

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ
МАТЕМАТИКА ВА ИНФОРМАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 622.234.42:519.688

ИСМАНОВА Клара Дўланбоевна

ЕРОСТИ ҚОРИШТИРИШ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРИНИ
БОШҚАРИШДА ҚАРОРЛАР ҚАБУЛ ҚИЛИШНИНГ МОДЕЛ ВА
АЛГОРИТМЛАРИ

05.13.01 - Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни
қайта ишлаш

Техника фанлари номзоди
илмий даражасини олиш учун
тақдим этилган диссертация

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

Тошкент – 2010

Иш ЎзР ФА Математика ва инфор­мацион технологиялар ва Наманган муҳандислик-педагогика институтларида бажарилган.

Илмий раҳбар техника фанлари доктори, профессор
Алимов Исмоилджон

Расмий оппонентлар: техника фанлари доктори, профессор
Раджабов Бахтиёр Шарипович

техника фанлари номзоди
Равшанов Нормакмад

Етакчи ташкилот Тошкент давлат техника университети

Ҳимоя Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Математика ва инфор­мацион технологиялар институти ҳузуридаги Д.015.17.02 рақамли кенга­шнинг «___»_____2010 й. соат___ да ўта­диган мажлисида бўлади. Манзил: 100125, Тошкент ш., Дўрмон йўли кўч., 25.
Тел.: 262-72-47

Диссертация билан ЎзР ФА Математика ва инфор­мацион технологиялар институти кутуб­хонасида танишиш мумкин.

Ав­то­ре­фе­рат «___» _____ 2010 йилда тарқатилди.

Ихтисослашган кенгаш
илмий котиби

М.А.Исмаилов

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

Мавзунинг долзарблиги. Ерости қориштириш технологик жараёни ўзининг тузилиш структураси бўйича бир нечта тизим остилардан (қатлам - кудук – насос станция – реагент концентрацияси ва бошқ.) иборат мураккаб техник ўзаро боғлиқ тизимни ташкил этади. Бу барча тизим остилар ўзаро алоқада бўлиб, ҳатто биргина тизим элементи ишининг нотўғри ташкил этилиши технологик жараёнда тизим ишининг бутунлай тўхтаб қолишига сабаб бўлади. Шунинг учун бугунги кунда кўп компонентли тизимларни қайта ишлашда қўлланиладиган илғор усулларга, улардан бири ерости қориштириш (ЕҚ) усулига алоҳида эътибор билан қаралмоқда. ЕҚ усули бошқа усулларга қараганда бир мунча иқтисодий тежамли ва зарарсиз бўлиб, ундан фойдаланиш атроф-муҳит муҳофазасига зарарли таъсир кўрсатмайди.

Конлардаги металлари ЕҚ усули билан қайта ишлаш муҳим иқтисодий аҳамиятга эга бўлган уран ишлаб чиқарувчи саноатда ҳам кенг қўлланилмоқда. Асосий энергия манбаи уранга бўлган талаб эса йилдан йилга ортиб бормоқда. Масалан, дунё миқёсида бу кўрсаткич 2000 йилда 64,59 минг тоннани ташкил этган бўлса, мутахассисларни таъкидлашича бу талаб 2010 йилга келиб 70,6 минг тоннани, 2020 йилга келиб эса 73,74 минг тоннани ташкил этади¹. Зероки, “Иқтисодиётимизнинг рақобатдошлигини янада кучайтириш, аҳоли фаровонлигини юксалтириш кўп жиҳатдан бизнинг мавжуд ресурслардан, биринчи навбатда, электр ва энергия ресурсларидан қанчалик тежамли фойдалана олишимизга боғлиқдир”². Мазкур мулоҳазалар асосий электр-энергия манбаи бўлган кимматбаҳо нодир металлари ишлаб чиқаришда қўлланиладиган самарали усуллар, хусусан ЕҚ жараёни билан боғлиқ илмий изланишларнинг муҳим эканлигини англатади.

Фойдали компонентнинг эриши ва ер остидаги кейинги ҳаракати мос равишда модда алмашинуви, гидродинамика ва кимёвий кинетика қонуниятлари асосида содир бўлади. Реал ерости шароитларида содир бўлувчи жараённинг мураккаблиги ЕҚ технологик жараёнининг бутун циклини ўрганиш ва бошқаришда мақсадга мувофиқ қарорлар қабул қилиш учун математик моделларни ва дастурий таъминотларни яратиш заруриятини вужудга келтиради. Моделларни яратишдан асосий мақсад баъзи объектлар ва технологик жараёнларни тавсифлаш ва мақбуллаштиришдан иборат. Моделлар муаммони математик интерпретациялашга асосланган ҳолда муайян алгоритмлар ёрдамида қарорлар қабул қилиш учун фойдали бўлган ахборотни топишга кўмаклашади.

Шундай қилиб, ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш ва таҳлил этиш учун зарур муаммоларни ҳал этиш, моделлар қуриш, уларга мос ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурий воситалар яратиш рудали конларда фойдали қазилмаларни самарали олишдаги долзарб муаммолардан бири ҳисобланади.

¹ www.scgis.ru. ИФЗ. РАН. Сектор технологий электронных публикаций.

² И.А.Каримов. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози. Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари. – Тошкент, 2009.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Геотехнологик усулларнинг асосий моҳияти шундаки, бунда фойдали қазилмани ер қаъридаги яширин ҳолатдан иссиқлик, модда алмашинув, кимёвий, диффузияли ва гидродинамик жараёнлар ёрдамида олинади. Бу муаммо доирасида бугунги кунда кўпгина тадқиқотчилар изланишлар олиб боришмоқда. Жумладан, хорижий тадқиқотчилардан: Аренс В.Ж., Бахуров В.Г., Бусленко Н.П., Веригин Н.Н., Ворошнин Л.Г., Голубев В.С., Грабовников В.А., Канавалов А.Н., Лукнер Л., Шестаков В.М., Луценко И.К., Белецкий В.И., Мамилов В.А., Николаевский В.Н., Хчеян Г.Х., Нафтулин И.С., Чарный И.А., Рогов Е.И., Язиков В.Г., Шумилин М.В. ўзбекистонлик олимлардан: акад. Қобулов В.Қ., акад. Рахимов В.Р., акад. Абуталиев Ф.Б., профессорлар Мухидинов Н.М., Каримов Х., Алимов И., Валиев Т. ва бошқаларни таъкидлаш мумкин.

Улар томонидан фойдали қазилмани олишда содир бўлувчи геотехнологик жараёнларнинг физик-математик асослари қаралган. Ерости эритиш, аралаштириш ва қориштириш жараёнлари учун иссиқлик, филтрацион ва бошқа масалаларнинг асосий тенгламалари ҳамда муҳандислик ҳисоблаш усуллари келтирилган. Бошқариш масаласи турли геотехнологик усулларда шакллантирилган. Бироқ ЕҚ технологик жараёнлари учун бугунги кунда ишлаб чиқилган моделларни ва ҳисоблаш алгоритмларини таҳлил этиш ҳали кўп ечилмаган муаммоларнинг мавжуд эканлигини кўрсатади.

Шу боис ушбу диссертация ишида ЕҚ жараёнини бошқариш объектининг реал хусусиятларини ҳисобга олувчи, бир жинсли бўлмаган муҳитда содир бўлувчи жараёнлар учун моделлар яратиш ва улар ёрдамида жараённи мақсадга мувофиқ кечиши учун зарур қарорлар ва башоратлар қабул қилиш масаласига алоҳида эътибор берилди.

Диссертация ишининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши ЎзР ФАнинг №72-04 рақамли “Кўп параметрли объектларни моделлаштиришнинг ва бошқаришнинг интеллектуал усулларини ишлаб чиқиш (ерости қориштириш усули мисолида)” мавзусидаги гранти бўйича олиб борилган (2003-2005) фундаментал изланишлар, Ф-1-2.4 рақамли “Муҳит ва майдон орасидаги ўзаро таъсир масалаларини ечишни алгоритмлаштириш” мавзусидаги шартнома (2001-2007), “Ерости қориштириш жараёнини бошқариш учун математик модел, алгоритмлар ва дастурий воситалар ишлаб чиқиш ва тадбиқ этиш” мавзусидаги илмий-техникавий давлат дастури (2006-2008) ҳамда ЎзР ФА Фундаментал тадқиқотларни қўллаб-қувватлаш Фондининг 24-08 сонли “Ерости қориштириш жараёнининг математик моделлари учун унумли ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқиш” номли илмий лойиҳалари (2008-2009) асосида бажарилган.

Тадқиқот ишнинг мақсади. ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш ва таҳлил этиш учун моделлар, ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурий воситалар яратишдан иборатдир.

Тадқиқот вазифалари. Қўйилган мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги вазифаларни бажариш лозим:

- тадқиқот объекти сифатида ЕҚ жараёнининг тизимли таҳлилинини ўтказиш;

- зарур параметрларни башорат қилиш учун тақрибий-аналитик ечимлар ёрдамида ахборотларни қайта ишлаш ва жараёни бошқариш учун яратиладиган моделнинг ишончилигини текшириш;
- ЕҚ жараёнининг асосий геотехнологик кўрсаткичларини ҳисобловчи мақбул алгоритмлар ва дастурлар яратиш, конларни қайта ишлашда бошқариш жараёнига таъсир этувчи омилларни ажратиш;
- ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг математик модели, алгоритми ва дастурий таъминотларини реал шароитлар учун яроқлилигини аниқлаш, аниқ объектлар учун қўллаш, хулоса ва башоратлар тақдим этиш.

Тадқиқот объекти ва предмети. Изланиш объекти – кислотали эритмалардан фойдаланиб ЕҚ усули ёрдамида қайта ишланадиган рудали конлар. Изланиш предмети – ЕҚ да фильтрацион ва диффузион ҳаракатлар.

Тадқиқот методлари. ЕҚ жараёнининг фильтрацион-конвектив диффузия масаласини ечиш учун Фурье, Лаплас, Бубнов-Галёркин алмаштиришлари ҳамда аппроксимациянинг чекли-айирмали усулларида, жараёни бошқариш параметрларини тадқиқ этишда ҳисоблаш тажрибаси усулларида фойдаланилади.

Тадқиқот фаразлари: ЕҚ усули ёрдамида ишлаб чиқариладиган фойдали қазилмаларни шу технологик жараён бошқариш масаласи учун хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар билан ифодаланувчи математик моделларни қўллаш мумкинлигини синаб кўриш.

Ҳимояга олиб чиқиладиган асосий ҳолатлар. Ҳимояга олиб чиқиладиган асосий илмий ҳолатлар қуйидагилардан иборат:

- ЕҚ объектининг тизимли таҳлили;
- ЕҚнинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиб бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун икки ўлчовли математик моделлар;
- ЕҚ жараёнини бошқариш моделларининг аналитик ечимларини куриш усуллари;
- ЕҚ технологик жараёнининг самарадорлигини таъминловчи параметрларни жараёнга таъсирини аниқлашнинг ҳисоблаш алгоритмлари ва усуллари;
- ЕҚ жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг ҳисоблаш алгоритмлари ҳамда муаммоли йўналтирилган дастурий таъминотлар яратиш усуллари;
- ахборотларни қайта ишлашнинг компьютер усуллари асосида олинган натижаларнинг визуаллашган алгоритмлари.

Илмий янгилиги. Диссертацияда олинган натижаларнинг илмий янгилиги қуйида тасвирланган:

- ЕҚ технологик жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг икки ўлчамли математик модели жараёнининг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда яратилди;
- ЕҚ жараёнини таҳлил этишда қарорлар қабул қилиш учун тавсия қилинган бир ва икки ўлчамли математик моделларга мос ҳисоблаш алгоритмлари яратилди;

- ЕҚ технологик жараёнини ифодаловчи математик моделларнинг ишончилиги реал объект маълумотлари асосида тасдиқланди;
- ЕҚ технологик жараёнининг боришига таъсир этувчи параметрларга мос концентрациянинг ўзгариш динамикаси тадқиқ этилиб, уларга мос график ва тенгчиликлар ҳосил қилинди;
- ҳисоблаш тажрибаси ўтказиш учун дастурий воситалар яратилди, натижалар асосида ЕҚ технологик жараёнини мақсадга мувофиқ бошқариш учун қарорлар қабул қилинди, натижалар визуаллаштирилди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Илмий нуқтаи назардан диссертациянинг тадқиқот натижалари ЕҚ усули билан фойдали қазилмани қайта ишлаш жараёнларини бошқариш билан боғлиқ илмий вазифанинг янги ечимларини ифодалайди. Натижаларнинг амалий аҳамияти шундаки, ишлаб чиқилган математик модел, ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурлар мажмуи рудали конларни қайта ишлашда, ЕҚ технологик жараёнлари билан бошқаришда қарорлар қабул қилиш ва таҳлил этишда ҳамда лойиҳалаш жараёнларида қўлланилиши мумкин.

Натижаларининг жорий қилиниши. Тадқиқот натижалари реал шароит маълумотлари асосида, хусусан, Навоий тоғ металлургия комбинатининг 5-руда бошқармаси 3-блокига тегишли тарихий маълумотлар асосида синаб кўрилди ҳамда яратилган моделлар ва алгоритмларнинг яроқлилиги тасдиқланди. Диссертация ишининг натижалари дастурий таъминот сифатида “GissarNefteGaz” конларида ишлаб чиқаришни бошқариш жараёнида фойдаланиш учун қабул қилинди. Ишлаб чиқилган математик модел ва алгоритмларни ерости конлари маълумотлари асосида ишлаб чиқаришга мослиги тасдиқланди ва бу ҳақда Андижоннефт очик акционерлик жамиятига тадбиқ этиш учун топширилганлиги ҳақида маълумотнома олинди.

Ишнинг синовдан ўтиши. Диссертация ишидаги асосий илмий натижалар куйидаги илмий конференцияларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтган: «Муҳандислик-педагогика таълимида инновацион технологиялар» Халқаро илмий-амалий конференция, Наманган, 2004; «Ахборот-коммуникацион технологияларни енгил саноатга тадбиқи» Халқаро илмий-амалий конференция, Тошкент, 2005; «Механиканинг замонавий муаммолари ва келажиги» Халқаро илмий-техникавий конференция, Тошкент, 2006; «Касб таълими йўналишлари бўйича муҳандис-педагоглар тайёрлаш, тажриба ва муаммолар» Республика илмий-амалий конференция, Наманган, 2006; «Олима аёлларнинг фан-техника тараққиётида тутган ўрни» Республика илмий-амалий анжумани, Тошкент, 2006; «Ёш математикларнинг янги теоремалари» Республика илмий-амалий конференция, Наманган, 2006; «Меҳнат ва касб таълими бакалавриат йўналишларида муҳандислик фанларини ўқитишнинг долзарб масалалари» Республика илмий-амалий конференция, Наманган, 2007; «Геотехнология: XXI асрда ерости қориштиришда қўлланаётган инновацион усуллар» Халқаро миқёсда ўтказилган республика илмий-амалий конференция, Москва-Навоий, 2007; «XXI асрда тоғ, нефт ва геоэкологик таълим» II Халқаро конференция материаллари, Москва, 2007; «Ахборот технологияларини ривожлантириш йўллари ва замонавий ҳолати» Республика илмий-амалий конференция,

Тошкент, 2008; «Муҳандислик техникалари ва замонавий технологияларнинг долзарб муаммолари» Халқаро илмий-техникавий конференция, Ош, 2008; Академик Х.А. Рахматуллиннинг 100 йиллик туғилган кунига бағишланган эгилувчан тўлқинларнинг тарқалиши бўйича ўтказилган Халқаро илмий конференция, Бишкек, 2009; Наманган муҳандислик-педагогика институти, ТДТУ, ЎЗМУ, ЎЗР ФА Математика ва информацион технологиялар институти семинарлари, 2003-2009.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 17 та илмий иш чоп этилган бўлиб, улардан 3 таси илмий журналлар мақолалари. Битта дастурий мажмуа учун Ўзбекистон Республикаси Давлат патент идораси томонидан гувоҳнома (№DГУ01523, 21.05.2008) олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, учта асосий боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ва илова бўлимлари ҳамда ишнинг ишлаб чиқаришга тадбиқ этилганлиги тўғрисидаги акт қоғозидан иборат. Диссертация иши 140 бетдан иборат бўлиб, 30 та расм, 5 та жадвал, 94 номдаги адабиётлар рўйхати ва 7 та иловаларни ўз ичига олади. Қуйида бажарилган ишларнинг қисқача мазмуни келтирилган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида мавзунинг долзарблиги асосланиб, муаммонинг ўрганилганлик даражаси, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, тадқиқот усуллари, тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти аниқланган ҳамда ишнинг қисқача мазмуни келтирилган.

Биринчи бобда бугунги кундаги тоғ ишлаб чиқариш саноатининг ҳолати, конларни қайта ишлашдаги турлича назарий қарашлар келтирилиб, фойдали қазилмаларни вужудга келиш сабаблари, рудаларнинг фойдали қазилмалар ажратиб олишдаги ўрни, геотехнологиянинг бу борадаги вазифалари, асосий геотехнологик усуллар ҳақида зарур ва керакли маълумотлар берилган.

1.1-бўлимда ЕҚ технологик жараёнининг физик-кимёвий асослари, қориштиришда қўлланилувчи турли усуллар тавсифланиб, уларнинг имкониятлари, ЕҚнинг изланиш объекти сифатидаги ўрни тизимли таҳлил этилган.

1.2-бўлимда эса ушбу муаммо бўйича изланишлар олиб борган тадқиқотчилар, улар эришган натижалар, ЕҚ технологик жараёнини бошқаришнинг замонавий ҳолатлардаги шарҳи баён қилинган.

1.3-бўлимда тадқиқотнинг асосий мақсади ва вазифалари тавсифланган, жараёни бошқариш масаласининг қўйилиши баён қилинган, ЕҚ технологик жараёнининг минерал асоси аниқланган.

ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг математик модели фильтрацион оқимнинг ўзгариш хусусиятини ифодаловчи тенглама орқали қуйидаги кўринишда

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(kh \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\mu}{k} \sum_{i=1}^N \delta(x - x_i, y - y_i) Q_i(t) = mh\beta \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (1)$$

чегараланган майдонда $H(x, y, 0) = H_0(x, y)$ бошланғич ва $(\alpha \frac{\partial H}{\partial n} + (1 - \alpha)H)|_{\Gamma} = \varphi(x, y)$ чегаравий шартлар билан ифодаланади. (1) масала ечилиб H таъйиқ миқдори аниқлангач, фильтрация тезлиги Дарси қонуни билан топилади:

$$v_x = -k \frac{\partial H}{\partial x}, \quad v_y = -k \frac{\partial H}{\partial y}.$$

Қатламдаги фойдали компонент концентрациясини аниқлаш учун чегараланган майдонда $C(x, y, 0) = C_0$ бошланғич, $(\alpha \frac{\partial C}{\partial n} + (1 - \alpha)C)|_{\Gamma} = \psi(x, y, t)$

чегаравий ва $C(x, y, t)|_{(x, y) = (x_i, y_i)} = C_i$, $\frac{\partial C}{\partial n}|_{(x, y) = (x_j, y_j)} = 0$ ички

шартлар билан ифодаланган

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial C}{\partial y} \right) - \frac{\partial (v_x C)}{\partial x} - \frac{\partial (v_y C)}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial t} = m \frac{\partial C}{\partial t} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = \gamma(C) f(C, N, L, \Gamma), \quad N(x, y, 0) = N_0(x, y)$$

конвектив диффузия тенгламасини қараймиз.

Асосий вазифа жараёни бошқариш ёрдамида ЕҚнинг мақсадга мувофиқ фаолиятини таъминлаш ва жараёнда иштирок этувчи ҳамда қуйидаги асосий мақсадларни амалга оширишга қаратилган бўлиши керак:

- рудали қатлам чегарасидан ўтувчи реагент сарфини камайтириш;
- бир текис гидродинамик қориштиришни таъминлаш;
- фойдали компонентнинг қийматини максималлаштириш;
- қудуқларни мақсадга мувофиқ жойлаштириш.

Бу мақсадлар (U) бошқариш критерияларини танлаш билан R мақсад функциясини минималлаштириш ҳамда қуйидаги (3) масалани ечиш орқали амалга оширилади.

$$R(U) = \int_0^T \sum_{i=1}^{N_i} [C_i(X, U) - C_{ib}(X, U)]^2 dt,$$

$$R^* = \min_{U \in \Omega} R(U), \quad R(U^*) < \varepsilon,$$

$$U_0 < U < U_n, \quad \Omega = \{\gamma, q_o, q_k\}. \quad (3)$$

Бу ерда $C(X, U)$ – t берилган вақт моменти аниқланган (x, y) нуқтадаги ечим, $C_b(X, U)$ – фойдали компонентнинг талаб этилган қиймати, U – компонентлардан иборат вектор, γ – қуйилаётган аралашмадаги кислота концентрацияси, q_o, q_k – қудуқлардаги дебит, V – фильтрация тезлиги, ε – берилган кичик миқдор ва бошқ. Ушбу масалани ечиш учун қуйидаги бошқарув критерияларини киритамиз:

$0 < \bar{Q} < Q$ берилган ораликда кудуклар маҳсулдорликлари йиғиндиси $\bar{Q}$ шундай танлансинки, натижада берилган тенгламаларни мос шартлардаги ечимининг чегарада ҳисобланган $\bar{C}(x, y, t)$ қийматлари мақсад функцияси $R(U)$ га қўйилган минимумлик шартларини қаноатлантирсин. Шу билан чегарадаги концентрация миқдори ўзгаришини бошқариш имконияти ҳосил бўлади.

$$R(\bar{Q}) = \int_0^T \sum_{i=1}^{N_t} [\bar{C}_i(SU_i, \bar{Q}, t) - \bar{C}_{ib}(SU_i, \bar{Q}, t)]^2 dt,$$

$$R^* = \min_{(x,y) \in G} R(\bar{Q}), \quad R(\bar{Q}) < \zeta, \quad (4)$$

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^{N_t} q_i, \quad q_{\min} \leq |q_i| \leq q_{\max}$$

Бу ерда SU_i – сўрувчи кудуклар жойлашган нуқта.

Сўрувчи кудуклардаги концентрация миқдорини берилган вақт давомида аралашмадаги реагент миқдори γ ни танлаш ҳисобига максимумга эриштирадиган қилиб ЕҚ жараёнини бошқариш масаласи учун қуйидагича математик моделни ёзиш мумкин.

$$R(\gamma) = \int_0^T \sum_{i=1}^{N_t} [C(SU_i, t, \gamma) - C_b(SU_i, t, \gamma)]^2 dt,$$

$$R^* = \min_{\gamma \in \Omega} R(\gamma), \quad R(\gamma) < \varepsilon, \quad (5)$$

$$0 < \gamma < 10$$

Иккинчи бобда ЕҚ жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун тавсиф қилинган математик моделни ифодаловчи тенгламаларни ечишнинг турли усуллари ва уларнинг масалани ечиш имкониятлари таҳлил этилиб, тақрибий-аналитик ечимларнинг ўзига хос афзалликлари ва уларга қўйиладиган муайян чекловлар келтирилган.

2.1 - бўлимда конвектив диффузия тенгламасининг аналитик ечими текис ва ўзгармас фильтрация тезлиги ҳисобига турли хил алмаштиришлар: Лаплас, Фурье ва Грин алмаштиришлари ёрдамида келтириб чиқарилган.

Тавсия қилинган математик моделни табиий жараёнларга мослигини текшириш мақсадида ЕҚнинг гидродинамика масаласини ечишда Бубнов-Галёркин усули қўлланган ҳолат учун натижалар олинган.

Айтайлик,

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = \frac{1}{\chi} \frac{\partial H}{\partial t} + f(x, y, t) \quad (6)$$

кўринишдаги фильтрацион оқим тенгламаси $H(x, y, t)|_{t=0} = H_0(x, y)$ бошланғич ва

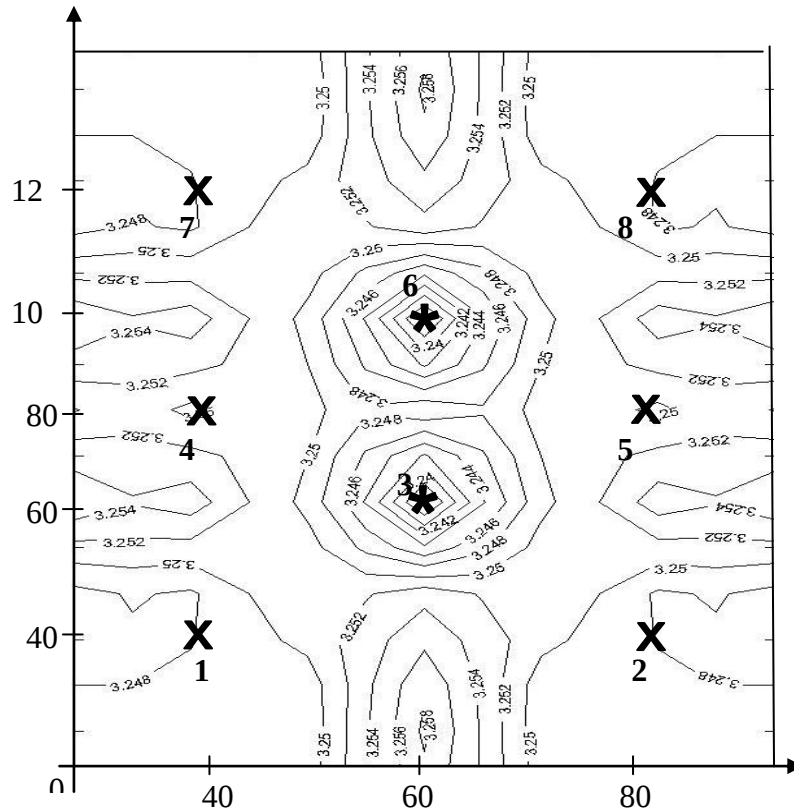
$\frac{\partial H(x, y, t)}{\partial n} \Big|_r = 0$ чегаравий шартлар билан берилган бўлсин. Бу ерда $\chi = \frac{k \cdot K}{m \cdot \mu}$,

$f(x, y, t) = \frac{\mu}{kH} \sum_{i=1}^N q_i(t) \delta(x - x_i, y - y_i)$. Бу гидродинамик модел учун ҳосил

қилинган аналитик ечим

$$H = H_0 + \sum_{n=1} \sum_{m=1} \cos \frac{n\pi x}{a} \cos \frac{m\pi y}{b} V_{nm}(t) \quad (7)$$

кўринишда бўлади. Ушбу ечимга мос натижаларни олиш мақсадида тахминий объектларга мўлжалланган катталиклар учун тазйиқ миқдори аниқланган ва натижаларга мос тенгчиликлар 1-расмда тасвирланган.



X - қуювчи қудуқлар, * - сўрувчи қудуқлар

1-расм. Ҳисоблаш натижалари бўйича тазйиқнинг тенгчиликлар графиги

Олинган натижалар таҳлили шуни кўрсатадики, ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун тавсия этилган моделлар жараёнининг физик хусусиятига мос келади ва улардан бошқариш жараёнида ва ахборотларни қайта ишлашда фойдаланиш мумкин.

Аналитик ечимлар муайян чекловлар билан хусусий ҳоллардагина ҳосил қилинган учун қўйилган масалани ечишда сонли-тақрибий усулларни қўллаш эҳтиёжи туғилади. Шунинг учун 2.2 - бўлимда бир ўлчамли моделларни ечиш учун қўлланадиган сонли-тақрибий усуллар ва уларнинг ҳисоблаш алгоритмлари тавсия қилинган. Олинган сонли натижаларнинг ишончлилиги ва турғунлиги синов функцияси ёрдамида ҳисоблаш тажрибаси орқали текширилган.

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - U \frac{\partial C}{\partial x} - f(x, t) = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad C|_{t=0} = 1, \quad C|_{x=0} = 1, \quad C|_{x=1} = 1$$

масала учун чекли-айирмали схемаларни қўллаб, сонли-тақрибий усулда натижалар олинган. Аниқ ечим сифатида $C = e^{x t(x-1)}$ функцияни олиб, вақт қадами бўйича унинг қийматларини олинган сонли қийматлар билан таққослаш натижалари 1-жадвалда келтирилган.

Такрибий ва аниқ ечимлар жадвали

t=0.4			
X	Такрибий	$c = e^{x t(x-1)}$	Хатолик
0,00	1,0000000	1,0000000	0,0000000
0,10	0,9647796	0,9646403	0,0001393
0,20	0,9384463	0,9380050	0,0004413
0,30	0,9201964	0,9194313	0,0007652
0,40	0,9094670	0,9084640	0,0010030
0,50	0,9059281	0,9048374	0,0010907
0,60	0,9094709	0,9084640	0,0010069
0,70	0,9202030	0,9194313	0,0007717
0,80	0,9384530	0,9380050	0,0004480
0,90	0,9647832	0,9646403	0,0001429
1,00	1,0000000	1,0000000	0,0000000

Натижаларни сонли таҳлил этиш ЕҚ жараёнини мақсадга мувофиқ бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун тавсия қилинган математик моделлар ва ҳисоблаш алгоритмларининг ишончилигини кўрсатади.

2.3 - бўлимда ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун қўлланадиган (1) ва (2) масалани ечиш учун икки ўлчамли моделларга мос ҳисоблаш алгоритмлари келтирилган. Икки ўлчамли моделлардан бир ўлчамли моделларга ўтиш учун чекли айирмалар усулининг йўналишли ўзгарувчили шаклидан фойдаланилган.

Қуйида шу усулдан фойдаланган ҳолда номаълум ҳадларни топишда тугун нуқталар учун қўлланган чекли-айирмали алмаштиришлар тавсифланади. (1) масаладаги тазйиқ миқдорини аниқлаш ечиш учун:

$$\begin{aligned}
mh_{i,j}\beta \frac{H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - H_{i,j}^n}{0,5\tau} &= \frac{1}{h_1^2} (k_{i+1,j}h_{i+1,j}(H_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}) - k_{i,j}h_{i,j}(H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - H_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}})) + \\
&+ \frac{1}{h_2^2} [k_{i,j}h_{i,j+1}(H_{i,j+1}^n - H_{i,j}^n) - k_{i,j}h_{i,j}(H_{i,j}^n - H_{i,j-1}^n) + f_{i,j}^n], \\
mh_{i,j}\beta \frac{H_{i,j}^{n+1} - H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{0,5\tau} &= \frac{1}{h_1^2} (k_{i,j+1}h_{i,j+1}(H_{i,j+1}^{n+\frac{1}{2}} - H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}) - k_{i,j}h_{i,j}(H_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - H_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}})) + \\
&+ \frac{1}{h_2^2} [k_{i,j+1}h_{i,j+1}(H_{i,j+1}^{n+1} - H_{i,j}^{n+1}) - k_{i,j}h_{i,j}(H_{i,j}^{n+1} - H_{i,j-1}^{n+1}) + f_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}],
\end{aligned}$$

(2) масаладаги концентрация қийматини топиш учун:

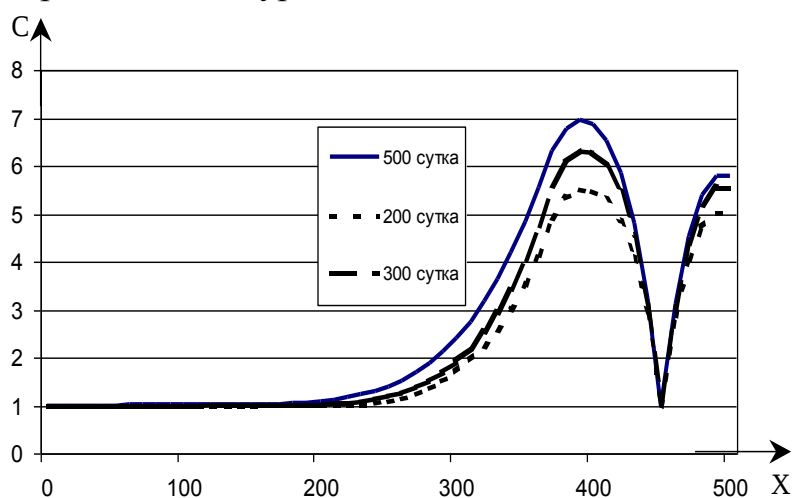
$$\begin{aligned}
m \frac{C_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - C_{i,j}^n}{0.5 \tau} &= \frac{\chi_1}{h_1^2} (a_{i+1} (C_{i+1,j}^{h+\frac{1}{2}} - C_{i,j}^{h+\frac{1}{2}}) - a_i (C_{i,j}^{h+\frac{1}{2}} - C_{i-1,j}^{h+\frac{1}{2}})) + \frac{b_{1,i}^+ a_{i+1}}{h_1} (C_{i+1,j}^{h+\frac{1}{2}} - C_{i,j}^{h+\frac{1}{2}}) + \\
&+ \frac{b_{1,i}^- a_i}{h_1} (C_{i,j}^{h+\frac{1}{2}} - C_{i-1,j}^{h+\frac{1}{2}}) - q_1 C_{i,j}^{n+1} + \frac{\chi_2}{h_2^2} (a_{j+1} C_{y_i}^n - a_j C_{\bar{y}_i}^n) + b_j^+ a_{j+1} C_{y_i}^n + b_j^- a_j C_{\bar{y}_i}^n - q_2 C_{i,j}^n + f^n, \\
m \frac{C_{i,j}^{n+1} - C_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{0.5 \tau} &= \frac{\chi_2}{h_2^2} (a_{j+1} (C_{i,j+1}^{h+1} - C_{i,j}^{h+1}) - a_j (C_{i,j}^{h+1} - C_{i,j-1}^{h+1})) + b_{2,j}^+ a_{j+1} (C_{i,j+1}^{h+1} - C_{i,j}^{h+1}) + \\
&+ b_{2,j}^- a_j (C_{i,j}^{h+1} - C_{i,j-1}^{h+1}) - q_2 C_{i,j}^{n+1} + \frac{\chi_1}{h_1^2} (a_{i+1} C_{x_i}^{n+\frac{1}{2}} - a_i C_{\bar{x}_i}^{n+\frac{1}{2}}) + b_{1i}^+ a_{i+1} C_{x_i}^{n+\frac{1}{2}} + b_{1i}^- a_i C_{\bar{x}_i}^{n+\frac{1}{2}} - q_1 C_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + f^n.
\end{aligned}$$

чекли-айирмали алмаштиришлардан фойдаланилган. Ушбу ҳисоблаш жараёнлари бўйича кейинги бўлимларда натижалар олинган ва синов маълумотлари учун олинган натижалар таҳлили келтирилган.

Учинчи бобда ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш ва маълумотлар базасини тўлдириш учун яратилган алгоритмларни ва дастурий таъминотни ишончилигини тасдиқлаш мақсадида аввалги бўлимларда ишлаб чиқилган бир ва икки ўлчовли моделларга ҳамда алгоритмларга мос натижалар реал объект шароитларида синаб кўрилган.

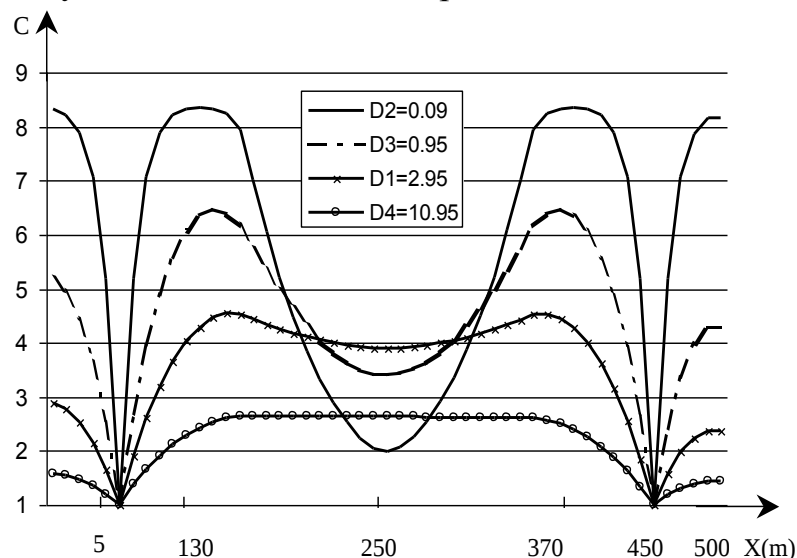
3.1 - бўлимда ишлаб чиқилган алгоритмлар ва дастурий таъминотларнинг ишончилигини текшириш учун ҳисоблаш натижаларининг берилган механик ва физик хусусиятларга мослиги келтирилган. Битта $x=450$ нуқтада қуювчи ва битта $x=400$ нуқтада сўрувчи қудуқлар ишлатилган вазият учун концентрация ўзгариши 2-расмда тасвирланган.

Ўнг чегарада концентрация қийматининг тезда ортишига сабаб унга кислотали ишқорнинг оз вақт ичида етиб келганлигидир. Чап чегара ҳайдовчи қудуқдан анча узоқ бўлганлиги учун қаралаётган вақт давомида унда бошланғич концентрация миқдори сақланиб туради.



2-расм. Концентрация миқдорини узунлик бўйича динамикаси

Фойдали компонент концентрацияси қиймати ўзгаришининг диффузия коэффиценти (D) га боғлиқлик хусусияти $T = 900$ сутка учун келтирилган. Бунда диффузия коэффиценти миқдори $D \geq 1$ ҳолатида концентрация тез тарқалишини, акс ҳолда яъни нолга яқинлашган сайин жуда секин тарқалиш ҳолати кузатилади (3-расм). Бундан хулоса қилиб айтиш мумкинки, агар технологик имкониятлар мавжуд бўлса диффузия тарқалиши нисбатан текис бўлиши учун $D \geq 1$ бўлишини таъминлаш керак.

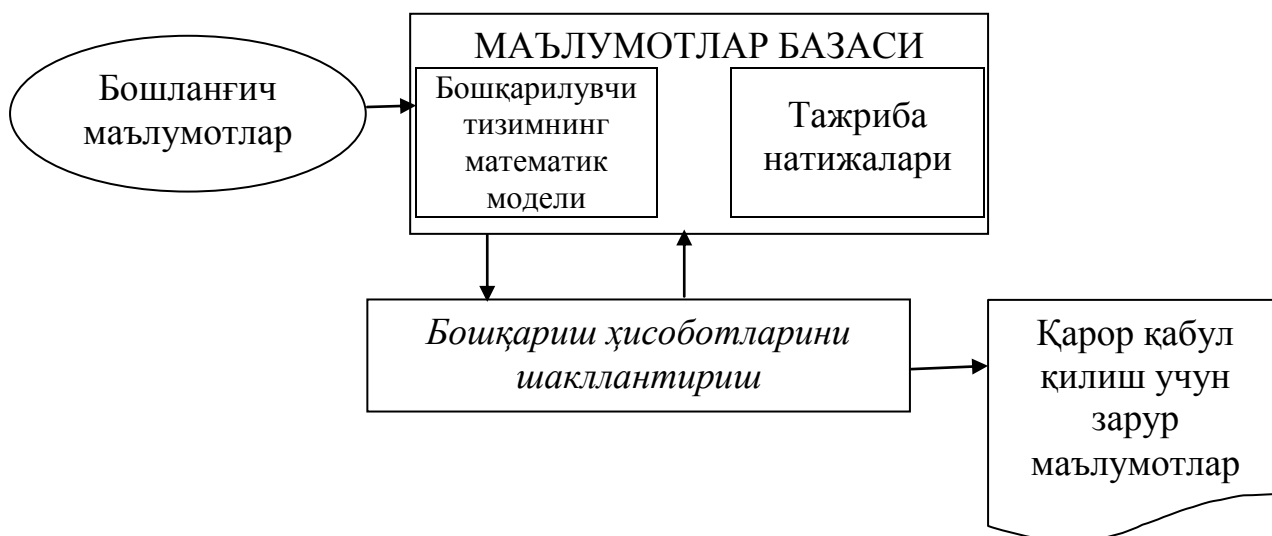


3-расм . Концентрация ўзгаришининг диффузия коэффиценти ўзгаришига боғлиқлиги

Мазкур бўлимда тадқиқ этилаётган кирувчи параметрларнинг сифатли таъсирини ўрганиш мақсадида бир ўлчовли моделлар ва уларга мос ҳисоблаш алгоритмлари қаралади. Бунда шундай параметрлар тадқиқ этиладики, улар фойдали компонентнинг тўлиқ тўйиниш коэффиценти, қуйилаётган аралашмадаги кислота миқдорини аниқловчи γ -кимёвий реакция коэффиценти, фильтрация тезлиги ва қудуқлардаги маҳсулдорликдир. Уларнинг ЕҚ жараёнига таъсири олинган натижалар асосида таҳлил этилган ва концентрация қийматининг ўзгариш динамикасини ифодаловчи жадвал ва графиклар кўринишда келтирилган.

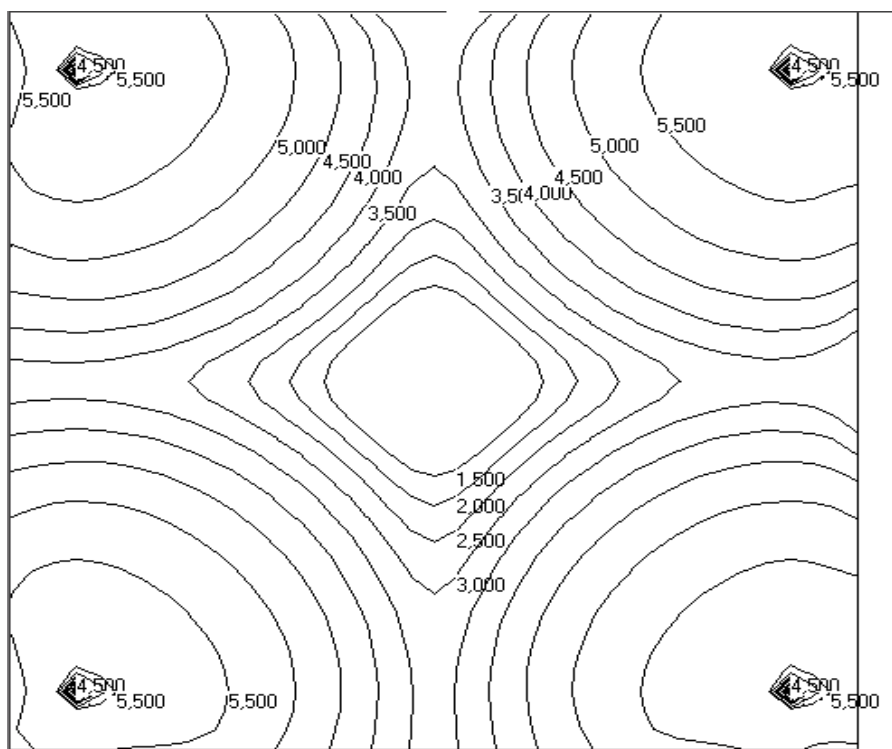
Бошқариш тизимлари одатда бошқариш объектига дарҳол таъсир этиш ва уларни баҳолаш имкониятига эга эмас. Улар бу таъсирларни бирмунча вақт кейинроқ баҳолайди. Ва албатта, бунда қайтувчи алоқа ва тўғрилаш жараёни содир бўлади. Уни 4-расмда ифодаланган бошқарувнинг асосий компонентлари орқали ифодалаш мумкин. Бунда ЕҚ технологик жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун тавсия қилинган математик моделга кирувчи барча параметрлар ҳақидаги маълумотлар бошланғич маълумотлар сифатида сақланади. Мазкур моделларни ечиш орқали биз параметрларнинг физик жараёнга таъсирини ўрганамиз ва пировард натижада мақсадга мувофиқ қарорлар қабул қилиш билан муайян маълумотлар базасига эга бўламиз.

Яратилган дастурий таъминотимиз эса мазкур маълумотлар базасини етарлича кенгайтириш ва бойитиш имконини беради.



4-расм. Бошқарувнинг асосий компонентлари

3.2 - бўлимда ЕҚ жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун юқорида ишлаб чиқилган бошқаришнинг математик модели, ҳисоблаш алгоритми ва дастурий таъминотини реал шароитлар учун яроқлилигини аниқлаш мақсадида аниқ объектга доир катталиклар учун икки ўлчамли моделларга мос дастурий таъминотлар ишлатилган ва натижалар олинган.

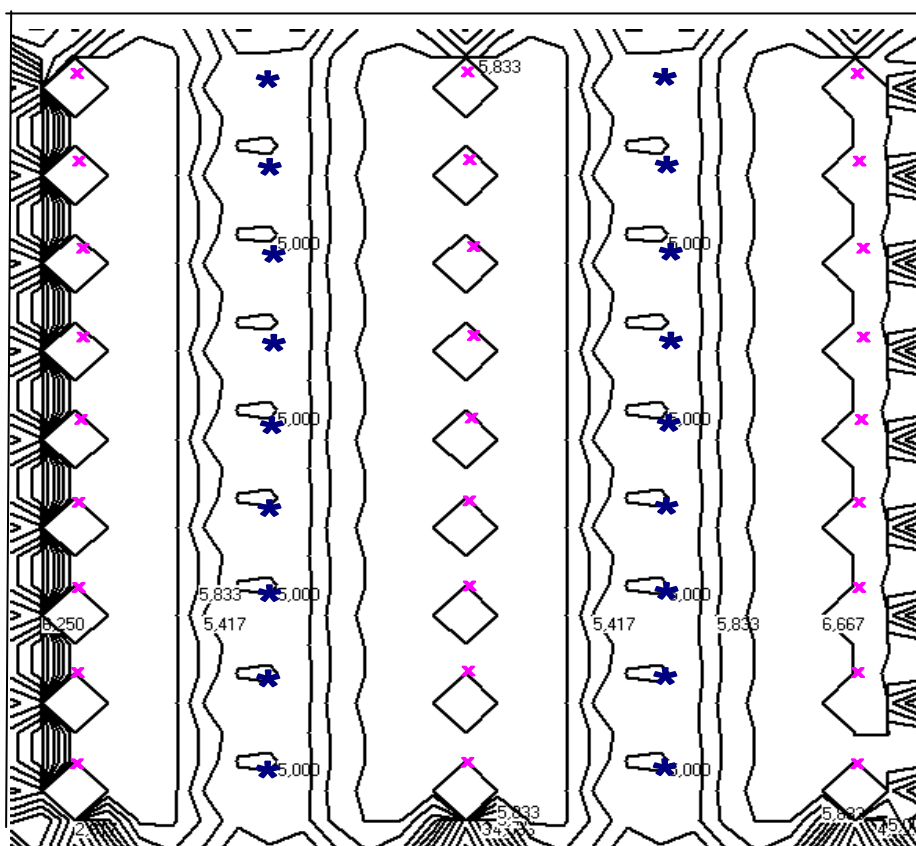


5-расм. Сўрувчи қудук марказда бўлганда 90 суткадаги концентрацияларга мос чизиқлар

Концентрация микдорининг симметрик тарзда ўзгариши икки ўлчамли моделнинг, унга мос ҳисоблаш алгоритми ҳамда тузилган дастурларнинг жараёнининг физик ва механик ўзгаришларига мос эканлигини кўрсатади (5-расм).

Одатда ихтиёрий ерости конларини ЕҚ усули билан ишлаб чиқариш жараёнида унинг маълум хусусиятлари бўйича аввал блоklarга ажратиб олинади ва кетма-кет деярли ўзаро боғлиқсиз ишлаб чиқаришга тавсия этилади.

Навоий тоғ металлургия комбинатига қарашли 5 - руда бошқармасининг уран конини ишлаб чиқаришдаги 3 - блоки 1980 йиллар ўрталарида тўла ишлаб чиқаришда фойдаланиб бўлинган. Бу блок учун бошланғич маълумотлар билан бирга бутун ишлаб чиқариш даври учун тарихий маълумотлар сақланган. Қудуқлар ҳақидаги барча маълумотлар келтирилган. Ушбу реал шароит маълумотлари бўйича изланишлар натижалари синаб кўрилди. Ҳар хил вақтлар учун бутун текширилаётган юзада аниқланган концентрация микдори ва тазйикнинг ўзгариш қийматлари тавсия қилинган. Бунда концентрация асосан қуювчи қудуқ атрофида сезиларли микдорда ўзгариши кузатилади. Қатламдан юқоридаги қуювчи қудуқ атрофида деярли бошланғич концентрация микдори сақланади.



6-расм. 120 - сутка учун 1 -чегаравий шартдаги концентрация ўзгариши

Шунинг учун юқоридаги қуювчи қудуқлар жойлашган қатламнинг бутун қисмида ҳали тўла филтрацион ҳаракат содир бўлмаганидан кислотали ишқор етиб келмайди. Қориштириш жараёни ҳали бошланмаган бўлади. Бундай ҳолат физик ва механик жараёнларга тўла мос келади. Бу билан концентрация миқдорининг ўзгариш сифати ишлаб чиқариш шароитига мосдир деган хулосага келиш мумкин.

Аммо 120 суткадаги натижалар таҳлили аввалгидан бошқача, яъни концентрация тарқалишини бутун текширилаётган қатламда текис тарқалишини кўрсатади (6-расм).

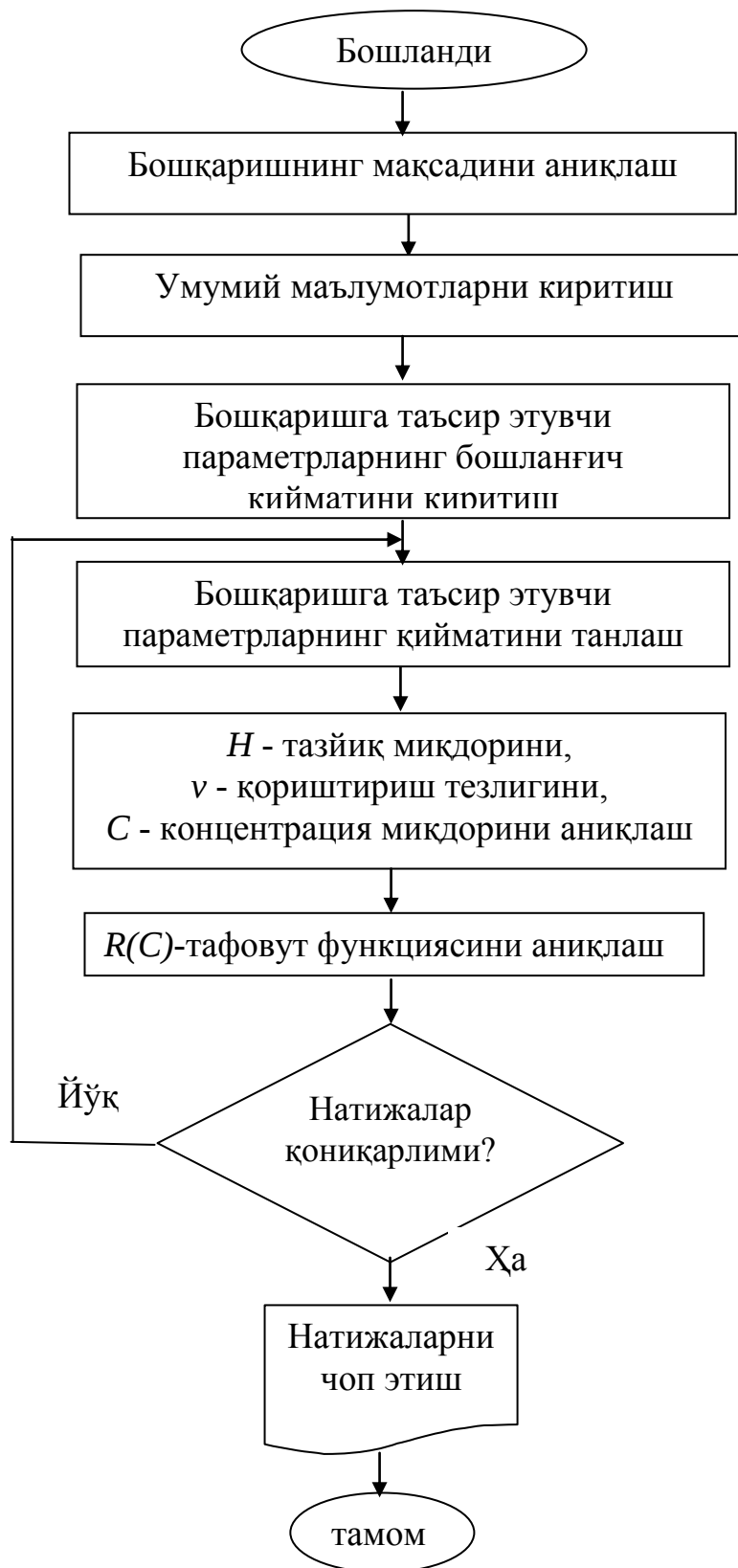
Бу натижалар 3-блок чегаралари очик (яъни биринчи чегаравий масала $C|_A = C_0$) бўлган ҳол учун келтирилди. Худди шундай натижалар 3 - блок чегаралари ёпиқ (яъни иккинчи чегаравий масала $\left. \frac{\partial C}{\partial N} \right|_A = 0$) бўлган ҳол учун ҳам олинган.

Шундай қилиб, ЕҚ технологик жараёнини мақсадга мувофиқ бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун қуйидаги вазифалар ҳал этилади:

- ЕҚ объектини тизимли тадқиқ этиш;
- ахборотларни қайта ишлаш;
- математик моделлаштириш;
- ҳисоблаш алгоритмлари яратиш;
- объектга мўлжалланган дастурлаш;
- ҳисоблаш машинасида натижалар олиш;
- жараёни бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун олинган натижаларни тизимли таҳлил этиш;
- қарорлар қабул қилиш учун маълумотлар базасини яратиш ва ундан фойдаланиш услубини кўрсатиш.

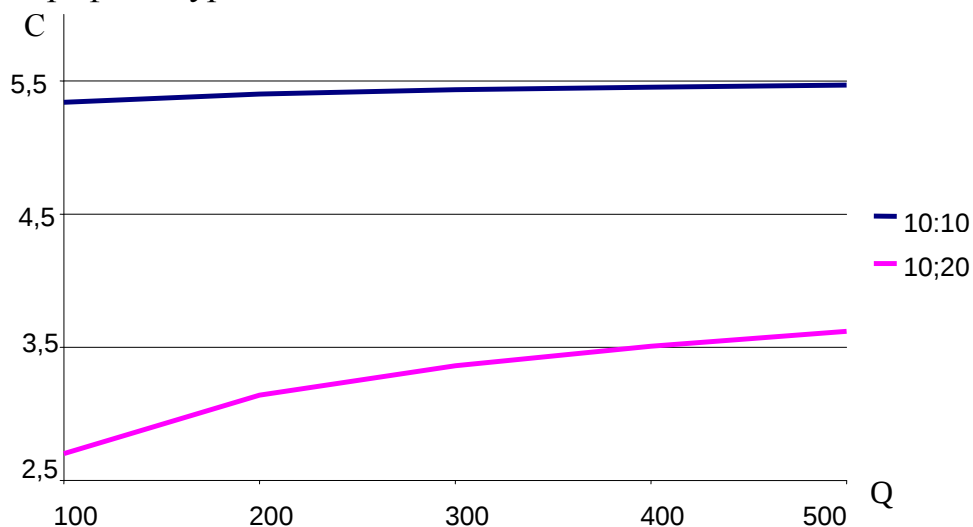
Ушбу вазифалардан келиб чиқиб, бошқариш структураси ва унинг ҳар бир бўлимлари тавсифи, бошқарув критерияларининг жараёнинг ўзгаришига таъсири натижалари, уларнинг таҳлиллари 3.3 - бўлимда шакллантирилган (7-расм). Мазкур бўлимда ЕҚ технологик жараёнини мақсадга мувофиқ бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун турли хил параметрларнинг концентрация ўзгаришига таъсирини ўрганувчи бир нечта аниқ масалалар қаралган. Қуйида улардан айримларини келтирамиз.

Дастлаб сўрувчи қудуқдаги маҳсулдорликни ўзгартириш орқали концентрация миқдорини ўзгариш динамикаси аниқланган. 4 та қуювчи қудуқ ишлатилган объектда қуювчи қудуқлардан бири (5, 5) нуқтага жойлаштирилган бўлиб, сўрувчи қудуқдаги дебит миқдорини турлича ўзгартириб, натижалар олинган.



7-расм. Бошқаришнинг компьютер модели структураси

Ҳисоблаш натижалари $T = 91$; 200 суткалар учун таҳлил этилган. 8-расмда таҳлил натижалари $T = 91$ сутка учун берилган. Унда (10, 10) ва (10, 20) нуқталардаги концентрация қийматларининг олувчи қудуқдаги дебит миқдорига боғлиқлик графиги қурилган.



8-расм. Концентрациянинг вақт ўзгариши давомида турли хил маҳсулдорлик учун ҳисобланган қийматлари

Олинган натижалардан шуни хулоса қилиш мумкинки, қуювчи қудуқдан узокда жойлашган нуқталардаги концентрация миқдори қудуқ атрофидаги нуқталардаги концентрация миқдорига нисбатан тезроқ ортиб боради. Бунга сабаб сўрувчи қудуқдаги маҳсулдорликнинг оширилишидир.

Энди қуйидаги бошқариш масаласини қарайлик. ЕҚ жараёнини шундай бошқариш керакки, сўрувчи қудуқда 360 суткадан сўнг фойдали компонент концентрациясининг ўртача қиймати қуйилаётган реагентдаги кислота концентрациясини танлаш ҳисобига максимумга эришсин ($C_{\text{ўр}} = 9,4$ мг/л). Қўйилган масалани ечиш учун қуйилаётган эритмадаги γ кислота концентрациясининг ўзгариш чегараси реал факторлар орқали аниқланади. Бизнинг маълумотларда γ параметрнинг ўлчовсиз ҳолатдаги қийматлари $0,05 \cdot 10^{-3} < \gamma < 0,5 \cdot 10^{-3}$ чегарада бўлади.

Қўйилган мақсадга эришиш учун (1) - (3) масалани γ нинг турли қийматларида ечамиз. γ нинг қийматини танлаш бу параметрларни ўзгариш оралиқларини тенг иккига бўлиш усули ёрдамида амалга оширилади. Олинган натижалар эса 2-жадвалда келтирилган.

$\gamma = 0,05; 0,075; \dots; 0,5$ лар учун (1) ва (2) масалалар ечилиб, бутун майдон бўйича концентрация қийматлари ҳисобланган. 2 - жадвалдаги 3 - 7 устунлар сўрувчи қудуқлардаги концентрация қийматларидир. Ҳар сафар олинган натижалар концентрациянинг талаб этилган қийматлари билан таққосланади. Бу жараён натижалар берилган ($\varepsilon = 10^{-1}$) аниқликни қаноатлантиргунча давом этади. Бизнинг мисолимизда бешинчи қадамда ушбу шарт бажарилади.

Сўрувчи қудуклардаги фойдали компонент концентрацияси

№ куд.	γ Оптимал	0,05	0,078	0,092	0,106	0,162	0,275	0,5
1.	9,398	7,665	8,905	9,251	9,487	9,887	9,995	10,000
2.	9,383	7,642	8,882	9,232	9,474	9,883	9,994	10,000
3.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
4.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
5.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
6.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
7.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
8.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
9.	9,381	7,638	8,880	9,230	9,473	9,883	9,994	10,000
10.	9,398	7,665	8,905	9,251	9,487	9,887	9,995	10,000
11.	9,383	7,642	8,882	9,232	9,474	9,883	9,994	10,000
12.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
13.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
14.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
15.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
16.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
17.	9,379	7,634	8,876	9,227	9,471	9,882	9,994	10,000
18.	9,381	7,638	8,880	9,230	9,473	9,883	9,994	10,000
Ўртача	9,382	7,639	8,880	9,231	9,473	9,883	9,994	10

ЕҚ жараёнининг мураккаблиги учун модел параметрларини танлаш бирданига эмас, балки кетма-кет амалга оширилади. Гидродинамик параметрлар ЕҚ жараёни учун гидродинамик моделдан фойдаланиб танланади. Бу ҳолда чиқувчи параметрлар ёки гидродинамик мақсад чегаралардан оқиб ўтувчи ва кирувчи суюқлик микдорини минималлаштиришдир. Тажрибавий қийматлар сифатида эса аввалги қайта ишлашда қўлланган динамик катталиклардан фойдаланилади. Сўнгра диффузион ва кинетик параметрлар танланади. Бу ҳолда чиқувчи параметр ёки охириги мақсад сўрувчи қудукдаги концентрацияни максималлаштиришдан иборат.

ХУЛОСА

Диссертация ишида ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун математик моделлар, ҳисоблаш алгоритмлари ва дастурлар мажмуаси ишлаб чиқилди. Тадқиқот натижалари бўйича қуйидаги хулосаларни қилиш мумкин.

1. ЕҚ услугиётини геотехнологик жараёнларга тадбиқ қилиш ҳодисалари ўрганилди ва тадқиқот объекти сифатида тизимли таҳлил этилди.

2. ЕҚ технологик жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг бир ва икки ўлчамли математик моделлари ЕҚ жараёнининг физик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда яратилди.

3. ЕҚ жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун тавсия қилинган гидродинамика ва конвектив-диффузия тенгламаларининг тақрибий-аналитик ечимлари фильтрация тезлиги ҳамда конвектив диффузия коэффициенти ўзгармас бўлган ҳолда Грин функцияси ва Фурье алмаштиришлари ёрдамида муайян бошланғич шартлар учун ҳосил қилинди. Тақрибий-аналитик ечимларни Бубнов-Галёркин усули ёрдамида олинган ҳол учун ишчи алгоритмга мос дастур таъминотлари яратилиб, уларнинг ишончлилиги объектга мос катталиклар билан текширилди.

4. ЕҚ технологик жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун қўлланган чекли айирмали алмаштиришлар тадқиқ қилинаётган ЕҚ объектида сўрувчи ва қуювчи қудуқлар учун махсус ички ва чегаравий нукталардаги хусусий шартларни ҳисобга олган ҳолда бажарилди ҳамда қўйилган масала сонли-тақрибий усулда чекли айирмали ҳамда монотон алмаштиришларни самарали қўллаш орқали ечилди.

5. Ҳисоблаш алгоритмлари ёрдамида ҳосил қилинган маълумотлар базасидаги ахборотларни қайта ишлаш натижасида нафақат қудуқлар жойлашган нукталарда, балки барча тугун нукталарда масаланинг ечимлари аниқланди.

6. Олинган натижалар асосида ЕҚ жараёнини мақсадга мувофиқ ташкил этилган бошқаришнинг умумий структураси тавсия қилинди ва ҳар бир бошқарув бўлимининг мақсадлари тавсифланди. Бир нечта бошқарув критериялари ёрдамида мақсад функциясини минималлаштириш масаласи ҳал этилди.

7. ЕҚ жараёнини бошқариш учун қарорлар қабул этишда иштирок этувчи параметрларнинг концентрация динамикасига таъсири олинган натижалар асосида таҳлил этилди.

8. Яратилган ҳисоблаш алгоритмларининг ишончлилиги ва ЕҚ жараёнининг физик хусусиятига мослиги реал объект катталиклари асосида ҳамда синов функцияси ёрдамида тасдиқланди.

9. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ва яроқлилиги реал шароит маълумотлари асосида, хусусан, Навоий тоғ металлургия комбинатининг 5-руда бошқармаси 3-блокига тегишли тарихий маълумотлар асосида синаб кўрилди. Диссертация ишининг натижалари дастурий таъминот сифатида “GissarNefteGaz” ва “Андижоннефть” ОАЖ ларда ишлаб чиқаришни бошқариш жараёнида фойдаланиш учун қабул қилинди.

10. Олинган натижалардан иборат маълумотлар базаси ЕҚ технологик жараёнини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун зарур ахборотлар манбаига айланди. ЕҚ жараёнини мақсадга мувофиқ бошқариш учун фойдали қарорлар қабул қилинди, хулоса ва башоратлар тақдим этилди. Ҳосил қилинган янги қарорлар ёрдамида конларда фойдали компонентни самарали олиш имкониятлари ҳосил бўлиб, бу келгусида энергия манбаи ҳисобланган уран конларида мақсадга мувофиқ бошқаришни амалга оширилишини таъминлайди.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎАТИ

1. Исманова К.Д., Эргашев Б. Бир жинсли, бир ўлчовли газ фильтрацияси масалаларини ечишни ташкил қилувчи ва ўргатувчи дастурлар ҳақида // Муҳандислик-педагогика таълимида инновацион технологиялар: Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. -Наманган, 2004. –Б.80-82.
2. Алимов И., Исманова К.Д. Параболик типдаги тенгламаларни ечишни ташкил қилишнинг ўзига хос хусусиятлари // Ахборот-коммуникацион технологияларни енгил саноатга тадбиқи: Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. -Тошкент, 2005. –Б.167-171.
3. Алимов И., Эргашев Б., Исманова К.Д., Газ фильтрацияси масалаларини ечишни ташкил этувчи амалий дастурлар боғламини ташкил этиш технологияси // Кимёвий технология, назорат ва бошқарув. -Тошкент, 2005. - №3, -Б.65-67.
4. Исманова К.Д. Ерости қориштириш жараёни гидродинамик ва диффузия масаласининг аналитик ечимлари // Механиканинг замонавий муаммолари ва келажаги. Халқаро илмий техникавий конференция материаллари. -Тошкент, 2006. –Б.100-103.
5. Ирискулов С.С., Исманова К.Д. Газ фильтрацияси масалаларини ечишни ташкил этувчи амалий дастурлар боғламини яратиш технологияси ҳақида // Касб таълими йўналишларида муҳандис-педагоглар тайёрлаш, тажриба ва муаммолар. Республика илмий амалий конференция материаллари.- Наманган, 2006. –Б. 321-323.
6. Исманова К.Д. Диффузия масаласини ечишда қўлланиладиган усуллар ва уларнинг имкониятлари // Олима аёлларнинг фан-техника тараққиётида тутган ўрни. Республика илмий амалий анжумани маърузалар тўплами. - Тошкент, 2006. –Б. 27-31.
7. Исманова К.Д. Амалий дастурлар боғламини яратишнинг ўзига хос хусусиятлари ва функцияни киритиш масаласи // Олима аёлларнинг фан-техника тараққиётида тутган ўрни. Республика илмий амалий анжумани маърузалар тўплами. -Тошкент, 2006. -Б. 31-34.
8. Ирискулов С.С., Исманова К.Д. Параболик типдаги тенгламанинг аналитик ечимларини махсус функциялар орқали ифодалаш // Ёш математикларнинг янги теоремалари. Республика илмий конференция материаллари. -Наманган, 2006. –Б. 101-103.
9. Ирискулов С.С., Исманова К.Д., Қурбонов Н.М. Замонавий дастурлаш тилларининг амалий дастурлар боғламини яратишдаги афзалликлари // Ёш математикларнинг янги теоремалари. Республика илмий конференция материаллари. - Наманган, 2006. –Б. 19-21.
10. Алимов И., Исманова К.Д. Физик-кимёвий диффузия масалаларини сонли ечиш учун чекли-айирмали схемаларни қўллаш // Геотехнология: XXI асрда ерости қориштиришда қўлланаётган инновацион усуллар: Халқаро миқёсда ўтказилган республика илмий амалий конференция материаллари.- Москва-Навоий, 2007.-Б.159.

11. Алимов И., Исманова К. Д. Перспективы развития метода подземного выщелачивания для разработки рудных месторождений // Горное, нефтяное, геоэкологическое образование в XXI веке. Тез. докл. II международной конференции. -Москва, 2007. –С. 200-202.
12. Ирискулов С.С., Исманова К.Д., Хасанов А. Амалий дастурлар боғламига ташқи маълумотлар узатишнинг кириш тилини яратиш технологияси ҳақида // Меҳнат ва касб таълими бакалавриат йўналишларида муҳандислик фанларини ўқитишнинг долзарб масалалари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. –Наманган, 2007. –Б. 159-161.
13. Исманова К.Д. Физик-кимёвий гидродинамика жараёнларини бошқаришнинг математик модели ва алгоритми // Информатика ва энергетика муаммолари. – Тошкент, 2007.-№3. –Б. 26-36.
14. Алимов И., Исманова К.Д., Жураев Т.М. Оценка геотехнологических параметров, влияющих на изменение динамики концентрации // Современное состояние и пути развития информационных технологий: Сб.тез. докл.-Ташкент, 2008.–С.194-197.
- 15.Алимов И., Ирискулов С., Исманова К.Д. Исследование процесса подземного выщелачивания в качестве объекта управления // Актуальные проблемы инженерной техники и современных технологий: Тез.докл. Международной научно-технической конференции. –Ош, 2008. –С. 24-27.
- 16.Исманова К.Д. Постановка задачи оптимизации процесса подземного выщелачивания // ТошДТУ хабарлари. – Тошкент, 2009.- №1-2. –Б. 207-209.
17. Пирназарова Т., Исманова К. Система принятия решений в процессе подземного выщелачивания // Международная конференция по распространению упругих и упругопластических волн, посвященная столетию со дня рождения академика Х.А. Рахматуллина: Тез. докл. – Бишкек: КГТУ, 2009. –С 339-342.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Исманова Клара Дўланбоевнанинг 05.13.01-Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш ихтисослиги бўйича “Ерости қориштириш технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилишнинг модел ва алгоритмлари” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч сўзлар: руда, ЕҚ, гидродинамика, концентрация, модда алмашинуви, ғовак мухит, фойдали компонент, тўйиниш, десорбция, адсорбция, қуювчи қудук, сўрувчи қудук, дастурлар мажмуаси, сонли-тақрибий усул, потоқли ҳайдаш усули, йўналтирилган ўзгарувчили усул, бошқариш, мақсад функцияси, бошқарувчи параметрлар, ахборотларни қайта ишлаш, тизимли таҳлил, концентрация динамикаси, қарорлар қабул қилиш, бошқариш схемаси.

Тадқиқот объектлари: кислотали эритмалардан фойдаланиб ЕҚ усули ёрдамида қайта ишланадиган рудали конлар.

Ишнинг мақсади: ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш ва таҳлил этиш учун бошқариш моделлари, усуллар ва дастурий воситалар яратиш.

Тадқиқот усуллари: ЕҚ жараёнининг фильтрацион-конвектив диффузия масаласини ечиш учун Фурье, Лаплас, Бубнов-Галёркин алмаштиришлари ҳамда аппроксимациянинг чекли-айирмали усуллари, чизиқсиз дастурлаш ва ҳисоблаш тажрибаси усуллари.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:

- ЕҚ технологик жараёнларини бошқаришда қарорлар қабул қилиш учун бошқаришнинг икки ўлчамли математик модели ва ҳисоблаш алгоритмлари жараённинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда яратилди;
- ЕҚ технологик жараёнининг боришига таъсир этувчи параметрларга мос концентрациянинг ўзгариш динамикаси тадқиқ этилиб, уларга мос график ва тенгчизиқлар ҳосил қилинди;
- ҳисоблаш тажрибаси ўтказиш учун дастурий воситалар яратилди, натижалар асосида ЕҚ технологик жараёнини мақсадга мувофиқ бошқариш учун қарорлар қабул қилинди, натижалар визуаллаштирилди.

Амалий аҳамияти: Ишлаб чиқилган математик модел ва алгоритмларни реал ерости конлари маълумотлари асосида ишлаб чиқаришга мослиги тасдиқланди ва бу ҳақда Андижоннефт очик акционерлик жамиятига тадбиқ этиш учун топширилганлиги ҳақида маълумотнома олинди.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Навоий тоғ металлургия комбинатига қарашли 5-руда бошқармаси 3-блокининг тарихий маълумотлари асосида яратилган модел ва алгоритмларнинг яроқлилиги тасдиқланди, диссертация ишининг натижалари “GissarNefteGaz” корхонасининг газ конларида ишлаб чиқаришни бошқариш жараёнида фойдаланиш учун қабул қилинди.

Қўлланиш соҳаси: дастурлар мажмуасидан фойдали компонент концентрациясини ҳисоблашда ва ЕҚ технологик жараёнларини мақсадга мувофиқ бошқаришда қарорлар қабул қилишда фойдаланиш мумкин.

Р Е З Ю М Е

диссертации Исмановой Клары Дуланбаевны на тему: «Модели и алгоритмы принятия решений в управлении технологическими процессами подземного выщелачивания» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации

Ключевые слова: руда, ПВ, гидродинамика, концентрация, массообмен, пористая среда, полезный компонент, насыщение, десорбция, адсорбция, закачная скважина, откачная скважина, комплекс программ, численно-приближенный метод, потоковая прогонка, метод переменных направлений, управление, целевая функция, управляющие параметры, обработка информации, системный анализ, динамика концентраций, принятие решений, схема управления.

Объекты исследования: рудные месторождения, эксплуатируемые методом ПВ с использованием кислотного раствора.

Цель работы: создание моделей управления, методов и программных средств для анализа и принятия решений в управлении технологическими процессами ПВ рудных месторождений.

Методы исследования: Для решения задачи фильтрационно-конвективной диффузии процесса ПВ использовались методы преобразования Фурье, Лапласа и Бубнова-Галёркина, а также конечно-разностные методы аппроксимации, нелинейного программирования и вычислительного эксперимента.

Полученные результаты и их новизна:

- разработаны двумерные математические модели управления и вычислительные алгоритмы для принятия решений в управлении технологическими процессами ПВ, учитывающие его особенности;
- исследована динамика изменения концентрации и соответствующих различных значений параметров, влияющих на протекание технологического процесса ПВ;
- разработаны программные средства для проведения вычислительного эксперимента и расчета параметров принятия решений в управлении процессом ПВ и визуализации результатов вычислений.

Практическая значимость: соответствие разработанной математической модели и алгоритмов подтвердилось на основе данных с реальных месторождений и получена справка о сдаче для апробации ОАО «Андижаннефть».

Степень внедрения и экономическая эффективность: На основе исторических данных с реальных месторождений 3-го блока 5-рудного уранодобывающего управления, относящегося к Навоинскому горнометаллургическому комбинату, подтвердились достоверность и пригодность полученных результатов исследований. Результаты диссертационной работы приняты для использования в процессе управления производством газовых месторождений “GissarNefteGaz” и применены на газоконденсатном месторождении Северный Нишан.

Область применения: программное обеспечение можно использовать для вычисления концентрации полезного компонента и принятия решения в управлении процессом ПВ.

REZUME

Thesis of Ismanova Klara Dulanbaevna on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical on speciality 05.13.01-System analysis, control and information processing, subject: “Models and algorithms of decision making in management on technological process of underground leaching”

Key words: ore, underground leaching (UL), hydrodynamics, concentration, mass of exchange, porous ambience, useful component, saturation, desorption, adsorption, pumping bore hole, swing to one bore hole, complex of the programs, numerically-approximate method, stream running, method of the variable directions, control, target function, controlling parameters, shave treatment of information, system analysis, track record concentration, decision making, scheme abutted against-pouring.

Subjects of the research: creation of object-oriented software programs for forecasting and optimum control of underground leaching.

Purpose of work: creation of direction's models, methods and program means for analyses and decision making in the control of ore mines technological process UL.

Methods of research: numerically-drawn near and approximate-analytical methods, methods of idle time and stream running, methods of variable directions, monotonous schemes, characteristic target function, computer methods of decision making in control.

The results obtained and their novelty:

- the two measured mathematical models direction and algorithms calculation for the decision making in the control of technological process UL, were accepted;
- dynamics of concentration changes corresponding to different values of parameters, which could change technological processes, influenced to the current of technological process of UL;
- program processes for the realization of calculating experiment and calculation of parameters decision making at controlling of UL process control and visualizing calculation results were accepted.

Practical value: Correctness of worked out mathematical models and algorithms was approved on the bases of information from real mines and the reference was got about giving approbation from OSC “Andijonneft”.

Degree of embed and economic effectivity: On the bases of historical information from the real deposit mines 3 blocks of 5-ore uranium getting direction which belongs to Navoi, mountain-metallurgical factory was corroborated authenticity and availability of getting research information. The results of the thesis accepted for the use in the process of gas production control “GissarNefteGaz”.

Field of application: Software is possible to use for calculation of the concentration of the useful component decision making in control on process of underground leaching.

