

## АНДАТПА

**6D070700 – «Тау кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған диссертацияға**

**Джакупов Данияр Амирханович**

### **КҮРДЕЛІ ГИДРОГЕНДІ КЕН ОРЫНДАРЫН ӨР-ТҮРЛІ СҰЛБАДАҒЫ ҰҢҒЫМАЛЫҚ ЖЕРАСТЫ ШАЙМАЛАУМЕН ИГЕРУ КЕЗІНДЕГІ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

**Шешілетін ғылыми немесе ғылыми-технологиялық проблеманың қазіргі жағдайын бағалау.** МАГАТЭ деректері бойынша барлық барланған әлемдік уран қорының шамамен 19% Қазақстан Республикасының жер қойнуында шоғырланған. Жалпы қоры мен ресурстары 1610 мың тонна уран деп бағалануда, оның ішінде өнеркәсіптік санаттағы қорлары ( $B + C_1 + C_2$ ) 920 мың тоннаны құрайды.

Қазақстан Республикасының уран кен орындарының бірегей ерекшелігі, олардың 75%-ы тақталы тотығу аймақтарымен байланысты жыныстарда шоғырланған. Кен орындарының бұл түрі әлемде кең таралмаған, салыстырмалы түрде арзан және экологиялық жағынан қолайлы жерасты ұңғымамен шаймалау тәсілімен өндіріліуде. Сонымен қатар жерасты ұңғымамен шаймалау (ЖҰШ) технологиясы, кеннің жатқан жеріне сілтілеу сұйықтықтары жіберіліп минералдарды кеннен шаймалау ерітіндісімен өндіру екені белгілі. Демек, топырақ жамылғысы айтарлықтай дерлік бұзылмайды және бос тау жыныстары мен қалдықтар пайда болмайды.

Ұңғымалар арқылы жерасты шаймалау тәсілімен өндірудің өзіндік құны жерасты тау-кен қазбаларынан 2,5-3 есе төмен, сондықтан бұл әдіс неғұрлым перспективті болып қала береді.

Осы технологияны қолдану кезіндегі проблема, технологиялық ұңғымалардың өнімділігінің төмендеуі болып табылады. Әдетте, ұңғымалар дебитінің азаюының себебі сүзгілердің және сулы деңгейжиекте сүзгіш аймақтарының кольматациялануы, ал ұңғымалар желісінің дұрыс таңдалмауы оларда гидравликалық кедергілердің ұлғаюы мен ұңғымаға ерітінді ағынының төмендеуін туындатады.

Қазіргі уақытта ұңғымалардың өнімділігін арттыру үшін олардың орналасу сұлбасы мен параметрлерін өзгерту, сүзгілердің кольматациясын жою және т.б. тәсілдерін қолданады. Егер авторлардың бір бөлігі ұңғымалардың орналасуының қатарлы сұлбасын ұсынса, онда басқалары - ұяшықты сұлбаны ұсынады. Осы уақытқа дейін ұңғымалардың кез келген орналасу сұлбасының артықшылығы жайлы бірінғай пікір жоқ.

**Тақырыпты әзірлеу үшін негіз және бастапқы деректер.** Диссертация тақырыбын әзірлеу үшін негіз - технологиялық ұңғымалардың торабы мен параметрлерін таңдаудың, сондай-ақ реагенттердің ұтымды жұмсалуды

қамтамасыз ететін әмбебап әдістемесінің болмауы, кеніштерде ЖҰШ процесінің тұрақты және игерілетін кен орнының кен-геологиялық жағдайларын ескерместен әртүрлі реагенттерді қолдану болып табылады.

Зерттеу тақырыбын әзірлеу үшін бастапқы деректер ретінде - жерасты ұңғымамен шаймалау әдісімен игерілетін Семізбай кен орнының кен-геологиялық жағдайы тандалды.

**Ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігін негіздеу.** Уран қажеттілігі жылдан жылға артып келеді, сонымен қатар 2002-2015 жылдардағы әлемдік нарықтағы уранның сұранысы мен ұсынысының арақатынасы және 2025 жылға дейінгі болжам әлемдегі уранның жетіспеушілігі шамамен 20 мың тоннаны құрайтынын көрсетеді. Осыған қарамастан, уран нарығында металл бағасының төмендеуі байқалады. Егер, 2010-2011 жылдары уран бағасы бір килограмм үшін 110 долларды құраса, қазіргі уақытта бағасы бір килограмм үшін 60 долларға дейін төмендеді. Сондықтан жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарда уран өндірудің тиімділігін арттыру және өзіндік құнын төмендету маңызды міндет тұр. Бұл істің шешімі технологиялық ұңғымалардың сұлбалары мен параметрлерін, ұңғыманын жөндеуаралық циклін және металл өндіруді арттыру үшін реагенттер түрін таңдаудың ғылыми негіздемесі болып табылады. Қазіргі уақытта технологиялық ұңғымалардың желісі мен параметрлері, ұңғымаларды декольматациялауға және уран алуды арттыруға арналған реагенттер, игеріліп жатқан кен орнының нақты тау-кен-геологиялық жағдайларын есепке алмай ұқсас қабылданады, түпкілікті шешім өндірістік - тәжірибелік сынақтар жүргізілгеннен кейін қабылданады.

**Жоспарланып отырған ғылыми-техникалық әзірлеудің деңгейі, патенттік зерттеулер туралы мәліметтер және олардың қорытындылары** жер асты ұңғылап шаймалау тиімділігін арттыру бойынша ғылыми-техникалық проблеманың қазіргі жай-күйіне және патенттік зерттеулерге ғылыми талдау жүргізумен, атап айтқанда технологиялық ұңғымалардың желілері мен параметрлерін, жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары үшін реагенттерді таңдау және металл өндіруді арттыру жұмыстары анықталды. Талдаудан, осы параметрлер мен желінің негіздемесі елеулі зерттеулерді талап ететіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Диссертацияда теориялық және эксперименталды зерттеулер дұрыс пайдаланылды, математикалық өңдеу теориялық және эксперименталды деректердің ұқсастылығын көрсетеді.

**Диссертацияның метрологиялық қамтамасыз етілуі туралы мәліметтер.** Диссертация Семізбай кенішінде өндірістік-тәжірибелік жұмыстар негізінде орындалған. Зерттеу нәтижелерін талдау мемлекеттік метрологиялық тексеруден өткен аспаптар мен қондырғылар пайдаланылатын қолданыстағы кеніштің зертханасында жүргізілді.

Кестелік және графикалық деректерде СИ бірліктерінің халықаралық жүйесінің метрологиялық ережелері мен нормаларына сәйкес келетін өлшем бірліктері пайдаланылды.

### **Тақырыптың өзектілігі.**

Уранды өндірудің тартымды аспектісі әлемдік нарық қажеттіліктерінің уранға қатысты тұрақтылығы болып табылады. Энергетикалық реакторды пайдаланудың орташа мерзімі 30-40 жыл болған кезде реакторлардың қолданыстағы паркінің қажеттілігі ғана алдағы бірнеше онжылдықтарда уранға әлемдік нарық сұранысының белгілі бір деңгейіне кепілдік береді. Осыған байланысты уран өндіру саласындағы инвестициялық рисктер тау-кен өндіру салаларының көпшілігіне қарағанда айтарлықтай төмен. Ядролық энергетиканың ең қолайсыз дамуы барысында 2020 жылға қарай реакторлардың қажеттілігі 60000 тонна ураннан төмен болмайды. Базалық сценарий бойынша даму ықтималдығы 65%. Оптимистік сценарий үшін ықтималдығы 20% және пессимистік 15%.

Ұңғымалардың орналасу сұлбасы ұқсас болып қабылданады, соңғы шешім өндірістік тәжірибелік сынақтар жүргізілгеннен кейін қабылданады, бұл айтарлықтай күрделі және пайдалану шығындарын талап етеді. Кен орнының кен-геологиялық жағдайына байланысты декольматацияның белгілі тәсілдері қосымша зерттеулер жүргізуді талап етеді және көбінесе қажетті нәтижелер бермейді. Әсіресе, бұл мәселе жақын орналасқан кен шоғырларын әзірлеу кезінде өткір тұр.

ЖҰШ тәсілімен уран кен орындарын игерудің тиімділігін арттыру мәселелеріне бірқатар ғалымдардың зерттеулері арналған. Алайда олардың бірқатар сәттері нақты кен орындарының ерекшеліктерін ескермейді, әсіресе жақын орналасқан кен шоғырлары бар кен орындарында. Сондықтан бұл мәселелерді шешу өзекті тапсырма болып табылады.

**Тақырыптың жаңалығы** - рН шамасына байланысты технологиялық ұңғымалардың желілері мен параметрлерін таңдау арқылы уранды ЖҰШ тиімділігін арттыру, ұңғымалар жұмысының жөндеуаралық циклін және өнімді ерітіндідегі уранның құрамын, аммоний бифторидінің көлемі арқылы және сутегі пероксидін қолдану бойынша анықтау.

### **Осы жұмыстың басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы.**

Диссертациялық жұмыс 23.12.2016 ж. №281 "Уранның ЖҰШ кезіндегі кольматация жиілігін төмендету технологиясын әзірлеу" шаруашылық келісім-шарты аясында орындалды.

**Зерттеудің мақсаты** технологиялық ұңғымалардың онтайлы орналасу параметрлерін және сұлбаларын таңдау негізінде уранды шаймалау тиімділігін әр түрлі реагенттерді қолдана отырып арттыру болып табылады.

**Зерттеу объектісі** - Ақмола облысы Біржан сал ауданының және Солтүстік Қазақстан облысы Уәлиханов ауданының аумағындағы, Степногорск қаласының солтүстік-шығысына қарай орналасқан Семізбай уран кен орны.

**Зерттеу мазмұны** технологиялық ұңғымалардың торабы мен параметрлері, жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары, уранды ЖҰШ кезінде әртүрлі реагенттерді қолдану болып табылады.

### **Зерттеудің міндеттері, олардың жалпы ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындаудағы орны:**

- зерттеу объектісінде уран өндірудің қазіргі жай-күйін және ұңғымалардың өнімділігін қалпына келтіруді зерделеу және талдау (1-тарау);
- технологиялық ұңғымалардың орналасуының әртүрлі сұлбалары мен параметрлерінің уранды ЖҰШ тиімділігіне әсерін зерттеу (2,3 тараулар);
- уранды сілтілеу процесін қарқындандыруға түрлі реагенттердің әсерін зерттеу(4-тарау);
- өндіріс үшін ұсыныстар әзірлеу (2,3,4 тараулар)

Жоғарыда ұсынылған тапсырмалар мен осы диссертацияда шешілетін міндеттер, өзара қисынды байланысты және қойылған зерттеу мақсатына қол жеткізуге бағытталған.

### **Зерттеудің әдіснамалық базасы**

Диссертацияны орындау кезінде қолданылатын негізгі зерттеу әдістері:

- жер асты ұңғымамен шаймалаудың тиімділігін арттыру бойынша ғылыми-техникалық проблемалар мен зерттеулердің қазіргі жай-күйін талдау;
- өндірістік -тәжірибелік жұмыстарды жүргізу;
- статистикалық деректерді жинау және талдау;
- зерттеу нәтижелерін өңдеу және өндіске ұсыныстар әзірлеу.

### **Қорғауға шығарылатын қағидалар**

Диссертацияны қорғауға келесі қағидалар шығарылады:

- ұңғымалар орналасуының әртүрлі сұлбаларында өзара ара қашықтықты рН шамасын ескере отырып анықтау қажет, бұл сілтілеу процесінің тұрақты, біркелкі өтуіне және блокты игерудің оңтайлы уақытына әкеледі;
- жақын орналасқан ярусты кен шоғырларын игеру кезінде технологиялық ұңғымалар жұмысының өнімділігі мен жөндеуаралық циклі олардың сұлбалары мен орналасу желісіне байланысты;
- технологиялық ұңғымалардың өнімділігі және өнімді ерітіндідегі уранның құрамы аммоний бифторидінің және ерітіндідегі сутегі пероксидінің концентрациясына байланысты.

**Жұмыстың жариялануы және апробациясы:** жұмыс нәтижелері халықаралық ғылыми-техникалық және ғылыми-практикалық конференцияларда "Тау-кен саласының инновациялық дамуы" (Кривой Рог, 2016) және "Тау-кен металлургиялық кешенінің инновациялық дамуын ғылыми және кадрлық сүйемелдеу" (Алматы, 2017), сондай-ақ "Сәтбаев оқулары" халықаралық конференциясында (Алматы, 2018) және "Заманауи ғылыми зерттеулер: өзекті мәселелер, жетістіктер мен инновациялар" ( Пенза, 2018), Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ "Тау-кен ісі" кафедрасының ғылыми семинарларында баяндалды.

Басылымдар: екі мақала "Қазақстанның тау - кен журналында"(Алматы 2018), біреуі-"Университет еңбектері" ғылыми-техникалық журналында (Қарағанды, 2018), сонымен қатар рейтингілік "Тау-кен журналында" (Scopus базасы) (Мәскеу, 2017) жарық көрді.

**Жұмыстың құрылымы мен көлемі:** Диссертация кіріспе, 4 тарау, қорытынды және 57 атаудан тұратын библиографиялық тізімнен, сондай-ақ 99 беттік баспа мәтіннен, оның ішінде 43 сурет, 7 кесте, 25 формуладан тұрады.

## НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Семізбай уран кен орны гидрогенді кенорындары тобына жатады. Кенорнының генезисі тақталы-инфильтрациялы. Кен орны құмды-сазды шөгінділермен ұштасқан. Мүжілмеген кен сілемдері уранинит, пирит және басқа да сульфидтерден тұрады, олар жыныстардағы кеуектерді толтырады және әдетте ағаш немесе асфальтитті материалдар түрінде кездесетін көміртегімен байланысты келеді. Бөлек кен шоғырлары қатпарлануға параллель болып келеді және тақтатектес, ұзартылған формаға ие.

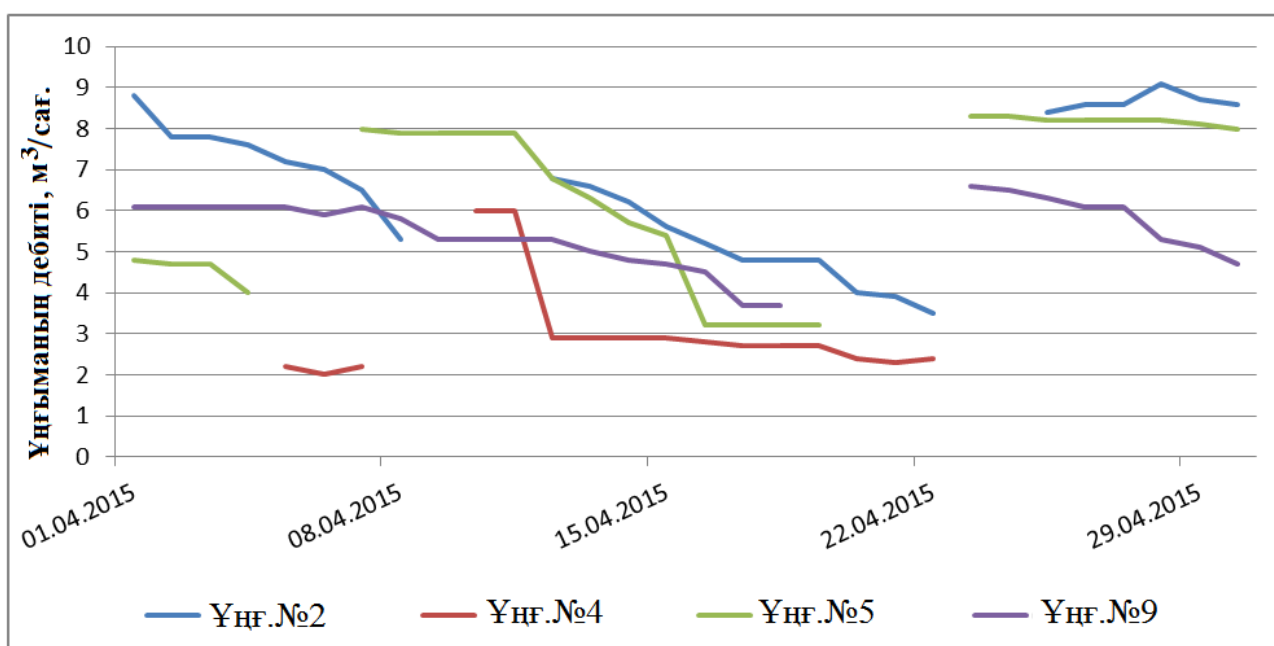
Семізбай кен орны барлық тікелей және жанама ерекшеліктерімен гидротермиялық күрделілігі бойынша III топқа жатады. Ол, 100 метрден астам гранит түзілімдердің тік қозғалысы амплитудасы тереңдетілген ендік блоктық айрықтармен анық қадағаланады. Материалдың өте әлсіз сұрыпталуы, минералданған құмдар мен балшықтардың жіңішке қабаты мен уақ линзалы табиғатымен ерекшеленеді, бұл қиалардағы литологиялық түрлі кесектерге сенімді байланыстарды қиындатады (ұңғымалардың қадамы 30 м болғанда). Бұдан басқа, кенді құмдардың саздарға ауысуы, ол тектоникалық активтендіру кезінде, оның ішінде кендік кезеңдерде жақпартастар мен үзінділердің қозғалысымен байланысты болып келеді. Семізбай кен орны ЖҰШ әдісімен игерудің геотехнологиялық ерекшеліктеріне сәйкес ең күрделі кенорны болып келеді. Семізбай кен орнының кен денесі 60-130 м тереңдікте орналасқан.

Таспа тәріздес, баланстық кенді денелермен қалыптасқан кен сілемдері, кенді линзалардың түзілісі күрделенген морфологиясымен ерекшеленген, геологиялық блоктарының өндірістік игерілуі ұңғымалардың әр түрлі сұлбалары және желілерімен жүзеге асырылады. Ең жиі қолданылатындар: сору ұңғымаларының арасындағы қашықтық 25 м, құю ұңғымаларының арасында - 25 м; қатар арасындағы қашықтық - 30 м, сондай-ақ, сору ұңғымалары арасында - 20 м, құю ұңғымалары - 20 м; қатар арасындағы қашықтық - 25 м; сору ұңғымаларының арасындағы қашықтық - 25 м, құю ұңғымалары арасында - 25 м; қатар арасындағы қашықтық - 25 м және гексагональді сұлба. Кен денелерінің орналасуы көп деңгейлі (3-4-ке дейінгі) болсада, жоғарыда көрсетілгендей ұңғымалардың қатарлы орналасуы пайдаланылады. Деңгейлер арасындағы қашықтық 5 м дейін болады.

Осы кен орнын игеру кезінде туындаған проблемалар: уранды сілтілеуге арналған оңтайлы емес геохимиялық орта, ол тиісті теріс процестерді барынша азайту үшін қажетті рН мәндерін сақтамау ретінде түсіндіріледі (мысалы, ерітінділердің жерасты бағыты бойынша қышқылдығы азаюы және қолматацияның қалыптасуы); гидравликалық қысымына байланысты құю ұңғымаларының жиі орналасқан жерлерінде ерітінділердің оңтайлы емес қозғалысының әртүрлі деңгейлерге әсер етуі.

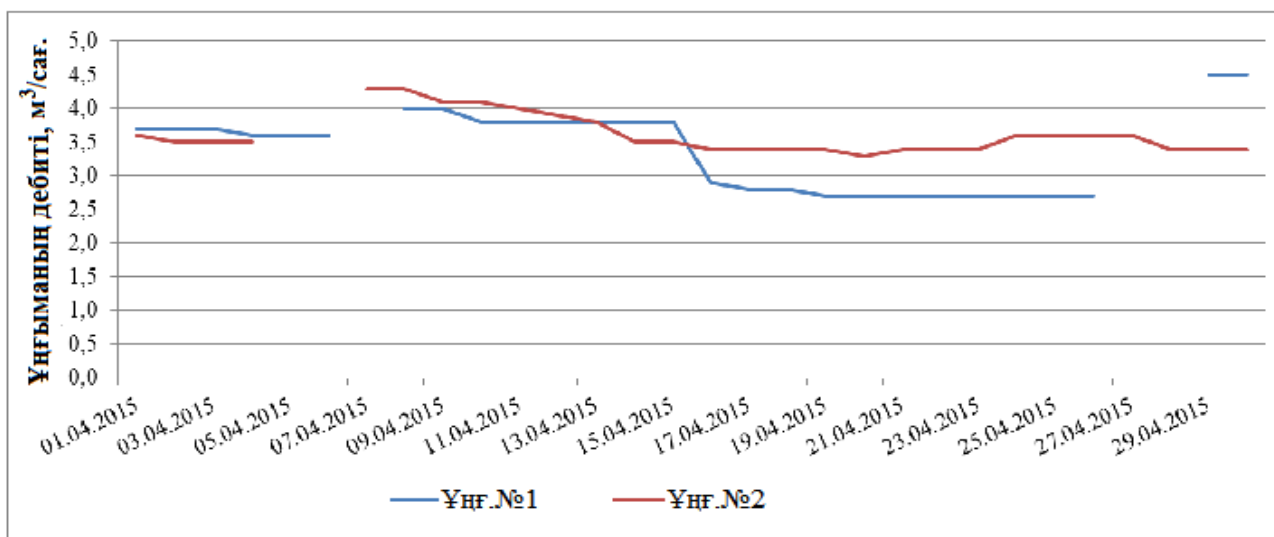
Кеніште технологиялық ұңғымаларды орналастыру торларының бірнеше нұсқалары қолданылады. Тау-кен геологиялық жағдайларды ескеріп, технологиялық ұңғымалардың орналасуының тиімді сұлбалары мен параметрлерін таңдау үшін эксперименталды жұмыстар жүргізілді. Негізгі көрсеткіш ретінде ұңғымалардың өнімділігі мен олардың колматация жиілігі қабылданды.

Бақылау көрсеткендей, ұңғыманың гексагональды схемасында тоғыз ұңғыманың жетеуінің дебиті 4% -дан 61% -ға дейін төмендеуі байқалады, ал екі ұңғымада ешқандай колматация болмады. Қалған ұңғымаларда жөндеу жұмыстары циклінің ұзақтығы 30 күнге дейін колматацияның жиілігі орташа 2 рет, кейде 3 ретті құрайды. Төмендегі 1 суретте жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарынан (ЖҚКЖ) кейін ең үлкен нәтижені көрсеткен 4 ұңғыманың графигі көрсетілген.



Сурет 1- Ұңғымалардың гексагональды орналасу сұлбасында дебиттің төмендеуі

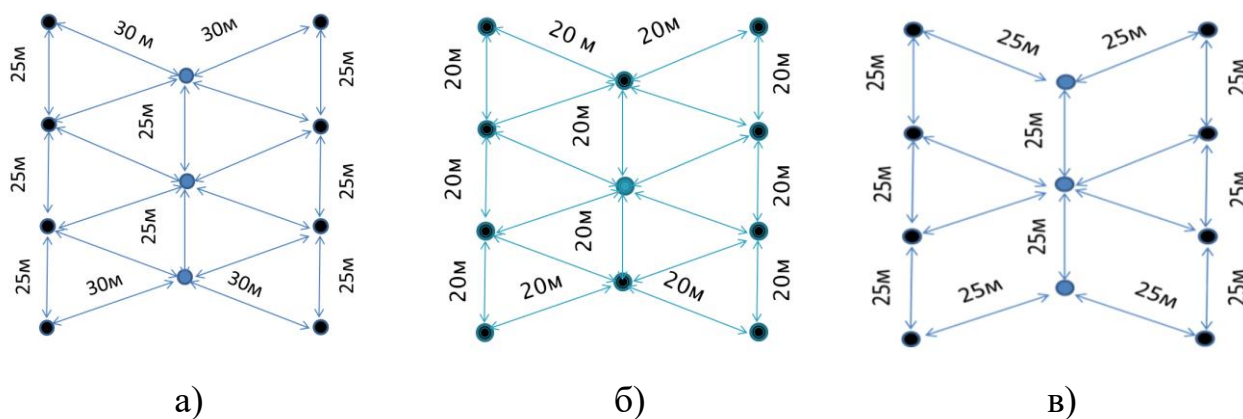
Ұңғымалардың қатарлы орналасуын қолдану кезінде (2 сурет), 2 ұңғыманың дебиті максимум 6% -ға дейін төмендеуі байқалады, ал алты ұңғымада жұмыс тоқтатылған жоқ. Жөндеудің аралық циклінің ұзақтығы 30 күнде колматацияның жиілігі орта есеппен 1 ретті құрайды.



Сурет 2 – Ұңғымалардың қатарлы орналасуы кезінде дебиттің төмендеуі

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде, осы кен орнының тау-кен және геологиялық жағдайында ұңғымалардың тиімді орналасуын сақтау және колматацияның жиілігін азайту тұрғысынан ұңғымалардың қатарлы орналасуы тиімді екендігі туралы қорытынды жасауға болады.

Таңдалған ұңғымаларды қатарлы орналасу сұлбасында, бұрғылау торабының тиімді параметрлерін анықтау үшін осы кен орнында қолданылатын технологиялық ұңғымалардың параметрлері зерттелді (сурет 3).



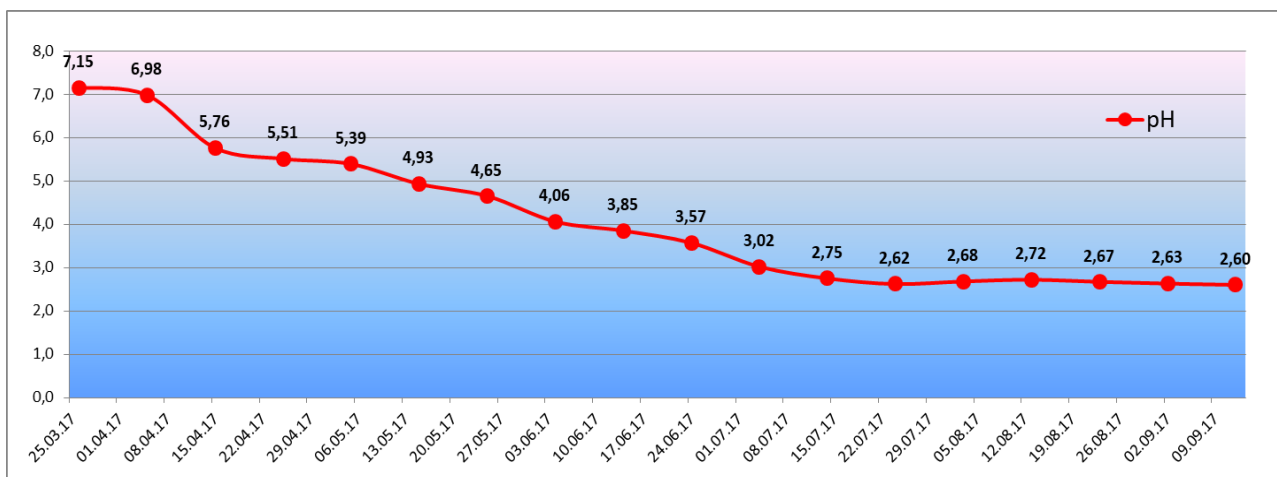
а) ұңғымалардың орналасу сұлбасының торабы 25\*25\*30 болғанда; б) ұңғымалардың орналасу сұлбасының торабы 20\*20\*20; в) ұңғымалардың орналасу сұлбасының торабы 25\*25\*25 болғанда

Сурет 3- Қолданыстағы ұңғымалардың орналасу сұлбалары

Ұңғымалардың қышқылдандыру аумағы арасында технологиялық ерітінділердің өту уақытын анықтау мақсатында, өнімді ерітінділердің рН өзгерістерін, сондай-ақ индукциялық каротаж өзгерісін анықтау үшін өндірістік -тәжірибелік блоктарда сынау жүргізілді. Бұл көрсеткіштер тұтынымдық технологиялық блоктардың қышқылдану жылдамдығын көрсетеді.

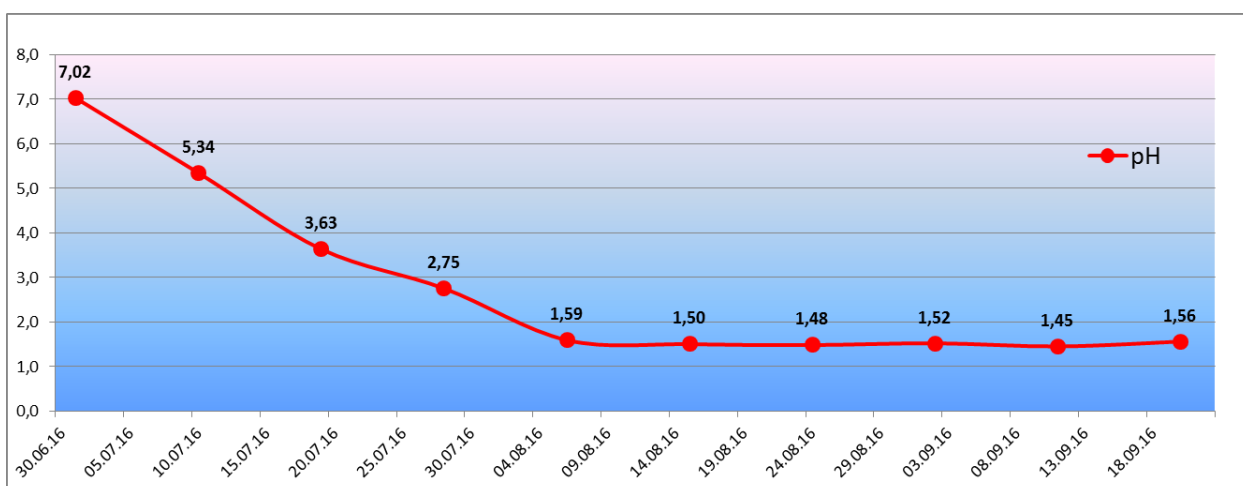
Тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері бойынша технологиялық ұңғымалар торабының орналасуына рН мәндерінің тәуелділігі алынды.

Ашу торабы 25x25x30м болғанда (сурет 4), рН 2,62 мәніне дейін технологиялық ертінділердің өту уақыты бірнеше рет (100 тәуліктен астам) көбейген. Сонымен қатар, бұл мән, сілтілеу процесі жүретін жұмыс ертіндісінің рН мәніне сәйкес келмейді. Ертінділердің өту уақытының өсуі пайдаланылатын реагенттердің артық шығынына әкеледі.



Сурет 4 – №1 блок бойынша рН мәнінің өзгеруі (ашу торабы 25×25×30м)

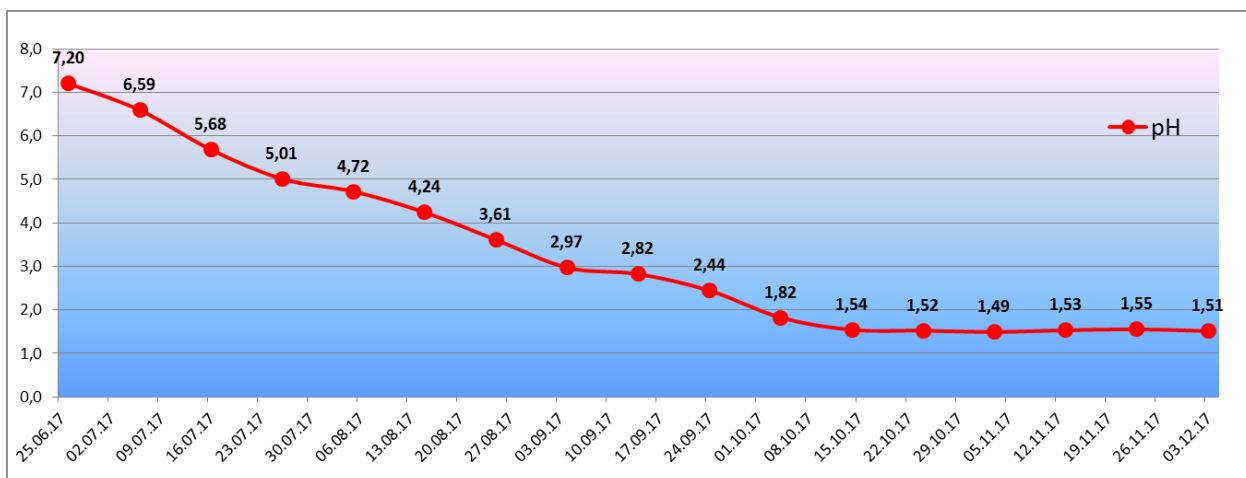
Ашу торабы 20x20x20м болғанда (сурет 5) қысқа кезеңде рН мәнінің күрт төмендеуі алынды (25-30 күн), бұл ертінділердің кен арқылы өту уақытының қысқаруына байланысты сүзгілеу коэффициентінің өсуін көрсетеді, ол кейін арналану әсеріне және кенді деңгейжиекте реакциялардың жүру уақытының жетіспеушілігіне әкелуі мүмкін.



Сурет 5 – № 2 блок бойынша рН мәнінің өзгеруі (ашу торабы 20×20×20м)

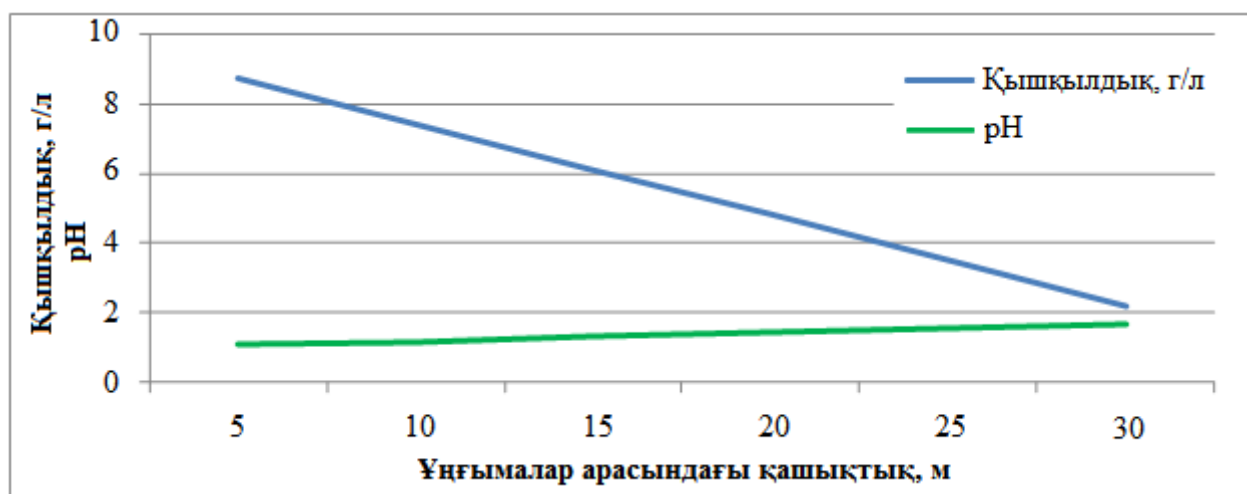


Ашу торабы 25x25x25м болғанда (сурет 6), рН төмендеу процесі тұрақты және біркелкі өтеді. Процестің тиімді өтуі үшін қажетті рН мәндері 60-70 тәулік кезеңі ішінде алынған.



Сурет 6–№3 тәжірибелік ұяшығы бойынша рН мәнінің өзгеруі (ашу торабы 25×25×25м)

Алынған мәліметтерді растау үшін күкірт қышқылының концентрациясы мен рН мәнінің әр түрлі сұлбалардағы ұңғымалар арасындағы қашықтыққа тәуелділігін алу үшін қосымша зерттеулер жүргізілді. Статистикалық деректерді өңдеу арқылы әртүрлі сұлбаларда ұңғымалар арасындағы қашықтыққа күкірт қышқылының және рН концентрациясының тәуелділігі алынды (сурет 7).



Сурет-7. Күкірт қышқылы мен рН концентрациясының ұңғымалар арасындағы қашықтыққа тәуелділігі

Ұңғымаларды орналастырудың әртүрлі сұлбаларының жұмысын талдау, ұңғымалар арасындағы қашықтықты өсіру, ток желілері бойынша өнімді

ерітіндідегі күкірт қышқылының құрамының төмендеуіне және рН деңгейін жоғарылауына әкеледі деген шешім қабылдауға мүмкіндік берді.

Ұңғымалар арасындағы қашықтық 20-25 метр болғанда (қатарлы сұлба) күкірт қышқылының концентрациясы сору ұңғымасына жақындағанда тиісінше, 4 г/л - 2,8 г/л-ге дейін төмендейді. Бұл мәндер 1,5-1,7 рН мәніне сәйкес келеді, яғни бітелу элементтерінің шөгуі едәуір болмайды. Ал ұңғымалар арасындағы қашықтық 30 м болғанда, күкірт қышқылының концентрациясы 1 г/л-ге дейін төмендейді, сәйкесінше рН 1,9-ға тең, бұл біршама элементтедін шөгу аумағы болып есептеледі. Бұл деректер, ұңғымалар арасындағы оңтайлы ара қашықтық 25 метр екендігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

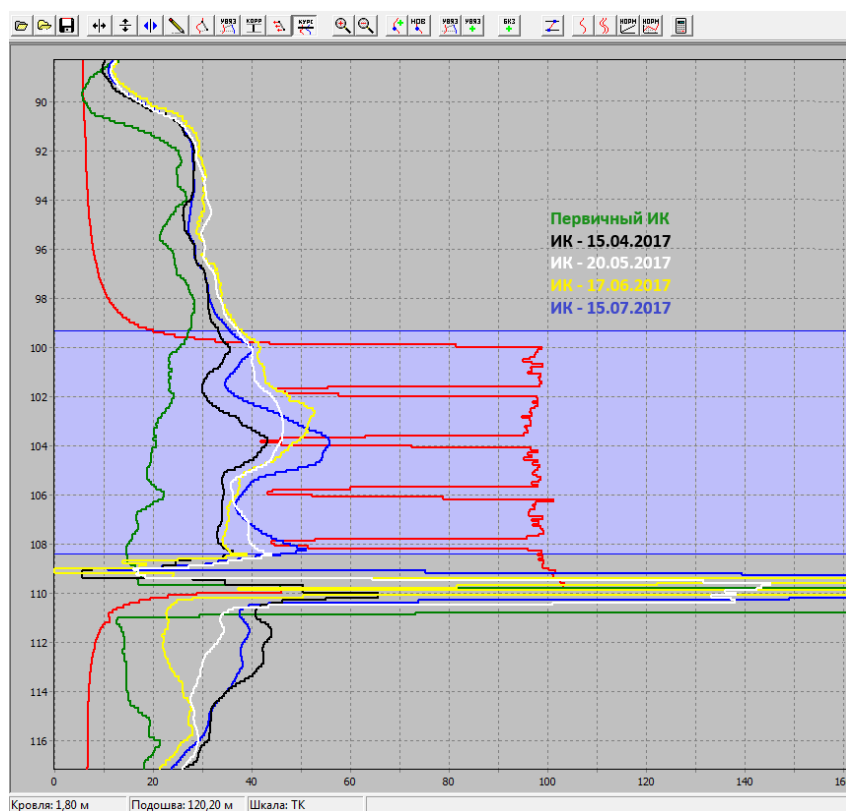
Алынған нәтижелерді растау үшін бұрғылау тораптары әр түрлі технологиялық блоктарда бақылау ұңғымалары салынды. Бұл ұңғымаларда қышқылдандырудың бастапқы кезеңінен бастап, белсенді сілтілеу кезеңіне дейін сынма алу және индукциялық каротаж (ИК) жүргізілді.

Диаграммада (сурет 8) ИК деректеріне негізделген жыныстардың қышқылдану дәрежесін анықтаудың нәтижесі көрсетілген. Бұл ұңғыма 25 \* 25 \* 30м торабы арқылы бұрғыланған блоктың ортасында орналасқан. Зерттелінетін ұңғыма орналасқан жер арқылы өткен осы блоктың технологиялық ертінділері кенқұраушы жыныстарының электрлік қасиеттерінде білінді.

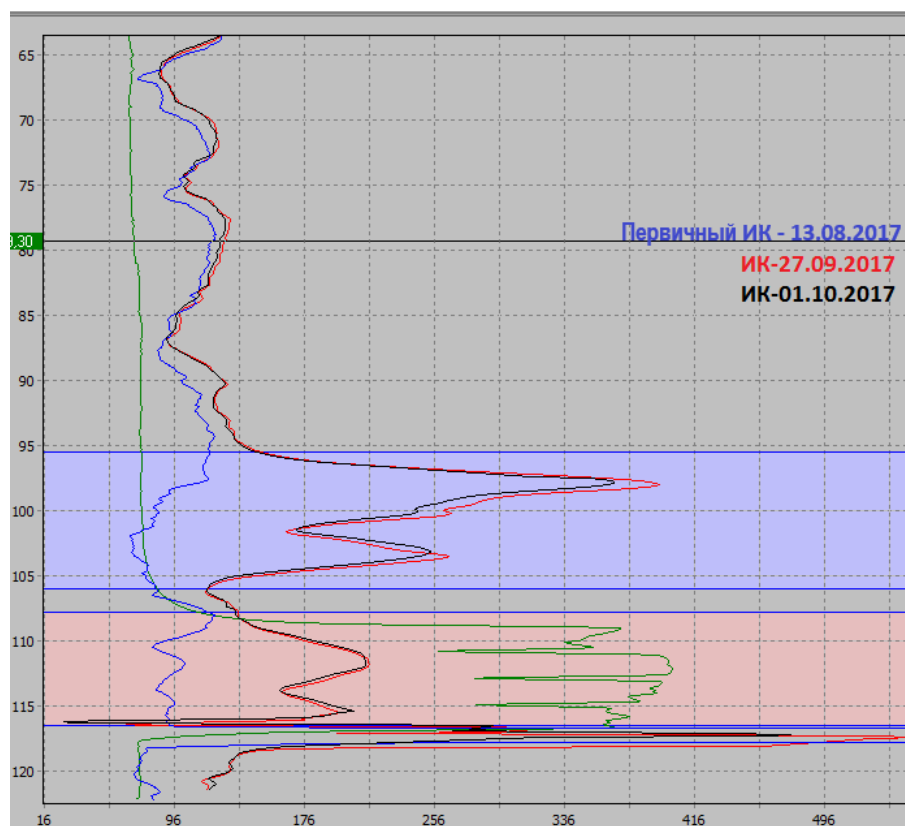
Зерттелетін блоктың қышқылдану динамикасы кезеңді жүргізілген индукциялық каротаж диаграммалардың өзгеруімен айқын көрінеді. Осы қисықтардың деректері бойынша 25\*25\*30м ашу торабында қышқылдану өте баяу жүреді. Осылайша, ИК деректері, сынамалау нәтижесі бойынша алынған рН мәндеріне жасалған шешімдерді растайды.

Диаграммада (сурет 9) ашу торабы 25\*25\*25м болған кезде тау-кен-массасының қышқылдану дәрежесінің өзгеруі көрсетілген.

Көрсетілген қисықтарда, екі тұрақты сутірегі арасында орналасқан жоғары кенді деңгейдің қышқылдануы төменгі кенді деңгейжиекке қарағанда жылдамдық өтетінін көруге болады. Алайда төменгі кенді деңгей 25\*25\*25м торабы 25\*25\*30м торабына қарағанда, уақыт бойынша әлдеқайда жылдамдығы жоғары дәрежеде қышқылдандыру деңгейіне сәйкес келетін белгілі электрөткізгіштік дәрежесіне жетті.



Сурет 8-25\*25\*30м бұрғылау торабында ИК уақыттағы өзгеру диаграммалары

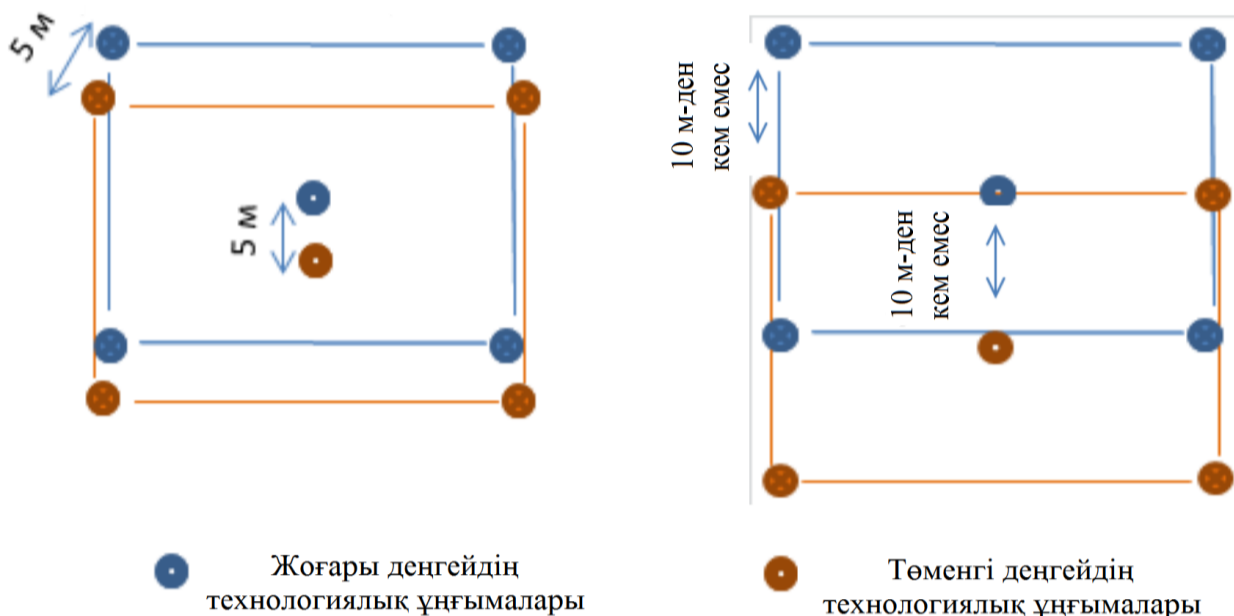


Сурет 9-49 тәуліктен соң ұңғыманың қышқылдану аумағы (25\*25\*25)

Жоғарыда келтірілген ақпаратты қорытындылай келе, қатарлы «конвертті» сұлбасы бойынша 25x25x25м бұрғылау желісін пайдаланған кезде төрт құю ұңғымасы және бір сору ұңғымасы бар төртбұрыш ұяшықтары жасалғанда, артық технологиялық ұңғымалардың болуы алынып тасталады деген қорытынды жасауға болады. Бұл желіні пайдалану, процестің тұрақты және біркелкі өтуіне, ол өз кезегінде блокты игеру уақытының оңтайлы болуына және реагенттерді ұтымды жұмсауға әкеледі.

Қазіргі уақытта гидрогенді уран кендері ЖҰШ әдісімен игеріледі, олардың кейбіреулері өнімді деңгейжиектерде ярусты орналасқан бірнеше кендік денелерге ие. Әдетте, бұл кен денелері тігінен тұрақты сутіректермен шектелмеген және бір-бірінен 8-ден 50 м дейінгі қашықтықта орналасқан. Сонымен қатар жоғарғы және төменгі кенді деңгейжиектердің технологиялық ұңғымалары арасындағы қашықтық, 5 метрден аспайды (сурет 10а). Бұл ұңғымалардың орналасу сұлбасын қолдану ерітінділердің геотехнологиялық балансын сақтаудың күрделілігі мен белгілі бір учаскелерге гидравликалық жүктеменің өсуіне байланысты технологиялық блокты игеру ұзақтығын арттыруға әкеледі.

Жоғарыда келтірілген кемшіліктерді жою үшін күрделі гидрогенді кенорындарда көп ярусты кендерді ашудың ұсынылған сұлбасы, 10б суретте келтірілген.



а) көп ярусты кендерді ашудың қолданыстағы сұлбасы;  
 б) көп ярусты кендерді ашудың ұсынылған сұлбасы.  
 Сурет 10 - Көп ярусты кендерді ашу сұлбалары

Ұсынылған сұлбаның негізгі айырмашылығы төменгі кенді деңгейжиектің технологиялық ұңғымалары, жоғары кенді деңгейжиектің технологиялық ұңғымаларының арасындағы қашықтықтың ортасында орналасуы тиіс.

Осылайша, ұңғымалардың жоспардағы жоғарғы және төменгі деңгейжиектер арасындағы қашықтығы 10 метрден кем болмайды. Сиретілген тораптағы ұңғымалардың біркелкі бөлінуі, кенді сулы деңгейжиекке түсетін нүктелік гидравликалық жүктемені азайтады. Бұл қабаттағы технологиялық ертінділерді неғұрлым тиімді бөлуді және олардың еркін айналуын қамтамасыз етеді, белгілі бір учаскелерде шамадан тыс қысымның болуына байланысты «арналану» әсерін жояды.

Бұл сұлба нүктелік гидравликалық жүктеменің азаюына байланысты технологиялық балансты сақтап қалу мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Бұл, сонымен бірге, құю ұңғымаларында, белгіленген регламентке сәйкес жүргізілетін ЖҚКЖ санын азайтуға әкеледі. Сондай-ақ, басқа деңгейжиектегі қосарланған ұңғымалардың жұмысына қарамастан, қатарлар арасындағы ұңғымаларды реверстеуге мүмкіндік болады. Себебі ол деңгейжиектер арасындағы ертінділердің артық қысымын жояды.

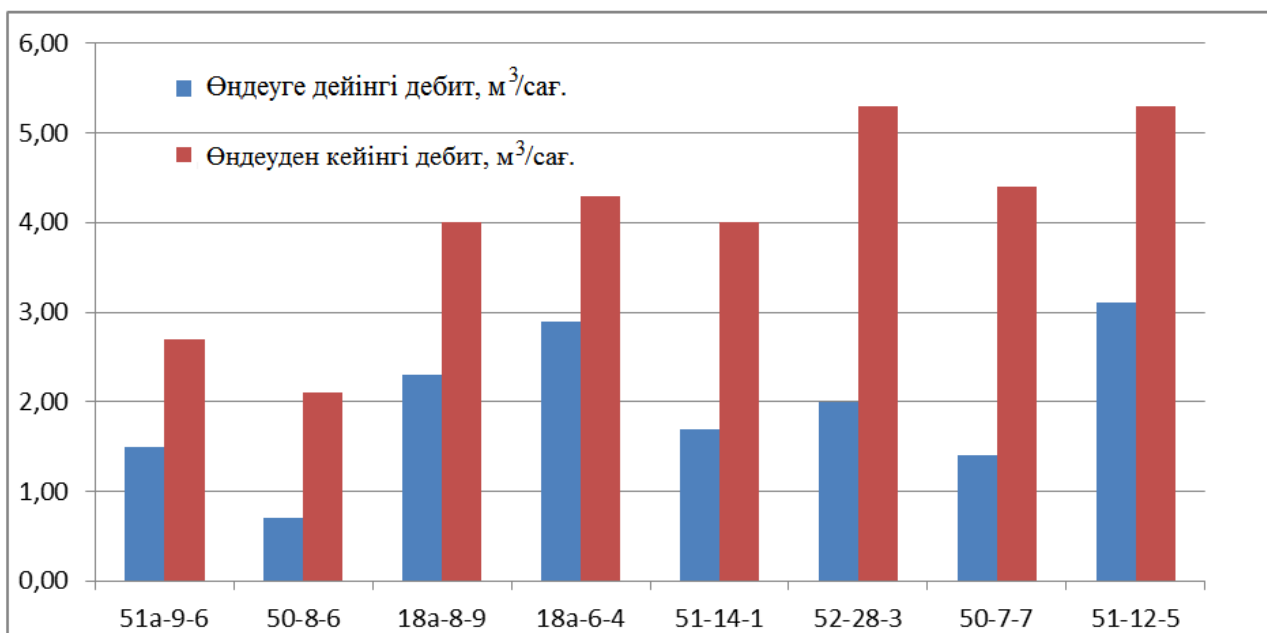
Семізбай кен орнын игеру жағдайында, технологиялық ұңғымаларды пайдалану кезінде, кремнийдің қосылыстары бар химиялық колматацияның бар екендігін растайды. Тұтынудың басында дебит жақсы болғанымен ол бірте-бірте азаяды. Бұл жағдайда дебитті ұлғайтуға бағытталған шаралар (свабтау, сығылған ауамен эрлифті шаю, химиялық өңдеу) күтілген нәтиже бере бермейді.

Бұл мәселені шешу үшін біз күкірт қышқылының ертіндісінің қатысуымен аммоний бифторидін пайдаланып бітелетін заттарды еріту қабілеттілігін арттыру әдісін ұсындық.

Реакция процесінде аммоний бифторидінің шығынын болдырмау үшін, ұңғыманың бағанасының ернеуіне жүктеме қорабы орнатылып аммоний бифториді алдын-ала ерітусіз қорабқа тікелей төгілді. Содан соң, құю шлангасын ұңғыманы ұстап тұру бағанасына 5-10 м статикалық деңгейден төмен түсіріп және оны ұңғыманың ернеуіне бекіту арқылы жоғары қышқылдықты сілтілеу ертіндісімен (ЖҚСЕ) терең химиялық өңдеу жүргізілді. ЖҚСЕ ұңғымаға беру жылдамдығы оның қабылдағыштығына байланысты төгу бұрандасымен реттелді.

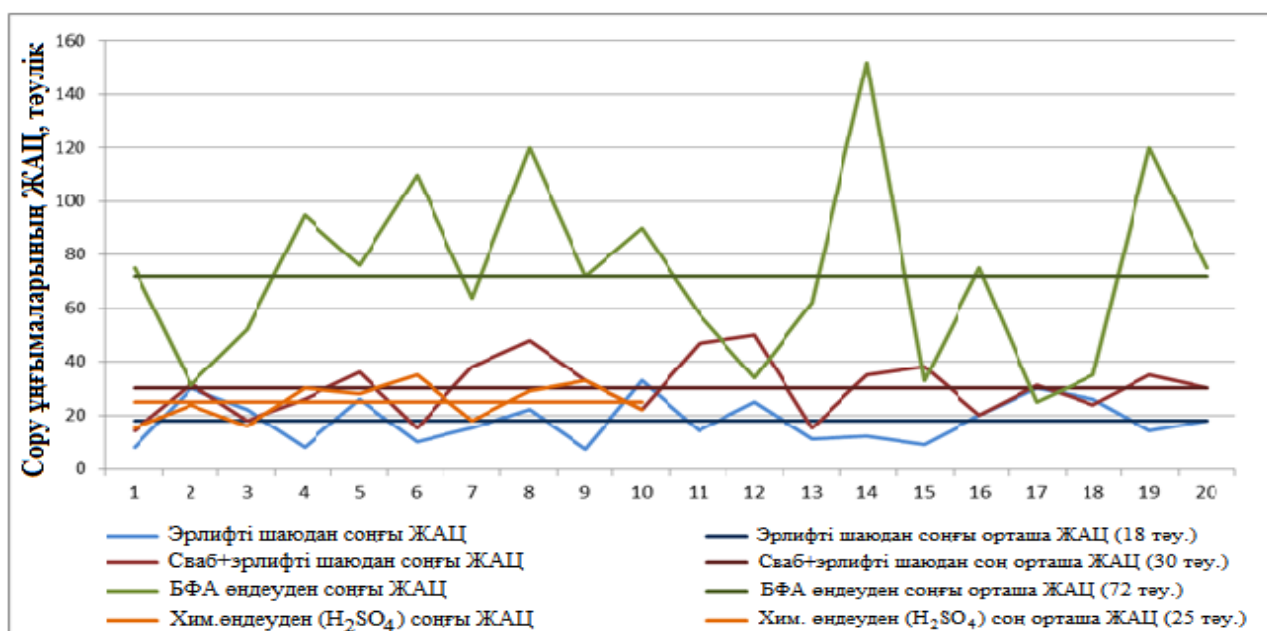
Аммоний бифторидін бергеннен кейін күту уақыты 24 - 48 сағат аралығында өзгерді. Бір технологиялық ұңғыманы өңдеуге арналған аммоний бифторидінің шығыны 15-50 кг құрайды. Күту уақыты біткеннен кейін реагентпен өңдеу режимі, ұңғыманың сүзгі аумағына және тұндырғышқа еріген колматанттарды алып тастау үшін ертінді тазарғанға дейін, эрлифті шаю жүргізілді.

Жоғарыда келтірілген әдіспен химиялық өңдеу нәтижесінде, технологиялық ұңғымаларда дебиттер сәйкесінше 1,4-2,0 м<sup>3</sup>/сағаттан 4,4 - 5,3 м<sup>3</sup>/сағ. дейін өсті. Осылайша, ұңғымалардың өнімділігінің 48% -дан 75% -ға дейін, ал кейбір жерлерде 150% дейін артуына қол жеткізілді (сурет 11).



Сурет 11 - АБ өндеу нәтижесі бойынша технологиялық ұңғымалардың дебиттерінің өзгеруі

Ұңғымаларды аммоний бифторидімен өндеуден кейін, жөндеу аралық циклы орта есеппен 55 күнге артты. Алынған нәтижелерден ұңғымаға ерімеген АБ ерітіндісі себіліп, оның үстіне ЖҚСЕ беру тиімдірек болатыны туралы қорытынды жасалды. Плавикті қышқылдың түзілу реакциясы тікелей сүзгілеу аумағында өтеді, ол кремнийдің қиын ерітілетін қосылыстарына қосыла отырып, технологиялық ұңғымалардың сүзгілерінің колматациялануын азайтады (12-сурет).



Сурет 12 – Жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарынан кейінгі жөндеудің аралық циклін салыстырмалы талдау

Қиын еритін химиялық қолматацияларды жою мақсатында аммоний бифторидін қолданып қышқылды ерітінділермен технологиялық ұңғымаларды химиялық өңдеу, алға қойылған мақсаттарды қанағаттандыратын нәтижелерді берді.

Біз шаймалау ерітінділеріне сілтілеу процесінде тотықтырғыш зат ретінде сутегі пероксидін қосу жолымен өнімді ерітіндідегі уранның концентрациясын арттыру үшін зерттеулер жүргіздік.

Айта кету керек, Семізбай кен орны Шу-Сарысу және Сырдария провинцияларының кенорындарынан айырмашылығы, терең қосымша қайта қалпына келуімен ерекшеленеді, бұл қабаттық судың және тау-кен массасы құрамында 3+ темірдің жоғалып кетуіне әкеледі. Сондықтан, қышқылдығы әртүрлі сілтілеу ерітінділерінде 2+ темірді темірдің 3+ дейін тотықтыру үшін сутегі пероксидін (құрамында 60% дейін  $H_2O_2$ ) беру бойынша өндірістік-тәжірибелік жұмыстар жүргізілді

Тотығуға сутегі пероксидінің мөлшерін көрсететін бақыланатын параметр ретінде тотығу қалпына келтіру процесі мәні және сілтілеуші ерітінділердегі 3 валентті темір концентрациясы болып табылады.

Жүргізілген эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша зерттелген технологиялық блоктарда және ұңғымаларда күкірт қышқылының және сутегінің пероксиді концентрациясының, уранның құрамына тәуелділігі алынды.

Бірінші кезеңде тәжірибелік А блогына сутегі пероксидін беру сілтілеуші ерітінділердің төмен қышқылды жағдайында (3-5 г/л) 40 күн бойы берілді (сурет 13).

Бұл кезде сілтілеуші ерітіндіде, сутегі пероксидінің орташа концентрациясы  $0,4 \text{ л/м}^3$  болды. 13 суретте көрсетілгендей, сутегінің пероксидін беру басталғаннан кейін 24 күн өткенде уранның концентрациясы 6-8 мг/л көлемінде аздап өсуі байқалады.

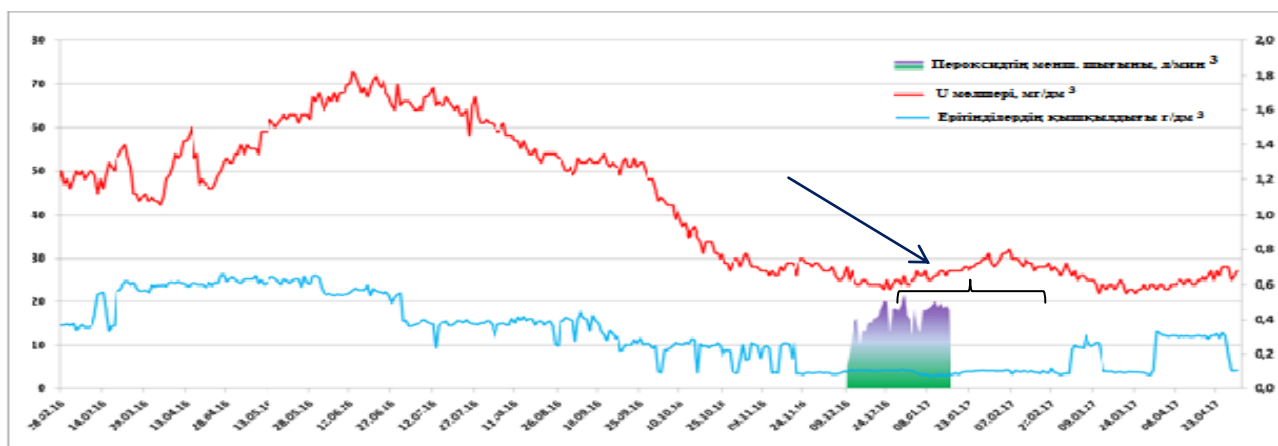
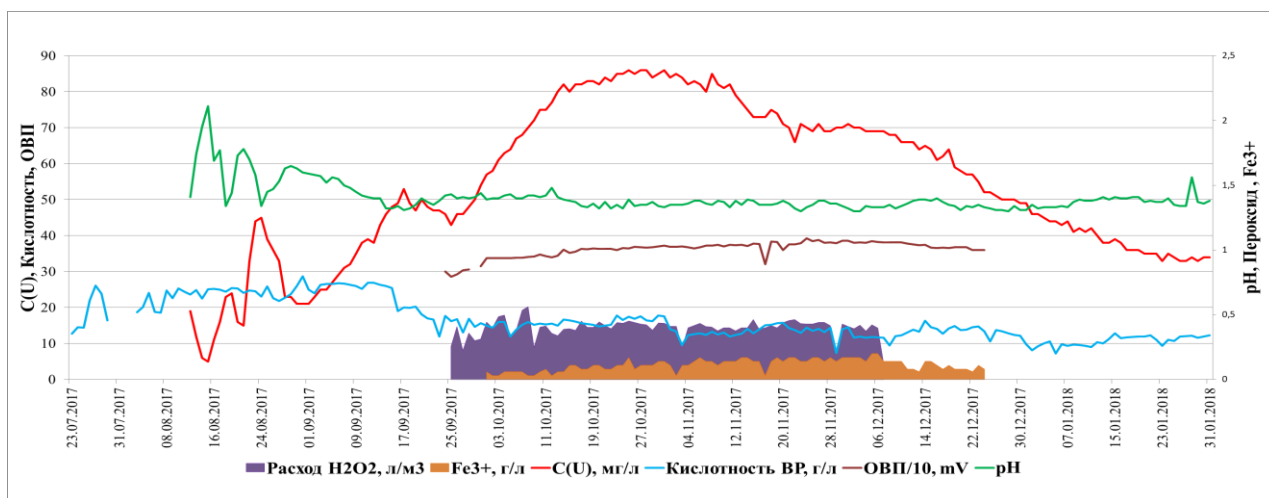


Рисунок 13 - Төменгі қышқылдық жағдайында сутегінің пероксидін беру (3-5 г/л)

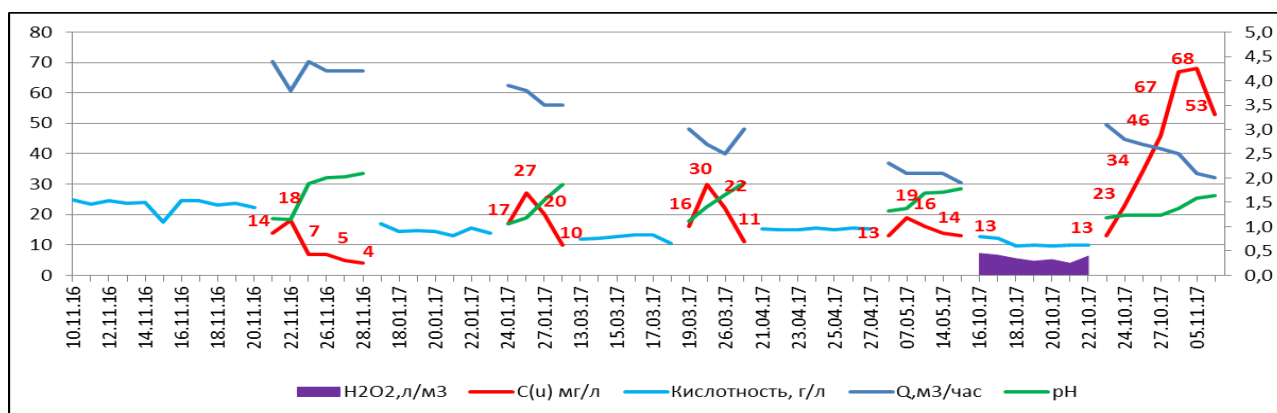
Эксперименттік жұмыстардың екінші кезеңінде технологиялық В блокқа сілтілеу ерітіндісіндегі күкірт қышқылының концентрациясы  $\approx 15-18$  г/л кезінде сутегі пероксиді берілді (14-сурет). Мұнда, сутегі пероксидін беру басталғаннан соң қысқа уақыттан кейін уранның өнімді ерітінділердегі концентрациясының артуы байқалды.

Сутегі пероксидін технологиялық В блогына беруді тоқтатқаннан кейін, күкірт қышқылының ерітіндідегі концентрациясы 15-18 г/л деңгейінде қалды. Алайда, өнімді ерітіндіде уран концентрациясының тұрақты төмендеуі байқалды.



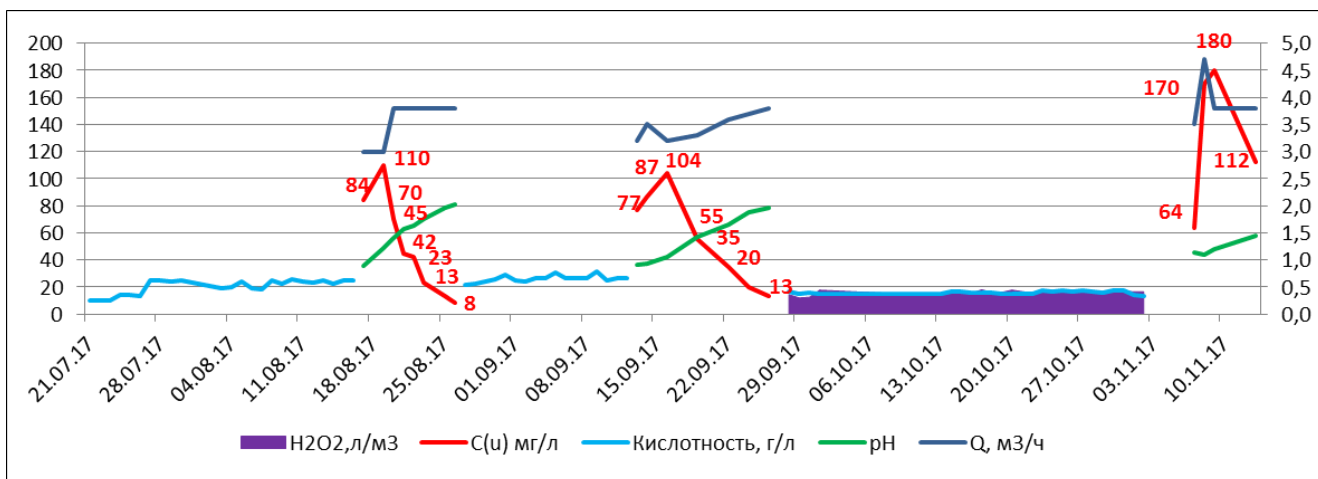
Сурет 14 - Орташа қышқылдық (15-20 г/л) жағдайында сутегі пероксидін беру

Үшінші кезеңде сутегі пероксиді бөлек ұңғымаларға нүктелік түрде берілді. Эксперименттік жұмыстар үшін екі ұңғыма таңдалып алынды, олардың біреуі блоктың ортасында орналасқан, екіншісі - жалғыз пуш-пульді ұңғыма. Төмендегі 15 және 16-суреттерде тек қана күкірт қышқылы ерітіндісі қолданылған және одан кейін қосымша сутегі пероксиді қосылған ұңғымалар жұмысының графигі берілген.



Сурет 15 - Жеке скважиналарға (нүктелі) сутегі пероксидін беру, блоктың ортасындағы универсал ұңғыма





Сурет 16 - Жеке скважиналарға (нүктелі) сутегі пероксидін беру, «пуш-пул» ұңғыма

Семізбай кенішінде сутегінің пероксидін пайдалану нәтижелері, сутегі пероксидін пайдалану өнімді ерітінділердегі уранның концентрациясын орташа 25% деңгейге көтеруге оң әсерін тигізетіндігін анық көрсетеді. Сонымен бірге, сутегі пероксидін берудің оңтайлы шарттары күкірт қышқылының ерітінділердегі 13-15 г/л кем емес концентрациясын қамтамасыз ету болып табылады. Олай болмаған жағдайда, сутегі пероксидінің оң әсері едәуір төмендейді. Белсенді сілтілеудің бастапқы кезеңінде игерілу деңгейі төмен блоктарға сутегі пероксидін беру жақсырақ болып келеді.

Орындалған жұмыстардың нәтижесінде келесідей қорытынды жасауға болады.

#### **Зерттеу нәтижелері бойынша қысқаша қорытындылар.**

1. Жерасты ұңғымамен шаймалау технологиясын қолдану кезіндегі проблемалар, су тұтқыш қабаттың сүзгіш аймақтарындағы сүзгілердің кольматациясы мен ұңғымалардың орналасу желісін дұрыс таңдамау нәтижесінде технологиялық ұңғымалардың өнімділігінің төмендеуі болып табылады.

2. Семізбай кен орның игеру барысында, ұңғымалардың қажетті өнімділігін сақтау үшін кольматация жиілігін төмендету тұрғысынан ұңғымалардың орналасуының қатарлы сұлбасы тиімді болып табылады.

3. Жақын орналасқан кен шоғырларын шаймалау үшін, төменгі кен қабатының технологиялық ұңғымаларын жоғарғы кен қабатының технологиялық ұңғымаларының ортасында орналастыру қажет болуымен ерекшеленетін, ұңғымалардың орналасуының технологиялық сұлбасы ұсынылды. Ұңғымалардың біркелкі қашықтықта орналасуы, сулы кен қабатына нүктелік гидравликалық жүктеменін таралуын жоспарлы түрде төмендетеді. Бұл қабаттағы технологиялық ерітінділердің неғұрлым тиімді таралуына және белгілі бір учаскелерге артық қысымға байланысты "арналану" әсерін болдырмауына және олардың еркін айналуын қамтамасыз етеді.

4. Аммоний бифторидін қолдану арқылы ұңғымалар дебитінің өңдеуге дейін және кейінгі тәуелділігі алынды. Аммоний бифторидінің ерітінділерін қолдана отырып, технологиялық ұңғымаларды химиялық өңдеу тиісті сапада оң нәтиже береді. Химиялық өңдеу технологиялық ұңғымалардағы дебиттің 1,4 - 2,0 м<sup>3</sup> / сағ-тан 4,4-5,3 м<sup>3</sup>/сағ-қа дейін көбейуіне әкелді, яғни дебит тиісінше 48% - дан 75% - ға дейін, ал кей жерлерде 150% - ға дейін көбейді.

5. Шаймалау уақытын азайту және алынатын өнімді арттыру үшін сілтілендіру ерітінділерінде күкірт қышқылының концентрациясын есепке ала отырып, сутегі пероксидін пайдалану ұсынылады. Семізбай кен орнының жағдайы үшін сутегі пероксидін қолдану, өндірілетін өнімді ерітінділерде уран концентрациясының орта есеппен 25% - ға өсуіне оң әсер етеді.

#### **Қойылған тапсырмалардың толық шешілуін бағалау.**

Жұмыста қойылған келесі тапсырмалар шешілді:

- технологиялық ұңғымалардың өнімділігі мен кольматация жиілігі, олардың орналасу сұлбасына тәуелділігі бар екені белгіленді, бұл ұңғымалар жұмысының жөндеуаралық циклін арттыруға және уранды шаймалаудың өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді;

- рН шамасының технологиялық ұңғымалардың желісінен және параметрлерінен тәуелділігі алынды, бұл ЖҰШ процесінің тұрақты, біркелкі өтуіне және реагенттердің ұтымды жұмсалыуына әкеледі;

- технологиялық ұңғымалар өнімділігінің жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары кезінде пайдаланылатын аммоний бифторидінің көлеміне тәуелділігі анықталды, бұл олардың жұмысының жөндеуаралық циклін, сондай-ақ сілтілеу ерітіндісінде сутегі пероксидін қолдану өнімді ерітіндідегі уранның мөлшерін арттыруға мүмкіндік береді.

Гидрогенді кен орындарын игеру кезінде жерасты ұңғымамен шаймалаудың түрлі схемаларының тиімділігін арттыру бойынша диссертацияда қойылған міндеттер толық шешілді, жұмыстың мақсаты орындалды. Ұңғымалардың қатар орналасу сұлбасы мен бұрғылаудың 25x25x25м желісі, сондай-ақ аммоний бифторидінің қажетті концентрациясы және сутегі пероксидін қолдану ұсынылды.

#### **Зерттеу нәтижелерін нақты пайдалану бойынша ұсыныстар мен бастапқы деректер.**

Орындалған зерттеулер негізінде:

- Семізбай кен орны үшін 25x25x25м ұңғымалардың орналасуының қатардағы сұлбасын және оларды бұрғылау желісін пайдалану ұсынылады, бұл процестің тұрақты, біркелкі өтуіне және реагенттердің тиімді жұмсалыуына әкеледі.

- шаймалау процесінің тиімді өтуі үшін рН қажетті мәндеріне 60-70 тәулік өткеннен кейін жетеді.

- жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу үшін бір технологиялық ұңғымаға 25 кг аммоний бифторидінің концентрациясы ұсынылды.

- сутегі пероксидін қолданған кезде сілтілеу ерітіндісінде күкірт қышқылының қажетті концентрациясы 13-15 г/л кем болмауы тиіс.

### **Техникалық-экономикалық тиімділікті бағалау.**

Зерттеу нәтижелерін енгізуден экономикалық әсер, ұңғыманың жөндеу аралық жұмыс циклінің 15%-ға және өнімді ерітіндідегі металдың концентрациясын 25%-ға ұлғайтын ескере отырып, ауданы 15 мың м<sup>2</sup> блоктарға есептелген, бұл 41485552,6 теңгені құрайды.

**Осы саладағы үздік жетістіктермен салыстырғанда орындалған жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау.**

Орындалған жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау ТМД және алыс шетелдердің ғылыми-зерттеу жұмыстарын талдау негізінде жүргізілді. Осы диссертацияда ұсынылған әдеби дереккөздерге жасалған талдау, теориялық және эксперименталдық зерттеулердің нәтижелері уранның күрделі гидрогенді кен орындарын игеру кезінде ұңғымалардың орналасу сұлбасы мен желілерін таңдау рН көлемін ескере отырып жүргізілмеген. Жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарда аммоний бифторидінің концентрациясы және сутегі пероксидін қолдану кен орнының геологиялық ерекшеліктерін ескерместен ұқсас қабылданады, сондықтан орындалған диссертация жаңалыққа ие және уранды жерасты ұңғымамен шаймалау технологиясының ғылыми-техникалық деңгейі мен даму үрдістеріне сәйкес келеді.

**Диссертация бойынша зерттеулердің негізгі нәтижелері келесі жұмыстарда жарияланды**

1. Джакупов Д.А., Повышение эффективности добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания Международная научно-техническая конференция «Инновационное развитие горнодобывающей отрасли» 14 декабря 2016год., Кривой Рог, Украина

2. Юсупов Х.А., Алиев С.Б., Джакупов Д.А., Ельжанов Е.А. Применение бифторида аммония для химической обработки скважин при подземном выщелачивании урана/ ISSN 0017-2278 Горный журнал, 2017год Москва №4 (скупс)

3. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А., Назарбаева Н.А., Выбор схемы и параметров скважин технологического блока Международная научно-практическая конференция «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса» 27-28 апреля 2017г., г. Алматы

4. Джакупов Д.А. Влияние искривления технологических скважин на показатели выщелачивания урана/ Труды Сатпаевских чтений «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии»

5. Джакупов Д.А. Выбор схемы расположения технологических скважин при разработке многоярусных рудных залежей Международная научно-практическая конференция «Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации», Пенза, 2018, ISBN 978-5-907135-46-8 Ч. 1 ББК 60

6. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А., Башилова Е.С., Повышение эффективности отработки сложных гидрогенных месторождений урана с

применением пероксида водорода. Горный журнал Казахстана, 2018, №2, Алматы, ISSN 2227-4766

7. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А., The effect of the concentration of sulfuric acid on the distance between the wells in the uranium leaching , Горный журнал Казахстана, 2018, №2, Алматы, ISSN 2227-4766

8. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А., Башилова Е.С. Влияние схем вскрытия технологических блоков при отработке месторождений урана Труды университета 2018, №3, Караганды, ISSN 1609-1825