қидирув стратегияси ҳисоблашлар сонини қисқартишларга олиб келади.

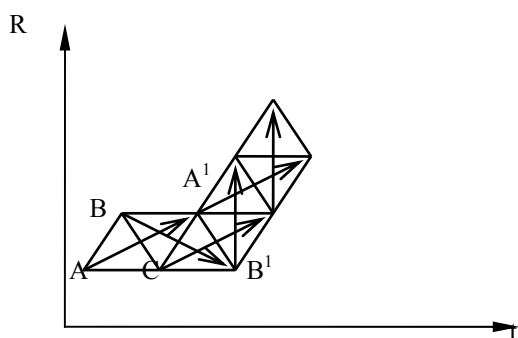


40-расм.

Симплекс усули.

Бу усул бўйича, симплекс деб аталадиган кўп қирра чўққиларида мақсад функция қийматлари ҳисоблаб чиқилиб, оптималлик критерийсининг энг тез ўзгаришини таъминлайдиган қидириш қадами йўналиши аниқланади. Агар қидирув 2 ўлчамли координата тизимсида олиб борилаётган бўлса, унда симплекс-учбурчак, 3-ўлчамли координата тизимсида эса 4 қиррали пирамида бўлади.

Симплекс чўққиларининг ҳаммасида мақсад функциясининг қиймати ҳисобланилади ва унинг энг катта қийматига мос келадиган чўққи аниқланади. Шу чўққидан (масалан, А чўққи, 41-расм), ВС томон ўртасидан (О нукта орқали) ўтувчи АА' қидириш қадами қўйилади. Бунда АОқОА'; Топилган А' нуктада мақсад функцияси қиймати ҳисобланиб, В ва С нукталардаги функция қийматлари билан солиштирилади. Яна, мақсад функцияси энг катта қийматга эга бўлган чўққидан (С) қидирув қадами қўйилади ва ҳоказо (41 -расм). Оптимум яқинида қидирув «циклланиб» қолиши мумкин, бунда қидириш қадами кичрайтирилиб, оптимумни қидириш давом эттирилади.



41-расм.

Таянч сўз ва иборалар

1. Оптималлаштириш - энг яхши шарт шароитларни аниқлаш;
2. Оптималлик критерийси - жараённинг энг яхши шарт шароитларини белгиловчи кўрсаткич;
3. Тизимни бошқариш таъсирлари - технологик жараёни бошқаришда таъсир курсатувчи таъсир каналлари;
5. ТЖ ни эффективлик курсаткичлари - ТЖ ни эффектив ишлаётганини кўрсатувчи кўрсаткичлар;
6. Таннарх - махсулотни ишлаб чиқаришга кетган харажатлар йиғиндиси;
7. Фойда - товар баҳосидан унга сарфланган харажатлани айирмаси;
8. Оптималлик критерийсининг мақсад функцияси - оптималлик критерийсининг технологик параметрлар орқали ифодаланган функция;

9. Узгарувчиларга куйилган чекламалар - технологиядаги ўзгарувчиларнинг ўзгариш чегараларини белгиловчи кўрсаткич;
10. Мақсад функциясини геометрик интерпретацияси - мақсад функциясини координата тизимсида кўриниши;
11. п-улчамли - мақсад функцияси п-та технологик параметрдан боғлиқ;
12. Кидириш кадами - оптимумни кидиришда технологик параметрларни ўзгариш миқдори;
13. Градиент усули - функция градиенти, яъни функциянинг энг тез ўзгариш йўналиши аниқланади ва шу йўналишда кидириш ташкил қилинади;
14. Функцияни энг тез ўзгариш йўналиши - ҳамма ўқ йўналишлар бўйича функция ҳосиласи ҳисобланиб уларнинг вектор йиғиндиси - функция градиенти аниқланади. У функциянинг энг тез ўзгариш йўналишини белгилайди;
15. Фибоначчи сонларидан фойдаланиб кидириш усули - Фибоначчи сонлари қаторидан фойдаланган ҳолда функция оптимуми топилади.

Назорат саволлари

1. Оптималлаштириш нима?
2. Оптималлаштириш критерийси ва унинг мақсад функцияси нима?
3. қандай оптималлик критерийларини биласиз?
4. Таннарх оптималлик критерийси қандай камчиликга эга?
5. Оптималлаштиришнинг релаксация усулида оптимумни кидириш стратегияси қандай?
6. Градиент усулидачи?
7. Ноградиент усуллардан қайсиларини биласиз ва уларда оптимумни кидириш стратегияси қандай?

Адабиетлар

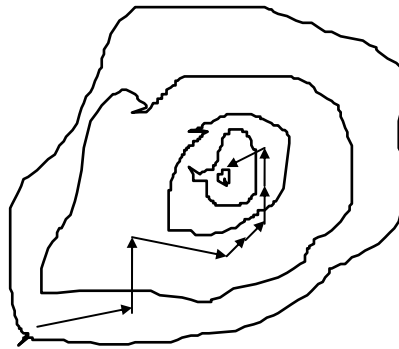
1. Кафаров В.В. Метод кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Метод оптимизации в химической технологии М.Химия 1975. 575с.
3. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
4. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
5. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭҲМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

Режа:

1. Тасодифий қидириш усуллари;
2. Классик математик таҳлилга асосланган оптималлаштириш усули;
3. Чизиқли программалаштириш;
4. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари;
5. Робототехника ва уни ишлаб чиқаришдаги аҳамияти.

Тасодифий қидириш усуллари.

Тасодифий қидириш усуллариининг мазмуни шундан иборатки, бунда x_j ўзгарувчининг тасодифий қийматларини танлаб бориб, оптималлик критерийси (R) нинг экстремумини топилади. Бунда, вектор $\alpha_k (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n)$, n -ўлчамли фазода, бир хил эҳтимоллик билан дуч келган йўналишда бўлиши мумкин. Бу вектор одатда, тасодифий вектор деб номланади. Бир неча хил тасодифий қидириш усуллари мавжуд.



42-расм.

1. Тасодифий йўналишлар усули.

Бу усул ёрдамида функция экстремумини аниқлаш қуйидагича:
 N -ўлчамли фазодаги, маълум бир бошланғич ҳолатдан $R(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k)$, тасодифий йўналишга қидириш қадами қўйилади (индуктив равишда ёки ҳақиқатда тасодифий йўналишда. 43-расм.). Йўналиш тасодифийлиги вектор α^k билан аниқланади, қадам қиймати (катталиги) h параметри ёрдамида берилади. қадамдан кейинги янги нукта x^{k+1} қуйидагича топилади:

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

Бу нуктада оптималлик критерийсининг қиймати ҳисобланади.

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

Агар оптималлик критерийсининг минимумини топиш керак бўлса,

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

бўлганда қадам муваффақиятли, аксинча

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

бўлса, кадам муваффақиятсиз ҳисобланади.

Агар кадам муваффақиятли бўлса, x^{k+1} нуқтадан янги тасодифий йўналишда кадам қўйилади, яъни

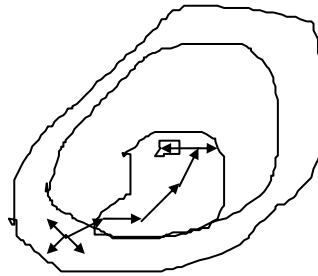
$$x^{k+1} \leftarrow x^{k+1} + h\alpha^{k+1}$$

Бунда оптималлик критерийсининг аввалги кадамдаги қиймати $R(x_1^{k+1})$ эслаб қолинади.

Сўнгра $R(x^{k+1})$ қиймати ҳисобланиб, у $R(x^{k+1})$ билан солиштирилади ва ҳоказо.

Агар кадам муваффақиятсиз бўлса, у ҳолда $x^k, x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k$ координатали x^k нуқтадан, яна янги тасодифий йўналишда кадам қўйилади. Бу процедура муваффақиятли кадам бўлмагунча давом этади.

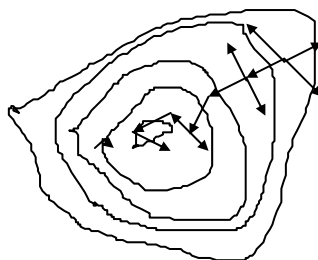
қидирувни тамомланиш критерийси бўлиб, $R_{\min}^k$ нинг энг кичик қиймати хизмат қилиб, унинг қиймати оптимумни топиш аниқлиги орқали белгиланади.



43-расм.

2. Орқага кадам қўйиш билан тасодифий йўналишлар усули.

Бу усул аввалги усулни яхшиланган модификацияси ҳисобланади. Бу усулда, қидирувнинг бошланғич нуқтасидан $x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k$, қидирув муваффақиятсиз бўлган нуқтадан $h\alpha^k$, тескари йўналишда кадам қўйилади (44-расм.). Экстремумдан узоқ бўлган ҳолатларда бу стратегия эффектив ҳисобланади. Агар тескари йўналишдаги кадам ҳам муваффақиятсиз бўлса, унда янги тасодифий йўналишда кадам қўйилади, ёки x^k нуқтадан қидириш қадами кичрайтирилади. Аммо, бунда оптимум нуқтасидан узоқда қидирув бошланганда, қидирувнинг секинлашиш ҳаводан пайдо бўлади, айниқса, агар оптималлаштирилувчи функциядан «жарлик»лар мавжуд бўлса.



44-расм.

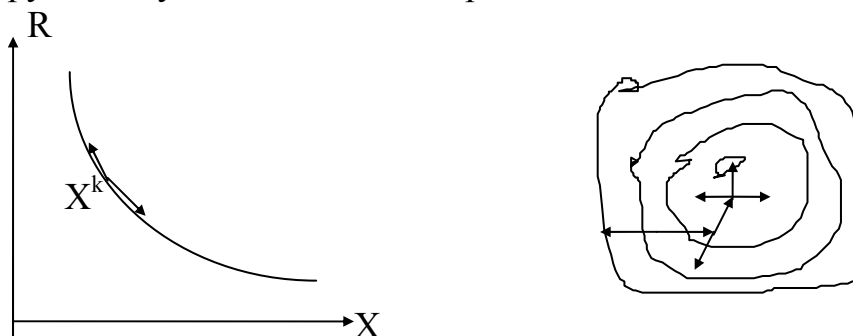
Чизиқли қайта ҳисоблаш билан тасодифий йўналишлар усули

Бу усулни, оптималлаштирувчи функция эгрилиги юқори бўлмай, уни бир қадам чегарасида апроксимацтя қилиш имконияти бўлса, қўллаш мумкин.

Бошланғич α^k нутадан тасодифий йўналишда қўйилган қадам $x^k + \alpha h$ муваффақиятсиз бўлгандан сўнг, шу нуқтадан тескари йўналишда қадам қўйилади (45-расм.). $x^k - \alpha h$, аммо бу нуқтада мақсад функциясининг қиймати ҳисобланмайди, балки $R(x^k)$ ва $R(x^k + \alpha h)$ ларнинг ҳисобланган қийматларини ҳисобга олган ҳолда, мақсад функциясини чизиқли деб қилган ҳолда қайта ҳисобланади, яъни

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

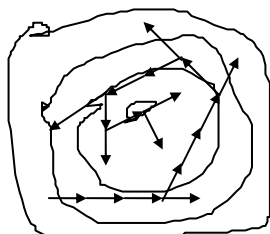
қидирув x^{k+1} нуқтадан давом эттирилади.



45-расм.

Тасодифийликни жазолаш билан қидириш усули.

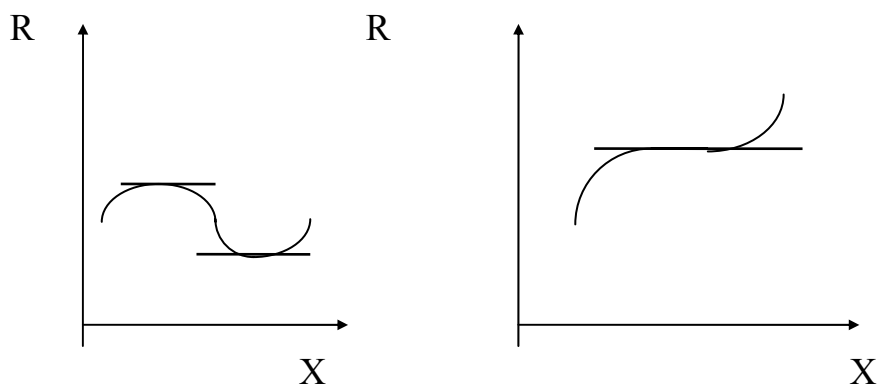
Бу усул бўйича қидирилиш танланилиб, шу йўналиш бўйича қидирув қадамма-қадам давом эттирилади. қидирув шу йўналишда функциянинг минимуми (минимум қидирилаётган бўлса) топилган нуқтагача давом этади. Сўнгра янги йўналиш топилади ва бу йўналиш бўйича ҳам қидириш минимумни топгунча давом этади (46-расм.). Бу усулни, мақсад функциясини қийматини топишда катта ҳисоблаш харажатлари талаб қилинмаганда қўлланилса мақсадга мувофиқ бўлади.



46-расм.

Классик математик таҳлил қилишга асосланган оптималлаштириш усули.

Функция экстремумининг боришини керакли ва етарли шартлари мавжуд. Функциядан олинган ҳосила нольга тенг бўлса, унда шу нуқтада функция экстремуми борлигини керакли шarti бажарилади, аммо етарли шarti эмас (47-расм.), яъни



47-расм.

Функция экстремуми борлигининг етарли шартлари:

1. Биринчи етарли шарт. Экстремуми бор деб тахмин қилинган нуқтанинг ε -атрофида функция текширилади. Бунинг учун $R(x_0 - \varepsilon)$ и $R(x_0 + \varepsilon)$ қийматлари ҳисобланиб, агар $R(x_0 - \varepsilon) < R(x_0)$;

$R(x_0 + \varepsilon) < R(x_0)$ бўлса, унда бу нуқтада экстремуми бор ва у максимумга мос келади, агар

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

$R(x_0 + \varepsilon) > R(x_0)$ бўлса, бу нуқтада минимум бор, агар $R(x_0 - \varepsilon) > R(x_0)$; $R(x_0 + \varepsilon) < R(x_0)$ бўлса, бунда функция экстремумга эга эмас.

2. Иккинчи етарли шарт.

Экстремуми бор деб тахмин қилинаётган нуқта ε -атрофида функциянинг биринчи ҳосиласи ўрганилади. Бунда агар, $R'(x_0 - \varepsilon)$ ишораси, $R'(x_0 + \varepsilon)$ ишорасига мос келмаса, x_0 нуқтада экстремум бор.

Агар $R'(x_0 - \varepsilon) > 0$ ва $R'(x_0 + \varepsilon) < 0$ бўлса, x_0 нуқтада максимум, $R'(x_0 - \varepsilon) < 0$ ва $R'(x_0 + \varepsilon) > 0$ бўлганда, x_0 нуқтада минимум бор.

Агар $R'(x_0 - \varepsilon)$ ва $R'(x_0 + \varepsilon)$ ишоралари мос келса, унда x_0 нуқтада экстремум йўқ.

3. Учинчи етарли шарт.

Бунда функциянинг юқори ҳосилалари ўрганилади. Агар, $R''(x_0) > 0$ бўлса, унда x_0 нуқтада функция минимумга эга, агар, $R''(x_0) < 0$ бўлса, унда x_0 нуқтада функция максимумга эга, агар, $R''(x_0) \neq 0$ бўлса, унда функциянинг юқори тартибли ҳосилалари ўрганилади.

Бунда қуйидаги қоида қабул қилинади:

- Агар биринчи нольга айланмайдиган функциянинг ҳосиласи тоғ тартибли бўлса, унда бу нуқтада максимум ҳам, минимум ҳам йўқ. Агар нольга

айланмайдиган ҳосила жуфт тартибли бўлса, унда у манфий бўлса, бу нуктада функция максимумга, мусбат бўлса, минимумга эга.

Худди шундай кўп ўзгарувчилик функцияларни экстремуми борлигини керакли ва етарли шартлари бўйича аниқланади.

Кўп ўзгарувчилик функциянинг экстремуми борлигини керакли шarti бўлиб, ҳамма ўқ йўналишлар ўзгарувчилар бўйича ҳосилаларини нольга тенглиги ҳисобланади.

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

Икки ўзгарувчи функциянинг экстремуми борлигининг етарли шартини қуйидагича ифодалаш мумкин:

- I. Агар, $(\partial^2 R / \partial x_1^2) > 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) * (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 * \partial x_2)^2 > 0$ бўлса, унда минимум бор;
- II. Агар, $(\partial^2 R / \partial x_1^2) < 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) * (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 * \partial x_2)^2 > 0$ бўлса, унда максимум бор;
- III. Агар, $\partial^2 R / \partial x_1^2 < 0$;
 $(\partial^2 R / \partial x_1^2) * (\partial^2 R / \partial x_2^2) - (\partial^2 R / \partial x_1 * \partial x_2)^2 < 0$ бўлса, унда экстремум йўқ.

Чизиқли программалаштириш

Бир қатор ишлаб чиқаришни режалаштириш характеридаги масалаларни ечишда, оптималлик критерийси бошқариш параметрларидан чизиқли функция кўринишида ифодаланади. Бу турдаги масалаларга мисол бўлиб, хом-ашёни ҳар хил ишлаб чиқаришларга оптимал тақсимланиш масаласини келтириш мумкин. Одатда, хом-ашёнинг умумий миқдори ҳамма вақт чекланган бўлади.

Хом-ашёда икки хил маҳсулот олинаётган бўлсин. қуйидаги белгилашларни киритамиз: x_1 ; x_2 - 1 ва 2 турдаги маҳсулот миқдори
 c_1 ; c_2 - 1 ва 2 турдаги маҳсулот нархи.

Ҳамма ишлаб чиқилган маҳсулотни умумий баҳоси

$$R_{\text{қс}} x_1 + c_2 x_2$$

R- ишлаб чиқилган маҳсулотнинг умумий нархи бўлиб, у ушбу масалада оптималлик критерийсидир ваг бу масалада унинг энг катта қийматини топиш керак.

b_1 ва b_2 - 1 ва 2 турдаги хом-ашёнинг бор миқдори бўлсин,

a_{ij} - j- маҳсулотни ишлаб чиқариш учун керак бўлган i-турдаги хом-ашё миқдори бўлсин, унда

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &\leq b_2 \end{aligned}$$

Ушбу ифода масаланинг чегара шarti ҳисобланиб, унда $x_j \geq 0$, $x_i \leq 0$ ва $x_j \neq \infty$.

Масалани ечиш учун керакли ҳамма шартлар шулардан иборат. Шунга ўхшаш масалаларни ечиш усули чизиқли дастурлаш деб аталади. Худди шунга ўхшаб, тайёр маҳсулотларни, хом-ашёларни ҳар хил омборлардан бир неча манзилга энг кичик харажатлар билан ташишни оптимал ташкил қилиш масалаларини ҳам ечиш мумкин.

Чизиқли дастурлаш масалаларини математик ифодалаш

Чизиқли кўринишда мақсад функцияси берилган бўлсин,

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

ва чизиқли тенглама ёки тенгсизлик кўринишидаги қуйидаги функция берилган.

$$\begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - b_1 \text{ к } 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n - b_2 \text{ к } 0 \\ \hline a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n - b_k \text{ к } 0 \end{array}$$

агар чеклама тенгсизлик кўринишида берилган бўлса, унда тенглама кўринишидаги чекламали масалани ўтилиши мумкин ва худди шунинг тескариси, тенглама кўринишидаги чекламадан, тенгсизлик кўринишидаги чекламали масалага.

Мисол: қуйидаги кўринишда функция берилган бўлсин.

$$R \text{ к } X_1 + X_2$$

Тенгсизлик кўринишидаги чеклама берилган бўлсин:

$$2X_1 + X_2 < 1$$

$$X_1 + 2X_2 < 1$$

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

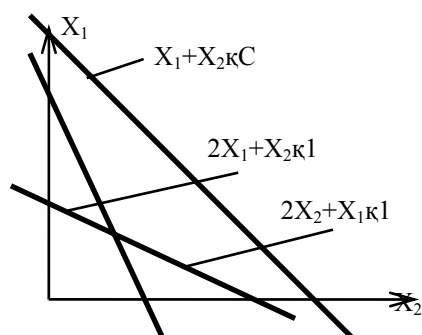
Бу ифодаларни X_1 ва X_2 текислигида, қуйидаги тўғри чизиқлар билан чекланган қийматларини аниқланади.

$$2X_1 + X_2 \leq 1; X_1 + 2X_2 \leq 1; X_1 \geq 0; X_2 \geq 0.$$

Бу шартларни ҳисобга олган ҳолда, оптималлик критерийсининг қиймати чекланганлигини ҳисобга олиб, уни қуйидагича ёзиш мумкин:

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

Бу тенглама текисликда эгилиш тангенси бирга тенг бўлган тўғри чизиқни беради (48-расм.). Бу чизиқни стрелка бўйича юргазсак, унда C ва R нинг қийматлари ўзгаради. Кўриниб турибдики, функция экстримуни бир нуктада ёки шу тўғри чизиқда жойлашган бир неча нуктада жойлашган бўлади. Юқоридаги мисол учун, экстримум $S(1/3; 1/3)$ нуктада жойлашган.



48-расм.

Данциг симплекс усули

Оптимизация масаласини симплекс усули билан ечишни кўрайлик. Бўртган кўпқиррани n -ўлчамли фазода симплекс деб аталади. Тенглик кўринишидаги қуйидаги чекламалар тизимсини ёзамиз:

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

$$\dots$$

$$\dots$$

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

g - матрица коэффицентлари ранги номаълумлар сонидан кам деб, g - номаълумларни бошқалар орқали ифодалаймиз:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{12+1}^{-1}x_{2+1} + a_{12+2}^{-1}x_{2+2} + \dots + a_{1n}^{-1}x_n + b_1^{-1} \\ x_2 &= a_{22+1}^{-1}x_{2+1} + a_{22+2}^{-1}x_{2+2} + \dots + a_{2n}^{-1}x_n + b_2^{-1} \\ &\dots \\ x_z &= a_{z2+1}^{-1}x_{2+1} + a_{z2+2}^{-1}x_{2+2} + \dots + a_{zn}^{-1}x_n + b_z^{-1} \end{aligned}$$

$x_1, x_2, \dots, x_r$ номаълумларни базисли деб қолган номаълумларни эркин деб белгилаймиз.

$x_{2+1} > 0$, бўлганда, $b_1, b_2, \dots, b_r > 0$ бўлиши керак, акс холда, $x_{2+1} \leq 0$

$x_{2+2} \leq 0$, $x_n \leq 0$ $x_j \leq 0$

Ҳамма базисли номаълумларни нульга тенг деб, $x_{2+1} \leq 0$, $x_{2+2} \leq 0$, $x_n \leq 0$ қуйидагиларни оламиз:

$$x_1 \leq b_1^{-1}, x_2 \leq b_2^{-1}, \dots, x_r \leq b_r^{-1}$$

Тизимнинг олинган ечими базисли дейилади.

Чизиқли формага қўйиб, $R_{k1}x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$

базисли номаълумлар ўрнига базиссиз билан ифодалаб

$$R_{k0} + c_{2+1}^{-1}x_{2+1} + c_{2+2}^{-1}x_{2+2} + \dots + c_n^{-1}x_n$$

биринчи базисли ечим учун ($x_{r+j} \leq 0$)

$$R_{k0} + c_{2+1}^{-1}x_{2+1}$$

Сўнгра, кейинги базис ечимига шундай ўтиладики, бунда, чизиқли форма R нинг қиймати ошмасин (агар функция минимуми қидириляётган бўлса). Бу ўтиш қуйидагича амалга оширилади: базис ўзгарувчилардан бири, иккинчи,

аввал базиссиз бўлган билан алмаштирилади ва хоказо. Бу жараён R нинг экстримал қиймати топилгунча амалга оширилади. Масалан:

$$X_2 + 2X_4 + 3X_5 - 7 \leq 0$$

$$X_3 - X_4 - 3X_5 - 2 \leq 0$$

$$X_1 + X_4 + X_5 - 2 \leq 0$$

$$R \leq 3 - X_4 + X_5$$

Талаб қилинапти: X_i нинг қайси қийматларида мақсад функцияси минимум қийматга эга бўлади.

Базисли ўзгарувчиларни эркин ўзгарувчилар билан ифодалаб, $X_4 \leq 0$; $X_5 \leq 0$; деб қабул қилиб, 1-базис ечимини оламиз:

$$X_1 \leq 2 - X_4 - X_5$$

$$X_2 \leq 7 - 2X_4 - 3X_5$$

$$X_3 \leq 2 + X_4 + 3X_5$$

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

Чизикли формага мурожат қилиб, X_4 ни ошириб мақсад функция қийматини камайтириш мумкинлигини аниқлаш мумкин.

X_i номаълумлардан бири нулдан камайгунгача унинг қийматини камайтириб бориш керак. Масалан: $X_4 > 2$; $X_1 < 0$; бўлганда,

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

ва бунда, $R \leq 1$;

Янги базис ўзгарувчиларни (X_2 ; X_3 ; X_4 ;) базиссиз орқали ифодалаб,

$$X_2 \leq 3 + 2X_1 - X_5$$

$$X_3 \leq 4 - X_1 + 2X_5$$

$$X_4 \leq 2 - X_1 - X_5$$

ва уларни R -чизикли формага қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$R \leq 1 + X_1 + 2X_5$$

Бу ифодада X_1 ва X_5 ларни харқандай ўзгаришлари мақсад функцияси R нинг камайтирмайди, яъни, масалани ечилди деб ҳисобласа бўлади.

ЭХМ ни технологик жараёнларни бошқаришда қўллаш

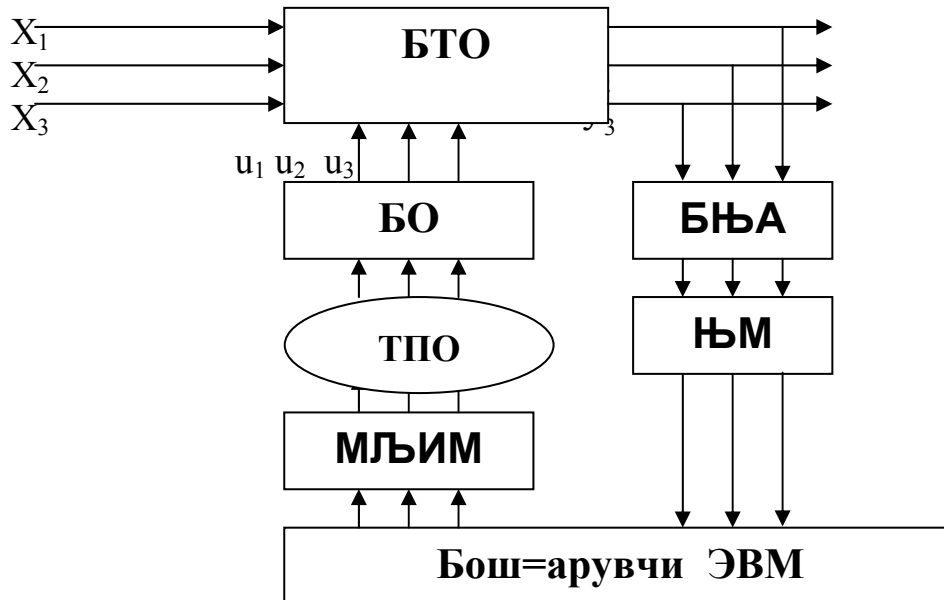
Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари (ТЖАБТ).

Ҳозирги кунда ЭХМнинг тезкор ривожланиши технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимларини (ТЖАБТ) яратиш ва халқ хўжалигининг ҳар хил соҳаларига тадбиқ қилишни эффектив равишда ҳал қилиш имкониятларини беради.

Бу тизимларни яратишда аввал қатор масалаларни, айниқса, бошқарилаётган технологик объектни (БТО) моделлаштириш масалаларини ечишга тўғри келади. Бошқаришнинг оптимал алгоритмларини яратишда бу моделлардан фойдаланиб, бошқариш масалаларини юқори савияда ҳал қилиш мумкин.

ТЖАБТ ёрдамида технологик объектга берилаётган бошқариш таъсирларини шундай қийматларини излаб топиладики, бунда ушбу тизим автоматлашган технологик комплекснинг иқтисодий эффектив қийматларини белгиланган ёки энг яхши қийматларини таъминласин.

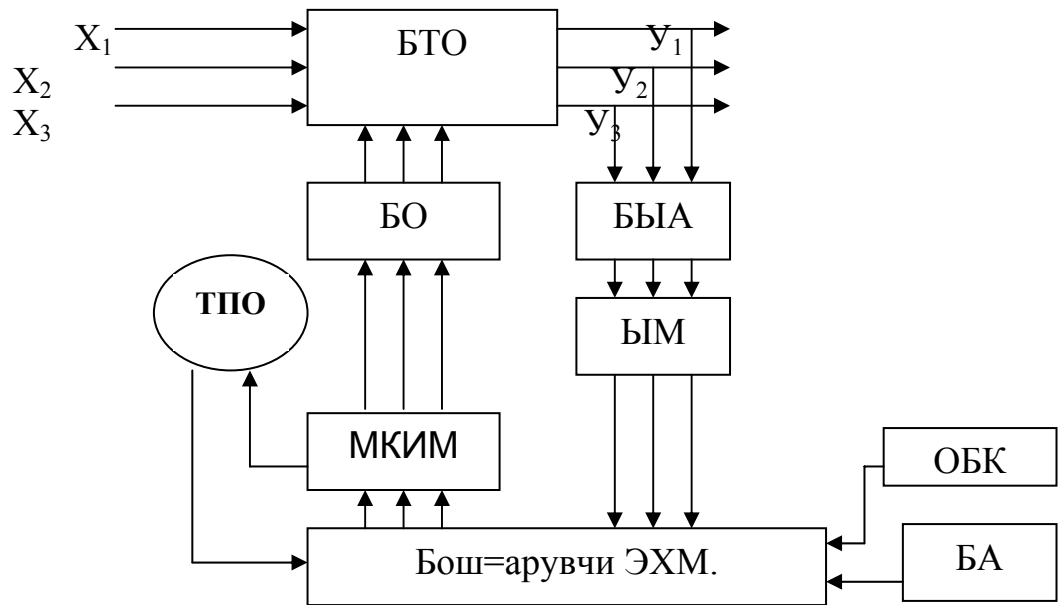
ТЖАБТнинг функционал схемаси 49-расмда берилган.



Расм 49.

Маълумки БТО чиқиш параметрларини белгиланган қийматлардан четлашишини бирламчи ўлчов асбоблари (БЎА) ёрдамида аниқлиниб, ЭХМ тилига ўзгартириш мосламаларида (ЎМ) ўзгартирилиб, параметрларнинг ҳар бир вақтдаги қийматлари бошқарувчи ЭХМга бериб борилади. Бошқарувчи ЭХМда ахборот маълум алгоритм бўйича қайта ишланиб, технологик параметрларни бошқариш таъсир сигналлари ишлаб чиқилади ва у маълумотни қайта ишлаш мосламасида (МқИМ) ЭХМ тилидан аналог сигнал кўринишига айлантирувчи мослама ёрдамида технологик параметрлар операторига (ТПО) узатилади. Сўнгра бу сигнал бошқариш органларига (БО) берилиб, бошқариш таъсир каналлари (u_1 , u_2 , u_3) орқали, БТОга таъсир кўрсатади.

Технологик жараёнларни автоматлаштиришнинг энг юқори босқичи бўлиб, бошқариш тизимида ЭХМ оператори бошқариш контурига уланган тизим ҳисобланади (расм- 50). Бу тизимларда бошқарувчи машиналар маслаҳат ва маълумот берувчи ЭХМ гина бўлмасдан бошқа қўшимча вазифаларни ҳам бажарадилар, яъни ЭХМга киритилган оптимал бошқариш критерийси ва бошқариш алгоритми ёрдамида ижрочи қурилмаларни бошқараоладиган сигналларни ишлаб чиқариш, олинаётган натижаларни тўғрилигини ва оптимал қийматларга мослигини назорат қилиш ва хатто ЭХМни ва бутун ахборот йиғиш тизимини тўғри ишлаётганлигини ҳам назорат қилиб боради. Бунда операторнинг вазифаси технологик жараённи ва бошқарувчи ЭХМни ишлашини назорат қилиб боришга ва керак бўлганда улар ишини коррекция қилишдан иборатдир.



Расм 50.

Бошқарувчи ҳисоблаш машиналарини технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимларида қўлланиши асримизнинг 60-йилларига тўғри келади. Аввал Англия, Америка ва бир неча йилдан сўнг Японияда ТЖАБТ ишлаб чиқилиб, аста-секин ҳаётга тадбиқ қилина бошланди. Бунда ТЖАБТ ривожланиши янги ишлаб чиқарила бошланган микро-ЭХМ ва микропроцессорларга боғлиқ бўлиб, уларни ҳаётга тадбиқини технологик объектларни математик моделларини тузмасдан, ва бошқариш алгоритмлари ва дастурларисиз тасаввур қилиб бўлмайди.

ТЖАБТ таъминловчи қисми.

ТЖАБТ ёрдамида бошқариш вазифаларини бажариш учун, оператив персонални, бошқариш тизимининг таъминловчи қисми билан ўзаро алоқасини таъминлаш керак бўлади. Бошқариш тизимини таъминловчи қисмига қуйидагиларни киритиш мумкин:

- ташкилий таъминот;
- информацион таъминот;
- математик таъминот;
- дастурий таъминот;
- техник воситалар таъминоти.

Юқоридаги масалаларнинг ҳаммаси бошқариш тизимининг ишлаш сифатига таъсир кўрсатади, яъни уларнинг ҳар бирининг аниқлиги тизим аниқлигини белгилайди.

Информацион таъминот

Маълумки, бошқариш асоси информациядир. Технологик жараён тўғрисида информация бошқариш тизимига одатда параметрларнинг бирламчи ўлчагичларидан берилади.

Технологик жараёнларни локал автоматик ростлаш тизимлари ёрдамида бошқаришга мўлжалланган тизимларда ишлатилаётган бирламчи ўлчагичлар чиқиш сигналлари ҳар хил кўринишдаги унификациялашган қийматларга эга. Пневматик ўлчов асбобларида 0,02 МПа дан 0,1 МПа гача, электрик ўлчов асбобларида эса 0-5 Ма, 0-20 Ма ва бошқа кўринишда бўлиши мумкин. Яъни бу ўлчов асбоблари чиқиш сигналлари аввал нормалловчи ўзгартиргичларда аналог сигналга ва ундан сўнг ЭХМ қабул қила оладиган сон-рақам сигналга (аналог сон-рақам ўзгартиргичларда) айлантирилиб, ЭХМга берилади. Бу албатта бошқариш тизимида жуда кўп қўшимча элементларни пайдо қилади ва бошқариш сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Ҳозирги вақтда жаҳоннинг олд фирмаларида (“SIEMENS”, “HONEYWELL”) ишлаб чиқарилаётган параметрларнинг бирламчи ўлчагичлари тўғридан-тўғри бошқарувчи ЭХМларга уланиш имкониятларига эга, чунки уларнинг чиқиш сигналлари сон-рақам сигнали кўринишидир. Яъни бу бирламчи ўлчагичларда чиқиш сигналлари сон-рақам сигналга ўзгартириш учун қўшимча сигнал ўзгартиргичларга зарурат қолмади.

Математик таъминот

ТЖАБТ асоси математик таъминот деса бўлади, чунки бу тизимларда технологик жараённи бошқариш оптимал ташкил қилинади. Технологик жараённинг оптимал параметрларини аниқлашни жараённинг математик моделисиз тасаввур қилиб бўлмайди.

Дастурий таъминот

ТЖАБТ дастурий таъминоти деганда, шу тизимни ишлатиш учун керак бўладиган дастурлар йиғиндиси тушунилади.

Бу дастурлар ёрдамида технологик жараённинг параметрлари назорат ва бошқариш алгоритмларида кўрсатилганидек назорат қилиниб ва бошқарилиб борилиши таъминланади.

Ташкилий таъминот

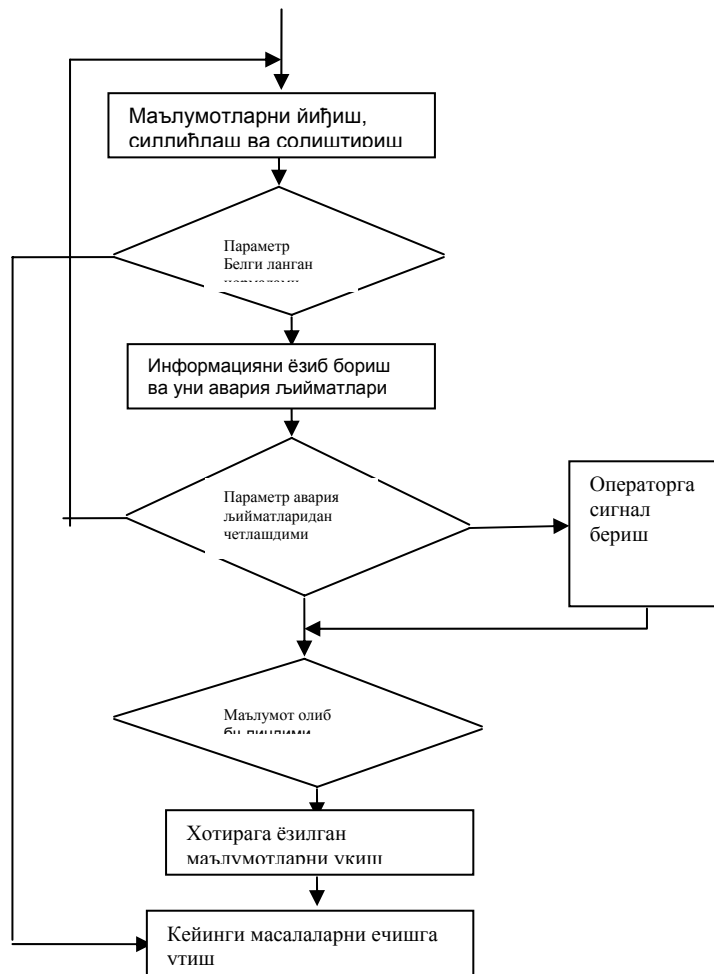
ЭХМ ёрдамида технологик объектларни автоматлаштириш масаласини ечиш жараён параметрларини назорат қилиш ва бошқариш алгоритмларини тузишдан ва шу алгоритмлар ёрдамида дастурлар тузишдан бошланади.

Алгоритмларнинг мураккаблиги S_m , унинг бажарилиши учун керак бўладиган элементар операциялар сонига N_a боғлиқ, алгоритмни ишлатиш учун керак бўладиган хотира ҳажмини белгилайдиган боғланишларга (Π), структурани мураккаблигига, ҳамда операторларнинг таркиби ва даражасига боғлиқ.

Алгоритмларни оптималлаштириш қуйидагича амалга оширилади:

Минимум S_m (мураккаблик), минимум N_a (элементар операциялар сони), минимум Π (ички боғлиқликлар).

Энди, бирламчи ўлчагичлардан циклик равишда маълумот олиб боришни ташкил қилишни кўрайлик.



Расм 51.

$$Y_i \leftarrow k y_i' + (1-k) y_i$$

Бу ерда, $Y_i - i$ – параметрларнинг «силлиғланган» қиймати

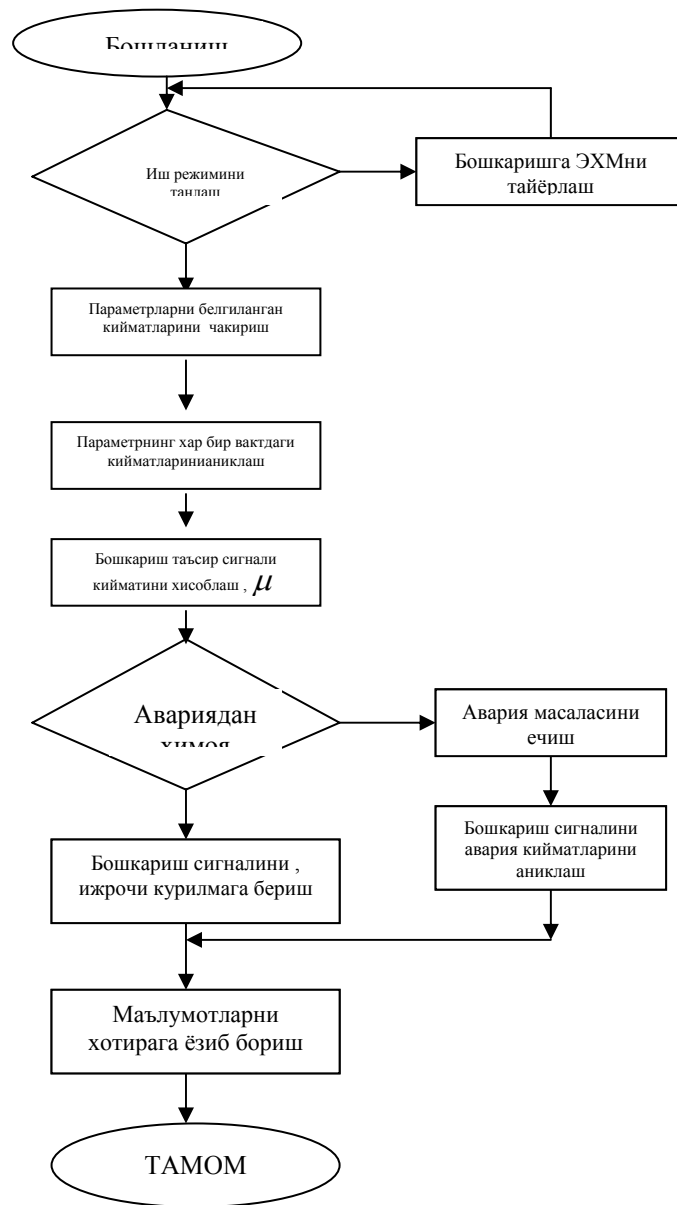
y_i – аввалдаги циклдаги параметрларнинг «силлиғланган» қиймати

$y_i - i$ – параметрларнинг ҳозирги вақтдаги қиймати

k – “силлиғланиш” коэффиценти ўлчам хатолигига ва “силлиғланиш” даражасига боғлиқ.

Параметрни белгиланган қийматдан четлашгандаги қиймати Y_i , бирламчи ўлчагич номери i ва ҳозирги вақт t печатга чиқарилиб, ёзиб борилади. Одатда печатга чиқариб ёзиш, ҳамма бирламчи ўлчагичлардан ахборотни олиб бўлингандан кейин амалга оширилади.

Жараёни бошқариш алгоритми қуйидагича ташкил қилиниши мумкин: (расм 52.).



Расм 4.

Бунда бирламчи ўлчагичларга даврий равишда мурожат қилиниб, олинган маълумотлар «силлиғланиб» борилади. Бу «силлиғланган» маълумотлар параметрларнинг нормадаги ва авария қийматларига (min ва max) солиштириб борилади. Бунда ЭХМ ушбу информацияни қабул қилаолади деб қабул қилинади.

Жараён параметрлари тўғрисидаги маълумотни йиғиш ва қайта ишлаш қуйидагича ташкил қилиниши мумкин: (расм 51.).

Тасодифий таъсирлар натижасида технологик параметрларнинг қийматлари белгиланган қийматлардан четланишини жараённи бошқаришга таъсир кўрсатмаслиги учун, параметрларнинг ҳозирги, ҳар бир вақтдаги, қийматлари “силлиғланиб” борилади.

Бошқаришнинг чизиқли қонуниятлари учун бошқариш таъсир сигнали μ , қуйидагича топилади:

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

бу ерда, $W_{\text{корд}}$ – (передаточная) узатиш функцияси;

Y_i – қайта таъсир сигнали;

N – қайта таъсир занжирлари сони;

k_1, k_2 – пропорционаллик коэффициенти.

Ушбу алгоритм энг содда алгоритмлардан ҳисобланиб, бошқариш масаласининг мураккаблигига қараб, у ҳам ўзгариб боради.

Робототехника ва уни ишлаб чиқаришдаги аҳамияти.

Озиқ-овқат ва кимё ишлаб чиқаришида инсон учун зарарли бўлган кўп факторлар (катта ҳарорат, муҳит, намлик, чанг, вибрация, товуш ва бошқалар), ҳамда оғир қўл меҳнати мавжуддир.

Шундай жойларда оғир қўл меҳнатини саноат роботлари билан алмаштириш, инсонларга енгиллик туғдириш билан бирга унумдорликни оширади.

Саноат роботлари уч авлодга бўлинади:

Улар аниқ белгиланган программага асосан ишлайдилар ва кўп қайтариладиган жараёнларда катта фойда берадилар ва аниқ ишлайдилар;

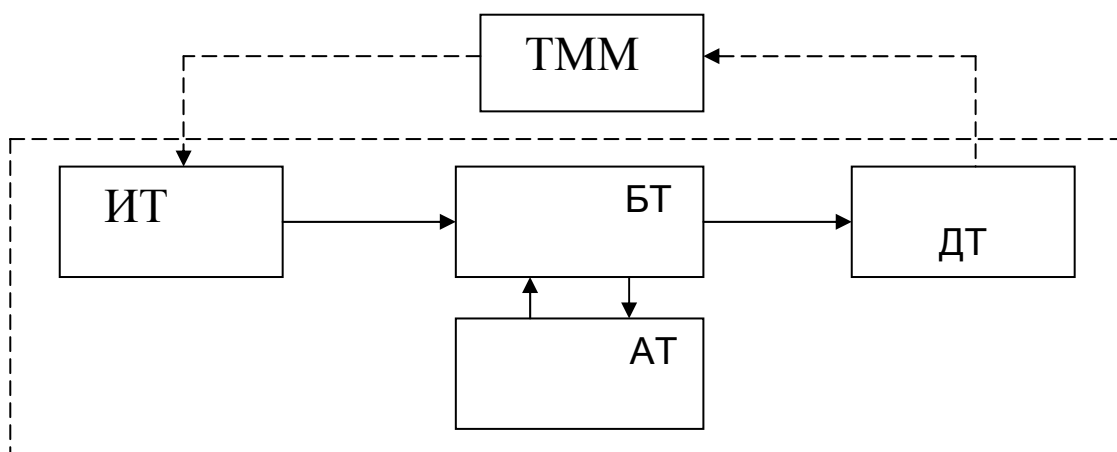
Улар мослашувчан-адаптив бўлиб, олдиндан белгиланган бошқариш алгоритми бўйича ЭХМлар ёрдамида бошқарилади.

Интеллектуал ёки ақиллик роботларнинг функционал имкониятлари кенг. Улар сўзларни қабул қила оладилар, моделлар тузадилар, ўрганадилар, режалаштирадилар, оптималлаштирадилар ва бошқалар.

Саноат роботлари асосий 2 қисмдан иборат: механик ва бошқарув тизими.

Механик қисми асос ва манипуляторлардан (ижрочи қисм) иборат.

Роботни умумлашган чизмаси 53-расмда берилган.



Расм 53.

ИТ – информацион тизим;

БТ – бошқарувчи тизим;

ДТ – двигател тизими;

АТ – алоқа тизими;

ТММ – ташки мухит мухофазаси.

Алоқа тизими – инсон ва роботехника қурилмаси ўртасидаги информация алмашув, бошқарув пулти ёки микрофон ёрдамида бўлади.

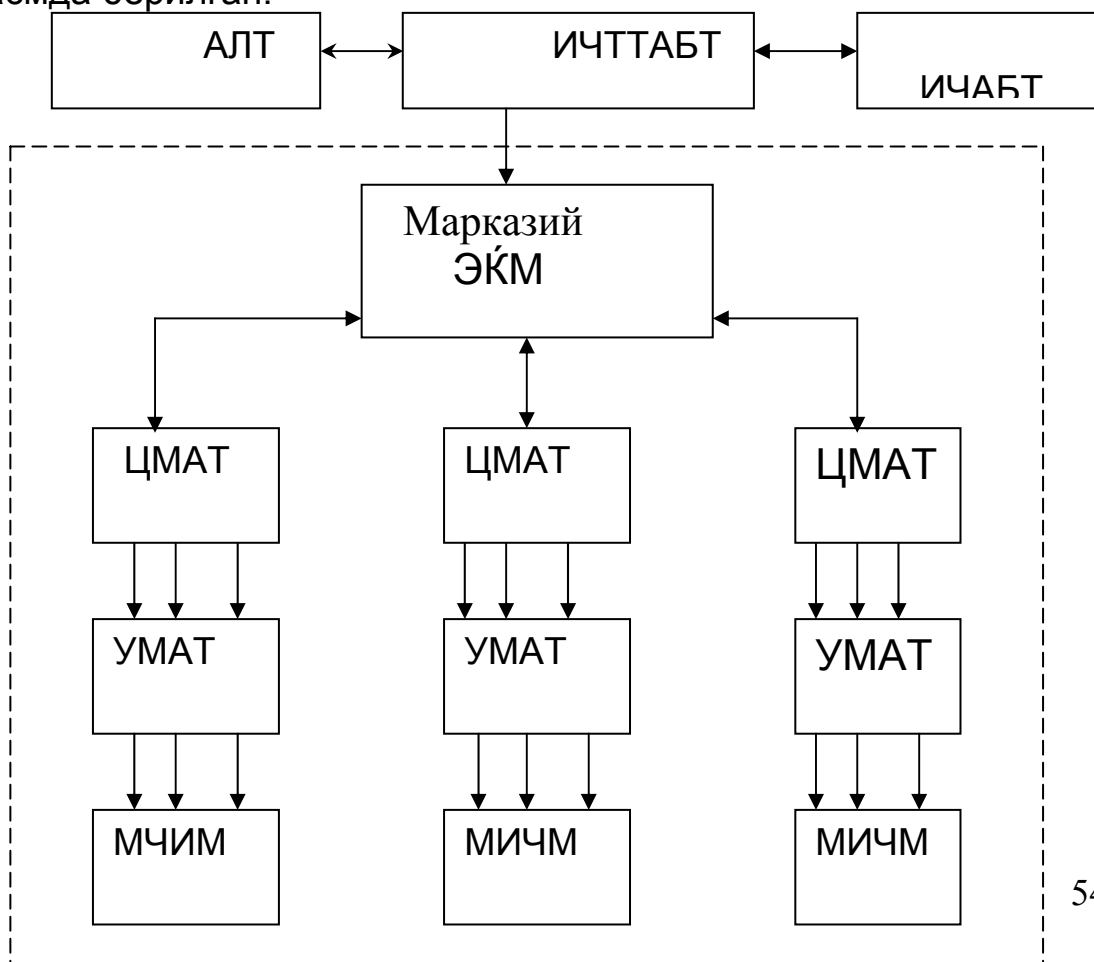
Информацион тизим – сунъий сезги органлари функциясини (сенсорлар) бажаради, информацияни қабул қилади ва қайта ўзгартиради.

Бошқарувчи (интеллектуал) тизим бошқарув конунларини (алгоритмларни) микропроцессорлар, микроЭХМ ва компьютерлар ёрдамида амалга оширади.

Саноат роботларини интеллектуал қобилияти бошқарув алгоритми даражасига боғлиқ (дастурга).

Кимё саноатида, аҳоли талаби ўсиши хисобига, маҳсулот турлари кундан-кунга ошиб бормокда ва ўзгариш жуда тез содир бўлмокда. Шунинг учун маҳсулот турлари ва номлари тез алмашинмокда. Бу эса ишлаб чиқаришни автоматлаштиришни анча қийин ахволга қўяди. Шу сабабли, ҳозирги кунларда қўлланилаётган мослашувчи автоматик тизимларни, янги шароитларга тез мослаштириш мумкин.

Мослашувчи автоматик тизим (МАТ) чизмаси ва бошқарув 54-расмда берилган.



54-расм.

Бу ерда:

АТТ - автоматик лойихалаш тизими;

ИЧТТАБТ – ишлаб чиқариш тайёрлаш технологиясини автоматик бошқарув тизими;

ИЧАБТ – ишлаб чиқаришни АБТ;

ЦМАТ – цех мослашувчи автоматик тизими;

УМАТ – участка МАТ;

МИЧМ – мослашган ишлаб чиқариш модули;

МИЧМ – асосий ва ёрдамчи технология, транспорт, склад ва бошқа хўжаликларни назарда тутди.

Барча тизим тўлиқ автоматлаштирилган.

Таянч сўз ва иборалар

1. Тасодифий қидириш усули - функция оптимумини қидиришда тасодифийлик векторидан фойдаланиб қидириш усули;
2. Тасодифий йўналишлар усули - тасодифий йўналишда қидириш қадами қўйиб функция оптимумини қидириш;
3. Тасодифийлик вектори - тасодифий йўналишга йўналган вектор;
4. Муваффақиятли кадам - қидириш қадами натижасида олинган натижа олдингисидан яхши бўлса, кадам муваффақиятли бўлади;
5. Муваффақиятсиз кадам - қидириш қадами натижасида олинган натижа олдингисидан ёмон бўлса, кадам муваффақиятсиз бўлади;
6. Классик математик таҳлилга асосланган оптималлаштириш усули - математик таҳлил йўли билан функция оптимумини топиш;
7. Функция экстримуни борлигини керакли шarti - керакли шарт, функциядан олинган ҳосиланинг нулга тенглиги;
8. Функция экстримуни борлигини биринчи етарли шarti - экстримум бор деб тахмин қилинаётган нуқта атрофидаги функция қийматлари ҳисобланиб, экстримум борлиги аниқланади;
9. Функция экстримуни борлигини иккинчи етарли шarti - шу нуқта атрофида функция ҳосиласи ишораси аниқланади;
10. Функция экстримуни борлигини учинчи етарли шarti - функция юқори ҳосилалари ҳисобланади.
11. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари-технологик жараёнларни оптимал бошқаришни таъминловчи автоматик бошқариш тизимлари;
12. Информацион таъминот – технологик жараён параметрлари тўғрисида ахборот билан таъминлаш;
13. Математик таъминот – технологик жараён математик моделларини тузилганлиги;
14. Дастурий таъминот - технологик жараён математик моделларини танланган ечиш кетма-кетлиги бўйича дастурланганлиги;
15. Ташкилий таъминот;
16. Оптимал бошқариш алгоритми.

Назорат саволлари

1. Тасодифийлик вектори нима?
2. Оптималлаштиришнинг тасодифий йўналишлар усулида оптимизмни кидириш стратегияси қандай?
3. Функция экстримумини борлигини керакли ва етарли шартлари?
4. Чизикли дастурлаш усулларида оптималлаш критерийсининг мақсад функцияси қандай кўринишга эга?
5. Оптималлаштиришнинг чизикли дастурлаш усуллари ёрдамида қандай масалалар ечилади?
6. ТЖАБТда бирламчи ўлчов асбобларининг вазифаси айтинг.
7. Бошқарувчи ЭХМга параметрлар тўғрисида маълумот қандай сигнал кўринишида берилади?
8. Информацион таъминот деганда нимани тушунаси?
9. Математик таъминот деганда нимани тушунаси?
10. Дастурий таъминот деганда нимани тушунаси?
11. Ташкилий таъминот деганда нимани тушунаси?
12. Бошқарув компьютерлари орқали кўп босқичли бошқарув тизимини таҳлили ва синтез қилиш.
13. Бошқариш алгоритмлари тўғрисида нимани биласиз?
14. Информациони йиғиш алгоритми ҳақида қисқа маълумот.
15. Информациони бошқариш алгоритми ҳақида қисқа маълумот.
16. Оптимал бошқариш алгоритми ҳақида қисқа маълумот.
17. Робототехника ва уни қўллаш ҳақида қисқа маълумот.

Адабиётлар

1. И.Каримов Баркамол авлод - Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори.- Т.: «Шарк», 1997,-63б.
2. Кафаров В.В. Метод кибернетики в химии и химической технологии. М.:химия,1985.
- 3.Кафаров В.В., Макаров В.В. Гибкие автоматизированные производственные системы в химической промышленности. М.: Химия, 1990.
4. Широхов Л.А. и др. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности.-М.: Агропромиздат,1986,-311с.
5. Яценко В.Ф. и др. Основы автоматизации технологических процессов масло-жирового производства- М.: Пищевая промышленность, 1976.-268 с.
6. Васильев Н.Ф. и др. Автоматизация маслоэкстракционного производства-М.:Пищевая промышленность,1979.- 216 с.
7. Трегуб В.Г.,Ладанюк А.П. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств-М.:Легкая и пищевая промышленность,1980,-376 с.
8. Благовещенская М.М. и другие «Автоматика и автоматизация пищевых производств», Москва, ВО Агропромиздат, 1991, 239 с.

9. Н.Юсуфбеков, Б.Мухамедов, Ш.Гуломов Технологик жараенларни бошқариш тизимлари, Техника олий укув юртлари учун дарслик.-Т.: «Укитувчи», 1997,704б.

10. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методў оптимизации в химической технологии М.Химия 1975. 575с.

11. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭХМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.

Фойдаланиш учун тавсия этиладиган адабиётлар

Асосийси:

1. Кафаров В.В. Методў кибернетики в химии и химической технологии М.; Химия, 1985. 448с.
2. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методў оптимизации в химической технологии М.Химия 1975. 575с.
3. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М. Химия. 1982.
4. Френкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. Перев. с англ. М. Химия, 1971.
5. Юнусов И.И., Артиков А.А., Исматуллаев П.Р. Кимё ва озиқ-овқат технологиясида ЭХМ ни қўллаш Тошкент: ТКТИ, «NISIM». 2001.148 б.
6. Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. Тамбов. ТГТУ, 2003.-224 с.
7. Черноруцкий И.Г. Оптимизация в теории управления. С-Петербург, «Издательский дом Питер», 2003. -256 с.
8. Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальнўх систем. Баку 2001, 719 с.
9. Артиков А.А. Процессў и аппаратў пищевўх производств (математическое моделирование, теплообменнўе процессў, вўпаривание), Ташкент, Укитувчи, 1983.

+ўшимча:

1. Бондарь А.Г. Математической моделирование в химической технологии. Киев. Вўсш.школа. 1973. 288с.
2. Жидков Б.А., Бондарь А.Г. Алгоритмизация расчетов в химической технологии. Киев. Вўсш.школа. 1970.
3. Кафаров В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование биохимических реакторов. М.Химия. 1983. 342с.
4. К.А.Ахметов, М.А.Исмаилов Математическое моделирование и управление технологическими процессами биохимического производства. Ташкент Фан. 1988 95с.

5. Остапчук Н.В. Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна. М. Колос. 1977 240с.
6. Дудников Е.Г., Валакиров В.С., Кривунов Б.Н., Цирлин А.И. Построение математических моделей кинемико-технологических объектов. Химия. 1970. 312с.
7. Ли Т.Г., Адамс Г.Э., Гейнз У.М. Управление процессами с помощью вычислительных машин. Моделирование и оптимизация: Пер.с англ. Под.ред. В.И.Мудрова М.; Сов.радио. 1972. 321с.
8. Батунер Л.М., Позин М.В. Математические методы в химической технике. Изд. Химия. 1971.824с.
9. Применение ЭВМ в химических и биохимических исследованиях. Под.рук. Н.Клопфенштейна. Изд. Акад.Пресс. А.Ф.Васильева. М.Химия. 1976.
- 10.Артиков А.А. Процесс и аппарат пищевых производств (математическое моделирование, теплообменные процессы, выпаривание),Ташкент, Ўқитувчи, 1983.
- 11.Артиков А.А. ва бошқ. Системный анализ концентрирования растворов инертным газом.Ташкент, Фан,1987.
- 12.Артиков А.А., Маматкулов А.Х. IBM PC компьютерларидан фойдаланиш . Т. қомус, 1992.

Электрон адабиётлар

1. Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств. www.muctr.cdu.ru
2. Моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования. www.tsti.ru

Информацион-техник воситалар.

Талабаларга хозирги замон ғўйитиш технологиясидан фойдаланиб, компьютер, вертуал стендлар, маърузаларнинг электрон версияларини ғўйлаб мустайил равишда билимларини оширади.

МУНДАРИЖА

	бет
1-МАЪРУЗА	5
Фанни ўқитишдан мақсад ва унинг вазифаси	5
КИРИШ	7
Кимё ва озиқ-овқат технологик тизимлари	7
Ишлаб чиқариш корхонасининг иерархик тузилиши	9
Технологик жараёнлари	10
2 – МАЪРУЗА	12
Технологик тизимларини таҳлил қилиш синтез қилиш ва оптималлаштириш	12
ЭҲМ ни технологик жараёнлари ва тизимларини тадқиқ қилишда қўллаш	13
Математик моделлаштириш	13
Математик моделни қуриш	13
Мазмуний ифодани тузиш	14
Математик ифодани тузиш	14
Математик модел тенгламалар тизимининг таснифи	15
Моделлаштириш алгоритми	15
3 - МАЪРУЗА	18
Экспериментал статистик моделлаштириш усули	18
Чизиқли регрессия	20
Регрессион таҳлил	24
4 – МАЪРУЗА	28
Параболик регрессия	28
Трансцендент регрессия	28
Корреляцион таҳлил	29
Курилмалардаги оқимлар тузилишининг типик математик моделлари	29
Идеал сиқиб чиқариш модели	30
Идеал аралаштириш модели	31
Диффузион моделлар	32
Ячейкали модел	34
Комбинацияли моделлар	34
5-МАЪРУЗА	38
Моделлаштиришга мисоллар	38
Гидравлик идишни моделлаштириш	38
Иситгични моделлаштириш	42
6-МАЪРУЗА	50
Трубасимон иситгични моделлаштириш	50
Кимёвий реакторларни моделлаштириш	53
Кимёвий кинетика асослари	53
Даврий кимёвий реакторларни моделлаштириш	54

7-МАЪРУЗА	54
Трубасимон кимёвий реакторларни моделлаштириш	59
Технологик жараёнлар ва тизимларини ҳисоблаш эксперименти ўтказиш йўли билан ўрганиш.	59
Ҳисоблаш эксперименти тўғрисида тушунча.	63
Технологик жараёнларни таҳлил қилиш вазифалари	63
ХЭ ни ташкил қилиш. Ҳисоблаш-технологик эксперименти-ХТЭ.	64
8-МАЪРУЗА	64
Кимё ва озиқ-овқат технологик жараёнлар ва тизимларини оптималлаштириш. Асосий тушунчалар ва таърифлар	68
Технологик жараёнларнинг самарадорлик кўрсаткичлари	68
Оптималлик критерийсининг турлари	69
Оптималлаштириш масалаларини ечиш усуллари.	69
Мақсад функцияси. Чизиксиз дастурлаш усуллари. Градиент усуллари. Релаксация усули. Градиент усули. Оптимумга тез тушиш усули. Детерминлашган қидирувнинг ноградиент усуллари.	72
Бир ўзгарувчилик функция экстремумини локализациялаш усули.	72
«Олтин кесим» усули.	79
Ўзгарувчиларни кетма-кет ўзгартириш усули(Гаусс-Зейдель усули).	80
Сканирлаш усули. Симплекс усули.	83
9-МАЪРУЗА	83
Тасодикий қидириш усуллари.	86
Тасодикий йўналишлар усули	86
Орқага қадам қўйиш билан тасодикий йўналишлар усули.	87
Чизикли қайта ҳисоблаш билан тасодикий йўналишлар усули	88
Тасодикийликни жазолаш билан қидириш усули.	88
Классик математик таҳлил қилишга асосланган оптималлаштириш усули.	89
Чизикли программалаштириш	90
Чизикли дастурлаш масалаларини математик ифодалаш	91
Данциг симплекс усули	92
ЭХМ ни технологик жараёнларни бошқаришда қўллаш	93
Технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимлари (ТЖАБТ).	93
ТЖАБТ таъминловчи қисми.	95
Робототехника ва уни ишлаб чиқаришдаги аҳамияти.	99
Фойдаланиш учун тавсия этиладиган адабиётлар	103
ИЛОВА	105
Мундарижа	106

