

АНДАТПА

философия докторы дәрежесін алу үшін ұсынылған диссертация
6D070800 – Мұнай және газ инженериясы мамандығы бойынша (PhD)

Балуанов Бақытжан Айтуарұлы

Кіріспе

Дүние жүзінде көмірсутек өндіру қарқынын ұстап тұру үшін жаңа кен орындары, сондай-ақ бұрын игерілмеген баланстан тыс қорлар игерілді. Мұндай кен орындарының айтарлықтай бөлігі жоғары тұтқырлықтағы мұнайлары бар коллекторлар болып табылады. Жоғары тұтқырлықтағы мұнайдың ең үлкен қорлары Батыс Қазақстанда Қаражанбас, Солтүстік Бозашы, Қаламқас, Кеңқияқ, Молдабек Шығыс және С. Балғымбаев кен орындарында орналасқан. Бұл кен орындары мұнайдың жоғары тұтқырлығымен (45 000 мПа/с дейін), тау жыныстарының төмен жылу өткізгіштігімен және кеуек кеңістігінің жоғары деңгейде бітелуімен сипатталады, бұл дәстүрлі мұнай өндіруді жақсарту әдістерінің тиімділігін айтарлықтай шектейді [1]. Мұндай кен орындары үшін игеру тиімділігін арттыру және жалпы мұнай өндіру коэффициентін (МЖК) арттыру үшін термиялық күшейтілген мұнай өндіру (ТЖӨ) әдістерін қолдану өзекті болып табылады.

Тұтқырлығы жоғары кен орындарын игеру мұнай өндіруді арттырудың заманауи әдістерін қолдануды ғана емес, сонымен қатар кез келген термиялық немесе химиялық әдістің тиімділігінде маңызды рөл атқаратын ұңғымалардың дизайнымен, профилімен және жағдайымен байланысты инженерлік және техникалық шектеулерді ескеруді талап етеді.

Қаражанбас кен орны мен басқа да осыған ұқсас нысандарға арналған бұрғылау техникасының ерекшеліктеріне мыналар жатады:

- ұңғыма аймағына реагенттерді жеткізу мүмкіндігін шектейтін ұңғыма қисықтығы мен асқынуларының жоғары деңгейі;
- цементтеу және бағанаралық ағындардың сапасының төмендігі, бұл жылу және газ өндіру технологияларының тиімділігін төмендетеді;
- құбырлар мен корпус тізбектерінің температураға төзімділігіне қойылатын шектеулер, бұл қауіпсіз жылу өндіру режимдерін әзірлеуді талап етеді;
- құм тығындарының, үңгірлердің және кольматация аймақтарының болуына байланысты қорытпаның бақыланатын жеткізілуін қамтамасыз етудегі қиындықтар;
- асқынулардың алдын алу үшін түсіру және айдау операциялары кезінде гидравликалық режимдерді оңтайландыру қажеттілігі.

Сондықтан көп компонентті қорытпаларды пайдалану технологиясы тек коллектор сипаттамаларына ғана емес, сонымен қатар инженерлік шектеулерге, жабдықтың жұмыс жағдайларына және ұңғымаларды жобалау қасиеттеріне де бейімделуі керек. Бұл бұрғылау техникасын біріктіруді термиялық газхимиялық өңдеуді әзірлеу мен енгізудің маңызды бөлігі етеді.

Біріктірілген технологияларды енгізу әсіресе тиімді Дәстүрлі химиялық немесе термиялық әдістер қажетті нәтижелерді бермейтін, қалпына келтіруі қиын және жоғары тұтқыр мұнайлары бар кен орындары алюминийдің сумен әрекеттесуін қамтитын, сутегі, жылу және газ түзетін, термобариялық кеңею әсерін тудыратын және ұңғыма аймағының өткізгіштігін жақсартатын термиялық-газхимиялық өңдеуге жарамды [12–15].

асфальтен -шайыр-парафин шөгінділерін жояды, ал пайда болған газ кеуек кеңістігін кеңейтеді және қабат өткізгіштігін жақсартады. Осылайша, әдіс термиялық, газдық және химиялық өңдеу элементтерін біріктіреді, бұл ұңғыма өнімділігін кешенді қалпына келтіруді қамтамасыз етеді [16].

Термиялық газ-химиялық ынталандыру (ТГГС) мұнай өндіруді арттыруда, әсіресе жоғары тұтқырлықтағы мұнай және төмен өткізгіштіктегі коллекторлары бар кен орындарында кеңінен қолданылады. Әдіс көп компонентті алюминий қорытпаларының қышқылданған қабат суымен әрекеттесуіне негізделген, нәтижесінде жылу мен газ фазасы бөлініп, қысқа мерзімді термобариялық импульс пайда болады. Бұл кольматация шөгінділерінің бұзылуына ықпал етеді, өткізгіштігін арттырады, мұнай тұтқырлығын төмендетеді және кеуекті ортадан мұнайдың ығысуын жақсартатын сілтілі орта жасайды.

Жұмыстың өзектілігі

Қазақстанда мұнай мен газдың ірі қорлары табылды, бұл елді қазіргі уақытта және жақын болашақта ең ірі мұнай экспорттаушыларының біріне айналдырды. Кейбір бағалаулар бойынша, көмірсутек қоры әлемдік мұнай қорының 1,8%-ын құрайды.

Соңғы жылдары Қазақстанның мұнай-газ кешенін дамытудың стратегиялық мақсаты жаңа кен орындары мен кен орындарын игеру арқылы да, ескі мұнай нысандарын пайдалану тиімділігін арттыру арқылы да мұнай өндіруді тұрақтандыру және біртіндеп арттыру болды.

Дәстүрлі көмірсутек қорларының азаюына байланысты, қиын өндірілетін кен орындарына (ҚӨК) көбірек көңіл бөлінуде. ҚӨК-ге ауыр, жоғары тұтқыр мұнайлар кіреді, олардың біздің еліміздегі көлемі 900 миллион тоннадан асады деп бағаланады.

Жоғары тұтқырлықтағы мұнай өндіру үшін дәстүрлі, кеңінен қолданылатын технологияларды пайдалану мұнай алу коэффициенттерінің (МКК) төмен болуына әкеледі, бұл жер қойнауын пайдаланушылардың пайдасын жоғалтуына әкеледі, сондай-ақ қоршаған ортаға зиян келтіреді. Кез келген термиялық немесе химиялық әдістің тиімділігінде маңызды рөл атқаратын ұңғымалардың дизайнымен, профилімен және жағдайымен байланысты инженерлік және техникалық шектеулерді ескеру қажет екенін атап өткен жөн.

Термиялық газхимиялық өңдеу мұнай өндіруді арттыруда, әсіресе тұтқырлығы жоғары мұнай және өткізгіштігі төмен коллекторлары бар кен орындарында кеңінен қолданылады. Бұл әдіс көп компонентті алюминий қорытпаларының қабат суымен әрекеттесуіне негізделген, нәтижесінде жылу мен газ фазасы бөлініп, қысқа мерзімді термобариялық импульс пайда болады.

Бұл кольматация шөгінділерін ыдыратуға көмектеседі, өткізгіштігін арттырады, мұнай тұтқырлығын төмендетеді және кеуекті ортадан мұнайдың ығысуын жақсартатын сілтілі орта жасайды.

Бұл зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі диссертация түрінде ұсынылған

Халықаралық шолуларға сәйкес [21–24], физикалық және химиялық әдістер ең кең таралған болып қала береді (әлемдік IDN нарығының 70–75%). Термиялық технологиялар шамамен 20% құрайды, ал біріктірілген технологиялар 5–7%-дан аспайды, бірақ олардың үлесі ауыр мұнай жобаларының дамуына байланысты артып келеді.

Әлемдегі IDN құрылымында:

- Физикалық әдістер — $\approx 40\%$;
- Химиялық заттар — $\approx 30\%$;
- Жылулық — $\approx 20\%$;
- Біріктірілген және гибриді - $\approx 10\%$.

Ең көп таралған технологиялар — бумен термиялық (CSS, SAGD), жер асты жану, полимерлі және химиялық су тасқыны — жоғары энергия тұтынуына және шағын қыздыру радиусына ие, бұл оларды мұнайдың жоғары тұтқырлығы бар гетерогенді түзілімдерді дамытуда пайдалануды шектейді.

тікелей коллектордың ішінде жергілікті жылу мен сутегі өндіруге негізделген біріктірілген термогазхимиялық әдістер барған сайын өзекті болып келеді. Бір перспективалы тәсіл - сумен әрекеттескен кезде айтарлықтай мөлшерде жылу мен сутегі газын бөліп шығаруға қабілетті көп компонентті қорытпаларды пайдалану, коллектордың өткізгіштігін арттыру және мұнайдың тұтқырлығын төмендету, бұрғылау техникасын технологияны сәтті енгізудің қажетті құрамдас бөлігіне айналдыру.

Диссертациялық жұмыста ғылыми-техникалық даму деңгейі туралы ақпарат берілген

Ұсынылған техникалық шешім инновациялық болып табылады, Қазақстан Республикасының қорғалған патентімен және Қазақстанда да, шетелде де бірқатар ғылыми басылымдармен расталған.

Ұсынылып отырған техникалық шешімдер ғылыми зерттеулер деңгейіне айтарлықтай әсер етеді және ғылыми-техникалық әлеуеттің сапалы өсуін қамтамасыз етеді.

Диссертация ұлттық және халықаралық деңгейде үлкен маңызға ие және Қазақстанның мұнай-газ саласының әлемдік аренадағы мәртебесі мен беделін арттырады.

Бұл ғылыми жұмыс «BR24992868 - Жоғары тұтқырлықтағы мұнай ұңғымаларының өнімділігін арттыру үшін көп компонентті қорытпаларды пайдалануға арналған инновациялық технологиялар мен бағдарламалық өнімдерді әзірлеу» PCF IRN бойынша ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстармен байланысты.

Ғылыми жаңалығы :

- алғаш рет көп компонентті алюминий қорытпаларының қышқылданған қабат суымен бақыланатын өзара әрекеттесуіне негізделген өнімді қабатқа термогазхимиялық әсер етудің кешенді әдісі ұсынылды;
- қорытпаны берудің оңтайлы параметрлері және ұңғыма түбінің пайда болу аймағын бұзбай тиімді термиялық-газхимиялық әсерді қамтамасыз ететін жағдайлар анықталды;
- қорытпалар мен реакция өнімдерінің түтіктер мен қаптамалармен үйлесімділігін ескере отырып, ұңғыма түбіне қорытпаны дозаланған түрде жеткізуге және реакция жылдамдығын реттеуге арналған ұңғыма модулінің жобасы ұсынылды .

Бұл диссертацияның мақсаты - өнімді қабатты термобарохимиялық ынталандыру арқылы ұңғыма дебитін арттыру үшін көп компонентті алюминий қорытпаларын пайдалана отырып, жоғары тұтқырлықтағы мұнай өндіру технологиясын әзірлеу және ғылыми негіздеу .

Зерттеу нысаны - Қазақстан кен орындарында жоғары тұтқырлықтағы мұнай өндірісін арттыру үшін термобарохимиялық дренаж.

Зерттеу тақырыбы - жоғары тұтқырлықтағы мұнай ұңғымаларының өнімділігін арттыру үшін көп компонентті қорытпаларды пайдалану жүйесі.

Зерттеу мақсаттары:

1. Мұнай өндіруді қарқындылатудың термиялық, химиялық және аралас әдістерін қолданудағы әлемдік және отандық тәжірибені талдау.
2. термиялық газохимиялық өндеудің тиімділігіне әсерін талдау .
3. ECLIPSE Thermal бағдарламалық пакетін пайдаланып, реакцияның және сутегінің түзілуінің жылулық әсерін аналитикалық бағалау және термогазхимиялық процестерді сандық модельдеу және қабат қыздыруының радиусы мен қарқындылығын анықтау.
4. Ұңғыма түбі аймағына көп компонентті қорытпаны енгізу кезінде температураның жоғарылауы процесінің ұңғыма түбі аймағының физикалық моделі бойынша эксперименттік зерттеулер , уақыт өте келе «су - қорытпа» жүйесінің жұмыс режимдерін сынау.
5. Ұңғыма түбіне қорытпаны үздіксіз, дозаланған түрде жеткізуге арналған ұңғыма модулі жүйесінің инженерлік тұжырымдамасын әзірлеу.
6. Қаражанбас кен орнының жағдайын мысалға ала отырып, технологияны қолданудың техникалық және экономикалық тиімділігін бағалау .

Қорғауға ұсынылған негізгі ережелер:

Көп компонентті қорытпалардың қышқылданған қабат суымен реакцияларына негізделген, жылу мен сутегінің бөлінуімен қатар жүретін

күрделі термогазхимиялық әсер ету механизмінің кеңею аймағын зерттеуге кешенді тәсіл.

2. Ұңғыма түбіне қорытпаны үздіксіз өлшенген түрде жеткізуге арналған ұңғыма модулі жүйесінің инженерлік тұжырымдамасын жасау бойынша техникалық шешімді әзірлеу.

Көп компонентті қорытпа мен қышқылданған қабат суының өзара әрекеттесуі кезінде ұңғыманың ұңғыма аймағына жақын аймағындағы температура режимінің өзгеруінің негізгі заңдылықтары .

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Жұмыстың теориялық маңыздылығы ұңғыманың түпкі аймағына жылулық әсер етудің инновациялық технологиясында жатыр.

Бұл жұмыстың практикалық маңыздылығы жоғары тұтқырлықтағы мұнайды пайдалана отырып, қабаттарда мұнай өндіруді арттырудың ғылыми дәлелденген технологиясын әзірлеуде жатыр. Көп компонентті алюминий қорытпаларын пайдалану мұнай тұтқырлығын төмендетуге, қыздыру радиусын ұлғайтуға, ұңғымалардың ағын жылдамдығын арттыруға және жылулық қызмет көрсету шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл технологияны Қаражанбас, Кеңқияқ және Солтүстік Бозашы кен орындарындағы қолданыстағы бутермиялық ынталандыру жүйелеріне біріктіруге болады, бұл ұңғымалардың ағын жылдамдығының артуын және тұрақты өндірісті қамтамасыз етеді.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін тексеру

Scopus / Web of Science дерекқорына кіретін халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдарда жарияланды : 2025. Socar proceedings Q2, 56%.

Жұмыстың ғылыми-зерттеу жобалары мен бағдарламаларымен байланысы

Кандидаттың диссертациялық жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің қолдауымен және қаржыландыруымен жүзеге асырылатын «Жас ғалым» AP25793601 «Ұңғымалардың өзара әрекеттесуін есепке алу және оларды орналастырудың оңтайлы схемасын таңдау арқылы мұнай кен орындарының су айдау тиімділігін арттыру» (іске асыру мерзімі 2025 - 2027) және МҚБ BR24992868 «Жоғары тұтқырлықтағы мұнай ұңғымаларының өнімділігін арттыру үшін көп компонентті қорытпаларды пайдалануға арналған инновациялық технологиялар мен бағдарламалық өнімдерді әзірлеу» (іске асыру мерзімі 2024 - 2026) гранттық қаржыландыруын іске асыру шеңберінде аяқталды.

Басылымдар

Зерттеудің негізгі нәтижелері сегіз ғылыми басылымда көрініс тапты. Осы мақалалардың төртеуі Web of Science және Scopus дерекқорларына кіретін журналдарда жарияланды. Төрт мақала сондай-ақ Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Білім беру және жоғары білім берудегі сапаны қамтамасыз ету комитеті бекіткен басылымдарға енгізілді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және 140 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 112 беттен тұрады және 33 сурет пен 20 кестені қамтиды.