

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ӘОЖ 622.276.72

Қолжазба құқығында

МАУЛЕТБЕКОВА БҰЛБҰЛ КУСМАНҚЫЗЫ

**Ыдыратқыш құрылғыларды қолдана отырып кәдеге жарату үшін
технологиялық ұңғымалардың пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін
фракциялау процесінің тиімділігін арттыру**

8D07110 – «Машиналар және жабдықтардың сандық инженериясы»

Философия докторы (PhD) дәрежесін алуға
арналған диссертациялық жұмыс

Отындық ғылыми кеңесшілер:
Техника ғылымдарының докторы,
профессор Б.А. Жаутиков
Техника ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор Б.З. Калиев
Шетелдік ғылыми кеңесші:
Техника ғылымдарының кандидаты,
доцент В.В. Зотов (Мәскеу, РФ)

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2025

МАЗМҰНЫ

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	4
КІРІСПЕ	5
1 МӘСЕЛЕНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІН ҚОЮ	14
1.1 Ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі табиғи ортаның ластануының көздері, себептері, сипаттамасы және жіктелуі	14
1.2 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен бұрғылау шламын кәдеге жарату әдістері	16
1.3 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен шламды жою әдістер ...	19
1- бөлім бойынша қорытынды	23
2 ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН (ПБЕ) КӘДЕГЕ ЖАРАТУ БОЙЫНША ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ШЕШІМДЕР	25
2.1 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кәдеге жаратуға арналған бар әдістер мен қолданылатын техникаларға аналитикалық шолу	27
2.2 Зерттеу материалдары мен әдістері	30
2.3 Ыдырату процесінің ерекшеліктері	35
2.4 Бұрғылау ерітінділерін ыдыратуға арналған құрылғы	39
2-бөлім бойынша қорытынды	43
3 ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ҮШІН ЫДЫРАТҚЫШ ПЕН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ	46
3.1 Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің сұйық және қатты фазасын бөлуге арналған қондырғы	49
3.2 Табиғи үлгілерді пайдалана отырып эксперименттік зерттеулер ...	51
3.3 Компьютерлік бағдарламаны пайдалана отырып, тиімділікке талдау жүргізу және алынған нәтижелердің есептік негіздемесі ...	53
3.4 Зерттеу нәтижелерін негіздеу	74
3-бөлім бойынша қорытынды.....	78
4 ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ҚАЛДЫҚТАРЫН ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ	80
4.1 Қалдықтардың пайда болу көлемін есептеу және негіздеу	80
4.2 Бұрғылау шламының түзілу көлемін есептеу	84
4.3 Қондырғы конструкциясын қолданыстағы өндіріс модельдерімен салыстыру	88

4-бөлім бойынша қорытынды	89
ҚОРЫТЫНДЫ	90
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	92
ҚОСЫМША А – Ыдыратқыш құрылғының толық құрастыру және құрылма сызбалары.....	98

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

АҚ – Акционерлік қоғам
КеАҚ – Коммерциялық емес акционерлік қоғам
ҒЗЖ – ғылыми-зерттеу жұмыстары
ЖҰС – жер асты ұңғылап сілтiсiздендiру
ПБЕ – пайдаланылған бұрғылау ерiтiндiлерi
ҚСЕ – қатайтатын саз ерiтiндiлерi
БШ – бұрғылау шламы
БАС – бұрғылау ағынды сулары
ЖЖМ – жанар-жағармай материалдары
ТКМК – тау кен металлургия кешені
ҚБЕ – қатайтатын балшықты ерiтiндiлер

КІРІСПЕ

Қазақстан уран қорлары бойынша әлемде екінші (Австралиядан кейін) орын алады, бұл ретте қорлардың 70% – ы ең аз шығынды тәсілмен – жер асты ұңғылап сілтісіздендіру (ЖҰС) арқылы өңдеуге жарамды. Қазақстанда уран кен орындарын игеру мәселелерінде мемлекеттің өкілі «Қазатомөнеркәсіп» Ұлттық атом компаниясы болып табылады.

«Қазатомөнеркәсіп» ҰАК»» АҚ кен орындарында уран өндіруді технологиялық ұңғымаларды (сору және айдау) бұрғылау жолымен жер асты ұңғылап сілтісіздендіру тәсілімен уран өндіруші кәсіпорындар жүргізеді. Жерасты ұңғылап сілтісіздендіру табиғи уранды тікелей жер қойнауында іріктеп ауыстыру арқылы кен кен орындарын игеруге мүмкіндік береді.

Бұл әдіс бұрғыланған ұңғымалар арқылы уран кенді денелерге ерітінділерді беруді, құрамында уран бар ерітінділерді бетіне көтеруді және олардан сорбциялық ион алмасу қондырғыларында уранды алуды көздейді.

Уранның жер асты ұңғылап сілтісіздендіру ұңғымалық жүйелерінің құрылымындағы негізгі есеп бірліктері элементар қатар немесе ұяшық, пайдалану блогы және пайдалану ұяшығы болып табылады.

Пайдалану блоктарындағы қорларды өңдеу үш кезеңде жүзеге асырылады:

1) қорларды ашу, яғни ұңғымаларды бұрғылау және игеру, оларды технологиялық коммуникациялармен байлау және оларды бақылау-өлшеу аспаптарымен және арматурамен жарақтандыру;

2) жер қойнауында технологиялық процесті жүргізу, яғни жұмыс ерітінділерін кен орындарына тасымалдау, кендерді уранды сілтісіздендіру технологиялық дайындау, өнімді ерітінділерді қалыптастыру, оларды айдау ұңғымаларына тасымалдау және оларды күндізгі бетіне көтеру;

3) пайдаланылған блоктарды жою, яғни блоктың және жер бетінің шегінде кенді орналастыратын сулы көкжиектің бастапқы жай-күйін қалпына келтіру.

Қазақстандық кеніштерде өңдеу процесінің қазіргі ағымдағы жағдайын ескере отырып, ЖҰС әдісімен қорларды өндірудің технологиялық кезеңі үш кезеңнен тұрады:

1) кен кен орнын қышқылдандыру, яғни кен орнын орналастыратын сулы көкжиекте ондағы өнімді ерітінділер ағынының қалыптасуы мен қозғалысына дайындау;

2) уранды белсенді сілтісіздендіру, яғни кондициялық өнімді ерітінділерді қалыптастыру және блоктан шығару;

3) уранды қосымша сілтісіздендіру (жуу), яғни құрамында уран бар қалдық өнімді ерітінділерді қабат суларымен немесе аз ерітінділермен ығыстыру.

Уранды жерасты сілтісіздендірудің технологиялық ұңғымаларын салу кезінде өнімді қабатты ашу және оны игеру процестері жоғары өнімді және ұзаққа созылатын технологиялық ұңғыманы алу үшін шешуші болып табылады. Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау жер бетіне бұрғылау сұйықтығының ағынымен бұрғыланған жынысты шығарумен бірге жүреді. [1]

Технологиялық регламентке сәйкес 1 (бір) технологиялық ұңғыманы бұрғылау үшін ұңғыманың сағасына 3 (үш) зумпфа, яғни: айналым жүйесін жайластыру және бұрғылау процесін бұрғылау сазды ерітіндісімен қамтамасыз ету үшін 2 зумпфа, әрқайсысының көлемі 20 текше метр, сондай-ақ, өнімді көкжиекті бұрғылау кезінде бұрғылау сазды ерітіндісін жинау үшін, көлемі кемінде 5 текше метр 1 зумпф орнатылады. Ережелерге сәйкес бір технологиялық ұңғымадан бұрғылау қалдықтарын жинау үшін 3 зумпфа салынады және сегіз ұңғыманы бұрғылау кезінде бір шұңқыр салынады. Пайдалану процесінде шұңқырлар бұрғылау және тампонаждық ерітінділермен, бұрғылау сарқынды суларымен және шламмен, қаттық сулармен, ұңғымаларды сынау өнімдерімен, бұрғылау және тампонаждық ерітінділерді дайындау және химиялық өңдеу материалдарымен, ЖММ, шаруашылық-тұрмыстық сарқынды сулармен және қатты тұрмыстық қалдықтармен, нөсер сарқынды суларымен толтырылады. Бұл компоненттер арасындағы пайыздық қатынас геологиялық жағдайларға, жабдықтың техникалық жағдайына, өндіріс жағдайына және т.б. байланысты әр түрлі болуы мүмкін.

Жыл сайын уран кен орындарында 7500 – 8000 технологиялық ұңғымалар бұрғыланады. Осылайша, технологиялық ұңғымаларды бұрғылауды қамтамасыз ету үшін жыл сайын жалпы көлемде 337 500 – 360 000 текше метрді құрайтын бұрғылау зумпфтары салынады. Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау және салу аяқталғаннан кейін технологиялық ережелерге және экологиялық талаптарға сәйкес пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің барлық көлемін зумпфтардан сорып алып, бұрғылау жұмыстарын жүргізу орнынан 20 км-ден 50 км-ге дейінгі қашықтықта орналасқан уран өндіруші кәсіпорындардың шлам жинағыштарына (құм тұндырғыштарына) тасымалдау қажет. Уран өндіруші кәсіпорындардың шлам жинағыштарында шлам және пайдаланылған бұрғылау ерітінділері (ПБЕ) үлкен көлемде жиналады. Жұмыс технологиясына сәйкес шлам жинағыштар мен құм тұндырғыштардағы шламдар мен ПБЕ сақтау және жиналғаннан кейін белгілі бір уақыт өткеннен кейін булануы керек, содан кейін жинау орындарында көмілуі қажет.

Бұрғылау қалдықтары (ПБЕ) уыттылықтың III-IV сатысына жатады. ПБЕ және шламдар қоршаған ортаға түскенде жердің геоэкологиялық жүйесіне теріс әсер етеді.

Сондықтан «Қазатомөнеркәсіп «ҰАК»» АҚ бұрғылау жұмыстары учаскелерінде бұрғылау қалдықтарын кәдеге жарату мақсатында пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) сұйық және қатты фракцияларға бөлудің тиімді технологиясы қажет.

Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату барлық қолданыстағы қауіпсіздік ережелері мен қағидаларға сәйкес жүргізілуі тиіс. Бұрғылау қалдықтарын технологиялық тұрғыдан дұрыс өңдеу қоршаған ортаны сақтауға және де ластаушы улы қосылыстарды бейтараптандыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұрғылау қалдықтары арзан және тұрақты құрылыс материалдары үшін бастапқы материал бола алады. [2]

Зерттеудің өзектілігі. Диссертациялық зерттеулер тақырыбының өзектілігі пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін сұйық және қатты фазаларға бөлу үшін қолданылатын техниканың тиімділігінің жеткіліксіздігінде жатыр, бұл олардың физика-химиялық және физикалық қасиеттеріне және гидродинамикалық жағдайларына байланысты көп компонентті ерітінділерді фракциялау процестерінің жеткіліксіз зерттелуіне байланысты.

Теориялық және тәжірибелік маңыздылығы осы зерттеулердің таңдауын, мақсатты бағытын, құрылымын және қойылған міндеттерді шешу әдістерін таңдауды анықтады.

Пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату жолдарын талдау уранды өнеркәсіптік өндіру, геологиялық зерттеулер немесе ұңғымаларды салу сияқты әртүрлі контексттерде жүргізілуі мүмкін. Уран кен орындарын бұрғылау кезінде пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату процесі ерітіндінің құрамдас құрамына, оның көлеміне, арнайы химиялық реагенттердің концентрациясына, химиялық қасиеттеріне және т. б. байланысты.

Ұңғымаларды бұрғылауда кеңінен қолданылатын саз негізіндегі бұрғылау ерітінділерінің негізгі компоненттері сұйық, тұтқыр (саз) және қатты компоненттер болып табылады. Қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсерін азайту үшін бұл шешімдерді қолданыстағы қауіпсіздік нормалары мен стандарттарына сәйкес белгілі бір жолмен кәдеге жарату қажет.

Тәжірибеде кәдеге жаратудың келесі екі әдісі кеңінен қолданыс тапқан: біріншісі – пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін шлам жинағыштарға (құм тұндырғыштарға) тасымалдау. Бұл жерде қатты фазаның табиғи тұнуы жүреді, ал сұйық фазаның беткі бөлігі табиғи жолмен атмосфераға буланады. Тұнған қою лай мен құрамында ұсақталған тау жыныстары бар қалдықтар арнайы бөлінген көму орындарында көмілуді қажет етеді.

Алайда ерітіндідегі қатты бөлшектердің табиғи тұну процестері ұзақ уақытты талап етеді және ерітіндіні фракциялаудың жоғары тиімді кешенді

физика-химиялық және техникалық әдістері мен құралдарын әзірлеуді қажет етеді.

Екінші кәдеге жарату әдісі неғұрлым қолайлы болып табылады, бұл ерітіндіні мәжбүрлі түрде фракциялау, мұнда қатты бөлшектерді сұйық фазадан бөлу үшін арнайы техникалық құрылғылар қолданылады, одан кейін оларды екінші рет қолдану көзделеді, атап айтқанда, құрылыс материалдары ретінде пайдалану мақсатында. Бұл әдісте ерітіндіні фракциялау тиімділігін арттыру үшін арнайы химиялық реагенттерді қолдану мүмкіндігі де қарастырылған. Алайда, реагенттердің фракциялау процесіндегі тиімділігі өңделетін ерітіндімен сапалы араластыру жағдайында бірнеше есе артуы мүмкін, ол арнайы ыдыратқыш құрылғыларды қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.

Осылайша, диссертациялық жұмыста ұсынылған теориялық және эксперименттік зерттеу нәтижелері пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін арнайы химиялық реагенттермен – флокулянттармен бірге ыдырату процесін зерттеуге және оның кейінгі фракциялау тиімділігіне ықпалын анықтауға бағытталған.

Жұмыстың мақсаты ыдыратқыш құрылғының түпнұсқа конструкциясын әзірлеу және ерітіндінің фракциялануын белсендіру және жеделдету үшін реагенттердің ұтымды концентрациясын таңдау және анықтау бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізу болып табылады, бұл тәжірибелік қолдану үшін пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратудың экологиялық тиімді әдісін жасауға мүмкіндік береді.

Жұмыстың идеясы гидродинамикалық және механикалық күштердің әсерінен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісімен химиялық реагенттерді араластыру және белсендендіру процессінің, қатты және сұйық фазаларға фракциялау процессінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіне ыдыратқыш түпнұсқа конструкциясын пайдалану болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

1. Уран өндіруші кәсіпорындардың шлам жинағыштары мен құм тұндырғыштарының іске қосылған алаңдарын есептеп, талдап және олардың жалпы көлемін есептей отырып, бұрғылау жұмыстары учаскелерінде пайдаланылған сазды бұрғылау ерітіндісінің (ПБЕ) құрамын қадағалау және талдау;

2. Әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықтардағы фракциялардың тұндыру уақытын және ПБЕ дисперсті құрамын айқындай отырып, ПБЕ жоғары дисперсті бөлшектерінің тұрақтылығын зерттеу;

3. Реагенттерді белсендіру және ерітіндіні фракциялауды жеделдету үшін ыдыратқыш құрылғының конструкциясын әзірлеу және дайындау;

Қойылған міндеттерге сүйене отырып:

– ПБЕ фракциялау процесіне әртүрлі реагенттердің өзара әрекеттесу шарттары анықталды;

– ерітіндінің сұйық фазасының және ПБЕ әртүрлі электролиттердің рН дисперсті бөлшектердің тұрақтылығына әсері зерттелді;

– ПБЕ бөлшектерін фракциялауға арналған реагенттердің оңтайлы концентрациясы мен құрамы зерттелді және анықталды.

4. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін түпнұсқа ыдыратқыш құрылғыны қолдана отырып сұйық және қатты фазаларға фракциялау тиімділігін бағалау үшін эксперименттік қондырғыны әзірлеу және құру;

5. Реагенттердің оңтайлы концентрациясын және ыдыратқыш құрылғының жұмыс режимін таңдау бойынша эксперименттік зерттеулер әдістемесін әзірлеу;

6. Технологияны пысықтау және ПБЕ кәдеге жаратудың (фракциялаудың) әзірленген тәсілінің тиімділігін бағалау үшін эксперименттік зерттеулер жүргізу.

Қорғауға ұсынылған ғылыми ережелер:

1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіне кавитациялық-гидродинамикалық және соққылық-байланыс механикалық әсер ету арқылы ыдырату процесін белсендіру тәсілі мен әдістемесі, бұл реагент-флокулянттардың шығынын 30%-ға дейін азайтуға және ерітіндіні кейін қатты және сұйық фазаларға фракциялау процесін 25–40%-ға жеделдетуге мүмкіндік береді;

2. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіне гидродинамикалық және соққылық-байланыс механикалық әсер етуге арналған түпнұсқа құрылғы;

3. Ыдыратқыш көлеміндегі кавитациялық, акустикалық және құйындық толқындарды ескеретін, қолданыстағы модельдерден ерекшеленетін ерітіндіні ыдырату процесінің математикалық моделі;

4. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің (ПБЕ) жоғары дисперсті бөлшектерінің тұрақтылығын анықтауға және әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықтарда фракциялардың тұну кезеңдерін белгілеуге арналған аналитикалық тәуелділіктер, олар кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық активация кезінде флокулянт пен коагулянттың оңтайлы мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми жаңалығы келесідей:

1. Жоғары дисперсті ПБЕ бөлшектерінің тұрақтылығының аналитикалық тәуелділіктері және әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықтардағы фракциялардың тұндыру кезеңдері анықталды;

2. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін алдын ала кавитационды-гидродинамикалық және гидромеханикалық белсендіру арқылы ыдырату процесінің тиімділігін арттырудың принципті мүмкіндігі белгіленді;

3. Ыдыратқыш құрылғы конструкциясының ұтымды параметрлері орнатылды және де реагенттердің белсендірілуін жеделдету және ерітіндінің фракциялануын жеделдету үшін ерітіндіні беретін сорғымен бірге жұмыс істеудің оңтайлы режимдері негізделген;

4. Осындай конструкциялы ыдыратқыш құрылғыны қолдана отырып, пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кавитационды-гидродинамикалық және гидромеханикалық белсендіру реагент-флокулянттардың шығынын 15-30% – ға төмендетуге және сұйық пен қатты фазаларға фракциялау уақытын 25-40% – ға қысқартуға мүмкіндік беретіні анықталды.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы.

1. Көп фазалы сұйықтықты сұйық және қатты фазаларға фракциялаудың тиімді технологиясы әзірленді және ғылыми негізделген, бұл процессті жылдамдатуға және флокулянт реагенттерінің шығынын түпнұсқа конструкцияның ыдыратқыш кавитационды-гидродинамикалық және гидромеханикалық белсендіру арқылы азайтуға мүмкіндік береді, бұл кейіннен қатты қалдықтарды құрылыс материалы ретінде және т.б., ал техникалық суды бұрғылау жұмыстарының қажеттіліктеріне пайдалануға мүмкіндік береді;

2. Ыдыратқыш құрылғыға берер алдында әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықта мөлшерлеуге арналған реагенттерді іріктеу мен концентрациясының аналитикалық тәуелділіктері анықталды;

3. Кавитационды-гидродинамикалық және гидромеханикалық әсер ету кезінде көп фазалы ерітіндіні фракциялау процесін математикалық модельдеу әдістемесі жасалды;

4. Сұйық және қатты фазаларға фракциялау үшін реагенттерді енгізу кезінде ерітіндіні ыдырату процессінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін ыдыратқыш құрылғының түпнұсқа конструкциясы жасалды.

Ұсынылған техникалық құрылғы және оны қолдану технологиясы пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін қайта өңдеу және кәдеге жарату және атмосфераға экологиялық зиянды радиоактивті өнімдер шығарындыларын азайту процессінің жоғары экологиялық тазалығы кезінде ылғалдың 76%-ға дейін қатты фракциялардан бөлуге мүмкіндік беретін фракциялау процессінің жоғары тиімділігімен ерекшеленеді.

5. Осы техника мен технологияны қолданудың экономикалық әсері бұрғылау кезінде кешенді жұмыстарға күрделі шығындарды 15% – ға төмендетуге, көлік және көлік шығыстарының санын 50% – ға қысқартуға, ПБЕ-не қызмет көрсету және тасымалдау үшін адам ресурстарының санын 25% – ға азайтуға мүмкіндік береді.

Зерттеу әдістемесі мен әдістері. Теориялық, математикалық талдау әдістемесі және сенімділік теориясының әдістері және зертханалық жағдайларда

зерттеулердің статистикалық және эксперименттік деректерін өңдеу қолданылды. Қойылған мақсаттарға жету және міндеттерді орындау үшін зерттеудің кешенді әдісі таңдалды. Бұл әдіс сұрақтың ағымдағы күйін талдауды, техникалық-экономикалық талдауды, математикалық статистиканы, таңдау және шешім қабылдау теориясын қамтиды. Сонымен қатар, тау жыныстарын бұрғылау кезінде алынған өнімдердің шөгу процесстерін зерттеу үшін табиғи эксперименттер жүргізілді. Сондай-ақ, бұрғылау қалдықтарындағы элементтердің құрамы әртүрлі тау-кен геологиялық жағдайларында флокулянттар мен коагулянттардың реагенттік құрамына тәжірибелік-өндірістік зерттеулер жүргізілді.

Бұл әдістер ғылыми зерттеулердің жоғары стандарттарын қамтамасыз етеді. Жобаны ғылыми зерттеудің негізі механиканың, сұйықтықтар мен газдар физикасының, сондай-ақ табиғи элементтер мен реагенттердің химиялық өзара әрекеттесуінің негізгі принциптері болып табылады.

Бұрғылау қалдықтарының қатты және сұйық компоненттерінің тұндыру өнімділігін жақсартуға бағытталған жаңа супер реагентті зерттеу мен жобалаудың сипатталған формалары инновациялық техникалық шешімді жүзеге асыру үшін қажет.

Бұл шешім технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде атмосфераға экологиялық зиянды радиоактивті элементтердің шығарылуын болдырмауға, сондай-ақ тұндырғыштардың өнімділігі мен тиімділігін арттыруға бағытталған.

Зерттеу процессі талдау жүргізуден бастап өнеркәсіптік үлгіні құруға және оны өндіріске енгізуге дейінгі теориялық және эксперименттік кезеңдерді қамтиды.

Гидравликалық есептеулер Flow Simulation Solidworks бағдарламасы арқылы жүргізілді.

Ізденушінің жеке үлесі:

- орындалған зерттеулердің нәтижелерін талдаудағы және жалпылаудағы үлесі;
- зерттеудің мақсаты мен міндеттерін тұжырымдау;
- ыдыратқыш пен эксперименттік қондырғы жұмысының ұтымды геометриялық және режимдік параметрлерін анықтау бойынша конструктивтік модель әзірлеу;
- табиғи эксперименттік зерттеулердің толық циклінің нәтижелерін жүргізу, өңдеу және талдау.

Зерттеу нәтижелерін өңдеу.

Эксперименттік зерттеулер жүргізілді:

1. Диссертациялық жұмыста Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Технологиялық машиналар және

жабдықтар» кафедрасының және де, Металлургия және кен байыту институтының зертханаларының зертханалық стендтерін пайдалана отырып эксперименттік жұмыстар жүргізілді;

2. Эксперименттік деректерді өңдеу «Волковгеология» АҚ әзірлеген алгоритмге сәйкес Металлургия және кен байыту институтының ғалымы – Т.Ғ. Д., Н.К. Түсіпбаев әзірлеген флокулянттарды, коагулянттарды және электролиттерді шоғырландыру әдістемесін ескере отырып, пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату технологиясы, сондай-ақ оны кейіннен сұйық және қатты компоненттердің фракцияларына бөлу бойынша жүргізілді;

3. Эксперименттік деректерді өңдеу және талдау негізінде келесі нәтижелер алынды:

- Жоғары дисперсті бөлшектердің тұрақтылығының аналитикалық тәуелділіктері және әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықтардағы фракциялардың шөгу кезеңдері анықталды;

- Реагенттерді белсендіру және ерітіндінің фракциялануын жеделдету үшін ыдыратқыш құрылғының әзірленген және жасалған конструкциясының геометриялық параметрлері мен жұмыс режимдерінің ұтымды мәндері орнатылған;

- Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін сұйық және қатты фазаларға фракциялау тиімділігін бағалау үшін эксперименттік қондырғының параметрлері негізделген және орнатылған.

Жұмысты апробациялау.

Семинарлар мен халықаралық ғылыми-техникалық конференцияларда негізгі ережелер мен ғылыми нәтижелер талқыланды.

1. «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының техникалық семинарларында, «Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ» КЕАҚ

2. «Наука без границ» ТМД қатысушы мемлекеттердің жас ғалымдарының форумы, Нижний Новгород қ., Лобачевский университеті, 1-4 қараша 2022 ж., РФ.

Жариялымдар. Диссертациялық зерттеудің нәтижелері Scopus дерекқорында CiteScore бойынша Q2, Q3 процентильдерге сәйкес келетін 2 мақала, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдар тізбесіне енгізілген журналдарда 3 мақала, халықаралық конференцияларда 1 баяндама жарияланды.

Жұмыс құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс 104 бетте жазылған кіріспеден, 4 бөлімнен және қорытындыдан тұрады, 18 суреттен, 13 кестеден, 53 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және 1 қосымшадан тұрады.

1 МӘСЕЛЕНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІН ҚОЮ

Уран кен орындарын бұрғылау кезінде пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату процесі өте күрделі және ерітіндінің құрамы, оның көлемі, химиялық қасиеттері және тағы да басқа сияқты көптеген факторларға байланысты.

Уран кен орындарының кенсіз аймақтың ПБЕ жыныстарына бұрғылау жуу сұйықтығының өткізгіштік қасиеттерін төмендету процесіне қатысқан су, саз және арнайы химиялық реагенттердің қоспасын ұсынады.

Бұрғылау әдісіне және технологиялық ұңғымалардың мақсатына байланысты пайдаланылған бұрғылау ерітінділерінде сұйық және қалың компоненттердің әртүрлі құрамы мен концентрациясы болуы мүмкін. Қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсерді азайту үшін бұл шешімдерді тиісті қауіпсіздік нормалары мен стандарттарына сәйкес жинап, өңдеу керек. ПБЕ кәдеге жаратудың қолданыстағы технологиялары оларды тұндырғыштарға жинауға және ұзақ уақыт бойы ауада табиғи булану арқылы баяу кептірумен шектеледі. Булану кезінде олар қоршаған ортаға енеді, бұл аймақтың геоэкологиялық жүйесіне айтарлықтай теріс әсер етеді, өйткені олар уыттылықтың III-IV класына жатады.

Әдістің техникалық нәтижесі бұрғылау жұмыстары жүргізілетін жерде тікелей пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің (ПБЕ) қоспасынан су мен жекелеген шөгінділерді (саз, шлам) бөліп алу және бөлу өнімдерін техникалық қажеттіліктерге қайта пайдалану, сол арқылы олардың аймақ экологиясына әсерін азайту, тасымалдау шығындарын азайту, сондай-ақ қызмет көрсететін көліктер санын азайту болып табылады. [1-4]

1.1 Ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі табиғи ортаның ластануының көздері, себептері, сипаттамасы және жіктелуі

Бүгінгі таңда уран өндірудің кең таралған әдістерінің бірі – жер асты ұңғылап сілтісіздендіру (ЖҰС) әдісі. Кенді горизонтты ашу технологиялық ұңғымаларды (сорылатын және айдалатын) бұрғылау арқылы жүзеге асырылады. Сазды бұрғылау ерітінділері ұңғымаларды бұрғылау процесінде қажетті компонент болып табылады. Ұңғымаларды бұрғылау кезінде бұрғылау ерітіндісінің ағыны (бұрғылау ерітіндісі) бұрғылау өнімдерін – бұрғылау шламын жер бетіне шығарады. Уран кен орындарын бұрғылау кезінде пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату процесі өте күрделі және ерітіндінің құрамы, оның көлемі, химиялық қасиеттері және тағы да басқа сияқты көптеген факторларға байланысты.

Уран кен орындарындағы пайдаланылған бұрғылау ерітінділері – су, химиялық реагенттер мен саз, беттік-белсенді заттар, бұрғылау ағынды сулары, жағармай материалдарының өнімдері мен дизель отынының қалдықтары және басқа да компоненттердің қоспасынан тұрады. Бұл ерітінділердің радиоактивтілік деңгейі жоғары болмағанымен, олармен дұрыс жұмыс

істелмеген жағдайда қоршаған орта мен адам денсаулығына қауіп төндіруі мүмкін.

Уран өндіруге арналған ұңғымаларды бұрғылау әдісі мен технологиясына байланысты, пайдаланылған бұрғылау ерітінділері (пайдасыз қабаттар аймағынан алынған) құрамында жоғарыда аталған компоненттердің әртүрлі мөлшерде және концентрацияда болуы мүмкін. Қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсерді азайту үшін бұл шешімдерді тиісті қауіпсіздік нормалары мен стандарттарына сәйкес жинап, өңдеу керек.

Технологиялық регламентке сәйкес, бір (1) технологиялық ұңғыманы бұрғылау үшін ұңғыма сағасына үш (3) зумпф салынады: оның ішінде екеуі – бұрғылау процесінде қолданылатын сазды бұрғылау ерітіндісінің айналым жүйесін ұйымдастыруға арналған, әрқайсысының көлемі 20 м³-ке дейін, ал үшіншісі – өнімді горизонтты бұрғылау кезінде пайдаланылған сазды ерітіндіні жинауға арналған, көлемі кемінде 5 м³ болуы тиіс.

Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау және орнату жұмыстары аяқталғаннан кейін, барлық пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі технологиялық регламент пен экологиялық талаптарға сәйкес зумпфтерден сорылып, бұрғылау алаңынан 20-50 км қашықтықта орналасқан шлам жинақтағыштарға (құм тұндырғыштарға) тасымалданады.

Одан әрі, құрамында шлам мен бұрғылау шайынды сулары бар пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі (ПБЕ) арнайы тұндырғыш резервуарларда жиналып, барлық сұйықтық буланғанға дейін сақталады, ал қалған құрғақ масса кейін кәдеге жарату нормаларына сәйкес көміледі.

ПБЕ шлам жинақтағыштарда сақтау барысында бұл қалдықтар аймақ экожүйесіне елеулі теріс әсер етуі мүмкін, өйткені олар уыттылықтың III-IV класындағы улы қалдықтарға жатады және табиғи орта компоненттерімен – ылғалмен, атмосфералық жауын-шашынмен, жер асты және жер үсті суларымен әрекеттесе алады.

Осыған байланысты, пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кәдеге жаратудың экологиялық тұрғыдан тиімді әдісін және оны жүзеге асыруға арналған арнайы техниканы жасау – өзекті мәселелердің бірі болып табылады. ПБЕ өнімдерін фракциялау және оларды қатты және сұйық фазаларға бөлу арқылы қайтадан пайдалану әдісі шлам жинағыштар мен құм тұндырғыштардың салыну көлемін азайтуға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін жинау және оны шлам жинағыштарға, құм тұндырғыштарға тасымалдауға кететін уақыт пен шығынды азайтады.

Сонымен қатар, ПБЕ тікелей бұрғылау жұмыстары жүргізілетін жерде кәдеге жарату технологиясын іске асыруға, шлам массасының жалпы көлемінен 76%-ға дейінгі суды тазартуға, және бұрғылау қондырғыларында жабық сумен

жабдықтау жүйесін құруға мүмкіндік береді, бұл сұйық фазаның – техникалық судың барынша көп көлемін жүйеге қайтару арқылы жүзеге асады.

Осы ғылыми жұмыс аясында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін (ПБЕ) оның құрамдас бөліктеріне – сұйық фазаға (техникалық су) және қатты фазаға (саз, құм) тиімді бөлуге арналған технология мен құрылғыны әзірлеу қарастырылған. Алынған сұйық фаза (техникалық су) жаңа бұрғылау ерітіндісін дайындауға пайдаланылатын болса, қатты фаза ұңғымаларды цементтеу кезінде толтырғыш ретінде, сондай-ақ басқа да мақсаттарда қолданылуы мүмкін.

Сонымен қатар, қатты фазаны бұрғылау кезінде ұңғыма маңында төсеніш жасау үшін «гель-цемент» түрінде қолдану ұсынылады. Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату мәселесін, атап айтқанда ПБЕ қатты және сұйық фракцияларға бөлу арқылы шешу – техникалық судың максималды көлемін қайтадан пайдалану есебінен, суды су көзіне дейін тасымалдау қажеттілігін азайту арқылы, ұңғымаларды бұрғылау процесін анағұрлым тиімді жүргізуге ықпал етеді.

Сәйкесінше зумпфтерден шлам жинақтағыштарға ПБЕ мен шламдарды тасымалдау айтарлықтай қысқарады, бұл өз кезегінде құм тұндырғыштар мен шлам жинақтағыштардың санын азайтуға алып келеді.

Осылайша, Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экологиялық дамуының өзекті міндеттерін шешу аясында – атап айтқанда, ПБЕ-нің қоршаған ортаға кері әсерін барынша азайту жүзеге асырылады.

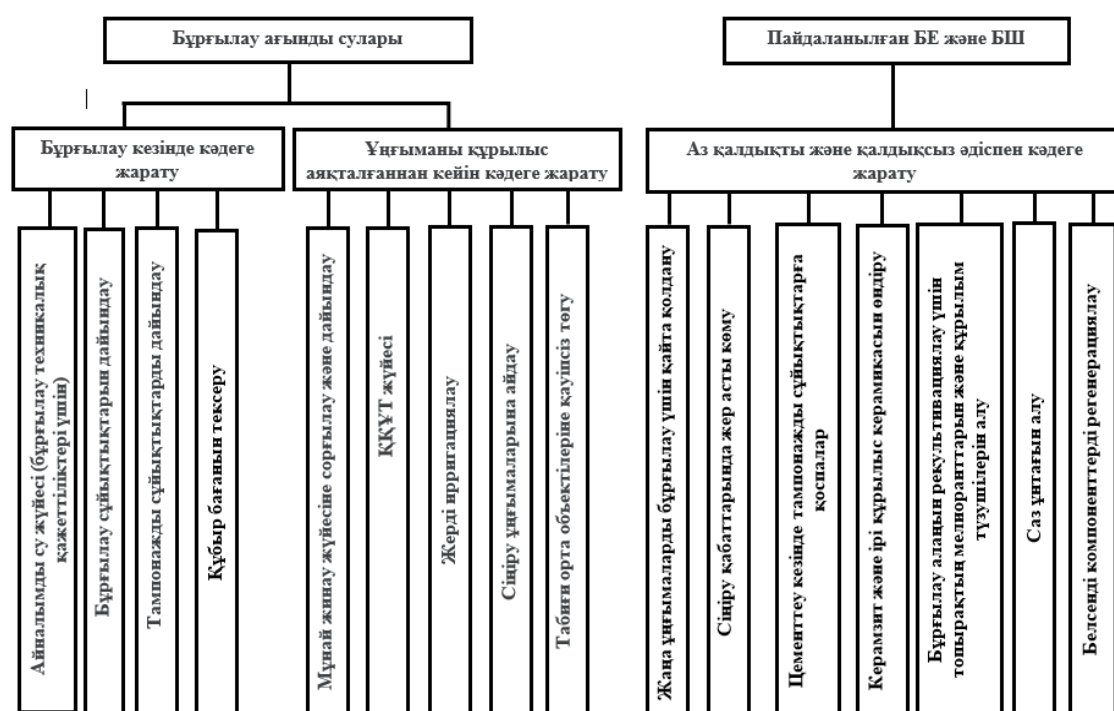
1.2 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен бұрғылау шламын кәдеге жарату әдістері

Күрделі мәселелердің бірі болып, пайдаланылған бұрғылау ерітінділері (ПБЕ) мен бұрғылау шламын (БШ) кәдеге жарату және олардың табиғи орта нысандарына зиянды әсерін бейтараптандыру мәселесі болып табылады. Бұл мәселені шешуде көрсетілген бұрғылау қалдықтарын кәдеге жарату және залалсыздандыру әдістерін, арнайы техникалар мен технологияларды әзірлеу маңызды рөл атқарады.

Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратуының негізгі бағыттары 1-суретте көрсетілген. Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кәдеге жаратудың ең қолжетімді бағыты – оларды жаңа ұңғымаларды бұрғылауда қайта қолдану болып табылады. Бұл салада шетелдік компаниялардың мол тәжірибесі мен отандық бұрғылау ісінің озық тәжірибесі жинақталған.

Аталған тәсіл экологиялық тұрғыдан ғана емес, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан да тиімді, себебі бұрғылау ерітінділерін дайындауға кететін шығындарды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

Отандық бұрғылау тәжірибесінде бұрғылау ерітінділерін қайтадан пайдалану әлі де кеңінен қолданыс таппаған, әсіресе технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде. Дегенмен, бұл бағыт – пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратудың маңызды әрі экологиялық тұрғыдан негізделген тәсілі болып табылады. Алайда, оны жүзеге асыру қолданыстағы технологиялық ұңғымаларды салу және бұрғылау жұмыстарын жүргізу әдістерінің ерекшеліктеріне, бұрғылау алаңдарының бір-бірінен алшақ орналасуына байланысты мүмкін болмай отыр. Сонымен қатар, ПБЕ шлам жинағыштарда жинақталып, кейін кәдеге жарату нормаларына сәйкес көмілуі – өндіріс үшін экологиялық ластану мәселесін ескермей-ақ, ең ыңғайлы тәсіл ретінде қолданылып келеді.



Сурет 1.1 – Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың негізгі бағыттары

Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың перспективті бағыты оның ұңғымаларды бекіту үшін қолданылуы болып табылады. Бұл жағдайда екі нұсқа мүмкін:

– бірінші нұсқа бойынша ПБЕ ұңғымаларды цементтеу тәжірибесінде дәстүрлі қолданылатын тампонаждық материалдарға қосымша ретінде пайдаланылады;

– екінші нұсқада ПБЕ негізгі тампонаждық материал ретінде қолданылады.

Мысалы, «Dresser Magcobar» компаниясы (АҚШ) су негізіндегі ПБЕ қолданылған тампонаждық материалды әзірледі. Сонымен қатар ПБЕ құрамында

белгілі бір мөлшерде мұнай және мұнай өнімдері (дизель отыны) мен ауырлатқыш заттар болуы мүмкін. Бұл жағдайда ауырлатқыштың болуы оң әсер етеді, себебі ол алынған тампонаждық тастың беріктігін арттыруға ықпал етеді. Мұндай материалдың артықшылығы оның бұрғылау сұйықтығымен жақсы үйлесімділігі болып табылады, бұл цементтеу аралығы мен құбыр ішіндегі шегендеу құбырлардың арасындағы тампонаждық тас пен жыныстардың байланысының сапасын арттыруға әкеледі, сондай-ақ жиырылу болмауы болып табылады.

Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың бірқатар артықшылықтары арасында тампонаждық арнайы цементтерді тұтынуды айтарлықтай азайту, мұндай ерітінділерді дайындаудың қарапайымдылығы, оларды бұрғылау қондырғыларында дайындау мүмкіндігі, катаю мерзімдерін бақылаудың жеңілдігі және қатайтатын заттарды пайдалану арқылы катаю уақытын реттеу мүмкіндігі, сондай-ақ тампонаждық тастың жеткілікті жоғары беріктігін атап өтуге болады.

Отандық тәжірибиеде осындай жұмыстарға ПБЕ ұңғымаларды бекіту үшін қолдану жатады. Осы мақсатта ұңғымаларды бекіту кезінде тампонаждық тас функцияларын атқаратын арнайы қатайтатын балшықты ерітінділер (ҚБЕ) әзірленген. Бұл үшін қатайтқыш ретінде алкил резорциндерді формалинмен қолдану ұсынылады. Мұндай материал 20-50°C температура диапазонында ұңғымаларды бекіту үшін қолайлы. Дегенмен, бұл әдіс жоғары улылық қасиеттері бар заттарды қолдану, бұрғылау ерітінділерінің қатайту уақытын реттеудің қиындығы және ерітіндімен жұмыс істеу технологиясының күрделілігі сияқты мәселелермен шектеледі.

Сонымен қатар, бұл қалдықтарды кәдеге жаратудың қарапайым әрі айқын қолжетімді әдісі бола тұра, геологиялық өткізу жағдайлармен байланысты шектеулер себепті кең таралмағанын атап өту қажет.

ПБЕ кәдеге жаратудың ең озық бағыты – оларды құрылыс керамикасының ірі бұйымдарын, атап айтқанда, керамзит пен балшық кірпішін өндіру үшін бастапқы шикізат ретінде пайдалану болып табылады. Бұл үшін ПБЕ құрамындағы балшық маңызды компонент болып табылады, ол бұрғылау сұйықтығының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және де ол жоғары дисперсиялық күйде болады. Сонымен қатар, ПБЕ құрамындағы балшық фракциясы көбінесе жоғары сапалы балшықтан тұрады, бұл шикізатқа жақсы технологиялық қасиеттер береді.

ПБЕ қатты фракцияларын құрылыс кірпішін және ірі құрылыс керамикасын өндіру үшін пайдалану мүмкіндігін бағалау кезінде өте қызықты нәтижелерге қол жеткізуге болады. Бұл үшін бастапқы балшықты шикізат

қоспасына ПБЕ өнімдерін әртүрлі мөлшерде қосып, шикіқұрамның реологиялық қасиеттері мен керамикалық бұйымдардың қасиеттерін анықтау қажет. [5,6]

Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың бұл бағыты қоршаған ортаны қорғау мәселесін ғана емес, ресурстарды үнемдеу мәселесін де тиімді шешудің ең тиімді тәсілі болып табылады, себебі ол қосымша ресурстарды белсенді пайдалану мүмкіндігін береді. Мұндай экологиялық шаралар бұрғылау қалдықтарына жаңа тұтынушылық қасиеттер беріп, оларды әртүрлі қажеттіліктер үшін пайдалануға мүмкіндік береді, сондай-ақ экологиялық және экономикалық тиімділікті қамтамасыз етеді. Осы бағыттағы кәдеге жаратуды басқа әдістерден басымдықпен жүзеге асыру қажет, себебі бұл мәселенің маңыздылығы айқын көрінеді. Бұл мәселені сәтті шешу көптеген жағдайда бұрғылау жұмыстары жиі жүргізілетін аймақтарда арнайы өндірістерді ұйымдастыруға байланысты болады, бұл экологиялық және ресурстарды үнемдеу шараларын іс жүзінде жүзеге асыруды экономикалық тұрғыдан тиімді және табысты етеді. ПБЕ мен БШ-ды кәдеге жаратудың қызықты бағыттарының бірі – оларды жол құрылысына қолдану болып табылады.

Алайда бұл әдістің болашағы мен экономикалық тиімділігі әлі дәлелденген жоқ, себебі алынған деректерді талдау нәтижесі бойынша ПБЕ құрамында зиянсыз компоненттермен қатар уытты заттар да кездесетіні байқалады.

Сондықтан осы бағытта жан-жақты зерттеулер жүргізілгеннен кейін ғана бұл әдістің тәжірибелік тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігі туралы түпкілікті қорытынды жасауға болады.

1.3 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен шламды жою әдістер

Қазіргі уақытта пайдаланылған бұрғылау ерітінділері (ПБЕ) мен бұрғылау шламы (БШ) көбінесе ұңғыманы бұрғылау аяқталғаннан кейін тікелей бұрғылау алаңында орналасқан жер амбарларына көміледі. Бұл шешім қалдықтарды көму орындарының экологиялық тұрғыдан сенімді қорғалуын қамтамасыз етпейді. Жағдайды одан әрі қиындататыны – көрсетілген әдіс амбарлардағы қалдықтардың құрғауын күту үшін ұзақ уақытты қажет етеді, ал бұл жер ресурстарын тиімді пайдалану тұрғысынан тиімсіз болып табылады.

Сонымен қатар, бұл қалдықтарды жою тәсілі басқа әдістермен салыстырғанда анағұрлым қолжетімді болып табылады, дегенмен бұл жағдайда бұрғылау ерітіндісінің қайтарымызсыз шығындары орын алады. Ал қалдықтарды залалсыздандыру тек экологиялық қауіпсіздікті арттырып қана қоймай, сонымен бірге ПБЕ мен БШ толтырылған тұндырмаларды уақытылы рекультивациялау үшін қолайлы жағдай жасауға мүмкіндік береді, олардың қатуын ұзақ күту кезеңін болдырмайды.

Бұрғылау қалдықтарын залалсыздандыру саласындағы негізгі жұмыстар физика-химиялық бейтараптандыру мен ПБЕ және БШ қатайтуға бағытталған. Шлам амбарларының құрамын физика-химиялық бейтараптандыру – бұрғылау қалдықтарының қоршаған орта нысандарын ластауын болдырмаудың тиімді әдістерінің бірі ретінде қарастырылады. Мұндай тәсілдердің бірі – ПБЕ сұйық және қатты фазаларға бөлу, нәтижесінде сұйық фазаны қайта пайдалану, ал қатты фазаны бейтараптандыра отырып өңдеу көзделеді. [7]

Бұрғылау қалдықтарын өңдеуде ең перспективалы бағыттардың бірі – жылжымалы блоктық қондырғыларды пайдалану болып табылады. Мұндай қондырғылар қозғалтқыш блогынан, бұрғылау ерітіндісін сақтауға арналған араластырғышы бар қабылдау ыдысынан, батырма сорғыдан, дегидратталған бұрғылау ерітіндісін айдауға арналған электр жетекті құрылғыдан және қажет болған жағдайда суға физика-химиялық өңдеу жүргізетін қосымша тораптан тұрады. Қондырғының өнімділігі сағатына 10 м³-ке дейін жетеді. Сонымен қатар, бұрғылау қалдықтарын терең залалсыздандыруды қамтамасыз ететін басқа да шешімдер бар.

Шлам амбарларын жоюдың назар аударарлық тәсілдерінің бірі – пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін (ПБЕ) қоюланған және мөлдірленген фазаларға жіктеу арқылы жүзеге асырылады, содан кейін мөлдір су алынғаннан кейін тұнбаның жоғарғы қабатын қатайту жүргізіледі. Бұл әдіс келесідей түрде жүзеге асырылады: ПБЕ бар амбарға коагулянт енгізіледі, мөлдір сұйық фазаның әрбір 1 м³-на шамамен 1,5 кг есебімен. Мұндай амбар шамамен 50% шлам мен 50% сұйық фазадан тұрады. Коагулянтты енгізу цементтеу агрегатының көмегімен белсенді араластыра отырып жүргізіледі және бұл процесс 1,5–2 сағатқа созылады.

Одан кейін ПБЕ бір тәулік бойы тұндыруға қалдырылады. Тұндыру аяқталғаннан кейін мөлдірленген су технологиялық қажеттерге пайдалану үшін сорылып алынады. Қоюланған тұнбаның жылжымалы бөлігі бұрғылау сорғысы арқылы амбардан сорылып алынып, байланыстырушы компонентпен, мысалы, цементпен араластырылады. Бұл ретте цемент шығыны 1 м³ жылжымалы қою тұнбаға шаққанда шамамен 0,8 тонна құрайды. Алынған қоспа амбарға қайта құйылып, түбіндегі қозғалмайтын қою тұнбаның үстіңгі қабатына біркелкі таратылады. Қоюланған тұнбаның үстіңгі қабаты 2 тәулікте қатайды. Қатайтылған бетке 0,3 метр қалыңдықтағы саз қабаты төселеді. Осыдан кейін қалған шұңқыр минералды топырақпен көміледі.

Ұсынылған әдіс өндірістік жағдайда әлі кеңінен қолданылып жатқан жоқ, бұл оның тиімділігі туралы нақты баға беруге мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, бұл тәсілде байланыстырушы материалдың шығыны айтарлықтай жоғары.

Бұрғылау шламын залалсыздандырудың тиімді әдістерінің бірі ретінде оның беткі қабатын тотығу және гидрофобизациялау тәсілі қарастырылады. Бұл бағытта Т.И. Гусейнов, А.А. Мовсумов және басқа да мамандар тарапынан ауқымды зерттеулер жүргізілген. Олар бұрғылау шламының бетінде жүретін тотығу және гидрофобизация процестерінің заңдылықтары мен ерекшеліктерін зерттеп, бұл әдістерді қолданудың экологиялық ластану деңгейіне байланысты ең қолайлы шектерін анықтаған.

Зерттеу жұмыстары көрсеткендей, бұрғылау шламындағы органикалық ластаушы заттарды тотығу арқылы залалсыздандыру әдісінің тиімділігі гидрофобизация әдісіне қарағанда айтарлықтай төмен. Бұл – аталған әдісті бұрғылау шламын өңдеу тәжірибесінде қолдануға ұсынуға мүмкіндік бермейтін негізгі себептердің бірі. [8,9]

Ғалымдардың пікірінше, бұрғылау шламын залалсыздандыруда перспективалы әдісі болып, оның беткі қабатын органикалық немесе суда еритін жоғары молекулалы қосылыстармен гидрофобизациялау, содан кейін электролиттермен әрекеттесу арқылы өңдеу болып табылады. Полимердің тұздануы нәтижесінде тау жынысы бөлшектері судағы уытты және ластаушы заттардың еріп шығуына кедергі келтіретін жұқа қабықпен қапталады.

Белгілі полимер ерітінділерінің ішінде ең жоғары тиімділікті малеин ангидридінің акриламидті сополимері болып табылады, ол бұрғылау шламының беткі қабатының жоғары деңгейде гидрофобизациясын қамтамасыз етіп, нәтижесінде қажетті залалсыздандыру тереңдігін береді.

Алайда, гидрофобизатордың жоғары шығыны мен оның тапшылығына байланысты бұл әдіс бұрғылау жұмыстарының тәжірибесінде кеңінен енгізілмеген.

Қатты қалдықтарды залалсыздандырудың реагентсіз әдістерінің ішінде термиялық әдіске ерекше назар аударуға болады. Шлам массаларын термиялық өңдеу бұрғылау шламында болатын барлық негізгі органикалық қосылыстар кластарын жоюды қамтамасыз етеді. Бірқатар зерттеушілердің пікірінше, бұл әдіс қолжетімділігі мен тиімділігі жағынан ең перспективалы тәсілдердің бірі болып саналады. Оның тәжірибелік қолданылуы арнайы конструкциядағы пештерде жүзеге асырылады, олардың ішінде барабанды электр пеші ерекше назар аударуға лайық.

Барабанды электр пеші мұнай мен мұнай өнімдері және басқа да органикалық ластаушылардың жоғары мөлшері бар шлам массаларын терең залалсыздандыру үшін қажетті термиялық режимдерді қамтамасыз етеді.

Алайда, бұл әдістің кеңінен қолданылуына кедергі келтіретін негізгі кемшілігі – шламды күйдіру процесінде электр энергиясының көп мөлшерде тұтынылуы.

Бұрғылау шламын ішінара залалсыздандырудың тиімді әрі тәжірибеде қолдануға қолжетімді әдісі – оны ластаушы органикалық заттардан (соның ішінде мұнай мен мұнай өнімдерінен) жуу тәсілі болуы мүмкін.

Бұрғылау қалдықтарын залалсыздандырудың басым бағыттарының бірі – оларды қатайту әдісі болып табылады. Бұл әдісте залалсыздандыру әсері бұрғылау қалдықтарын инертті консолидталған массаға айналдыру және оның құрылымында ластаушы заттарды байланыстыру арқылы жүзеге асырылады. Мұндай қатайтылған массаны қоршаған ортаға зиян келтірмей-ақ, тікелей бұрғылау алаңындағы топырақ амбарларына көмуге болады.

ПБЕ құрамына белсенді қоспаларды енгізу арқылы жүк көлігі тудыратын салмаққа төтеп бере алатын қатайтылған масса алуға болады. Бұл тәсіл көмегімен көму процесі айтарлықтай жеңілдетіліп, амбарларды кейінгі жоспарлау және рекультивациялау жұмыстары оңай жүргізіледі, сонымен қатар жерлерді негізгі жер пайдаланушыға қайтару мерзімі едәуір қысқарады.

Қатайту әдісі тәжірибеде қолдануға ғана емес, сонымен қатар экономикалық жағынан да тиімді болып табылады. Бұл бұрғылау қалдықтарын залалсыздандыру және кәдеге жарату бойынша белгілі әдістердің салыстырмалы экономикалық тиімділігіне жүргізілген есептермен де дәлелденеді. Сондықтан ПБЕ залалсыздандыру әдісі мен қатайтылған өнімдерді бұрғылау алаңында көму – басқа әдістермен салыстырғанда тек экологиялық тұрғыдан ғана емес, сонымен қатар техникалық-экономикалық жағынан да тиімді болып саналады.

Шетелде қатайтқыш қоспалар ретінде алюминий тотығы, сұйық шыны, темір хлориді сияқты белсенді қоспалары бар минералды байланыстырушы заттар ұсынылады. Бұл құрамдардың көбісі көпкомпонентті, ал оларды ПБЕ қосу кезіндегі шығындар жоғары, әрі олардың өндірістік жағдайларда қолданылуы жөнінде нақты деректер жоқ.

Жапондық мамандар бұрғылау шламын қатайту үшін портландцемент, сусыз гипс және кейбір тұздардың ұнтақ тәрізді қоспаларынан тұратын құрам ұсынған. Ал Ұлыбританиялық «Chemfix Crossford Pollution Services» компаниясы бұрғылау шламын коагулянттардың қосылуымен силикат ерітінділерімен өңдеуді ұсынады. Бұл жағдайда алынған қатты материалды кәдеге жаратып, автотұрақтардың жабындысы ретінде қолдануға немесе жер бетіне қауіпсіз түрде төгуге болады.

Полимерлік материалдарды белсенді қоспа ретінде қолдану кезінде тұтқыр заттың шығыны мен ПБЕ мен БШ қатаю мерзімі айтарлықтай қысқарады. Нәтижесінде эластикалық консолидталған масса түзіледі, оның ластану қасиеттері бастапқы ПБЕ және БШ-пен салыстырғанда айтарлықтай төмен.

Алайда мұндай полимер-сазды композицияның суға төзімділігі тек минералды байланыстырушы негізіндегі материалдармен салыстырғанда әлдеқайда төмен. [10]

Кейбір зерттеушілер бұл бұрғылау қалдықтарын қатайту үшін фенолформальдегидті шайырларды қолдануды ұсынады. Бұл жағдайда консолидация бойынша оң нәтижелер алынғанымен, қажетті залалсыздандыру әсеріне қол жеткізілмеген. Сонымен қатар бұл материалдың бір құрамдас бөлігі (фенол) екінші қауіптілік тобына жататын өте уытты зат болып табылады. Сондықтан мұндай қатайтқыш қоспаларды ПБЕ және БШ залалсыздандыруда қолдануға ұсыныс жасауға негіз жоқ.

Барлық әзірленген қатайтқыш құрамдар тек бір мақсатты көздеді, яғни ПБЕ және БШ қатайтылған массасына беріктік қасиеттерін беру. Алайда қатайтылған массалардың экологиялық қауіпсіздігіне кешенді баға берілмеген. Осыған байланысты арнайы зерттеулер жүргізіліп, олардың нәтижесінде қатайту процесінің заңдылықтары мен ерекшеліктері анықталып, консолидацияның түрі мен құрамын тандауға қатысты тәсілдер әзірленді.

1-бөлім бойынша қорытынды

Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланылған бұрғылау ерітінділері (ПБЕ) мен бұрғылау шламын (БШ) кәдеге жаратудың қазіргі жай-күйін талдау көрсеткендей, қолданыстағы кәдеге жарату әдістері көбінесе экологиялық қауіпсіздік пен экономикалық тиімділіктің тиісті деңгейін қамтамасыз ете алмайды. Қазіргі таңда ПБЕ мен БШ шламдық амбарларда жинау және көму әдістері кеңінен қолданылады, алайда бұл тәсілдер қоршаған ортаның ластану қауіпін арттырады, үлкен қаржылық шығындарға және бұрғылау ерітінділерінің пайдалы компоненттерінің жоғалуына алып келеді.

ПБЕ кәдеге жаратудың перспективалы бағыты болып, оларды фракциялау және кейіннен сұйық және қатты фазаларға бөлу. Мұндай шешім техникалық суды бұрғылау процесінде қайта пайдалануға, ал қатты фазаны тампонаждық материал немесе құрылыс шикізаты ретінде қолдануға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде ресурстарды үнемдеуге және экологиялық жүктемені азайтуға ықпал етеді.

ПБЕ өңдеу мен кәдеге жаратудың неғұрлым тиімді әрі экологиялық қауіпсіз әдістеріне көшу қажеттілігі негізделген, бұл үшін физика-химиялық және механикалық технологияларды, сондай-ақ мобильді қондырғыларды пайдалану ұсынылады. Бұдан кейінгі зерттеулердің ең ұтымды бағыты – ПБЕ фазаларын тиімді және қарқынды бөлуді қамтамасыз ететін, аз шығынмен және жоғары экологиялық тиімділікпен жұмыс істейтін ыдыратқыш құрылғы мен әдісті әзірлеу болып табылады.

Осылайша, жүргізілген талдау нәтижелері көрсетіп отырғандай, ПБЕ тікелей бұрғылау орнында кәдеге жаратуға арналған жаңа технологиялық шешімдер мен құрылымдарды әзірлеудің өзектілігі мен ғылыми маңыздылығы өте жоғары. Бұл шешімдер өңделген өнімдерді қайта пайдалануға және қоршаған ортаға әсерді барынша азайтуға мүмкіндік береді. [11,12]

2 ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН (ПБЕ) КӘДЕГЕ ЖАРАТУ БОЙЫНША ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ШЕШІМДЕР

Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде бұрғылау шламын жер бетіне шығару жоғары қысыммен бұрғылау сорғысы арқылы жіберілетін жуу сұйықтығының ағыны арқылы жүзеге асырылады. Бұрғылау жуу ерітіндісі – бұл техникалық су, саз және арнайы полимерлі реагенттер қоспасынан тұратын сұйықтық болып табылады. Бұл реагенттер сұйықтықтың тау жынысына сіңуін азайтады және қашау (бұрғылау құралы) мен тау жынысы арасындағы үйкелісті азайту арқылы майлау әсерін береді. Мұның мақсаты – бұрғыланған тау жынысын жоғары гидравликалық қысыммен қозғалған бұрғылау ерітіндісі ағынымен тез арада ұңғымадан шығару. Бұрғыланған жыныс – бұл бұрғылау құралы арқылы бұзылған және бұрғылау ерітіндісін пайдалану арқылы жер бетіне шығарылған тау жынысының бөлшектері болып табылады.

Технологиялық регламенттерге сәйкес, бір технологиялық ұңғыманы бұрғылау үшін ұңғыма сағасынан үш зумпф жасалады. Олардың екеуі, әрқайсысының көлемі 20 м³-ке дейін, циркуляциялық жүйені ұйымдастыруға және бұрғылау процесін сазды бұрғылау ерітіндісін пайдалана отырып қамтамасыз етуге арналған. Үшінші зумпф кен көкжиегін бұрғылау кезінде сазды бұрғылау ерітіндісін жинауға арналған және оның көлемі 5 м³-тен аспайды.

Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау және салу жұмыстары аяқталғаннан кейін, барлық пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі технологиялық регламенттермен, экологиялық талаптарға сәйкес зумпфтерден сорылып алынып, бұрғылау жұмыстары жүргізілген жерден 20 км-ден 50 км-ге дейінгі қашықтықта орналасқан шлам жинағыштарға (құм тұндырғыштарға) тасымалданады. [13]

««Қазатомөнеркәсіп» ҰАҚ» АҚ стандартына: «Уран өндіруге арналған жер асты сілтісіздендіру ұңғымаларын салу. Жалпы талаптар СТ ҰАҚ 35-2022» (бұдан әрі – СТ ҰАҚ 35-2022), сондай-ақ 2014 жылғы 26 желтоқсандағы №297 «Уранды геологиялық барлау, өндіру және қайта өңдеу кезінде өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы» заңға сәйкес, бұрғылау шламы алдын ала екі түрлі зумпфке орналастырылады:

1. Кенді емес көкжиекті бұрғылау кезінде пайда болатын бұрғылау шламы орналастырылатын, радиоактивті емес бұрғылау шламына арналған зумпф;
2. Кенді көкжиекті бұрғылау кезінде пайда болатын ықтимал радиоактивті бұрғылау шламы үшін.

Кенді емес көкжиекті бұрғылау кезінде пайда болған қалдықтар шламды жинақтау орындарына (шлам жинағыштар) жіберіліп, табиғи кептіру үшін сол жерде сақталады. Осыдан кейін шлам мен ПБЕ шлам жинағыштарда үлкен көлемдерде жиналып, сұйықтықтың толық булануы барысында қоршаған ортаға шығады, кейіннен олар жинақтау орындарында көмуге жатады. Булану барысында және қоршаған ортаға түсетін ПБЕ мен шламдар аймақтың

геоэкологиялық жүйесіне айтарлықтай теріс әсер етуі мүмкін, себебі олар III-IV уыттылық сыныптарға жатады және табиғи кешендермен, яғни ылғалмен, атмосфералық жауын-шашынмен, жер асты және жер үсті суларымен өзара әрекеттесуге қабілетті болып табылады. [14]

Қазіргі уақытта пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен шламдар бұрғылау зумпфтарынан вакуумдық сорғымен, техникалық су тасушыларға орнатылған, сорылып, шлам жинағыштар мен құм тұндырғыштарға тасымалданады.

Осыған байланысты, пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін фракциялау арқылы тиімді экологиялық әдісті жасау, құрылатын шлам жинағыштар мен құм тұндырғыштардың көлемін азайтуға, пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін шлам жинағыштарға жинау мен тасымалдауға жұмсалатын шығындарды төмендетуге, бұрғылау жұмыстары жүргізілетін жерде ПБЕ тиімді жою технологиясын қамтамасыз етуге және қайта өңдеу өнімдерін әрі қарай пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Ғылыми мәселе болып: қазіргі уранды өндіру технологиясы кезеңінде, кен орындарын бұрғылау және пайдалану кезінде үлкен көлемде пайдаланылған бұрғылау қалдықтары пайда болады, олардың басым көпшілігі шлам жинағыштарда жиналады. Уран өндіруші кәсіпорындарда, реттеу құжаттарына сәйкес, бір технологиялық ұңғымадан бұрғылау қалдықтарын жинау үшін 3 зумпф құрылып, сегіз ұңғыманы бұрғылау кезінде бір амбар салынады.

Қолданыста болғанда амбарлар пайдаланылған бұрғылау ерітінділері және тампонаждық ерітінділермен, бұрғылау ағынды сулары мен шламдармен, пластикалық сулармен, ұңғымаларды сынақтан өткізу өнімдерінің қалдықтарымен, бұрғылау және тампонаждық ерітінділерді дайындау және химиялық өңдеу үшін пайдаланылған материалдармен, жарамсыз жанар-жағармай материалдарымен, тұрмыстық ағынды сулармен және қатты тұрмыстық қалдықтармен, жауын-шашын ағынды сулары мен толтырылады. [15]

Бұл компоненттердің пайыздық арақатынасы геологиялық жағдайларға, жабдықтың техникалық жай-күйіне, өндіріс мәдениетіне және басқа да факторларға байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Бұрғылау қалдықтары (ПБЕ) қауіптіліктің III–IV уыттылық тобына жатады. ПБЕ мен шламдар қоршаған ортаға түскен кезде өңірдің геоэкологиялық жүйесіне жағымсыз әсерін тигізеді.

Жобаланған зерттеулерді жүргізудің қажеттілігі бұрғылау қалдықтарын (ПБЕ) кәдеге жарату мақсатында пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін сұйық және қатты фракцияларға тиімді түрде бөлу технологиясының болмауымен негізделеді. Дайындалатын экологиялық жағынан қауіпсіз, реагенттік фракциялау технологиясы барлық қолданыстағы стандарттар мен экологиялық қауіпсіздік нормаларына сай болуы тиіс. Қалдықтардың осы түрін дұрыс технологиялық қайта өңдеу сұйық және қатты екі фракцияға бөлу арқылы қоршаған ортаға әсерді азайтуға мүмкіндік береді, оны болашақта өндірістік мақсатта қайта пайдалануға немесе жеке-жеке кәдеге жаратуға болады.

Айта кету керек, бөлінген өнімдер арзан әрі экологиялық тұрғыдан зиянсыз құрылыс материалдарын өндіруге арналған бастапқы шикізат бола алады. Осы

тұрғыда флокулянттар мен электролиттерді қолдану арқылы бұрғылау шламындағы ең ұсақ бөлшектерді шоғырландыру әдісін және кейін оны сұйық және қатты құрамдас фракцияларға бөлу тәсілін әзірлеу көзделіп отыр. [16]

Ғылыми жұмыстың міндеттері болып ПБЕ кәдеге жарату, қондырғыны құру және ПБЕ одан әрі кәдеге жарату тәсілін әзірлеу көзделеді:

- шлам жинағыштарға тасымалданатын бұрғылау қалдықтарының көлемін азайту;

- ПБЕ тасымалдауға және сақтауға байланысты материалдық және қаржылық шығындарды азайту;

- Қоршаған ортаға теріс әсерді азайту.

ПБЕ мен шламдарды жинау және тасымалдау жағдайына жүргізілген талдау мынадай нәтижелерді көрсетеді: технологиялық ұңғымаларды қауіпсіз бұрғылауды қамтамасыз ету мақсатында жыл сайын жалпы көлемі 337 500–360 000 м³ болатын бұрғылау зумпфтары салынады. Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау және құрылысын аяқтағаннан кейін, технологиялық регламент пен экологиялық талаптарға сәйкес, пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі (ПБЕ) зумпфтардан сорылып алынып, уран өндіретін кәсіпорындардың шламжинағашытары мен құм тұндырғыштарына тасымалдануы тиіс. Бұл шламжинағаштар мен құм тұндырғыштар бұрғылау жұмыстары жүргізілетін орындардан 20–50 км қашықтықта орналасқан. Уран өндіруші кәсіпорындардың шламжинағаштарында ПБЕ шламы үлкен көлемде жиналып, қордаланады.

Қазіргі уақытта ПБЕ (пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін) кәдеге жарату процесі сұйық фазаның табиғи жолмен булануы арқылы атмосфераға шығарылуын қамтамасыз ететін ұзақ мерзімді сақтау (тұндыру) әдісімен жүзеге асырылады, ал тұндырғыштың түбіне шөккен қатты фаза ешқандай өңдеусіз сол күйінде қалады (мұндай тұндырғыштар «қорымдар» деп аталады). Осыған байланысты әрбір тұндырғыш экологиялық қауіпті нысан болып табылады.

Ғылыми құрамдасты шешудің ерекшеліктері мыналардан тұрады:

- ПБЕ фракцияларға бөлу үшін экологиялық таза, реагенттік әдісті зерттеу, бұл ретте ыдыратқыш және механоактивтеуші құрылғыларды қолдану;

- ПБЕ фракциялауды жеделдетуге арналған ыдыратқыш және механоактивтеуші құрылғылардың тиімді құрылымдарын әзірлеу;

- ПБЕ ыдыратуға арналған құрылғы конструкциясына бейімделген флокулянттар мен электролиттердің химиялық құрамының және олардың концентрациясының оңтайлы параметрлерін анықтау, сондай-ақ алынған өнімдерді кешенді кәдеге жарату. [17]

2.1 Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кәдеге жаратуға арналған бар әдістер мен қолданылатын техникаларға аналитикалық шолу

Әлемдік тәжірибеде ПБЕ (пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін) кәдеге жаратуда келесі әдістер қолданылады: көму, термиялық сусыздандыру, қатайту, сондай-ақ бұрғылау шламын негізге ала отырып өнім алу мақсатында кәдеге жарату. Заманауи технологиялық шешімдердің енгізілуіне қарамастан, барлық

жағдайларға бірдей жарамды, бірыңғайланған кәдеге жарату және залалсыздандыру тәсілі әлі күнге дейін жоқ.

Әрбір әдістің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, және олар кәсіпорынның мақсатына, өңірдің климаттық және геологиялық ерекшеліктеріне, бұрғылау ерітіндісінің құрамына және басқа да факторларға байланысты таңдалады.

ПБЕ және шламдарды физикалық-механикалық бөлу әдістерімен ПБЕ кәдеге жаратудың Қазақстан Республикасындағы қолданыстағы әдістерінің кемшіліктері: ерітінділерді регенерациялау қондырғылары, жылжымалы тазарту блогы, гидроциклондар, вибросит және т.б. көп реттік қымбат, материал және энергия сыйымдылығы және технологияның күрделілігі болып табылады. Ультрафлуокулярлық өңдеу режимін дұрыс таңдау тұндырғыштың өнімділігін бірнеше есе арттыруға және су төгетін суспензияның құрамын едәуір төмендетуге мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда технологиялық ұңғымаларды бұрғылау барысында пайда болған пайдаланылған радиоактивті емес бұрғылау ерітінділерін жинау және көму жұмыстары Қазақстан Республикасының жұмыс істеп тұрған кен орындарында салынған және пайдаланылып жатқан шламжинақтағыштарда жүргізіледі.

Қазақстан Республикасының экология саласындағы заңнамасына сәйкес, өңделген бұрғылау ерітінділерін шламжинақтағыштарда көму қатаң шектелген, сәйкесінше оларды кәдеге жарату немесе қайта өңдеу мерзімі 12 айдан аспауы тиіс. Сонымен қатар, иерархия қағидатына сәйкес, компанияларда әзірленетін қалдықтарды басқару бағдарламаларында түзілетін қалдықтардың көлемі мен құрамы, оларды жинақтау, жинау, тасымалдау, залалсыздандыру, қайта қалпына келтіру және жою тәсілдері туралы мәліметтер, сондай-ақ қалдықтардың түзілуін азайту, оларды қайта пайдалану, өңдеу және кәдеге жарату үлесін арттыру бойынша ұсынылатын шаралардың сипаттамасы қамтылуы тиіс.

Бұрғылау шламдарының құрамында саз балшықтың елеулі мөлшерінің болуы оның құрғауын айтарлықтай баяулатады және шламдарды жинаудың рұқсат етілген мерзімі ішінде оларды қайталама пайдалануды іс жүзінде мүмкін емес етеді. Жыл сайынғы бұрғылау шламдарының көлемі (шамамен 30 мың тонна) және пайдаланылған бұрғылау шламдарын өңдеу бойынша дайын шешімдердің нарықта болмауы өнеркәсіп үшін БШ кәдеге жаратуға қосымша шығындар мен экология саласындағы уәкілетті мемлекеттік органдардан айыппұлдар салу қауіпін қалыптастырады.

Қосымша шығындарды болдырмас үшін тек қана бұрғылау шламдарын экологиялық өңдеудің бейімделген техникасы мен технологиясын әзірлеу

арқылы мүмкін, оның нәтижесінде өңдеу өнімдерін толықтай қайталап пайдалануға болады.

Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату бойынша жоғарыда сипатталған ұқсас әдістемелер бар, сондай-ақ, жүргізілетін бұрғылау жұмыстарында ең қолайлы болып табылатын авторлық құқықтар да бар.

Су негізіндегі пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін жою тәсілі белгілі (Авторлық куәлік SU 1677052, 15.09.1991 ж.). Су негізіндегі пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін жоюдың бұл әдісі пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіне флокулянтты енгізуді қамтиды, нәтижесінде қатты фаза мен сұйық фаза пайда болады. Бұл әдістің мақсаты, бөлінген қатты фазаның құрғақтық дәрежесін арттыру арқылы қатты фазаны жою технологиясын қарапайымдату. Сұйық әйнек пен гидролиздік лигниннің кезекпен енгізілуі қатты фазаның сусыздану деңгейін арттыру мақсатында жүргізіледі. Сұйық шыны кремний диоксиді мен сілтілердің жоғары температурада балқыту арқылы алынатын тұтқыр сұйықтық. Ол түрлі өндірістік процестерде байланыстырғыш ретінде пайдаланылады және жоғары адгезияға ие, сонымен қатар суға төзімділігімен ерекшеленеді. Сұйық шыны мен гидролизді лигнинді қолдану қатты фазаның сусыздану тиімділігін арттыруға және оны кейіннен кәдеге жарату технологиясын жеңілдетуге көмектеседі. Бұл әдістің кемшілігі технологиялық процестің екі сатылы дәйектілігі болып табылады, бұл пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жаратудың күрделенуіне және қымбаттауына әкеледі.

Ұсынылған әдістің аналогы болып пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату әдісі (27.05.2004 ж. №2229494 Ресей Федерациясының патенті), бұл кең таралған әдіс, және де балшық, құм, мұнай, металл бөлшектері және тағы да басқа сияқты әртүрлі ластаушы заттардан бұрғылау ерітінділерін тазарту үшін қолданылады.

Бұл жағдайда құрамында кальций оксиді, полигликоль, олигосахарид және моносакхаридтер бар құрамның органоминаралды комбинациясы болып табылатын ФЛОК-С реагенті қолданылады. Кальций оксиді коагуляциялық әсерге ие және бұрғылау ерітіндісінің қатты бөлшектерін тығыз тұнбаларға сығуға ықпал ететін реагенттің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады.

Полигликоль мен сахаридтер өз кезегінде флокулянттар рөлін атқарып, ірі бөлшектердің түзілуіне ықпал етіп, қатты фазаның центрифуганың көмегімен бөлінуін жылдамдатады. ФЛОК-С реагентімен өңделгеннен кейін, бұрғылау ерітіндісі центрифугацияға ұшырап, сұйық және қатты фазаларға бөлінеді. Сұйық фаза бұрғылау процесінде қайтадан қолданылуы мүмкін, ал қатты фаза әдетте одан әрі кәдеге жаратуға немесе көмуге бағытталады. Бұл әдістің кемшілігі болып, реагенттің күрделі құрамы және центрифугада өңдеумен

байланысты технологиялық процестің күрделенуі, себебі өңдеуден кейін бұрғылау ерітіндісінің бөлінген қатты фазасын бөліп алу өте қиын болады.

Бұрғылау қалдықтарын өңдеуге арналған қондырғы (Патент RU 2 047 728 C1 10.11.1995 ж.) сондай-ақ бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратудың бір әдісі болып табылады. Бұл құрылғы бұрғылау қалдықтарын өңдеу қондырғысы болып табылады, ол бұрғылау ағынды суларын өңдеу тораптарын, коагулянттар мен флокулянт ерітінділерін сақтау ыдыстарын, сорғыларды және айдаушы құбырларды қамтиды.

Сондай-ақ, ол БАС тұнбасын және пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін өңдеу тораптарымен қосымша айдаушы құбырлар мен реагенттерді еріту ыдысымен жабдықталған. Патент сипаттамасына сәйкес, коагулянттар мен флокулянт ерітінділерінің ыдыстары автомобиль торабында орнатылған. Бұл қондырғыны жұмыс орнына көлік құралымен көшіруге болатынын білдіреді, бұл оның стационарлық қондырғыларға қарағанда артықшылығы болып табылады.

Алайда, құрылымдық және жұмыс принципі тұрғысынан бұл бұрғылау қалдықтарын өңдеу қондырғысы ең жақын аналог емес, өйткені оның бұрғылау ағынды суларын өңдеу тораптары, ерітінділер ыдыстары және сорғылары бір жүйеде жұмыс істейді, ал сұрақта сипатталған қондырғылар БАС тұнбасын және пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін өңдеуге арналған жеке торап бар, қосымша айдаушы құбырлармен жіне де реагенттерді еріту ыдысы орнатылған.

Осыған сәйкес, бұл патенттегі қондырғының жылжытылу және мобильділік мүмкіндіктері сияқты артықшылықтары болғанымен, ол бұрғылау қалдықтарын өңдеуге арналған сипатталған қондырғыға құрылымдық тұрғыдан ең жақын аналог болып табылмайды. [18]

2.2 Зерттеу материалдары мен әдістері

Өткізгіш қабатты бұрғылау арқылы ашу үдерісінде көбінесе сазды ерітінді қолданылады, ол ұңғыма қабырғаларының орнықтылығын арттыру және жуу сұйықтығының қабатпен сіңірілуін болдырмау үшін қажет, алайда бұл жағдай қабат коллекторының тесіктері мен жарықтарының бітелуіне алып келіп, оның өткізгіштігінің төмендеуіне әкеледі. Қабат өткізгіштігін төмендететін негізгі фактор – кольматация, яғни шламның, бұрғыланған жыныстың, дисперстік фазаның (саз бөлшектері) және жуу сұйықтығы фильтратының қабаттың тесіктері мен жарықтарына еніп, ұңғыма қабырғаларында өткізгіштігі төмен саз қабығының түзілуімен сипатталатын құбылыс. Кольматация – бұл тау жыныстары тесіктері мен жарықтарына бөлшектердің жасанды түрде ену процесі.

Сулы негіздегі жуу сұйықтығының тағы бір кемшілігі, яғни оның жоғары сіңу қабілеттілігі, бұл саздардың ісінуіне, соның нәтижесінде ұңғыма диаметрінің тарылуына және бұрғылау құралдарының тығынына алып келеді.

Зерттеулер көрсеткендей, бұрғылау жуу сұйықтығының бұрғылау тізбегінің тығынының алдын алуға әсер ететін параметрлері, оның фильтрациялық және майлағыш қасиеттері болып табылады.

Осыған байланысты, ұңғыма оқпанының орнықтылығын қамтамасыз ете алатын реагенттерді қолдану арқылы тиімді бұрғылау ерітінділерінің жаңа құрамдарын әзірлеу – аса өзекті міндет болып табылады. Бұл бағытта су және көмірсутек негізіндегі бұрғылау ерітінділеріне арналған көпфункционалды реагенттерді жасау бойынша ғылыми тұрғыда негізделген жаңа технологиялық және техникалық шешімдерге деген тәжірбиелік қажеттілік туындап отыр. Демек, бұл зерттеулер мен әзірлемелер Қазақстанның уран өнеркәсібін дамыту үшін ерекше маңызға ие.

Бұрғылау ерітіндісінің негізгі дисперсиялық ортасын таңдау кезінде, ұңғыма оқпанындағы күрделенулерді барынша азайтуға бағытталған алғашқы қадам – белгілі бір өңірдегі геология, тау жыныстарындағы кернеулердің даму тарихы және жарықтардың таралуы туралы мүмкіндігінше көп ақпарат жинау болып табылады. Каротаж деректері бойынша температура мен кеуектілік қысым градиенттерін, қабат жағдайларындағы сазды минералдардың ылғалдылық мөлшерін анықтау қажет. Қиындықтар туғызуы мүмкін тау жыныстары үлгілеріне зерттеулер жүргізіледі. [19]

Бұрғылау ерітіндісінің негізгі қасиеттеріне тығыздығы, тұтқырлығы, тежеу қабілеті, тұрақтылығы, сутектік көрсеткіштің (рН) шамасы, сүзгілік параметрлері, көбіктену қабілеті, триботехникалық қасиеттері жатады. Бұл қасиеттер пайдаланылған бұрғылау ерітінділері мен шламдарын технологиялық қолданудан кейінгі кәдеге жарату процесіне де әсер етеді. Аталған қасиеттер әртүрлі реагенттермен өңдеу арқылы өзгертіледі, бұл ретте олар бір мезгілде бұрғылау ерітіндісінің бірнеше параметріне ықпал етеді.

Бұрғылау ерітінділерінің негізгі қасиеттері оның құрамында қалқып жүрген бөлшектердің өлшеміне, пішініне және химиялық құрамына байланысты. Өлшемі бойынша бұл бөлшектерді үш топқа бөлуге болады:

- 0,1–2 мкм аралығындағы коллоидтар ерітіндінің тұтқырлық және сүзу қасиеттерін анықтайды;

- немесе, 1–70 мкм бөлшек өлшемі бар ауырлатқыштар, олар ерітіндінің қажетті тығыздығын қамтамасыз етеді;

- бөлшек өлшемі 50–400 мкм аралығындағы құм, ол өте кеуекті кейбір қабаттардағы ірі тесіктерді бітегенімен, жоғары абразивтілігіне байланысты көбінесе теріс әсер етеді.

Ерітіндінің коллоидтық фракциясы бөлшектердің массасына қатысты өте аз мөлшеріне байланысты жоғары белсенділікке ие. Мұндай дисперсті жүйе үлкен меншікті беткеймен ерекшеленеді, ал бөлшектер мен ерітіндінің әрекеті негізінен олардың беттеріндегі электростатикалық зарядтармен анықталады, бұл бөлшектер арасындағы тарту/итеру күштерінің дамуына ықпал етеді. Әсіресе белсенді коллоидтар, бұл сазды минералдар, олар пішіндерімен де (осындай пластиналардың ең кішкентай кристалды плиталары мен пакеттері) және осы бөлшектердің молекулалық құрылымында ерекшеленеді. Белсенді саз минералдарының кристалдық торының ерекше құрылымына байланысты бөлшектердің базальды беттерінде күшті теріс зарядтар, сондай-ақ оң зарядтар, бірақ шеттері мен беттері пайда болады. Төмен ағын жылдамдығындағы осы карама-қарсы зарядтардың өзара әрекеттесуі сазды ерітінділердің тұтқырлығына қатты әсер етеді және ерітінді тыныштықта болған кезде қайтымды құрылымның пайда болуына себеп болады.

Бұрғылау ерітіндісінің құрамы мен технологиялық қасиеттерін жобалау кезінде келесі жалпы талаптарды ескеру қажет:

- Бұрғылау ерітінділері күрделі геологиялық жағдайларда ұңғымаларды апатсыз бұрғылауды қамтамасыз етуі тиіс және бұрғылау жабдығы мен бұрғылау құралдарының жұмыс істеуіне қолайлы жағдайлар туғызуы қажет;
- Бұрғылау ерітіндісі өнімді қабаттарды ашу кезінде жақын ұңғымалық аймақтың өткізгіштігін максималды түрде сақтауға ықпал етуі тиіс;
- Бұрғылау ерітіндісі бұрғылау қашауының жұмыс көрсеткіштерін жоғарылатуы немесе кем дегенде төмендетпеуі тиіс;
- Бұрғылау ерітіндісінің құрамы қоршаған ортаға техногендік әсер етпеуі тиіс және өрттен және жарылыстан қауіпсіз болуы қажет;
- Бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерін дайындау және реттеу технологиясы мүмкіндігінше қарапайым болуы керек, уақыт пен қажетті жабдықтың минималды шығындарымен.

Жобалау кезінде қолданылатын негізгі нормативтік құжат, ол «Мұнай және газ өнеркәсібі салаларындағы қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы» (ҚШ 08-624-03, 05.06.03, №56). Технологиялық шешімдерді әзірлеу үшін техникалық әдебиеттерді пайдалану, осы кен орнында немесе ұқсас геологиялық жағдайлары бар кен орындарында бұрғылау тәжірибесін қолдану, сондай-ақ өз зерттеулерінің нәтижелерін пайдалану қажет.

Табиғатта саздар әртүрлі минералдардан тұрады, мысалы, монтмориллонит, иллит және каолинит, олардың ішінде ең жоғары белсенділікке монтмориллонит ие.

Сумен өзара әрекеттескенде, саздар базальды жазықтықтар мен олардың айналасындағы қарсы иондар (Ca, Na, Mg) гидратациясы нәтижесінде ісінеді. Мұндай гидратацияның нәтижесінде серпімді қасиеттері бар гидраттық қабықша қалыптасады және соның салдарынан ісіну қысымы жоғары мәндерге жетеді. Сазды суымен араласқан қоспаға механикалық әсер ететін кезде, пакеттер базальды жазықтықтар бойынша қабатталып, қабырғалар мен қырлар бойынша жарылып, сазды ерітінді түзіледі. Мұндай саздың суда бастапқы дезинтеграциясы ыдырату деп аталады.

Саз бөлшектерінің бетіндегі серпімді гидрат қабықшалары олардың бір-біріне жабысып қалуына жол бермейді, осылайша жүйенің табиғи тұрақтануы деп аталады. Гидрат қабығының қалыңдығы саздың минералогиялық табиғатымен анықталатын базальды беттің теріс зарядының мөлшеріне байланысты. Ең белсенді минерал – монтмориллонит, оның құрамы сазды жыныста неғұрлым көп болса (60-70% немесе одан да көп), ерітіндінің балшық салмағының бірлігінен шығуы соғұрлым жоғары болады (1 тонна саз ұнтағының 15 м³ немесе одан да көп).

Кейбір жағдайларда, бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерін реттеу үшін сазды коллоидтар органикалық коллоидтармен толықтырылып, кейде олармен ауыстырылады. Мысалы, егер жүйеге ерітілген тұздар түскен жағдайда келесі құбылыстар байқалады. Ерітіндідегі тұз концентрациясы артқан сайын, адсорбциялық процестердің динамикалық сипаты салдарынан сазды бөлшектердің теріс зарядталған беткейінде оң зарядталған катиондардың концентрациясы артады. Белгілі бір тұз концентрациясында (1-1,5% NaCl, 0,25% CaCl₂) саздың беткейіндегі заряд толығымен бейтараптандырылады да, қорғаныш гидраттық қабықша жойылады.

Мұндай тұздардың әсерінен жүйеде коагуляция жүреді: саз бөлшектері үлкен блоктарға жабысып, ерітінді қоюланып, су жіберу мөлшері күрт артады. Ерітіндінің қасиеттерін қалпына келтіру үшін бұл жағдайда тұзға төзімді полимерлі реагенттерді, мысалы, крахмал, КМЦ және басқа да заттарды қолдануға болады. Бұл полимерлердің макромолекулалары өздерінің гидратты қабықшаларымен бірге саз бөлшектерінің беткейінде адсорбцияланады және осылайша, жасанды қорғаныш гидраттық қабықшаларын қалыптастырады.

Мұндай әсер ету кезінде коагуляцияланған бөлшектер қайтадан ажырайды, және бұл саз блоктарының қайта ыдырату процесі пептизация деп аталады. Белгілі бір полимер концентрациясында ерітіндінің қасиеттері толық қалпына келеді. Саз бөлшектерін адсорбциялық тұрақтандырудан басқа, көптеген полимерлер ерітіндіде коллоидтық өлшемдегі полимерлік блоктарды түзеді. Таза және тұзды ерітінділерде осындай полимерлік бөлшектер ерітінділердің қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді. Полимерлер молекулалық салмақтың

мөлшеріне байланысты ерітіндінің құрылымдық-механикалық қасиеттеріне әсер етуі мүмкін немесе әсер етпеуі мүмкін, бірақ олар әрдайым су өткізу қабілетін тиімді төмендетеді.

Коллоидтық фракция көмірсітек негізіндегі ерітінділердің бірінде олеофильді бентонит болып табылады. Мұндай ерітіндідің басқа түрінде (кері эмульсия) тұтқырлық және фильтрациялық қасиеттер маңызды су фазасының белсенді эмульсиялануымен қамтамасыз етіледі. Олеофильді бентонит құрылымын қалыптастыру үшін арнайы дайындалған олеофильді саздар қолданылады, ал фильтрациялық қасиеттерін жақсарту үшін олеофильді гуматтар пайдаланылады.

Сазды жыныстар полиминералды құрылымдар болып табылады, олар негізінен силикаттар класына жататын минералдардан тұрады, бұл минералдар тау жыныстарынан ұзақ геохимиялық процестер нәтижесінде түзілген: физика-химиялық бұзылу, гидротермиялық өзгерістер және қайта шөгінділер. Дегенмен, осы жыныстарды сипаттайтын негізгі қасиеттер сазды минералдардың болуына байланысты анықталады. Сазды минералдар алюминий, темір және магнийдің қабаттанып, жолақ тәрізді силикаттарына жатады. Сазды минералдардың бөлшектері негізінен жапырақ тәрізді пішінде болады, бірақ созылған жапырақшалар, түтікше және талшықты бөлшектер де кездеседі. Әдеттегі сазды минералдар қабаттанып жатқан филлосиликаттар болып табылады, олардың құрылымы белгілі бір дәрежеде слюданың құрылымына ұқсайды. Сазды құрылымдардың микроқұрылымдары физикалық және геохимиялық өрістерге өте сезімтал және сол себепті литогенез процесінде трансформацияға ұшырайды. Шөгінділердің шөгуі аяқталғаннан кейін физика-химиялық қатаю және дегидратация процестерінің әсерінен оның диакенетикалық өзгеруі басталады. Физика-химиялық қатаю кезінде лай сулардың құрамы мен концентрациясы өзгереді. Тұнба суларды диакенетикалық өзгерту кезіндегі ең тән бағыттарының бірі – тұздардың шоғырлануы және Mg^{2+} , Ca^{2+} және K құрамының артуы, нәтижесінде шөгінділердің айырбас комплексінде айтарлықтай өзгерістер болады. Бұл сазды бөлшектердің гидрофильділігін және олардың қосарланған электрлік қабатының диффузиясын азайтады.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, пластикалық сазды жыныстар болған жағдайда, ұңғымаларды шаю тәжірибесінде хлоркальций, гипс, силикатты, барий және кальций буровые ерітінділері кеңінен қолданылады. Мұндай ерітінділерді қолдану қатпарлардың құлауы, үгінділер, ұңғыма оқпанының тарылуы мен қуыстардың пайда болуын айтарлықтай азайтуға, сондай-ақ ұңғымаларды шаю және өңдеу уақытын қысқартуға мүмкіндік берді.

[20]

2.3 Ыдырату процесінің ерекшеліктері

Қазіргі уақытта әртүрлі өнеркәсіп салаларында қолданылатын химиялық реагенттерді ыдырату тәсілдері дәстүрлі әдістерге – механикалық, гидравликалық және пневматикалық ыдыратуға негізделген.

Гетерогенді реакциялар химиялық өндірісте де, табиғи үдерістерде де, мысалы, коррозия, геологиялық үдерістер және т.б., маңызды рөл атқарады. Гетерогенді үдерістердің ерекшелігі – химиялық өзара әрекеттесу реакциялық кеңістіктің кез келген нүктесінде емес, фазалар шекарасындағы өте жұқа аймақта жүреді. Бұл жағдайда фазалар шекарасының беті реакциялық қабілеті бойынша біртекті емес. Қатты кристалдық заттардың бетінде әртүрлі кристаллографиялық бағдардағы жазықтықтар әртүрлі белсенділікке ие екені белгілі.

Өз кезегінде, кристалдар жазықтығында ең белсенді орталықтар болып беттегі ақаулар, соның ішінде дислокациялар шығатын орындар мен блоктар шекаралары табылады.

Барлық гетерогенді үдеріс көпсатылы сипатқа ие. Мұндай реакциялардың кинетикасын талдағанда әдетте үш сатыны ажыратады: сыртқы диффузиялық, ішкі диффузиялық және кинетикалық сатылар.

Сыртқы диффузиялық режим жағдайында реакцияға қатысатын сұйық немесе ұнтақ тәрізді компонент өтетін диффузиялық қабаттың жағдайына бірнеше күштер әсер етеді: температуралық және концентрациялық градиенттер, гравитация, балқыманың турбулентті ағындары, сұйық балқыма арқылы газ көпіршіктерінің барботажы. Балқымалардың қатысуымен жүретін, сыртқы диффузиялық процестермен шектелетін өзара әрекеттесулер гидродинамикалық тұрғыда анықталмаған үдерістер қатарына жатады. Массаны тасымалдау салыстырмалы түрде аз көлемді сұйық немесе газ ағындарының құйын тәрізді пульсациялары арқылы жүзеге асады, ал әрекеттесетін фазалардың жанасу бетінің үдерістің нәтижелік жылдамдығына әсері екінші дәрежелі мәнге ие болады. [21]

Ішкі диффузиялық және кинетикалық сатылар әдетте беттік химиялық реакциямен байланыстырылады. Егер бүкіл реакциялық бет сұйық немесе газ тәрізді реагентке қолжетімді болса, онда реакция жылдамдығы V_t – бір уақыт бірлігінде түрленетін реагенттің жалпы мөлшері – фазалар арасындағы реакциялық бөліну бетінің ауданына S пропорционалды болады:

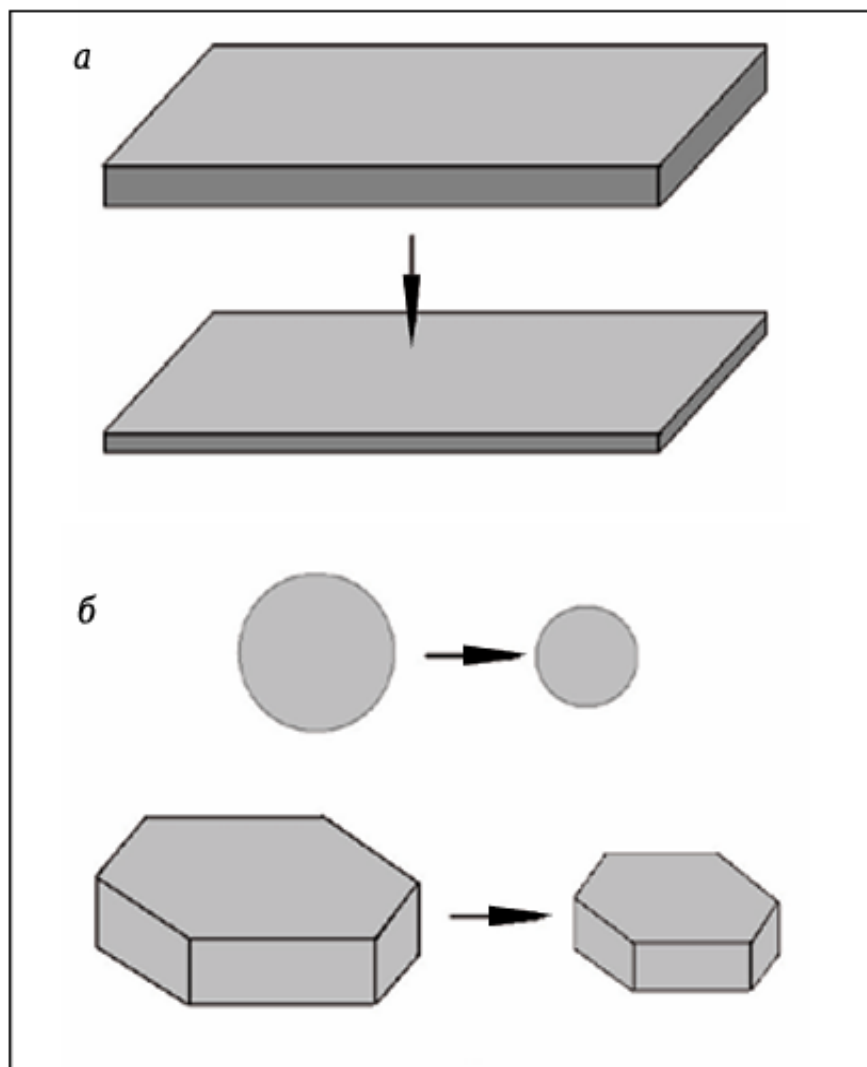
$$V_t = kS_t$$

мұндағы: k – пропорционалдық коэффициенті.

Демек, мұндай процестердің жылдамдығы реакциялық беттің өлшемі мен пішініне айтарлықтай тәуелді.

Көптеген теорияларда реакция бүкіл бетте басталып, беттің нормалі бойымен тұрақты сызықтық жылдамдықпен тұтас шебі түрінде таралады деп есептеледі. Бұл жағдайда гетерогенді реакция кезінде реакциялық беттің ауданының өзгерісі ескерілмейді (тұрақты бет ауданы моделі (2.1 сурет, а)), реакцияның дамуы барысында реакциялық беттің ауданы азаяды деп есептеледі (сығымдалатын шар немесе басқа пішіндегі фигура моделі (2.1-сурет, б)).

Көбірек егжей-тегжейлі және күрделі модельдерде бөлшектің (кристаллдың) әртүрлі қырларында реакция жылдамдығының айырмашылығы, уақыт бойынша пропорционалдық коэффициенттің k өзгерісі, сондай-ақ ұнтақ үлгісінің полидисперстік құрамы ескерілуі мүмкін.



а – тұрақты бет аумағы моделі; б – тығыздалатын пішіндер моделдері.

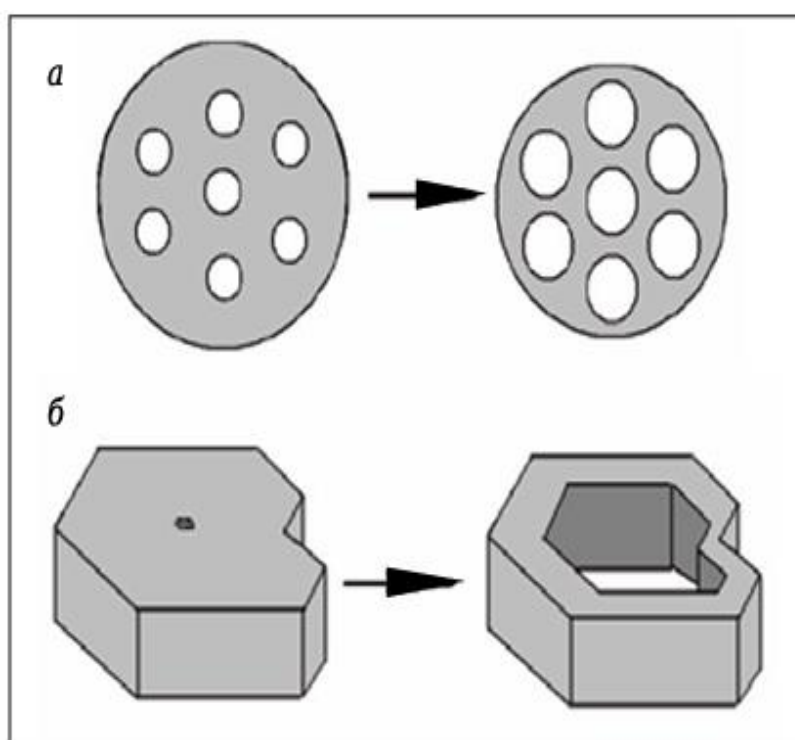
Сурет 2.1 – Гетерогенді реакциялардың схемалары

Гетерогенді процестердің кинетикалық қисықтарына тән сигмоидты пішін екені белгілі. Бұл ретте реакцияның жылдамдығы бірінші кезеңде (индукциялық кезең) артады, себебі реакция аймағы әлі қалыптаспаған, екінші кезеңде (негізгі кезең) реакцияның жылдамдығы реакциялық бет аумағының азаюына байланысты төмендейді. Көп жағдайда гетерогенді процестердің кинетикасын зерттегенде бірінші кезең ескерілмейді және сигмоидты қисықтың квази-тікелей сызықтық бөлігінен сәйкес келетін эмпирикалық жылдамдықпен жұмыс істеледі.

1905 жылы Г. Н. Льюис гетерогенді процестердің бар екенін анықтады, онда реакцияның жылдамдығы максимум арқылы өтеді. [22,23]

Осыған ұқсас гомогенді автокаталитикалық реакциялармен салыстыра отырып, ол реакциялардың жылдамдығының қатты өнімнің жиналуымен тездетілуін катализдік қасиеттері бар қатты өнімнің әсерімен түсіндіруді ұсынды. Қазіргі уақытта «өзін-өзі жеделдету» және «автокатализ» ұғымдарының теңдесуін кездестіруге болады.

Қатты + газ $\rightarrow$ ұнтақ және қатты $\rightarrow$ газ типті бірқатар процестер белгілі, мұнда реакция бетінің ауданы ұлғаяды, мысалы, барқыттың прогрессивті жануы немесе сынап оксидінің, аммоний бикарбонатының топохимиялық ыдырау реакциялары. Мұндай процестердегі реакция бетінің өзгеру схемасы 2.2 суретте көрсетілген.



а – барқыттың прогрессивті жануы; б – орторомбалық сынап оксидінің топохимиялық ыдырауы.

Сурет 2.2 – Реакциялардың схемалары, мұнда реакция бетінің ауданы ұлғаяды

Цилиндрлік ұнтақ түйіршігінің өз осіне параллель арналары бар. Жану процесі кезінде грануланьң сыртқы цилиндрлік бетінің ауданы азаяды, өйткені сыртқы диаметрі кішірейеді, бірақ бір уақытта арналардың цилиндрлік бетінің ауданы едәуір ұлғаяды, себебі арналардың диаметрі ұлғаяды (сурет 2.2, а). Прогрессивті формадағы ұнтақ түйіршігінің жану кезінде олардың ағымдағы беті бөлшектердің бұзылуына дейін ұлғаяды, содан кейін нөлге дейін азаяды.

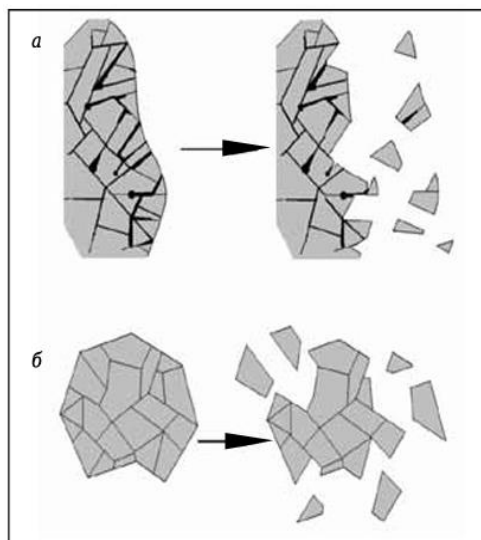
Жұмыстың авторы, реакцияның беттік қабатта өтетін аймағының үзіліссіз немесе «роевидті» локализациясы (2.2 және 2.3, а суреттерді қараңыз) экстремалды қатал жағдайларда өтетін реакциялар үшін тән деп санайды, мұндай жағдайларда беттік элементтердің реакциялық қабілеттілігі арасында айырмашылық байқалмайды. Белгілі бір қырларда және белсенді орталықтардағы ошақтық локализация жеңіл шарттарда реакцияның анизотропты сипатына әкеледі. Жұмыстың авторлары аммоний бикарбонаты мен сынап оксидінің термиялық ыдырауы кезінде кристалдардың бетінің өсуін сипаттайды (сурет 2.3, б). Қызықтысы, реакцияның таралу бағыты басым болады. Бұл бастапқы кристаллды қырлайтын теріс кристалдың өсуіне әкеледі.

Аталған белгілі модельдерден басқа, гетерогенді өзара әрекеттесу процесінде реакциялық бетінің ұлғаюының тағы бір нұсқасын ұсынуға болады. Көптеген қатты денелердің құрылымы біркелкі емес екені белгілі.

Поликристалдық денелер мен агрегаттар жеке бөлшектерден тұрады, олар «бос» шекаралармен бөлінген. Монокристалдарды аз бұрышты шекаралармен бөлінген кристалиттер жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Шекаралар материалының реакциялық қабілеттілігі құрылымдалған аймақтардағы материалдың реакциялық қабілеттілігінен ерекшеленеді.

Қатты материалдың сұйықтықпен жақсы сіңірілуі кезінде оның өздігінен немесе бөлшек шекаралардың басым еруі арқылы сұйықтық көлемінде ыдыртауға ұшырауы мүмкін, бұл коллоидтық ерітінділердің түзілуіне әкеледі. Осылайша, қатты массивті үлгінің беті (сурет 2.3, а) немесе макробөлшек (сурет 2.3, б) көптеген ұсақ бөлшектерді тудыруы мүмкін. Егер ыдырату қатты компоненттің қоршаған ортамен химиялық өзара әрекеттесуі жүретін жүйеде болса, қатты фазаның нақты бетінің елеулі дамуы нәтижесінде химиялық реакцияның жеделдеуі байқалады. [24,25]

Алайда, мұндай өздігінен үдеуші гетерогенді процестердің теориясы қазіргі уақытта жоқ.



Сурет 2.3 – Қатты дененің (А) немесе бөлшектің (б) бетін ыдырату кезінде коллоидты ерітінділердің түзілу схемалары

Біздің зерттеуіміздің мақсаты – қатты-сұйық типтегі өздігінен үдейтін гетерогенді процестердің мысалдарын ұсыну, олардағы қатты фазаның ыдырату сатысының болуын эксперименталды түрде растау және процестердің мүмкін механизмдерін ұсыну. [26,27]

2.4 Бұрғылау ерітінділерін ыдыратуға арналған құрылғы

Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату жөніндегі эксперименттік қондырғыда ыдырату әсерін пайдалану мақсатында біз «Бұрғылау ерітінділерін диспергациялау құрылғысы» өнертабысына ресми сараптамадан өткені туралы өтінім беріліп, хабарлама алдық, ол мұнай өндіру өнеркәсібінде бұрғылау қалдықтарын ыдырату үшін де пайдаланылуы мүмкін және де бұрғылау ерітінділерін дайындау үшін мұнай мен газға ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланылуы мүмкін сондай-ақ жұқа дисперсті суспензиялар мен эмульсияларды алу қажет болатын басқа салаларда.

Атап айтқанда, пайдаланылған бұрғылау ерітінділерінен эмульсияларды дайындау технологиясында оларды дайындау және кәдеге жарату мақсатында қабатқа айдау. Бұл өнертабыс бойынша жұмыстар барысында әртүрлі авторлық куәліктер қарастырылды, мен ең жақын жұмыс принциптері бойынша мыналарды келтіремін:

Белгілі құрылғы [КСРО авторлық куәлігі №921613, МПК В01F 11/00, авторлары: Убайдуллаев С.Р., Карабаев Т.К., Номикосов Ю.П., Ольгин А.Е., жарияланған: 23.04.1982 ж., бюллетень №15], бұрғылау ерітіндісін дайындау және оның қасиеттерін реттеу үшін, корпусымен, өңделетін ортаны қақпаққа енгізу және түбінен шығару құрылғысымен, оның ішінде биіктігі бойынша контейнерлермен және шарлармен орналастырылған құрылғысы бар. Энергия шығындарын азайту мақсатында ыдыратқыш серіппелермен жабдықталған, олар контейнерлерді қақпаққа, түбіне және бір-біріне қосады.

Алайда бұл құрылғы, сорғыдан келетін пульсацияланатын сұйықтықтың энергиясын шарлармен толтырылған контейнерлерді шайқап, оларды ретсіз қозғалысқа келтіру үшін пайдаланғанымен, сұйық ағынның кинетикалық энергиясын толық пайдаланбайды. Сонымен қатар, көпкамералы құрылғының бұрыштарында тоқырау аймақтарының пайда болу мүмкіндігі бар, бұл шеттерде орналасқан болат шарлардың кинетикалық энергиясының төмендеуіне және жалпы алғанда ерітіндіні ыдырату тиімділігінің азаюына алып келеді.

Техникалық мәні бойынша өнертабысқа ең жақын болып келетін құрылғы – гидродинамикалық ыдыратқыш [КСРО авторлық куәлігі №1111802 А, МКИ⁶ В01F 5/06., «Гидродинамикалық ыдыратқыш», авторы: А.А. Фигурак, Метрология және техникалық барлау бойынша бүкілодақтық ғылыми-зерттеу институты Иркутск бөлімшесі, жарияланған: 07.09.1984 ж., бюллетень №33], ол

тік цилиндрлік корпустан тұрады, оның ішінде биіктігі бойынша тесіктері бар көлденең қозғалмалы дискілер орналасқан, ал дискілердің арасында шарлы саптама бар.

Дискілер ыдыратқыш корпусының ішінде еркін орналасқан және осьтік бағытта орын ауыстыруға қабілетті, сыртқы диаметрі бойынша цилиндрлік бағыттаушылармен жабдықталған. Әрбір каскадта дискілердегі тесіктер мен шарлардың диаметрі алдыңғы каскадтағыдан кішірек. Дискілер мен ыдыратқыш корпусының қабырғалары арасындағы тоқырау аймақтарының пайда болуын болдырмау үшін олар екі жағына ойыс етіп жасалған. Бұл жағдайда, ағынның дискіге қиғаш соғылуы нәтижесінде құйын ағындарының қосымша соқтығысуы, олардың кинетикалық энергиясының шоғырлануы және ыдырату тиімділігінің кумулятивтік әсер есебінен артуы байқалады.

Алайда аталған құрылғыда да сұйықтық ағынының кинетикалық энергиясы екі іргелес диск арасындағы кеңістікте жеткілікті дәрежеде пайдаланылмайды, себебі шарлардың ыдыратқыш корпусының цилиндрлік қабырғаларымен соқтығысуы әлсіз байқалады. Бұл құбылыс серіппемен бекітілген контейнерлер шайқалғанда, дискінің ойыс бетінде жатқан шарлардың ортасына қарай ұшуы нәтижесінде болады. Сонымен қатар, тесіктерден шығатын қиғаш ағындардың болат шарлармен соқтығысу кезіндегі кинетикалық энергиясы ретсіз өзара әсерлер салдарынан ішінара сейіледі.

Қарастырылған ыдыратқыш конструкцияларының жалпы кемшіліктері мыналар болып табылады:

– Ыдыратқыш корпусының ішкі цилиндрлік бетімен шарлардың соққы-жанасу әрекеттесуі әлсіз байқалады, ал бұл бет әлдеқайда үлкен аумақты қамтиды, сондықтан ыдырату процесінің тиімділігін төмендетеді.

Өндіріске бағытталған бұл өнертабыс шешуге тиіс техникалық міндеті болып, ұсақтаушы элементтердің соққы-жанасу әрекеттесуін арттыру болып табылады.

Техникалық нәтиже мынадай шешімдердің есебінен жүзеге асырылады: гидродинамикалық ыдыратқышта, оның тік цилиндрлік корпусы ішінде биіктігі бойынша орнатылған, цилиндрлік бағыттағыштар бойымен еркін қозғалатын және тесіктері бар көлденең қозғалмалы дискілер орналасқан, ал дискілер арасындағы кеңістікте болат шарлар орналастырылған. Бұл ретте дискідегі шеттерге жақын орналасқан тесіктер аздап көлбеу бұрышпен орындалып, олардан шығатын жоғары жылдамдықты сұйықтық ағындары айналмалы (вихрь тәрізді) қозғалыс тудырады.

Осы айналу нәтижесінде пайда болатын ортадан тепкіш күштердің әсерінен шарлардың бағытталған қозғалысы ғана емес және олардың ішкі цилиндрлік қабырғалармен соққы-жанасу әрекеттесу қарқындылығы артуын

камтамасыз етеді. Бұл жағдайда шарлардың бір бөлігі дәстүрлі барабанды-шарлы диірмендегі сияқты жұмыс істейді.

Шарлардың цилиндрлік корпус қабырғаға соғылып, домалап қозғалу процесі ыдырату тиімділігін арттырады және сұйықтық ағынының кинетикалық энергиясы неғұрлым толық пайдаланылады, сонымен қатар тоқырау аймақтарының пайда болуының алдын алынады.

Ыдыратқыштың жалпы қысым айырмасы және, тиісінше, сорғының қажет гидравликалық қуаты шарлардың диаметріне, дискідегі тесіктер санына, әрбір каскадтағы шарлар қабатының қалыңдығына және каскадтар санына байланысты анықталады. [28,29]

Алайда, сұйықтық ағынын айналдыру (завихрение) құбыр өткізгіштерінде гидравликалық кедергіні азайту тұрғысынан оң әсер беретіні де белгілі. Бұл құбылыс сұйықтық ағынының құбыр қабырғаларымен үйкелісінің азаюы нәтижесінде орын алады [Иншаков Р.С., Балабуха А.В., Анисимова Е.Ю., Цырендашиев Н.Б., Панасенко Н.Л., Цыбуля И.И., «Құбыр өткізгіштеріндегі гидравликалық шығындарды азайту үшін қозғалатын ортаның ағынын айналдыруды қолдану», Еуразиялық ғылымның хабаршысы, 2018 ж., №10, №3, сондай-ақ РФ патенттері №2321779, №2403460, №2457014], бұл ыдыратқыштағы жалпы гидравликалық шығындарды азайтуы мүмкін.

Ортадан тепкіш типтегі сорғыларды ерітіндіні ыдыратқышқа беру үшін қолданған кезде, шарлардың цилиндр қабырғаларымен өзара әрекеттесуінің өте жоғары қарқындылығына қол жеткізуге болады, бұл құрылғыны тік күйде орнатуға да мүмкіндік береді.

2.4 суретте ыдыратқыш құрылғы дискісінің принципіалды схемалық диаграммасы берілген.

Бұрғылау ерітіндісін ыдыратуға арналған ыдыратқыш цилиндрлік қуысы бар цилиндр тәріздес қораптан (1) тұрады, оның ішкі қуысында серіппелермен бекітілген контейнерлер (2) орналасқан, бұл контейнерлер болат шарлармен (3) толтырылған. Контейнерлердің төменгі дискілерінде концентрлі түрде орналасқан тік тесік қатары бар, олар ерітіндінің жоғары жылдамдықтағы ағынын түзу үшін арналған. Дискінің шеткі бөлігінде орналасқан көлбеу тесіктер қатары сұйықтықтың иірімелі және жоғары жылдамдықпен тангенциалды қозғалатын ағынын қалыптастыруға арналған.

Бұл цилиндрлік көлбеу арналардың ұзындығы мен диаметрінің арақатынасы арна ішінде жоғары жылдамдықтағы ағын қалыптастыруға жеткілікті болуы тиіс. Біздің жағдайда бұл қатынас:

$$L = (4...5)d,$$

мұндағы L – арнаның ұзындығы, d – осы тесіктердің диаметрі.

Тесіктердің көлбеу бұрышы α шығын Q және дискідегі тесіктер саны n шамаларымен келесі қатынас арқылы байланысты:

$$\alpha = \frac{Q}{n \times d} \leq 35 \dots 45 \text{ град.}$$

Ыдыратқыш сорғының айдау желісіне тік бағытта орнатылады. Өңделетін орта төменгі жағынан беріледі. Ерітінді дискідегі тік саңылаулар арқылы өткен кезде, бұл контейнер ішіндегі шарлардың ретсіз қозғалысын тудырады, ал ерітіндінің импульстік берілуі олардың қарқынды шайқалуын қамтамасыз етеді.

Ағынды иіркелеуге арналған көлбеу тесіктер орталықтан тепкіш күштердің пайда болуына ықпал етеді. Бұл күштер шарлардың тек бейберекет және біркелкі емес қозғалысына және өзара соқтығысуына ғана емес, сонымен қатар олардың бір бөлігінің үнемі шеткі аймаққа қарай ығысуына алып келеді. Осы әрекеттің нәтижесінде бұл шарлар ыдыратқыштың цилиндрлік қабырғаларымен соқтығысып, оның бойымен домалайды. Бұл өз кезегінде жоғары жылдамдықтағы турбулентті ағындардың кинетикалық энергиясын анағұрлым толық пайдалануға мүмкіндік береді.

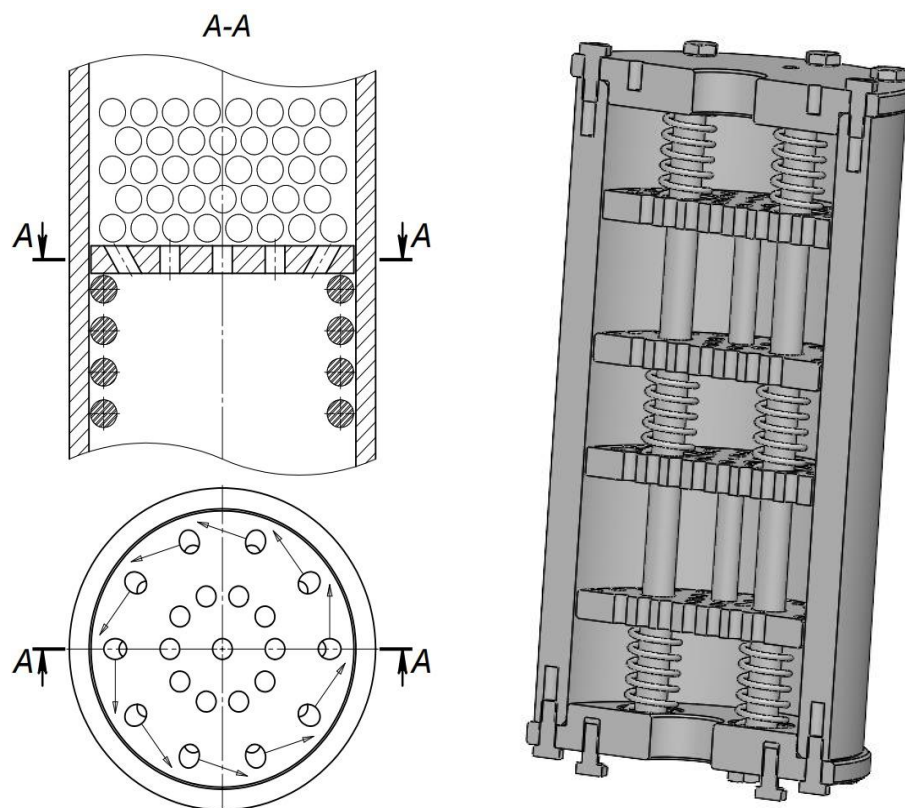
Механикалық қоспаларға шарлардың осындай кешенді гидромеханикалық әсері, сондай-ақ олардың өзара әрекеттесу беттерінің ұлғаюы ыдырату процесінің тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, дискілердегі көлбеу бағытталған сұйықтық ағындары корпустың ішкі қабырғасына шөгіп қалған механикалық қоспа бөлшектерін шайып, оларды ыдырату процесіне тартуға мүмкіндік береді.

Егер импульстардың жиілігі жеткілікті және ыдыратқышқа ерітіндіні көлемдік сорғымен беру жүзеге асырылса, құрылғыны горизонталды түрде орнатуға да болады, өйткені бұл жағдайда орталықтан тепкіш күштер барлық шарлардың қаптамада қарқынды ыдырату процесіне тартылуын қамтамасыз ете алады. [30,31]

Өнертабыстың формуласы: Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін ыдыратуға арналған ыдыратқыш, қақпағында өңделетін ортаны енгізу құрылғысы және түбінде шығару құрылғысы бар цилиндрлік корпустан тұратын, ішінде биіктігі бойынша шарлармен толтырылған контейнерлер орналастырылған құрылғы, ерекшелігі сол, ыдыратқыштағы контейнерлердің төменгі дискілері айналмалы ағын түзетін, диск шетінде көлбеу бұрышпен жасалған тесіктер түріндегі ағын бағыттағыштармен жабдықталған, бұл ретте тесіктің ұзындығы (L) мен диаметрінің (d) арақатынасы келесі өрнекпен анықталады $L = (4 \dots 5)d$, ал тесіктердің көлбеу бұрышы α өңделетін ортаның

шығыны (Q), дискідегі тесіктер саны (n) және олардың диаметрі (d) арқылы келесі қатынаспен байланысты $\alpha = \frac{Q}{n \times d} \leq 35 \dots 45$ град.



Сурет 2.4 – Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін ыдыратуға арналған құрылғы

2-бөлім бойынша қорытынды

Бұрғылау ерітіндісінің дисперстік фазасы ретінде көбінесе су қолданылады, бұл оның арзандығы және қауіпсіздігімен түсіндіріледі. Мұндай жағдайларда ұңғыма оқпанындағы сазды тұрақтандыру үшін судың белсенділігін төмендету қажет. Бұл әсер су молекулаларын химиялық жолмен байланыстыру және олардың сазға терең енуін болдырмау арқылы жүзеге асырылады.

Айта кету керек, пластикалық және пластикалық емес саздардың ісіну ингибиторларына реакциясы мен гидратация жылдамдығы әртүрлі. Пластикалық емес саздар аз мөлшерде суды байланыстырады және тез бұзылады, сондықтан су молекулаларының белсенділігін төмендету арқылы олардың ылғалдану жылдамдығын азайту қажет.

Ұңғыма оқпанының тұрақтылығы глицеринмен және натрий форматымен біріктірілген кезде натрий немесе калий полиакрилаттарын бұрғылау ерітіндісінде қолдану арқылы қамтамасыз етіледі, бұл сазды жыныстарға тежеу

кабілетін арттыруға көмектеседі. Поливинилпирролидон (PVP) кешен түзуге бейімділігін көрсетеді және төмен молекулалық қосылыстарды байланыстырады. Су негізіндегі поливинилпирроллидонды (PVP) бұрғылау ерітіндісінің құрамына енгізу ерітіндінің дисперсиялық ортасының белсенділігін төмендетуге, ұңғыма қабырғаларын құрайтын жыныстардағы кеуек қысымының өсуін тежеуге ықпал етеді және осылайша сазды жыныстарда бұрғылау кезінде оқпанның тұрақтылығын арттырады.

Жуу сұйықтығы мен саз жыныстарының өзара әрекеттесуі магистральдың тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді және бұрғылау ерітіндісі мен жыныстағы концентрациясының айырмашылығына байланысты полярлық қосылыстардың қайта бөлінуі нәтижесінде ұңғыманың айналасындағы кеуек қысымы мен тау жыныстарының кернеулі деформацияланған күйінің өзгеруіне әкеледі.

Алайда, бұрғылау ерітіндісінің сапасы оны одан әрі өңдеуге және қайта пайдалануға әсер етеді. Сазды бұрғылау ерітінділері ұңғымаларды бұрғылау процесінде қажетті компонент болып табылады, бірақ пайдаланғаннан кейін олардың құрамында тау жыныстары, тұздар, арнайы реагенттер және басқа да зиянды заттар сияқты әртүрлі ластаушы заттар болуы мүмкін. Қайта пайдаланудың дұрыс технологиясы болмаған жағдайда, бұл шешімдер аймақтың экологиясына және адам денсаулығына теріс әсер етуі мүмкін.

Сондықтан пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерін жоюдың тиімді әдістерін әзірлеу және қолдану қажет, бұл олардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға және бұрғылау процесін экономикалық тұрғыдан негіздеуге көмектеседі. Уран кен орындарында пайдаланылған сазды бұрғылау ерітінділерінің құрамын зерттеу оларды өндеудің, өндеудің және кәдеге жаратудың тиімді әдістері мен технологияларын анықтауға, сондай-ақ оларды салада қайта пайдалану үшін ұсыныстар мен стандарттарды әзірлеуге көмектеседі.

Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде коагулянттар мен флокулянттарды пайдаланудың оңтайлы жағдайларын анықтау үшін келесі зерттеулер жүргізу қажет:

1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің рН, қатты бөлшектердің мөлшері, тұтқырлық сияқты химиялық және физикалық қасиеттерін зерттеу. Бұл параметрлер флокуляция тиімділігіне әсер етуі мүмкін;

2. Флокулянттың оңтайлы концентрациясын анықтау. Бұл әртүрлі флокулянт концентрацияларымен тәжірибелер жүргізу және флокуляция тиімділігін өлшеу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін;

3. Температураның флокуляция мен коагуляция тиімділігіне әсерін зерттеу. Температура флокулянт пен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі арасындағы реакцияға әсер етуі мүмкін;

4. Флокулянт пен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі арасындағы оңтайлы әрекеттесу уақытын анықтау. Бұл әртүрлі әрекеттесу уақыттарында эксперименттер жүргізіп, флокуляция тиімділігін өлшеу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін;

5. Флокуляция тиімділігіне араластыру жылдамдығы мен ерітіндідегі иондар концентрациясы сияқты басқа параметрлердің әсерін зерттеу;

6. Коагулянт пен флокулянтты пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау.

Тиімді реагенттердің концентрациясы пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде бірнеше факторларға байланысты, мысалы, ерітіндінің қасиеттері, химиялық құрамы, қатты бөлшектердің концентрациясы және тағы да басқалары. Жоғарыда аталған зерттеулерді жүргізу флокулянттар мен коагулянттарды пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде қолданудың оңтайлы жағдайларын анықтауға және радиоактивті емес шламдарды кәдеге жарату процесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. [32,33]

3 ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ҮШІН ЫДЫРАТҚЫШ ПЕН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕУ

КеАҚ «Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ», «Волковгеология» АҚ және «Металлургия және кен байыту институты» бірлесіп жасаған технология, жер асты ұңғылап сілтісіздендіру әдісімен уран кенін өндіруге арналған технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде жинақталатын пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін (ПБЕ) кәдеге жарату процесіне негізделген. Бұл технология ПБЕ құрамындағы суды және қою тұнбаны (саз, шлам) тікелей бұрғылау алаңында бөлу процесіне, сондай-ақ алынған компоненттерді техникалық мақсаттарда қайталай пайдалану арқылы қоршаған ортаға түсетін жүктемені азайтуға, өңірдің экологиялық жағдайын жақсартуға, көлік шығындарын қысқартуға және тасымалдауды қамтамасыз етуге қажет адам ресурстарын азайтуға бағытталған.

Ұсынылып отырған технологияны жүзеге асыру мақсатында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін (ПБЕ) кәдеге жаратуға арналған қондырғының конструкциясы әзірленді.

Қондырғы – уран кен орындарында ұңғымаларды бұрғылау барысында пайда болатын пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін залалсыздандыруға және тазартуға арналған жабдықтар кешені болып табылады. Ұсынылып отырған қондырғының ерекшелігі – бұрғылау ерітінділерін ыдырату тиімділігін арттыру арқылы ерітіндідегі қалқып жүрген бөлшектердің флокуляциясы мен тұну процесін жеделдетуге мүмкіндік беретін арнайы конструкциялы ыдыратқыш құрылғысы – ыдыратқыштың қолданылуы.

Техникалық нәтиже келесі түрде жүзеге асады: гидродинамикалық ыдыратқыштың конструкциясында, оның ішінде тік цилиндрлік корпус орналасқан, ал осы корпусың биіктігі бойынша еркін орнатылған және цилиндрлік бағыттағыштар бойымен қозғалатын көлденең дискілер бар, әрі дискілер арасында болат шарлар орналасқан. Бұл шарлардың перифериясындағы тесіктер аздап көлбеу бұрышпен жасалғандықтан, олардан шығатын жоғары жылдамдықтағы сұйықтық ағындары ағынды бұрап (айналдыруға) мүмкіндік береді.

Бұл ретте пайда болатын ортадан тепкіш күштердің әсерінен шарлардың бағытталған қозғалысы ғана емес, сонымен қатар олардың цилиндрлік корпусың ішкі бетімен соқтығысу қарқындылығы артады. Нәтижесінде шарлардың бір бөлігі дәстүрлі барабанды-шарлы диірмендегідей жұмыс істейді.

Шарлардың цилиндрлік қабырғаға қатты соқтығысуы және оның бойымен домалауы ыдырату процесін күшейтіп, сұйықтық ағынының кинетикалық

энергиясын неғұрлым толық пайдалануға және тоқырау аймақтарының алдын алуға мүмкіндік береді.

Ыдыратқыштағы жалпы қысым айырмасы және, тиісінше, қажет болатын сорғының гидравликалық қуаты – шарлардың диаметрімен, дискілердегі тесіктердің саны және әрбір каскадтағы шарлар қабатының қалыңдығы мен олардың санына байланысты анықталады.

Ұсынылған техникалық шешімге біздің тарапымыздан қорғау құжатын алу және авторлық құқықты белгілеу үшін өтінім берілді.

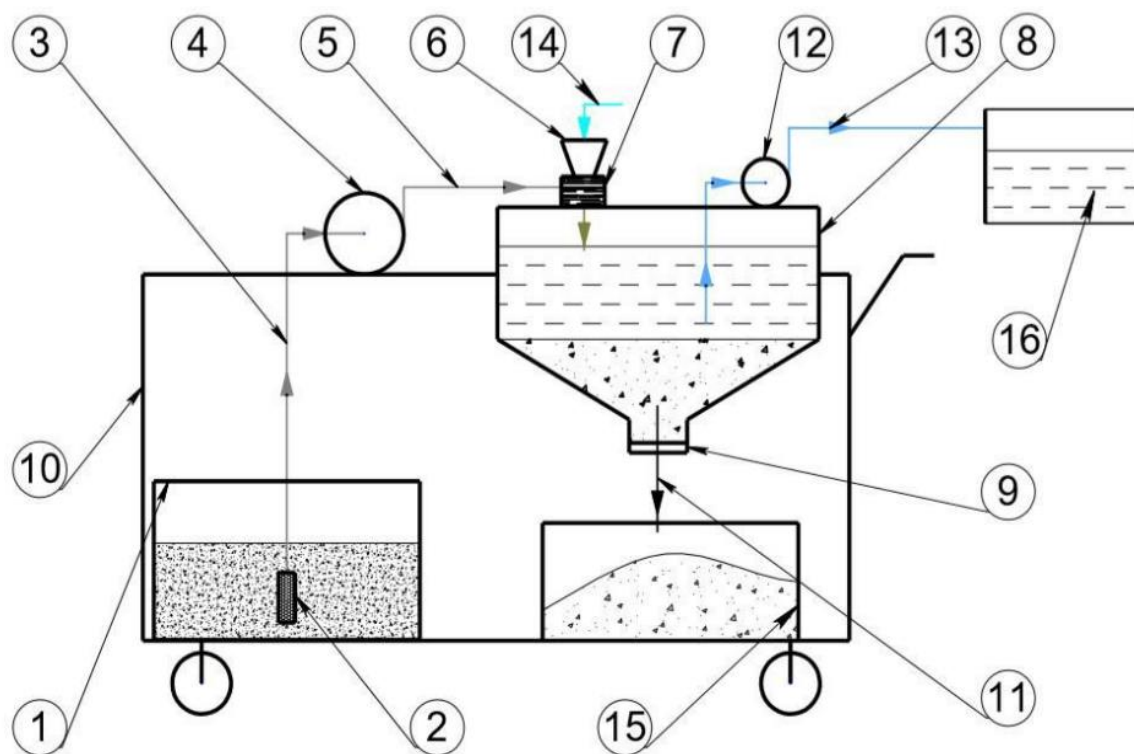
Ұсынылған пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату технологиясы мен оны жүзеге асыруға арналған қондырғы коагулянт пен флокулянтты қолдану арқылы пайдаланылған ерітіндіні өңдеу процесін, яғни қатты бөлшектерді сұйық фазадан бөлуін қамтамасыз етеді.

Флокуляция процесін қондырғыда коагулянттар мен флокулянттардың әсер ету механизмдері арқылы сипаттап өтейік. Алдымен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі реагенттер дозаторы арқылы ыдыратқышқа беріледі, мұнда ерітінді коагулянт пен флокулянтпен араласып өңделеді. Коагулянт ұсақ бөлшектерді ірі агломераттарға біріктіруге көмектеседі, бұл олардың кейінгі сүзгілеуін жеңілдетеді. Ал флокулянт коагуляцияланған ірі бөлшектерді одан да ірі флокулаларға біріктіріп, қатты фракцияларды сұйықтықтан оңай ажыратуға мүмкіндік береді.

Осыдан кейін қоспа қатты бөлшектерді тұндыруға арналған ыдысқа бағытталады, онда олар түбіне шөгеді және оларды жоюға болады. Ал сұйық фаза жүйеден шығарылып, техникалық мақсатта қайта пайдалануға жіберіледі. [34,35]

Осылайша: бұл технологияда белгілі бір пропорцияда бейиондық типтегі арнайы әзірленген «Суперфлок-М» реагенті мен сұйық шыны қолданылады. Бұл реагенттер қатты бөлшектерді сұйық фазадан ажырату процесін жылдамдатып, оның тиімділігін арттырады, сондай-ақ пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін екі фазаға: қатты және сұйық – неғұрлым нәтижелі түрде бөлуге мүмкіндік береді.

Эксперименттік қондырғы жасалып, ол пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін тазарту және кәдеге жарату процесін жүзеге асырады. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жаратуға арналған эксперименттік қондырғының технологиялық сызбасы 3-суретте көрсетілген, онда: мұнда 1 – зумф; 2 – хропок; 3 – сору желісі, 4 – шламдық сорғы, 5 – айдау желісі; 6 – дозатор; 7 – ыдыратқыш; 8 – қоспаның қатты фракцияларын тұндыруға арналған ыдыс; 9 – ысырмалы жапқыш; 10 – салазка; 11 – жұмыс сатысы; 12 – су айдау сорғысы.



Сурет 3.1 – Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін сұйық және қатты фазаға бөлу қондырғысының технологиялық схемасы

Әдіс келесі түрде жүзеге асырылады: зумпф 1-ден хропок 2 арқылы, сору желісі 3 бойынша шламдық сорғы 4 көмегімен, айдау желісі 5 арқылы пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі дозатор 6-ға, одан кейін ыдыратқыш 7-ге айдалады, мұнда ол коагулянт пен флокулянтпен өңделеді.

Коагулянт пен флокулянттың оңтайлы концентрациясы дозатор 6 арқылы ерітінді түрінде беріледі, ал пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі шламдық сорғы 4 арқылы авторлық ыдыртақышқа 7-ге айдалады, онда ол реттелетін оңтайлы гидродинамикалық жылдамдықпен қарқынды турбуленттік қозғалысқа ұшырайды.

Ыдыратқыштан кейін, реагенттермен өңделген масса қоспаның қатты фракцияларын тұндыруға арналған 8-ыдысқа құйылады. 8-ыдыста коагулянт пен флокулянттың оңтайлы концентрациясы ерітінді түрінде және пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі 1500 c^{-1} жылдамдық градиентімен қарқынды араластырылады, ал құрылғыдан шыққаннан кейін 10–12 секунд ішінде бұрғылау ерітіндісінің суспензиясы тұнады, және төгіндідегі қатты қалдық мөлшері 25 мг/л-ден аспайды.

Флокулянттың оңтайлы дозасында бұрғылау ерітіндісінің суспензиясы 30 минут ішінде тұнады және бұл кезде төгіндідегі қатты заттар мөлшері 300–700 мг/л құрайды.

Нәтижесінде коагулянт молекулалары мен флокулянт макромолекулалары шлам бөлшектерінің бетінде біркелкі адсорбцияланып, қысқа уақыт ішінде сұйық және қатты фазаларға тиімді бөлінуін қамтамасыз етеді.

Соңында екі фаза – қатты (саз, құм және жыныстар) және сұйық (бұрғылау ерітіндісінен бөлінген су) жылдам бөлінеді.

Одан әрі, пайда болған судың беткі қабаты 12-су айдау сорғысымен сорылып, кейінгі техникалық мақсаттарда қолдану үшін алынады, ал тұндырылған қою масса 9-шиберлік жапқыш арқылы үйіндіге төгіледі. Барлық қондырғы 10 – рамалық құрылымдағы салазкаларға орнатылады. Жоғарыда орналасқан сорғы қондырғыларына қызмет көрсету 11 – жұмыс сатысы арқылы жүзеге асырылады, ал бөлінген су шағын көлемді 12 – су айдау сорғымен сыртқа шығарылады.

Ұсынылып отырған әдіс бастапқы ерітіндіден 70%-ға дейін сұйық фазаны бөліп алуға және ылғалдылығы 30–35% болатын тұнба алуға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жаратуға арналған құрылғыны әзірлеу кезінде экологиялық қауіпсіздік талаптары мен үдерістің тиімділігін ескеру қажет. Сонымен қатар, нақты аймақтағы геологиялық жағдайлар мен пайдаланылған ерітіндінің химиялық құрамының ерекшеліктерін де назарда ұстау керек.

Нәтижесінде, пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жаратуға арналған әзірленген техника мен технология қоршаған ортаға теріс әсерді айтарлықтай азайтып, уран кенін жер асты ұңғылап сілтісіздендіру үдерісінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. [36,37]

3.1 Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің сұйық және қатты фазасын бөлуге арналған қондырғы

Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің сұйық және қатты фазасын бөлуге арналған қондырғы:

- бұрғылау ерітіндісінен техникалық суды бөліп алу, бұл бұрғылау алаңында таза суды тұтыну көлемін азайтуға мүмкіндік береді;

- пайдаланылған ерітіндіні қатты және сұйық фазаларға бөлу арқылы бұрғылау ерітінділері мен шламдарды кәдеге жаратуды жеңілдету, центрифугалар мен басқа да механикалық әдістерді қолданбай максималды сусыздандырылған тұнбаны шығару;

- бұрғылау ерітіндісі су негізіндегі болуы мүмкін, құрамында полимерлер мен қосымша қоспалар бар. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін коагулянттармен және флокулянттармен ыдырату процесінде су 10 микрон немесе одан да көп бөлшектерден тазартылады, ал қатты фаза сусыздандырылады. Сусыздандырылған шламның ылғалдылығы 25-30%

аралығында қалады, бұл қайта пайдалану үшін жүк көлігімен шығаруға мүмкіндік береді. Бұл ретте әкетуге жататын фильтраттың көлемі айтарлықтай азаяды.

Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің сұйық және қатты фазасын бөлу қондырғысы қалай жұмыс істейді:

Қондырғы гидродинамикалық күштердің жұмысына негізделген арнайы жасалған ыдыратқышпен жабдықталған. Ыдыратқыш бұрғылау сорғысының түсу сызығына тігінен орнатылады, онда саңылаулары бар екі серіппелі металл пластиналар бірдей ұяшықтарға ие, бірақ суспензияның симметриялы емес эллиптикалық айналмалы қозғалысын қамтамасыз ететін перифериясы әртүрлі бағыттар бар, бұл сызықтық қозғалыс амплитудасы бар классикалық виброситаға қарағанда реагенттердің пайдаланылған ерітіндінің құрамына толық енуі үшін 35% тиімдірек. Алынған қоспаның қатты фазасын тұндыру үшін конус түбінің сыйымдылығы қолданылады.

Қолданылатын техника мен технологиялар патенттермен қорғалған.

Бірінші фаза: Пайдалану бұрғылау ерітіндісі патенттелген гидродинамикалық ыдыратқыш арқылы өтеді, онда поршеньдік сорғы пен оның пульсациялық әсері нәтижесінде бөлшектер жұмыс камерасына түсіп, металл шарлармен соқтығысады. Бұл динамикалық жұмыс ортасының әсерінен зарядталған қозғалыс бөлшектер арасында соқтығысып, ірі бөлшектерді ұсақтап, осылайша реагент молекулаларының әрбір бөлікті толық ендіруіне мүмкіндік береді.

Екінші фаза: Реагенттермен алдын ала араластырылған пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі, онда жоғары дисперсті бөлшектер пайда болды, тұндыру және қатты құрамдас бөліктерді коагулянттар мен флокулянттармен қанықтыру үшін резервуар арқылы өтеді, осылайша ұсақ құмдар мен ірі тау жыныстарының бөлшектері резервуар түбіне шөгіп тұрады.

Үшінші фаза: Қоспаның ауыр бөлшектері резервуарда шөгу процесінде, бөлінген су резервуардың бетіне ағып шығып, түбін босатады. Нәтижесінде, сұйықтықтан тазартылған (техникалық су) қатты құрамдас бөліктер (ұсақ сазды бөлшектер және гидратталмаған саздар) резервуар түбіндегі экранда шөгіп қалады.

Жоғарыда сипатталған үш фаза үзіліссіз және синхронды түрде орындалады, бұл ерітіндіні тазарту процесінің барлық кезеңдерінде жүзеге асырылады.

Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін тазартудың соңғы нәтижесі:

– 600 мкм және одан үлкен қалдық фракциялары бұрғылау кезінде шығарылған тау жыныстарының ірі бөлшектері, ірі құм мен саз;

– 30-600 мкм аралығындағы қалдық фракциялары (ұсақ құмтастар мен ірі балшық бөлшектері);

– 10-30 мкм аралығындағы қалдық фракциялары (ұсақ балшық бөлшектері);

– механикалық түрде тазартылған су, бұрғылау процесінде қайта пайдаланылуы немесе флокулянттармен қосымша тазартылып (жарықтандырылып) су сапасын жақсартуы мүмкін.

Қондырғының кіріс ағынының өнімділігі поршеньді сорғының қуаттылығына және ыдыратқыш құрылғының ішкі диаметріне байланысты.

Судың тазарту дәрежесі: 10 микроннан ірі бөлшектер сүзгіден өткізіледі.

Қалдық ылғалдылық: 65-75% аралығында, қатты фракция құрамына байланысты. [38,39]

Жүйенің артықшылықтары:

1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін механикалық құрылғыларды қолданбай қатты және сұйық фазаларға бөлу, бұрғылау алаңында таза суды тұтынуды азайту, тұндырылған қоспаның қоймалжыңын өндірістік қажеттіліктерге қайта пайдалану;

2. Жүйе төмен тығыздықтағы қатты фазаны (LGS) және қалдық бұрғылау ерітіндісін механикалық тазарту жүйелері арқылы жою үшін тым кішкентай бөлшектерді тиімді түрде жояды;

3. Жабдық тікелей бұрғылау алаңында дербес жұмыс істейді, соның арқасында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің көп мөлшерін кәдеге жарату айтарлықтай жеңілдейді, өйткені оның толық көлемін шлам жинағыштарға тасымалдаудың қажеті жоқ;

4. Қатты фазаны сусыздандыру үшін қымбат центрифугалар қолданылмайды, сәйкесінше оларды сатып алуға, электрмен жабдықтауға, қызмет көрсетуге және жөндеуге шығындар болмайды;

5. Тасымалдау (бұрғылаудан 20-дан 50 км-ге дейін) және сақтау шығындары жоқ;

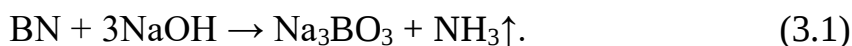
6. Жабдықтың қозғалғыштығы, ықшам өлшемдері, төмен қуат тұтынуы;

7. Қолданудың әмбебаптығы, қондырғы тәулігіне 24 сағат ауыр жұмыс жағдайларына арналған;

8. Төмен техникалық қызмет көрсету, Қарапайым Басқару, толық механикаландырылған жұмыс режимі.

3.2 Табиғи үлгілерді пайдалана отырып эксперименттік зерттеулер

Графит тәрізді бор нитридінің натрий гидроксидімен әрекеттесуін бекітілген әдістеме бойынша зерттеген. Бұл әрекеттесу келесі жалпы реакция теңдеуімен сипатталады:



Зерттеу нысандары екі түрлі үлгілерден тұрды.

Біріншісі – пиролизтік бор нитриді (ПБН), кристаллиттердің жоғары бағытталу деңгейі бар қабатты анизотропты құрылымға ие.

Анизотропия дәрежесі бойынша бұл материал монокристалды құрылымға жақын. Зерттеу үшін әр қырының ұзындығы 4,5–5,0 мм және қалыңдығы 0,15 мм-ге дейінгі квадрат пластинкалар қолданылды. Үлгілердің пикнометриялық тығыздығы – 2,2 г/см³.

Екінші түрі – поликристалды шар тәріздес бөлшектер, диаметрі шамамен 3 мм. Олар дәндерінің өлшемі 7 мкм-ден кем ұнтақтарды ыстықтай престоу арқылы алынған. Үлгілердің пикнометриялық тығыздығы – 2,2 г/см³.

Эксперименттер барысында графитке ұқсас бор нитридінің (ГБН) берілген жылдамдықта толық тұнуына қажет уақыт өлшеніп, үдерістің кинетикалық сипаттамалары анықталды.

ГБН әртүрлі құрылымдарымен бастапқы материал ретінде қолдану процесінің әр кезеңінің механизміне тән ерекшеліктерді анықтауға мүмкіндік берді. Бақылаулар көрсеткендей, бастапқы қатты үлгінің табиғатына байланысты реакцияның сипаты түбегейлі өзгереді.

Анықталғандай, пиролизикалық бор нитридінің пластиналары мен қатты бөлшектердің өзара әрекеттесуі классикалық гетерофазды реакция схемасы бойынша жалпақ бетте жүреді. Реакция жылдамдығы бет ауданына пропорционалды және іс жүзінде өзгермейді, өйткені пластинаның бүйір беттерінің ауданына мән беруге болмайды.

Сығылған ГБН үлгілерінің сілтісіне батырылған кезде екі параллель процесс байқалды. Бастапқы бөлшек жеке фрагменттерге ыдырады, олар өз кезегінде үлкен бөлшектердің бетіне шөгіп, шөгінділердің жеделдетілуіне және шағын және үлкен құрамдас суспензиялардың шөгуіне әкелді. Бұзылумен қатар, ГБН-ның бастапқы бетінде де, ыдырау нәтижесінде жаңадан пайда болған бөлшектерде де сілтімен белсенді әрекеттесуі болды, аммиактың қарқынды бөлінуін тудырды.

Әлбетте, ыдырау бастапқы бөлшектің бетінде шектелмей, бірақ әрбір бөлшек тағы бірнеше кішірек бөлшектердің пайда болу көзі болған кезде тізбекті сипатта болған. Көбінесе бөлшек 2-3 бөлікке бөлінді. Осылайша, тұндыру процесі бетінің коагулянттармен прогрессивті қанығуымен және бөлшектердің толық тұндырылуына дейін өзара әрекеттесуімен дамыды. [40]

3.3 Компьютерлік бағдарламаны пайдалана отырып, тиімділікке талдау жүргізу және алынған нәтижелердің есептік негіздемесі

Бұл зерттеу және есептеу жұмыстары ыдыратқыш құрылғының тиімді және оңтайлы параметрлерін анықтауға бағытталған. SolidWorks Flow Simulation бағдарламасында орындалған үш модельдеу негізінде ыдыратқыш құрылғының ішінде орналасқан пластиналардың тесіктер диаметрлеріне байланысты берілген жүйенің негізгі гидравликалық сипаттамалар зерттелді.

Есептеу жұмыстары және зерттеу барысында әртүрлі диаметрлі тесіктер, яғни сәйкесінше 4 мм, 5 мм, 6 мм болатын және де осы мәндерге сәйкес келетін шариктер диаметрі 5 мм, 6 мм, 7 мм қолданылды.

Орындап ойтрған зерттеу жіне есептеу жұмыстарының мақсаты, яғни қысым айырмасының, ағын жылдамдығының және көлемдік шығынның өзгерістерін және де бағдарлама көрсеткен тағы да басқа параметрлерді талдау арқылы ыдыратқыш құрылғының оңтайлы конфигурациясын анықтау.

Жоғары да айтылған параметрлер бойынша SolidWorks Flow Simulation бағдарламасында алынған нәтижелер төменде толығымен көрестіілген;

– пластинадағы тесік диаметрі 4 мм болғандағы есептеу нәтижелері:

Кесте 3.1 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің мақсаты

Атауы	Өлшем бірлігі	Мағынасы	Процесті орындау	Критерийлер	Дельта	Жинақталуды пайдалану
1	2	3	4	5	6	7
SG Кірістегі орташа толық қысымы	atm	16.00	100	0.39793097	0.00761448793	Қосылған
SG Кірістегі жаппай ағын	kg/s	6.7871	100	0.00678705069	2.74100689e-06	Қосылған
SG Кірістегі көлемдік ағын	m ³ /s	0.0068	100	1e-08	0	Қосылған
SG Кірістегі орташа жылдамдық	m/s	15.000	100	1.5e-07	0	Қосылған
SG Кірістегі орташа жылдамдық (Y)	m/s	-15.000	100	1.5e-07	0	Қосылған
SG Кірістегі орташа динамикалық тұтқырлық	Pa*s	0.0008	100	1.10879666e-06	2.32205691e-09	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік тұтқырлықтың	Pa*s	0.5130	100	2.00028174e-05	2.07196411e-07	Қосылған

3.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
орташа коэффициенті						
SG Кірістегі орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.019	100	1.87719287e-10	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа шкаласы	m	0.002	100	1.7e-11	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	%	3.00	100	3.00000007e-08	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа энергия	J/kg	0.304	100	3.0375e-09	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік энергияның орташа диссипациясы	W/kg	16.18	100	1.61810757e-07	3.55271368e-15	Қосылған
SG Кірістегі су массасының шығыны	kg/s	0	100	1e-08	0	Қосылған
SG Шығудағы жалпы орташа қысым	atm	6.28	100	0.00371685651	0.00054584162	Қосылған
SG Шығудағы массалық ағын	kg/s	-6.7871	100	0.00678705243	8.65553084e-05	Қосылған
SG Шығудағы көлемдік ағын жылдамдығы	m ³ /s	-0.0068	100	2.66720326e-07	8.67180025e-08	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық	m/s	15.045	100	0.00378230985	0.000366019119	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық (Y)	m/s	-15.016	100	0.000628316479	0.000569676639	Қосылған
SG Шығудағы орташа динамикалық тұтқырлық	Pa*s	0.0008	100	2.43374076e-07	3.53618587e-09	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбулентті	Pa*s	0.8615	100	0.0234133662	0.0083909195	Қосылған

3.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
тұтқырлық коэффициенті						
SG Шығудағы орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.004	100	0.00230719418	1.80383084e-05	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбуленттілік шкаласы	m	9.397e-04	100	1.4842964e-05	3.53584136e-06	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттілік тің орташа қарқындылығы	%	9.97	100	0.283506052	0.148304375	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбуленттілік энергиясы	J/kg	2.604	100	0.0785166071	0.0397696373	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттілік энергиясының орташа диссипациясы	W/kg	713.81	100	21.7915481	13.5476353	Қосылған
SG Шығудағы су массасының шығыны	kg/s	0	100	1e-08	0	Қосылған
Дельта Р	atm	9.72	100	0.394297755	0.00669736397	Қосылған

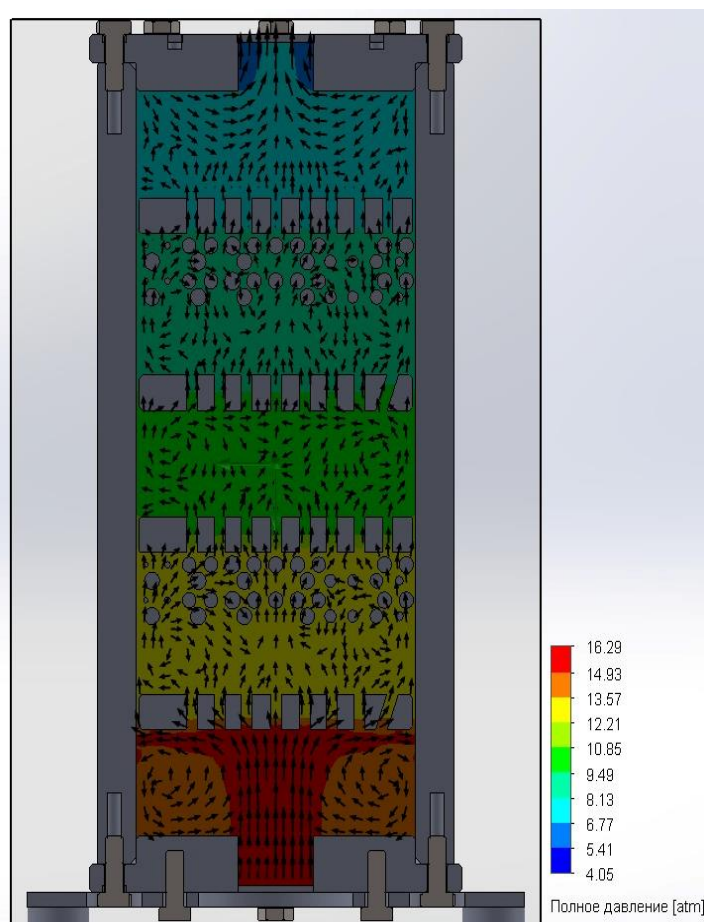
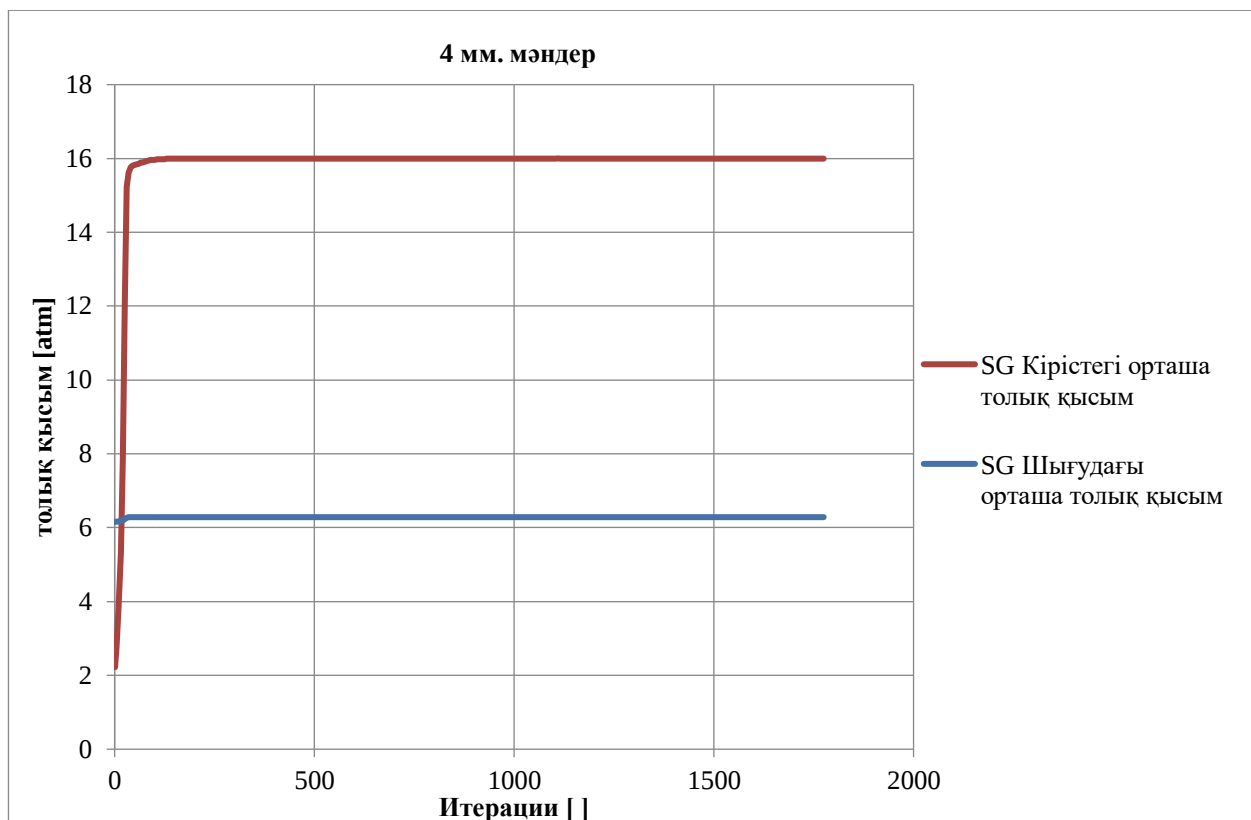
Кесте 3.2 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің минималды және максималды көрсеткіштері

Атауы	Минимум	Максимум
1	2	3
Қысым [atm]	4.05	16.08
Тығыздық (қатты дене) [kg/m ³]	7900.00	7900.00
Тығыздық (сұйық орта) [kg/m ³]	998.55	999.86
Жылдамдық [m/s]	0	21.857
Жылдамдық (X) [m/s]	-12.395	12.163
Жылдамдық (Y) [m/s]	-21.807	9.059
Жылдамдық (Z) [m/s]	-12.398	10.646
Құйындылық [1/s]	0	39163.53
Құйындылық (X) [1/s]	-34095.69	32163.54
Құйындылық (Y) [1/s]	-3657.10	3459.06
Құйындылық (Z) [1/s]	-31080.28	31026.02

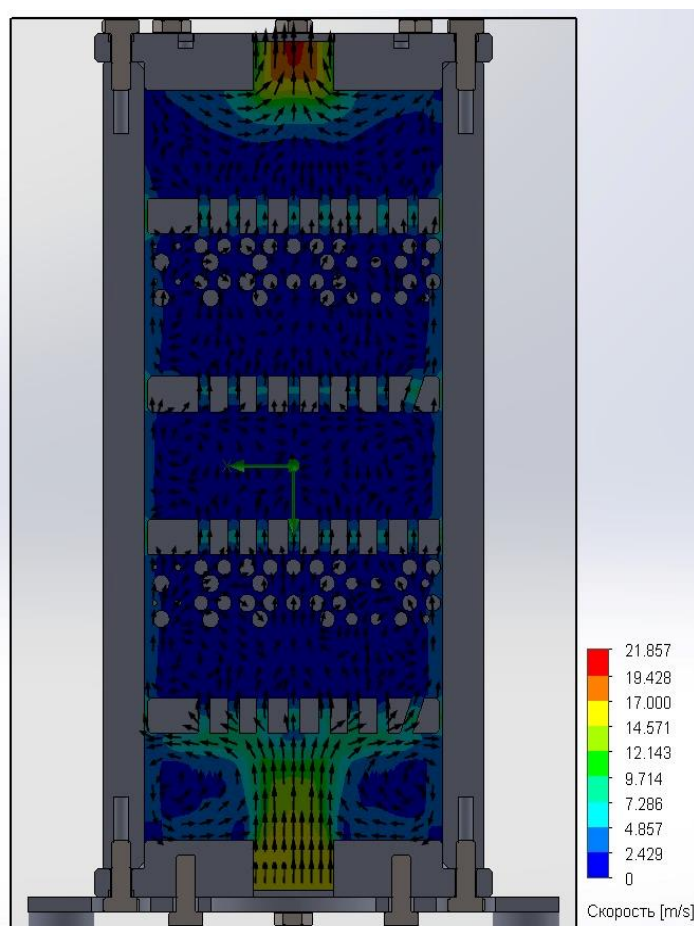
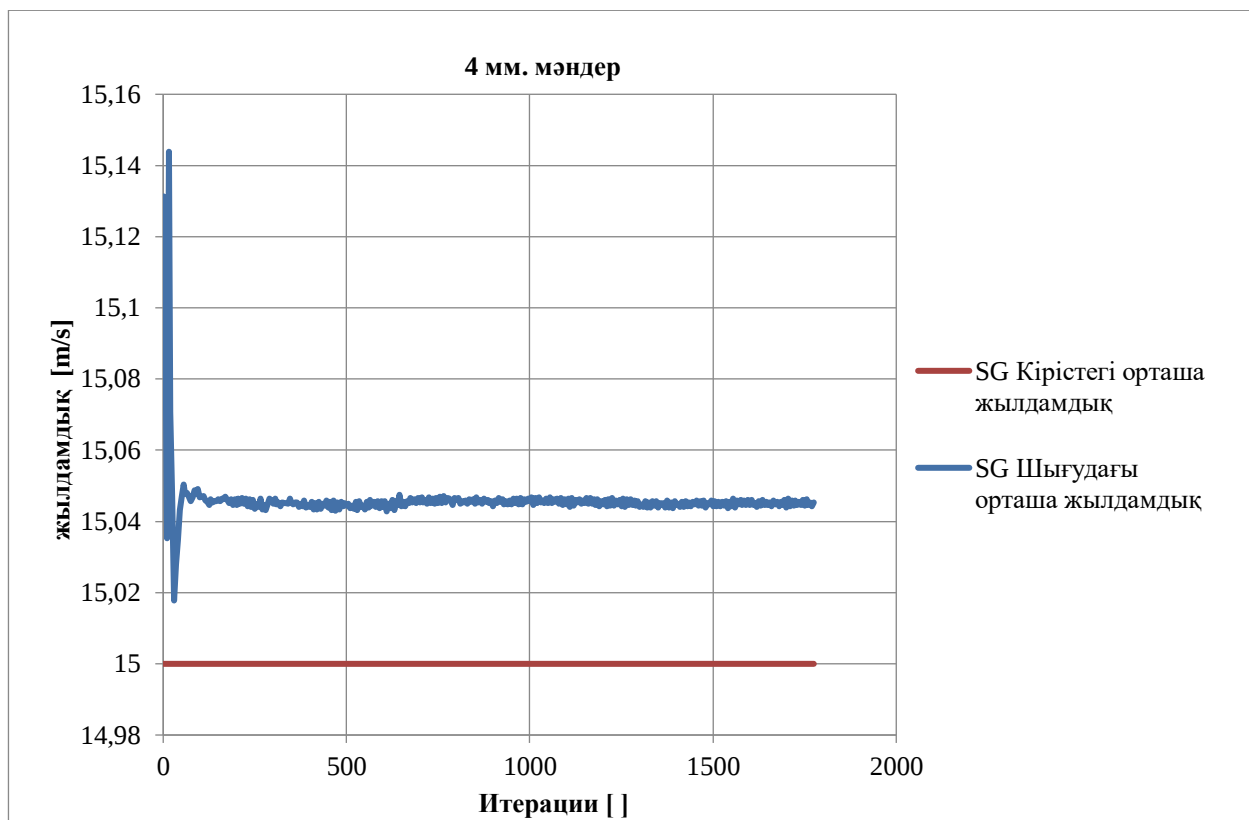
3.2-кестенің жалғасы

1	2	3
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық [m/s]	0	21.857
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (X) m/s]	-12.395	12.163
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Y) m/s]	-21.807	9.059
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Z) [m/s]	-12.398	10.646
Маха саны []	0	0.02
Жанама кернеу [atm]	0	0.03
Салыстырмалы қысым [atm]	3.05	15.08
Толық қысым [atm]	4.05	16.29
Сипаттамалық қысым [atm]	1.00	1.00
Динамикалық тұтқырлық [Pa*s]	0.0008	0.0008
Жылу ағынының коллинеарлық емес индикаторы []	0	1.0000000
Жылу кедергісі индикаторы []	0	1.0000000
Жылу беру коэффициенті [W/m ² /K]	0	1.278e+07
Балқу нүктесінен жоғары қызып кету [K]	-1380.058	-1379.270
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жалпы энтальпия ағынының тығыздығы [W/m ²]	-3.649e+10	5.295e+10
Жылу ағынының тығыздығы [W/m ²]	2.022e-05	1768.952
Жылу ағынының беттік тығыздығы [W/m ²]	-1212.138	1385.437
Жылу ағынының беттік тығыздығы (конвекция) [W/m ²]	-1212.138	1385.437
Жылу ағынының беттік тығыздығы (жылу өткізгіштік) [W/m ²]	0	0
Турбуленттік энергияның диссипациясы [W/kg]	1.00e-20	283018.37
Турбуленттілік қарқындылығы [%]	1.31	1000.00
Турбулентті тұтқырлық коэффициенті [Pa*s]	0	1.7222
Турбуленттіліктің масштабы [m]	0	0.002
Турбулентті уақыт шкаласы [s]	0	0.229
Турбуленттік энергия [J/kg]	0	6.802
Акустикалық қуат [W/m ³]	0	3.950e-07
Акустикалық қуат деңгейі [dB]	0	55.97

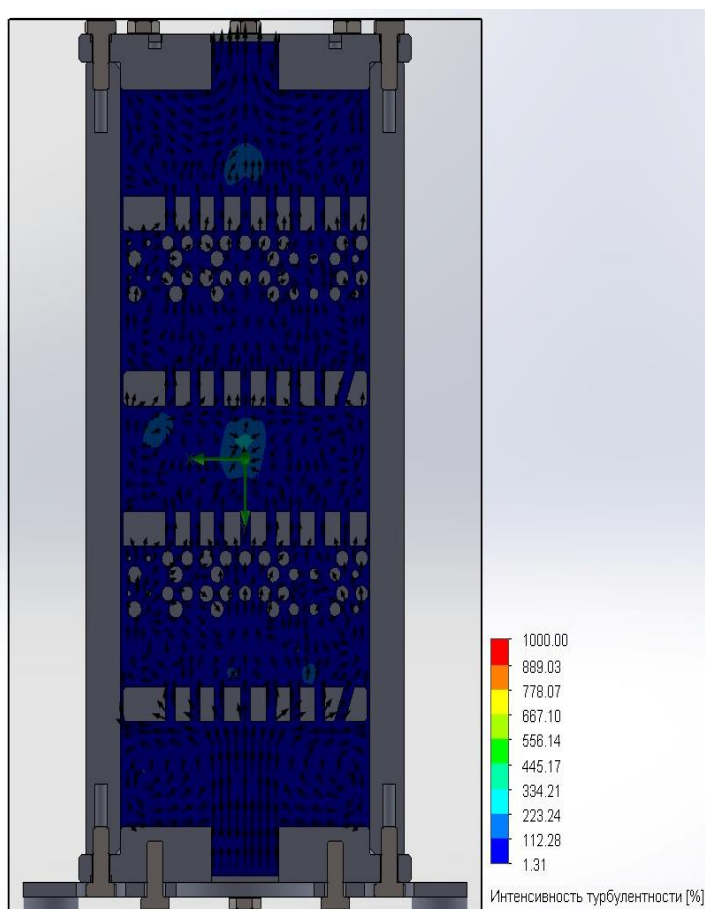
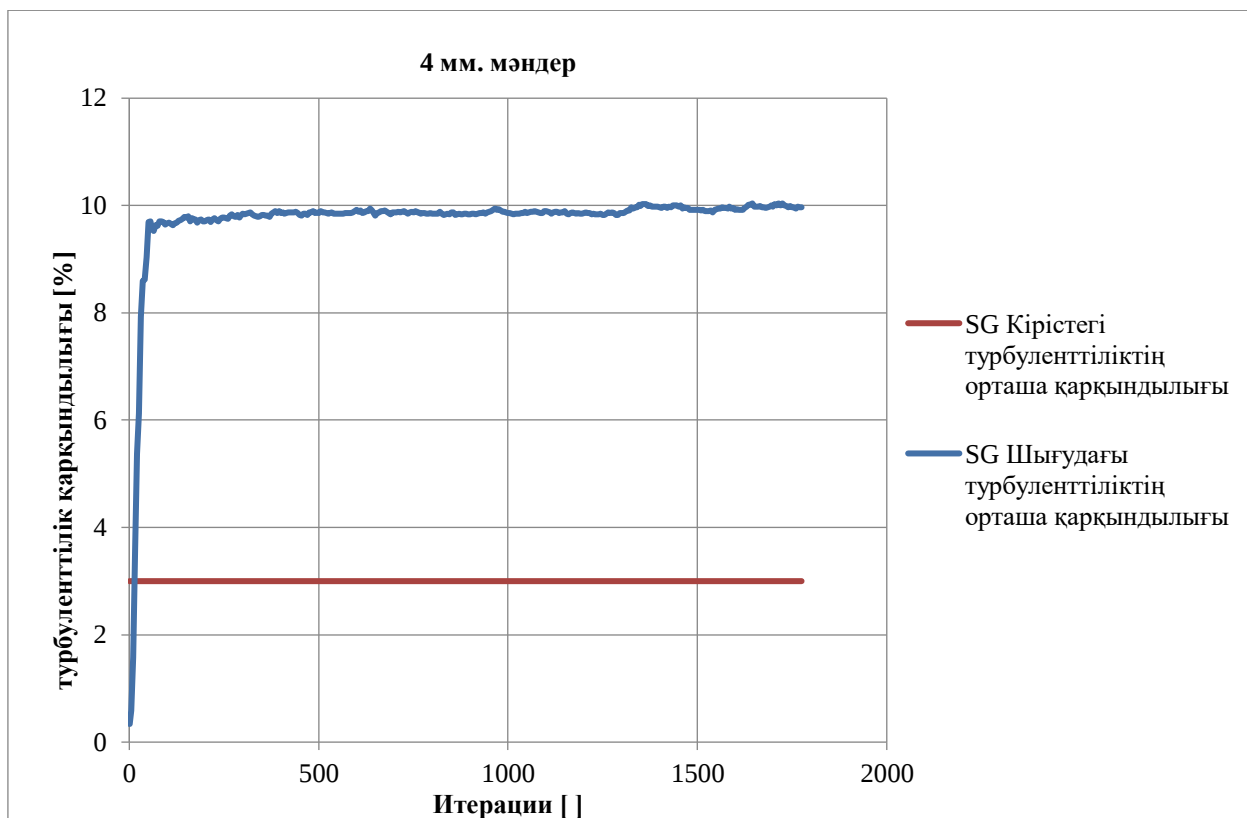
Жоғарыда есептеу нәтижелерінің көрсеткіштері бойынша ыдыратқыш құрылғының келесі параметрлерінің графиктері мен қималық суреттері төмендегідей нәтижеге ие болады.



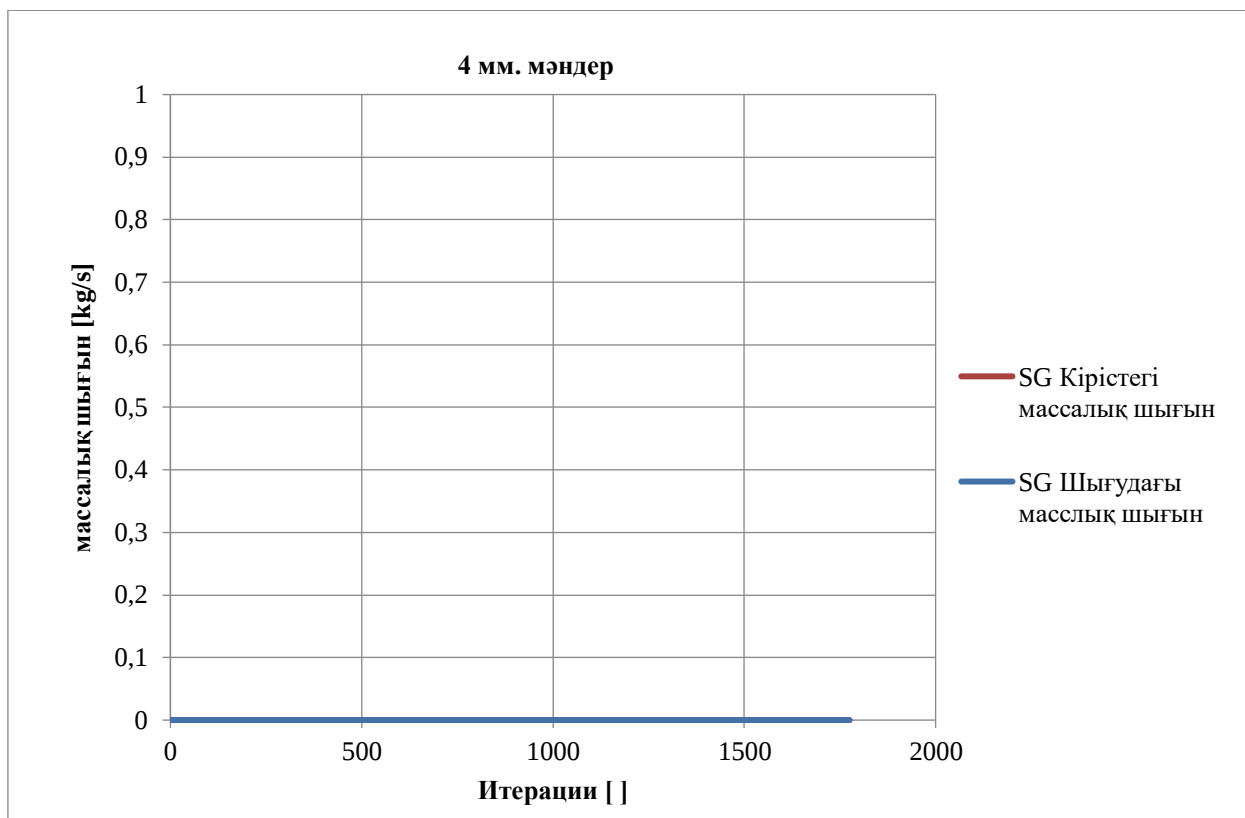
Сурет 3.1 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 4 мм болатын тесік мәніндегі толық қысымның көрсеткіші



Сурет 3.2 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 4 мм болатын тесік мәніндегі орташа жылдамдықтың көрсеткіші



Сурет 3.3 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 4 мм болатын тесік мәніндегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығының көрсеткіші



Сурет 3.4 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 4 мм болатын тесік мәніндегі массалық шығынның көрсеткіші

– пластинадағы тесік диаметрі 5 мм болғандағы есептеу нәтижелері:

Кесте 3.3 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің мақсаты

Атауы	Өлше м бірлігі	Мағына сы	Процес і орындау	Критерийле р	Дельта	Жинақталуд ы пайдалану
1	2	3	4	5	6	7
SG Кірістегі орташа толық қысымы	atm	10.68	100	0.143901954	0.00282255558	Қосылған
SG Кірістегі орташа динамикалық қысым	atm	1.11	100	1.34639236e-05	1.53079227e-07	Қосылған
SG Кірістегі массалық шығын	kg/s	6.7837	100	0.0067836924	9.36003283e-07	Қосылған
SG Кірістегі көлемдік ағын	m ³ /s	0.0068	100	1e-08	0	Қосылған

3.3-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
SG Кірістегі орташа жылдамдық	m/s	15.000	100	1.5e-07	1.77635684e-15	Қосылған
SG Кірістегі орташа жылдамдық (Y)	m/s	-15.000	100	1.5e-07	1.77635684e-15	Қосылған
SG Кірістегі орташа динамикалық тұтқырлық	Pa*s	0.0008	100	9.36555717e-08	2.08121586e-09	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік тұтқырлықтың орташа коэффициенті	Pa*s	0.3419	100	4.14870125e-06	4.71690125e-08	Қосылған
SG Кірістегі орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.028	100	2.8157893e-10	3.46944695e-18	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа шкаласы	m	0.002	100	1.7e-11	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	%	2.00	100	2.00000005e-08	4.4408921e-16	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа энергия	J/kg	0.135	100	1.35e-09	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік энергияның орташа диссипациясы	W/kg	4.79	100	4.79439281e-08	0	Қосылған
SG Кірістегі су массасының шығыны	kg/s	0	100	1e-08	0	Қосылған
SG Шығудағы жалпы орташа қысым	atm	6.27	100	0.00239353774	0.00117722565	Қосылған
SG Шығудағы орташа динамикалық қысым	atm	1.28	100	0.00239044653	0.00116596307	Қосылған
SG Шығудағы массалық шығын	kg/s	-6.7837	100	0.00678369303	3.20389136e-05	Қосылған
SG Шығудағы көлемдік шығын	m ³ /s	-0.0068	100	9.8986133e-08	3.68021876e-08	Қосылған

3.3-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
SG Шығыстағы көлемдік ағын	m/s	15.028	100	0.0127146185	0.0021405139	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық (Y)	m/s	-15.008	100	0.000262583131	0.000153813365	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық	Pa*s	0.0008	100	1.28617402e-07	9.60270851e-10	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбулентті тұтқырлық коэффициенті	Pa*s	0.5872	100	0.0243694841	0.00543287129	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.004	100	0.000261705924	1.36373454e-05	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбуленттілік шкаласы	m	8.428e-04	100	1.19750288e-05	2.74350882e-06	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	%	8.00	100	0.227424379	0.0812194251	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	J/kg	1.563	100	0.0825044259	0.0173838786	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттілік энергиясының орташа диссипациясы	W/kg	377.60	100	23.4946592	5.49546645	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттілік энергиясының орташа диссипациясы	kg/s	0	100	1e-08	0	Қосылған
Дельта P	atm	4.41	100	0.144802892	0.00470384925	Қосылған

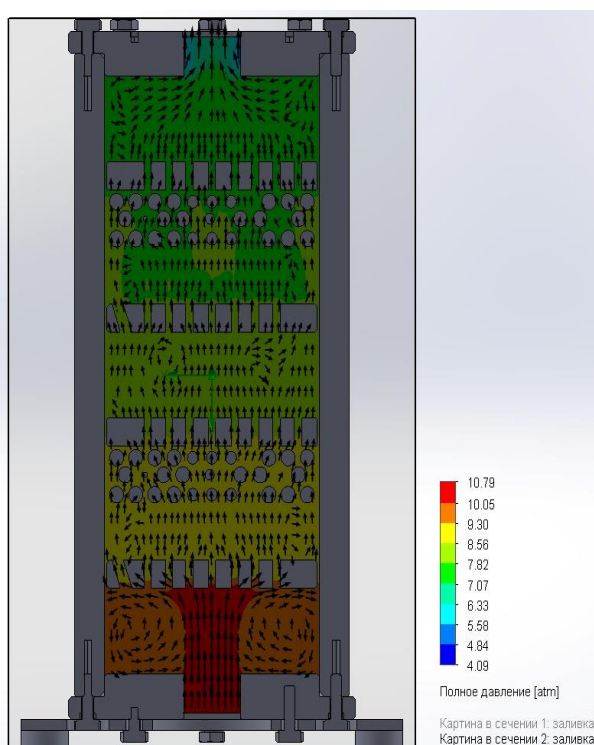
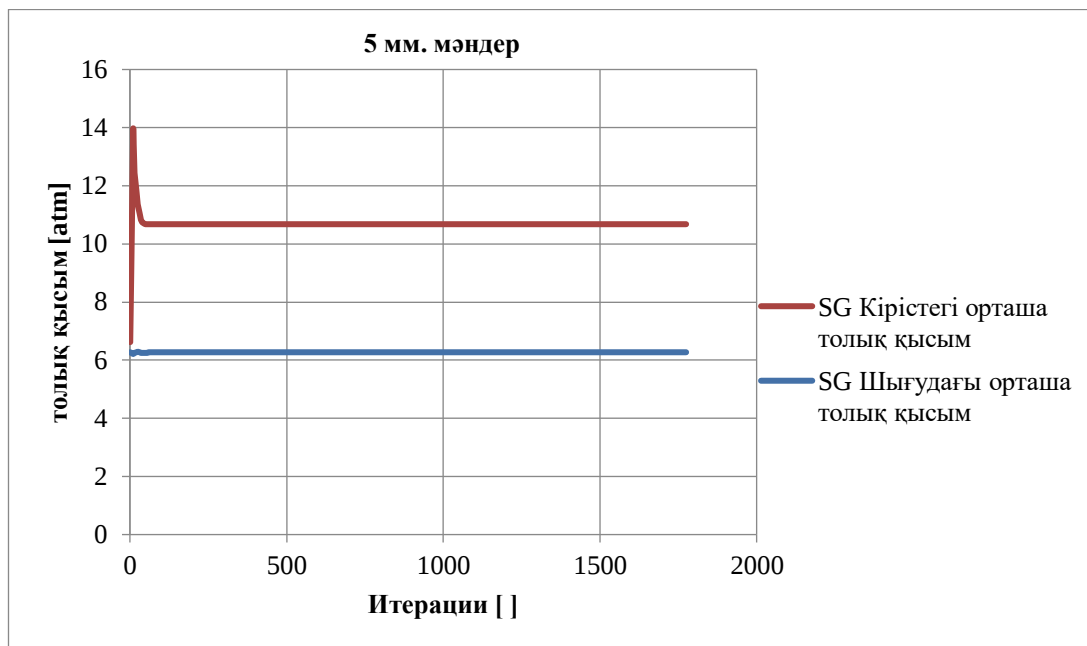
Кесте 3.4 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің минималды және максималды көрсеткіштері

Атауы	Минимум	Максимум
1	2	3
Қысым [atm]	4.09	10.78
Тығыздық (қатты дене) [kg/m ³]	7900.00	7900.00

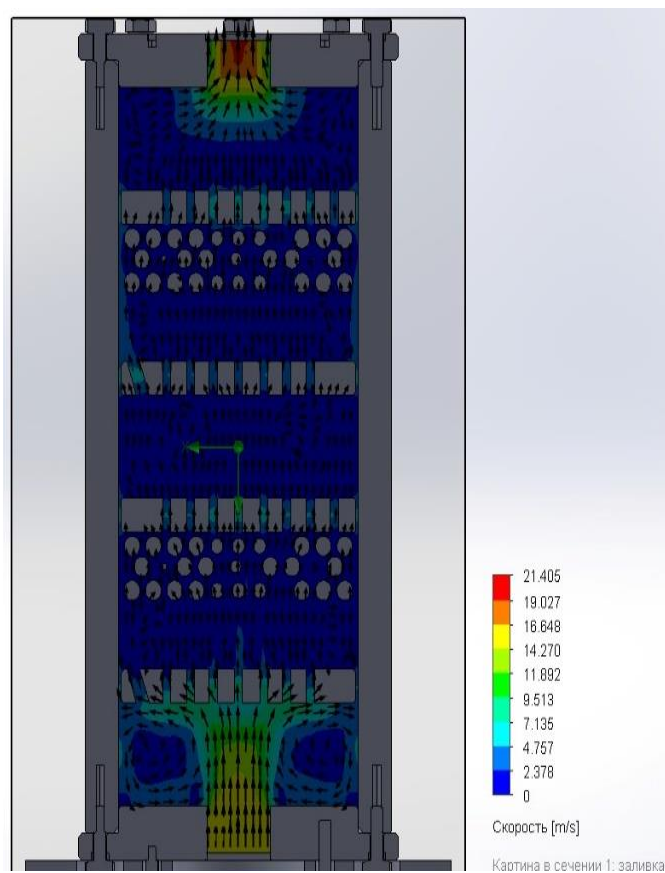
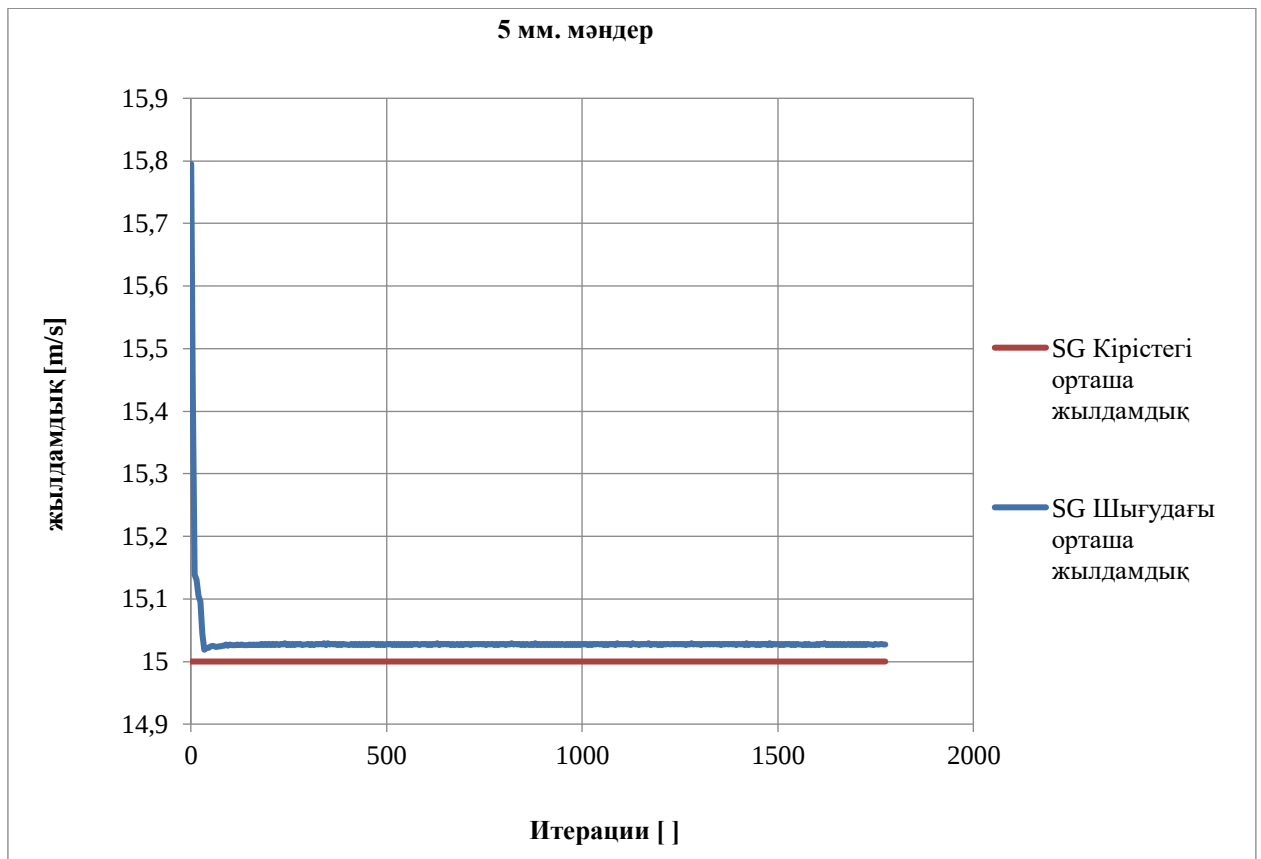
3.4-кестенің жалғасы

1	2	3
Тығыздық (сұйық орта) [kg/m ³]	998.65	999.36
Жылдамдық [m/s]	0	21.474
Жылдамдық (X) [m/s]	-12.343	12.262
Жылдамдық (Y) [m/s]	-21.463	6.529
Жылдамдық (Z) [m/s]	-11.407	10.261
Құйындылық [1/s]	0.43	21264.39
Құйындылық (X) [1/s]	-18305.89	16700.44
Құйындылық (Y) [1/s]	-1975.43	1996.41
Құйындылық (Z) [1/s]	-18440.91	15806.08
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық [m/s]	0	21.474
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (X) m/s]	-12.343	12.262
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Y) m/s]	-21.463	6.529
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Z) [m/s]	-11.407	10.261
Маха саны []	0	0.02
Жанама кернеу [atm]	0	0.02
Салыстырмалы қысым [atm]	-0.91	5.78
Толық қысым [atm]	4.09	10.79
Сипаттамалық қысым [atm]	5.00	5.00
Динамикалық тұтқырлық [Pa*s]	0.0008	0.0008
Жылу ағынының коллинеарлық емес индикаторы []	1.4366081e-20	1.0000000
Жылу кедергісі индикаторы []	5.3352207e-21	1.0000000
Жылу беру коэффициенті [W/m ² /K]	0	5908353.154
Балқу нүктесінен жоғары қызып кету [K]	-1380.057	-1379.663
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жалпы энтальпия ағынының тығыздығы [W/m ²]	-3.649e+10	5.211e+10
Жылу ағынының тығыздығы [W/m ²]	9.679e-06	1916.039
Жылу ағынының беттік тығыздығы [W/m ²]	-689.552	622.912
Жылу ағынының беттік тығыздығы (конвекция) [W/m ²]	-689.552	622.912
Жылу ағынының беттік тығыздығы (жылу өткізгіштік) [W/m ²]	0	0
Турбуленттік энергияның диссипациясы [W/kg]	1.00e-20	287665.27
Турбуленттілік қарқындылығы [%]	1.92	1000.00
Турбулентті тұтқырлық коэффициенті [Pa*s]	0	1.1892
Турбуленттіліктің масштабы [m]	0	0.002
Турбулентті уақыт шкаласы [s]	0	0.110
Турбуленттік энергия [J/kg]	0	9.606
Акустикалық қуат [W/m ³]	0	1.775e-06
Акустикалық қуат деңгейі [dB]	0	62.49

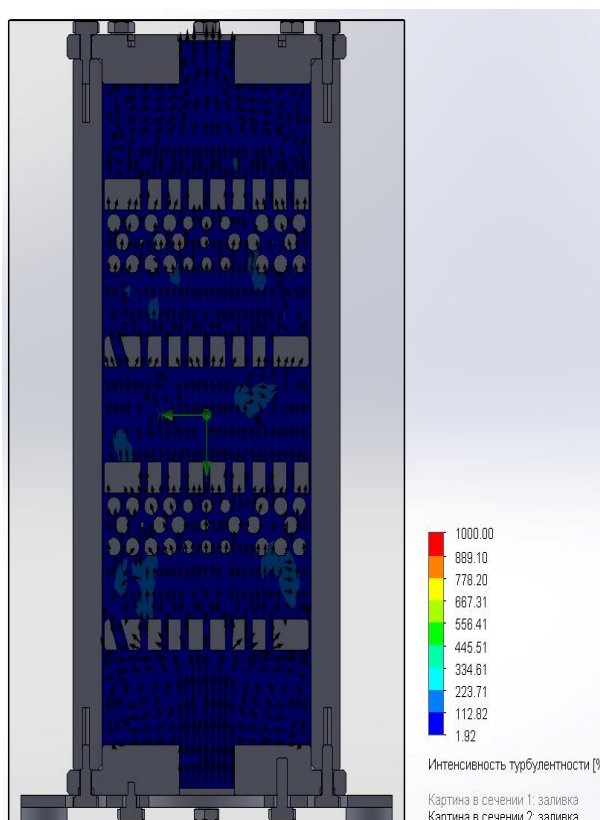
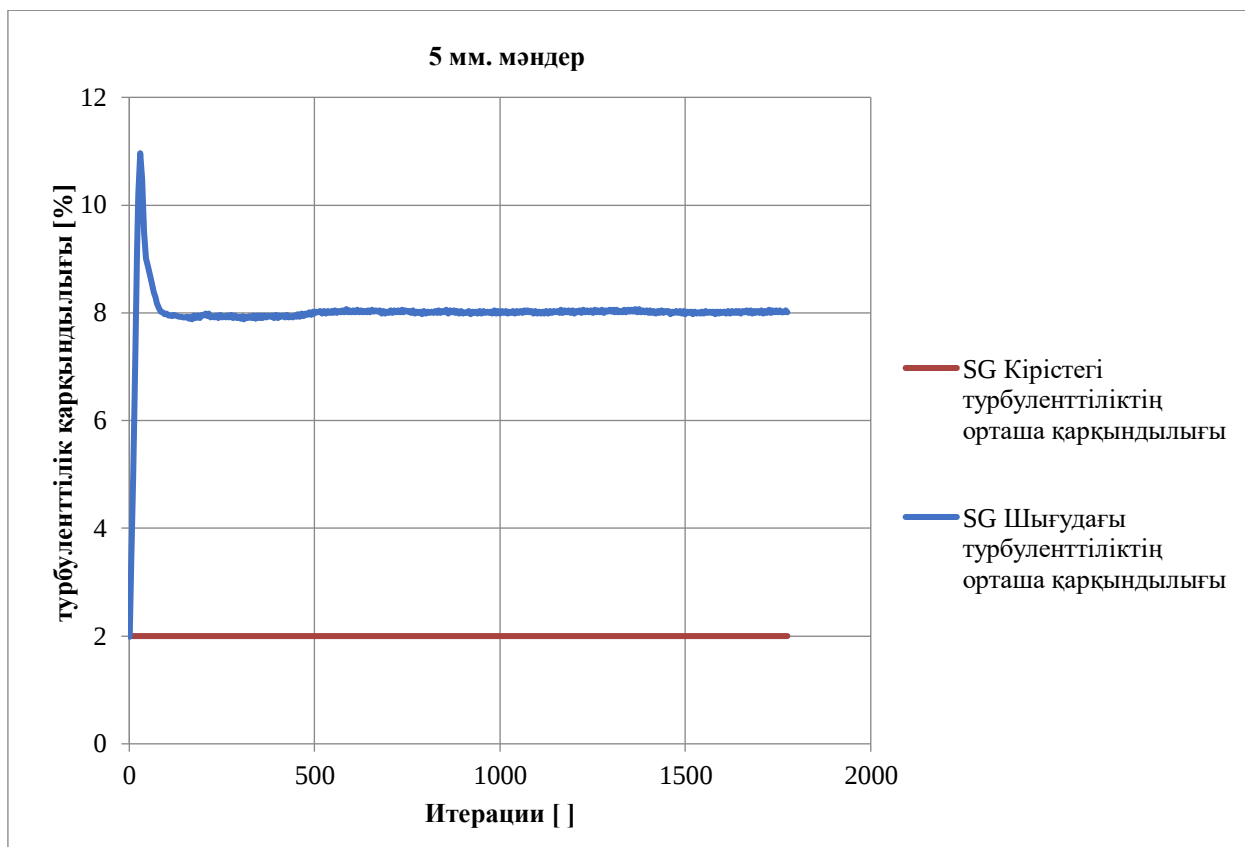
Жоғарыда есептеу нәтижелерінің көрсеткіштері бойынша ыдыратқыш құрылғының келесі параметрлерінің графиктері мен қималық суреттері төмендегідей нәтижеге ие болады:



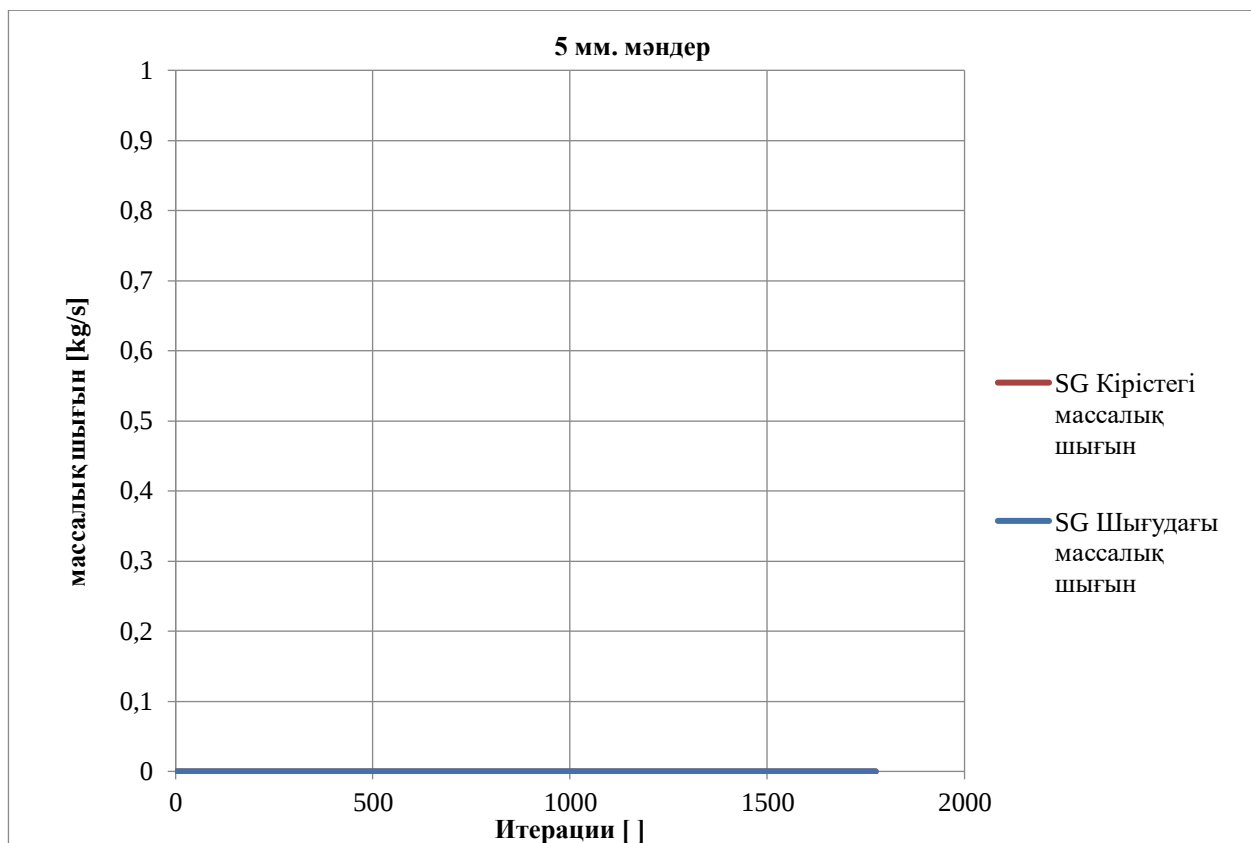
Сурет 3.5 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 5 мм болатын тесік мәніндегі толық қысымның көрсеткіші



Сурет 3.6 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 5 мм болатын тесік мәніндегі орташа жылдамдықтың көрсеткіші



Сурет 3.7 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 5 мм болатын тесік мәніндегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығының көрсеткіші



Сурет 3.8 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 5 мм болатын тесік мәніндегі массалық шығынның көрсеткіші

– пластинадағы тесік диаметрі 6 мм болғандағы есептеу нәтижелері:

Кесте 3.5 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің мақсаты

Атауы	Өлшем бірлігі	Мағынасы	Процесті орындау	Критерийлер	Дельта	Жинақталуды пайдалану
1	2	3	4	5	6	7
SG Кірістегі орташа толық қысымы	atm	9.50	100	0.096045229	0.00541942252	Қосылған
SG Кірістегі жаппай шығын	kg/s	6.7829	100	0.00678291755	2.23174384e-06	Қосылған
SG Кірістегі көлемдік шығын	m ³ /s	0.0068	100	1e-08	0	Қосылған

3.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
SG Кірістегі орташа жылдамдық	m/s	15.000	100	1.5e-07	0	Қосылған
SG Кірістегі орташа жылдамдық (Y)	m/s	-15.000	100	1.5e-07	0	Қосылған
SG Кірістегі орташа динамикалық тұтқырлық	Pa*s	0.0008	100	7.13029884e-08	5.19808653e-09	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік тұтқырлықтың орташа коэффициенті	Pa*s	0.6836	100	6.02860824e-06	2.2493404e-07	Қосылған
SG Кірістегі орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.014	100	1.40789465e-10	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа шкаласы	m	0.002	100	1.7e-11	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	%	4.00	100	4.0000001e-08	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттіктің орташа энергия	J/kg	0.540	100	5.4e-09	0	Қосылған
SG Кірістегі турбуленттік энергияның орташа диссипациясы	W/kg	38.36	100	3.83551425e-07	0	Қосылған
SG Шығудағы жалпы орташа қысым	atm	6.28	100	0.00224710873	0.00106200155	Қосылған
SG Шығудағы массалық шығын	kg/s	-6.7829	100	0.00678291705	2.75262905e-05	Қосылған
SG Шығудағы көлемдік ағын шығыны	m ³ /s	-0.0068	100	7.28007274e-08	4.67062777e-08	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық	m/s	15.022	100	0.0129197209	0.00450971541	Қосылған
SG Шығудағы орташа жылдамдық Y)	m/s	-15.005	100	0.000197580047	0.000125505282	Қосылған

3.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
SG Шығудағы орташа динамикалық тұтқырлық	Pa*s	0.0008	100	9.22465807e-08	2.6661614e-09	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбулентті тұтқырлық коэффициенті	Pa*s	0.4287	100	0.0280943982	0.00523338329	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбулентті уақыт шкаласы	s	0.005	100	0.000235439027	2.73717049e-05	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбуленттілік шкаласы	m	7.771e-04	100	1.64085166e-05	4.56129712e-06	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттіліктің орташа қарқындылығы	%	6.57	100	0.215120613	0.121305257	Қосылған
SG Шығудағы орташа турбуленттілік энергиясы	J/kg	0.990	100	0.0818663632	0.0139606601	Қосылған
SG Шығудағы турбуленттілік энергиясының орташа диссипациясы	W/kg	207.20	100	20.7858233	3.81421504	Қосылған
Дельта Р	atm	3.23	100	0.096965791	0.00408126872	Қосылған

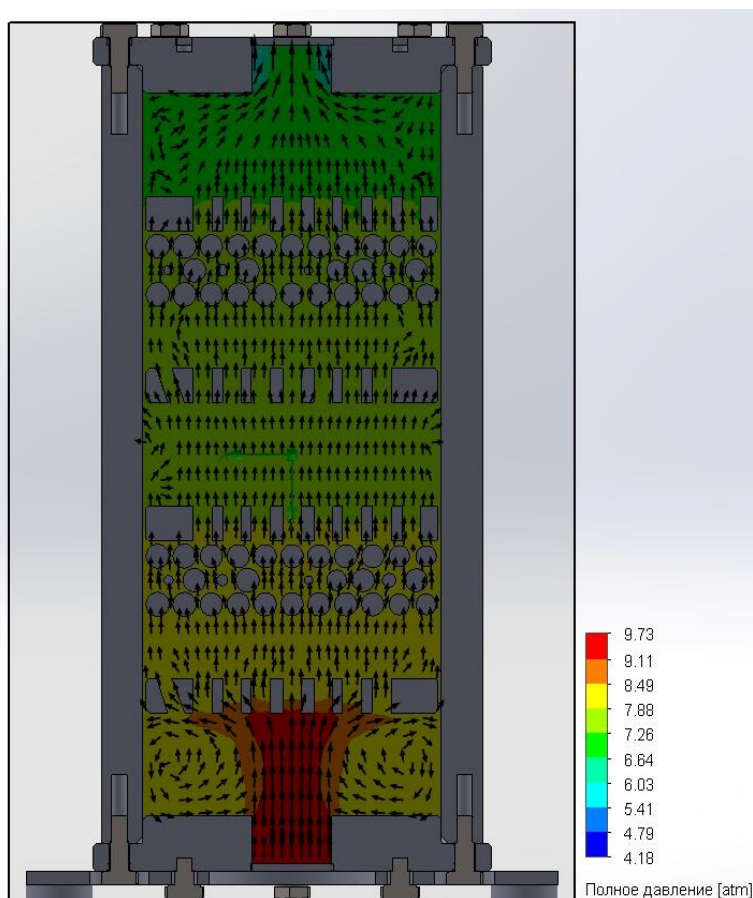
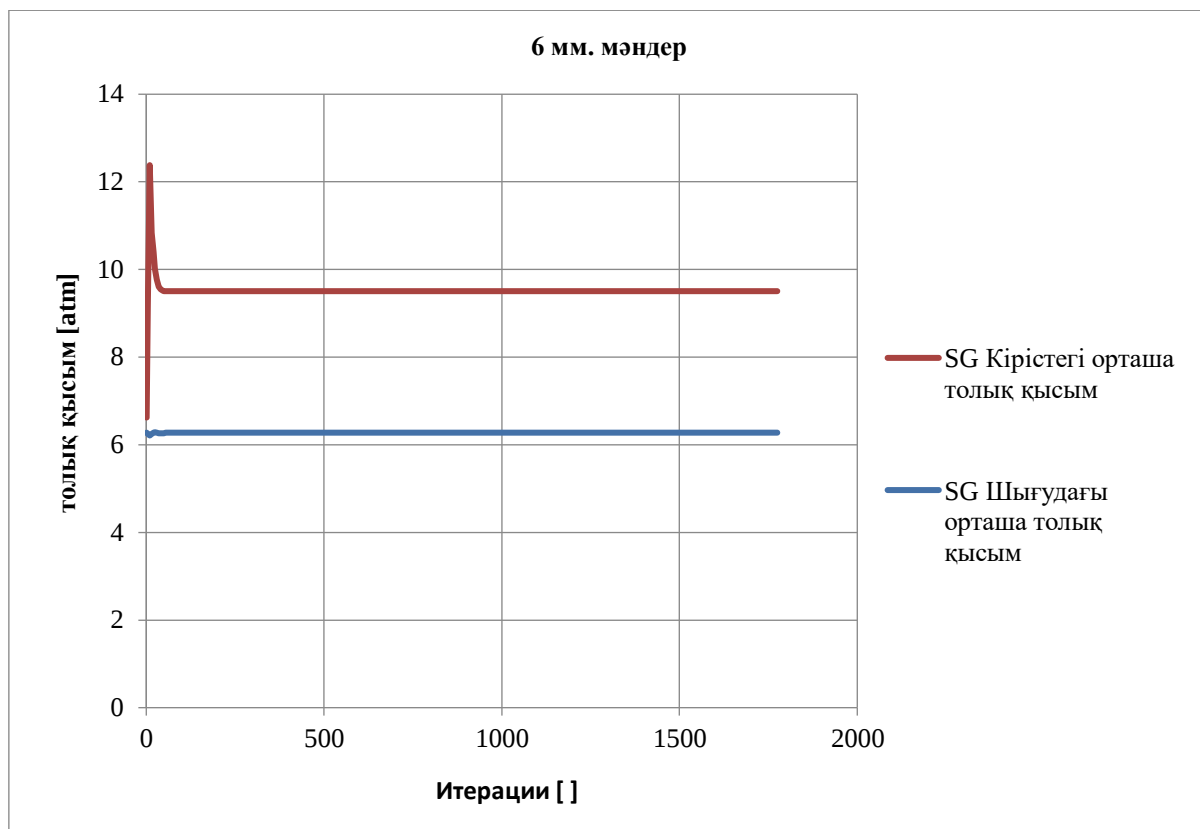
Кесте 3.6 - Берілген параметрлер бойынша ыдыратқыш құрылғының оңтайлы параметрлерінің мәнінің минималды және максималды көрсеткіштері

Имя	Минимум	Максимум
1	2	3
Қысым [atm]	4.18	9.62
Тығыздық (қатты дене) [kg/m ³]	7900.00	7900.00
Тығыздық (сұйық орта) [kg/m ³]	998.67	999.26
Жылдамдық [m/s]	0	21.382
Жылдамдық (X) [m/s]	-11.444	11.573
Жылдамдық (Y) [m/s]	-21.381	5.739
Жылдамдық (Z) [m/s]	-10.570	10.095
Құйындылық [1/s]	0	14211.98
Құйындылық (X) [1/s]	-12067.41	12084.28
Құйындылық (Y) [1/s]	-1888.36	2011.03

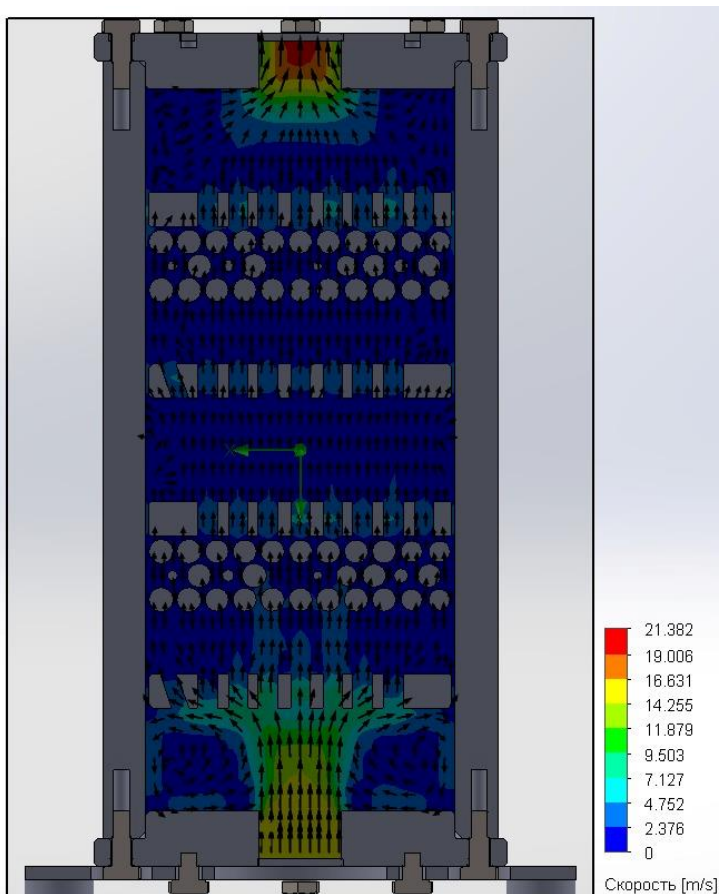
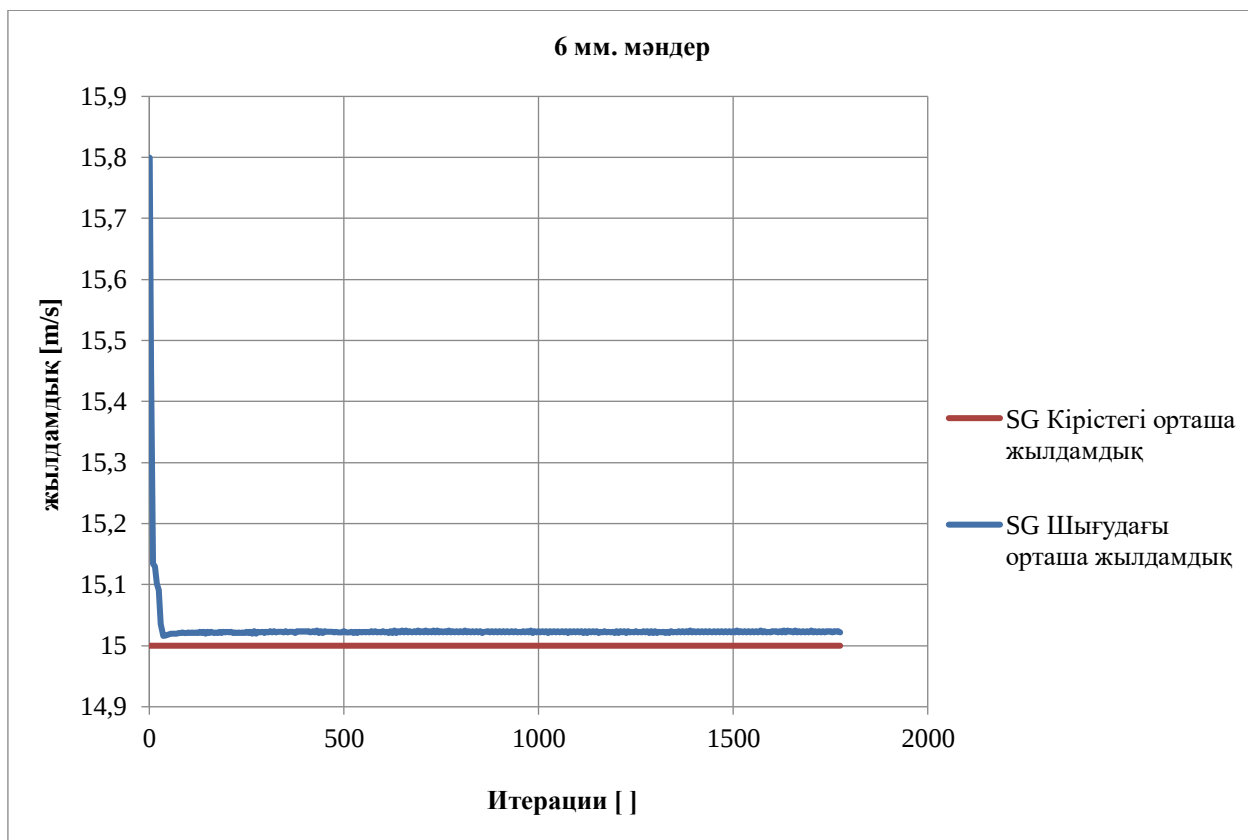
3.6-кестенің жалғасы

1	2	3
Құйындылық (Z) [1/s]	-11901.83	12340.98
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық [m/s]	0	21.382
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (X) m/s]	-11.444	11.573
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Y) m/s]	-21.381	5.739
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жылдамдық (Z) [m/s]	-10.570	10.095
Маха саны []	0	0.02
Жанама кернеу [atm]	0	0.01
Салыстырмалы қысым [atm]	-0.82	4.62
Толық қысым [atm]	4.18	9.73
Сипаттамалық қысым [atm]	5.00	5.00
Динамикалық тұтқырлық [Pa*s]	0.0008	0.0008
Жылу ағынының коллинеарлық емес индикаторы []	0	1.0000000
Жылу кедергісі индикаторы []	0	1.0000000
Жылу беру коэффициенті [W/m^2/K]	0	1262994.426
Балку нүктесінен жоғары қызып кету [K]	-1380.060	-1379.747
Айналмалы координаттар жүйесіндегі жалпы энтальпия ағынының тығыздығы [W/m^2]	-3.649e+10	5.198e+10
Жылу ағынының тығыздығы [W/m^2]	1.654e-07	609.532
Жылу ағынының беттік тығыздығы [W/m^2]	-681.937	508.989
Жылу ағынының беттік тығыздығы (конвекция) [W/m^2]	-681.937	508.989
Жылу ағынының беттік тығыздығы (жылу өткізгіштік) [W/m^2]	0	0
Турбуленттік энергияның диссипациясы [W/kg]	1.00e-20	217530.79
Турбуленттілік қарқындылығы [%]	2.34	1000.00
Турбулентті тұтқырлық коэффициенті [Pa*s]	0	1.4073
Турбуленттіліктің масштабы [m]	0	0.002
Турбулентті уақыт шкаласы [s]	0	0.104
Турбуленттік энергия [J/kg]	0	6.286
Акустикалық қуат [W/m^3]	0	3.158e-07
Акустикалық қуат деңгейі [dB]	0	54.99

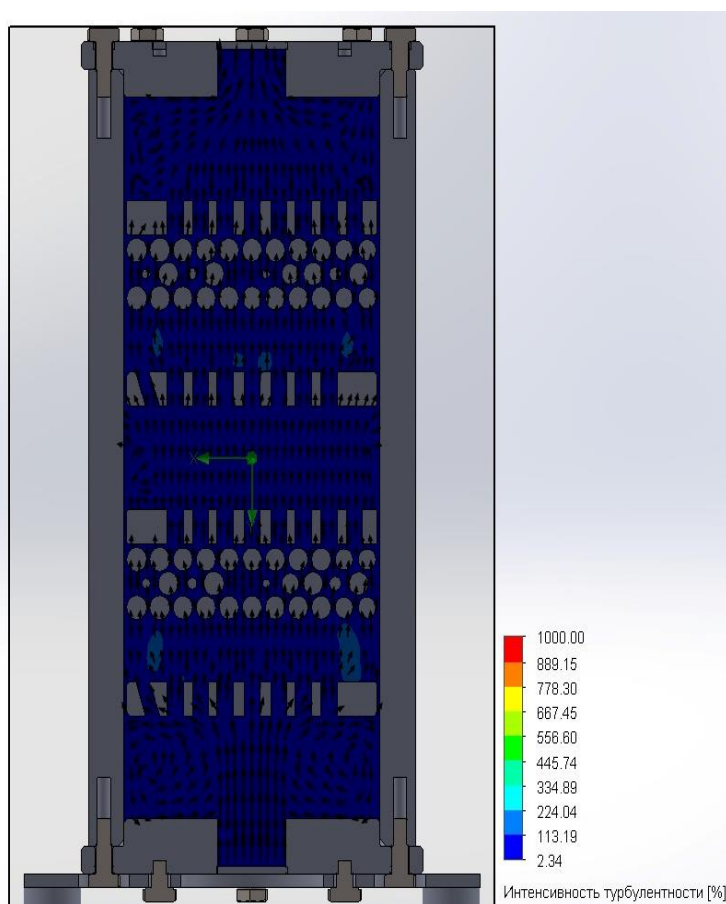
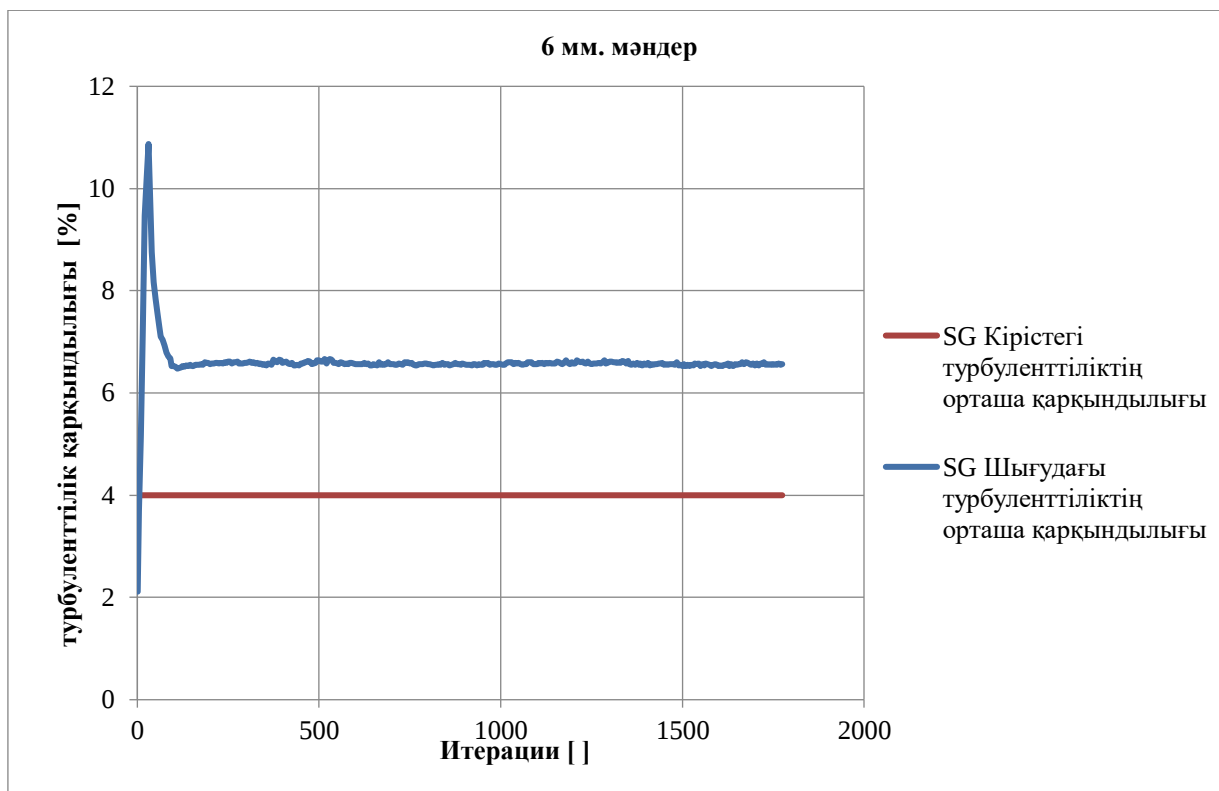
Жоғарыда есептеу нәтижелерінің көрсеткіштері бойынша ыдыратқыш құрылғының келесі параметрлерінің графиктері мен қималық суреттері төмендегідей нәтижеге ие болады:



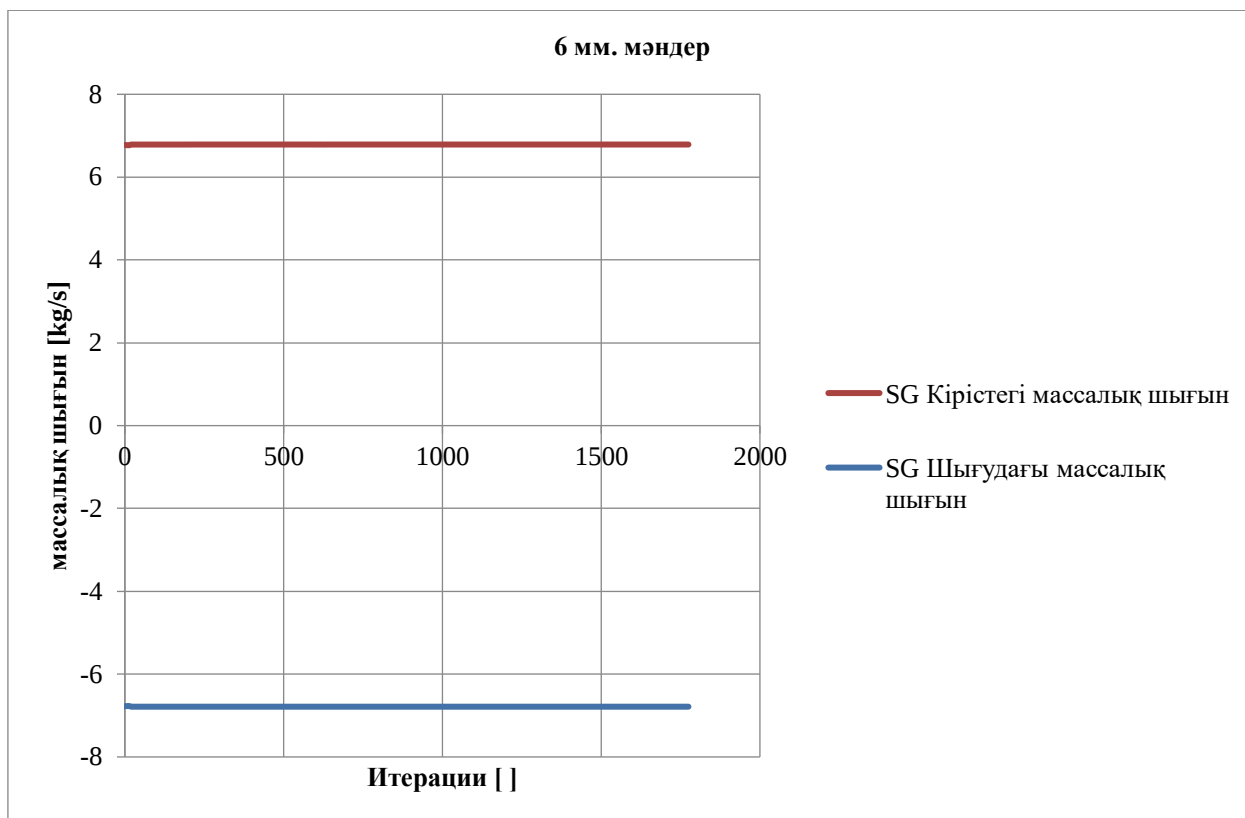
Сурет 3.9 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 6 мм болатын тесік мәніндегі толық қысымның көрсеткіші



Сурет 3.10 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 6 мм болатын тесік мәніндегі орташа жылдамдықтың көрсеткіші



Сурет 3.11 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 6 мм болатын тесік мәніндегі турбуленттіліктің орташа қарқындылығының көрсеткіші



Сурет 3.12 – Ыдыратқыш құрылғының пластинасында орналасқан 6 мм болатын тесік мәніндегі массалық шығынның көрсеткіші

Ыдыратқыш құрылғының оңтайлы және тиімді параметрлерін таңдау үшін Flow Simulation Solidworks программасындағы жүргізілген зерттеулер мен есептеулер барысында, ғылыми-теориялық тұрғыдан қарағанда, ыдыратқыш құрылғыда орналасқан пластинада орналасқан тесіктердің диаметрі 5 мм болатын тесіктердің тиімділігі жоғары болып шықты.

Яғни, бұл жағдайда қысым айырмасы жеткілікті деңгейде, ал сұйықтықтың өтімділігі тұрақты сақталған. Ағын турбуленттілігі және тағы басқа жоғары кестеде көрсетілген параметрлердің гидравликалық сипаттамалары да оңтайлы күйде болды. Осы параметр өнеркәсіптік және зертханалық сынақ стенді үшін қолайлы және тиімді мәнге ие болды. [41]

3.4 Зерттеу нәтижелерін негіздеу

Осы зерттеудің тәжірибелік-өндірістік сынақтар шеңберінде жүзеге асырылуы барлық уран өндіретін кәсіпорындарда осы технологияны өнеркәсіптік деңгейде қолданудың перспективтілігі мен тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді. ПБЕ кәдеге жарату тасымалданатын ПБЕ көлемін қысқартуға әкеледі. ПБЕ сұйық және қатты фазаларын кешенді пайдалану және қайта өңдеу шламжинағыштар көлемін азайтуға, олардың құрылысын төмендетуге мүмкіндік

береді. Бұрғылау ұңғымаларын бұрғылау процесінде экологиялық тиімді ПБЕ кәдеге жарату технологиясын енгізу кәдеге жарату процесінің регламенттерін қайта қарауға мүмкіндік береді, бұл бұрғылау кезінде жұмыстар кешеніне арналған капиталдық шығындарды үнемдеуге, аймақтың экологиялық ахуалын жақсартуға, көлік шығындарын азайтуға, көліктерді пайдалану үшін адами ресурстар санын қысқартуға мүмкіндік береді.

Бұдан бөлек, әзірленіп жатқан технология ПБЕ сұйық (техникалық су) және қатты (бұрғылау шламы) фазаларға бөлгеннен кейін алынған өнімдерді қайтадан пайдалануға мүмкіндік береді: техникалық су – жаңа бұрғылау ерітіндісін дайындау үшін; бұрғылау шламы – ұңғымаларды цементтеу кезінде толтырғыш ретінде және ұңғымалар айналасына цементтік төсеніш жасау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Зерттеу нәтижелерінің негізділігін қамтамасыз ету үшін келесі жұмыстарды жүргізу қажет:

- бұрғылау шламдарын талдау және барлық массаға қатысты қатты суспензияларды тұндыру үшін реагенттерді таңдау бойынша зерттеулер жүргізу, сондай-ақ мәлімделген шарттарға сәйкес келетін технологиялық қондырғыны таңдау;

- қондырғыны қолдану кезінде оның технологиялық жұмыс параметрлерін анықтау;

- тәжірибелік-өндірістік сынақтарды жүргізудің аппаратуралық-технологиялық сызбасына талдау жүргізу;

- қондырғының жұмысын гидравликалық есептеу, қолданылатын жабдықтардың жұмыс параметрлерін есептеу, жұмыс режимдері сипатталған зерттеу жүргізу бойынша технологиялық регламент әзірлеу.

Ұсынылып отырған пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кешенді түрде кәдеге жарату әдісі, ол реагенттік әсер етуді және бұрғылау қалдықтарын сұйық және қатты фазаларға бөлуді қамтиды, тасымалданатын шламдар мен ПБЕ көлемін азайтуға, шламжинағыштарды салуға кететін шығындарды төмендетуге, бөліну нәтижесінде алынған өнімдерді өндірістік мақсатта қайта пайдалануға, ұңғымаларды пайдалануға жұмсалатын шығындарды азайтуға, сондай-ақ автокөлік құралдарын жөндеу мен техникалық қызмет көрсетуге кететін шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді, бұл Қазақстан Республикасының уран өндіру саласындағы барлық кәсіпорындары үшін өзекті болып табылады.

Жаңа технологияға қосылған нақты үлес пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің (ПБЕ) бөлшектерін есептелген мөлшердегі химиялық реагенттермен және флокулянттар, электролиттер концентрациясымен ультрафлокуляциялық өңдеу арқылы араластыру үдерісін барынша тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін ыдыратқыш құрылғысының конструкциясын

ұтымды таңдауға негізделген. Бұл құрылғы қатты бөлшектердің шөгу белсенділігін арттыруға және оларды сұйық фазадан бөлу процестерін интенсификациялауға бағытталған. Сонымен қатар, қатты фазаның шөгуін жеделдететін арнайы қондырғы әзірленді, ол технологиялық процестердің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Флокулянттарды пайдалану арқылы пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін өңдеу әдісі – бұл қатты бөлшектер мен басқа да қоспаларды жою мақсатында пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін тазартуға бағытталған технологиялық процесс. Флокулянттар – сұйықтықтан қатты бөлшектерді шөгіндіге түсіру және бөлу үшін қолданылатын химиялық заттар.

Флокулянттарды қолдана отырып пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін қайта өңдеу үдерісі әдетте бірнеше кезеңнен тұрады. Ең алдымен ерітінді арнайы сыйымдылыққа жиналады, содан кейін оған коагулянттар мен флокулянттар қосылады, бұл қатты бөлшектердің флокулдар (агломераттар) түрінде бірігуіне әкеледі. Қатты бөлшектер сыйымдылықтың түбіне шөгіп, ал тазартылған сұйықтық беткі қабатта қалады. Бұдан кейін бұрғылау ерітіндісінің тазартылған өнімдерін бұрғылау үдерісінде қайта пайдалануға болады, бұл жаңа ерітінділерді сатып алуға кететін шығындарды азайтып, қоршаған ортаға теріс әсерін төмендетуге мүмкіндік береді. [42]

Қайта өңдеу процесі келесі қадамдарды қамтуы мүмкін:

1. Ерітіндінің концентрациясы. Ерітінді ұңғымадан алынғаннан кейін арнайы концентрациялау сыйымдылығына жіберіледі. Концентрациялау үдерісі барысында судың бір бөлігі беткі қабатта қалады, бұл ерітіндідегі қатты бөлшектердің концентрациясын төмендетуге мүмкіндік береді;

2. Коагулянт пен флокулянтты қосу. Ерітіндіге флокулянт қосылып, флоктар түзіледі. Флокулянт ұнтақ немесе сұйық күйінде енгізілуі мүмкін;

3. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің қоспасын коагулянттар және флокулянттармен бірге арнайы құрылғыға айдау. Мұнда қоспа реттелетін оңтайлы гидродинамикалық жылдамдықпен қарқынды турбулентті қозғалысқа ұшырайды;

4. Қатты бөлшектерді бөлу. Флоктар мен қатты бөлшектерден тұратын масса түзіліп, кейіннен сұйықтықтан бөлініп алынады. Бұл коагулянттар мен флокулянттардың әсерінен қатты және тығыз тұнбалардың жылдам тұнуы арқылы жүзеге асады;

5. Сұйықтықты тазалау. Қатты бөлшектер бөлініп алынғаннан кейін қалған сұйықтық басқа да ластағыштардан тазартылады және бұрғылау үдерісінде қайта пайдалануға жарамды болады;

6. Қатты бөлшектер мен қою тұнбаны жинау. Олар сыйымдылықтан шиберлі ысырма арқылы төгіледі.

Техникалық нәтижесі – пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің (ПБЕ) қоспасынан су мен қою тұнбаны (саз, шлам) бұрғылау жұмыстары жүргізілетін орында тікелей бөлу, сондай-ақ бөлінген өнімдерді техникалық мақсаттарға қайта пайдалану, өңірдің экологиялық ахуалын жақсарту, көлік шығындарын азайту және тасымалдау жұмыстарын қамтамасыз ететін жұмысшылар санын қысқарту.

Техникалық нәтиже коагулянт пен флокулянттың оңтайлы концентрациясын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл реагенттер дозатор арқылы ерітінді түрінде беріледі және пайдаланылған бұрғылау ерітіндісімен бірге арнайы құрылғыға айдалады, мұнда ол реттелетін оңтайлы гидродинамикалық жылдамдықпен қарқынды турбуленттік қозғалысқа ұшырайды. Содан кейін реагенттермен өңделген масса қатты фракциялардың тұнуына арналған тұндыру ыдысына құйылады. Құрылғыдан шыққан суспензия 10–12 секунд ішінде тұнады, ал төгілетін судың құрамындағы қатты заттар мөлшері 25 мг/л-ден аспайды. Беткі қабатта жиналған су кейінгі пайдалану үшін айдалып шығарылады, ал сұйықтықтан бөлінген қою масса түбіндегі шиберлік ысырма арқылы қою қоспаны жинау ыдысына төгіледі.

Уран кен орындарында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде коагулянттар мен флокулянттарды қолданудың оңтайлы жағдайларын анықтау үшін келесі зерттеулер жүргізуге болады:

1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің рН, қатты бөлшектердің мөлшері, тұтқырлық сияқты химиялық және физикалық қасиеттерін зерттеу. Бұл параметрлер флокуляция тиімділігіне әсер етуі мүмкін;

2. Флокулянттың оңтайлы концентрациясын анықтау. Бұл әртүрлі флокулянт концентрацияларымен тәжірибелер жүргізу және флокуляция тиімділігін өлшеу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін;

3. Температураның флокуляция мен коагуляция тиімділігіне әсерін зерттеу. Температура флокулянт пен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі арасындағы реакцияға әсер етуі мүмкін.;

4. Флокулянт пен пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі арасындағы оңтайлы әрекеттесу уақытын анықтау. Бұл әртүрлі әрекеттесу уақыттарында эксперименттер жүргізіп, флокуляция тиімділігін өлшеу арқылы жүзеге асырылуы мүмкін;

5. Флокуляция тиімділігіне араластыру жылдамдығы мен ерітіндідегі иондар концентрациясы сияқты басқа параметрлердің әсерін зерттеу;

6. Коагулянт пен флокулянтты пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау.

Жоғарыда аталған зерттеулерді жүргізу флокулянттар мен коагулянттарды пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде қолданудың оңтайлы жағдайларын

анықтауға және радиоактивті емес шламдарды кәдеге жарату процесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Тиімді реагенттердің концентрациясы пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінде бірнеше факторларға байланысты, мысалы, ерітіндінің қасиеттері, химиялық құрамы, қатты бөлшектердің концентрациясы және тағы да басқалары.

Флокулянттар пайдаланылған бұрғылау ерітінділеріндегі қатты заттардың тұндыруын және сусыздануын жақсарту үшін қолданылады. Флокулянттың оңтайлы концентрациясы флокулянттың минималды шығындарымен ерітіндіден бөлшектердің максималды шығарылуын қамтамасыз етуі керек. Коагулянт және флокулянт ретінде иондық емес типтегі реагент қолданылады, ол иондық емес флокулянт болып табылады, ол акриламид молекулаларының полимерленуінің нәтижесі болып табылады және заряды жоқ, яғни 10-12 миллион аралығында жоғары молекулалық салмағы бар полиакриламид. Бұл флокулянттың бұрғылау ерітінділеріне әсер ету тиімділігі зарядтың болмауына байланысты кез-келген ортада бұрғылау ерітіндісі бөлшектері бар көпірлер түрінде көлемді және тығыз флокулялардың пайда болуынан тұрады. [43,44]

3- бөлім бойынша қорытынды

Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату үшін көму, термиялық сусыздандыру, қатайту, механикалық бөлу, сондай-ақ бұрғылау шламын негізге ала отырып өнім алу мақсатында кәдеге жарату сияқты әртүрлі әдістер қолданылады. Заманауи технологиялық шешімдер енгізілгеніне қарамастан, барлық жағдайларға бірдей сәйкес келетін біріздендірілген (унификацияланған) кәдеге жарату және залалсыздандыру әдісі әлі жоқ.

Әрбір әдістің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар және олар кәсіпорынның мақсат-міндеттеріне, жергілікті климаттық және геологиялық жағдайларға, бұрғылау ерітіндісінің құрамына және басқа да факторларға байланысты таңдалады.

Қазақстан Республикасында пайдаланылып жүрген ПБЕ мен шламдарды физика-механикалық әдістермен, мысалы, ерітінді регенерациялау қондырғылары, мобильді тазалау блоктары, гидроциклондар, виброситтер және т.б. арқылы бөлу тәсілдерінің негізгі кемшіліктері – олардың материалдық шығындарының жоғары болуы, энергияны көп қажет етуі және технологиясының күрделілігі.

Пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратудың оңтайлы әдісін таңдағанда ПБЕ сипаттамалары, уран кен орнының ерекшеліктері, сондай-ақ техникалық және экономикалық аспектілер ескерілуі тиіс. Кейбір әдістер

экологиялық тұрғыдан анағұрлым қауіпті болғанымен, тиімді және үнемді болуы мүмкін, ал кейбір әдістер қауіпсіз болғанымен, тиімділігі төмен болуы ықтимал.

Жер асты ұңғылап сілтісіздендіру әдісімен уран өндіру барысында қолданылатын ұңғымаларды бұрғылау үшін пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратуға арналған технология мен техникалық кешен – маңызды инновациялық шешім болып табылады.

Ұсынылып отырған тәжірибелік қондырғының бірегейлігі – коагулянт және флокулянт ретінде арнайы бейиондық типтегі реагенттерді пайдалануында. Бұл реагенттер бастапқы ерітіндіден сұйық фазаның 70 %-на дейін бөліп алуға және ылғалдылығы 30–35 % болатын тұнба алуға мүмкіндік береді. [45,46]

4 ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БҰРҒЫЛАУ ҚАЛДЫҚТАРЫН ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

4.1 Қалдықтардың пайда болу көлемін есептеу және негіздеу

Ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайда болатын негізгі қалдық түрі – бұрғылау шламдарының арнайы қалдықтары болып табылады. Ұңғымаларды бұрғылау процесі уран өндірудің ЖҰС әдісінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады және соның салдарынан қоршаған ортаны ластаушы факторлардың бірі болып саналады.

Әдетте, гидрогендік типтегі уран кен орындарының геологиялық қимасы суға қаныққан, тұрақсыз құмды-сазды жыныстармен күрделенген, бұл бұрғылау кезінде ұңғымалардың орнықтылығын қамтамасыз ету үшін қолданылатын сазды ерітіндінің оңтайлы параметрлерін іздеуді, сондай-ақ ұңғымаларды цементтеу құралдары мен тәсілдерін таңдауды талап етеді.

Шын мәнінде, геотехнологиялық ұңғымаларды бұрғылау екі кезеңнен тұрады:

– Бағыттаушы құбырға арналған ұңғыма диаметрін кеңейту және пилотты-ұңғыманы бұрғылау.

Әдетте, кенді қамтитын горизонттың төбе жапсарына дейінгі пилоттық ұңғыманы бұрғылау гидромониторлы пикобұрғылармен өзек алынбайтын тәсілмен жүргізіледі, ал кен аралығында өзек тығыз карбидті қашаулармен алынады. Ұңғыманың оқпаны жобалық диаметрге дейін біртіндеп шарошкалы қашаулармен немесе арнайы кеңейткіштермен кеңейтіледі. Бұрғылау процесінде сазды жыныстардың ісінуі мен шайылуы және ұңғымалар қабырғаларының құлауымен байланысты қиындықтардың алдын алу үшін сазды ерітіндіні су қайтарымын азайтатын химиялық реагенттермен өңдеуге рұқсат етіледі. Құрамында сазды қабаттары бар құмтас жыныстарды бұрғылау үшін тығыздығы 1,06–1,08 г/см³ болатын аз мөлшердегі сазды ерітінді пайдаланылады. [47]

Пилоттық ұңғыма жобалық тереңдікке дейін пикобұрғымен төменгі су өткізбейтін қабатқа дейін бұрғыланады, содан кейін бастапқы геофизикалық зерттеу кешені (ГЗК) жүргізіледі. Бұдан кейін ұңғыма тапсырмада көрсетілген қажетті диаметрге дейін қайта бұрғыланады. Кенді қабаттағы фильтрлік аймақ қажет болған жағдайда кеңейтіледі. Ұңғыманы игеру шаю және эрлифттік айдау әдістерімен жүргізіледі. Фильтрлер техникалық сумен өздігінен ағуға жеткенге дейін жуылады, содан кейін тұрақты регламенттік дебитке (25 м³/сағ) жету бойынша жұмыстар атқарылады (игеру уақыты – кемінде 8 сағат). Ұңғыманы тапсырудан кейін оның басы арнайы жабынмен жабылып, ұңғыма нөмірі көрсетілген металл белдеумен жабдықталады.

Технологиялық регламентке сәйкес, технологиялық ұңғымаларды бұрғылау барысында ұңғымалардың кенді емес интервалын өту кезінде пайда болатын бұрғылау шламын қабылдауға арналған көлемі 35–40 м³ болатын 2 негізгі зумпф салу және кенді горизонттан түсетін бұрғылау шламын қабылдауға арналған көлемі кемінде 6 м³ болатын арнайы зумпф салу көзделген. Регламентке сәйкес, негізгі зумпфтерді кенді горизонттан шыққан бұрғылау шламын төгу үшін пайдалануға тыйым салынады.

«Харасан-2» кенішінің бұрғылау шламының сапалық құрамын және қауіптілік класын анықтау» тақырыбындағы ғылыми-зерттеу жұмысының есебіне сәйкес, бұрғылау шламына талдау жүргізілген. Бұған Алматы қаласында алынған 31 сынама мен Қызылорда қаласында алынған 200 сынама негіз болды. Зерттелген бұрғылау шламы үлгілеріндегі табиғи радионуклидтердің меншікті активтілігі Беккерель/кг (бұдан әрі – Бк/кг) бірлігімен есептеліп, келесі нәтижелер анықталды: цезий-137 – 3,0 Бк/кг-нан аз, радий-226 – 85-тен 173 Бк/кг аралығында, торий-232 – 11-ден 19 Бк/кг аралығында, калий-40 – 84-тен 141 Бк/кг аралығында. Бұрғылау шламындағы радионуклидтердің жиынтық альфа-активтілігі 6,9 – 5632,0 Бк/кг (7400 Бк/кг-нан аспайды), ал жиынтық бета-активтілігі 0,1-ден 545 Бк/кг аралығында өзгеріп отыр, бұл топырақтағы радиоактивтілік деңгейіне сәйкес келеді және Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2018 жылғы 23 сәуірдегі №187 қаулысымен бекітілді «Өндіріс және тұтыну қалдықтарын жинауға, пайдалануға, қолдануға, залалсыздандыруға, тасымалдауға, сақтауға және көмуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитарлық қағидаларында көрсетілген шекті мәннен (1500 Бк/кг) аспайды.

Бұл санитарлық қағидалар өндірістік және тұтыну қалдықтарын жинауға, пайдалануға, қолдануға, залалсыздандыруға, тасымалдауға, сақтауға және көмуге қойылатын санитарлық-эпидемиологиялық талаптарды айқындайды.

Осылайша, зерттеліп отырған бұрғылау шламы радиациялық емес деп қорытынды жасауға болады және Қазақстан Республикасындағы радиациялық емес қалдықтармен жұмыс істеу жөніндегі қолданыстағы нормаларға сәйкес қайта өңделіп немесе жойыла алады. Жоғарыда көрсетілген рұқсат етілген суммарлық альфа-активтіліктің шектік мөлшері мен 10000 Бк/кг аралығындағы артықшылық жағдайында шлам шектеулі пайдаланылатын материал болып табылады және оны зумпфтан алып тастау қажет.

Бұрғылау шламдары, уранды жер асты ұңғылап сілтiсiздендiру үшiн ұңғымалар бұрғыланғанда пайда болатын қалдықтар, балшық пен судың (су құрамды 20%) паста тәріздес қоспасы болып табылады. Кен және кен алды интервалдарды бұрғылау кезінде пайда болған бұрғылау шламы тек арнайы бөлінген орындарға қабылдануы керек, мұнда шлам табиғи ылғалдылық

деңгейіне дейін кептіріледі, содан кейін оның меншікті суммарлық альфа-активтілігі анықталып, одан әрі жұмыс істеу туралы шешім қабылданады. Пайда болған шламдарды сақтау орындары әрбір нақты жағдайда, кейінгі рекультивация талаптарын ескере отырып, келесі критерийлер бойынша шешілуі тиіс:

1) Егер шламның жалпы меншікті альфа-активтілігі жергілікті фондық мәндерінен 600 Бк/кг-тан аспаса, онда бұл шламдарды бұрғылау қалдықтары пайда болатын жерде тікелей сақтауға (көмуге) рұқсат етіледі, кейіннен оларды шлам жинақтаушыларға бағыттауға болады;

2) Егер шламның жалпы меншікті альфа-активтілігі жергілікті фондық мәндерінен 600 Бк/кг-тан асып, 10000 Бк/кг-қа дейін ауытқитын болса, онда бұл шламдарды радиоактивті емес деп санап, оларды шлам сақтау орындарында сақтау (көму) қажет;

3) Егер шламның жалпы альфа-активтілігі зумпфта > 10000 Бк/кг болса, онда бұл материал радиоактивті қалдық болып саналады, зумпфтен шығарылып, полиэтиленді немесе крафт-қаптарға жинақталады, НРО уақытша сақтау алаңында сақталады және төмен радиациялық қалдықтар көмілу орындарына көмігу актілер бойынша жіберілуі тиіс. Берілген топырақ туралы мәліметтер «Радиоактивтілігі жоғары шлам мен топырақтың қозғалысы мен есебін жүргізу журналы» деп аталатын журналға енгізіледі

Гамма-сәулеленудің өлшем бірліктері бойынша, санитарлық-гигиеналық бағытта дезактивацияға немесе рекультивацияға ұшыраған ластанған жерлердің бетінен 1 метр биіктікте тіркелген сәулелену деңгейі осы жерге тән табиғи фондық мәннен $0,2 \text{ мк}^3\text{в/сағ}$ -тан аспауы тиіс, ал жекелеген локальды нүктелерде (20%-дан аспауы қажет) $0,5 \text{ мк}^3\text{в/сағ}$ -тан жоғары болмауы керек.

Ұңғымадағы жұмыстар аяқталғаннан кейін, ұңғыма құрылысына бөлінген алаңда радиоэкологиялық зерттеу жүргізіліп, оның қорытындысы бойынша радиоэкологиялық зерттеу актісі (Акт) толтырылады. [48,49]

Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2019 жылғы 26 маусымдағы №ҚР ДСМ-97 бұйрығымен бекітілген «Радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларына (10-тарау, 204-тармақ) сәйкес, альфа-сәулелендіруші радионуклидтер үшін (трансурандықтарды қоспағанда) радиоактивті қалдықтарға альфа-сәулеленуі >10000 Бк/кг болатын радионуклидтік көздер, ал бета-сәулелендіруші көздер үшін >100 кБк/кг болатын радионуклидтік көздер жатады. Бұл – бұрғылау шламын шлам жинақтаушыларға тасымалдаудың рұқсат етілу критерийі болып табылады.

Ұңғыманы игеру аяқталғаны туралы Актқа қол қойылғаннан кейін бұрғылау агрегаты алаңнан шығарылады, зумпфтар сорылып тасталады, гамма-

активтілікке талданады және топырақпен көміледі. Алаңда жоспарлау жұмыстары жүргізіліп, бөгде заттардан тазартылады. Бағыттаушы құбырының оқпаны тығынмен жабылады, құбырға ұңғыма нөмірі көрсетілген тақта бекітіледі. Саңылау кеңістігі жергілікті топырақпен жабылады. Ұңғыма оқпаны 1,0x1,0x0,5 м өлшеміндегі бетон тұғырмен жабдықталады. (Егер гамма-активтілік жергілікті фоннан асып кетсе, радиоактивті топырақ тазартылып, РҚКО (радиоактивті қалдықтарды көму орнына) тасымалданады).

Қазақстан Республикасының Экология кодексінің 220-бабының 1-тармағының 4) және 6) тармақшаларына, сондай-ақ технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайда болатын технологиялық қалдықтармен жұмыс істеу регламентіне сәйкес, уран өндіру кенішінің геотехнологиялық алаңында (ГТА) радиоактивті емес бұрғылау шламдарының қалдықтарын жинау және сақтау кейіннен оларды кәдеге жарату немесе түпкілікті көму мақсатында арнайы шлам жинақтаушыларда жүзеге асырылады.

Кеніште бұрғылау шламының әртүрлі нүктелерінен алынған сынамаларына жүргізілген кешенді зерттеулердің нәтижелері олардың компоненттік құрамы бойынша бір-біріне ұқсас екенін және айырмашылықтарының шамалы екенін көрсетті. Бұл жағдай алынған нәтижелерді кеніштің бұрғылау шламдарының негізгі көлеміне таратуға негіз береді. Бұрғылау шламында анықталған компоненттер негізінен оттегі, азот, көміртек, фосфор, күкірт, кремний, алюминий және темірден тұрады және олар организмге физиологиялық тұрғыда тән табиғи қосылыстар болып табылады. Бұл заттардың барлығы адам денсаулығына және қоршаған ортаға қауіп төндірмейді және іс жүзінде қауіпсіз заттар санатына жатады.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде анықталған барлық сынамалардың химиялық құрам бойынша жиынтық уыттылық индексі 9,169-дан 9,612 бірлікке дейінгі аралықта өзгеріп отыр, бұл 5-қауіптілік класына (1–10 бірлік аралығы) сәйкес келеді. Бұл қорытынды топырақты талдау нәтижелерімен де расталады, оның элементтік құрамы бұрғылау шламының құрамынан іс жүзінде айырмашылығы жоқ.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде белгіленген химиялық құрамы бойынша барлық сынамалардың уыттылығының жиынтық индекстері 9,169-дан 9,612 бірлікке дейін ауытқиды, бұл қауіптіліктің 5-сыныбына (1-10 бірлік аралығы) сәйкес келеді. Бұл тұжырым топырақты талдау нәтижелерімен расталады, оның элементтік құрамы бұрғылау шламының құрамынан іс жүзінде ерекшеленбейді. Оның жиынтық уыттылық индексінің мәні экологиялық және санитарлық-эпидемиологиялық көрсеткіштер мен критерийлер бойынша оны қауіпсіз материалға жатқызуға мүмкіндік береді – ол МемСТ 12.1.007-76 стандартына сәйкес 5-қауіптілік класына (қауіпсіз) жатады. Аталған мәліметтер

ШЖҚ РМК «Санитарлық-эпидемиологиялық сараптама және мониторинг ғылыми-практикалық орталығы» (Алматы қ., 2023ж.) жүргізген зерттеулер (есеп) негізінде алынған.

Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексінің 287-бабына сәйкес реттелетін қауіпті қалдықтар классификациясы бойынша, кәсіпорын игеріп жатқан кен орны учаскесінде ұңғымаларды бұрғылау кезінде түзілетін бұрғылау шламының қалдықтары құрамында қауіпті заттар жоқ және олар қауіпті қалдықтар қатарына жатпайды.

Қауіптілік бойынша жиынтық индексінің шамасы 7,317 бірлікті құрайды. Бұл көрсеткіш экологиялық және санитарлық-эпидемиологиялық көрсеткіштер мен қалдықтарды қауіптілік кластарына жатқызу критерийлеріне сәйкес, бұрғылау шламының қатты қалдықтары 5-қауіптілік класына (қауіпсіз) жататын материалдар болып табылатынын білдіреді.

Кенді емес горизонттардың бұрғылау шламдары шлам жинағышта орналастырылады.

Кендік горизонттардан алынған бұрғылау шламдары жиынтық альфа-активтілікке зерттеледі. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2019 жылғы 26 маусымдағы №ҚР ДСМ-97 бұйрығымен бекітілген «Радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларының 204-тармағының 2-тармақшасына сәйкес, егер жиынтық альфа-активтілік 10000 Бк/кг-нан асса, онда бұл қалдықтар радиоактивті қалдықтар қатарына жатқызылады.

Жиынтық альфа-активтілігі 10000 Бк/кг-нан асатын жағдайда, бұрғылау шламы мердігер ұйымдардың бұрғылау бригадаларынан арнайы уақытша сақтау алаңдарына қабылданады, ал жинақталғаннан кейін қалдықтар радиоактивті емес қатты қалдықтарды көму кәсіпорны нысанына тасымалданады.

Жиынтық альфа-активтілігі 10000 Бк/кг-нан төмен болған жағдайда, бұрғылау шламы шламжинақтағышқа (шламонакопитель) орналастырылады.

Жыл сайын пайда болатын бұрғылау шламының көлемі Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің м.а. 2012 жылғы 3 мамырдағы № 129-Ө бұйрығымен бекітілген «Ұңғымаларды бұрғылаудан эмиссиялардың (өндіріс қалдықтары, сарқынды сулар бөлігінде) түзілу көлемдерін есептеу әдістемесін бекіту туралы» сәйкес анықталады. [50]

4.2 Бұрғылау шламының түзілу көлемін есептеу

Есепте келесі тұрғызылатын технологиялық ұңғымалар ескерілді: айдап шығарушы, айдаушы, бақылау және пайдалану-барлау ұңғымалары.

Айдап шығарушы ұңғымалар. Ұңғыманың орташа тереңдігі – 670 м, соның ішінде диаметрі 295 мм – 120 м тереңдікке дейін, диаметрі 161 мм – 120-дан 670 м тереңдікке дейін.

Кесте 4.1 - Айдап шығарушы ұңғымаларда бұрғылау шламының түзілу көлемін есептеу

№ р/н	Атауы	Белгіле нуі	Өлш. бірліктері	Есептеу	Саны
1	Бастапқы деректер;				
1.1	айдау ұңғымалары				670
1.2	орташа тереңдік		м		161,00
1.3	диаметрі		мм		1,1
1.4	ұңғыма радиусы	K1			
	интервалының				
	каверноздылық коэффициенті				
1.6	120-670 м	R	м		0,0805
	ұңғыма аралық тереңдігі				
1.8	120-670 м	L	м		550
1.9	бұрғыланған жыныстың	K2			1,2
	қопсытуын есепке алатын				
	коэффициент				
1.10	Бұрғылау шламдарының	ρ	т/м ³		1,8
	көлемдік тығыздығы				
2	<u>Есеп:</u>				
2.1	бұрғыланған тау	V_{Π}	м ³	$V_{\Pi} = \sum V_{\Pi.инт}$	12,31053
	жыныстарының көлемі			$V_{\Pi.инт} = K1 * \pi * R^2 * L$	
		$V_{\Pi.инт}$	м ³		12,3105309
2.2	бұрғылау шламның көлемі	$V_{ш}$	м ³	$V_{ш} = V_{\Pi} * K2$	14,7726
2.3	бұрғылау шламның массасы	$M_{ш}$	т	$M_{ш} = V_{ш} * \rho$	26,5907

Кесте 4.2 - Айдап шығарушы ұңғымалар бойынша жылдар кескінінде пайда болатын бұрғылау шламының жалпы массасы

Жыл	1 ұңғымаға бұрғылау шламның массасы, т	ұңғымалардың саны	бұрғылау шламның массасы, т/ж
2021	26,5907	279	7418,818
2022	26,5907	280	7445,409
2023	26,5907	240	6381,779
2024	26,5907	273	7259,261
2025	26,5907	282	7498,577
2026	26,5907	238	6328,587
2027	26,5907	97	2579,298
2028	26,5907	60	1595,442
2029	26,5907	76	2020,893
2030	26,5907	48	1276,354

Сорғылау және бақылау ұңғымалары. Ұңғымалардың орташа тереңдігі – 670 м, диаметрі – 161 мм.

Кесте 4.3 - Сорғылау және бақылау ұңғымаларда бұрғылау шламының түзілу көлемін есептеу

№ р/н	Атауы	Белгілеу	Өлшем бірліктері	Есептеу	Саны
1	Бастапқы деректер;				
1.1	сорғылау және				
1.2	бақылау ұңғымалары				
1.2	орташа тереңдік		м		670
1.3	диаметрі		мм		161,00
1.4	ұңғыма радиусы	K1			1,1
	интервалының				
	каверноздылық				
	коэффициенті				
1.6	120-670 м	R	м		0,0805
	ұңғыма аралық				
	тереңдігі				
1.8	120-670 м	L	м		550
1.9	бұрғыланған	K2			1,2
	жыныстың				
	қопсытуын есепке				
	алатын коэффициент				
1.10	бұрғылау	ρ	т/м ³		1,8
	шламдарының				
	көлемдік тығыздығы				
2	<u>Есеп:</u>				
2.1	бұрғыланған тау	$V_{\text{п}}$	м ³	$V_{\text{п}} = \sum V_{\text{п.инт}}$	14,99646
	жыныстарының			$V_{\text{п.инт}} = K1 * \pi * R2 * L$	14,9964649
2.2	бұрғылау шламның	$V_{\text{ш}}$	м ³	$V_{\text{ш}} = V_{\text{п}} * K2$	17,9958
	көлемі				
2.3	бұрғылау шламның	$M_{\text{ш}}$	т	$M_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} * \rho$	32,3924
	массасы				

Кесте 4.4 - Барлау ұңғымаларынан түзілетін бұрғылау шламының жалпы массасы жылдар бойынша

Жыл	1 ұңғымаға бұрғылау шламның массасы, т	ұңғымалардың саны	бұрғылау шламның массасы, т/ж
1	2	3	4
2021	32,3924	572	18528,43
2022	32,3924	581	18819,98
2023	32,3924	563	18236,9
2024	32,3924	515	16682,09
2025	32,3924	554	17945,39

4.4 - кестенің жалғасы

1	2	3	4
2026	32,3924	358	11596,48
2027	32,3924	117	3789,911
2028	32,3924	106	3433,594
2029	32,3924	114	3692,734
2030	32,3924	100	3239,24

Барлау ұңғымалары. Ұңғымалардың орташа тереңдігі 670 м, диаметрі 161 мм.

Кесте 4.5 - Барлау ұңғымаларда бұрғылау шламының түзілу көлемін есептеу

№ р/н	Атауы	Белгілеу	Өлшем бірліктері	Есептеу	Саны
1	Бастапқы деректер;				
1.1	сорғылау және				
1.2	бақылау ұңғымалары				
1.2	орташа тереңдік		м		670
1.3	диаметрі		мм		161,00
1.4	ұңғыма радиусы	K1			1,1
	интервалының				
	каверноздылық				
	коэффициенті				
1.6	120-670 м	R	м		0,0805
	ұңғыма аралық				
	тереңдігі				
1.8	120-670 м	L	м		550
1.9	бұрғыланған	K2			1,2
	жыныстың				
	қопсытуын есепке				
	алатын коэффициент				
1.10	бұрғылау	ρ	т/м ³		1,8
	шламдарының				
	көлемдік тығыздығы				
2	<u>Есеп:</u>				
2.1	бұрғыланған тау	V_{Π}	м ³	$V_{\Pi} = \sum V_{\Pi.инт}$	14,99646
	жыныстарының			$V_{\Pi.инт} = K1 * \pi * R2 * L$	14,9964649
	көлемі	$V_{\Pi.инт}$			
2.2	бұрғылау шламның	$V_{ш}$	м ³	$V_{ш} = V_{\Pi} * K2$	17,9958
	көлемі				
2.3	бұрғылау шламның	$M_{ш}$	т	$M_{ш} = V_{ш} * \rho$	32,3924
	массасы				

Кесте 4.6 - Барлау ұңғымаларының бұрғылау шламының пайда болуының жалпы массасы жылдар бойынша

Жыл	1 ұңғымаға бұрғылау шламның массасы, т	ұңғымалардың саны	бұрғылау шламның массасы, т/ж
2021	32,3924	50	1619,618
2022	32,3924	50	1619,62
2023	32,3924	50	1619,62
2024	32,3924	50	1619,62
2025	32,3924	50	1619,62
2026	32,3924	50	1619,62
2027	32,3924	50	1619,62
2028	32,3924	30	971,772
2029	32,3924	0	0
2030	32,3924	0	0

Кесте 4.7 - Кен орны бойынша жалпы бұрғылау шламының түзілу массасы жылдар бойынша келесідей түрде көрсетіледі

Жыл	бұрғылау шламның массасы, т/ж
2021	27566,8689
2022	27885,0135
2023	26238,3204
2024	25560,9671
2025	27063,587
2026	19544,6858
2027	7988,8287
2028	6000,8084
2029	5713,6268
2030	4515,5936

4.3 Қондырғы конструкциясын қолданыстағы өндіріс модельдерімен салыстыру

Әлемдік тәжірибеде пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін (ПБЕ) кәдеге жаратудың әртүрлі тәсілдері қолданылады: көму, термиялық сусыздандыру, қатайту (отверждение), сондай-ақ бұрғылау шламы негізінде өнім алу мақсатындағы қайта өңдеу.

Заманауи технологиялық шешімдердің енгізілуіне қарамастан, барлық жағдайға бірдей келетін бірыңғай кәдеге жарату және залалсыздандыру тәсілі жоқ. Әрбір әдістің өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар және олар

кәсіпорынның мақсатына, климаттық және геологиялық жағдайларына, бұрғылау ерітіндісінің құрамына және өзге де шарттарға байланысты таңдалады.

Қазақстан Республикасында қолданылып жүрген ПБЕ-ні физика-механикалық бөлу әдістері арқылы кәдеге жаратудың (мысалы: ерітінділерді регенерациялау қондырғылары, мобильді тазалау блоктары, гидроциклондар, виброситтер және т.б.) кемшіліктеріне – жоғары құны, материал және энергия сыйымдылығының жоғарылығы, сондай-ақ технологиясының күрделілігі жатады. [51,52]

4-бөлім бойынша қорытынды

Жер асты ұңғымалық шаймалау әдісімен ұңғымалар бұрғылануы барысында түзілетін бұрғылау шламына жүргізілген лабораториялық-аналитикалық және радиоэкологиялық зерттеулердің нәтижелері негізінде бұл қалдық түрінің қауіпті заттарды құрамайтыны, радиациялық белсенділіктің рұқсат етілген шектік деңгейлерінен аспайтыны және санитарлық-эпидемиологиялық әрі экологиялық көрсеткіштер бойынша қауіпсіздіктің бесінші класына жататыны анықталды.

Бұрғылау шламының жиынтық альфа- және бета-активтілігі Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2019 жылғы 26 маусымдағы №ҚР ДСМ-97 бұйрығымен бекітілген «Радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидаларында белгіленген шекті нормалардан аспайды. Бұрғылау шламының элементтік және компоненттік құрамы табиғи сипатқа ие, адам мен қоршаған орта үшін қауіп тудырмайды, ал уыттылық индексі зиянсыз заттарға тән шектерден аспайды.

Осылайша, аталған учаскеде ұңғымаларды бұрғылау нәтижесінде түзілетін бұрғылау шламы радиоактивті қалдықтарға жатпайды және қолданылып жүрген радиоактивті емес қалдықтармен жұмыс істеу нормаларына сәйкес кәдеге жаратылуы немесе көмілуі тиіс. [53]

ҚОРЫТЫНДЫ

Зертханалық және ғылыми-тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін фракциялау әдістемесі бойынша маңызды мәселе шешілді. Эксперименттік қондырғының жалпы схемасында жұмыс істейтін ыдыратқыш құрылғы конструкциясының тиімділігі дәлелденіп, оның құрылымдық-технологиялық параметрлері мен жұмыс режимдері жетілдірілді.

Негізгі қорытындылар, ғылыми және тәжірибелік нәтижелері мынадай:

1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіндегі (ПБЕ) жоғары дисперсті бөлшектердің тұнбаға түсу тұрақтылығының аналитикалық тәуелділіктері анықталды және әртүрлі физика-химиялық қасиеттері бар сұйықтықтарда фракциялардың шөгу кезеңдері анықталды;

2. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін алдын ала кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық активтендіру арқылы ыдырату процесінің тиімділігі айтарлықтай артатыны ғылыми түрде дәлелденді;

3. Ыдыратқыш құрылғының оңтайлы конструкциялық параметрлері анықталып, реагенттерді активтендіру және ерітіндіні фракциялау процесін жеделдету үшін ерітіндіні айдайтын сорғымен бірге жұмыс істеудің тиімді режимдері негізделді;

4. Берілген конструкциялы ыдыратқышты қолдана отырып жүзеге асырылған кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық активтендіру реагент-флокулянттардың шығынын 15–30%-ға, ал ерітіндіні қатты және сұйық фазаға бөлу уақытын 25–40%-ға дейін қысқартуға мүмкіндік беретіні анықталды;

5. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіндегі бөлшектерді кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық жолмен активтендіру мүмкіндігін ескеретін, бар үлгілерден ерекшеленетін ыдырату процесінің математикалық моделі жасалды;

6. Алғаш рет пайдаланылған бұрғылау ерітіндісіндегі бөлшектерді реагенттермен бірге кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық активтендіру арқылы фракциялау әдістемесі ұсынылып, ғылыми тұрғыдан негізделді. Бұл әдіс қоспа компоненттерін тиімді араластыруға және қатты бөлшектердің тұну уақытын арттыруға мүмкіндік береді. Алынған тәжірибелік және теориялық мәліметтердің салыстырмалы ауытқуы 10%-дан аспайды;

7. Эксперименттік жолмен тау-металлургия және мұнай өндіру өнеркәсібі кәсіпорындарының жағдайларына бейімделген ыдыратқыш құрылғысының тиімді конструкциялық-геометриялық параметрлері мен жұмыс режимдерінің оңтайлы мәндері анықталды;

8. Кавитациялық-гидродинамикалық және гидромеханикалық активтеу негізінде әзірленген пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін фракциялау әдістемесі сұйықтық гидродинамикасы модельдеріне сүйене отырып жасалған және технологиялық ұңғымаларды бұрғылау барысында өндірістік кәсіпорындарда қолдануға ұсынылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Богданов С.П., Лавров Б.А., Удалов Ю.П., Германский А.М., Эффект диспергирования твердого реагента в гетерогенных химических реакциях // журнал «Новые огнеупоры». – 2016. - №2. – С.42-49.
- 2 Гусейнов Т. И., Меджидов Г. Н., Кязимов Э. А. Буровые растворы для вскрытия продуктивных пластов. – Баку, Азербайджан., 2000. – 236 с.
- 3 Иншаков Р.С., Балабуха А.В., Анисимова Е.Ю., Цырендашиев Н.Б., Панасенко Н.Л., Цыбуля И.И. Применение завихрителя потока движущейся среды для снижения гидравлических потерь в трубопроводах // Вестник Евразийской науки. – 2018. - №10. – 3 с.
- 4 Румянцева А.В., Березюк М.В., Пластинина Ю.В. Обоснование метода утилизации буровых отходов при добыче нефти на основе современных технологий // Вестник Евразийской науки, 2023. – Т.15, - №2. <https://esj.today.01.11.2023>.
- 5 Зарипов Р.Т., Нигматулин М., Афанасенко В.Г., Рубцов А.В. Нефтяные шламы и способы их утилизации // Известия ТулГУ, Технические науки., 2021 г., Вып. 11.
- 6 Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 1007 с.
- 7 Zhang J., Ren G., Feng T., Liang Y., Yin Y. Application and mechanism of a novel flocculation reagent for mechanical dewatering: A case study on slurry separation in a large-diameter slurry shield // Tunnelling and Underground Space Technology. – 2025. – Vol. 158. – 106413 p. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2025.106413> .
- 8 JunIchiro T., Takamasa M., Unenbat T., Ochirkhuyag B. Development of a novel slurry condensation method by applying dispersant instead of flocculant // Advanced Powder Technology. – 2009. – Vol. 20, Iss. 1. – P. 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2008.07.001> .
- 9 Karmanov T., Tussupbayev N., Kaliyev B., Zhautikov B., Mauletbekova B. Optimizing Separation of Waste Drilling Muds through Ultraflocculation and Flocculant Selection // Acta Montanistica Slovaca, 2024. - №29 (3). – P. 618–629. DOI: <https://doi.org/10.46544/AMS.v29i3.09>.
- 10 Kaliyev B.Z., Mauletbekova B.K., Karmanov T.D., Zhautikov B.A., Tataeva Z.K. Technique and technological features of separation of spent drilling fluids into liquid and solid phases for the purpose of reuse of separation products // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and

Technical Sciences, 2024. - №1. – P. 155–163. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.372>.

11 Kuandykov T.A., Karmanov T.D., Kuldeyev E.I., Yelemessov K.K., Kaliev B.Z. New technology of uncover the ore horizon by the method of in-situ leaching for uranium mining // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. – 2022. - №2022(3). – P. 142–154. DOI: [10.32014/2022.2518-170X.186](https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.186).

12 The use of airlift during drilling of technological wells», Karmanov T.D., Kaliyev B.Z., Assanov N.S. IOP Conference Series // Materials Science and Engineering, 2021. - №1047(1). – 12163 p. doi:10.1088/1757-899X/1047/1/012163

13 Karmanov T.D., Kaliev B.Z., Nugumanov K.K., Chelpanov I.B., Kochetkov A.V. Technical Means of Maintaining Wells on a Set Route // Chemical and Petroleum Engineering, 2016. - № 52(7-8). – P.578–581. DOI: [10.1007/s10556-016-0236-z](https://doi.org/10.1007/s10556-016-0236-z)

14 Karmanov T.D., Kaliev B.Z., Chelpanov I.B., Kochetkov A.V. Development of a Vibrowave Generator for Vibroimpact on Bottom-Hole Formation Zone // Chemical and Petroleum Engineering. – 2016. - №52(3-4). – P. 164–166. <https://doi.org/10.1007/s10556-016-0168-7>

15 Zaurbekov S.A., Kaliev B.Z., Zh Muzaparov M., Kadyrov Z.N., Kochetkov A.V. Proper selection of drill string bottom-hole assembly for directional well drilling // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. - №50(9-10). – P. 583–587. DOI: [10.1007/s10556-014-9945-3](https://doi.org/10.1007/s10556-014-9945-3)

16 Myrzakhmetov B.A., Kuandykov T.A., Mauletbekova B.K., Balgayev D.Y., Nurkas J.B. Multifunctional valve for the arrangement of submersible downhole pumps in downhole oil production // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2024. - №2024(2). – P. 156–168. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.400>.

17 Akhymbayeva B., Nauryzbayeva D., Mauletbekova B., Ismailova J. Peculiarities of drilling hard rocks using hydraulic shock technology // Особливості буріння твердих порід із застосуванням гідроударної технології, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2022. - №5. – P. 20–25. DOI: [10.33271/nvngu/2022-5/020](https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/020).

18 Akhymbayeva B.S., Akhymbayev D.G., Nauryzbayeva D.K., Mauletbekova B.K. The process of crack propagation during rotary percussion drilling of hard rocks // Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 2021. - №9(4). – P. 392–416. DOI: [10.21533/pen.v9i4.2295](https://doi.org/10.21533/pen.v9i4.2295).

19 Akhymbayeva B. Employment of mud-pulse generator for improvement of efficiency of a wellbore producing in complex mining and geological conditions // Petroleum Research, 2024. - №9(1). – P. 92–97. DOI: [10.1016/j.ptlrs.2023.07.004](https://doi.org/10.1016/j.ptlrs.2023.07.004)

20 Myrzakhmetov B.A., Nurkas Z.B., Sultabaev A.E. Protection of downhole pumping equipment in case of high sand production // Gornyi Zhurnal. – 2022. - № 2022(7). – P. 82–86. DOI: 10.17580/gzh.2022.07.14.

21 Myrzakhmetov B., Sultabayev A., Toktamissova S. Substantiation of the methodology for modeling and calculating the optimal operating modes of a tandem pumping installation when mining uranium // Mining of Mineral Deposits. – 2020. - № 14(4). – P. 59–65. DOI: [10.33271/mining14.04.059](https://doi.org/10.33271/mining14.04.059) .

22 Tusupbaev N.K., Medyanik N.L., Esengaziev A.M., Bilyalova S.M., Ertaev M.A. Stimulation of Thickening and Dewatering of Tailings Slimeby Ultra-Flocculation // Journal of Mining Science. – 2020. - №56(4). – P.642–647. DOI:[10.1134/S1062739120046922](https://doi.org/10.1134/S1062739120046922).

23 Yang J., Sun J., Wang R., Qu Y. Treatment of drilling fluid waste during oil and gas drilling: a review // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. - T. 30, Вып. 8. - С.19662 – 19682. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-25114-x> .

24 Ball A.S., Stewart R.J., Schliephake K. A review of the current options for the treatment and safe disposal of drill cuttings // Waste Management and Research, 2012. - №30 (5). – P. 457-473. <https://doi.org/10.1177/0734242X114198> .

25 Nesbitt L.E., Sanders J A. Drilling fluid disposal // JPT, Journal of Petroleum Technology, 1981. - №33 (12). – P. 2377-2381.<https://doi.org/10.2118/10098-PA> .

26 Dianjie S., Mingwang Zh., Dianxue S., Fulei Zh., Regulations and methods for disposal of waste drilling fluid», IOP Conference Series: Earth and Environmental Science // 3rd International Conference on Air Pollution and Environmental Engineering. – Xi'an, China., – 2020. – Vol. 631. DOI 10.1088/1755-1315/631/1/012045.

27 (Sam) Spearing A.J.S., Liqiang M., Cong-An M., Mine D. Planning and Sustainable Exploitation in the Digital Age», 1st Edition First Published. – 2022. – 446 p. <https://doi.org/10.1201/9781003185680> .

28 Kovaleva E.I., Guchok M.V., Terekhova V.A., Demin V.V., Trofimov S. Y., Drill cuttings in the environment: possible ways to improve their properties // \ 2020., Vol.21. – P. 1974–1988. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02787-w> .

29 Joatilde O. L., Calmon F., Tristatilde O.A., Poline F., Fialho G.L., Vieira J. L.T. Characterization of pre-treated drill cutting waste and its use as fine aggregate in concrete. – 2017. – Vol.11(9). – P. 461-470. <https://doi.org/10.5897/AJEST2015.1910>.

30 Тусупбаев Н. К., Ержанова Ж.А., Билялова С.М., Тойланбай Г.А. Флокуляция суспензии кварца в присутствии суперфлокулянтов различного заряда // Комплексное использование минерального сырья. – 2018. - №4. - 5243 p. <https://doi.org/10.31643/2018/6445.26>

31 Аверкина Е.В., Шакирова Э. В., Бутакова Л.А. Влияние реагентов-флокулянтов на параметры глинистых суспензий // Иркутский национальный

исследовательский технический университет. - Иркутск, Россия: Науки о Земле и недропользование, – 2020. - №43(2). – С. 230-241. DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2686-9993-2020-43-2-230-241>.

32 Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Есенгазиев А.М., Билялова С.М., Ертаев М.А. Интенсификация процессов сгущения и обезвоживания хвостовой пульпы ультрафлюккулационной обработкой // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2020. - №4. – С.149-156. DOI: [10.15372/FTPRI20200414](https://doi.org/10.15372/FTPRI20200414).

33 Myrzakhmetov. B.A., Sladkowski A.V., Mashatayeva G.A., Mauletbekova B.K. Operation of downhole pumps under sanding conditions // Журнал «Нефть и газ». – 2024. - № 3 (141). – С. 88-101. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-3.07>

34 Карманов Т., Калиев Б. Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана // Промышленность Казахстана. – 2021. - №1 (113). – С.35-38.

35 Абиболла Ш., Калиев Б., Карманов Т. Состав бурового раствора при бурении технологических скважин в неустойчивых глинистых породах // Промышленность Казахстана. – 2021. - №1 (113). – С.73-75, ISSN 1608-8425

36 Ягафарова Г. Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А. Н., Кузнецова Г. М., Р. Мирсаитов Н. Современные методы утилизации буровых отходов», журнал «Экология и промышленная безопасность». – 2018. – Т. 16, - №2. – С.123-129

37 Пашко П.Б. Обоснование параметров диспергатора для получения и регенерации эмульсии механизированных крепей // Журнал «Уголь». – 2021. – С. 10-14

38 Фигурак А.А., Заливин В.Г. Устройство для гидродинамической обработки буровых растворов // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле, РАН. – 2012. - № 1(40). – С.104-109.

39 Ахымбаева Б.С., Кабдулов С.З., Маулетбекова Б.К., Сыздыков А.Х., Бакешева А.Т. Анализ проведения лабораторных исследований гидрофобных эмульсий для обеспечения водоизоляционных работ на нефтяных месторождениях // Журнал «Нефть и газ». – 2024. - №1 (139). – С. 39-51. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-1.03>.

40 Akhymbayeva B.S., Kabdulov S.Z., Mauletbekova B.K., Kuandykov T.A. Mashatayeva G.A. Theoretical studies of the process of crack formation during rotational impact drilling // Журнал «Нефть и газ». – 2024. - №2 (140). – С. 93-106. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-2.09> .

41Ахымбаева Б.С., Кабдулов С. З., Маулетбекова Б. К., Сыздыков А. Х., Бакешева А. Т. Анализ проявления трещин в горных породах при гидроударном бурении // Журнал «Нефть и газ». – 2023. - №6(138). – С. 73-82. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-6.06> .

42 Akhymbayeva B.S., Kabdulov S.Z., Myrzakhmetov B.A., Kaliyev B.Z., Kuandykov T.A. Features of drilling horizontal wells with gas-liquid shock-ejector shells in difficult mining and geological conditions // Журнал «Нефть и газ». – 2024.- №2 (140). – С. 60-70. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-2.06> .

43 Мамилова В. А. Добыча урана методом подземного выщелачивания», – издательство. - М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.

44 Патент РК №8018 от 28.04.2023 г., бюллетень №17, «Способ утилизации отработанного бурового раствора и установка для его реализации», Т.К.Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н.С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков.

45 Авторское свидетельство СССР №921613, МПК В01F 11/00, «Диспергатор буровых растворов», С.Р. Убайдуллаев, Т.К. Карабаев., Ю.П. Номикосов., А.Е. Ольгин., опубликовано: 23.04.1982 г., бюллетень №15.

46 Авторское свидетельство СССР №1111802 А, МКИ6 В01F 5/06., «Гидродинамический диспергатор», А.А. Фигурак, Ирк. отд. ВНИИМиТР, опубликовано 07.09.1984 г., бюллетень №33.

47 Патент №2321779 С1, МПК F15D 1/04., «Завихритель», В.И. Велькин., А.В. Школьников., М.П. Кириллов., М.В. Ачкеев., А.А. Гурин., опубликовано 10.04.2008 г., бюллетень №10.

48 Патент №2403460 С1, МПК F15D 1/02., «Трубная вставка для закручивания потока», Г.А.Шаталов., В.К. Зенькович, опубликовано 10.11.2010 г., бюллетень №31.

49 Патент №2 457 014 С2, МПК F15D 1/04., «Устройство для изменения направления движения потоков жидкостей и газов», К.А. Белокур., В.Д. Таратута., Г.С. Серга, опубликовано 27.07.2012 г., бюллетень №21

50 Авторское свидетельство SU 1 677 052 А1, МПК С09К 8/20 «Способ ликвидации отработанного бурового раствора на водной основе», А.Ф.Надеин., Ю.И. Кузьмин., опубликовано 15.09.1991 г., бюллетень №34

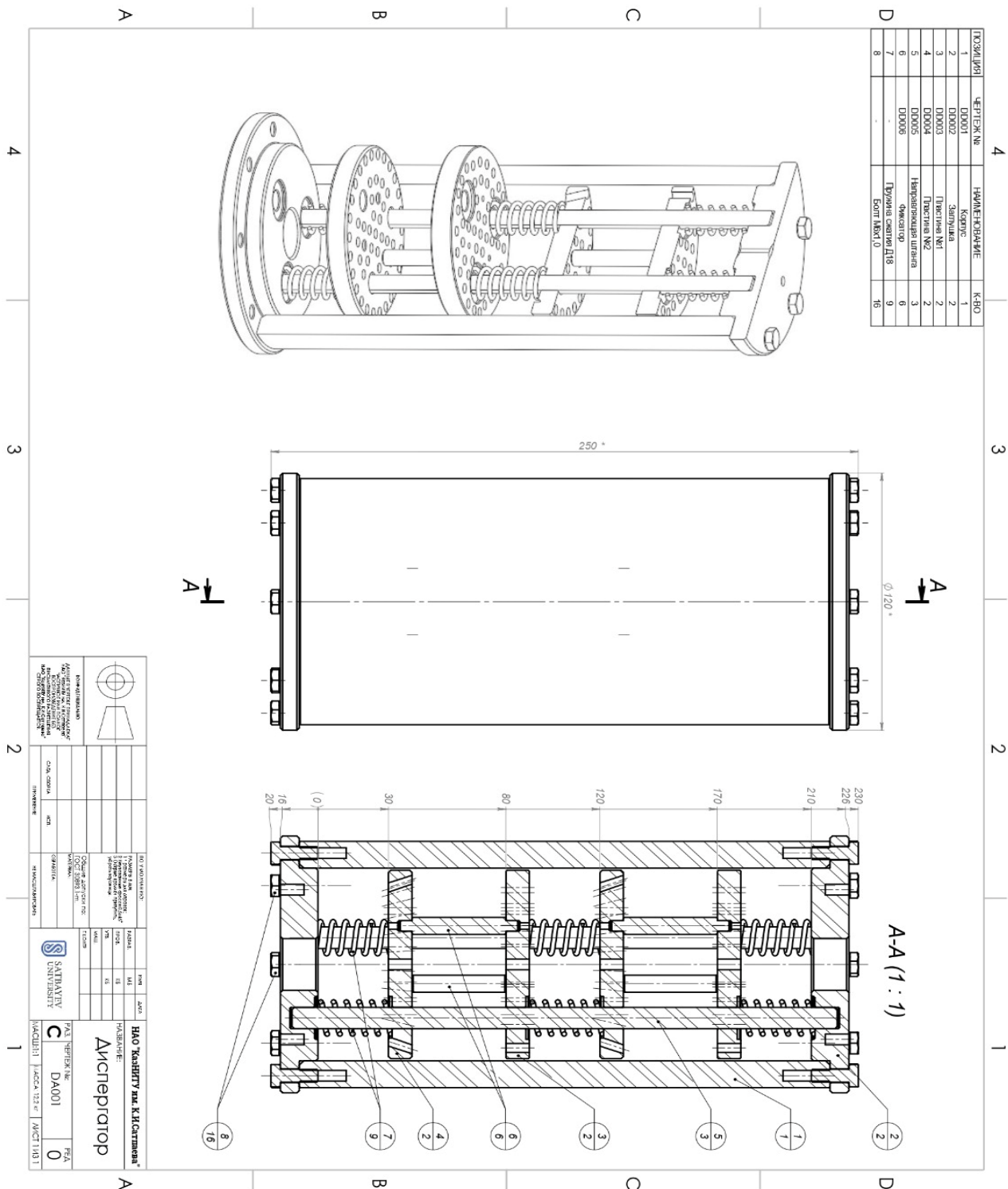
51 Патент № 2 583 963 С2, МПК С08J 11/10., «Способ утилизации отработанного бурового раствора», Е.В. Максина., В.В. Ермаков., опубликовано 05.10.2016 г., бюллетень №14

52 Патент № 2 229 494 С1, МПК С09К 8/02., «Способ утилизации отработанного бурового раствора», Зобнин И.В., Ананьев А.Н., Долгих А.Е., Лиховидов А.В., Канонеров В.П., опубликовано 27.05.2004 г.

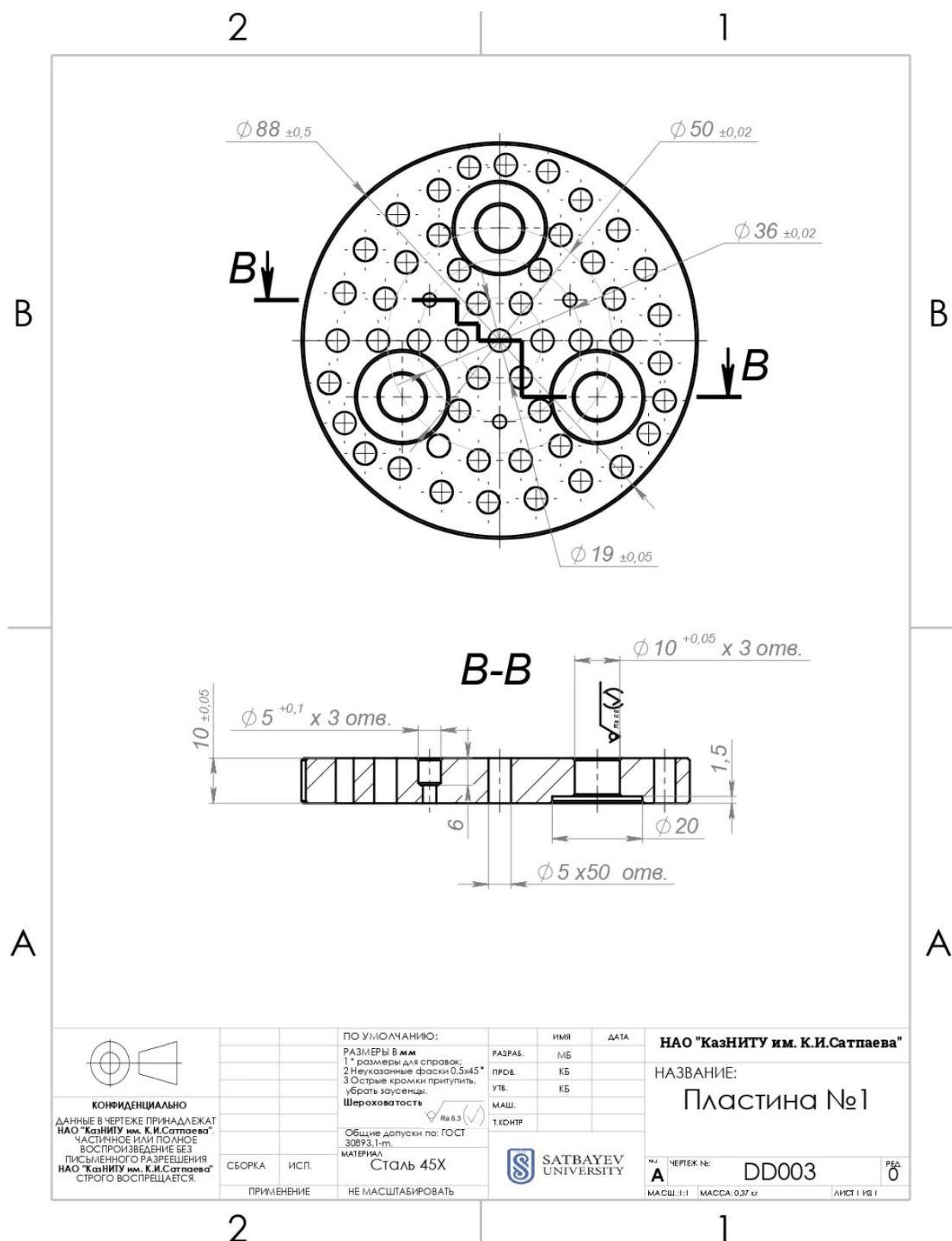
53 Патент №2 047 728 С1, МПК Е21В21/06., «Установка для обработки отходов бурения», А.С. Кульнев., Ю.В. Шеметов., Г.В. Зазеркин., С.К. Михалев., опубликовано 10.11.1995 г.

ҚОСЫМША А

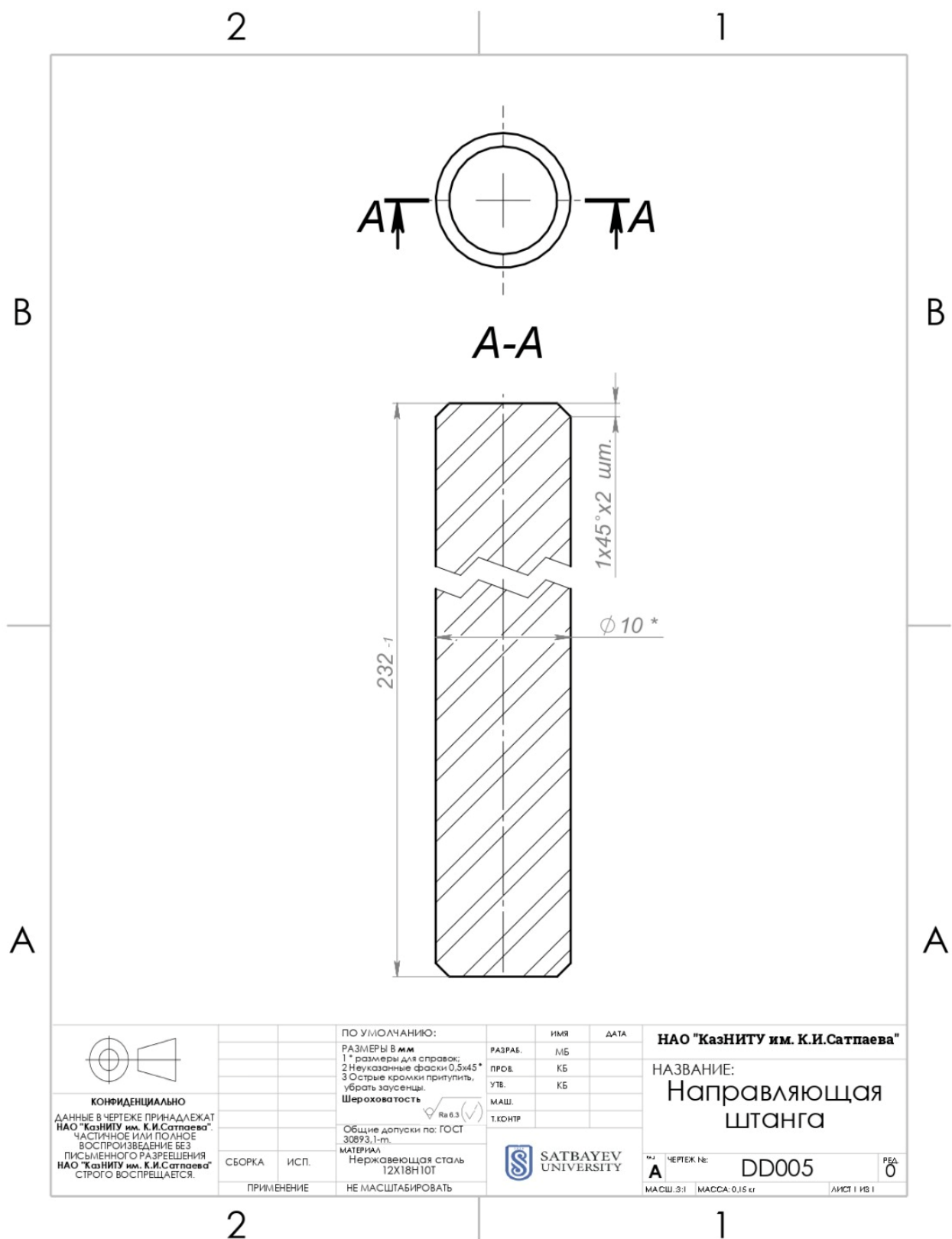
Ыдыратқыш құрылғының толық құрастыру және құрылма сызбалары



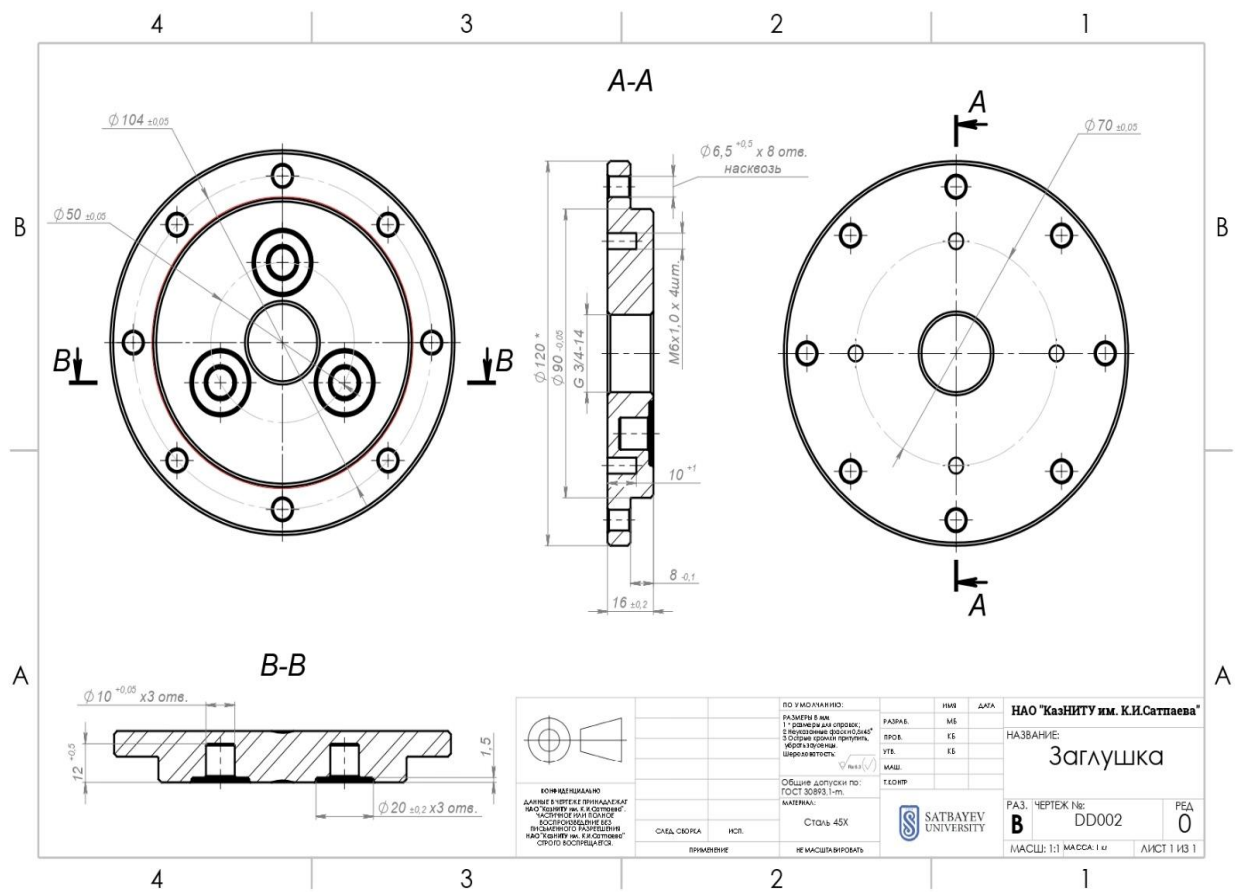
Сурет А.1 – Ыдыратқыш құрылғының толық құрастыру сызбасы



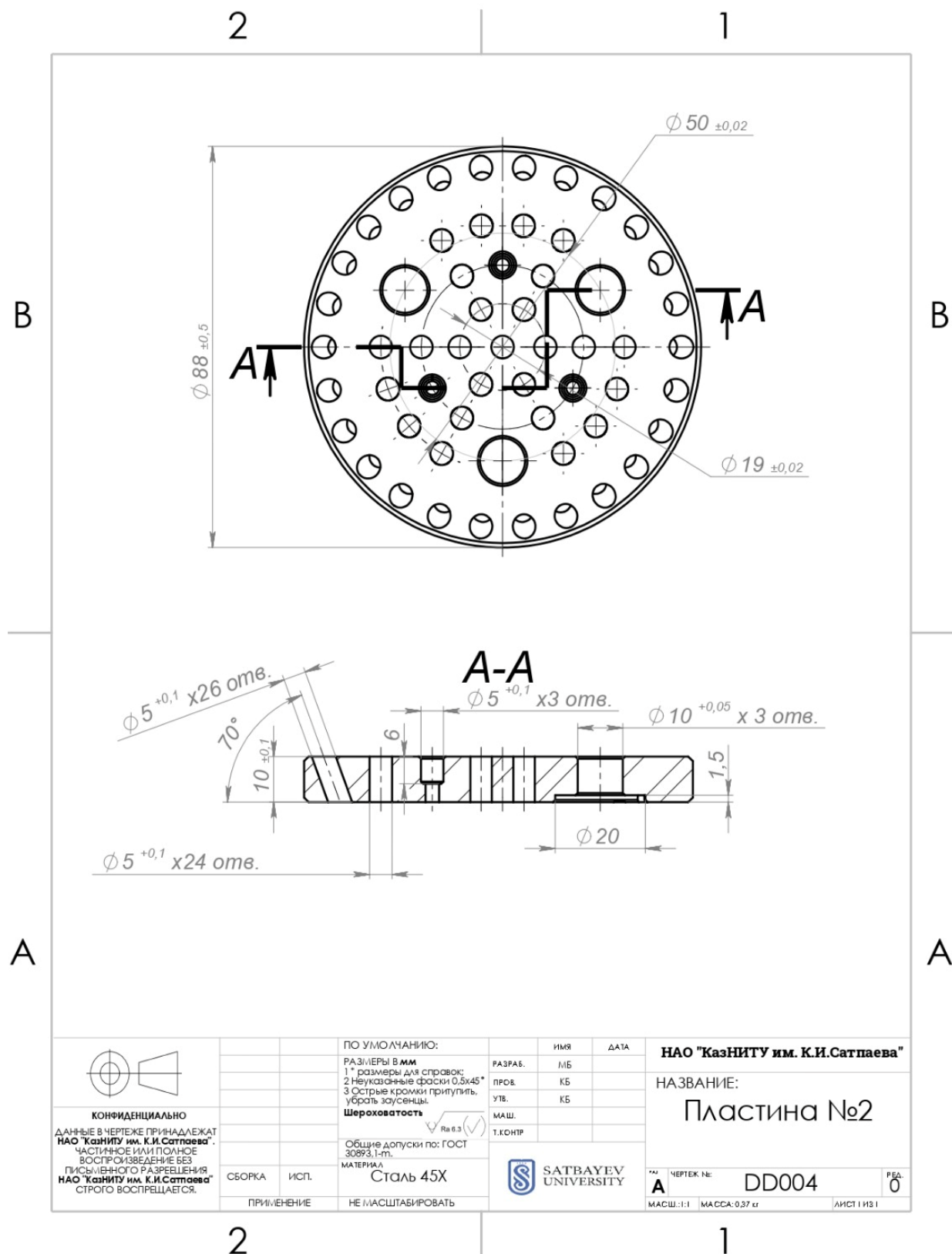
Сурет А.2 – Ыдыратқыш құрылғының 1-ші пластинасының құрылма сызбасы



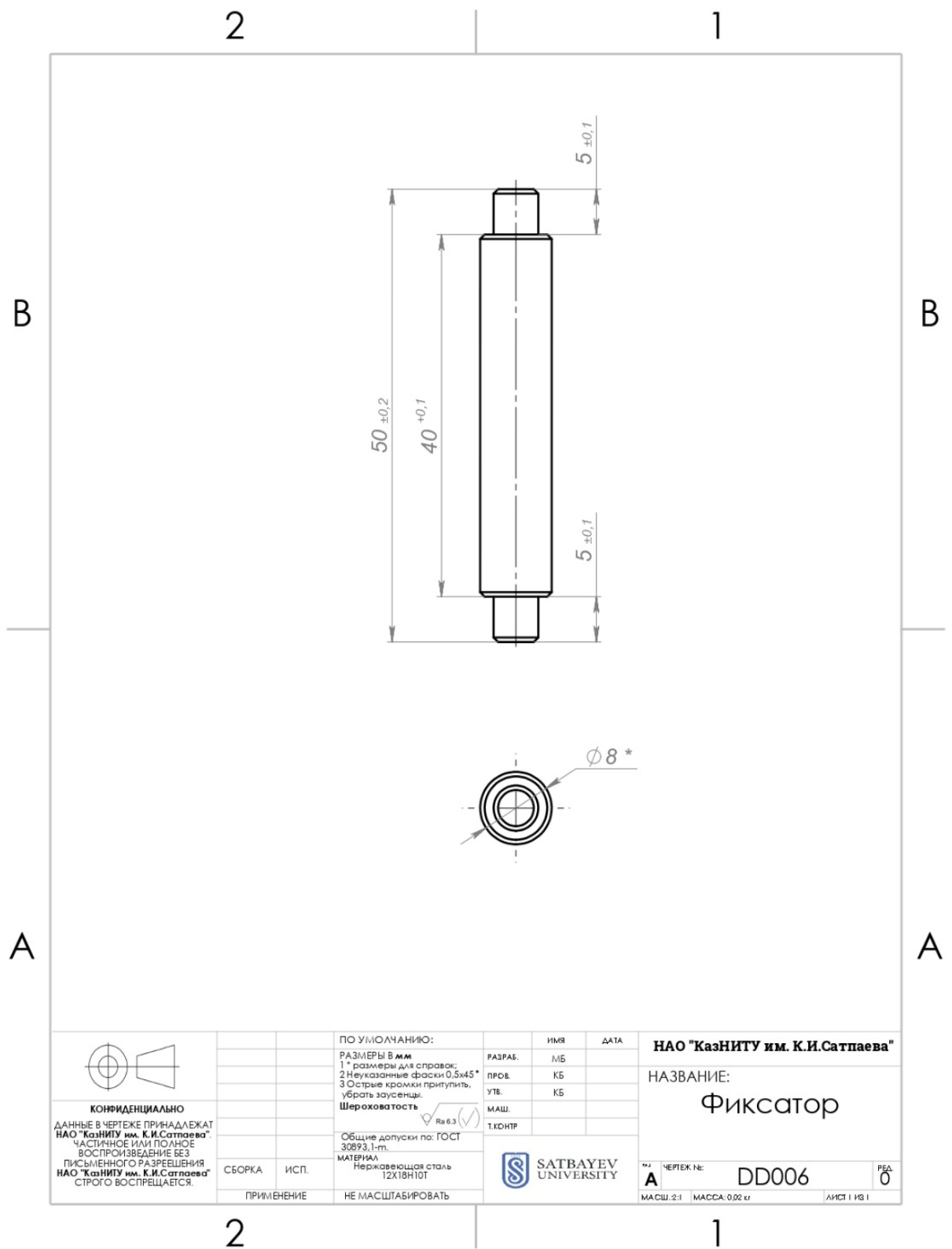
Сурет А.3 – Ыдыратқыш құрылғының бағыттауша бағанының құрылма
сызбасы



Сурет А.4 – Ыдыратқыш құрылғының бітеуішінің құрылма сызбасы



Сурет А.5 – Ыдыратқыш құрылғының 2-ші пластинасының құрылма сызбасы



Сурет А.6 – Ыдыратқыш құрылғы бекіткішінің құрылма сызбасы

