

6D070200 – «Автоматтандыру және басқару»
мамандығы PhD докторанты
Оракбаев Ербол Жумагельдиевичтің
«Жерасты ұңғымалы шаймалау үрдісін тиімді басқару жүйесін зерттеу
және құрастыру» диссертациялық жұмысына
АНДАТПА

Тақырыптың өзектілігі. Тау-кен өндірудің геотехнологиялық әдісі ең тиімді болып табылады, Қазақстанда белсенді түрде енгізіліп қолданылуда. Кен өндірудің бұл әдісінің тиімділігі негізінен ұңғымалардың гидродинамикалық күйі мен руда денесі қабаттарының және осы бағалауларға негізделген басқару жүйесінің негізгі параметрлерін жедел бағалаумен анықталады.

Жерасты сілтілеу үрдісінің ерекшелігі топырақта сұйықтықты сүзу үрдісі арқылы анықталады. Рудалар мен сыйымды тау жыныстарының өткізгіштігі - бұл жерасты сұйықтығы ерітінділерінің қозғалысы үшін маңызды шарттардың бірі, сондықтан жерасты сілтілендіру үрдістерін модельдеу кезінде, сүзу қасиеттерін зерттеу негізгі міндеттердің бірі болып табылады. Алайда, бұл әдісті пайдаланған кезде шайылмаған тоқырау аймақтары пайда болады, осыған байланысты су асты сорғыларының электр жетектеріне және ұңғымалардың жұмыс режимдеріне оңтайлы басқару жүйесін анықтау арқылы минералды өндіруді ұлғайту үшін зерттеулер жүргізу қажет, сонымен қатар сүзу сызықтарының қалыптасуын бақылау арқылы зерттеулер жүргізу қажеттілігі туындайды.

Геотехнологиялық саланың қазіргі тәжірибесі мен басқару жүйелері жерасты сілтілендіру технологиялық үдерісін басқару негізгі, шаймалау және өнім ерітіндісінің тепе-теңдік сипаттамаларын сақтауда болып табылады. Шығындарға арналған тапсырмалар геотехнологиялық деректер мен тәжірибе және кеніш геотехнологының дағдылары негізінде құрылады. Бұл жағдайда үрдіс ортаны сүзгілеу қасиеттерінің ағымдағы сипаттамалары бойынша ақпараттың анықталмағаны жағдайында енгізіледі, мысалы, сүзу жылдамдығын қысым градиентімен байланыстыратын рудалық дененің өткізгіштігі. Жер асты шаймалауы арнайы және тиімді бақылау құралдарын қажет ететін бірқатар сипаттамаларға ие. Жер асты шаймалау үрдісі жер астында орындалады, тікелей бақыланбайды және басқарылмайды. Жерасты шаймалауды бақылау инъекциялық ұңғымаларға шаймалау ерітіндісін енгізу және қалпына келтіру ұңғымаларынан өнім ерітінділерді сорып алу, сонымен қатар байқау ұңғымаларының шектеулі саны.

Қазіргі уақытта жер асты сілтілеу технологиялық үрдістерді басқарудың неғұрлым тиімді алгоритмдерін әзірлеуге көп көңіл бөлінеді.

Бұл жерасты шаймалау үрдісін басқару рудалық дененің пьезоэлектрлік өткізгіштігі (кеуектілігі) сияқты негізгі параметрлер бойынша ақпараттың жетіспеушілігіне байланысты технологияның ақпараттық қауіпсіздігі жағдайында орын алады. Мұның бәрі жер асты шаймалау процесінің тиімділігін төмендетуге әкеледі. Осыған байланысты жерасты шаймалау

процесінің тиімділігін арттыратын жаңа тәсілдер мен басқару әдістерін әзірлеу өте маңызды.

Жұмыс мақсаты. Жерасты шаймалау үрдісінің гидродинамикалық параметрлерін анықтау және уранның жерасты ұнғымалы шаймалауын оңтайландыру үшін тиімді иерархиялық басқару жүйесін құру негізінде құрылымды әзірлеу.

Жұмыстың негізгі идеясы. Шаймалаушы ерітінділерді оңтайлы бөлу үшін үш деңгейлі басқару жүйесін әзірлеу және сандық модельдеу негізінде «тоқырау аймағын» анықтау арқылы тиімді қалпына келтіру әдісі үшін басқару жүйелерін синтездеу. Жерасты сілтілеу технологиясын тиімді пайдалануға бағытталған оңтайлы бақылауды негіздеу үшін математикалық үлгілерді құру және аналитикалық тәуелділіктерді анықтау.

Зерттеудің мақсаты. Қойылған мақсатқа сәйкес, осы диссертациялық жұмыста шешілуі тиіс келесі ғылыми міндеттер анықталды:

- геотехнологиялық өріс блогының әр енгізу ұнғымасы үшін рудалық дененің (кеуекті коэффициенті) сүзу қасиеттерін идентификациялау (бағалау).

- орта басқару деңгейінен алынған тапсырмаға сәйкес блоктың ұнғымаларына шаймалау ерітіндісін бөлу;

- блок үшін шаймалау үрдісінің болжамды моделін жасау;

- пайдалы қазба ерітіндісінде пайдалы өнімнің құрамының мөлшерімен, геотехнологиялық өріс блоктарында шаймалау ерітіндісін бөлудің алгоритмдерін енгізу;

- сезімталдықты, тұрақтылықты, бірегейлікті басқару моделін зерттеу және олардың жеткіліктілігінің дәрежесін бағалау;

- енгізу ұнғымалардағы ағымдық сызықтармен қалыптасқан гидродинамикалық тоқырау («өлі») аймақтардың шаймалау шешімдеріне шығыс ағынының өзгеру әсерін зерттеу;

- гидродинамикалық тұрақсыз («өлі») аймақтардың шаймалау игеруге ұнғымалар өндірісінің жылдамдығының өзгеруін зерттеу.

- гидродинамикалық тұрақты («өлі») аймақтардың шаймалаумен игеруге ұнғыманың ағынның өзгерістерісінің әсерін зерттеу, енгізу ұнғымалар қатарында ағымдық сызықтармен қалыптасқан.

- Comsol ортасында жер асты шаймалау процесінің тоқырау аймақтарын анықтау үшін сандық модельдер құру;

- өнеркәсіптік контроллерлерде алгоритмдерді іске асыратын бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу;

- өнеркәсіптік жағдайда алгоритмдерді сынау.

Зерттеу нысаны. Зерттеу нысаны жер асты шаймалау үрдісімен пайдалы қазбаларды өндіру әдісі болып табылады, ол енгізу ұнғымалары, сорғыту ұнғымалары мен руданың денесі орналасқан сулы қабаттан тұрады.

Зерттеу әдістері. Берілген тапсырмаларды шешу барысында автоматтандырылған басқару теориясы, математикалық модельдеу әдістері, объектілерді дербес туындылау модельдері, соңғы элементтер әдістерін

пайдалана отырып сандық модельдеу, идентификациялау әдістері, ұңғымаларды гидродинамикалық зерттеу әдістері, сигналдарды өңдеу әдістері және тиімділеу әдістері пайдаланылады.

Модельдеу құралдары ретінде заманауи қолданылатын программалар пайдаланылды: Matlab, Comsol Multiphysics.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- жерасты шаймалау процесінің үш деңгейлі алгоритмдік басқару жүйесі әзірленді;

- жерасты шаймалау процесінің руда денесінің сүзу қасиеттерін (параметрлік идентификациялау) бағалау әдістемесі;

- объектілерді басқару процесінің математикалық үлгілерін әзірлеу әдістері мен құралдары ұсынылған;

- шаймалау ерітіндісін бөлу мәселесін алгоритмдік қолдау әзірленді:

➤ ұңғымаларда руда денесінің кеуектілігін бағалау негізінде;

➤ блок бойынша өнімді ерітінді концентрациясын бағалау

негізінде;

➤ геотехнологиялық өрістің (блоктар бойынша) уран қорларын

бағалау негізінде есептеу;

- Comsol Multiphysics ортасында тоқырау аймағын анықтау үшін жер асты шаймалаудың сандық модельдері жасалды;

- жерасты шаймалау процесінің тиімділігін геотехнологиялық өріс деңгейінде арттыру үшін жұмыс режимдері (стационарлық және стационарлы емес) ұсынылған;

- алгоритмдік және бағдарламалық жүйелерді түзету үшін идентификациялау және басқару алгоритмдерін өндірістік сынақтардан алынған нәтижелерге өңделді және талданды.

Қорғауға төмендегідей ғылыми ұстанымдар шығарылады:

- шаймалау ерітінділерін тиімді бөлу үшін жер асты шаймалау үрдісінің алгоритмдік үш деңгейлі басқару жүйесі;

- геотехнологиялық өріс блогының әр енгізу ұңғымасы үшін рудалық дененің (кеуекті коэффициенті) сүзу қасиеттерін идентификациялау (бағалау), ұңғымадағы шаймалаудың ерітінді деңгейін өлшеу арқылы (деңгей өлшеудің бюджеттік нұсқасы) шаймалау ағынының жылдамдығын және ұңғымаларды сынау тапсырмасын шешу (ұңғымалық гидродинамикалық зерттеулер);

- Comsol Multiphysics ортасында жерасты шаймалаудың қолданыстағы режимдерінде тоқырау аймақтарын көрсететін сандық модельдердің нәтижелері;

- тоқырау аймақтарды толығымен жуу және геотехнологиялық өріс деңгейіндегі жерасты шаймалау процесінің тиімділігін арттыру үшін ұңғымалардың жұмыс режимдерінің (стационарлық және стационарлық емес) сандық моделдерін зерттеу нәтижелері;

- алгоритмдік және бағдарламалық жүйелерді түзету үшін идентификациялау және бақылау алгоритмдерін өндірістік сынаудан алынған нәтижелерін талдау.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы:

Өңделген өлшеу құралдары мен бақылау әдістері ерітінділердің деңгейін және ағымдық сипаттамаларын пайдаланып, енгізу ұңғымаларында деңгей өлшеудің бюджеттік нұсқасын тексеруге мүмкіндік береді, ортаны (кенді дененің) сүзу қасиеттерін бағалау алгоритмі әзірленді.

Руда денесінің ағымдағы сүзу қасиеттерін бағалау негізінде, геотехнологиялық өріс блоктарында шаймалау ерітіндісін тиімді бөлу үшін алгоритмдер жасалды. Сонымен қатар, басқарудың жоғарғы деңгейінде міндеттер шешілетін болады және геотехнологиялық өріс блоктарының бойымен рудалық корпустың тоқырау аймақтарын жуу үшін стационарлық немесе стационарлық емес шаймалау режимін таңдау үшін алгоритмдер әзірленеді.

Сонымен қатар, басқарудың жоғарғы деңгейінде геотехнологиялық өріс блоктарының бойындағы руда денесінің тоқырау аймағын жуу үшін стационарлық немесе стационарлық емес шаймалау режимін таңдау тапсырмалары шешілді және алгоритмдері әзірленді. Уран өндіру процестерін тиімді басқарудың өңделген жүйесі өндірістің материалдық және энергетикалық ресурстарының шығындарын азайтады, өнім сапасын жақсартады және пайдаланылатын технологиялардың экологиялық салдарын азайтады.

Жұмыстың негізгі нәтижелері енгізу ұңғымалардан ерітінділерді бөлудің тиімді алгоритмі және сорғы ұңғысындағы су асты сорғыларының тиімді пайдалану «Жер асты уран өндірудің тиімді басқару жүйесін синтездеудің желілік үлгілерін әзірлеу», Мемлекеттік тіркеу № 0113RK00566, 2013-2015 ж.ж. ғылыми-зерттеу жұмыстың тақырыптық жоспарына сай орындалды.

Деректерді жинау және беру бойынша әзірленген құрылғы ғылыми-зерттеу жұмысының: «Талдықорған қаласындағы жылумен жабдықтау кешенінің интеграцияланған автоматтандырылған басқару жүйесінің пилоттық жобасын әзірлеу және енгізу». № 3927 / GF4, 2015-2017 жж. техникалық бөлімінің негізін қалады.

Ғылыми нәтижелерді алуға автордың нақты жеке қатысуы:

- зерттеу мақсаттарын және оларды іске асыру жолдарын зерттеу;
- ұңғымалар мен кен орындарының математикалық модельдерін жасау және салу, жер асты шаймалау параметрлерін анықтау.
- жер асты шаймалау үрдісін басқарудың алгоритмдік иерархиялық жүйесін әзірлеу;
- Comsol Multiphysics ортасында жерасты сілтілеу моделінде тұрақты аймақтарды анықтау үшін сандық болжау моделін анықтау және бағалау;
- жерасты шаймалау үрдісінің геотехнологиялық өріс деңгейінде тиімділігін арттыру үшін ұңғымаларды пайдалану режимдерін анықтау;
- ерітінділерді тиімді бөлуді және сымсыз гидростатикалық деңгейдегі датчикті әзірлеуді практикалық іске асыру.

Жұмысты апробациялау. Жұмыстың негізгі нәтижелері халықаралық Сатпаев оқуларының «Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын жүзеге

асырудағы жас ғалымдардың рөлі мен орны» атты Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында баяндалды және талқыланды (Алматы, 2015); 15-ші Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда ақпараттық технологиялар және басқару (Рига, 2017); «Математикалық әдістер және макроэкономикалық талдау және экономикалық саясаттың ақпараттық технологиялары» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (академик Ә.Әшімовтің 80 жылдығына орай) (Алматы, 2017); Люблин Ғылым және бизнес күндері. Польша ғылым академиясының электротехникалық комитетінің компьютерлік томографиясы поляк қоғамының құрметті қамқорлығымен. Ph.D. WD2016. Ғылыми конференция (Люблин, 2016); Экологиялық инженерия: қоршаған ортаны қорғау бойынша бесінші ұлттық конгресінің материалдары (Люблин, Польша, 2016).

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 13 мақала жарияланды, олардың – 5 халықаралық деңгейде конференциядағы баяндамалар тезистері (Қазақстан); 2 мақала шетелдік конференцияда басылып шыққан (Люблин, Польша), 3 мақала Scopus дәйексөз халықаралық деректер базасына кіретін шетел басылымында жарияланған (Польша); 3 мақала БҒСБ комитетімен ұсынылған басыламдарда.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі: Диссертациялық жұмыс кіріспеден, негізгі мазмұнның бес бөлімінен, қорытындыдан және қосымшалардан, 60 атаудағы библиографиялық тізімнен және 113 беттен, 62 суреттер мен 2 кестеден тұрады.