

АҢДАТПА

6D070700 – «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған диссертациясы

Кенжетаев Жигер Смадиевич

ЖЕРАСТЫ ШАЙМАЛАУ ПРОЦЕСТЕРІН КҮШЕЙТУ НЕГІЗІНДЕ УРАН ӨНДІРІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Тақырыптың өзектілігі.

Қазақстан уранның әлемдік барланған қорларының 14%-ын құрайды және Австралиядан кейін екінші орында, яғни олардың 70% - ы ұңғыма тәсілімен игеруге жарамды. Қазақстан Республикасында уран кендерін ұңғымалық игеру 13 уран өндіруші компанияларға біріктірілген 26 учаскеде жүргізіледі. Табиғи уран өндірісінің жалпы көлемі әлемдік деңгейдің 40 % - дан астамын құрайды.

Өндіру кәсіпорындарда пайдалану ұңғымалары мен технологиялық блоктардың саны жыл сайын артып келеді. Бұл бұрғыланып жатқан блоктардың өнімділігінің біртіндеп төмендеуіне және ұңғыманы пайдалану коэффициентінің 0,9-дан 0,7-0,6-ға дейін төмендеуінен туындайды. Сондай-ақ, кендерде каолиниттің, калий шпаты мен гипстің ұсақ түйіршікті агрегаттарының басым болуы көпкомпонентті, қиын еритін шөгінділерді, соның ішінде кремний, гипс және сазды минералдардың бөлшектерін құрайды. Олар геотехнологиялық ұңғымалардың өнімділігінің неғұрлым қарқынды төмендеуіне ықпал етуіне байланысты күшейту мәселесі туындайды. Сонымен қатар қиын тау-кен-геологиялық жағдайларда ұңғыма өнімділігін арттыру және ұзақ уақыт бойы тұнба түзілуінің алдын алатын тиімді құралдардың жоқтығы болып табылады. Мұндай жағдайларда өндірістік блоктарды игеру көбінесе күрделі қиындықтармен және өнімді қабаттың ұңғыма аймағының (ҚҰА) өткізгіштігінің қайтымсыз төмендеуімен бірге жүреді, яғни бұл игеру мерзімін күрт арттырады және қосымша шығындарға әкеледі. Кен орындарында күрделі жөндеу жұмыстарын қажет ететін бос тұрған ұңғымалардың үлесі артып келеді, бұл жаңа ұңғымаларды салуға жұмсалатын шығындармен сәйкес келеді.

Уран өндірудің тиімділігін арттыру үшін гипс пен механикалық шөгінділер кезінде қышқыл ерітінділерінің өзара әрекеттесуіне негізделген қарқындатудың химиялық әдістері қолданылады (Мамилов В.А., Битимбаев М.Ж., Юсупов Х.А., Жатқанбаев Е.Е., Язиков В.Г.).

Келесі авторлар өткізгіштігі төмен кендерде уранның ұңғымалық өндірісін ұтымды қарқындату және ашу параметрлерін таңдау бойынша зерттеулер ұсынды (Молчанов, А.А., Дуйсебаев Б.О., Аликулов Ш.Ш., Каримов И.А.). Авторлар алған зерттеу нәтижелері көпкомпонентті және кешенді тұнбалар кезінде уранды жерасты ұңғымалық шаймалаудың

тиімділігін арттырудың жаңа бағытын іздестіруге және дамытуға негіз болды.

Осы және басқа жұмыстарды талдау күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда уранды ұңғымалық өндірудің тиімділігін арттырудың жаңа жолдарын іздеу өзекті, ғылыми, ғылыми-техникалық міндет болып табылатынын көрсетеді.

Зерттеудің мақсаты – уранды ұңғымалық өндірудің тиімділігін арттыру үшін химиялық реагенттердің құрамы мен концентрациясына байланысты шөгінді түзуші компоненттердің қасиеттері мен құрылымының өзгеру заңдылықтарын белгілеу.

Жұмыстың идеясы – күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда геотехнологиялық процестерді қарқындату арқылы уранды жерасты ұңғымаларында шаймалаудың тиімділігін арттыру үшін химиялық реагенттер кешенін көп функционалды мақсаттарда пайдалану.

Зерттеу міндеттері:

Алға қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін келесі міндеттер тұжырымдалды және шешілді:

1. Сырдария ойпатының уран кен орындарындағы ұңғымалардың сүзгіге жақын аймағындағы шөгінді түзуші компоненттердің және өнімді горизонттің кендік құрамы мен құрылымын, физика-химиялық сипаттамаларын зерттеу.

2. Өнімді горизонттағы кеннің сүзілу сипаттамаларының өзгеру заңдылықтарын және кенді жыныстардың құрамы мен көпфункционалды мақсаттағы химиялық реагенттер кешенінің құрамына байланысты уранды бөліп алу параметрлерін белгілеу.

3. Уран кендерін ұңғымалық өндірудің тиімділігін арттыру үшін көпфункционалды мақсаттағы химиялық реагенттер кешенін қолданудың ұтымды параметрлерін негіздеу әдістемесін әзірлеу.

Қорғауға ұсынылған ғылыми қағидалар:

1. Ұңғымалық уранды өндіру кезінде шөгінділердің түзілуінің қарқындылығы өнімді горизонттағы кендердің гранулометриялық және минералогиялық сипаттамаларына байланысты экспоненциалды түрде артады.

2. Өткізгіштігі төмен кендерде ерітінділердің сүзілу жылдамдығының төмендеуі шаймалау ерітіндісіне сульфамин қышқылы мен лигносульфонатты қосу арқылы жойылады.

3. Өнімді горизонттағы кеннің жалпы массасының 40-тан 60%-ға дейінгі ұсақ түйіршікті фракцияның артуы барысында химиялық реагенттерді қолданудың ұтымды параметрлеріне, яғни сульфамин қышқылын 0,2-ден 0,4 кг/т тау-кен кен массасына (ГРМ) тұтыну, ал лигносульфонатты 0,1-ден 0,2 кг/т ГРМ-ге дейін жоғары мәндерде тұтыну кезінде тура пропорционалды ұлғайту арқылы қол жеткізіледі. Бұл ретте химиялық реагенттердің өнімді горизонтқа таралуына байланысты өңделетін ГРМ ауданы 50%-ға артады.

Зерттеудің негізгі нәтижелері және олардың практикалық маңызы:

1. Сантон, Маастрихт және Кампан өнімді горизонттарының кендері мен шөгінді құраушы компоненттерінің минералогиялық құрамын салыстырмалы талдау және рентгендік фазалық зерттеулер негізінде кендердің фильтрациялық сипаттамаларына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Гипстің 5%-дан жоғары және сазды минералдардың 20%-дан жоғары болуы, сондай-ақ өнімді горизонттағы кендердің біркелкі еместігі уранды ұңғымалық өндіру процестеріне кедергі келтіретін шөгінділер түзетіні анықталды. Кен массасындағы ұсақ түйіршікті толтырғыштардың, каолиниттің, сазды минералдардың орташа ірі түйіршікті фракцияларға қатынасы өнімді горизонт кендерінің шөгу жылдамдығын және сүзілу сипаттамаларының төмендеуін анықтайды.

2. Кендердің сүзу сипаттамаларының қасиеттері және шөгінділердің құрамы мен құрылымы өзгеруінің белгіленген заңдылықтары негізінде уранды ұңғымалық өндіру кезінде шөгу процестерін тиімді жою және болдырмау үшін химиялық реагенттер таңдалды. Бұған сульфамин қышқылын комплекс түзетін қасиеттері бар ерітіндінің рН-ын төмендеткіш ретінде, ал лигносульфонатты көбік түзуші ретінде және сазды минералдар үшін еріткіш ретінде пайдалану арқылы қол жеткізіледі. Керн материалдарынан уранды шаймалау кезінде кеннен уранды бөліп алуды 70-тен 80%-ға дейін арттыруға, күкірт қышқылының меншікті шығынын 50-ден 40 кг H_2SO_4 /кг U-ға дейін төмендетуге, сүзу жылдамдығын 0,5-тен 0,6 м/күніне дейін арттыруға мүмкіндік туды.

3. Көпфункционалды мақсаттағы химиялық реагенттердің таңдалған кешенімен кендердің сүзілу сипаттамалары төмен геотехнологиялық ұңғымалардың өнімді горизонттарын өңдеу технологиясы әзірленді. Ол өнімді горизонтқа сульфамин қышқылын 0,2 – 0,4 кг/т ГРМ, лигносульфонат 0,1 – 0,2 кг/т ГРМ мөлшерінде карбонатты және сазды минералдардың мөлшеріне байланысты, кендердің сүзілу коэффициентіне байланысты жеткізуді қарастырады.

Жаңа технологияны қолданудың тиімді параметрлері өнімді горизонттың негізгі жыныстарының кендерінің минералогиялық сипаттамаларына байланысты негізделді. Тұтастай алғанда, Қазақстан Республикасының уран өндіруші кәсіпорындарының күрделі тау-кен-геологиялық жағдайында жұмыс істейтін қондырғыларды әзірлеу және күкірт қышқылының үлестік нормаларын төмендету кезеңінде уранды шаймалауды қарқындату қамтамасыз етіледі.

Зерттеу нысаны – Сырдария ойпатының уран кен орындары.

Зерттеу пәні – уран кендерін ұңғымалық өндіру технологиясы.

Ғылыми зерттеудің әдіснамалық базасы

Ғылыми зерттеулерді орындау кезінде ғылыми-техникалық ақпаратты талдау мен жалпылауды, теориялық зерттеулерді, эксперименттік деректерді

өңдеуге арналған математикалық статистика әдістерін және әртүрлі технология нұсқаларының техникалық-экономикалық негіздемесін қамтитын кешенді зерттеу әдістері қолданылды. Зертханалық жұмыстарды жүргізу барысында эксперименттік деректерді теориялық жалпылау, негізгі материалдар мен тұнба түзетін компоненттер сынамаларының минералогиялық сипаттамаларын зерттеудің рентгенофазалық әдісі қолданылды. Геотехнологиялық ұңғымаларда жүргізілген тәжірибелік жұмыстар әзірленген сынау әдістемесін қолдану арқылы алынған нәтижелерді растады. Ол көпфункционалды мақсаттағы химиялық реагенттер кешенін пайдалана отырып, сынауға дейін және кейін ұңғымалардың геотехнологиялық сипаттамаларын қадағалап, салыстырмалы талдауды, деректерді жинау және бақылауды қамтамасыз етеді.

Ғылыми жаңалығы: өнімді горизонттағы кендердің минералогиялық құрамынан және ұңғыманы игеру кезінде күкірт қышқылының концентрациясынан шөгінді түзуші компоненттердің физика-химиялық сипаттамаларының өзгеру заңдылығы анықталды. Өткізгіштігі төмен кендерді түтіктерде шаймалау кезінде уранның алынуын арттыруға арналған химиялық реагенттердің тиімді параметрлері мен концентрациясы анықталды. Уран өндіруді қарқындату кезінде өнімді горизонттағы кендердің гранулометриялық және минералогиялық сипаттамаларынан химиялық реагенттердің шығындық өзгеруі заңдылығы белгіленген.

Жұмыстың ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі

Диссертация ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобаларды гранттық қаржыландыру шеңберінде төмендегі жобалар бойынша жүзеге асырылды. АР05131477 жобасының тақырыбы: «Разработка новой технологии подземного выщелачивания урана с применением комплекса химических реагентов синергетического действия для скважинной добычи урановых руд» (2018-2020 ж.ж.), АР08856422 жобасының тақырыбы: «Разработка инновационной технологии интенсификации скважинной добычи урана с применением гидродинамического устройства декольматации в сочетании с комплексом химических реагентов многофункционального назначения» (2020-2022 ж.ж.).

Жарияланымдар және жұмыстарды апробациялау.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері 2020 жылы E3S Web of Conferences, "Индустрия 4.0 жағдайында минералдық және техногендік шикізатты ұтымды пайдалану" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Алматы қ., 2019 ж.), "Сәтбаев оқулары-2019" ғылыми - практикалық конференциясында (Алматы қ., 2019 ж.) баяндалды.

Уранды ұңғымалық өндіруді қарқындатудың әзірленген технологиясын апробациялау "Жоғары технологиялар институты" ЖШС-нің Материалдарды зерттеудің ғылыми зертханасында және ҒЗЖ тақырыбы «Проведение опытно-промышленных испытаний с целью интенсификаций извлечения

урана в сложных горно-геологических условиях за счет подбора оптимального состава растворов для РВР с разработкой технологического регламента по применению на ГТП» (2020 ж) шеңберінде Сырдария ойпатының уран кен орындарында жүргізілді.

Диссертация тақырыбы бойынша 15 баспа жұмысы жарияланды. Олардың алтауы Scopus (Скопус) дерекқоры бойынша 2-ші квартильге кіретін журналдарда, бесеуі Scopus (Скопус) дерекқоры бойынша 3 – ші квартильге кіретін журналдарда және төртеуі конференция материалдарында. Әрбір жарияланған мақалаға докторант лайықты үлес қосты, онда докторанттың жүргізген зерттеулер барысында алған қорғауға ұсынылған қағидалары, нәтижелері көрсетілген.

Тақырып бойынша уранды ұңғымалық өндіруді қарқындатудың әзірленген технологиясына 3 авторлық құқық алынды:

- «Способ скважинной добычи урана из карбонатных и низкопроницаемых руд»;
- «Передвижная установка гидродинамической обработки технологических скважин»;
- «Способ интенсификации подземного выщелачивания урана».

Жұмыстың көлемі мен құрылымы.

Диссертация кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Диссертацияның көлемі 100 беттік баспа мәтінін, 26 кесте, 44 сурет, 74 атауды қамтитын әдебиеттер тізімін құрайды.

Қорытынды

1. Сантон және Мاستрихт қабаттарының шөгінді түзуші компоненттерінің құрамы негізінен гипстен (90–98%) және кремнийден (2–10%) тұрады, ал Кампан қабаттарының шөгінділері көпкомпонентті және кварцты (10–40%), гипс (10–30%), кальцит (5–20%), саз минералдары (20–40%) қамтиды. Бұл өнімді қабаттың кенді жыныстарының күрделі құрылымы мен жоғары гетерогенділігіне байланысты.

2. Зертханалық жағдайда көпфункционалды мақсаттағы химиялық реагенттер кешенінің жинақталған әсері анықталды. Бұл кендердегі сүзу жылдамдығын 0,5-тен 0,62 м/тәулікке дейін арттыруға, С:Қ мәнін 1,32-ден 1,2-ге дейін төмендетуге мүмкіндік береді, бұл ретте кеннен уранның 70% алынуына қол жеткізеді. Сонымен қоса, еріген уран бірлігіне күкірт қышқылының меншікті шығынын 50-ден 40 кг/кг U-ға дейін төмендетеді.

3. Ұңғымалардың сүзгіге жақын аймағын және өнімді горизонтты есептеу және өңдеу әдістемесі әзірленді және сынақтан өтті. Бұл ретте қолдану барысында өнімді горизонттағы кендердің сүзілу сипаттамасын еске ала отырып, күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда уран өндірудің тиімділігін арттыруға мүмкіндік берді. Ұңғымадан 10-25 метр радиуста өнімді горизонттағы химиялық реагенттердің тиімді таралу алаңы белгіленді, нәтижесінде пайдалану ұңғымаларының өнімділігі 4,0-ден 6,0 м³/сағ-қа дейін

өсті, өнім беретін ұңғымалардың орташа үзіліссіз жұмыс кезеңі 20-30 күннен 45 - 60 күнге дейін өсті.

4. Өнімді горизонттағы кендердің минералогиялық сипаттамаларына және шөгінді түзуші компоненттердің құрамына байланысты көпфункционалды химиялық реагенттер кешенін пайдалану параметрлері негізделді. Бұл қабаттың сүзгіге жақын аймағының фильтрациялық сипаттамаларын, өнімді ерітіндідегі уран құрамын 20%-ға арттыруға, өндіру өнімділігін және құю ұңғымаларының айдау қабілетін 20-30%-ға арттыруға, сондай-ақ блоктардың өңдеу кезеңі мен пайдалану шығындарын 5%-ға қысқартуға мүмкіндік береді.