

АНДАТПА

8D07210 – Мұнай-газ ісі білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияға

ЖАЙЛИЕВА АБАТ ОРАЗҰЛЫ

КҮРДЕЛІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУ ЖӘНЕ ИГЕРУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Тақырыптың өзектілігі. Морское кен орны, соның ішінде Огай блогы, шөгінді жиналу ерекшеліктерімен, литотиптердің әртүрлілігімен және олардың өзара орналасуымен шартталған күрделі құрылымымен сипатталады. Бұрғылау барысында алынған керн жыныстардың литологиялық құрамын және кеуектілік пен өткізгіштік сияқты физика-механикалық қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде өнімділікті және игерудің экономикалық тиімділігін бағалауға тікелей әсер етеді. Кернге жүргізілетін зертханалық зерттеулер, соның ішінде кеуектілік, өткізгіштік және минералогиялық құрамды анықтау, геологиялық модельді нақтылауға және ресурстық базаны бағалау дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Морское кен орны мен Огай блогы жыныстарының физика-литологиялық сипаттамаларын кешенді зерттеу оңтайлы технологиялық шешімдерді әзірлеуге және кеніштерді игеруге байланысты тәуекелдерді төмендетуге ықпал етеді.

Осылайша, Морское кен орны, соның ішінде Огай блогы шегіндегі жыныстардың физика-литологиялық құрылымын керннің зертханалық талдауы негізінде зерттеу оны игерудің жүйелі тәсілінің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл кен орнының ресурстық әлеуетін экологиялық салдарды барынша азайта отырып, тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Аймақты зерттеуде отандық және шетелдік ғалымдар мен өндіріс мамандары маңызды рөл атқарды: Сәтбаев Қ.И., Губкин И.М., Алиев А.А., Гулиев А.К., Велиев Ф.Р., Ахмедсафин У.М., Махамбетов К.М., Ержанов Е.Е., Абдуллин А.А., Жолтаев Г.Ж., Абетов А.Е., Кадиров Ф.А., Гурбанов В.Ш., Юлдашева М.Г., Абдуллаев, Богданов, Князев, Узаков, Тогаев И.С., Маслов В.В., Горюнова Л.Ф., Гибшман Н.Б., Калменов М.Д., Бабаджанов Т.Л., Абидов Н., Акрамходжаев А.М., Авазходжаев Х.Х., Лабутина Л.И., Толстов С.П., Галкин Л.Л., Самашев З.С. және басқалар. Олардың еңбектері Морское кен орнының мұнай-газ әлеуетін түсінуді айтарлықтай ілгерілетуге мүмкіндік берді, алайда перспективалы аймақтарды түпкілікті негіздеу үшін терең құрылымдарды одан әрі зерттеу, геологиялық-геофизикалық талдаудың жаңа әдістерін әзірлеу және барлау бұрғылаудың озық технологияларын қолдану қажет.

Қазіргі мұнай-газ өндіру саласының дамуы қиын өндірілетін қорларды игерумен және геологиялық-техникалық күрделілігі жоғары учаскелерді, соның ішінде Морское кен орны мен Огай блогын игерумен байланысты. Мұндай нысандарға тұрақсыз жыныстар, қабаттық қысымның жоғары градиенттері, ісінуге және опырылуға бейім сулы және сазды аралықтардың болуы тән, бұл бұрғылау үдерісін айтарлықтай қиындатады.

Осы жағдайларда ұңғыма қабырғаларын бекітуді, бұрғылау шламын шығаруды және қабат қысымын реттеуді қамтамасыз ететін бұрғылау ерітіндісінің сапасы мен тұрақтылығына қойылатын талаптар артады. Оның тығыздығының ауытқуы ерітіндінің жұтылуына, құбырлардың ұстап қалуының болуына және ұңғыма қабырғаларының опырылуына әкеледі. Алайда көптеген бұрғылау алаңдарында ерітінді тығыздығын бақылау мерзімді және қолмен жүргізіледі, бұл ұңғыма оқпанындағы өзгерістерге жедел әрекет етуге мүмкіндік бермейді.

Бұл нақты уақыт режимінде деректерді жедел талдау мүмкіндігі бар тығыздықты үздіксіз автоматтандырылған мониторингтеуге көшу қажеттілігін туындатады. Нақты уақыт режимінде өлшеу жүйесін әзірлеу және енгізу бұрғылау үдерісін цифрландыру міндеттеріне сәйкес келеді, қауіпсіздікті арттырады, апаттылықты төмендетеді және технологиялық үдерісті бейімделген түрде басқаруды қамтамасыз етеді. Мұндай жүйені Морское кен орны мен Огай блогында енгізу бұрғылау жұмыстарының тиімділігі мен сенімділігін арттыруға бағытталған техникалық және экономикалық тұрғыдан тиімді шешім болып табылады.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Диссертациялық жұмыстың мақсаты – нақты уақыт режимінде бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматты түрде өлшеу жүйесін енгізу арқылы күрделі геологиялық жағдайларда ұңғымаларды бұрғылау және игеру тиімділігін арттыру. Аталған жүйе төмендегілерді қамтамасыз етеді:

- бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын уақтылы және дәл бақылау;
- бұрғылау ерітіндісінің рецептурасын және оны өңдеу технологиясын түзету бойынша жедел шешім қабылдау;
- бұрғылау үдерісіндегі асқынулар мен штаттан тыс жағдайлар қаупін төмендету;
- ұңғымаларды бұрғылау және игеру уақытын қысқарту;
- өндірістік үдерістердің қауіпсіздігін және ұңғыма оқпанының тұрақтылығын қамтамасыз ету.

Зерттеу міндеттері:

1. Кернді зерттеу және геофизикалық деректерді интерпретациялау негізінде өнімді қиманың геологиялық-физикалық және литологиялық сипаттамаларын талдау арқылы бұрғылау ерітіндісін таңдау мен оның параметрлеріне әсер ететін ерекшеліктерді анықтау.

2. Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын бақылаудың заманауи әдістерін зерттеу, олардың тұрақсыз жыныстар жағдайындағы шектеулерін анықтау және тығыздықты автоматтандырылған мониторингтеу жүйелерін енгізудің орындылығын негіздеу.

3. Бұрғылау ерітіндісі тығыздығының ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығына және геологиялық-техникалық асқынулар жағдайындағы бұрғылаудың техникалық параметрлеріне әсерін зерттеу.

4. Қарастырылып отырған кен орны жағдайына бейімделген бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматты түрде өлшеу жүйесінің құрылымдық-функционалдық моделін әзірлеу.

5. Жүйенің жұмысын зертханалық және тәжірибелік-өнеркәсіптік жағдайда зерттеу, әртүрлі бұрғылау режимдерінде оның жұмыс істеу дәлдігін, тұрақтылығын және сенімділігін анықтау.

6. Нақты кен орны жағдайында автоматтандырылған жүйені қолданудың техникалық-экономикалық тиімділігін дәстүрлі бақылау әдістерімен салыстыра отырып бағалау.

7. Геологиялық-техникалық сипаттамалары ұқсас нысандарда бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматты мониторингтеу жүйесін енгізу бойынша әдістемелік ұсынымдар әзірлеу.

Зерттеу нысаны – Морское кен орнында, соның ішінде Огай блогында, күрделі геологиялық-техникалық факторлар жағдайындағы ұңғымаларды бұрғылау және игеру үдерістері, сондай-ақ бұрғылау ерітіндісінің циркуляциялық жүйесінің жұмыс істеуі.

Зерттеу пәні – бұрғылау ерітіндісінің тығыздығы, оны нақты уақыт режимінде өлшеу және мониторингтеу әдістері, сондай-ақ оның ұңғыма оқпанының тұрақтылығына және бұрғылау тиімділігіне әсері.

Зерттеу әдістері – жұмыста нақты уақыт режимінде бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын бақылаудың автоматтандырылған жүйесін енгізу арқылы күрделі геологиялық жағдайларда бұрғылау тиімділігін арттыруға бағытталған кешенді әдістер қолданылды.

Геологиялық-аналитикалық зерттеулер кернді, ҰГЗ деректерін және өнімді шөгінділердің құрылымдық-литологиялық сипаттамаларын талдауды қамтыды. Бұл ретте жыныстардың кеуектілігін, өткізгіштігін және саздылығын бағалау үшін петрографиялық талдау және каротаж материалдарын интерпретациялау әдістері қолданылды. Бұрғылау ерітіндісінің зертханалық зерттеулері оның тығыздығын, тұтқырлығын, рН көрсеткішін және басқа да физика-химиялық параметрлерін ГОСТ және АРІ стандарттарына сәйкес анықтауды, сондай-ақ қолмен және автоматтандырылған өлшеу нәтижелерін салыстыруды қамтыды.

Тығыздықтың ұңғыма оқпанының тұрақтылығына әсерін бағалау үшін математикалық модельдеу әдістері, соның ішінде жыныстардың бұзылу механикасы модельдері мен гидравликалық есептеулер қолданылды. Кешенді тәсіл негізделген нәтижелер алуға және бұрғылау ерітіндісі қасиеттерін нақты уақыт режимінде мониторингтеу жүйесін әзірлеуге мүмкіндік берді.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми қағидалар:

1. Морское кен орны мен Огай блогы жыныстарының сүзгілік қасиеттері литологиялық-фациялық құрылымына, жарықшақтылықтың және екінші реттік кеуектіліктің даму дәрежесіне тәуелді. Бұл жағдайда жекелеген аралықтар орташа кеуектілік кезінде жоғары өткізгіштікпен сипатталады, соның нәтижесінде кима гидростатикалық қысымның өзгеруіне өте сезімтал болады. Осыған байланысты ұңғыма оқпанының тұрақтылығын және апатсыз бұрғылауды қамтамасыз ету үшін жуу сұйықтығының тығыздығын үздіксіз жедел бақылау қажет.

2. Жуу сұйықтығы тығыздығының өзгеруінен туындайтын магниттік өзекшенің орын ауыстыруы, магниттік контурдың тиімді магниттік өтімділігінің артуы нәтижесінде, тығыздық өскен сайын катушка индуктивтілігінің бірқалыпты артуына әкеледі.

3. Магниттік өзекшенің жуу сұйықтығымен гидростатикалық өзара әрекеттесуі кезінде оның өлшеу катушкасындағы орны ортаның тығыздығымен бірмәнді анықталады, бұл магнит өрісін жуу сұйықтықтарының тығыздығын өлшеу үшін пайдаланудың физикалық негізін қалыптастырады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

1. Катушканың электромагниттік модельдеуін және өлшеу арнасындағы бұрғылау ерітінділерінің нақты ағысын гидродинамикалық сипаттауды біріктіретін тығыздықты индуктивті өлшеудің кешенді моделі әзірленді.

2. Бұрғылау ерітінділерінің типтік параметрлері кезінде индуктивтіліктің сұйықтық тығыздығына тәуелділігінің есептік байланыстары алынды, бұл индуктивті принциптің тығыздықты тікелей далалық жағдайда өлшеуге жарамдылығын көрсетті.

3. Ньютондық емес бұрғылау ерітінділерінің гидравликалық режимдеріне есептеулер жүргізіліп, олардың өлшеу арнасындағы жылдамдықтың кеңістіктік таралуына және индуктивті датчик арқылы сигналды түрлендіру дәлдігіне әсері бағаланды.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығын негіздеу: Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығы Қазақстан Республикасының бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматты түрде өлшеу жүйесіне берілген өнертабыс патентімен расталады. Бұл жүйе оператордың тікелей қатысуынсыз бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын жедел өлшеуге мүмкіндік береді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы: Жұмыс нәтижелері ұңғымаларды бұрғылаумен айналысатын мемлекеттік және жеке ұйымдардың, сондай-ақ ұңғымаларды бұрғылау және игеру мәселелерімен айналысатын ғылыми және жобалау ұйымдарының қызметінде қолданылуы мүмкін. Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматтандырылған бақылауды енгізу апаттылықты төмендетуге, бұрғылау кезіндегі асқынуларды (ұстап қалу, ерітіндінің жұтылуы, опырылулар) азайтуға, сондай-ақ тоқтап қалу уақытын және ұңғыма құрылысының жалпы ұзақтығын қысқартуға мүмкіндік береді.

Бағдарламалық ғылыми зерттеулермен байланысы: Диссертациялық жұмыс бұрғылаудың технологиялық үдерістерін цифрландыруға және тиімділігін арттыруға

бағытталған мұнай-газ саласын дамытудың мемлекеттік және салалық бағдарламалары аясында жүзеге асырылатын бағдарламалық ғылыми зерттеулермен тығыз байланыста орындалды.

Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын мониторингтеудің автоматтандырылған жүйесін әзірлеу өндірістік үдерістерді автоматтандыру мен цифрлық технологияларды енгізу саласындағы мемлекеттік ғылыми-техникалық саясаттың басым бағыттарына сәйкес келеді. Бұл келесі бағдарламаларда көрініс тапқан: «Цифрлық мұнай және газ 2030» сияқты мұнай-газ саласын цифрлық трансформациялау бағдарламасы; көмірсутектерді барлау және өндіру саласындағы ғылым мен технологияларды дамытудың мемлекеттік бағдарламасы; бұрғылау жұмыстарының қауіпсіздігі мен экологиялық тұрақтылығын арттыруға бағытталған салалық жобалар.

Аталған бағдарламалар шеңберінде технологиялық үдерістерді басқарудың интеллектуалды жүйелерін құруға, соның ішінде бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын үздіксіз мониторингтеу мен талдауға ерекше назар аударылады. Бұл бұрғылау жұмыстарының сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыруды қамтамасыз етеді.

Жұмыс нәтижелері қолданыстағы цифрлық платформалармен және өндірісті басқару жүйелерімен біріктіріледі, бұл олардың практикалық қолданылуын және саланың ғылыми-техникалық дамуының заманауи үрдістеріне сәйкестігін қамтамасыз етеді.

Осылайша, диссертация мұнай-газ кешенін цифрлық жаңғыртуға және оның бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған бағдарламалық ғылыми зерттеулердің негізгі міндеттерін іске асыруға үлес қосады.

Автордың жеке үлесі:

Автор зерттеудің мақсаты мен міндеттерін айқындап, кен орнының физика-литологиялық ерекшеліктері мен бұрғылау ерітіндісін бақылаудың заманауи әдістерін талдау негізінде жұмыстың ғылыми тұжырымдамасын әзірледі.

Автор нақты уақыт режимінде бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын өлшеудің автоматтандырылған жүйесінің құрылымдық-функционалдық моделін жеке өзі әзірледі, оның ішінде датчиктер құрамын таңдау мен негіздеу, аппараттық-бағдарламалық кешеннің архитектурасы және деректерді өңдеу алгоритмдері қамтылды.

Автор барлық негізгі эксперименттік зерттеулерді, соның ішінде зертханалық және тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарды бұрғылау алаңдарында жүргізді, алынған деректерді талдап, әзірленген жүйенің тиімділігін бағалады.

Автор жүйені енгізу нәтижелерін өз бетінше талдап, диссертацияның теориялық және практикалық бөлімдерін қоса алғанда барлық негізгі бөлімдерін дайындады, сондай-ақ зерттеу тақырыбы бойынша жарияланымдарды рәсімдеді.

Осылайша, диссертацияда ұсынылған барлық негізгі ғылыми-зерттеу және эксперименттік жұмыстар автордың жеке қатысуымен орындалды.

Алынған материалдардың сенімділігі: Диссертация нәтижелерінің сенімділігі заманауи зерттеу әдістерін, сертификатталған жабдықтарды және жоғары дәлдіктегі өлшеу құралдарын қолдану арқылы қамтамасыз етілді. Зертханалық және тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар бұрғылау және бұрғылау ерітінділерін зерттеу саласындағы қолданыстағы стандарттарға сәйкес жүргізілді, ал алынған деректер әртүрлі жағдайларда бірнеше рет қайталанып, кездейсоқ және жүйелік қателіктердің ықтималдығын барынша азайтты.

Нәтижелерді өңдеу қорытындылардың объективтілігін қамтамасыз ететін заманауи математикалық және статистикалық әдістерді қолдану арқылы жүзеге асырылды. Жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы сараптамалық пікірлермен және әзірленген жүйені өндірістік тәжірибеге енгізумен расталды.

Осылайша, диссертацияда ұсынылған материалдар мен қорытындылар сенімді болып табылады және оларды ұнғымаларды бұрғылау саласындағы одан арғы зерттеулер мен практикалық қолдануда пайдалануға болады.

Жұмыс нәтижелерінің апробациясы және жарияланымдар:

2025 жылғы 28 сәуір мен 28 мамыр аралығында Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университеті ғылыми тағылымдамасынан өтті (Ташкент қ., Өзбекстан Республикасы).

Жұмыстың негізгі нәтижелері «Геология және мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасының кеңейтілген отырысында баяндалды.

Диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары 8 ғылыми еңбекте жарияланды, оның ішінде: 2 мақала – Scopus және Clarivate Analytics дерекқорларына кіретін журналдарда; 3 мақала – Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті (КОКНВО) ұсынған басылымдарда; 1 мақала – басқа халықаралық ғылыми журналда; 2 мақала – халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарында жарияланған.

Диссертациялық жұмыс міндеттерін орындау аясында Қазақстан Республикасының Ұлттық зияткерлік меншік институты берген «Бұрғылау ерітіндісінің тығыздығын автоматты түрде өлшеу жүйесі» атты өнертабысқа патент алынды.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Жұмыстың жалпы көлемі 143 бет машинкамен терілген мәтінді құрайды (ресімделуіне қарай нақтыланады), оның ішінде 40 сурет, 20 кесте және 11 қосымша бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 93 атаудан тұрады.

Фактографиялық база. Диссертациялық зерттеудің фактографиялық базасы авторлық зерттеулер материалдарына, отандық және шетелдік басылымдарда жарияланған мақалалар мен монографияларға, сондай-ақ диссертация тақырыбына қатысты қорлық есептерге негізделген.

Диссертациялық жұмыс Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті «Геология және мұнайхимиялық инжиниринг» кафедрасында орындалды.