

АНДАТПА

диссертациялық жұмыс Калменова Гаухар
Болатбековна

философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған

**«Мұнай қалдықтарын термиялық өндеуді зерттеу және
бағдарламалық кешенді әзірлеу»**

«6D060200-Информатика» мамандығы бойынша

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазақстанда мұнай өндірудің, оны өңдеу мен тасымалдау көлемінің өсуі мұнайдың ластануы және басқа да улы қалдықтардың, соның ішінде мұнай шламдары көлемінің ұлғаюымен қатар жүреді. Мұнай өнеркәсібі қоршаған ортаға кері әсер ету деңгейі бойынша жетекші орындардың бірін алады. Біздің елімізде жыл сайын мұнайды өңдеу немесе тасымалдау кезінде табиғи төгілулер мен апаттар нәтижесінде 400 мың тоннаға жуық мұнай қалдықтары түзіледі, ал топырақ шұңқырларындағы мұнай қалдықтары 4,5 миллион тоннаға бағаланады. Сонымен қатар, мұндай қорлардың болуы жер асты сулары мен ауаның ластану қаупін және соның салдарынан жануарлардың өлу қаупін арттыратынын түсіну керек. Сонымен қатар, топырақтың мұнаймен ластануы, оның тікелей әсерінен басқа, оларда ауыр металдардың - мырыш, мыс, қорғасынның шамадан тыс жиналуына әкелуі мүмкін, бұл аймақтың экологиясына да, халықтың өмір сүру сапасына да кері әсер етеді. 30 биллион баррель қорымен әлемдегі мұнай қоры бар 49 елдің ішінде 12-орында тұрған Қазақстан үшін мұнай қалдықтарын өңдеу өте маңызды.

Мұнай өнеркәсібі кәсіпорындарында, әдетте, мұнай шламымен ластанған объектілер бар. Біріншіден, жоғарыда айтылғандай, бұл ені мен тереңдігі бойынша нақты шекаралары бар дайындалған алаңы бар мұнай шламы шұңқырлары. Мұнай шламы шұңқырлары тек атмосферамен әрекеттесіп, зиянды заттар бөледі. Екіншіден, ашық аумақтарда, әдетте, нақты шекаралары жоқ мұнай өңдеу зауыттарының жанында орналасқан «мұнай шламы көлдері». Үшіншіден, өндірістік операциялар кезінде топыраққа мұнай өнімдерінің түсуі нәтижесінде ластанған біршама үлкен аумақтар. Мұнай ағынды суларының көлемінің ұлғаю тенденциясы қолданыстағы мұнай шұңқырларының мұнай шламымен толып кетуіне, топырақтың көбірек учаскелерінің бұзылуына, «мұнай шламы көлдерінің» санының артуына және олардың құрамының күрделенуіне, бұл өз кезегінде күрделірек және қымбат өңдеу процесіне әкеледі. Осылайша, мұнай-газ өнеркәсібі кәсіпорындардың бірінші кезектегі, кезек күттірмейтін міндеті қоршаған ортаны ластаушы заттардың негізгі тасымалдаушылары ретінде осы объектілердің шегінде мұнай шламын кәдеге жарату және өңдеу болып табылады.

Бұл диссертация жұмысы мұнай қалдықтардың қоршаған ортаға зиянды

әсерін барынша азайту мақсатында мұнай шламын термиялық өңдеуді модельдеуге арналған. Мұнай шламын өңдеу бойынша ашық әдебиеттерге шолу кезінде мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде жылу және масса тасымалдау процестерін талдауға қатысты ақпараттың өте аз екенін көрсетті. Қолданыстағы зерттеулер негізінен эксперименттік және бір өлшемді модельдермен шектеледі. Бұл диссертациялық жұмыстың жаңалығы мұнай шламындағы стационарлы емес конвективті жылу мен масса алмасудың жаңа математикалық және сандық моделін жасауда жатыр. Математикалық модель ыстық ауа ағынының әсерінен мұнай шламының көлеміндегі конвективті жылу мен масса алмасуды сипаттайтын екі өлшемді дербес дифференциалдық теңдеулер жүйесін қамтиды. Кеуекті орта арқылы сұйықтың қозғалуы кезіндегі масса алмасу Дарси заңымен сипатталады. Мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде стационарлық емес екі өлшемді жылу және масса алмасу теңдеулер жүйесін шешу алгоритмі әзірленді. Кеуекті анизотропты біртекті емес ортада мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде конвективтік жылу мен масса алмасуды сипаттайтын екі өлшемді стационарлы емес дербес дифференциалдық теңдеулер жүйесі шешілді.

Жүргізілген математикалық модельдің сандық шешімі айнымалы бағыттардың жасырын әдісіне (ADI) негізделген, оның негізінде алгоритм және сандық есептеу бағдарламаларының жиынтығы жасалды. Мұнай шламын термиялық өңдеудің операциялық параметрлерінің кең өзгерістерімен көптеген сандық есептеулер жүргізілді. Алынған нәтижелердің сенімділігін тексеру үшін әзірленген сандық есептеу бағдарламалары әртүрлі операциялық параметрлер бойынша басқа авторлардың эксперименттік деректерімен салыстыру арқылы сынақтан өтті.

Мұнай шламын термиялық өңдеуді модельдеуге арналған әзірленген алгоритмдер мен компьютерлік бағдарламалар кешенінің негізінде термиялық өңдеу кезінде гетерогенді ортада конвективті жылу және масса тасымалдау процестерінің негізгі заңдылықтарын орнатуға мүмкіндік беретін көптеген есептеу нәтижелері алынды.

Модельдеу нәтижелерін Python объектілі-бағытталған бағдарламалау ортасында практикалық қолдану үшін бағдарламалық қосымша әзірленді. Нәтижелер Python тілінің құралдары арқылы нәтижелерді біріктіру және визуализациялау бойынша алынды. Әзірленген бағдарламалық қосымшаның ерекшелігі деректерді талдау және зерттеу, визуализация және модельдеу үшін веб-қосымшаларды құруға арналған Dash негізінде жасалған графикалық интерфейстен оның параметрлерін оңай тасымалдау мүмкіндігі болып табылады.

Мұнай шламын термиялық өңдеуді модельдеу бойынша диссертацияда жүргізілген зерттеулер өте өзекті. Жасалған математикалық және сандық модельдеу мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде жылу және масса тасымалдау процестерінің заңдылықтарын дұрыс сипаттайтын сенімді нәтижелерді алуға мүмкіндік береді. Жасалған бағдарламалық кешен диссертациялық жұмыста алынған нәтижелерді өндірісте пайдалануды қамтамасыз етеді.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде конвективтік жылу мен масса тасымалдау процесстерін математикалық және сандық модельдеу мен бағдарламалық кешен әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

- 1) Мұнай шламын термиялық өңдеудің конвективтік жылу және масса тасымалдау есебін шешу үшін сандық алгоритм құру.
- 2) Сандық модельдеу негізінде мұнай шламын термиялық өңдеу кезіндегі жылу және масса алмасудың конвективтік процесстерін зерттеу.
- 3) Мұнай шламын термиялық өңдеуді арттыру үшін режимдік және геометриялық параметрлерді өзгерте отырып, көптеген сандық есептеу бағдарламаларын жүзеге асыру.
- 4) Мұнай-газ өнеркәсіптерімен ынтымақтастық орнату арқылы мұнай шламын термиялық өңдеудің нақты процесін есептеу.
- 5) Мұнай-газ өнеркәсібі үшін интерактивті инженерлік-бағдарламалық кешенді әзірлеу.

Зерттеу нысаны. Математикалық және сандық модельдеу, сандық есептеу дамыту мен жүзеге асыру, мұнай шламын термиялық өңдеуге арналған бағдарламалық кешен әзірлеу.

Зерттеу пәні. Екі өлшемді стационарлық емес дербес дифференциалдық күрделі теңдеулер жүйесін шешуге арналған сандық есептеулердің алгоритмдері мен программалық жиындары.

Зерттеу әдістері. Математикалық және сандық модельдеу, алгоритмдерді, сандық есептеулерді әзірлеу, алгоритмдік тіл Python бағдарламалау жасау, Dash платформасы негізінде бағдарламалық кешен әзірлеу.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы:

Бұл диссертацияның жаңалығы мұнай шламын термиялық өңдеу мұнай шламының қоршаған ортаға зиянды әсерін азайтудың тиімді әдісі болып табылатындығына байланысты.

1. Мұнай шламын термиялық өңдеу үшін конвективті мүшелерінің қатысуымен жылу мен масса алмасу күрделі процесстерінің заңдылықтарын толық көрсету үшін модель құрылды.
2. Мұнай шламын термиялық өңдеу үшін математикалық және сандық модельдеу жүзеге асырылды, конвективті жылу және масса тасымалдау процесстерін есептеу үшін сандық алгоритм құрылды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы. Алынған нәтижелерді мұнай шламын термиялық өңдеу үшін теорияда және тәжірибеде қолдануға болады. Құрылған математикалық модель және әзірленген сандық модельдеу мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде пайда болатын кеуекті анизотропты ортадағы жылу және масса алмасу процесстерін зерттеуге мүмкіндік береді. Алынған теориялық және практикалық нәтижелер мұнай-газ өнеркәсібінде өнеркәсіптік пайдалану үшін маңызды. Мұнай-газ өнеркәсібі кәсіпорындарының өндірістік қызметінде қолдану үшін бағдарламалық кешен әзірленді.

Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырым.

Мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде кеуекті гетерогенді ортадағы конвективтік жылу және масса тасымалдау процестерінің заңдылықтарын дұрыс сипаттайтын математикалық және сандық модельдеу.

Ұсынылған сандық нәтижелер мұнай шламын термиялық өңдеудің физикалық заңдылықтарын дұрыс сипаттайды. Құрастырылған математикалық модель және әзірленген сандық модельдеу мұнай шламын термиялық өңдеу кезінде болатын конвективтік жылу және масса тасымалдау процестерін зерттеу үшін өте маңызды.

Қазіргі заманғы технологиялар негізінде әзірленген бағдарламалық кешен диссертациялық жұмыста алынған нәтижелерді мұнай-газ өндірісте пайдалануды қамтамасыз етеді.

Сенімділік дәрежесі және апробациялау нәтижелері. Диссертация тақырыбы бойынша 6 мақала жарияланды, авторлық куәлік және екі ендіру актілер алынды. Зерттеу нәтижелері әл-Фараби атындағы ҚазҰУ компьютерлік ғылымдар кафедрасында ғылыми семинарларда, сонымен қатар, шетелдік жетекші қатысуымен семинарларда талқыланды, және келесі халықаралық конференцияларда баяндалды:

1. «Mathematical and numerical modeling of oil pollution waste processing », «Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики 2019» (АПВПМ-19) 1-5 июля 2019, Академгородок, Новосибирск.

2. «Применение инструментов языка Python для цифровизации обработки данных», «Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики 2020» (АПВПМ-20), Академгородок, Новосибирск.

3. МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУДІ МОДЕЛЬДЕУ ИИВТ, VII международной научно-практической конференции "Информатика и прикладная математика", 20 октября - 21 октября 2022, Алматы, Казахстан

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетімен ұсынылған басылымда жарияланған мақалалар:

1. Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б. Мұнай қалдықтарын өңдеудің моделін жасау, Вестник КазННТУ, №3, 2019, 552-555

2. Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б. Мұнай шламын термиялық өңдеуге арналған қосымшаны әзірлеу, Вестник КазНПУ, №1(80), 2023, 136-144

3. Балакаева Г.Т., Калменова Г.Б., Даркенбаев Д.К. Моделирование переработки нефтешламов для минимизации воздействия отходов на окружающую среду, Вестник КазНПУ, №4(84), 2023

Скопус базасында индекстелінетін журналдардағы ғылыми мақалалар:

1. Gulnar Balakayeva, Gaukhar Kalmenova, Chris Phillips. Numerical modelling of the process of thermal treatment of oil slime, International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, No2, volume 34, 2023

Doi: <https://dx.doi.org/10.1504/IJOGCT.2023.133815>

2. Gulnar Balakayeva, Gaukhar Kalmenova, Dauren Darkenbayev, Chris Phillips. Development of application for thermal treatment of oil slime to prevent

environmental pollution in the industrial oil and gas sector, Informatics, Control, Measurement in Economy and Environmental Protection No2, volume 13, 2023

Doi: <https://doi.org/10.35784/iapgos.3463>

3. Gulnar Balakayeva, Mukhit Zhanuzakov, Gaukhar Kalmenova. Development of a Digital Employee Rating Evaluation System (DERES) based on Machine Learning Algorithms and 360 Degree Method Volume 32, Issue1, 2023.

Doi: <https://doi.org/10.1515/jisys-2023-0008>

Зерттеушінің жеке үлесі. Ізденуші диссертациялық жұмыстың барлық міндеттерін өз бетінше шешті. Мұнай шламын өндеудің заманауи технологияларын, күрделі қолданбалы есептерді бағдарламалау технологиялары мен әдістері пайдаланды. Мұнай-газ саласындағы нақты кәсіпорындарда тәжірибелік енгізу үшін бағдарламалық кешен әзірледі.

Жұмыстың көлемі және құрылымы. Диссертация кіріспе, төрт бөлім, қорытынды және әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыстың жалпы көлемі: 91 беттер жазылған мәтін, оның ішінде 32 сурет, 10 кесте, әдебиет көздері 61, 5 қолданбалар.

Кіріспе бөлімінде жұмыс өзектілігі анықталған және тақырып байланысты мәселелер көрсетілген. Жұмыстың идеясы, зерттеудің мақсаттары мен міндеттері, зерттеудің ғылыми жаңалығы мен практикалық құндылығы, зерттеу әдістері сипатталған. Зерттеу және жариялау нәтижелерін апробациялау туралы ақпарат берілген.

Бірінші тарауда мұнай шламын өндеудің технологиялары мен үлгілері, мұнай шламының қоршаған ортаға әсері, мұнай шламын термиялық өндеуді модельдеу, Дарси заңы, жылу және масса тасымалдау теңдеулері, дербес дифференциалдық теңдеулер жүйесінің сандық шешімі, бағдарламалық кешендерді әзірлеу тәсілдері айтылған.

Екінші тарауда есептің қойылымы, мұнай шламын термиялық өндеудің математикалық моделі, дифференциалдық теңдеулерді өлшемсіз түрлендіру, мұнай шламын термиялық өндеуді сандық модельдеу, дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер үшін ақырлы айырымдық әдісіне дифференциалдық теңдеулерді жуықтауды қолдану, сандық шешім үшін айырмашылық схемасын құру, қысым теңдеуі үшін Ричардсон әдісі, жылу және масса алмасу теңдеулері үшін айырымдық схемасы, айнымалы бағыттар әдісіне жасырын схемасын қолдану, сандық әдістің тұрақтылығын талдау жүргізілген.

Үшінші тарауда мұнай шламын термиялық өндеуде ағын параметрлерінің әсерін зерттеу, бастапқы температураның концентрация өрісіне әсері, концентрация өрісіне бастапқы жылдамдықтың әсері, мұнай шламын термиялық өндеудің қарқындылығын арттыратын конвекцияның әсерін зерттеу, мұнай өнеркәсібінің нақты процессті есептеу нәтижелері, нәтижелерді салыстырмалы талдау, алынған сандық нәтижелерді эксперимент деректерімен салыстырулар көрсетілген.

Төртінші тарауда Объектілі-бағытталған Python бағдарламалау ортасы арқылы Web-қосымшаны әзірлеу, Интерактивті интерфейсті дамыту. Python Dash қолданбасы, Мұнай-газ өнеркәсібінде пайдалану үшін бағдарламалық

қамтамасыз студі әзірлеу. Веб-қосымшаның пайдаланушы бөлігін әзірлеу орындалады.

Қорытындыда диссертация зерттеудің негізгі нәтижелері және қорытындылары баяндалған.