

Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар мен инжиниринг университеті

ӘОЖ 504.064.4/628.3/.4

Қолжазба құқығында

**ТАЙЖАНОВА ЛЯЙЛИМ САБИТАЕВНА**

**«CASPI BITUM» Бірлескен кәсіпорын» ЖШС-дегі құрамында мұнайы бар  
өндірістік сарқынды суларды тазарту үдерістерін жетілдірудің  
экологиялық аспектілері**

6D060800 – Экология

Философия докторы (PhD)  
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер  
техника ғылымдарының кандидаты,  
профессор, А.К. Серикбаева  
техника ғылымдарының докторы,  
профессор, И.И.Кирвель

Қазақстан Республикасы  
Ақтау, 2023

## МАЗМҰНЫ

<b>АНЫҚТАМАЛАР</b>	4
<b>БЕЛГІЛЕУЛЕРМЕН ҚЫСҚАРТУЛАР</b>	5
<b>НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР</b>	7
<b>КІРІСПЕ</b>	8
<b>1 МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІПТЕРІНІҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАРТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕРІ</b>	13
1.1 Мұнай қалдықтарымен ластанған сулардың қоршаған ортаға әсері	13
1.2 Битум зауытындағы сарқынды су мәселелері және қолданыстағы тазарту жүйелері	15
1.2.1 Бастапқы (физикалық) тазарту процестерін талдау	20
1.2.2 Екіншілік тазарту процестерін талдау	20
1.3 Мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды суларды тазартудың заманауи әдістері	24
1.3.1 Биологиялық өңдеу (БӨ)	24
1.3.2 Судың аса критикалық тотығуы (САКТ)	26
1.3.3 Суды озондау әдісі, технологиясы және жұмыс жасау принциптері	28
1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу	30
1-бөлім бойынша қорытынды	35
<b>2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ</b>	36
2.1 Зерттеу объектісінің сипаттамасы	36
2.2 «Caspі Bitum» зауытының булану тоғанындарының сипаттамасы	37
2.3 Зерттеу және талдау әдістері	43
2.4 Гелиокондырғының схемасы және эксперимент жүргізу әдістемесі	45
2-бөлім бойынша қорытынды	46
<b>3 «CASPI BITUM» ЖШС КӘСІПОРНЫНДАҒЫ САРҚЫНДЫ СУЛАРДЫҢ ҚҰРАМЫ МЕН ТАЗАРТУ ҮДЕРІСТЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ</b>	48
3.1 Сарқынды сулардағы негізгі ластаушы заттардың динамикасы	49
3.1.1 Булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамын бағалау	49
3.1.2 Сарқынды сулар төгілетін тоғандарды гидрохимиялық талдау	53
3.1.3 Сарқынды сулар төгілетін тоғандардағы хлорид және сульфат иондарын талдау	60
3.1.4 Сарқынды суларын ағызу аймағындағы жер асты суларының күйін талдау	62

3.2 Битум зауытының сарқынды суларын тазарту процесін жетілдіру бойынша алдын ала зерттеулер	64
3.2.1 Коагуляциялық және флокуляциялық өңдеуді оңтайландыру	64
3.2.2 Сорбенттермен адсорбциялау арқылы сарқынды сулардан мұнай өнімдерін шығару мүмкіндіктері	71
3.2.3 Биологиялық тазарту сатысында мембраналарды пайдалану мүмкіндіктері	74
3-бөлім бойынша қорытынды	76
<b>4 БИТУМ ЗАУЫТЫНЫҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАРТУДЫҢ ГЕЛИОТЕХНОЛОГИЯСЫ</b>	79
4.1 Маңғыстау облысындағы гелиоқуаттылықты бағалау	79
4.2 Дистилляцияның оңтайлы технологиялық параметрлерін зерттеу	82
4.3 Озондаудың оңтайлы технологиялық параметрлерін зерттеу	91
4-бөлім бойынша қорытынды	93
<b>5 БИТУМ ЗАУЫТЫНЫҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ГЕЛИОҚОНДЫРҒЫДА ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ</b>	94
5.1 Битум өндірісінің сарқынды суларымен тазартылған судың экоуыттылығын биотестілеу әдісімен зерттеу	94
5.2 Сарқынды суларды тазартуда гелиотехнологияны таңдаудың артықшылықтары және экономикалық тиімділігі	106
5-бөлім бойынша қорытынды	107
<b>ҚОРЫТЫНДЫ</b>	108
<b>ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b>	112
<b>ҚОСЫМШАЛАР</b>	126

## АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі терминдерге сәйкес анықтамалар мен аудармалар қолданылған:

*Гелиоқондырғы* – күннің сәулелі энергиясын ұстап, оны қолдануға ыңғайлы басқа энергия түрлеріне (мысалы, жылу немесе электр) айналдыратын құрылғы;

*Сарқынды сулар* – өндірістік сарқынды сулар деп өнеркәсіптік циклде пайдаланылғаннан кейін өндірістік қалдықтармен ластанған су түрлерін айтады. Кез – келген өнеркәсіп суды өндіріс процесінде пайдаланғанда, су өңдеу өнімдерімен және өндіріс қалдықтарымен ластанады және оның физикалық қасиеттері өзгереді;

*Оттегінің химиялық қажеттілігі* – бұл сарқынды суларда химиялық жолмен тотығуға қолайлы заттардың тотығуы үшін қажет оттегінің мөлшері, органикалық заттарды тотығу реакцияларымен тотығуға негізделген. Бұл процесс кезінде көміртегі органикалық материалдары, көмірқышқыл газы және су, азотты органикалық материалдар тотығу ортасында аммиакқа айналады;

*Оттегінің биологиялық немесе биохимиялық қажеттілігі* – судағы микроорганизмдер судағы оттегінің қаншалықты тез тұтынатындығын анықтайтын химиялық процесс;

*Кубты қалдық* – сарқынды суды дистилдеу кезінде тұз мөлшері жоғары (концентрацияланған) таза судан ажыратылған қалдық су;

*Тұщыландырылған су* – гелиоқондырғыда дистилдеу барысында келесі реакторға конденсацияланған, тазартылған су;

*Тотықтыру* – су құрамындағы органикалық қосылыстарды тотықтырғыштар қосу арқылы өңдеп ыдырату процесі;

*Нитраттар* - құрамында азоты бар қоректік заттардың тотығуының соңғы өнімі;

*Биогендер* - белгілі бір биологиялық функцияларды орындау үшін организмдердің құрамына кіретін элементтер;

*Биотестілеу* - әр түрлі сынақ объектілері арқылы ортаның уыттылығын анықтау процедурасы

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі белгілеулер мен қысқартулар қолданылған:

ТРЖТПРБ	Табиғи ресурстар және табиғат пайдалануды реттеу басқармасы
«Caspi Bitum» БК» ЖШС	«Caspi Bitum» Біріккен кәсіпорын» жауапкершілігі шектеулі серіктестік
МЕМСТ	Мемлекеттік стандарт
ҚР	Қазақстан Республикасы
ҚР СТ	Қазақстан Республикасының стандарты
ГАЗ	Геоақпараттық жүйелер
СББЗ	Синтетикалық беттік белсенді заттар
ҚР БҒМ БҒСБК	
МӨЗАС	Мұнай өңдеу зауытының сарқынды сулары
СМГ	Сұйытылған мұнай газы
МӨЗ	Мұнай өңдеу зауытыны
ОХҚ	Оттегінің химиялық қажеттілігі
ОБҚ	Оттегінің биологиялық қажеттілігі
БТЭК	Бензол, толуол, этилбензол және ксилолдар
БЖ	Бағалау қоры жоқ
ҰОҚ	Ұшқыш органикалық қосылыстардың
ЖТП	Жетілдірілген тотығу процестерін
ШРК	Шекті рұқсат етілген концентрациялары
МБР	Мембраналық биореактор
СҚБ	Сұйық қабатты биореактор
ПАК	Полициклді иісті көмірсутектердің
ХОС	Химиялық оттегіге сұраныстың
БӨ	Биологиялық өңдеу
АБТ	Аэробты белсенді тұнба
СБР	Секвенирлеуші биореакторлы
ГҰУ	Гидравликалық ұстау уақыты
ШҰУ	Шламды ұстау уақыты
АБР	Аэробты түйіршіктелген белсенді тұнба
АКР	Анаэробты контактілі реактор
САКТ	Судың аса критикалық тотығуы

САКГ	Судың аса критикалық газдандыруы
ЖОМ	Жалпы органикалық мөлшері
ПВХ	Поливинилхлорид
РМҚК	Республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорны
ӨЭ	Өну энергиясы
ЗӨ	Зертханалық тұқым өнгіштігі
ХЭА	Халықаралық энергетикалық агенттіктің
ЭТҚ	Электр тұзсыздандыру қондырғыларында
ТҚ	Тазарту қондырғылары
НО·	Гидроксилді радикалдар
СС	Сарқынды сулар
МТС	Механикалық тазарту станциясы

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі стандарттарға, нұсқаулықтар мен әдістемелерге сілтемелер пайдаланылды:

- МЕМСТ 2.111-2013 Конструкторлық құжаттаманың бірыңғай жүйесі. Нормобақылау
- МЕМСТ 7.1-2003 Ақпарат, кітапханалық және баспа істері жөніндегі стандарттар жүйесі. Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама. Жалпы талаптар және жобаны жасау ережелері
- МЕМСТ 7.9-95 (ИСО-2.14-76) Ақпарат, кітапханалық және баспа істері жөніндегі стандарттар жүйесі. Реферат және аңдатпа. Жалпы талаптар.
- МЕМСТ 7.12-93 Ақпарат, кітапханалық және баспа істері жөніндегі стандарттар жүйесі. Библиографиялық жазба. Орыс тіліндегі сөздер мен сөз тіркестерін қысқарту. Жылпы талаптар мен ережелер
- МЕМСТ 8.417-2002 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің Мемлекеттік жүйесі. Шама бірліктері.
- МЕМСТ 7.32-2017 Ақпарат, кітапханалық және баспа істері жөніндегі стандарттар жүйесі. Ғылыми-зерттеу жұмысы туралы есеп
- МЕСТ 6.38–90 Құжаттаманың сәйкестендірілген жүйелері. Ұйымдастырушылық–жарлықтық құжаттама жүйесі. Құжаттарды ресімдеуге қойылатын талаптар
- МЕСТ 7.32–2001 Ақпарат, кітапхана және баспа істері жөніндегі стандарттар жүйесі. Ғылыми–зерттеу жұмысы жөніндегі есеп. Ресімдеу құрылымы мен ережелері
- ҚР СТ МЕСТ 15.011–2005 Патенттік зерттеулер

## КІРІСПЕ

**Өзектілігі.** Мұнай және мұнай өңдеу компаниялары қоршаған ортаға айтарлықтай кері әсер ететіні белгілі. Мұнай өндіру аудандарында жер асты және жер үсті сулары мен топырақтың химиялық және микробиологиялық құрамының мұнай өнімдерімен, беттік-белсенді заттармен, басқа химиялық реагенттермен ластануы нәтижесінде өзгеруі байқалады. Қазақстан әлемдегі ең ірі мұнай өндіруші елдердің ондығына кіреді, бұл мұнаймен және мұнай өнімдерімен қоршаған ортаның айтарлықтай дәрежеде ластануына алып келеді [1].

Мұнай өндіру және мұнай өнімдерін өңдеу өнеркәсіптері судың көп мөлшерін пайдаланады, нәтижесінде сыртқы ортаға кері әсерін тигізетін сарқынды суларды көп мөлшерде тастайды. Алдағы жиырма жылда мұнайға және мұнай өнімдеріне деген сұраныстың артатынын ескерсек, тасталынатын сарқынды сулардың мөлшері де артатынын күтуге болады [2].

Мұнай құрамындағы көмірсутектердің белгісіз топтарының және олардың қоспаларының әлемдегі ең қауіпті ластаушы заттардың ондығына кіретіні белгілі болса, мұнай құрамды сарқынды сумен таралатын зияндылықтың әсерін елестету қиынға соқпайды [3].

Мұнай және мұнай өнімдерін өңдеу зауыттарының сарқынды сулары қоршаған орта мен адам денсаулығына уытты және қауіпті болып саналады, өйткені олардың құрамы күрделі, уақыт өте өзгерістерге ұшырау арқылы басқа да қосылыстар түзуге қабілетті, ал органикалық қосылыстардың көпшілігінің тұрақты болуы, химиялық байланыстардың беріктігі оларды биологиялық және химиялық жолмен тотықтырып ыдыратуды қиындататындығы сөзсіз [4]. Қоршаған ортаға кері әсерді төмендету үшін сарқынды суларды тазарту станцияларына жіберіп, олардың құрамындағы уытты компоненттердің мөлшерін азайтылады, содан соң сарқынды суларды тоғандарға немесе су қорларына тастауға бағыттайды. Тасталынатын су құрамындағы ластаушы заттардың деңгейі су тоғандарында бұрыннан қалыптасқан ластаушы заттардың концентрациясынан (фондық концентрация) аспайтын деңгейге ғана жеткізіліп барып тасталатынын ескерсек, ластаушы заттардың жоғары концентрациясын булану тоғандарында төгуге рұқсат етілген, жалпы мұнай көмірсутектері концентрациядан 30-80 есе, аммиак ( $\text{NH}_4^+$ ) 25 есе, жалпы еріген заттар 6 есе, оттегінің биохимиялық шығыны 6 есе және беттік белсенді зат 5 есе артық мөлшерде тастауға рұқсат етіледі. Осылайша, Қазақстандағы мұнай өңдеу зауыттарының сарқынды суларындағы ластаушы заттардың рұқсат етілген концентрациясынан асып түседі [5]. Себебі, тоғандарға суды тастауда сол жердің фондық концентрациясына ғана ескеріледі.

Тазарту станциялары механикалық, химиялық және биологиялық тазарту сатыларынан тұрады. Көп жағдайларда осы тазарту әдістерінің комбинациясының өзі суды қажетті деңгейде тазарта алмайды. Қазіргі таңда жоғарғы көрсеткішке ие комбинацияларға кері осмос пен тотықтырудың жетілдірілген әдістері ұсынылуда. Жетілдірілген тотықтыру әдісінің жылдамдығы жоғары, гидроксилді радикалдарды ( $\text{HO}\cdot$ ) қолдану арқылы күрделі



органикалық қосылыстарды толығымен көмірқышқыл газы мен суға дейін ыдыратады [6]. Мұнда HO· радикалын алу үшін озон, темір қосылыстары, сутегі асқын тотығы және ультракүлгін жарық қолданылады. Зерттеушілердің қорытындылауы бойынша барлық тотықтырғыштардың ішінде бағасының арзандығы және қолжетімділігіне байланысты сутегі асқын тотығын қолдану тиімді деп саналады. Сутегінің асқын тотығы радикалдарға ыдырайды немесе сарқынды суындағы химиялық қосылыстармен тікелей әрекеттесуі арқылы оларды тотықтырады [7]. Бірақ қосымша шығындардың көптігіне байланысты бұл әдісті органикалық көміртегінің жалпы мөлшері 5г/л-ден төмен болатын сарқынды суларын тазартуда қолданылуға ұсыныс жасалынған [8,9]. Әдетте қатты ластанған суларды тазартуда коагуляциялау немесе тұндыру әдістері ұсынылады [10]. Тұндырушы реагент ретінде сульфидті қосылыстар, коагулянттар ретінде алюминий/темір сульфаттары қолданылады. Бұл жағдайларда көлемі мен салмағы едәуір тұнбалар түзіледі. Ары қарай аз мөлшерде қалған қоспаларды белсендірілген көмірмен, цеолитпен және т.б адсорбциялау арқылы тазартады. Келтірілген тазарту әдістері көп сатылы, әрбір саты әртүрлі қоспалардан тазартуға арналған. Бұдан басқа бұл тазарту сатыларында уытсыздандыруды қажет ететін тұнбалар түзіледі, сорбенттерді регенерациялау қажеттілігі туындайды. Демек бір мақсатта орындалған жұмыс, келесі мәселелерді туындатады. Зерттеу жұмыстарының көпшілігінде суды қайта технологиялық айналымға қосу мүмкіндігі қарастырылмаған. Судың бірден-бір шығындық ресурс екенін ескерсек, оны қойылған талаптарға сай тазартып қана қоймай, басқа да қажетті салаларға пайдалану мақсатында тазарту әдістерін жасау маңызды.

Қарастырылып отырған мәселе Ақтау қаласының битум өңдеу зауытының сарқынды суларын тазарту үшін де өзекті мәселе болып табылады.

Диссертациялық жұмыс осы мәселені зерттеуге және шешуге бағытталған.

**Зерттеу мақсаты:** өндірісте түзілетін сарқынды судың құрамы мен гелиотұщыландырғыш қондырғыда буландыру процесінің сыртқы ортаның кең вариацияларына бейімделген энергия үнемдеуші, қайтарымды судың шығымын жоғарылатуға және сапасын бақша өсімдіктеріне де қолдануға болатындай тазартуға мүмкіндік беретін, экологиялық жетілдірілген тазарту әдісін жасақтау болып табылады.

**Зерттеудің негізгі міндеттері:**

- Ақтау қаласының жанында орналасқан битум зауытының су тұтыну жүйелері мен сарқынды сулары төгілетін тоғанның экологиялық жағдайын зерделеу және бағалау;

- теориялық және эксперименттік мәліметтер негізінде «Caspі Bitum» ЖШС-дегі қазіргі таңдағы қолданыстағы сарқынды суларды тазалау жүйесін талдау және сарқынды сулардың тазарту тиімділігін жетілдіру жолдарын зерттеу;

- гелиокондырғыда жүретін дистилляциялану үдерісін имитациялайтын булану негізінде жұмыс жасайтын зертханалық қондырғыда судың тазалану дәрежесін эксперименттік жолмен анықтау;

- озондаудың оңтайлы технологиялық параметрлерін зерттеу;
- сарқынды суларды тазартуға арналған пилоттық гелиокондырғыны сынақтан өткізу;
- битум зауытының тазартылған суында болатын зиянды заттар кешенінің экоуыттылығын биотестілеу әдістерімен зерттеу.

**Зерттеу нысаны:** Битум зауытының буландыру тоғанына тасталынатын сарқынды сулары, гелиокондырғы, тазартылған суларды биотестілеуге арналған дақылдар.

**Зерттеу жұмысының пәні:** булану тоғанындағы судың гидрохимиялық сипаттамасы және судағы биогенді элементтердің құрамы, битум зауытындағы сарқынды судың сапасы, өңірдегі күн сәулесінің әлеуеті, күн сәулесінің энергиясы (буландыруда пайдаланылатын) мен озондау нәтижесінде пайда болатын судың құрамы, өсімдіктердің экоуыттылығы.

#### **Зерттеу әдістері:**

Сарқынды судағы өлшенген заттардың құрамын анықтау МЕМСТ 26449.1-85 бойынша, ОХҚ - ҚР СТ 1322-2005 сәйкес, ОБҚ - ҚР СТ ИСО5815-1-2010 бойынша, СББЗ - ҚР СТ 1983-2010 бойынша, темір құрамы МЕМСТ 26449.1-85 бойынша, мұнай өнімдері МЕМСТ 26449.1-85 бойынша жүргізілді. Жер үсті суларының үлгілерін алу кезінде МЕМСТ 17.1.5.05-85 «Табиғатты қорғау. Гидросфера. Зертханалық талдауға арналған су сынамалары (химиялық) Паталас батометрінің көмегімен алынды. Іріктелген су сынамаларының химиялық талдауы өлшеулерді жүргізудің бекітілген әдістемелеріне сәйкес орындалды. Хлоридтер мен сульфаттар Shimadzu өндірісінің LC-20A хроматографының көмегімен иондық хроматография әдісімен анықталды. Фенолдардың құрамын талдау AGILENT 6890 (АҚШ) масс-селективті детекторы бар газды хроматографты пайдалана отырып жүргізілді.

*Сарқынды суды күн сәулесінің энергиясы негізінде тазалауда* суды тазартудың жабық көлемдегі гелио қондырғысы пайдаланды. Қондырғыда «шық нүктесіне» немесе жабынның ішкі бетінде ылғал конденсациясына бағытталған әсер пайдаланылды. Гелио қондырғыда сарқынды суларды тазарту үшін күн көзі бар жабық көлемде «шық нүктесі» әсері немесе жабынның ішкі бетіндегі ылғалдың конденсациясы қолданылды.

*Тазартылған судың экоуыттылығын* зерттеуде биотестілеу әдісі пайдаланылды.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы:** құрамы күрделі сарқынды суларды гелиокондырғыда тазарту арқылы өндірістің технологиясына және көгалдандыруға жарамды тазартылған су алудың энергия үнемдеуші әдісін жасақтау.

#### **Қорғауға шығарылған қағидалар:**

-сарқынды сулар тасталатын булану тоғанының қоршаған ортаға әсерін бағалау нәтижелері

-сарқынды судың элементтік құрамын және оның қауіптілік класын анықтау арқылы, оны тазарту қажеттілігін негіздеу;

-сарқынды суды гелиотұщыландырғыш қондырғыда буландырып тазартудың және органикалық қосылыстардың жеңіл фракцияларын тотықтырудың технологиялық параметрлері мен оңтайлы жағдайлары;

-бейорганикалық және жеңіл органикалық қосылыстардың буландыру және озонмен тотықтыру кезіндегі қасиеттерін зерттеу үшін сарқынды суды тазартуға арналған гелиотұщыландырғыш қондырғы мен әдістемесі;

-тазартылған судың экологиялық уыттылығын бағалау және оның өсімдіктердің тіршілік қабілетіне әсерін зерттеу мақсатында өсімдіктерді биотестілеу нәтижелері.

#### **Жұмыстың өзге ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы.**

Диссертациялық жұмыс ҚР ҒЖБМ Ғылым комитетінің «Жас ғалым» мемлекеттік гранты аясында 2022-2024 жж. № AP15473356 «Битум зауытының ағынды суларын тазартуға арналған гелиоқондырғыны әзірлеу» жобасы аясында орындалды.

**Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы:** Өңіріміздегі су ресурстарының шектеулі дейгейін және суға қажеттіліктің дәрежесін ескере отырып, диссертациялық жұмыста қол жеткізілген нәтижелердің практикалық маңызы зор. Нәтижелер мұнай өндіру, өңдеу бағытындағы кәсіпорындарда, сонымен қатар битум зауытта сарқынды суларын тазартуда қолданылады.

**Жұмыстың апробациясы.** Жүргізілген зерттеу нәтижелері «І халықаралық Есенов оқулары» атты «Болашаққа бағдар: Рухани жаңғыру» бағдарламасы аясындағы халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Ақтау, 18-19 қазан 2018); «Беларусь Республикасы мен іргелес елдердің өңірлерін орнықты дамыту мәселелері» атты VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Могилев, 2019); «Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Ақтау, 18 сәуір 2019); профессор, техника ғылымдарының докторы Г. Ж. Кенжетаевтың 70 жылдығына арналған «XXI ғасырдағы Каспий: өңірлік және жаһандық проблемалар, ынтымақтастық және қауіпсіздік» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында (Ақтау, 2020 ж); «Қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану» атты I Халықаралық ғылыми-экологиялық форумында (Нұр-Сұлтан, 2020) баяндалды. Сонымен қатар, диссертациялық жұмыстың негізгі қағидалары 2022-2023 жылғы «Инжиниринг» факультетінің ғылыми кеңесінде, «Экология және геология» кафедрасының отырыстарында кеңінен талқыланды.

**Зерттеу жұмысының жарияланымдары:** Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 12 жұмыс жарияланды, олардың ішінде: Scopus базасы құрамына кіретін журналдарда – 1 басылым, Ғылым және жоғары білім саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынатын ғылыми басылымдарында – 3 мақала, мақаланың қалған бөлігі Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда жарияланды. Қазақстан Республикасының пайдалы модельге № 8181 16.06.2023 ж. «Ақаба суларды тазарту тәсілі» патенті алынды (Қосымша А).

**Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы:** Диссертациялық жұмыс кіріспе, 5 бөлім, қорытындыдан, 8 қосымша мен 184 атаулы әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 136 бетте 21 суретпен 31 кестемен берілген.

# 1 МҰНАЙ ӨНДІРІСІНІҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАРТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕРІ

## 1.1 Мұнай қалдықтарымен ластанған сулардың қоршаған ортаға әсері

Мұнай өңдеу зауытының сарқынды сулары (МӨЗАС) әдетте шикі мұнайды, жанар-жағармайды, майларды және мұнай-химия аралық өнімдерін өңдеумен айналысатын салалардан түзілетін қалдықтардан тұрады. Бұл сарқынды сулармен қоршаған ортаның ластануының негізгі көзі болып табылады. Шикі мұнайды өңдеу процесі көп мөлшердегі суды қажет етеді. Нәтижесінде сарқынды судың айтарлықтай мөлшері пайда болады. Суға деген қажеттілік алынатын мұнайдың мөлшеріне, шикізат өнімдерінің түріне және операцияның күрделілігіне байланысты. Мұнай өңдеу зауыттары сұйытылған мұнай газы (СМГ), бензин, асфальт, дизель отыны, авиакеросин, мұнай шикізаты және т.б. сияқты пайдалы өнімдерді өндіру үшін айдау, тұзсыздандыру, термиялық крекинг, каталитикалық процестер және тазарту процестері үшін сарқынды суды қажет етеді.

Сарқынды сулардың ластануы мұнайды тасымалдау және сақтау барысында, МӨЗ -да орындалатын өндірістік тізбектердің нәтижесінде жүреді. МӨЗ-дағы орташаланған сарқынды судың құрамы 1 - кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Мұнай өңдеу зауыты сарқынды суларының орташа құрамы

Ластаушы заттар тізімі	Көрсеткіштер, мг/л
ОХҚ (Оттегінің химиялық қажеттілігі)	687,7
ОБҚ (Оттегінің биологиялық қажеттілігі)	350,0
Мұнай өнімдері	588,0
Қалқымалы заттар	133,0
Фенолдар	3,3
Сульфаттар	166,1
Нитраттар	231,4
Құрғақ қалдық	615,4

Өндірістік жаңдайда түзілетін мұнай өңдеу зауытының сарқынды суларының көлемі өңделген шикі мұнай көлемінен 0,4–1,6 есе көп екенін зерттелген [11]. Жалпы 84 млн баррель/тәулік ағымдағы мұнай өндіру негізінде жұмсалынатын жалпы сарқынды сулар тәулігіне 33,6 млн баррельді құрайды. Алдағы екі онжылдықта жаһандық мұнай сұранысы тәулігіне 107 миллион баррельге дейін өседі деп күтілуде, ал 2030 жылға қарай мұнай әлемдік энергиямен қамтамасыз етудің 32%-ын құрайды. Мәліметтер мұнай өнеркәсібінен шығатын сарқынды сулар одан әрі өндіріліп, ірі су объектілеріне ағызылатынын анық көрсетті. Сарқынды сулардың құрамындағы ластаушы заттар қоршаған ортаға үлкен қауіп төндіретіні белгілі.

Шын мәнінде, мұнай құрамды сарқынды сулар пайдаланылатын ауыз суға, жер асты су ресурстарына, адам денсаулығына және егін шаруашылығына кері

әсерін тигізеді. Көптеген елдер сарқынды сулардағы мұнайдың және мұнай өнімдерінің шекті концентрациясына 5-100 мг/л аралығындағы нормативтік шектерді белгілейді.

Ластанған сарқынды сулардың пайда болуына қарай олар технологиялық және өндірістік емес болып екіге бөлінеді. Технологиялық сарқынды сулар негізінен көмірсутектер бір-бірімен тікелей байланыста болған тазарту кезеңінде, ал өндірістік емес сарқынды сулар салқындату мұнарасында жабдықты жуу кезінде пайда болады. Шикі мұнайдың құрамындағы су шикі мұнайды өңдеу кезінде технологиялық сарқынды сулардың пайда болуына жауап береді.

Қоршаған ортаға әсері. Мұнай өңдеу зауытының айналасындағы аумақ әдетте фаунаның әртүрлілігі мен көптігімен сипатталмайды, себебі кейбір түрлер сарқынды су көздерінің жанында өмір сүре алмайды. Сарқынды суларда оңай еритін және табиғи түрде улы болып табылатын, көптеген басқа қосылыстардың прекурсорлары ретінде әрекет ететін қосылыстар бар. Бензол, толуол, этилбензол және ксилолдар (БТЭК) шикі мұнайда жиі кездесетін қосылыстар болып табылады. Мұндай қосылыстар адам ластанған сумен шайынған кезде немесе ластанған суды пайдаланғанда ішкі ағзаларға тері арқылы сіңеді. Ауыз судағы бензолды ұзақ уақыт тұтырудан анемия, қандағы тромбоциттердің төмендеуі және тіпті қатерлі ісік туындауы мүмкін. Этилбензолды қолданғанда бауыр немесе бүйрек жеткіліксіздігі пайда болуы мүмкін. Толуол да этилбензол сияқты денсаулыққа кері әсер етеді, сонымен қатар ол адамның жүйке жүйесіне де әсерін тигізеді. Ал, ксилолдың ағзаға енуі жүйке жүйесіне зақым келтіреді [12]. Зерттеулер мұнай өңдеу зауытындағы сарқынды сулар тасталатын орындарына жақын жерде өмір сүретін ағзалардың өсуіне әсер ететінін көрсетті.

Су бетінде мұнай қабатының пайда болуы сәуленің түсуі мен жарықтың енуін азайтады және фотосинтездік белсенділіктің және оттегінің түзілуінің төмендеуіне, ауа алмасу үрдісінің бұзылуына әкеледі. Мұнай қабаты атмосферада суға оттегінің еруі азайтады.

Егер мұндай қосылыстардың барлығы су қоймасына үздіксіз шығарылса, олар экожүйенің жағдайын нашарлатуы мүмкін. Бұл қосылыстар майда ерігіш, сондықтан олар кейбір жануарлардың майында оңай жиналады да, қоректік тізбек арқылы адам ағзасына өтеді. Жер үсті суларында аммиактың жоғары концентрацияда болуы балық қанындағы оттегі деңгейінің төмендеуі сияқты судағы тіршілікке зиянды әсер етуі мүмкін. Жануарлардың уыттылыққа әсері температура және рН сияқты әртүрлі параметрлерге байланысты өзгереді, өйткені бұл молекуланың тотығу күйін өзгертуге көмектеседі. Ұзақ уақыт бойы нитраттар мен нитриттердің әсері балықтардың көкбауырында қан кетуді тудырады және қандағы оттегінің ығысуына ықпал етеді. Күкіртсутек табиғаты бойынша улы коррозиялық газ ретінде белгілі. Ол сульфаттар мен органикалық заттар бар сулы ортада түзіледі. Бұл газ судағы тіршілік үшін өте улы болып саналады, тіпті өте төмен концентрацияда болса да жағымсыз иіс тудырады, бұл өз кезегінде қоршаған атмосфераға да әсер етеді. Зерттеушілер мұнай өңдеу зауыттарының сарқынды суларының әртүрлі концентрациялары омыртқасыздар,

балықтар және балдырлар үшін улы екенін алға тартады. Сарқынды сулар шығарылатын мұнай өңдеу зауытының төңірегіндегі қоршаған орта фаунаның әртүрлілік көрсеткіштері төмен болады. Судағы органикалық химиялық заттардың, соның ішінде аммиактың мөлшерін арттыру балдырлар мен биомассаның байытылуына әкелуі мүмкін. Мұнай өңдеу зауытының сарқынды суларындағы ластаушы заттардың мөлшері орындалатын операцияларға және өңделетін шикі мұнайға байланысты екендігін алға тарта отырып, ластаушы заттардың қоршаған ортаға әсері де әр жағдайда әртүрлі екендігі белгілі болды [13].

*МӨЗ-ның сарқынды суларда болатын ластаушы заттардың топырақтың ластануына әсері.*

Топырақтың ластануы негізінен мұнай-химия зауытына жақын жерде ғана әсер етеді, дегенмен ол сарқынды сулардың салдарынан біршама ауданға да таралуы мүмкін. Судың төгілуі мен ағып кетуі топырақта химиялық заттардың жиналуына әкеледі, бұл экожүйенің сапасына әсер етеді және ластанудың басқа түрлерінің пайда болуына ықпал етеді.

Мұнай өнімдерінің сарқынды сулармен төгілуін болдырмау өте күрделі инженерлік және ғылыми міндет болып табылады. Бір жағынан, бұл жалпы «мұнай өнімдері» ұғымымен біріктірілген химиялық қосылыстардың алуан түрлілігіне, сондай-ақ сарқынды суларда ілеспе ластану массасының болуына байланысты. Екінші жағынан, көптеген орташа және шағын кәсіпорындар мұнай өнімдерін сақтау және тасымалдауда әдетте қарапайым тазарту құрылыстарын кәдеге жаратады, ал кейде олар мүлде жоқ. Бұл қоршаған ортаға мұнай құрамды сарқынды сулардың сөзсіз төгілуіне, топырақтың, су және ауа бассейндерінің санитарлық-гигиеналық жағдайының нашарлауына және сәйкесінше өсімдіктер мен жануарлар әлеміне жойқын әсер етуіне әкеледі.

Мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды суларды тазарту мәселесі ондаған жылдар бойы талқыланғанымен және оған айтарлықтай басылымдар арналғанымен, толығымен шешілмеген. Сондықтан, мұнай өнімдерімен ластанған, қарапайым әдістермен тазартылуы қиын сарқынды сулардың орасан зор мөлшерін тазарту - кезек күттірмейтін мәселе [14].

## **1.2 Битум зауытындағы сарқынды су мәселелері және қолданыстағы тазарту жүйелері**

Қазіргі ғылыми-техникалық үдеріс су ресурстарын тұтыну қарқынының ұдайы жеделдеуімен және өндірістің дамуымен байланысты. Кез-келген өнеркәсіп сарқынды сулардың сапасын нашарлататын ластаушы заттардың көзі болып табылады. Қоршаған ортаны қорғаудың көптеген аспектілері өнеркәсіптің қоршаған ортаға әсерін барынша азайтуды қамтиды.

Қазақстан су ресурстарының үлкен тапшылығы бар елдер санатына жатады. Қазіргі уақытта сарқынды сулардың 50%-ға жуығы Қазақстанның жер үсті су қоймаларына тазартылмай жіберілуде. Себебі, республикадағы кәсіпорындардың көпшілігінде сарқынды суларды тазарту технологиялары

жетілдірілмеген. Өнеркәсіптік суды пайдаланудың ең көп үлесі жылу энергетикасы, түсті металлургия және мұнай өнеркәсібіне келеді [15-17].

Мұнай өнеркәсібі 2016 жылы елдің жалпы ішкі өнімінің шамамен 10%-ын құрайтын негізгі көзі болып табылады [18]. Қазақстандағы мұнай өңдеу зауытының өнімділігі тәулігіне 339 мың баррельді құрайды және бұл көрсеткіш жыл сайын 4,6%-ға артып келеді. Зауыттың қуаттылығы тәулігіне 350 мың баррельге бағаланады.

Битум - мындаған жылдар бұрын өркениеттің басында адамзатқа белгілі болған ең көне құрылыс материалдарының бірі. Қазіргі құрылыста битумды қолданудың бастапқы кезеңі шамамен біздің дәуірімізге дейінгі үшінші мыңжылдықта қаланды. Өзінің қалыптасуы мен дамуында дүниежүзілік битум өндірісі бірнеше кезеңдерден өтті. Ежелгі және қазіргі уақыттағы битум өндірісі түбегейлі ерекшеленеді және бұл айырмашылықтар қолданылатын шикізатқа, алыну технологияларына және пайдалану аймақтарына қатысты. Алғашқы битум өндіру кезеңінің негізі шикізат ретінде *табиғи битум* болды.

Табиғи битум – ұзақ уақыт бойы сыртқы әсер ету нәтижесінде ауыр мұнай фракцияларынан түзілетін қатты немесе тұтқыр шайырлы зат [19].

Табиғи битумның қорлары кейбір бағалаулар бойынша барланған мұнай қорларынан айтарлықтай асып түседі [20-21].

Битум қоры аз кен орындары Қытайда, Еуропада және Таяу Шығыста орналасқан (2-кесте).

Кесте 2 – 2022 жылдың табиғи битум бойынша дүниежүзілік қорлары (млн. баррель), (БЖ – коммерциялық өндірістің болмауына байланысты бағалау қоры жоқ)

Елдер мен аймақтар	Кен орындардың саны	Табиғи қорлары	Жалпы өндіріс	Қалдық қорлар
Африка	7	45 546	-	574
Канада	227	2 397 064	4 975	173 605
Индонезия	1	4 456	24	422
Қазақстан	52	420 690	-	42 009
Ресей	39	346 754	14	28 367
Тринидад және Тобаго	14	628	-	БЖ
АҚШ	201	53 479	24	БЖ
Әлем бойынша барлығы	541	3 268 617	5 037	244 977

Мұнай битумды жыныстары күрделі шикізат болып табылады, одан дайын тауарлық өнімдердің кең ассортиментін алуға болады: этилен, пропилен, бутилен, бензол, жанармай газы, мотор және ұшаққа арналған керосин, майлар,



элементтік күкірт, металлургиялық және отын коксы, сирек металдар, құрылыс материалдары [22]. Мұнайлы-битумды жыныстардың болжамды қоры 120-350 миллион тонна табиғи битум немесе 3-25 миллиард тонна мұнай-битумдық тау жыныстары болуы мүмкін. Қазақстанда мұнай, битум және құм қоспасының мұнайлы-битумды құмдардың 50-ден астам кен орны ашылды, олардың құрамындағы битум мөлшері 16-30 вт. %, ал тереңірек түзілімдерде – 40-60 масс. % [23].

Қазақстанның өнеркәсіптік мұнай кен орындары Маңғыстау облысында орналасқан. Жанғұршы кен орнының мұнайлы-битумдық тау жыныстарының ең үлкен ауданы осында орналасқан, барланған қоры 120 миллион тоннадан асады [24].

Битумды өндіру және пайдалану экологиялық маңызды мәселе болып табылады. Өндіріс барысында туындайтын экологиялық кері әсерлерге ұшқыш органикалық қосылыстардың (ҰОҚ) [25] және полициклді иісті көмірсутектердің [26] түзілуі, сондай-ақ тотығудан кейінгі сарқынды сулардың [27-28] түзілуі және битумды одан әрі қайта өңдеу жатады [29-36].

Битум өндіру (тотығу) кезінде шығатын газдар скрубберлерге натрий гидроксидінің сулы ерітіндісін қосу арқылы тазартылады.

Битум жағдайында тотықтырудан кейінгі сарқынды сулар тазарту қондырғысына жіберіледі. Дегенмен, олардың бірегей құрамы биологиялық тазартуды қолдануға жарамды емес.

Тотығудан кейінгі сарқынды суларда оттегі бар қосылыстар (кетондар, альдегидтер, эфирлер, спирттер) және құрамында азоты бар қосылыстар (негізінен пиридин туындылары, сонымен қатар иісті және алифатты аминдер), сондай-ақ күкірт қосылыстары айтарлықтай мөлшерде болады. Бұл жағдай сарқынды суларды химиялық әдістер бойынша тазартуды қажет етеді. Көбінесе жетілдірілген тотығу процестерін (ЖТП) пайдаланады.

Соңғы жылдардағы басылымдар әдебиеттеріне сүйенсек, сарқынды суларды алдын ала тазарту үшін тотығу процестерімен үйлесетін гидродинамикалық кавитация қолданылады. Бұл үрдістің уақыт өткен сайын қарқындап қолданылатынын көруге болады [37-49].

Мұнай өндірісінен шыққан сарқынды суды қайта өңдеуге байланысты көптеген эксплуатациялық және экологиялық мәселелер туындайды. Осы мәселе арнайы суды тазартудың сәйкес технологиясын таңдау арқылы шешілуі мүмкін. Технологиялық суды тазарту операторларға битум алу процесіне сәйкес су сапасын реттеуге мүмкіндік береді. Кейбір өндірістер күн энергиясын пайдаланып, мұнайлы сұйық ағындарды кәдеге жарату әдістерін ұсынуда [50].

Технологиялық суды тазарту Қазақстан Республикасының Заңнамасымен бекітілген мемлекеттік стандарт (МС) арқылы жүзеге асады.

Қазақстан Республикасындағы жер үсті суларын ластайтын ластаушы заттардың тізімі және шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРК) 3- кестеде көрсетілген [51].

Кесте 3 – Қазақстан Республикасындағы жер үсті суларын ластайтын ластаушы заттардың тізімі мен шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРК)

Атауы	Балық және ауыл шаруашылығы арналған ШРК, мг/дм <sup>3</sup>	Тұрмыстық және ауыз су объектілеріне арналған ШРК, мг/дм <sup>3</sup>	Қауіптілік класы
Хром <sup>3+</sup>	0,005	0,5	3
Хром <sup>6+</sup>	0,02	0,05	3
Темір жалпы	0,1		3
Темір <sup>2+</sup>	0,005	0,3	3
Темір <sup>3+</sup>	0,5		1
Мырыш <sup>2+</sup>	0,01	1,0	2
Сынап <sup>2+</sup>	0,00001	0,0005	2
Кадмий	0,005	0,001	2
Күшән	0,05	0,05	3
Бор <sup>3+</sup>	0,017	0,5	3
Мыс <sup>2+</sup>	0,001	1,0	4
Оттегінің биохимиялық қажеттілігі (ОБК) <sub>5</sub>	3 мг О <sub>2</sub> /л	3 мг О <sub>2</sub> /л	
Фенолдар	0,001	0,001	4
Мұнай өнімдері	0,05	0,3	4
Фторидтер	0,05	1,5	2
Нитриттер	0,08	3,3	2
Нитраттар	40,0	45,0	3
Аммоний тұзы	0,5		4
Сульфаттар	100,0		4
Магний	40,0		3
Марганец	0,01		3
Никель	0,01		3

Су объектілерінің ластануын барынша азайту және оларды ұтымды пайдалану міндеттерін шешу үшін өндірістік процестерді жетілдіру және кәсіпорындарда судың тұйық циклдерін құруға мүмкіндік беретін сарқынды суларды тазартудың жаңа жоғары тиімді әдістерін енгізу қажет.

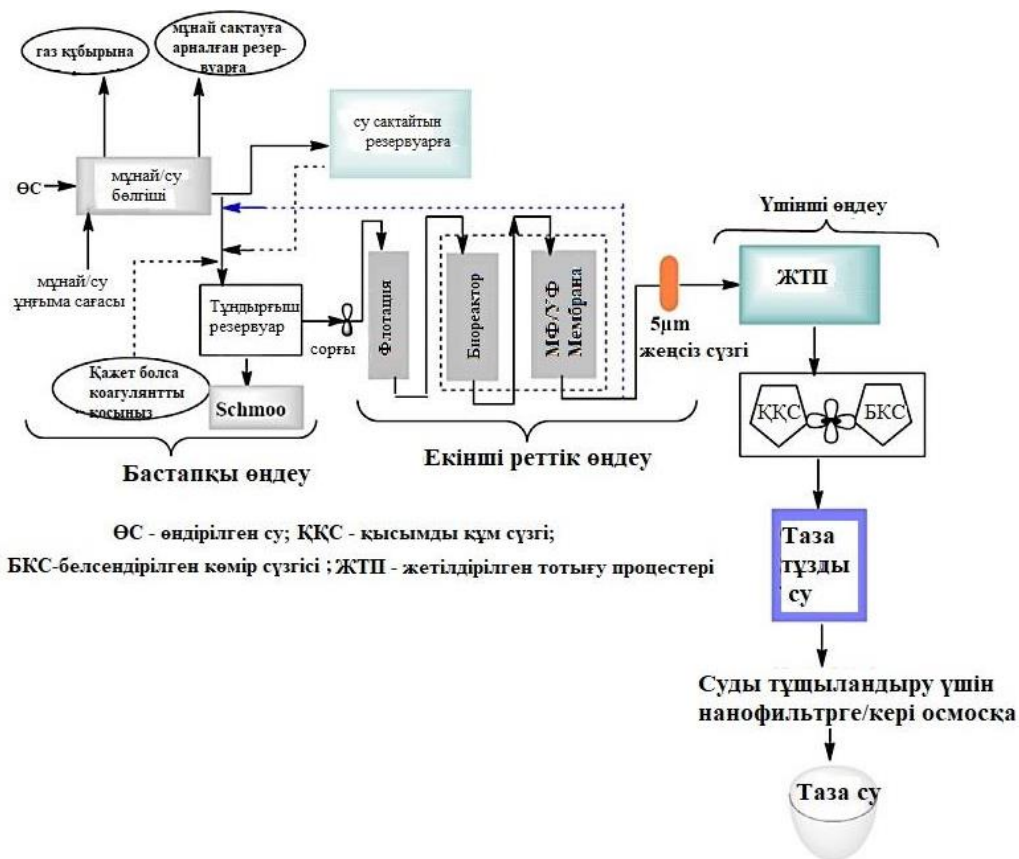
Мұнай өңдеу зауытының сарқынды су құрамы күрделі және еріген мұнай, еріген көмірсутектер, еріген газдар (әсіресе күкіртсутек және көмірқышқыл газы), органикалық қышқылдар, фенолдар, металдардан тұрады [52]. Мұнай құрамындағы көмірсутектер ақырында сарқынды суда тұнбаға айналып, ластаушы заттар ретінде қалыптасады.

Мұнай немесе мұнай өңдеу зауытының сарқынды суларының құрамында органикалық қосылыстардың бірнеше тобы, соның ішінде ұшқыш органикалық қосылыстардың (ҰОҚ) айтарлықтай мөлшері бар екені белгілі.

Тазарту технологиясы пайдаланысқа енгенге дейін немесе мұнай өңдеуден бұрын нормативтік стандарттарға сәйкес келуі керек [53]. Қатаң экологиялық ережелер мұнай кен орындарының қалдықтарын қоршаған ортаға тастамас бұрын мұқият өңдеуді талап етеді. Сондықтан, өңдеу технологиясы мұнай-газ өнеркәсібі үшін қалдықтарды тиімді қайта пайдалану үшін қатты бөлшектер мен органикалық материалдар сияқты ластаушы заттардың едәуір мөлшерін төмендетуге сенімді және қабілетті болуы керек [54].

Реттеуші органның талаптарына сәйкес судың сапасын жақсарту үшін энергияны азырақ қажет ететін физикалық, биологиялық және химиялық өңдеулерді қамтитын комбинациялық өңдеулер қолданылды [55].

Қазіргі кезде мұнай және газ өнеркәсібі теңізге шығарылмас бұрын немесе қайта пайдалану алдында сарқынды сулардан ластаушы заттардың көп мөлшерін алып тастау үшін әртүрлі тазарту әдістерін қолданады [56-58]. 1-ші суретте тәжірибелік-өнеркәсіптік тазарту қондырғысының технологиялық схемасы келтірілген.

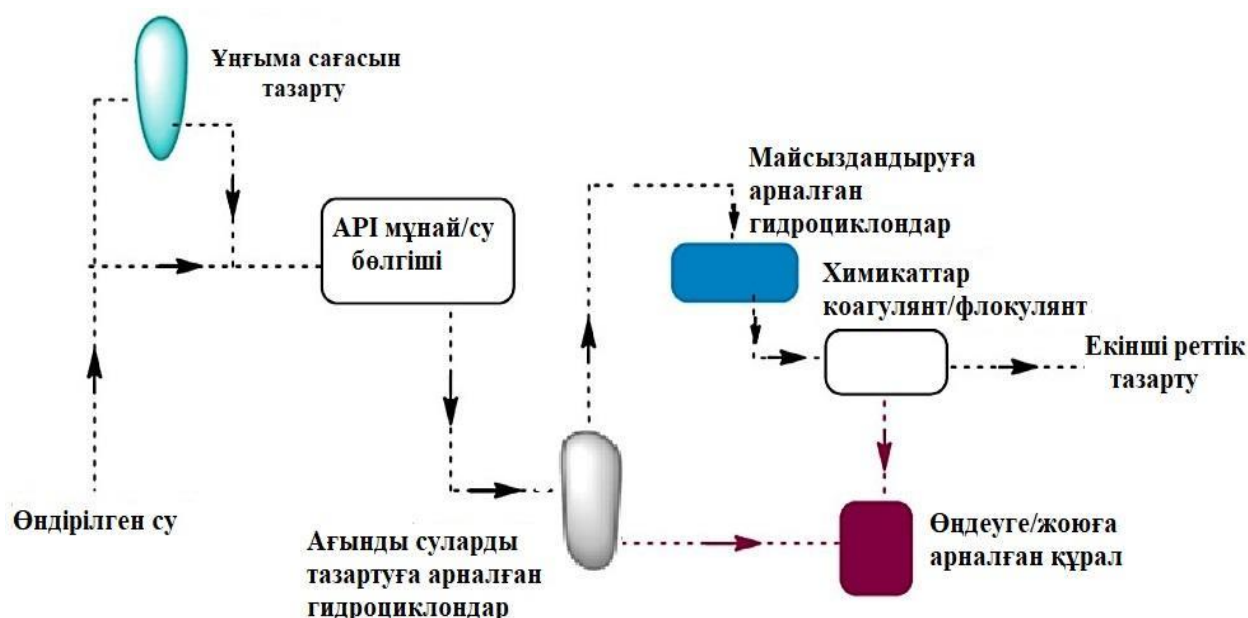


Сурет 1 – Алдыңғы [59] зерттеуге негізделген мұнай кәсіпшілігінің сарқынды суын тазарту процестері

Онда тазартылатын сарқынды сулар тікелей мұнай мен суды бөлу қондырғысынан және/немесе су сақтайтын резервуардан жиналады.

### 1.2.1 Бастапқы (физикалық) тазарту процестерін талдау

Бастапқы (физикалық) тазарту процестері мұнай мен газдың қатты бөлшектері мен көмірсутекті қосылыстарды жоюды талап етеді [60-61]. Гравитациялық сепаратор (American Petroleum Institute (API) сепараторы) ұңғыма басынан пайда болған сарқынды суға қарағанда тығыздығы төмен мұнай мен жеңіл фракцияларды бөлу үшін қолданылады (2-сурет).



Сурет 2 – Алдыңғы зерттеулерге негізделген бастапқы тазарту схемасы

Кейін сепаратордың түбіндегі тұндырғыш шлам бөлшектері гравитациялық бөлу арқылы әрі қарай өңдеу үшін тазартқыш гидроциклондарға жіберіледі. Майлы фракциялар сұйықтықты бөлу арқылы сарқынды судан мұнайдың кез келген іздерін жою үшін майсыздандыру гидроциклондарына беріледі. Бөлшектердің тұндыру арқылы бірігуін жеңілдету үшін полимерлі флокулянттар араластырғыш реакциялық резервуардағы бөлінген су ағынына қосылады.

Алайда полиакриламидтер мен полиаминдер сияқты синтетикалық органикалық полимерлерді белгілі бір жағдайларда олардың уыттылығына байланысты сарқынды суды тазарту үшін пайдалануға ұсынылмайды [62]. Бұл шектеулер өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту үшін бентонит және хитозан (коагулянттар/флокулянттар) сияқты экологиялық таза, үнемді және биологиялық ыдырайтын коагулянттарды іздеуге әкелді. Содан кейін тазартылған сарқынды су ластаушы заттарды одан әрі азайту үшін қайталама тазартуға жіберіледі.

### 1.2.2 Екіншілік тазарту процестерін талдау

Екіншілік тазарту флотация, биологиялық және мембраналық өңдеу процестерін қоса алғанда, әртүрлі өңдеу нұсқаларын пайдалана отырып, еріген компоненттерді жоюды талап етеді. Дегенмен, жақында мембранамен

биологиялық өңдеудің комбинациясы жасалды, ол «мембраналық биореактор» (МБР) технологиясы деп аталады. Жиі қолданылатын мембраналық өңдеу әдістеріне микрофльтрация және ультрафльтрация, нанофльтрация және кері осмос әдістері жатады. Дегенмен, нанофльтрация және кері осмос мембраналық әдістерді қайта пайдалану мақсатында суды тұщыландыру үшін үшінші деңгейлі өңдеуде жиі қолданылады.

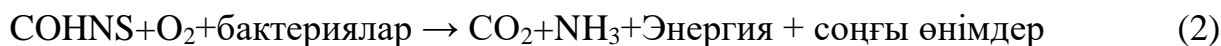
*Флотация әдісі.* Флотационды әдіс азотпен немесе табиғи газбен индукцияланған немесе ерітілген ауамен флотациясы флотация камерасына айдау арқылы сарқынды судың құрамынан мұнай тамшыларын бөлу үшін пайдаланылады, бұл мұнайдың байытуын арттырады және бөліп алу уақытын азайтады [63]. Мұнайдан арылу тиімділігін газ ағыны, қоректендіру ағыны, газ көпіршігінің өлшемі, флотация кезеңі және температура сияқты флотация параметрлерін оңтайландыру арқылы жақсартуға болады. Мұнай мен суды флотация әдісімен бөлу Стокс заңына негізделген:

$$v = \frac{2 R^2 (p_v - p_0)}{9 \mu} \quad (1)$$

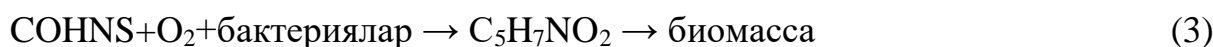
мұндағы,  $v$  – мұнай тамшыларының беткі қабатқа көтерілу жылдамдығы,  $R$  – мұнай тамшыларының радиусы,  $p_v$  - судың тығыздығы,  $p_0$  – мұнайдың тығыздығы,  $\mu$  - судың тұтқырлығы.

Мұнай тамшысының мөлшері неғұрлым үлкен болса, соғұрлым жылдамдығы жоғары болады. Судың тығыздығы мен тұтқырлығының үлкен ауытқуы тік жылдамдықты арттырады және бөлу процесін күшейтеді. Газ флотациясының тиімділігін төрт кезеңде анықтауға болады, оның ішінде газ көпіршіктерінің пайда болуы, газ көпіршіктерінің мұнай тамшыларымен соқтығысуы, газ көпіршіктерінің мұнай тамшыларына бекінуі және бекітпелердің жер бетіне көтерілуі, бұл олардың су мен мұнайдың бөлінуіне әкеледі [64].

*Биологиялық тазарту әдісі.* Сарқынды сулардың құрамындағы биологиялық ыдырайтын органикалық заттар әртүрлі микроорганизмдер арқылы қарапайым заттарға және қосымша массаға (биомассаға) айналуы мүмкін және биомасса тазартылған сарқынды сулардан тұндыру арқылы бөлінеді. Биоконверсия теңдеуі келесі түрде берілген:



Тығыз биомасса коллоидты және еріген органикалық заттардың жаңа жасушаға биосинтетикалық түрленуінен төменде көрсетілгендей түзіледі:



Бұл микроорганизмдер қосымша биомасса (шлам) түзу үшін биореактор резервуарындағы сарқынды судағы еріген ластаушы заттарды тұтынады. Су

реактордан тазарту үшін шығарылады, ал реактор түбінде тірі және өлі бактериялары бар тұнба (қатты қалдықтар) қалады. Тұндырғыштан шыққан сарқынды су сүзгі қондырғысына түседі, ол жерден ағызылады немесе қайта өңделеді. Биологиялық тазарту процесінің типтік схемасы 3 - суретте көрсетілген.



Сурет 3 – Алдыңғы [65] зерттеулерге негізделген биологиялық тазарту процесінің сызба-нұсқасы

Сарқынды сулардағы биологиялық өңдеудің тиімділігін бағалау үшін бірнеше зерттеулер жүргізілді. М.Куюкина және басқалары [66] концентрлі мұнай өндірісінің сарқынды суларын тазартуда *Rhodococcus* микроорганиздерімен бірлескен иммобилизацияланған үгінділерін пайдалана отырып, сұйық қабатты биореактор (СҚБ) процесінің тиімділігін бағалады. Биопленкамен әзірленген СҚБ-ның екі апта ішінде мұнай көмірсутектерін жоюда, алкандар мен полициклді иісті көмірсутектердің (ПАК) биоыдырауының тиімділігі 70% -ды құраған, ал жетілдірілмеген СҚБ үшін сәйкесінше 24 және 37% көрсеткіштерге ие болған. Сондай-ақ, үгінділер арқылы физикалық сорбция мен *Rhodococcus* биомассасының биосорбциясының аралас әсерінен ауыр металдарды (Al, Cr, Cu, Fe, Hg, Zn, Mn) 75-96% жою тиімділігі анықталған.

Мұнай өндіру барысында тотығу процесінен шыққан сарқынды суларда оттегі бар қосылыстар (кетондар, альдегидтер, эфирлер, спирттер) және құрамында азот бар қосылыстар (негізінен пиридин туындылары, сонымен қатар иісті және алифатты аминдер), сондай-ақ күкірт қосылыстары айтарлықтай мөлшерде болады [67-72]. Бұл жағдайда сарқынды суларды химиялық жолмен тазарту қажеттілігі туындайды, ол үшін жетілдірілген тотығу процестерін (ЖТП) пайдаланады. Кавитация процестері негізінен карбон қышқылдары, пестицидтер, спирттер, хлорорганикалық еріткіштер немесе фармацевтикалық өнімдер сияқты органикалық ластаушы заттардың тотығуы үшін қолданыс тапқан. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың көпшілігінде сарқынды суларды тазартуды жүйелі түрде жүргізіледі. Химиялық өңдеу биологиялық процестерден бұрын жүреді. Химиялық өңдеудің негізгі мақсаты белсенді тұнбаның (ил) әрекетіне кедергі келтіретін ең улы қоспаларды жою болып табылады. Көптеген жағдайларда жетілдірілген тотығу процестерімен (ЖТП) бірге гидродинамикалық кавитация үлесімде органикалық ластаушы заттардың тотығуының жоғары деңгейін қамтамасыз етеді (70-100%) [73-74].

Кесте 4 - Мұнайы бар суларды тазарту әдістерінің жіктелуі және тиімділігі.

Тазарту әдістері	Мұнай өнімдерінің ағынды сулардағы рұқсат етілген бастапқы концентрациясы, мг/л	Қол жеткізілген тазалау деңгейі, мг/л	Ескерту
Механикалық (тұндыру)	1000 астам	40-1000	Эмульгирленген өнімдерден тазартпайды
Физико-химиялық флотация	200	20-60	Тазарту деңгейі флотацияға байланысты
Коалесценция	100	10-15	Эмульгирленген өнімдерден жартылай тазалайды
Адсорбция	100	1-3	Эмульгирленген мұнай өнімдерінен тазартады (алдын-ала тазартудан кейін)
Химиялық	50	1-10	Сүзу немесе тұндыру әдістерінің қатысында қолданылады
Биохимиялық (аэробты микроағзалар көмегімен)	100	1-10	Алдын-ала тұндыру міндетті, Эмульгирленген мұнай өнімдерінен тазартады

### **1.3 Мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды суларды тазартудың заманауи әдістері**

Дәстүрлі әдістердің шектеулілігіне қарамастан, ғылыми-техникалық жетістіктерге негізделген бірнеше заманауи әдістер әзірленген. Мысал ретінде биологиялық тазарту, суды аса критикалық тотықтыру, озондау технологияларын келтірейік. Соңғы төрт жылда 2018 жылдан бастап сарқынды суларды тазартуда көптеген технологиялық жетістіктер болды. Бұл жетістіктердің негізгі себептері – пәнаралық көзқарас, материалтанудағы, әсіресе наноматериалдар саласындағы прогресс және технологияның интеграциясы.

#### **1.3.1 Биологиялық өңдеу (БӨ)**

Жалпы БӨ аэробты және анаэробты тазарту жүйелеріне бөлуге болады. Анаэробты жүйелер аэрация процесінің жойылуына байланысты аз энергияны қажет етеді, органикалық ластаушы заттарды метан газына айналдырады, қоректік заттарды көп қажет етпейді және аз қалдық бөледі [75]. Процесс барысында биоыдырайтын пластик сияқты бағалы жанама өнімдерді де шығаруы мүмкін. Аэробты БӨ жеделдетілген биодеградация кинетикасына байланысты жоғары температурада және ластаушы заттардың жоғары концентрациясы бар сарқынды суларды тазарту үшін қолданылады [76]. Дегенмен, мұндай БӨ жүйелерінде микроб жасушаларына улы химикаттар әсер етеді, сол себепті бұл жүйенің жалпы тиімділігі төмендейді.

Бұл мәселені шешу үшін аэробты түйіршіктеу технологиясы және аэробты түйіршіктелген белсенді тұнба (грануированный активный ил) (АБТ)-ның реакторда қолданылуы зерттелген [77-78]. АБТ майлы сарқынды суларды тазартуда, микробтардың әртүрлілігіне, түйіршіктің құрылымына, шөгуіне, биомассаны тұрақты ұстауына және улы ластаушы заттарға төзімділігіне байланысты тұрақтылық көрсетеді. Түйіршіктердің бұл аэробты қасиеттері реактор көлемінің азаюына, капиталдық шығындардың төмендеуіне және қоректік заттарды бірден жою мүмкіндігіне әкеледі. Аэробты түйіршіктеу технологиясы сүт өнеркәсібі, шлам және шарап зауытының сарқынды суларын тазарту үшін қолданылады. Жақында аэробты және анаэробты жүйелер мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды суларды алдын ала тазалауды қажет етпей тазарту үшін біріктірілген [79-80]. Бұл тәсіл тазалау тиімділігін арттыруға, тазалау жүйесін орнатуға қажетті күрделі шығындарды азайтуға көмектеседі. Мембраналық биореакторлы (МБР) және сериялық секвенирлеуші биореакторлы (СБР) БТ қолдану құрамында органикалық қосылыстар мен көмірсутектердің жоғары концентрациясы бар мұнаймен ластанған сарқынды сулар саласында қарқын алуда [81- 82].

Дегенмен, МБР және СБР коммерциялық қолдану жүйенің үздіксіз тиімділігіне және пайдаланылатын микроорганизмдердің өнімділігіне әсер ететін бірнеше факторларға байланысты жұмыс кезінде олардың тұрақтылығы мен сенімділігіне күмән бар. 2018 жылдан қазіргі уақытқа дейінгі кезеңдегі әртүрлі БТ тазарту жүйелерінің тиімділік көрсеткіштері 5-кестеде көрсетілген.



Кесте 5 – 2018 жылдан қазіргі уақытқа дейінгі әдебиеттерде берілген биологиялық өндеудің тиімділігі (БТ)

Сарқынды сулардың түрі	Тазарту жүйесі	Жұмыс жағдайы	Қадағалана тын ластаушы заттар	Жойылу тиімділігі (%)	Сілтеме
Мұнай өңдеу зауытының сарқынды сулары	оттегісіз МБР	МБР Гидравликалық ұстау уақыты (ГҰУ) = 17.4 Оттегісіз резервуардағы ГҰУ = 4,7 Оттекті резервуар ГҰУ = 10 Шламды ұстау уақыты (ШҰУ) = 35 күн	Химиялық оттегіге сұраныс Май/мұнай	97.15  96.6	[73]
Мұнай алу процесінен шыққан сарқындылар	Жылжыма лы қабаты бар - анаэробты биопенка лы реактор  Анаэробты контактілі реактор (АКР)	Мезофилді Т = 37°C ГҰУ 24 күн Термофильді Т = 50°C ГҰУ 28 күн  Термофильді ГҰУ 43 күн Т = 50°C	Химиялық оттегіге сұраныс	67 - - 58 - - 61 - -	[74]
Эмульсияланған дизельді сарқынды сулар	аэробты түйіршіктелген белсенді тұнба (АБР)	ГҰУ = 12 сағ. ГҰУ = 48 сағ.	Май/мұнай	68.85  90.31	[75]

### 1.3.2 Судың аса критикалық тотығуы (САКТ)

Судың аса критикалық тотығуы (САКТ) және судың аса критикалық газдандыруы (САКТГ) құрамында мұнайдың жоғары концентрациясы бар сарқынды сулардың тазарту үшін қолданылады және ол жағуға балама технология болып табылады [83].

САКТ әдісі тотығу процесі арқылы Н–С–N қосылысын  $H_2O$ -ға, молекулалық азот және қысқа уақыт аралығында  $CO_2$ -ге түрлендіру үшін реакция ортасы ретінде өзінің термодинамикалық критикалық нүктесінен ( $374^\circ C$ , 22,1 МПа) жоғары температурадағы суды пайдаланады [84]. Хлордың, фосфордың және күкірттің жанама өнімдері негізбен бейтараптандырылған кезде олардың эквиваленті минералды қышқылдарға немесе тұздарға айналады [85]. Сұйық және газ тәріздес өнімді ешбір өңдеусіз қоршаған ортаға тастауға болады

САКТ экологиялық таза әдіс және ешқандай ластаушы заттарды шығармайды [86]. САКТ әдісі АҚШ пен Еуропа елдерінде кеңінен қолданылады [87]. Дегенмен, әлемнің басқа бөліктерінде САКТ өндіріс шығындарына байланысты танымал емес. Бұл процестің құнын САКТ сарқынды суларынан жылу энергиясын қалпына келтіру арқылы өтеуге болады. Espadafor және басқалар 1000 кг/сағ өнеркәсіптік САКТ қондырғысы үшін ең көбі 118 кВт жылуды жұмсауға болатынын көрсетті (энергия сыйымдылығының 71%).

САКТ биомассаның органикалық компоненттерін сарқынды суларда еріту және биомассаның полимерлік құрылымын бұзу үшін аса критикалық судың қабілетін пайдаланады. САКТ негізгі артықшылығы - жүйенің мұнайлы сарқынды суларды газдандыру арқылы энергия өндіру мүмкіндігі. САКТ шығысын көбінесе  $H_2$ ,  $CO_2$  және  $CH_4$  газы болып табылатын газ фазасының шығысына және ХОС, жалпы органикалық мөлшері (ЖОМ) және жалпы өлшенген қатты заттар сияқты ластаушы заттарды жою тұрғысынан белгіленетін сұйық фазаның шығысына бөлуге болады. САКТ көмегімен құрамында мұнай өнімдері бар сарқынды сулардан  $650^\circ C$  температурада ЖОМ-ның мөлшерінің азаюын, сутегі және көміртекті газдандыру жылдамдығы 98%, 128% және 97,88% сәйкес келетіндігін көрсетті. Басқа зерттеулерде, САКТ құрамында органикалық және бейорганикалық фракциялары бар күрделі зәйтүн өсімдіктерінің сарқынды суларын тазарту үшін пайдаланылды. Реакция температурасы  $550^\circ C$  кезінде 90%-дан астам ЖОМ жойылған кезде небәрі 30 секундта зәйтүн өсімдігінің сарқынды суының 10 кДж/мл энергетикалық сыйымдылығы бар газ құрамы түзілетіндігін айқындады.

САКТ процесіне энергия мен температура шығымы, шикізат концентрациясы және пайдаланылатын катализатор сияқты параметрлер әсер етеді. Соңғы төрт жылда бұл факторлардың газ және сұйық фазалардың шығымына әсерін түсіну үшін көптеген зерттеулер жүргізілді. Осы жұмыс жағдайлардың өзгеруіне байланысты САКТ және САКТ жүйелерінде болуы мүмкін реакцияларды жоспарлау бойынша ауқымды жұмыс жүргізілді. 6-кестедегі зерттеу еңбектерінде САКТ процесінде болатын негізгі реакциялар экзотермиялық метанация реакциялары, эндотермиялық риформинг реакциясы, Будуар кокстеуімен су-газдың көлденең бағытта ығысу реакциясы және коксты газдандыру [88] деп көрсетілген.

Кесте 6 – 2018 жылдан қазіргі уақытқа дейін судың аса критикалық тотығуы (САКТ) және судың аса критикалық газдандыруы (САКТ) көрсеткіштеріне эксплуатациялаудың әсерін зерттеу

Сарқынды сулардың түрі	Тазарту жүйесі	Жұмыс жағдайы	Қадағаланатын ластаушы заттар
Құрамында дизель бар синтетикалық сарқынды сулар	Үздіксіз САКТ  Периодты реактор жүйесін дегі САКТ	Қысым: 23 МПа Реакция температурасы: 600–680°C Судың массалық қатынасы: дизель 1:1, 1:2,5 және 1:3,5 болып орнатылады. Сілтілік катализатор: $K_2CO_3$ Температура: 550 - 600°C Модификацияланған $Ni/ZrO_2$ катализаторлары	$H_2$ және көміртекті газдандыру тиімділігінің (ГТ) оңтайлы мәні 680 °C температурада қол жеткізілді; $H_2 = 54,35\%$ ГТ = 97,35% $CO_2 = 25,17\%$ $CH_4 = 16,52$ Катализаторды қосу ГТ және $H_2$ , $CH_4$ және $CO_2$ шығымын 39,50, 16,07 және 21,37 моль/кг дизельден 73,93, 26,27 және 36,27 моль/кг-ға дейін жақсартады. Ең жоғары ГТ = 98,8% 600 °C Катализатор $H_2$ (21,1 - 63,3 моль/кг) түзілуін жақсартады, бірақ $CH_4$ өндірісін азайтады $ZrO_2$ метандану реакциясын тежеді
Қытайдың МӨЗ-ң сарқынды сулары	САКТ реакторы	$H_2O_2$ тотықтырғыш ағыны қолданылды: 250, 500, 750, 1000 мг/л нано-ZnO: 0, 10, 20 және 30 г Қысым: 30, 32, 34 және 36 МПа. Температура: 420, 440, 460 және 480 °C	20 мин ішінде 480 °C температурада ХОС-тың ең үлкен жойылуы = 97,52%. $H_2O_2$ дозасының жоғарылауымен ХОС-ң жою артады. $H_2O_2$ органикалық ластаушы заттардың тотығуын тездететін күшті тотықтырғыш бөлшектер түзеді. 30 г нано-ZnO 20 минуттан кейін ХОС жою 79,07%-дан 20 минуттан кейін 98,26%-ға дейін арттырады.

Сарқынды суларды тазартуда екі немесе одан да көп тазарту жүйелерін біріктіруге болады, өйткені бірде-бір технология су сапасының барлық талаптарын қанағаттандыра алмайды. Ең тиімді технологияны таңдау сарқынды сулардың химиялық құрамы мен шығу тегіне, экономикалық тиімділігіне, экологиялық тазалығына, жабдықты орнатуға арналған шектеулі кеңістікке,

мақсаты бойынша қайта пайдалануға, пайдаланудың ұзақ мерзімділігіне және тазарту процесінің жанама өніміне байланысты.

Сонымен қатар, мұнай кен орындарының геологиялық және гидрологиялық жағдайларын ескеру осы технологияларды қолдану сипаттамасының бөлігі болуы керек.

Тазалаудың ең жақсы нұсқасын таңдаудағы бірінші қадам кестелік сынақта оның негізгі компоненттерін анықтау үшін сарқынды суларды сипаттау болып табылады. Қалған басқа компоненттермен бірге осы сипаттаманың нәтижелері, содан кейін физикалық алдын ала тазарту немесе термиялық өңдеу, химиялық әдіспен тазарту мүмкіндігін анықтау үшін пайдаланылады. Осылайша, сарқынды суларды тазартудың оңтайлы нұсқасын таңдау қоршаған орта факторларымен бірге сарқынды сулардың сипаттамасына, экономикалық көзқарастарға, ресурстарды тұтынуға (энергия, химиялық заттар және т.б.) байланысты. Бұған қоса, бұл технологияларды қолдану - тазарту мақсаттарын, пайдалану бағыттары мен қайта пайдалануға жіберуді қамту керек.

### 1.3.3 Суды озондау әдісі, технологиясы және жұмыс жасау принциптері

Қазіргі уақытта суды органикалық қосылыстардан тазартуда озондау әдісі әмбебап болып табылады, бұл бір мезетте әртүрлі микроорганизмдердің қыруар көлеміне тиімді әсер етіп, бір мезгілде жасанды және табиғи жолмен залалсыздандыруға мүмкіндік береді. Әдістің тиімділіктері жоғары, бірақ озондау кемшіліксіз де емес (озон алудың жоғары құны, уыттылық және т.б.). Озонды және озон қондырғыларын қолданудың жылдар бойы тәжірибесі осы әдісті таңдауға негіз болып табылады. Озондау техникасын одан әрі жетілдіру әдіске тән кемшіліктерді жояды және қолдану ауқымын кеңейте түседі [89].

Озон күшті тотықтырғыш болып табылады және оны жер үсті немесе жер асты сулардағы, сондай-ақ сарқынды сулардағы микроорганизмдерді, бейорганикалық иондар мен органикалық ластаушы заттарды жою үшін пайдалануға болады.

Өнеркәсіптік жағдайда озон синтезі генератор арқылы өтетін ауа немесе оттегі разрядтарына электрлік әсер ету арқылы жүзеге асырылады. Озон алу үшін қолданылатын заманауи шетелдік генераторлар бірнеше жүздеген жалғыз генераторларды біріктіреді, ал ауаны оттегімен алмастырған мезетте алынған озон шамамен 2 есе артады [90].

Сулы ерітіндіде озон тез ыдырайды, ерітіндінің температурасы неғұрлым жоғары болса, рН және тотығуға жататын заттардың концентрациясы соғұрлым жоғары болады. Озонның суда ерігіштігі температураға, ортаның белсенді реакциясына және оның тұз құрамына байланысты. Температура төмендегенде және рН жоғарылағанда озонның ерігіштігі жоғарылайды, негізгі тұздар оның ерігіштігін төмендетеді, ал бейтарап тұздар жоғарылатады [91].

*Озонның әсер ету механизмі.* Озонды суға шашыратқанда екі негізгі процесс жүзеге асырылады. Олар: тотығу және дезинфекция. Сонымен қатар, судың еріген оттегімен айтарлықтай байытылуы орын алады. Озонның тотығу әсері келесі формаларда көрінуі мүмкін: тікелей тотығу, радикалдардың тотығуы

(жанама тотығу), озонлиз, катализ. Жанама тотығу көптеген белсенді радикалдармен сұйықтыққа озонның газ фазасына және оның әсеріне негізделген. Жанама тотығу қарқындылығы ыдыраған озон мөлшеріне тура пропорционал және судағы ластаушы заттардың концентрациясына кері пропорционал болады. Кейбір заттар тек тікелей тотығу, ал төмен молекулалық органикалық заттарда — радикалдардың тотығуы жүреді. Озондаудың каталитикалық әсері ауадағы оттегінің тотығуын күшейту болып табылады. Озонның басқа тотықтырғыштармен салыстырғанда тотығу әсерінің тез және аз мөлшерде әрекеттесуі оның тиімділігін арттырады. Өздеріңіз білетіндей, су микроорганизмдер (сапрофитті және патогенді бактериялар, әртүрлі вирустар, балдырлар, саңырауқұлақтар және т. б.) үшін тасымалдаушы орта болып табылады [92]. Озонның тотығу және дезинфекциялау әрекеттерінің барлық түрлерінің үйлесімі оны суды өңдеудің әртүрлі кезеңдерінде суды тазарту техникасында кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Егер озонды дезинфекциялау мақсатында қолданылатын болса, бүкіл тазарту кезеңінде озонды енгізу (постозондау) қажеттілігі туындайды. Тотығу-тотықсыздану реакцияларына келетін болсақ, олар озонды тазартудың технологиялық схемасының басында да, оның кез-келген сатысында да диффузиямен көрінеді.

Кейде біріктірілген озонлиз және радикалдармен тотығу әрекеті коллоидты заттарды, табиғи түрде еріген жасанды органикалық заттарды алып тастап, суға түс, иіс және дәм береді. Озондау кезінде суды оттегімен қанықтыру тотығу дәрежесінің жоғарылауына, сондай-ақ озондау сүзу алдында жүргізілсе, еріген органикалық ластаушы заттарды биологиялық жолмен толығымен жоюға ықпал етеді.

Озондаудың технологиялық схемасын таңдау көптеген факторларға байланысты: өңделген сарқынды сулардың құрамы мен мөлшері, озон мөлшері, озонның тотығатын қоспалармен әрекеттесу жылдамдығы. Озонды алудың жоғары құнын, оның уыттылығын және өрт қаупін ескере отырып, озонды пайдалану коэффициенті суды озондау қондырғыларының тиімділігінің маңызды көрсеткіші болып табылады. Сондықтан озонды қолдану технологиясын әзірлеу кезінде оның жоғары реактивтілігімен қатар, сумен тікелей байланыста барынша толық пайдалану қажеттілігін ескеру қажет.

Озонатордың өнімділігі мен озонды алуға жұмсалатын электрэнергиясының шығыны оған кіретін ауаның ылғал құрамына, температураға, оттегінің концентрациясына, сондай-ақ оның құрылымы мен байланыс камерасына берілетін озон-ауа қоспасының қысымына байланысты.

Өңделетін сарқынды суға озонды әртүрлі тәсілдермен енгізеді: құрамында озон бар ауаны су қабаты арқылы көпіршіктеу; озонды әртүрлі саптамалары бар сіңіргіштерде (Рашиг сақиналары, хордалы саптама және т.б.) сумен сіңіру; эжекторларда немесе арнайы айналмалы механикалық араластырғыштарда озон-ауа қоспасымен суды араластыру.

Озонды суды дезинфекциялау үшін де, оларды терең тазарту үшін де қолданылады. Озон ауа қоспасы керамика, пластмасса негізіндегі кеуекті материалдардан жасалған сүзгі элементтерімен шашыратылады, олар жалпақ

пластиналар, құбырлар және әртүрлі диффузорлар түрінде жасалады. Әдетте 50-ден 100 мкм-ге дейінгі тор тесігі бар материалдар қолданылады, өйткені диаметрі тым кіші тор тесіктері айтарлықтай динамикалық қарсылыққа ие және тез бітеліп қалады, ал үлкендері газ фазасының жеткілікті дисперсиясын қамтамасыз етпейді. Өңделген сулар мен озон-ауа қоспасының байланыс камерасындағы қарама-қарсы бағытта қозғалысы озондаудың үлкен тиімділігін қамтамасыз етеді. Көпіршікті байланыс камералары бір және көп сатылы болуы мүмкін.

Мұндай қондырғылар, әдетте, судың озонмен жанасу уақыты аз болған кезде оңай тотықтырылатын қоспалары бар сарқынды суларды өңдеу үшін және пайдаланылған газдағы толық реакцияланбаған озонды кәдеге жарату үшін қолданылады.

Суды өңдеу кезінде пайдаланылмаған озон мөлшері 2-8% болуы мүмкін. Атмосфераға реактивті емес озонның шығарылуын болдырмау мақсатында байланыс аппараттарында пайдаланылған озон-ауа қоспасын шығару жүйесінде қалдық озонның деструкторларын орнату көзделеді. Ең жиі қолданылатындар қатарына жылу және каталитикалық деструкторлар жатады.

Озондау әдісін іске асыруға арналған құрылыстар мен жабдықтарды есептеу екі негізгі кезеңнен тұрады:

– озонның қажетті мөлшерін анықтау, оны суға бүрку жүйесін есептеу және озонатор мен қосалқы жабдықты таңдау;

– геометриялық өлшемдер мен гидравликалық көрсеткіштерді анықтау.

Озон және оның сулы ерітінділері өте агрессивті-олар болат, шойын, мыс, резеңке, пластмассаның кейбір түрлерін бұзады. Сондықтан озонмен немесе оның сулы ерітінділерімен жанасатын озонаторлық қондырғылар мен құбырлардың барлық элементтері коррозияға төзімді материалдардан жасалуы керек [93].

#### **1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу**

Мұнай-газ, мұнай-химия, фармацевтика және азық-түлік салаларындағы өнеркәсіптік жағдайда пайдаланылатын су көздері әлемде мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды сулардың үлкен мөлшерінің пайда болуына ықпал жасады. Мұнай өнімдерімен ластанған сарқынды сулар - ауыз су мен жер асты суларының ресурстарына, судағы тіршілік пен адам денсаулығына қауіп төндіреді, ауаның ластануын тудырады және өсімдік шаруашылығына әсер етеді. Елдегі кәсіпорындардың көпшілігінде сарқынды суларды тазарту технологиялары жетілдірілмегендіктен, оларды тазарту күрделі және көп уақытты қажет етеді. Сарқынды суларды утилизациялау үшін су объектілеріне қойылатын талаптардың жоғары екендігі айқындалды.

Битумды өндіру және пайдалану қоршаған ортаны қорғау үшін үлкен мәселе болып табылады. Дамушы елдер қоғам мен табиғатқа құрамында мұнай қалдықтары бар судың ықтимал зияндылығын азайту жолында екенін көрсетті.

Сарқынды суларды өңдеу осы тарауда жан-жақты қарастырылған және мұнайды өңдеудің тиімді нұсқалары бар екендігі дәлелденген. Сарқынды суды тазартуда екі немесе одан да көп тазарту жүйелері біріктірілуі мүмкін, өйткені

бірде-бір технология су сапасына қойылатын барлық талаптарды қанағаттандыра алмайды. Үздік технологияны таңдау сарқынды судың химиясы мен шығу тегіне, үнемділігіне, экологиялық тазалығына, жабдықты орнату жеріне, утилизациялауға, пайдалану ұзақтылығына және өңдеу процесінің өніміне байланысты.

Сонымен қатар, бұл тарауда 2010 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейін құрамында мұнай өнімдері бар сарқынды суларды тазартудағы соңғы технологиялар туралы түсінік берілді. Осы кезеңде өнімділікті, сенімділікті арттыру, қайталама қалдықтарды немесе ластануларды жою және мұнайлы сарқынды суларды тазарту жүйелерінің пайдалану шығындарын азайту үшін әртүрлі әдістерді біріктіруді байқауға болады.

Суды тұрақты пайдалану тәжірибесі және су көздерін үнемдеуге қатысты қамқорлық дәстүрлі индустриялық қоғамның сарқынды сулардың қазіргі жағдайды жақсартуға шабыттандырды.

Қазіргі экономикалық жағдайларға байланысты жаңа материалдар мен заманауи жасыл технологияларды пайдалануға көп көңіл бөлінуде. Сарқынды суларды тазалау барысында химиялық, биологиялық, физикалық, физика-химиялық седиментация, флотация, кері осмос, ион алмасу, адсорбциялау т.б. әдістері пайдаланылады. Алайда келтірілген әдістердің қымбат және көпсатылы болуы, қоршаған ортаға кері әсері және төмен тиімділігі – сарқынды суларды ластаушы заттардан тазартуға арналған жаңа, экологиялық-экономикалық жағынан тиімдірек әдістерді іздестіру мұқтаждығын растайды.

МӨЗ базалары мұнай өнімдерін қабылдауға, сақтауға және тұтынушыларға жіберуге арналған технологиялық, энергетикалық және қосалқы құрылыстар кешені.

Суда мұнай өнімдерінің негізгі бөлігі ірі (тамшы) күйде, қалқымалы бөлшектер немесе қабықша қабат түзілген күйінде кездеседі. Кейбір бөлігі ұсақ дисперсті түрінде «судағы май» эмульсиясын түзеді. Бұл эмульсия өте тұрақты, ол ұзақ уақыт бойы ыдырамайды.

Зерттеу нысаны ретінде Ақтау қаласындағы «CASPI BITUM» ЖШС сарқынды сулары алынды. Ақтау битум зауыты шөлейт аймақта орналасқандықтан, мұнда абаттандыру және өндірістен шыққан суды тұщыландыру - басты мәселе болып табылады.

Ақтау қаласының битум шығару зауыты – Қазақстанның жаңа индустрияландыру бағдарламасы аясында жүзеге асырылып жатқан тамаша экономикалық жобалардың бірі. Жол төсемдеріне арналған битум шығаратын кәсіпорынның іске қосылуы Қазақстан мен Қытай арасындағы өзара тиімді, ең бастысы, достық қарым-қатынастың айқын дәлелі болды. Зауыт «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ және «CITIC Kazakhstan» ЖШС (ҚХР) инвестицияларының арқасында құрылды. Бұл зауыттан шығатын сарқынды суды мұнай өнімдерінен тазарту және оны ара қарай аймақты көгалдандыруға жарамды ету - жұмыстың басты негізі болып табылады.

Қуаттылығы жылына 12 млн тоннаны құрайтын МӨЗ-дағы тұзды судың мөлшері шамамен 150 - 200 м<sup>3</sup>/сағ немесе барлық сарқынды сулардың 5 - 10%

құрайды. Бұл сулардың тұз мөлшері кен орындарында мұнай дайындау сапасына және зауыттарда мұнай дайындау кезінде суды пайдаланудың қабылданған схемасына байланысты. Суды қайта өңдеусіз әдеттегі схемада олардағы тұз мөлшері 3 - 5 г/л аралығында болады. Тұзсыздандырудың екінші сатысындағы суды бірінші сатыда тұздарды жуу үшін қайта пайдаланған кезде жалпы ағынның тұз құрамы 2 есе артады. Отандық және шетелдік тәжірибеде агрегаттық күйін өзгертумен де, өзгертпей де минералданған суды тұзсыздандырудың бірқатар әдістері қолданылады, олар: айдау, иондық алмасу, электродиализ, кері осмос және басқа да әдістер.

Сарқынды суларды термиялық тұзсыздандыру кезінде қондырғының коррозиясы пайда болады. Жоғары температурада (100 °С) магний және кальций хлоридтері тұз қышқылын бөле отырып гидролизденеді, ол тек карбонаттар, бикарбонаттар және негіздердің ерігіштігін арттырады, бірақ аппаратураға да кері әсерін тигізеді. Сондықтан технологиялық жабдықты жасау үшін болаттың арнайы маркалары, суды жұмсартатын әк-сода реагенттері мен жуу ерітінділерін беру қажет. Осы факторлардың барлығы құрамында тұз бар ағындарға термиялық тұзсыздандыру қондырғыларын пайдалануды қиындатады және шығындарды арттырады.

Соңғы жылдары тұзды сарқынды суларды кері осмос әдісімен тұщыландыру әдісі барған сайын дамып келеді. Бұл әдіс суды фазалық түрлендіру үшін энергия шығындарын жоюға мүмкіндік береді. Кері осмос процесі жоғары температураға жетуді қажет етпейді. Кері осмос қондырғылары ықшам, оларды өндіру коррозияға төзімді болаттардың арнайы түрлерін қажет етпейді, олар қарапайым және оңай жұмыс істейді, өйткені олар толық автоматтандырылған және минималды техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді [94-95].

Израильде кері осмос әдісі арқылы ірі су тазарту қондырғыларында тәулігіне 55 мың м<sup>3</sup> дейін суды тұщыландырады, ал тұщыландыруға кететін меншікті энергия шығыны 0,5 кВт/м<sup>3</sup> дейін төмендейді [96]. Израильдегі (Лудан) мұнай өңдеу зауыты тұздылығы жоғары сарқынды суларды минералсыздандыру үшін өнімділігі 60 м<sup>3</sup>/сағ екі сатылы кері осмос жүйесін пайдаланады. Тазарту нәтижесінде 51 м<sup>3</sup>/сағ минералсызданған су мен концентрат алынады.

Канадада «Singen Technologies Inc.» компаниясы МӨЗ-ң тазарту құрылғыларының схемасын, соның ішінде өнімділігі 222 м<sup>3</sup>/сағ-қа тең кері осмос қондырғысын ұсынған [97].

[98] өнертабысы теңіз және тұзды (минералды) суларды тұщыландыру әдістері мен тұзды суы бар резервуардан (теңіз жағасында) суды тікелей алу үшін пайдаланылады. Түнгі уақытта жұмыс істейтін, фотоэлектрлік және күн энергиясын пайдаланатын үздіксіз су тұзсыздандырғыш, күндізгі уақытта алынған жылу энергиясының аккумуляторлық құрылғысы арқылы жұмыс істейді. Қалыпты жұмыс атқаруы үшін құрылғыда күн трекері бар, ол күн сәулесіне перпендикуляр фотоэлектрлік және жылу күн панельдерін автоматты түрде бағыттайды, сондай-ақ, бұл қондырғыда фотогальваникалық панельдер мен параболалық жылу коллекторлары бар. Құрылғы салқындатқыш



компрессорлармен сұйық фазаға өтетін су буларының жеделдетілген конденсациясын қамтамасыз етеді және үшбұрышты булану-конденсация камерасында орналасқан салқындатқыш панельдер арқылы булану фазасында салқындатқышты өткізеді. Сонымен қоса, құрылғыда суды тұзсыздандыруға немесе зарарсыздандыруға арналған тізбектер арқылы сұйықтық айналымына арналған резервуарлар, электр сорғылары, электр клапандары және электр деңгейлері бар. Құрылғы ғаламтор жүйесі арқылы қашықтан басқарылады және бақыланады. Құрылғыда тұзды/шламды кептіруге және сыртқы булану салдары арқылы қатыруға арналған жүйе бар. Судың булануы қысыммен, сондай-ақ сығылған ауа ағынын ыстық су көмегімен өткізу арқылы жүреді. Бұл құрылғы суық беттерде су буының конденсациясын пайдаланады, салқындатқыш газдарды бұрын буланған су буы конденсацияланатын үлкен беті бар экструдталған алюминий панельдерімен салқындатады. Қазірдің өзінде конденсацияланған су ағызу жүйесімен жиналады және сорғының көмегімен тұтынушыға жіберіледі.

Сипатталып отырған тұзсыздандырудың кемшілігі – құрылысының күрделілігі, газ тәрізді салқындатқыштарды қолдану қажеттілігі, сонымен қатар тұзды шөгінділердің пайда болу мүмкіндігі. Теңіз суын тұщыландыру процесі барысында жоғары концентрацияланған сулы тұз ерітіндісі пайда болады және ол қоршаған ортаға үлкен зардап келтіруі мүмкін.

Жұмыс барысында ұсынылып отырған өнертабысқа техникалық жағынан ең жақын құрылғы және теңіз суын тұщыландыру әдісі болып табылады [99]. Тиісті құрылғыны қолдана отырып, теңіз суын тұщыландырудың бұл әдісі - оның булануын және су буының конденсациясын қамтиды, теңіз суы жоғарғы жылы және төменгі суық қабаттардан бөлек алынады, ал жылы су булануға жіберіледі, ал суық су қыздырылған теңіз суы мен атмосфералық ауадан алынған су буын конденсациялау үшін қолданылады. Теңіз суын тұщыландыру құрылғысында құбырлы жылу алмастырғышы бар конденсатор қуысы, саңылаулар, қабылдау бөлімі, жеткізу құбыры, сүзгісі бар теңіз су сорғысы, тұщы су сорғысы, жылу салқындату қондырғысы және буландырғыш резервуарға орнатылған салқындатқыш жылу алмастырғыш пен желдеткіш, бу құбыры, басқару блогы сияқты құрылғылармен жабдықталған.

Сарқынды суларды ауыр металл иондарынан және органикалық заттардан тазарту әдісі белгілі [100], оған суды күлмен дәйекті өңдеу және тұнбаны тұндыру арқылы бөлу кіреді, онда ағынды сулар алдымен құрамында кальций оксиді бар күлмен өңделеді 30-50%, рН=8,75-9,25, және содан кейін құрамында 3-5% кальций оксиді бар күл рН=6,5 дейін. Бұл әдіс ауыр металл иондарынан, мұнай өнімдерінен суды 100% тазартуды қамтамасыз етуге және суспензияның тұндыру жылдамдығын 0,95 мм/с дейін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл әдістің кемшіліктері ауыр металл иондарына қатысты күлдің төмен сорбциялық сыйымдылығына, төмен сүзу жылдамдығына және технологиялық процестің күрделілігіне байланысты сорбенттің үлкен шығыны болып табылады. Техникалық тұрғыдан ең жақын нәрсе-оттегінің химиялық тұтынылуын азайту және оларды қайта пайдалануға жарамды су алу үшін құрамында металл

иондары мен беттік белсенді заттар бар Технологиялық ағынды суларды вакуумдық айдау және кері осмоспен өңдеу әдісі [101]. Әдіс 90-100 °C температурада және 133 кПа разрядтау кезінде екі сатылы суды өңдеуді вакуумды дистилляцияны 87% - ға төмендетуге қол жеткізуді қамтиды, бұл бастапқы 8400 мгО<sub>2</sub>/л-ге қарсы 1100 мгО<sub>2</sub>/л-ге сәйкес келеді, ал дистилляттың шығымы 85% құрайды. Әрі қарай, HDL-ді кейіннен төмендету үшін дистиллят мембрана арқылы кері осмос арқылы өтеді. Бұл ретте тазартылған судағы КҚК көрсеткіші 100 мгО<sub>2</sub> / л-ден төмен. Бұл әдістің кемшіліктері күрделі технологиялық жабдықты және жоғары температураны пайдалану қажеттілігі болып табылады. Дистилляция жабдықтың байланыстырушы құбырларында масштабтау және қымбат мембраналарды пайдалану мүмкіндігімен байланысты.

Сонымен әдеби көздердегі белгілі әдістерді талдап, жұмыста қойылған мақсатқа жетуде сарқынды суды тазарту қондырғысының жабық айналымда күн көзімен жұмыс жасайтын гелиоқондырғы «шық нүктесі» әсері немесе жабынның ішкі бетіндегі ылғалдың конденсациясы қолданылады. Шық нүктесі - құрамындағы су буы қанығу күйіне жетіп, конденсациялануы үшін керекті температура. Яғни, бұл конденсация түзілетін температура. Шық нүктесінен төмен салқындаған кезде ылғал сыйымдылығы төмендейді, ал ауадағы су буы шық деп аталатын сұйық суды қалыптастыру үшін конденсацияланады. Бұл суық бетке тиген кезде пайда болады да. Басқаша айтқанда су буының конденсациялануына қажетті температура. Шық нүктесінің температурасы тек екі параметрмен анықталады: температура және салыстырмалы ылғалдылық. Салыстырмалы ылғалдылық неғұрлым жоғары болса, шық нүктесі соғұрлым жоғары және нақты ауа температурасына жақын болады [102].

Салыстырмалы ылғалдылық неғұрлым төмен болса, шық нүктесі нақты температурадан төмен болады. Біздің есептеулеріміз бойынша  $T_{\text{шық}} = 12,8^{\circ}\text{C}$  - бұл егер тұзсыздандырғышта ішкі ауа температурасы + 20 °C және ылғалдылық 65% болса, онда конденсат температура  $T = +12,8^{\circ}\text{C}$  немесе осы температурадан төмен кез-келген бетте қалыптаса бастайды.

Тазалаудың ең жақсы нұсқасын таңдаудағы бірінші қадам зертханалық сынақта оның негізгі компоненттерін анықтау үшін сарқынды суларды сипаттау болып табылады. Осы сипаттаманың негізінде физикалық, химиялық немесе термиялық алдын ала тазарту мүмкіндігін анықтау жүргізіледі. Осылайша, сарқынды суларды тазартудың оңтайлы нұсқасын таңдау қоршаған орта факторларымен бірге сарқынды сулардың сипаттамасына, экономикалық көзқарастарға, ресурстарды тұтынуға (энергия, химиялық заттар және т.б.) байланысты жасақталады. Бұған қоса, бұл технологияларды қолдану - тазарту мақсаттарын, пайдалану бағыттары мен қайта пайдалануға жіберуді қамту керек.

### **1-бөлім бойынша қорытынды**

1. Су объектілерінің ластануын барынша азайту және оларды ұтымды пайдалану міндеттерін шешу үшін өндірістік процестерді жетілдіру және кәсіпорындарда судың тұйық циклдерін құруға мүмкіндік беретін сарқынды суларды тазартудың жаңа жоғары тиімді әдістерін енгізу қажет.

2.Сарқынды суларды тазартудың оңтайлы нұсқасын таңдау қоршаған орта факторларымен бірге сарқынды сулардың сипаттамасына, экономикалық көзқарастарға, ресурстарды тұтынуға (энергия, химиялық заттар және т.б.) байланысты. Бұған қоса, бұл технологияларды қолдану - тазарту мақсаттарын, пайдалану бағыттары мен қайта пайдалануға жіберуді қамту керек.

3.Озонатордың өнімділігі мен озонды алуға жұмсалатын электрэнергиясының шығыны оған кіретін ауаның ылғал құрамына, температураға, оттегінің концентрациясына, сондай-ақ оның құрылымы мен байланыс камерасына берілетін озон-ауа қоспасының қысымына байланысты.

## 2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

### 2.1 Зерттеу объектісінің сипаттамасы

Зерттеу нысаны Маңғыстау облысында орналасқан «Caspi Bitum» БК» ЖШС битум өндіру зауытының сарқынды сулары болып табылады.

Зерттеу бағыты - битум зауытының сарқынды суларды тазарту технологияларын талдау және қоршаған ортаға әсерін бағалау.

Зерттеуді жүргізу барысында «Caspi Bitum» ЖШС битум өндіру зауытынан бірнеше рет сарқынды сулары алынды (Қосымша Б) және зауыттың су тұтыну жүйелері, сарқынды су тазарту жүйелері зерттелді. Диссертациялық зерттеу объектілері ретінде битум өндірісі қалдықтарының түрлері, сонымен қатар сарқынды суды тазартудың технологиялық әдістері зерттелді. Су тұтыну жүйелері бойынша зауыт 2020-2022 жж аралығында ауыз судың 1939,0 м<sup>3</sup>, техникалық судың 97894 м<sup>3</sup>, дистилляттың 1003655 м<sup>3</sup> өндірісте пайдаланған. Технологиялық үдерістерде пайдаланылатын су – бұл негізінен дистиллят. Механикалық құрамы мен негізгі физика-химиялық сипаттамаларын зерттеудің алдын ала нәтижелері сарқынды су құрамында ауыр металл иондары мен мұнай өнімдерінің жоғары мөлшерін көрсетті. «Caspi Bitum» ЖШС-да түзілетін сарқынды суды тазарту бөлімдеріндегі сулардың құрамындағы ластаушы заттардың мөлшері 7-кестеде көрсетілген. Сарқынды су сынамаларын сынау ҚР әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің «Өркендеу» орталығында жүргізілді (Қосымша В).

Кесте 7 – Сарқынды сулардың құрамындағы ластаушы заттардың мөлшері

Элемент	Құрамы, мг/кг		
	Флотациядан кейінгі алдын ала тазалау бөлімі	Алдын ала өңдеу аймағына құятын резервуарының орташа мөлшері	Биологиялық тазарту қондырғыларының кешенінен кейін булану алаңындағы қондырғылар
1	2	3	4
Литий	0,674	4,40	7,98
Алюминий	929	2753	396
Ванадий	3,25	5,26	0,806
Хром	3,16	5,67	0,725
Марганец	37,4	215	72,0
Темір	850	2926	409
Кобальт	0,806	1,80	0,292
Никель	2,64	6,67	2,31
Мыс	7,72	8,89	6,23
Мырыш	23,7	29,6	13,1
Мышьяк	1,78	1,36	0,286
Селен	2,82	0,488	0,422

## 7-кестенің жалғасы

1	2	3	4
Стронций	88,3	71,3	61,2
Кадмий	т/ж	т/ж	т/ж
Барий	14,2	26,9	15,9
Сынап	0,229	0,250	т/ж
Таллий	т/ж	т/ж	т/ж
Қорғасын	0,732	2,46	0,740
ОХҚ, мг/дм <sup>3</sup>	398,4	406,6	358,27
Мұнай өнімдері, мг/дм <sup>3</sup>	0,10	0,13	0,84
ОБҚ	т/ж	т/ж	т/ж

Сарқынды суларды қайта пайдалануға жарату – барлық өндірістер үшін өзекті мәселе. Сарқынды суды тазартудың және өңдеудің жаңа әдісін әзірлеу қажеттілігі туындайды. Осы тоғандар алып жатқан жерлерді рекультивациялау суды шығаруды және оны қайта пайдалануды жеңілдету үшін сұйық фазадан қатты бөлшектерді бөлуді талап етеді.

### 2.2 «Caspі Bitum» зауытының булану тоғанындарының сипаттамасы

Бүгінгі таңда өндірістердің қарқындап дамуы жаңа уытты заттардың пайда болуына алып келіп, экологиялық тұрғыда жаңа мәселелерді алға қойып отыр. Сондай өзекті мәселелердің бірі болып мұнай-химиялық кешендерден пайда болатын уытты заттардың шартты түрде тазаланған көздер арқылы қоршаған ортаға сіңіп, сол ортаны өзгеріске ұшыратып жатқандығында. Ұрпағымызға аманат болып тағайындалған табиғат ананы барынша таза күйінде сақтау міндетіміз. Ол үшін қоршаған ортаға тасталатын әрбір шығарындының, тастандының пайда болу жолдарына, тазартылу үрдістеріне назар аударып, құрамы мен қасиеттеріне көңіл бөлген жөн. Сонымен қатар, максимальді түрде тазартудан өткізіп, мүмкіндігінше айналмалы үрдісте пайдалануға жіберу қажет.

Негативті жағдай орын алмас үшін, гидросфера қабаттарына келіп түсетін жүктемені тексеру мақсатында тазартудан өткен Ақтау қаласындағы битум өндіру зауытының өндірісте пайдаланған суларын төгетін тоғанға зерттеу жүргіздік.

Ақтау қаласындағы битум өндіретін мұнай өңдеу зауыты ҚР СТ 1373-2005 «Жолдық мұнай тұтқыр битумдар. Техникалық шарттар» талаптарына, сондай-ақ Қазақстан Республикасының климаттық жағдайлары сәйкес келетін мұнай жол битумдарының БНД 70/100 және БНД 100/130 маркаларын және түрлендірілген битумдарды шығарады.

Битум шығаруға арналған Ақтау мұнай өңдеу зауыты ҚР жол құрылысы индустриясының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін Қаражанбас кен орнындағы мұнайды алғашқы сатыда тотықтыру әдісімен тазартылған

(тауарлық) мұнай және жекелеген дистиллят фракцияларын, ауыр қалдық - шайырды алуға бағытталған.

ЖШС «БК «CASPI BITUM» зауытының өндірістік және шаруашылық-тұрмыстық сарқынды сулары жалпы зауыттық кәріз коллекторлары арқылы бөлек тасымалданады. Суды тазарту жүйесі зауытта былай жүзеге асады: зауыттағы барлық сарқынды сулар алдымен тазарту қондырғысына айдалады. Негізгі коллекторден тазаланған су орташаландыру тоғанына жіберіліп, одан әрі сұрыптау елегінен өткізіледі. Содан соң механикалық қоспалар (тұнба, құм) мен мұнай өнімдерін жою мақсатында сорғы арқылы ішкі коагуляциялық тілімге айдалады.

Мұнай өнімдерінен, тұнба және қоспалардан тазартылған су, коагулянт және полимер берілетін араластыру реакциялық резервуарына түседі. Реагенттерді араластырғаннан кейін су өздігінен ағатын флотациялық қондырғыға жіберіледі, онда рециркуляция сорғыларының көмегімен сіңірілген ауамен қанықтырылады.

Ауамен сіңірілген қаныққан су аралық резервуарға келіп түседі, содан кейін сорғыштармен жаңғақ қабығы бар тік автоматты сүзгілерге беріледі. Сүзгіш элемент ретінде жаңғақ-пекан-қара грек жаңғағы қоспасы алынады.

Автоматты сүзгіштегі сүзілген су ұяшықты сүзгіште толық тазартудан өтеді және тазартылған сарқынды су резервуарына жіберіледі. Тазартылған су сорғыштар арқылы орташаланған тоғанға айдалып, одан әрі суларды толық тазалау және булану тоғанына орналастыру бойынша ақылы қызмет көрсету шартына сәйкес «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ жіберіледі.

Өндірістік сарқынды сулар кәріз станциясының қабылдау бөлімшесіне келіп түседі, ол жерден «CASPI BITUM» зауытының алдын ала тазарту станциясына тазартуға беріледі және одан әрі «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ тазарту құрылыстарына жіберіледі және тазартудан кейін 5 км қашықтықта орналасқан 4-суретте көрсетілген буландырғыш тоғанға тасталады.

Бұл кәсіпорын өндірістік үрдісті жүргізуде, атап айтқанда мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электрлік тұзсыздандыру қондырғыларында судың көп мөлшерін айналымға енгізеді. Нәтижесінде судың қатты ластануы орын алып, суда қиын тотығатын органикалық қосылыстар пайда болады. Ағызынды сулар тазарту процесінде бір-бірімен өзара байланысқан инженерлік құрылымдардың күрделі жиынтығынан өтіп, механикалық, физико-химиялық, биологиялық тазартулардан өткізілгеннен соң зауыт алаңынан оңтүстік-шығысқа қарай 5 км қашықтықта, санитарлық-қорғау аймағы шегінде жергілікті жердің табиғи төмендеуінен пайда болған ойыста орналасқан булану тоғанына тасталады. Тоғанның ауданы солтүстіктен оңтүстікке қарай орташа ені 400 м болатын 1000 м қашықтыққа созылған. Тоғанның жалпы ауданы 40 га, максималды тереңдігі 4,50 м. Тоғанның түбі хазар сазды мергелінен тұрады. Әкті саздардан және әктастардан салынған су бөлу баурайы солтүстік және солтүстік-шығыста жайғасқан [103].

Зауыт тарапынан тоғандағы су құрамының сапасы өндірістік экологиялық бақылау аясында тоқсан сайын тексеріліп тұрады. Сонымен қатар, тоғанға тасталатын судың да көлемі «Сапфир» түріндегі өлшегіш-түрлендіргішті

қолдана отырып есептелініп, бақыланып отырады. Кәсіпорыннан алынған мәлімет бойынша 2022 жылы (12 ай шеңберінде) 55 788 м<sup>3</sup> тазартылған су тоғанға жіберілген.



Сурет 4 – «БК CASPI BITUM» ЖШС және «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ зауытының, «CASPI BITUM» сарқынды суларды алдын ала тазарту станциясының және мұнай өнімдерімен ластанған суларды толық тазартуға арналған «Kazakhstan Petrochemical Industries» тазарту құрылыстарының карта-схемасы

Тоғанға жіберілген ағызынды сулар сулы горизонттық қабатқа өткенде сүзіліп, келесі процестердің жүруіне себепші болады [104]:

- ағызынды сулардың атмосфералық ауамен және капиллярлық деңгейде топырақтың құрамындағы ауамен жанасуы салдарынан органикалық және басқа ластаушы заттардың тотығуына;
- топырақта болатын әр түрлі микроорганизмдердің көмегімен ластаушы заттардың ыдырауына;
- тоғанға келіп түскен ағызынды сулардағы ластаушы заттардың сорбция арқылы топырақпен сүзілуіне;
- топырақпен сүзілген сулардың жер асты суларымен араласуы тектес үрдістер жүреді.

Осылайша, ағызынды суларды биологиялық тазарту қосымша буландырғыш тоғанында да жүреді [104].

Тоғанның жалпы көрінісі 5-ші суретте көрсетілген.

Адамзаттың ақыл-ойының, өрісінің дамуы қоршаған ортаға кері әсерін тигізіп қана қоймай, геоэкологиялық процестердің күрт жандана түсуіне себепші болып отыр. Табиғи тепе-теңдіктегі техногендік ауытқулар уақыт өте келе жинақталу қасиетіне ие болып, инженерлік - геоэкологиялық жағдайлардың орнығып, қайта құрылуына негіз болды. Нықтап орныққан геоэкологиялық процестердің кері әсерлері табиғи ортаның, жер асты және жер үсті суларының, топырақтың химиялық ластануына алып келді [105].





Сурет 5 – Булану тоғанының жалпы көрінісі

Теріс геоэкологиялық процестердің дамуының ең үлкен себептерінің бірі - табиғи ортаның, әсіресе жер үсті және жер асты сулары мен топырақтың химиялық ластануы. Осындай негізгі ластаушылардың көшбасшыларының біріне мұнай өңдеу зауыттары жатады.

Булану тоғаны зауыт алаңынан оңтүстік-шығысқа қарай 5 км қашықтықта, санитарлық-қорғау аймағы шегінде жергілікті жердің табиғи төмендеуінен пайда болған ойыста орналасқан (6-шы сурет). Тоғанның ауданы солтүстіктен оңтүстікке қарай орташа ені 400 м болатын 1000 м қашықтыққа созылған.

Санитарлық-техникалық шарттарға сәйкес битум зауытының сарқынды суларын су айдындарына ағызуға тыйым салынды, ал оларды қайта пайдалануға болмайды [106]. Осыған байланысты, зауыттан 5 км қашықтықта, рельефтің табиғи төмендеуінде буландырғыш тоған орнатылды [107-108]. Алдын ала тазартылған ағындарды ағызуға арналған осы типтегі жер сыйымдылықтары, әдетте, Маңғыстау облысы жататын булануы жоғары аудандарда орналастырылады. Химиялық қосылыстар мен элементтердің кең ассоциациялары су қоймасында жиналады және биосферамен байланыстан оқшауланбайды.

Тоғанның түбі хазар сазды қабығынан тұрады. Тоғанның оңтүстік-батысында қалыңдығы 7 м-ге дейін жететін құм массиві жатыр, тоғандағы әкті саздардан және әктастардан салынған су бөлу баурайы солтүстік және солтүстік-шығыста жайғасқан. Қалыпты тазартылған сарқынды суларды тоғанға тасымалдау диаметрі 500 мм асбоцементті құбыр бойынша жүргізіледі, тоғанға суды жіберу орнындағы құбырдың басы бутобетонды болып табылады.

Буландырғыш тоған жер бедерінің табиғи төмендеуінде, санитарлық-қорғау аймағы шегінде зауыттан оңтүстік-шығысқа қарай 5 км қашықтықта сазды топырақтардан үйінді бөгетімен орындалған. Тоғанның жалпы ауданы 40 га, тереңдігі 4,5 м. су қоймасының ауданы солтүстіктен оңтүстікке қарай созылған,



ұзындығы шамамен 1000 м, орташа ені 400 м. тоғаннан оңтүстік-батыс бөлігінде қуаты 7 м құмды массив жатыр.



Сурет 6 – Битум зауыты мен булану тоғаны орналасқан ауданның карта-схемасы (Google Earth бағдарламасының көмегімен орындалған)

1 кезеңде сарқынды суларды тазарту Битум зауытының «термиялық өңдеу және тазарту» цехында жүргізіледі. 2 кезеңде нормативтік тазартылған сарқынды сулар «Kazakhstan Petrochemical Industries» ЖШС балансында болған тазарту құрылыстарына беріледі, кәріз ағындарымен араласады және толық тазартылады.

Тоғандар орналасқан ауданда жер асты сулары өтеді. Жер асты су горизонтының қуаты 3,0-5,0 м, бетінен тереңдігі 1,5-5,0 м, сүзу коэффициенті тәулігіне 0,3 м құрайды.

Бөгеттің негізі мен тоғанның түбі құмды саздан (қуаты 2 м-ге дейін), Хазар деңгейіндегі мергельдер мен әктастардан (жалпы қуаты 2-8 м) күшті шөгінділер болып табылады.

Су өткізгіш жыныстар-бұл жарылған үшінші және төрттік мергельдер, олардың төменгі қабаты (су өткізбейтін) 8-15 м тереңдікте тығыз саздар. Далалық зерттеулердің нәтижелері бойынша біз тоғаннан сарқынды сулардың сынамаларын алу үшін 3 нүктені таңдадық, олар буландырғыш тоғанның бөлінген учаскелері үшін біз зерттейтін сипаттамаларды көрсетуге арналған

Буландырғыш тоғанның солтүстігі мен солтүстік-шығысындағы су бөлетін беткей сазды Мергель мен әктас қабығынан тұрады. Тазартылған сарқынды суды тоғанға шығару (ағызу) диаметрі 500 мм басы бутобетонды асбест-цемент құбыры бойынша жүргізіледі.

Сулы горизонтқа сарқынды су сүзу келесі процестерді анықтайды:

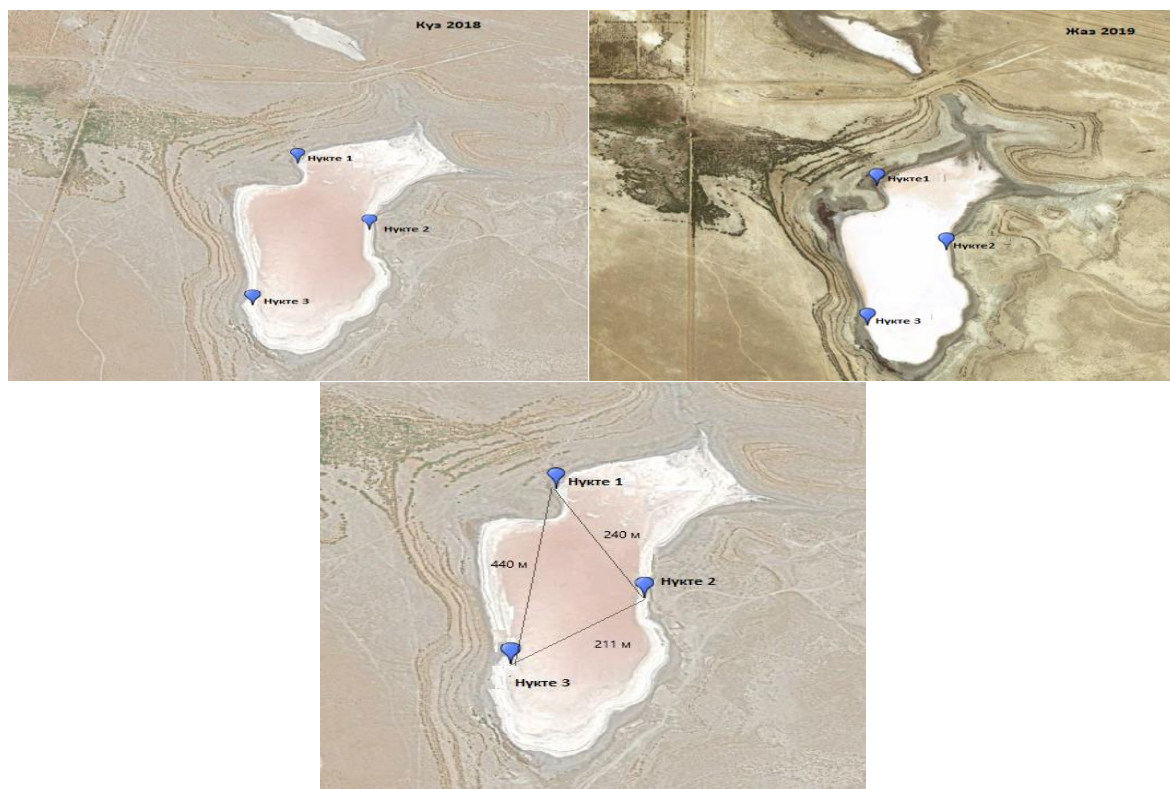
- сарқынды сулардың атмосфералық ауамен және капиллярлық деңгейде сулы горизонт топырақтарының қалыңдығындағы ауамен жанасуы және олардың әртүрлі микроорганизмдермен ыдырауы есебінен органикалық және өзге де зиянды заттардың тотығуы;

– тоғанға түскен сарқынды су сүзілетін топырақтармен зиянды заттардың сорбциясы;

- топырақ арқылы сүзілген сарқынды суларды жер асты суларымен сұйылуы.

Осылайша, буландырғыш тоғанда сарқынды су биологиялық тазарту жүреді.

Сынамалар алу үшін тоған маңынын үш нүкте белгіленіп алынды (7-ші сурет).



Сурет 7 – Сынама алынған нүктелердің орналасу орны

1-нүкте - тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Н1 нүктесі (судың бастау алу нүктесі); координаталары:  $N43^{\circ}37'47,49''$ .  $E51^{\circ}20'20,96''$ ;

2-нүкте - тоғанның шығыс бөлігінде Н2 нүктесі; координаталары:  $N43^{\circ}37'40,93''$ .  $E51^{\circ}20'26,62''$ ;

3-нүкте - оңтүстік-батыстағы құмды массивте Н3 нүктесі (құм массиві) координаталары:  $N43^{\circ}37'33,27''$ .  $E51^{\circ}20'20,13''$ .

Әрбір нүктеде маңай жағдайы көзбен шолынып, сынамалар алынды.

Әр нүктенің аудандарында, тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Т1 (Су ағызу) нүктесінде және Т2 нүктесінде (тоғанның шығыс бөлігі), сондай-ақ Т3 нүктесінде (оңтүстік-батыстағы құмды массив) іргелес жатқан тоғанның жағдайын визуалды тексеру жүргізілді.

Буландырғыш тоғанның қоршаған ортаға әсер ету деңгейін бағалаудың негізгі принципі судың гидрохимиялық көрсеткіштерінің мөлшерін нормативтік мәндермен (ШРК) салыстыру болып табылады.

### 2.3 Зерттеу және талдау әдістері

*Зерттеу әдістері.* Су сынамаларын алу орындарында оның температурасы, рН және оттегінің мөлшері өлшенді. Су сынамаларын алу МЕМСТ Р 51592-2000 сәйкес жүргізілді. Су сынамаларын сақтау МЕМСТ 17.1.5.01-80 талаптарына сәйкес жүргізілді. Судың рН-Определение анықтау Hanna портативті рН-метрінің көмегімен жүргізілді [109-110].

Көрсеткіштер бойынша су сынамаларының химиялық талдаулары: құрғақ қалдық, өлшенген заттар, ОХҚ, ОБҚ, СББЗ, жалпы темір, сондай-ақ мұнай өнімдері түрінде Ақтау қаласындағы «Accu test» ЖШС аккредиттелген сынақ зертханасында орындалды. Зертханада сарқынды судағы өлшенген заттардың құрамын анықтау МЕМСТ 26449.1-85, ҚР СТ 1322-2005 сәйкес ОХҚ, ҚР СТ ИСО 5815-1-2010 бойынша ОБҚ, ҚР СТ 1983-2010 бойынша СББЗ, МЕМСТ 26449.1-85 бойынша темір құрамы, МЕМСТ 26449.1-85 бойынша мұнай өнімдері жүргізілді [111].

Су сынамаларын іріктеу МЕМСТ Р51592-2000 сәйкес жүргізілді. Сарқынды су сынамаларын сақтау МЕМСТ 17.1.5.01-80 талаптарына сәйкес жүргізілді. Булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамын бағалау іріктелген су сынамаларының химиялық талдауы өлшеулерді жүргізудің бекітілген әдістемелеріне сәйкес Ақтау қаласындағы «Тандем Эко» ЖШС аккредиттелген сынақ зертханасында орындалды.

Бақылауға негіз болған биогенді элементтердің құрамын анықтау үшін су сынамалары беткі қабаттан 1,5 л көлемді Никсиннің пластикалық батометрлеріне алынды. Талдау жүргізгенге дейін сынамалар 7°C төмен температурада сақталды және сақталу мерзімі 12 сағаттан артпады. Сынамаларға талдау сүзілмеген күйде жүргізілді.

Жер үсті суларының үлгілерін алу кезінде МЕМСТ 17.1.5.05-85 талаптары «Табиғатты қорғау. Гидросфера. Жер үсті және теңіз суларының, мұздың және атмосфералық жауын-шашынның сынамаларын алуға қойылатын жалпы талаптар» негізге алынды. Зертханалық талдауға арналған су сынамалары (химиялық) Паталас батометрінің көмегімен алынды. Құрылғы қолданар алдында тазартылды және арнайы пластикалық ыдыста сақталды. Іріктелген су сынамаларының химиялық талдауы өлшеулерді жүргізудің бекітілген әдістемелеріне сәйкес Ақтау қаласындағы «Тандем Эко» ЖШС аккредиттелген сынақ зертханасында орындалды. Хлоридтер мен сульфаттар Shimadzu өндірісінің LC-20А хроматографының көмегімен иондық хроматография әдісімен анықталды.

рН мөлшері, сондай-ақ тұндырудан кейінгі бастапқы су мен судың меншікті электр өткізгіштігі «Combo рН & EC Tester» моделінің қалта құралының көмегімен өлшенді. Тұндырудан кейінгі бастапқы су мен судың тотығу-тотықсыздану потенциалы «ORP Tester 10» моделінің қалта құралының көмегімен өлшенді.

Стакандарда тұндыру «VELP Scientifica» компаниясының «FP4 Portable Flocculation Tester» зертханалық қондырғысында төрт қалақшалы араластырғышпен және реттелетін айналу жылдамдығымен жүргізілді. Қалқыма

бөлшектердің мөлшері (мг/л) және мөлдірлік «НАСН» фирмасының «DR 900» колориметрінде өлшенді.

Фотометриялық әдістер (аспап – КФК-2МП, Ресей) аскорбин қышқылын қалпына келтіру арқылы (фосфор қосылыстары үшін), азот қосылыстарының концентрациясын анықтау үшін Неслер реактивін (аммоний үшін), Грис реактивін (нитриттер үшін), салицил қышқылын (нитраттар үшін) қолдана отырып анықталды. Фенолдардың құрамын талдау AGILENT 6890 (АҚШ) масс-селективті детекторы бар газды хроматографты пайдалана отырып жүргізілді [112].

Зерттеу нәтижелері мен талдауларды статистикалық, графикалық өңдеу «MS Excel» бағдарламалар пакетін пайдалана отырып орындалды. Вариациялық статистиканың стандартты әдістері қолданылды. Зерттеулерде алынған деректер (mean±SD) median (range) түрінде ұсынылған - орташа±стандартты ауытқу.

*Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) әдістері.* ГАЖ (Google Earth, SAS Planet) тобының бағдарламалары битум зауыты мен зерттелетін сарқынды сулардың тоғанының орналастыру ауданының карта-сызбасын, сынама алу нүктелерін құру үшін пайдаланылды. Карта-схеманы редакциялау CorelDraw 11 және Paint (Windows XP) графикалық бағдарламаларының көмегімен орындалды. «CASPI BITUM» зауытының және «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ бұрынғы пластикалық масса зауыты, сондай-ақ осы зауыттың буландырғыш тоғанының карта-схемаларын жасау үшін ГАЖ, Google, SAS Planet геоақпараттық жүйелер тобының бағдарламалары пайдаланылды.

Тазартылып алынған суды өсімдік-индикаторларда биотестілеу сынақ-нысандарды суару арқылы өткізілді. Өсімдік тұқымдарын алдын ала өңдеу үшін  $\text{KMnO}_4$ -ның 1 % -дық ерітіндісіне 30 минут бойына салып қойылды. Содан кейін өңделген тұқымдар екі қабатталған марляның үстінен дистилденген сумен шайылды.

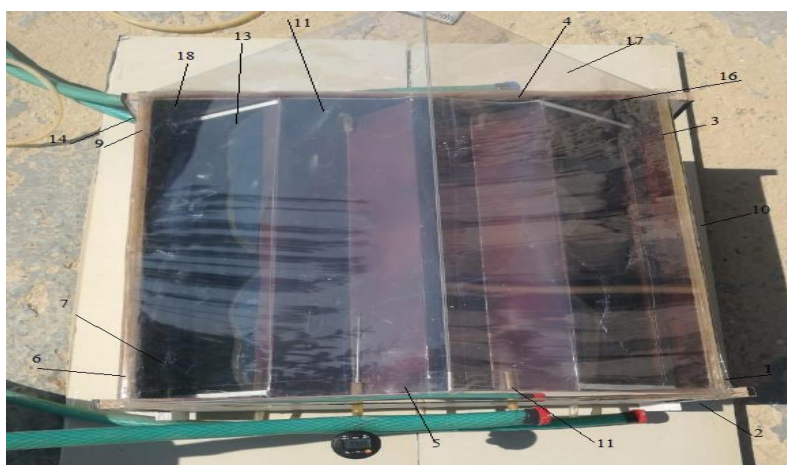
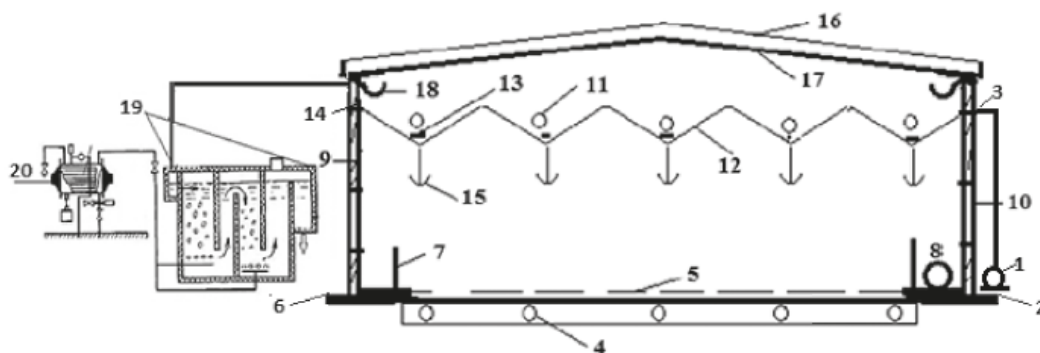
Шайылған тұқымдар ашық ауада фильтр қағаздарында кептірілді, тәжірибелерді бастамас бұрын сынақ-нұсқалардың тұқымдары бір тәулікке суға салынып тұрды. Петри табақшасына фильтр қағазын орналастырып оған біркелкі етіп тұқымдар жайғастырылды. Барлық табақшаларға 10 мл-ден бақылауға алынған сулар қолданылды. Тұқымдар бөлме температурасында  $+25^{\circ}\text{C}$  –  $27^{\circ}\text{C}$  аралығында 10 тәулік бойына өсірілді. Табақшаларды ылғалдандыру күн сайын жүргізілді. Күнделікті өнген тұқымдарды санаққа алып, олардың тамырларының ұзындығы өлшенді.

#### **2.4 Гелиокондырғының схемасы және эксперимент жүргізу әдістемесі**

Сарқынды суларды тазарту екі кезеңді қамтиды (8-сурет): гелио-тұзсыздандырғыштағы дистилляция (1-18 позиция) және озонмен дистилляттың тотығуы (19, 20 позиция).

Тұщыландыру әдісімен сарқынды суды тазарту әдісі келесідей жүзеге асырылады. Сорғымен су-1 (сурет 8) гелио жылыту арнасына - 2 сарқынды суды алу желісі арқылы - 3 арқылы беріледі және  $25-32^{\circ}\text{C}$  температурада су күн энергиясы есебінен  $55-63^{\circ}\text{C}$  дейін қызады. Бұл оны конденсациялау үшін

жеткілікті. Суық сумен қамтамасыз ету және тұзсыздандырғыш көлеміндегі қысымды төмендету арқылы жүзеге асырылады.



1-сарқынды суды алуға арналған сорғы; 2-гелиопрокатталған сарқынды суды жылыту арнасы; 3-салқын техникалық суды алу және беру желілері; 4-қыздырылған сарқынды суды жеткізуге арналған диаметрі 50 мм құбырлардан тұратын тармақталған құбыр; 5-қыздырылған сарқынды су каналы; 6-салқындатылған сарқынды канал су; 7-тұщыландырғыш көлеміндегі температураны арттыруға арналған металл қабырға; 8-вакуумдық сорғы; 9-тұзсыздандырғыштың жылу оқшауланған қоршауы; 10-терезе саңылауы; 11-конденсат панелінің бетіне салқын техникалық су беру үшін диаметрі 50 мм құбырлардан жасалған тармақталған құбыр; 12-суық суға арналған гофрленген конденсат панелі; 13-салқын техникалық су; 14-суық техникалық суды ағызу желісі; 15- гофрленген конденсатордың конденсат жинағышы; 16-ауа саңылауы бар мөлдір габаритті жылу оқшауланған жабын (10-12 см); 17-ішкі беті тегіс мөлдір гелиопрокат; 18-тұщыландырғыш жабынының конденсат жинағышы.

Сурет 8 – Сарқынды суларды тазартуға арналған құрылғының сызбанұсқасы

Суды қыздырған кезде диаметрі 50 мм құбырлардан жылу оқшаулағыш тармақталған құбыр (1) арқылы гелиоқондырғының (2) каналына түседі, мұндағы температуралардың айырмашылығына байланысты су «суық конденсатордың» (10) төменгі бетінде конденсацияланады. Тұзсыздандырылған сарқынды су озонатор (15) көмегімен тазартылып, кейін салқындатылған су (16) ағынды канал арқылы шығарылып, одан пайдалануға жіберіледі.

Тұзсыздандырғыштың көлемін салқындату, ылғалдың қанығу және конденсация күйіне жету үшін сорғымен қыздырылған суға параллель (1) келте



құбырлар (11) арқылы су арнасынан алынған суық су (13) «суық» гофрленген конденсатордың (12) бетіне беріледі.

Алынған конденсат конденсат жинағыштарға (15) қарай бағыттталып, ағады. «Суық» конденсатордың бетіндегі суық судың ағуы бастапқы температураны қамтамасыз ету үшін үздіксіз, содан кейін оны ағызу (14) желісі арқылы ағын суға ағызылады. Қыздырылған мөлдір жабынның ішкі бетінде (17), «суық» конденсатордың бетінде орналасқан ылғал да конденсацияланып, конденсат жинағына (18) жиналады. Мөлдір габельді жабын (16) 10-12 см ауа саңылауы бар, жылу оқшаулағыш және жылу оқшаулағыш қоршаулар ретінде (9) желдің әсерінен жылу шығынының болуын тежейді.

## **2-бөлім бойынша қорытынды**

1. Зерттеу нысаны Маңғыстау облысында орналасқан «Caspi Bitum» БК» ЖШС битум өндіру зауытының сарқынды сулары болып табылады.

2. Сынамалар алу үшін тоған маңынын үш нүкте белгіленіп алынды (7-ші сурет): 1-нүкте - тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Н1 нүктесі (судың бастау алу нүктесі); координаталары:  $N43^{\circ}37'47,49''$ .  $E51^{\circ}20'20,96''$ ; 2-нүкте - тоғанның шығыс бөлігінде Н2 нүктесі; координаталары:  $N43^{\circ}37'40,93''$ .  $E51^{\circ}20'26,62''$ ; 3-нүкте - оңтүстік-батыстағы құмды массивте Н3 нүктесі (құм массиві) координаталары:  $N43^{\circ}37'33,27''$ .  $E51^{\circ}20'20,13''$ .

3. Жұмыс физика-химиялық талдау әдістеріне негізделген. Зерттеуге қажетті су сынамалары МЕМСТ Р 51592-2000 сәйкес, ал сулардың сынамаларын сақтау МЕМСТ 17.1.5.01-80 талаптарына сәйкес жүргізілді. Ақаба су бойынша элементтік талдау, иондарды анықтау арнайы стандарттар негізінде жүргізілді. Өлшенген заттардың құрамы МЕМСТ 26449.1-85 бойынша, ОХҚ - ҚР СТ 1322-2005 сәйкес, ОБҚ - ҚР СТ ИСО5815-1-2010 бойынша, СББЗ - ҚР СТ 1983-2010 бойынша, темір құрамы МЕМСТ 26449.1-85 бойынша, мұнай өнімдері МЕМСТ 26449.1-85 бойынша анықталынды. Жер үсті суларының үлгілерін алу кезінде МЕМСТ 17.1.5.05-85 «Табиғатты қорғау. Гидросфера. Жер үсті және теңіз суларының, мұздың және атмосфералық жауын-шашынның сынамаларын алуға қойылатын жалпы талаптар» талаптары сақталды. Хлоридтер мен сульфаттар LC-20А хроматографының көмегімен иондық хроматография әдісімен анықталды. Фенолдардың құрамын талдау масс-селективті детекторы бар газды хроматографты пайдалана отырып жүргізілді. Гелиокондырғыда эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Тазартылған судың экоуыттылығы биотестілеу әдісімен анықталды.

4. Сарқынды суларды тазарту екі кезеңді қамтиды (8-сурет): гелио-тұзсыздандырғыштағы дистилляция (1-18 позиция) және озонмен дистилляттың тотығуы.

### **3 «CASPI BITUM» ЖШС КӘСПОРНЫНДАҒЫ САРҚЫНДЫ СУЛАРДЫҢ ҚҰРАМЫ МЕН ТАЗARTU ПРОЦЕСТЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ**

Мұнай-химия кешенінің кәсіпорындары су объектілерінің ең ірі ластаушылары болып табылады. Сарқынды сулардың құрамына бастапқы мұнайдың сапасы мен оны өңдеу тереңдігі тікелей әсер етеді. Мұнай өңдеу зауыттарының сарқынды суларында келесі ластаушы заттар бар: мұнай өнімдері, майлар, фенол, карбамид, хош иісті көмірсутектер, аммоний азоты, парафин, сульфаттар, баз май қышқылдары және т.б. су экожүйелері үшін ең үлкен қауіп-мұнай өнімдері [113].

Мұнай өңдеу кәсіпорындарының сарқынды сулары улы болып табылады және қолданыстағы дренаж көлемінде елеулі экологиялық қауіп болып табылады. Бұл ағындарды ШРК нормаларына дейін тазарту қазіргі уақытта дәстүрлі әдістермен мүмкін емес. Сонымен қатар, мұнай өңдеу зауыттарының сарқынды суларды тазарту станцияларының инженерлік жабдықтары көбінесе қатты тозған, техникалық тұрғыдан ескірген және қайта құруды қажет етеді.

Битум зауытының қолданыстағы сарқынды суларды механикалық тазарту станциясы (МТС) тәулігіне 2400 м<sup>3</sup> дейін сарқынды суларды тазартуға арналған. Алдын ала тазарту қондырғылары 2013 жылдың желтоқсанында пайдалануға берілген және өндірістік сарқынды суларды алдын-ала тазартуға арналған.

Сарқынды суларды алдын ала тазарту процесі ірі дисперсті және қалқымалы ластаушы қоспаларды бөлудің механикалық әдістерін, еріген және коллоидты заттардың аэробты тотығуының биологиялық әдісін, сондай-ақ микрофилтрлер мен көмір сүзгілерінде толық тазартумен сарқынды сулардың қатты фазасын анаэробты ашытуды және аэробты минералдануды қолдана отырып жүзеге асырылады.

Қазақстан Республикасының қолданыстағы экологиялық заңнамасына сәйкес битум зауытында жүзеге асырылатын сарқынды суларды алдын ала тазарту қоршаған ортаға шығарындыларды (буландырғыш-тоған) жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді және кейіннен буландырғыш-тоғанға ағыза отырып, биологиялық тазарту қондырғысында сарқынды суларды одан әрі тазартуды қажет етеді. 2019 жылға дейін биологиялық тазарту қондырғысында «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ меншігі болды, қазіргі уақытта кешен «CASPI BITUM» БК» ЖШС меншігіне толығымен берілді.

Битум зауытының биологиялық тазарту қондырғысының кешені 1980 жылдан бері жұмыс істейді. Бұл нысан бірнеше ондаған жылдар бойы жұмыс істеп келе жатқан аэробты микроорганизмдермен органикалық бөлшектерді сіңіру арқылы тұрмыстық және өндірістік сарқынды суларды тазартуға арналған. Кешеннің тиімділік дәрежесі жоғары емес, технологиялар мен жабдықтар үмітсіз ескірген, бұл жиынтықта тазарту процесіне теріс әсер етеді. Объектіні одан әрі пайдалану жерасты құбырларының технологиялық тізбектерінің жарылу қаупімен байланысты және электролиз қондырғысын орнатуды қажет етеді, сонымен қатар технологиялық бөліктің құрылысын гидроизоляциялау жұмыстары қажет (аэротенктер, орташаландырғыш резервуар, бастапқы

тұндырғыш және микрофилтрлер). Жоғарыда аталған себептер соңғы әдістер мен жабдықтарды қолдана отырып, сарқынды суларды тазарту жүйелерін қайта құру қажеттілігін тудырады. Реконструкциялау суды тазартудың тиімді технологиясын қолдана отырып, қолданыстағы құрылыстарды жаңғыртуды қажет етеді.

### **3.1 Сарқынды сулардағы негізгі ластаушы заттардың динамикасы**

Мұнай өңдеу зауыттарында, оның ішінде битум өндіру зауыттарында сарқынды сулардың құрамындағы негізгі уытты және қауіпті ластаушының көзі болып мұнай өнімдері табылады. Сарқынды сулардың құрамы әртүрлі және олардың құрамы мұнайдың сапасымен және оны өңдеу технологиясымен, сондай-ақ оларды тазарту дәрежесімен анықталады [114].

«Caspi Bitum» зауытында жол битумдарын өндіру үшін құрамында су, күкірт (массаның 1,06%), сондай-ақ құм түріндегі механикалық қоспалары жоғары Қаражанбас кен орнының мұнайы пайдаланылады. Өндіріс процесінде судың қатты ластануы мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электр тұзсыздандыру қондырғыларында (ЭТҚ) жүреді [115]. Соның нәтижесінде суда қиын тотығатын органикалық қосылыстар пайда болады. Бұл жағдайда пайда болған су тек минералданудың жоғарылауымен ғана емес, сонымен қатар ОБҚ және ОХҚ жоғары деңгейімен сипатталады. ОХҚ көрсеткішінің жоғары мәндері суда тотығуы қиын органикалық қосылыстардың болуын анықтайды.

Сондай-ақ, технологиялық регламентке сәйкес кәсіпорынның сарқынды суларында ерекше әсер ететін әр түрлі органикалық және бейорганикалық химиялық қосылыстар бар. Сарқынды суларды одан әрі микрофилтрлермен және көміртегі сүзгілерімен тазалайды. Қалыпты тазартылған сарқынды су сорғы станциясының тазартылған сарқынды суларының қабылдау камерасына түседі және қысым кәріз коллекторы арқылы булану тоғанына жіберіледі [116]. Құрамында мұнай қалдықтары мен тұздары бар сарқынды су (мейлінше тазартылған) жіберілген булану тоғанындағы суды экологиялық-гигиеналық бағалау үшін ластану дәрежесін зерттеу маңызды.

Зерттеу үшін талдауға материал ретінде 2018 жылдың күз мезгілімен 2019 жылдың жаз мезгілінде «Caspi Bitum» зауытының булану тоғанындағы далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде жиналған су сынамаларының талдау нәтижелері алынды. Сынамалар белгіленген координаталардан, судың беткі қабатынан жинақталынып, зертханалық талдамаға жіберілді. Талдама сульфат және хлорид көрсеткіштеріне жүргізілді. Талдаудың нәтижелеріне сәйкес қорытындылары берілді. Сынамалар алынған барлық нүктелерде талдама жүргізілген көрсеткіштер бойынша шекті рұқсат етілген концентрациялардан ауытқулар байқалды.

#### **3.1.1 Булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамын бағалау**

*Биогендер* - белгілі бір биологиялық функцияларды орындау үшін организмдердің құрамына кіретін элементтер. Биогенді элементтердің ең



уыттысы - нитриттер, содан кейін аммоний иондары және одан әрі тірі организмдерге шамалы әсер ететін нитраттар [117,118].

Талдауда келесі көрсеткіштер негіз болды: аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ), нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ), фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), фенол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

Булану тоғанының қоршаған ортаға әсер ету деңгейін бағалаудың негізгі принципі судағы биогенді элементтердің талдау жүргізілу мезетіндегі көрсеткіштерінің шамасын нормативтік [119,120] мәндермен (ШРК) салыстырудан тұрды. Талдау нәтижелері 8- кестеде келтірілген.

Кесте 8 – Булану тоғанындағы биогенді элементтердің құрамы

Көрсеткіш	ШРК*	Булану тоғанынан су сынамаларын алу нүктелерінің нөмірі					
		1		2		3	
		Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019
Аммоний-ион $\text{NH}_4^+$	2,5	3,25	2,47	3,88	2,29	4,69	2,73
Нитрат-ион $\text{NO}_3^-$	45,0	47,8	46,2	42,7	41,5	39,5	42,6
Нитрит-ион $\text{NO}_2^-$	3,3	3,85	3,89	2,17	2,58	2,70	4,81
Фосфат-ион $\text{PO}_4^{3-}$	3,5	0,81	1,73	1,96	2,17	2,05	2,48
Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	0,05	0,041	0,063	0,018	0,026	0,033	0,039

*Аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ).* Аммоний иондарының концентрациясы, 2018-2019 ж белгіленген нүктелерден алынған сынамалар талдауының нәтижесі бойынша ауытқушылық байқалды. 1 нүктеде, 2018 жылдың күзінде аммоний иондарының құрамы  $3,25 \text{ мг/дм}^3$  (ШРК мөлшерінен 1,3 есе артық) құраса, 2019 жылдың жазында сарапқа алынған кезеңдер аралығындағы ең төменгі көрсеткіш  $2,47 \text{ мг/дм}^3$  (ШРК мөлшерінен аспайтын) мәніне ие болды. 2018 жылдың күз мезгілінде аталмыш шама деңгейінің ШРК деңгейінен асып кетуі булану тоғанына ағызылатын тәуліктік су мөлшерінің булану тоғанының шекті рауалды тастанды жобасында белгіленген мөлшерден кем жіберілгенімен түсіндіріледі.

$\text{NH}_4^+$  ең жоғары концентрациясы (мәні  $4,69 \text{ мг / дм}^3$  ( $2,5$  ШРК)) 2018 жылдың күзінде, булану тоғанының батысында 3-ші нүктеде (құм массиві), сондай-ақ тоғанның 2-ші нүктесінде (оңтүстік-шығысында) ШРК мәнінен асатын мән ( $3,88 \text{ мг/дм}^3$ ) тіркелді. Аммоний иондарының концентрациясының жоғарылауы, әдетте, күзгі-қысқы кезеңде байқалады. Бұл тоғандағы су организмдерінің өліміне тікелей байланысты [121].

Жазғы көрсеткіштердегі 2-ші және 3-ші нүктелердің мәні  $2,29 \text{ мг / дм}^3$  (0,98 ШРК) және  $2,73 \text{ мг/дм}^3$  (1,1 ШРК) дейін төмендеді. Сонымен бірге, 2-ші нүктеде  $\text{NH}_4^+$  нормасынан асып кету байқалмайды, 3-ші нүктеде ауытқу шамалы ғана. Жазда аммоний иондарының концентрациясы төмендеуі фотосинтез кезінде өсімдіктердің  $\text{NH}_4^+$ -ті қарқынды түрде сіңіруімен түсіндіріледі [122,123].

Зерттеуге алынған үш нүктеде де күз мезгілінде аммоний иондарының жоғарылауы су ағзаларының тіршілігінің тоқтатылуымен түсіндіріледі. Аммоний нитрификация процесінің ең төменгі сатысы болғандықтан және жазда жинақталған организмдердің ыдырауы - аммоний иондары құрамының осы мезгілде өршуіне себепкер болды. Әсіресе, ағзалар топтап жинақталған аймақтарында көрсеткіштердің жоғары болуы осы қағидатқа сәйкес [124].

Жылдың жылы мезгілдерінде аммоний иондарының концентрациясының төмендеуі фотосинтез кезінде өсімдіктердің қарқынды бұл заттарды сіңіруі нәтижесінде пайда болады [125].

*Нитрат ионы ( $\text{NO}_3^-$ )* - құрамында азоты бар қоректік заттардың тотығуының соңғы өнімі. Нитраттар нитриттерден нитрификация процесі нәтижесінде пайда болады. Уыттылығы жағынан нитриттер нитраттардан басымырақ келеді. Нитраттар барлық су қоймаларында кездесетін элемент. Судың нитраттармен ластануының көзі – өнеркәсіптік ағындар мен жауын-шашындар. Көбіне нитраттардың жоғары деңгейі өзендерде, тоғандарда және таяз ұңғымаларда байқалады. Олардың деңгейі - су көзінің сипатына, тоғандардың органикалық заттармен ластануына және басқа факторларға байланысты өзгереді [126].

Тоған суындағы 1-ші нүктеде нитрат иондарының мөлшері (су шығуы) 2018 жылдың күзінде  $47,8 \text{ мг / дм}^3$  (1,1 ШРК), ал 2019 жылдың жазында шамалы төмендеп  $46,2 \text{ мг / дм}^3$  (1,02 ШРК) құрады. Нитрат ионының зерттелінген жылдар ішінде ШРК-нің мәнінен артуы шамалы, бірақ 2018 жылдың күзінде 1-ші нүктеде 2-ші және 3-ші нүктелермен салыстырғанда  $\text{NO}_3^-$  концентрациясы ең жоғары болып табылады.

Нитраттардың жоғары мөлшері, әдетте биологиялық тазартудан кейін станциядан келетін суда анықталынған. Сондықтан сарқынды суларды төгу аймағында, яғни 1-ші нүктеде  $\text{NO}_3^-$  мөлшері ең жоғары болды. 2-ші және 3-ші нүктелер үшін ион нитратының концентрациясы 2018 жылдың күзінде  $42,7 \text{ мг/дм}^3$  және  $39,5 \text{ мг/дм}^3$  шегінде тіркелді, бұл көрсеткіш ШРК мәнінен аз.

2-ші және 3-ші нүктелерде жазғы кезеңге көрсеткіштер рұқсат етілген, яғни қолайлы деңгейде болды. Нитраттар түріндегі азот - өсімдіктердің өсуі мен дамуына қажетті қоректік элементтер [127]. Булану тоғанындағы нитраттың төмен мөлшері оның эвтрофикациялануына әкелмейді.

*Нитрит ионы  $\text{NO}_2^-$*  технологиялық қажеттіліктерге су дайындауда ингибитор ретінде жол битумын өндіруде қолданылады [128]. Тоған суындағы нитриттердің ең жоғары концентрациясы 3-ші нүктеде (құм массиві) тіркелді. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша, 2019 жылдың жазында нитрит иондарының концентрациясы  $4,81 \text{ мг/дм}^3$  мәніне ие болып, максималды концентрация шегіне 1,46 есе жоғары болды. Бірақ, осы 3-ші нүктеде 2018

жылдың күзгі көрсеткішінде 2,11 мг/дм<sup>3</sup>-ге мөлшерге аз болып, 2,7 мг/дм<sup>3</sup> (0,8 ШРК) құрады. 2019 жылдың жазында 3-ші нүктедегі нитриттің бұл көрсеткіші, су сынамаларының басқа нүктелеріндегі олардың концентрациясымен салыстырғанда ең жоғары болды. Бұл мезгілде нитриттердің ең жоғары концентрацияға ие болуы, әдетте, жаз кезеңінің соңында, фитопланктонның белсенді болуымен түсіндіріледі. Күзде нитрит иондарының мөлшері сәйкесінше төмендейді.

Сарқынды сулардың төгілу аймағы болып табылатын бастапқы 1-ші нүктеде NO<sub>2</sub><sup>-</sup> мәні 2018 жылдың күзінде және 2019 жылдың жазында бірдей - 3,85 мг/дм<sup>3</sup> (1,16 ШРК) және 3,89 мг/дм<sup>3</sup> (1,18 ШРК) мәнді құрады. Тоғанның оңтүстік-шығыс бөлігіндегі 2-ші нүктеде нитриттің мәні төмендеу болды.

Суда нитрит азотының болуы және оның деңгейінің жоғарылауы микроорганизмдердің тіршілік әрекеті нәтижесінде органикалық заттардың ыдырауының тотығу процестерін сипаттайды және ластанудың көрсеткіші болып табылады. Нитрит азотының ШРК мөлшерінен жоғары болуы жақында органикалық ластану, сонымен қатар органикалық заттардың минералдану процестерінің болғандығын сипаттайды [129-130]. Органикалық заттар мұнайдың құрамындағы көрсеткіштер болып табылады. Бірнеше кезеңдік тазалаудан өткен судың құрамында биологиялық төзімді, қиын тотығатын органикалық өнімдердің сақталып қалуы тазарту жұмыстарының қажетті деңгейде жүргізілмеуінің куәсі. Бұған дәлел - 1-ші нүктеде (судың бастау алу нүктесінде) NO<sub>2</sub><sup>-</sup> мәнінің екі кезеңде де жоғары болуы.

*Фосфат ионы PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>*. Фосфат иондарының негізгі көзі фосфат жуғыш заттары бар сарқынды сулар екендігі белгілі. Фосфаттар сонымен бірге адам мен жануарлар тіршілігінің соңғы өнімдері араласқан сарқынды сулардан шығады [131]. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша, күзде тоған суындағы фосфат иондарының мөлшері ШРК-дан аспайтындығы анықталды.

1-ші нүктеде, 2018 жылдың күзінде PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> мәні 0,81 мг/дм<sup>3</sup> (0,23 ШРК) құраса, 2019 жылдың жазында 1,73 мг/дм<sup>3</sup> (0,49 ШРК) дейін өсті, бұл рұқсат етілген нормадан төмен көрсеткіш. Фосфат иондарының салыстырмалы түрде жоғары мөлшері 3-ші нүктеде тіркелді (күм массиві). Бірақ 2-ші нүктеде де көрсеткіштер ШРК-дан төмен болды. Сонымен, 2018 жылдың жазында, 3-ші нүктеде PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> мәні 2,05 мг/дм<sup>3</sup> (0,59 ШРК) мәніне ие болса, 2019 жылдың жазында индикатор 2,48 мг/дм<sup>3</sup> (0,7 ШРК) дейін өсті. Фосфат мөлшері неғұрлым жоғары 3-ші нүктеде тіркелді. Булану тоғанына фосфат иондарының көзі, негізінен, құмды топырақтан шөгінділермен шайылатын жануарлардың кеуіп қалған тезектері арқылы келеді

Фосфаттар түріндегі фосфор өсімдіктің қоректік заттарына жатады. Сонымен қатар өсімдіктер үшін «қор» ретінде нитраттар мен фосфаттар ерекше рөл атқарады. Су өсімдіктері (балдырлар) бойындағы барлық азот немесе фосфор қорын толық пайдаланғанша өседі. Сарқынды сулардағы азоттың немесе фосфордың жоғары мөлшері балдырлардың тез өсуіне ықпал етеді және булану тоғанының гүлденуіне әкеледі. Зерттеу жүргізілген уақыт аралығында фосфат иондары ШРК деңгейінен төмен көрсеткіштерді көрсетті. Зерттелген судағы

фосфаттың мөлшері фотосинтез процестерінің қарқындылығына және органикалық заттардың биохимиялық тотығуына тікелей байланысты. Тоғанда фосфат иондарының бар болуы, басқа да зерттелінген биогенді элементтер тектес, судағы ағзалардың тіршілігін тоқтатқаннан соң ыдырауынан орын алды [132].

*Фенол  $C_6H_5OH$* . Карбол қышқылы - көптеген өнеркәсіптердің сарқынды суларының құрамында кездесетін ластаушылар бірі, әсіресе мұнай өңдеу өндірістерінде белең етек жайған. Антисептикалық және көбіктенетін қасиеттерге ие және өзіне тән жағымсыз иісі бар. Су үлгілерінің талдауы бойынша 1-ші нүктеде фенолдың мөлшері 2018 жылдың күзінде  $0,041 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,82 \text{ ШРК}$ ) мәнін құрады. Сонымен бірге, 2019 жылдың жазында фенолдың концентрациясы  $0,063 \text{ мг/дм}^3$  көрсеткішіне жетіп,  $1,26$  есе ШРК-дан асып түсті. Тоғанның оңтүстік-шығысында, яғни 2-ші нүктеде, көрсеткіш ең төменгі мәнді көрсетті. 2018 жылдың күзінде талдау нәтижесі бойынша фенолдың мөлшері  $0,018 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,36 \text{ ШРК}$ ),  $0,008 \text{ мг/дм}^3$  дейін өсті.

2018 жылдың күзінде 3-ші нүктеде фенол мөлшері  $0,033 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,66 \text{ ШРК}$ ) және 2019 жылдың жазында  $0,039 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,78 \text{ ШРК}$ ) құрады. Сарқынды судағы фенолдың төмен мөлшері, оның тоғанға түсуін болдырмау жөніндегі зауыттың техникалық шешімімен түсіндіріледі.

«Caspi Bitum» ЖШС зауытының су тазалайтын жергілікті қондырғыларында тазартылған суды сумен жабдықтаудың айналым жүйесіне қайтару арқылы фенол бөлу қарастырылған. Фенол құрамды сарқынды суларды Маңғыстау облысының ыстық климатын ескере отырып, салқындатқыш түріндегі жабық жылу алмастырғыш аппаратурада қолдану маңызды шешім болады.

Сонымен, «Caspi Bitum» зауытының сарқынды су булану тоғанының жағдайы биогенді элементтер құрамы бойынша зерттеліп, динамикасы анықталды. Аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ), нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ), фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), фенол  $C_6H_5OH$  көрсеткіштері негізінде су сынамаларына талдау жүргізілді. Фосфат және фенол қосылыстарынан өзгелері, кем дегенде бір мезгіл болса да ШРК-нан артық шама көрсетті [133]. Бұл дегеніміз – зауыттың суды тазарту жүйесін қайта қарау керек деген тұжырымдаманы алға тартты.

Өйткені, су объектілеріне түсетін зиянды заттар су экожүйесін түбегейлі өзгертеді. Сонымен қатар, ағызынды су құрамында тұздардың болуы булану тоғанындағы жағажайдың тұздануына алып келеді. Бұл болмас үшін белгіленген регламентке сәйкес сарқынды суларға химиялық талдау жүргізу және сарқынды суларды тазалау, оларды дұрыс ағызу бойынша шаралар қабылдауды қажет етеді.

Сарқынды суларды ағызуды реттеу, оларды тазалау және дұрыс бөлу - табиғи әртүрлілікті сақтаудың кепілі болып табылады.

### 3.1.2 Сарқынды сулар төгілетін тоғандарды гидрохимиялық талдау

Сарқынды суларды буландырғыш тоғанындағы судың температурасы 2018 жылдың күзінде (9 қазан) күндізгі сағат 11.00-де сыртқы ауа температурасы 23°C болғанда 14,3°C құрады.

Тоғандағы еріген оттегінің мөлшері, 1 (су шығару) және 3-ші нүктелерде, құм массивінде 4,3-4,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, 2-ші нүктеде (Оңтүстік-Шығыс), көрсеткіш 4,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> болды. 2019 жылдың жазында (27 шілде) суда еріген оттегінің (ҚР) мөлшері 2018 жылдың көрсеткіштерінен төмен тіркелді.

Сонымен, оның судағы мөлшері сәйкесінше зерттеу нүктелері үшін 3,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, 4,1 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> және 4,3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> құрады. 2018-2019 жылдардағы талдау нәтижелері бойынша тоғанда еріген оттегінің жетіспеушілігі байқалады. Құрамында мұнай бар ағындардағы оттегінің ерігіштігі өте жоғары екені белгілі. Сондай-ақ, су тапшылығы мен ыстық климатпен байланысты.

Су қоймасындағы судың минералдануы өте жоғары және 2018 жылдың күзінде 12,3 г/л, 2019 жылдың жазында көрсеткіш жоғары болды және 13,7 г/л құрады. Басым аниондар-хлоридтер мен сульфаттар.

Судың тұздану дәрежесі жер асты суларының 22,6 г/л минералдануымен байланысты.

*Сутегі көрсеткіші (pH).* «Caspі Vitum» БК ЖШС буландырғыш тоғанындағы су сілтілі реакцияға ие. Зерттеу кезеңінде 9,21 (2019 ж. жазы) және 8,93 (2019 ж. жазы) шегіндегі рН максималды шамалары сарқынды сулардың ағызу аймағында (1-нүкте), буландырғыш тоғанның солтүстік-батыс бөлігінде, (2-нүкте) сәйкесінше тоғанның шығыс бөлігінде тіркелді.

Маңғыстау облысының ыстық климаты жағдайында сілтілік реакция қыс мезгіліне дейін сақталады. Ең төменгі рН мәні, 7,33 шегінде (2018 ж.күз), 3-нүктеде, құмды массив аймағында белгіленген. Сондай-ақ, рН төмендеген кезде сарқынды сулардың жарықтандыру дәрежесі артады (рН = 7-8, жарықтандыру 50-65%), суспензия бөлшектерінің төменгі шөгінділеріне шөгу әсеріне байланысты.

Суды гидрохимиялық талдау нәтижелері 9-кестеде келтірілген (ШРК-дан асатын концентрациялар қалың қаріппен көрсетілген).

Осыған байланысты, осы элементтердің судағы жоғары концентрациясыда құрғақ қалдық көрсеткіші де жоғары болады. Талдау нәтижелері бойынша 2-нүктеде (2019 ж.жазы) және 3-нүктеде (2019 ж. жазы) жалпы тұз құрамының ШРК (құрғақ қалдық) асып кетуі байқалады.

Сонымен, 2-ші нүктеде құрғақ қалдық 1617 мг/дм<sup>3</sup> (1,62 ШРК) және 3-ші нүктеде 1559 мг/дм<sup>3</sup> (1,56 ШРК) болды. 1327 мг/дм<sup>3</sup> (1,33 ШРК) шегінде құрғақ қалдық шамасының ең төменгі мәндері 2018 жылдың күзінде 1 (су шығару) нүктесінде тіркелген. Бұл 2-ші нүктеге қарай сарқынды сулардың тоғанына сәйкесінше 19% және 18% қайталанатын күзгі шығыс және оңтүстік-шығыс желдерінің күшеюіне байланысты.

Кесте 9 – Ластаушы заттардың құрамы

Көрсеткіштер	ШРК*	буландырғыш тоғаннан су сынамаларын алу нүктелері					
		№ 1		№ 2		№ 3	
		Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019
рН	6,5-8,5	8,13	9,21	7,33	8,11	8,69	8,93
Құрғақ қалдық, мг/дм <sup>3</sup>	1000	1327	1419	1583	1617	1482	1559
Қалқыма заттар, мг/дм <sup>3</sup>	10,75	26,3	19,5	17,5	17,3	18,6	18,7
ОХҚ, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30	302,3	379,1	274,1	311,0	288,3	292,0
ОБҚ <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4,0	96,3	38,5	83,0	35,5	91,4	33,7
СББЗ, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,33	0,47	0,41	0,44	0,45	0,48
Fe жалпы, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,84	0,51	0,62	0,55	0,77	0,63
Мұнай өнімдері мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,12	0,17	0,09	0,11	0,07	0,09

Ескерту: Құрғақ қалдық негізінен судағы хлоридтер мен сульфаттардың құрамымен анықталады.

*Сарқынды сулардағы қалқымалы заттар.* 2018 жылдың күзінде өлшенген заттардың ең көп мөлшері ШРК 2,44 есе (26,3 мг/дм<sup>3</sup>) асып кеткен 1 (су шығару) нүктесінде тіркелген. 2019 жылдың жазында, дәл осы 1 нүктеде, суспензия көрсеткіші 19,5 мг / дм<sup>3</sup> дейін төмендеп, 1,81 ШРК құрады. Сарқынды суларды ағызу орнынан ең алыс жерлерде, 2 және 3 нүктелерде суспензия мөлшері төмен болды, бірақ сонымен бірге рұқсат етілген нормалардан асып түсті. 2-ші нүктеде 2018 жылдың күзінде де, 2019 жылдың жазында да суспензия көрсеткіші шамамен 17,5 мг/дм<sup>3</sup> және 17,3 мг/дм<sup>3</sup> болды. Асып кету сәйкесінше 1,63 және 1,61 ШРК құрады. 3-ші нүктедегі құмды массивте өлшенген заттардың мөлшері 2018 жылдың күзінде 18,6 мг/дм<sup>3</sup> және 2019 жылдың жазында 18,7 мг/дм<sup>3</sup> шегінде тіркелген, ШРК орташа есеппен 1,73 есе асады. Бұл жағдайда тоғандағы судың лайлануының жоғарылауы, негізінен, тоғанның түбін бүктейтін Хазар сазды мергельдерінен карбонаттардың бөлінуіне және Fe<sup>2+</sup> темір қосылыстарының ауа оттегімен тотығуына байланысты, сонымен қатар сарқынды суларды қабылдау режимінің бұзылуы нәтижесінде болуы мүмкін.

Айта кету керек, бұған дейін буландырғыш тоғанға бірнеше кәсіпорындардан сарқынды сулар түскен, осыған байланысты битум зауытынан

келетін сарқынды сулар резервуардың 1/3 бөлігін толтырады, тек терең (4,5 м) орталық бөлігінде, шамамен 13,0 га.

*Оттегіге химиялық қажеттілік (ОХҚ)* -1 литр суда кездесетін барлық органикалық және бейорганикалық заттардың тотығуы үшін қажет сарқынды судың литріне мг-дағы  $O_2$  мөлшері.

Талдау нәтижелері бойынша 2018 жылдың күзінде 1-ші (су шығару) нүктесінде ОХҚ көрсеткіші  $302,3 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (10,1 ШРК) құрады, бұл ретте 2019 жылдың жазында ОХҚ мөлшері  $379,1 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (12,6 ШРК) шамасына дейін ұлғайды. 2-ші нүкте үшін 2018 жылдың күзіндегі ОХҚ көрсеткіші  $274,1 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (9,1 ШРК), ал 2019 жылдың жазында  $311,0 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (10,4 ШРК) құрады. 3-ші нүктеде ОХҚ бойынша ШРК-ның асып кетуі 9,6 ШРК құрады, құрамында ОХҚ  $288,3 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (2018 ж.күз) және (9,7 ШРК), ОХҚ шамасы  $292,0 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (2019 ж. жаз). ОХҚ жоғары мәндері судағы буландырғыш тоғанның тотығуы қиын органикалық қосылыстардың болуын анықтайды [134].

*Оттегіге биологиялық қажеттілік (ОБК<sub>5</sub>)* - микроорганизмдердің әсерінен сарқынды судағы зиянды қоспалардың тотығуына оттегін тұтынудың көрсеткіші.

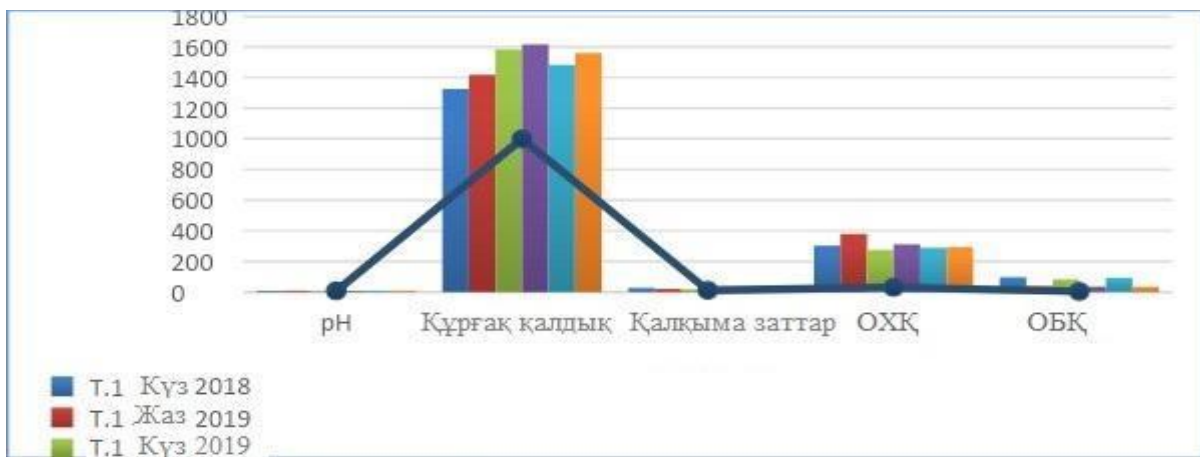
Айта кету керек, ОБК<sub>5</sub> көрсеткішін 5 күн ішінде (1 литр АС) тоғаннан, ауаның орташа температурасы  $23^\circ\text{C}$  болғанда, жеңіл тотығатын органикалық заттардың 67% тотығуы тіркелді. 1-ші нүктеде 2018 жылдың күзінде ОБК<sub>5</sub> шамасы  $96,3 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  құрады, ШРК 32,1 есе асып түсті, бірақ 2019 жылдың жазында су сынамаларын талдау нәтижелері ОБК<sub>5</sub>-тің  $38,5 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (12,3 ШРК) шамасына дейін күрт төмендегенін көрсетті. 3-нүктеде ОБК<sub>5</sub>-тен асып кету шамамен бірдей шектерде:  $91,4 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  30,5 есе (2018 жылдың күзі), 2019 жылдың жазында  $33,7 \text{ мг}O_2/\text{дм}^3$  (11,2 ШРК) шамасына дейін күрт төмендеді. 2-ші нүктедегі ОБК<sub>5</sub> жылдарындағы көрсеткіштер 1 және 3-ші нүктелерден төмен болды, бірақ белгіленген нормативтен 27,7 есе асып түсті (2018 жылдың күзі), бірақ 2019 жылдың жазында бұл көрсеткіш 11,8 ШРК-ға дейін күрт төмендеді. Күзде ОБК<sub>5</sub> мөлшерінің күрт өсуі байқалады. Жазда, керісінше, ОБК<sub>5</sub> көрсеткіші өте күрт төмендейді, ал оның төмендеуі әдетте оттегінің жетіспеушілігімен анаэробты жағдайда болады. Бұл суспензияның тұнбаға түсуіне де, олардың төменгі шөгінділердегі анаэробты ыдырауына да байланысты, бұл жазда ОБК<sub>5</sub> мөлшерінің төмендеуіне әкеледі.

Зерттеу нәтижесінде алынған буландырғыш тоғанның сарқынды суларындағы ластаушы заттардың нақты мөлшері туралы мәліметтер 9-шы суретте келтірілген.

*Синтетикалық беттік белсенді заттар (СББЗ)*. Буландырғыш тоғанға немесе басқа ұқсас су объектілеріне түсетін антропогендік жүктеменің едәуір бөлігі құрамында СББЗ бар сарқынды сулар құрайды.

Бұл қосылыстар зияндылықтың токсикологиялық шектеу белгісіне жатады. Олар натрий тұздары түрінде, негізінен электр тұзсыздандыру қондырғыларында мұнайды тұзсыздандыру кезінде түзіледі. Буландырғыш тоғанның суындағы СББЗ ең жоғары концентрациясы 2019 жылдың жазында  $0,48 \text{ мг}/\text{дм}^3$  шамасында (2,4 ШРК) асып кеткен 3 нүктесінде (күмды массив) анықталды. Өткен жылдың

күзгі көрсеткіші осы сәтте 0,13 мг/дм<sup>3</sup> төмен болды. 2018 жылдың күзінде 1-ші нүктеде анионактивті баз концентрациясы 0,33 мг/дм<sup>3</sup> шамасында 1,65 ШРК құрады. Дәл осы сәтте, 2019 жылдың жазында СББЗ концентрациясы 0,47 мг/дм<sup>3</sup> көрсеткішімен ШРК-дан 2,35 есе асып түсті. Тоғанның оңтүстік-батысындағы СББЗ мазмұны сәйкесінше 2018 жылдың күзінде және 2019 жылдың жазында 0,41 мг/дм<sup>3</sup> (2,05 ШРК) және 0,44 мг/дм<sup>3</sup> (2,2 ШРК) шегінде болды.



Сурет 9 – Буландырғыш тоғандағы лаस्ताушы заттардың мөлшері

*Темір жалпы* ( $Fe^{2+}$  және  $Fe^{3+}$  қосындылары). Құрамында оттегі бар суда  $Fe^{2+}$  оңай  $Fe^{3+}$ -ге өтеді және гидроксид ретінде тұнбаға түседі. Сілтілік ортада  $Fe^{2+}$  тұрақсыз. Еріген және ерімеген темірді, сондай-ақ  $Fe^{2+}$  және  $Fe^{3+}$  - ті бөлек анықтау нақты нәтиже бермейді. Осыған байланысты темір жалпы  $Fe_{жалпы}$  анықталды.

ШРК-дан асатын  $Fe_{жалпы}$  максималды концентрациясы 2018 жылдың күзінде, 1 және 3 нүктелерде, 0,84 мг/дм<sup>3</sup> (2,8 ШРК) және 0,77 мг/дм<sup>3</sup> (2,6 ШРК) шегінде тіркелді. Сонымен қатар, осы 1 және 3 нүктелер үшін 2019 жылдың жазында темір көрсеткіштері сәйкесінше 0,51 мг/дм<sup>3</sup> (1,7 ШРК) және 0,63 мг/дм<sup>3</sup> (2,1 ШРК) төмен мәндерді құрады. 2-ші нүктедегі құм массивінде, Fe көрсеткіші, 2018 жылдың күзінде 0,62 мг/дм<sup>3</sup> (2,15 ШРК) болды және 2019 жылдың жазына қарағанда 0,55 мг/дм<sup>3</sup> (1,83 ШРК) шамалы жоғары болды. Fe көрсеткішінің төмендеуі жалпы, 2019 жылдың жазында, жазғы кезең үшін сутегі көрсеткішінің мәні  $pH > 9$  (9,21) 1 нүктесінде, ал 2 және 3 нүктелерінде 9 (8,11) және (8,93) дейін, бұл тоғанның сарқынды суларын сілтілі деп сипаттауға мүмкіндік береді. Жалпы,  $Fe_{жалпы}$  көрсеткішінің төмендеуі тоған суында хлор түрінде тотықтырғыштың болуына байланысты.  $Fe^{3+}$  іс жүзінде ерімейді және оның мөлшері оның тұндыруымен азаяды (суспензия түрінде). Темірдің ШРК-дан асып кетуі аймақтағы ауыр металдардың көп мөлшері бар жер асты суларының түзілу ерекшеліктерімен байланысты.

*Мұнай өнімдері* (МӨ). 1-ші нүктеде битум зауытының сарқынды суларын тоғанға ағызу, 2018 жылдың күзінде мұнай өнімдері мөлшері 1,2 ШРК (0,12 мг/дм<sup>3</sup>) шегінде тіркелді. Бұл ретте бұл көрсеткіш 1,7 ШРК (0,17 мг/дм<sup>3</sup>) дейін ұлғайды. 2-ші нүктеде, 2018 жылдың күзінде МӨ құрамы ШРК-дан төмен болды,



бірақ 2019 жылдың жазында шамалы өсіп (1,1 ШРК). Құмды массив аймағында олардың мөлшері төмен.

Зиянды әсер мөлшері бойынша радиоактивті ластанудан кейін 2-ші орында тұрған мұнай өнімдерінің су құрамында кездесуі қоршаған ортаға қауіп төндіреді.

Битум өндіруге арналған тотығу шикізатының топтық құрамы (Қаражанбас кен орнының мұнайынан алынған гудрон) хош иісті көмірсутектерден, парафиндерден, нафтендерден, шайырлардан және асфальттардан тұрады. Негізгі көмірсутек компоненті-хош иісті көмірсутектер (51,6%), ал олардың полициклді үлесі массаның 30% - дан астамын құрайды. Бұл өте улы канцерогендер. Ең қауіптілері - иісті полициклді көмірсутектер және құрамында күкірт бар қосылыстардың булануы. Бұл қауіпті химиялық қосылыстар көмірсутектер, газдар және суспензиялар түріндегі көші-қон ағындарына қосылып, атмосфералық ауаны және елді мекендердің топырағын және жер асты суларын ластауы мүмкін.

Зиянды заттардың буландырғыш тоғанының су айнасының бетінен буланудың алдын алу үшін гелиотехникалық жүйе жасау ұсынылады.

Буландырғыш тоғанның ең терең бөлігінде орналасқан мөлдір пленка жабындары сарқынды сулардың булану процесін жылдамдатады және көмірсутек буы мен күкірт бар қосылыстардың «шығарылуын» болдырмайды.

Зерттеу кезеңіндегі орташа СББЗ концентрациясы, жалпы темір және мұнай өнімдері 10-суретте көрсетілген.



Сурет 10 – Буландырғыш тоғандағы СББЗ, Fe жалпы және мұнай өнімдерінің концентрациясы

Зерттеулерде алынған мәліметтер бойынша биохимиялық көрсеткішті анықтаймыз. Бұл көрсеткіш ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ қатынасын көрсетеді және ол әрқашан 1-ден аз. Бұл көрсеткіштің мәні биологиялық тазарту мүмкіндігін бағалауға мүмкіндік береді (кесте 10).

10-кестедегі мәліметтерден ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ арақатынасының мәні 0,5-тен аз екенін көруге болады, бұл буландырғыш тоғандағы судың тотығуы қиын қосылыстармен қанығуын көрсетеді. Дегенмен, өнеркәсіптік сарқынды сулар әдетте биохимиялық көрсеткіштің 0,05-тен 0,3-ке дейінгі мәндерімен сипатталатыны белгілі. ОХҚ/ОБҚ<sub>5</sub> арақатынасына келетін болсақ, жаз мезгілінде

оның мәні күзгі кезеңнің көрсеткіштерінен 3 есе көп екенін көруге болады. Елеулі өнеркәсіптік сарқынды сулармен араласқан кәріздік сарқынды суларда бұл арақатынас 3,5-ке дейін өсетіні белгілі, өйткені кейбір өндірістердің сарқынды суларында ол 10-ға дейін жетуі мүмкін.

Кесте 10 – Тоған-буландырғыштағы ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ арақатынасының мәндері

Көрсеткіш	ШРК*	Буландырғыш тоғаннан сынама алу нүктелері					
		№ 1		№ 2		№ 3	
		Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019
ОБҚ <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,0	96,3	38,5	83,0	35,5	91,4	33,7
ОХҚ, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30	302,3	379,1	274,1	311,0	288,3	292,0
ОБҚ <sub>5</sub> /ОХҚ қатынасы	-	0,32	0,10	0,30	0,09	0,31	0,11
ОХҚ/ОБҚ <sub>5</sub> қатынасы	-	3,14	9,84	3,20	9,76	3,15	8,66

Сонымен «Caspi Bitum» БК ЖШС зауытының сарқынды суларының буландырғыш тоғанының жай-күйін экологиялық бағалау оның ластану деңгейін анықтауға мүмкіндік берді.

2018-2019 жылдардағы зерттеулер битум зауытының сарқынды суларының буландырғыш тоғанының ластану динамикасы мен деңгейін зерттеді. Тоғанның сарқынды суларының химиялық құрамы 8 көрсеткіш бойынша анықталды. Буландырғыш тоғанның барлық зерттелген нүктелерінде ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ арақатынасының мәндері 0,5 шамасынан аз болды. ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ < 0,5 стандарттары бойынша буландырғыш тоғандағы су қышқылдануы қиын қосылыстармен қаныққан. Екінші жағынан, өнеркәсіптік сарқынды сулар үшін бұл биохимиялық көрсеткіштің мәні 0,05-тен 0,3-ке дейінгі мәндермен сипатталатыны белгілі. ОБҚ мен ОХҚ мәндері арасындағы арақатынас ағындардың негізгі сипаттамаларының бірі болып табылады, ол бойынша су айдындарына ағызуға тыйым салынған, ал қайта пайдалану мүмкін емес ең экологиялық қауіпсіз схемаларды, технологияларды және сарқынды суларды тазарту әзірлемелерін әзірлеу жүргізіледі.

Судағы зерттелген зиянды заттардың орташа жылдық көрсеткіштері рұқсат етілген деңгейден 1,1-ден 21,9 есеге дейін асып түсті. Бұл ретте қауіптіліктің 3 және 4-сыныптары үшін нормативтердің асып кетуі тіркелді: жалпы темір – 2,8 есеге дейін, мұнай өнімдері – 1,7 есеге дейін. Орташа тотығу дәрежесі бар буландырғыш тоғандағы анионды баз мөлшері ШРК тиісінше 1, 2, 3-нүктелерде орта есеппен жыл бойынша 2,0 есе, 2,13 есе және 2,32 есе асып түсуімен тіркелді. 2018-2019 жж. орташа, буландырғыш тоғанның зерттелген нүктелері үшін ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ арақатынасы мынадай мәндерді құрады: 1 (су шығару) нүктесінде-0,215, 2-нүктесінде (оңтүстік-шығыс бөлігі) – 0,195, 3 –

нүктесінде құмды массив ауданында – 0,21 және ОБҚ<sub>5</sub>/ОХҚ<0,5 жағдайында - бұл қышқылдануы қиын қосылыстармен АС-ны шамадан тыс қанықтыруды білдіреді. Бұл булану процесін жеделдетуді қажет етеді. Булану процесін күшейту және зиянды заттарды биосферамен жанасудан оқшаулау үшін экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді мөлдір жабындардың гелиотехникалық жүйесі жасалынған және ұсынылған [135].

Тоғанның суындағы еріген оттегінің мөлшері бойынша ластану деңгейі V, ал сарқынды сулар лас екендігі анықталды. ОХҚ нормативі бойынша су өте лас, бұл ластанудың VI деңгейіне сәйкес келеді. ОБҚ<sub>5</sub> көрсеткіші бойынша буландырғыш тоғандағы судың органикалық қосылыстармен ластануы да өте лас болып есептеледі.

Сарқынды судың булану процесін жеделдету және атмосфералық ауаның зиянды заттардың су буымен булануын болдырмау үшін поливинилхлорид (ПВХ) пленкаларынан мөлдір жабындардан жабық гелиожүйе құру қажет.

### 3.1.3 Сарқынды сулар төгілетін тоғандардағы хлорид және сульфат иондарын талдау

Зерттеуде алынған сынамаларда сульфат-ион (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), хлорид-ион (Cl<sup>-</sup>) көрсеткіштерінің шамалары бақыланды.

Булану тоғанындағы бақыланған элементтердің құрамы және шекті рұқсат етілген концентрациясымен салыстырмалы көрсеткіштері 11-кестеде көрсетілген.

Кесте 11 – Булану тоғанындағы бақыланған элементтердің құрамы және мөлшері

Көрсеткіш	ШРК*	Булану тоғанынан су сынамаларын алу нүктелерінің нөмірі және шамалары, мг/дм <sup>3</sup>					
		1		2		3	
		Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019	Күз 2018	Жаз 2019
Хлорид-ион Cl <sup>-</sup>	350	4812,3 ±0,04	4106,5± 0,06	5213,7 ±0,04	4936,3 ±0,05	4793,2 ±0,03	4685,0±0 ,05
Сульфат-ион SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500	3403,7 ±0,05	3602,2± 0,04	4275,3 ±0,03	4418,1 ±0,03	3190,5 ±0,04	3376,2±0 ,06

*Хлорид ионы Cl<sup>-</sup>*. Булану тоғанында хлоридтердің болуы битум өндіру зауытының ағызынды суларды тазалау құрылғыларында хлорқұрамында реагенттерді пайдаланумен түсіндіріледі. Оларды қолдануда екінші реттік ластану пайда болады. Бұл жағдайда ағызынды сулардағы хлор иондарының қалдық мөлшері ШРК нормативтерінен асып кетуі мүмкін. Тоғандағы хлоридтің көздері тұзды шөгінділер, тұзды топырақ болуы мүмкін. Тұздалған топырақ құрамындағы хлор шөгіндімен жуылып отырады. Олардың қалқымалы заттармен, түптік шөгінділермен сіңірілуі өте баяу жүреді. Хлорид иондары

жақсы ерігіштігімен ерекшелене отырып, жоғары жылыстану қабілетіне ие. Бұл булану тоғанының аумағында жер асты суларының ластану мүмкіндігіне әкеліп соғады. Cl-дің ең жоғары концентрациясы тоғанның оңтүстік-шығысында 2-ші нүктеде байқалады. 2018 жылдың күзінде хлоридтің мөлшері ШРК-дан 14,9 есе артып, 5213,7 мг/дм<sup>3</sup> құрады, ал 2019 жылдың жазында ол көрсеткіш 4936,3 мг/дм<sup>3</sup> (14,1 ШРК) дейін төмендеді. Зерттеу жүргізілген уақытта хлорид иондарының ең көп концентрациясы, 2-ші нүктеде анықталынды. Ол тоғанның оңтүстік-шығыс бөлігіндегі тұзды топырақтардың тұнбаларымен тұндырумен байланысты.

Сонымен қатар, рұқсат етілген мөлшерден бірнеше есе жоғары көрсеткіштер судың бастау алу орнында 1-ші нүктеде де тіркелді. 2018 жылдың күзінде Cl мәнi 4812,3 мг/дм<sup>3</sup> (13,7 ШРК) құраса, 2019 жылдың жазғы кезеңінде 4106,5 мг/дм<sup>3</sup> (11,7 ШРК) болды.

Құм массивінің аймағындағы 3-ші нүктеде хлорид көрсеткіштері 2018 жылдың күзінде 4793,2 мг/дм<sup>3</sup> (13,7 ШРК) болды және жыл ішінде оның концентрациясы сол деңгейде қалды деуге де болады. Өйткені, сол аралықта ауытқулар өте аз болды, яғни шама 108 мг/дм<sup>3</sup> мәніне төмендеп, яғни 4685,0 мг / дм<sup>3</sup> (13,4 ШРК) құрады.

Алынған сынамаларда хлоридтердің күз мезгіліндегі анықталған мөлшерлері жаз мезгілімен салыстырғанда әлдеқайда жоғарырақ болды.

*Сульфат ионы (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)*. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> судағы ең көп кездесетін аниондардың бірі. Булану тоғанында сульфат иондарының болуы, битум зауытының ағызынды суларын тазарту үшін реагентті өңдеу қолданылатындығымен түсіндіріледі [136]. Реагентті өңдеуде экологиялық таза реагент полиакриламид қолданылады. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> құрамы 2018 жылдың күзінде 1-ші нүктеде 3403,7 мг/дм<sup>3</sup> мәніне ие болып, 6,8 ШРК-ні құрады. 2019 жылдың жазында 1-ші нүктеде сульфат иондарының концентрациясы 3602,2 мг/дм<sup>3</sup> (7,2 ШРК) дейін өсті. Тоғанның оңтүстік-шығысындағы, 2-ші нүктеде, көрсеткіштердің құрамы одан да жоғары болды. Сонымен, 2018 жылдың күзінде SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> құрамы 4275,3 мг/дм<sup>3</sup> жетіп, 8,6 ШРК болса, 2019 жылдың жазында бұл көрсеткіш 4418,1 мг/дм<sup>3</sup> құрап, ШРК деңгейінен 8,8 есеге дейін асып түсті. 2-ші нүктеде сульфат иондары мәндерінің жоғарылауы жер асты суларына әктасты жыныстарды еріту кезінде қосымша түсуімен түсіндіріледі.

Құм массивіндегі 3-ші нүктеде 2018 жылғы күз мезгілінде сульфат иондарының концентрациясы 3190 мг/дм<sup>3</sup> мәніне ие болып, ШРК мәнінен 6,4 есе артты. Ал, 2019 жылдың жазында 3376,2 мг/дм<sup>3</sup> мәніне ие болып, ШРК мәнінен 6,8 есе жоғары екендігін көрсетті. Талдау нәтижелері бойынша 2019 жылдың жазында булану тоғанының суында сульфат иондарының концентрациясының шамалы жоғарылауы байқалды [137].

Табиғи түрде сульфаттар булану тоғанында аз мөлшерде жинақталуы мүмкін. Бұл жағдай организмдердің өлімімен және жер үстіндегі, судағы өсімдіктер мен жануарлар тектес заттардың тотығуы кезінде пайда болатыны белгілі [138]. Айта кететін тағы бір жәйт, далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде құм массиві аумағында ұсақ және ірі қара малдың (ешкі, сиыр және

жылқы) жайылымдығы байқалды. Жағалауда кептірілген сиыр мен жылқы жапалары көптеп кездеседі. Құмды массивте бұталы өсімдіктер басым, соран шөптер негізгі фонды құрайды, көбінесе биоргундар кездеседі, ал жусандар бағынышты орынға ие.

Сульфаттардың шамалары жаз мезгіліне қарағанда күз мезгілінде басымырақ болды.

Сонымен, хлоридтер мен сульфаттардың тоған суында жоғары деңгейде кездесуі кәсіпорынның ағызынды суларды тазалауда реагентті әдісті қолданумен түсіндіріледі. Өндірісте бұл әдісті су құрамындағы мұнай өнімдерін жою үшін пайдаланады [139], себебі биологиялық тазартуға бағытталған ағызынды сулардағы мұнай өнімдерінің жоғары болуы микроорганизмдердің әлсіреуіне алып келіп, тазарту процесінде межеленген нәтижеге қол жеткізуге кедергі келтіреді.

Су құрамындағы хлоридтер мен сульфаттар су тұздылығына жауап беретін компоненттер болып табылады [140]. Бұл шамалардың белгіленген мөлшерден тыс, көп болуы су айдынының ластанғандығының көрсеткіші болып табылады. Зерттеу жүргізілген тоғанның жағажайындағы тұзды қабат көрінісі бұл сөзімізге куә. Тұзбен көмкерілген тоған жағажайы суды ластап қана қоймай, жел арқылы ауаға таралып, топырақ қабатын бүлдіріп, жер асты суларына да енуі әбден мүмкін.

#### 3.1.4 Сарқынды суларын ағызу аймағындағы жер асты суларының күйін талдау

Зерттеулерімізде гидрогеологиялық мәселелер де кеңінен қарастырылды, жер асты суларының бағыты мен жылдамдығымен қоса, химиялық құрамы да зерделенді. Битум зауытының сарқынды суларының ағызу аймағындағы жер асты суларының химиялық құрамын анықтау және қолданыстағы өндірістің судың сапалық жағдайына әсерін зерттеу, жер асты суларының құрамы мен буландырғыш тоғанның фондық көрсеткіштерін бақылау және салыстырмалы талдау жұмыстарын жүргізілді.

Учаскенің геологиялық құрылымына сармат қабатының төрттік және үшінші неогендік шөгінділері қатысады. Жоғарыдан төменге қарай геологиялық кесу төрттік шөгінділермен ұсынылған: қуаты 2 м-ге дейінгі құмды саз, жалпы қуаты 2-ден 8 м-ге дейінгі Хазар деңгейіндегі мергельдер мен әктастар және қуаты 1,5-тен 5 м-ге дейінгі үшінші сарматтық мергельдер.

Су өткізгіштер ретінде жарылған үшінші және төрттік мергельдер, олар 8-15 м тереңдікте жер асты суларына су өткізбейтін тығыз саздармен қапталған. Жер асты суларының горизонтының қуаты 3-тен 5 м – ге дейін, жер бетінен пайда болу тереңдігі–1,5 – 5 м, тау жыныстарын сүзу коэффициенті-тәулігіне 0,3 м.

Химиялық құрамы бойынша жер асты сулары натрий хлориді, сиректеу натрий хлоридті - сульфатты, тұзды, көбінесе минералдануы 10,2-ден 65 г/л-ге дейінгі өте қатты тұзды ерітінділі. Жер асты суларының сапалық құрамы мен буландырғыш тоғанның фондық көрсеткіштерін үнемі бақылау 2018 жылдан басталды.

Төменде 12-кестеде буландырғыш тоғаннан және тиісінше 750, 250 м қашықтықта орналасқан №705 және №706 бақылау ұңғымаларынан [141] алынған су сынамаларының химиялық талдауларының нәтижелері келтірілген.

Кесте 12 – Мониторингтік ұңғымалардан су сынамаларын талдау бойынша сарқынды суларды ағызу учаскесіндегі ластаушы заттардың фондық құрамы (2018 жылғы 3-4-тоқсан)

Ластаушы заттың атауы	Мониторингтік ұңғымалардағы жер асты суларының сапалық құрамы, мг/дм <sup>3</sup>		
	№705 ұңғыма	№706 ұңғыма	Буландырғыш-тоған
рН	7,8	7,7	8,10
Қалқыма бөлшектер	20,15	4,82	19,3
ОБҚ <sub>5</sub>	1,33	1,55	1,45
СББЗ синтетикалық беттік белсенді заттар	0,1	0,1	0,1
ОХҚ	533,3	400	302,3
Азот нитраты	7,94	7,49	-
Аммонийлі азот	5,53	4,98	5,255
Сульфаттар	3266,47	3315,67	3603,5
Хлоридтер	11577	12727,13	12152,065
Темір	0,3	0,349	0,84
Мұнай өнімдері	0,01	0,01	0,12

Экологиялық бақылау туралы есептің деректеріне сәйкес, жер асты суларында ОХҚ мен ауыр металдардың көп болуы шөгінділердің пайда болу ерекшеліктерін анықтайтын аймақтық геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларға байланысты. Буландырғыш тоғанның орналасқан жері ауыр металдар мен органикалық заттардың көп мөлшері бар жер асты суларының провинциясына жатады.

Сонымен, мониторингтік бақылаулар жер асты суларының минералдануы 22000 мг/дм<sup>3</sup> (22 г/л) дейін жететінін көрсетті, басым аниондар хлоридтер мен сульфаттар болып табылады. Жер асты сулары тұзды болып жіктеледі. Нитраттар мен аммоний азотының мөлшері орташа деңгейде 7,715 және 5,255 мг/дм<sup>3</sup>. Өз кезегінде тоғанда нитраттар табылған жоқ. Тоғандағы және бақылау ұңғымаларындағы ОБҚ пен СББЗ-ың орташа концентрациялары сәйкесінше 1,44 және 0,1 мг/дм<sup>3</sup>-ке жетеді. Судағы органикалық және бейорганикалық заттардың (ОХҚ) химиялық тотығуы кезінде тұтынылатын оттегінің мөлшері ұңғымалар бойынша орташа есеппен 466,65 мг/дм<sup>3</sup>, ал тоғанда – 302,3 мг/дм<sup>3</sup> құрайды. Темірдің орташа мөлшері 0,325 мг/дм<sup>3</sup>, ал тоғанда 0,84 құрайды. ОХҚ - тің жоғары мөлшері аймақтың жер асты суларында органикалық заттардың көп болуына байланысты [142].

Темір мөлшерінің жоғарылауы ауыр металдардың көп мөлшері бар жер асты суларының пайда болуының аймақтық ерекшеліктеріне байланысты. Мұнай өнімдерінің орташа концентрациясы  $0,01 \text{ мг/дм}^3$  аспайды. Зауыттың ерекше ластаушы заттарының (стирол мен хош иісті көмірсутектердің) буландырғыш тоғанның суында және төгу учаскесінің жер асты суларында концентрациясы тіркелмеді.

### **3.2 Битум зауытының сарқынды суларын тазарту процесін жетілдіру бойынша алдын ала зерттеулер**

#### **3.2.1 Коагуляциялық және флокуляциялық өңдеуді оңтайландыру**

Мұнай өңдеу кәсіпорындарының, атап айтқанда жол битумдарын өндіру зауытының сарқынды суларының негізгі улы және қауіпті ластаушы заты мұнай өнімдері болып табылады. Мұнай өнімдерінен суды тазарту мәселесін шешуге бағытталған зерттеулер бүгінгі күні заман талабы және өзекті болып табылады.

Бүгінгі таңда антропогендік әсердің күшеюі жағдайында мұнай өңдеу зауыттарының (МӨЗ) көпшілігінде су объектілерінің мұнай өнімдерімен ластануының ауқымды проблемасы туындады. Тазарту қондырғыларының тиімділігінің төмендігі, өндірістің дұрыс таңдалмаған технологиялық процесі және су тазарту жүйесінде пайдаланылған тазарту қондырғыларының ескіруі, су ортасының мұнаймен, мұнай өнімдерімен және олардың туындыларымен ластануына әкеледі. Бұл проблеманың алдын алу үшін қарқынды шаралар қабылдануда, бірақ барлық күш-жігерге қарамастан, мұнайдың құрамына кіретін биологиялық төзімді, тотығуы қиын органикалық өнімдер су ортасына ағып үлгереді [143].

Қиын тотығатын органикалық ластаушы заттарды суда тазарту өте қиын, олар қауіпті және сулы ортада жинақталғыш қасиетке ие, сонымен бірге организмдерге улы әсер етумен сипатталады. Осы ерекшеліктерді ескере отырып, сарқынды суларды тазартудың технологиялық әдістерін жетілдіру, процеске прогрессивті жүйелерді, заманауи жоғары тиімді жабдықтарды енгізу міндеттерін шешу қажет.

Рационалды технологиялық шешімдерді әзірлеу және ластанудың қоршаған ортаға түсуін барынша азайтатын жаңа, тиімдірек әдістерді қолдану-бүгінгі таңда өзекті және маңызды проблемалар.

Біз алдымен мұнай өнімдерінен тазарту үшін реагенттік әдісті пайдалана отырып, құрамында мұнай бар сарқынды суларға алдын ала өңдеу жүргіздік.

Сарқынды сулардағы қалқыма бөлшектер мен мұнай өнімдерінен алдын-ала тазарту тиімділігіне реагенттердің әсерін тексеру және механикалық тазарту станциясы үшін оңтайлы үйлесімділікті анықтауға бағытталған жұмыстар жүргізілді.

Қолданыстағы сарқынды суларды механикалық тазарту станциясы (МТС) тәулігіне  $2400 \text{ м}^3$  дейін сарқынды суларды тазартуға арналған. Алдын ала тазарту құрылыстары 2013 жылғы желтоқсанда пайдалануға берілген және «электр тұзсыздандыру қондырғысы-атмосфералық-вакуумдық түтік - тотығу блогы» мұнай өңдеу кешенінен және битум зауытының басқа да өндірістік

объектілерінен, сондай-ақ өнеркәсіп алаңының шаруашылық-кәріз және жаңбыр ағындарынан өнеркәсіптік сарқынды суларды алдын ала тазартуға арналған [144].

Суға қойылатын нормаларға дейін түпкілікті тазалауды қазіргі уақытта бөгде ұйым өзінің тазарту құрылыстарында жүзеге асырады.

Биологиялық тазартуға түсетін сарқынды сулардағы мұнай өнімдерінің көбеюі микроорганизмдердің белсенділігінің әлсіреуіне әкелуі мүмкін, бұл одан әрі жер үсті су қоймасына жіберілетін судың құрамына теріс әсер етеді.

Бұл мұнай өнімдері сарқынды сулардан биологиялық тазарту арқылы нашар шығарылатындығына байланысты. Бұл мәселенің шешімі мұнай өнімдерін сарқынды сулардан биологиялық тазарту сатысына дейін алып тастауда көрінеді, ол үшін реагентті тазарту әдісін қолдану ұсынылады.

Құрамында мұнай бар сарқынды суларды коагулянттармен және флокулянттармен тазарту бұрыннан белгілі. Коагуляция/флокуляция әдістері суды тазартуда, тұнбаны сусыздандыруда оның жоғары өнімділігіне, үнемділігіне және оңай жұмыс істеуіне байланысты кеңінен қолданылады. Коагуляция/флокуляция тиімділігіне әсер ететін маңызды фактор олардың қасиеттері болып табылады.

Оларды өндіру технологиясы жыл сайын жетілдірілуде, нарықта жаңа модификациялар пайда болуда. Оларды таңдау әдістері, оңтайлы дозаларды анықтау негізінен сарқынды судағы майлар, мұнай өнімдері, органикалық қосылыстар және т.б. қоспалардың сипатына байланысты, сондықтан әр түрлі суларды тазартуға арналған әр түрлі реагенттер бүгінгі күнге дейін зерттелуде.

Белгілі зерттеулердегі қолданбалы және таза теориялық тәуелділіктерді ескере отырып, заманауи реагенттерді қолданып, су дайындау процесін оңтайландыруға болады.

Ұсынылған материал 2019 жылдың желтоқсанынан 2020 жылдың наурызы аралығында сарқынды судың мұнай өнімдерін тазарту және мөлдірлендіру үшін жаңа сұйық композиттік коагулянт пен ұнтақ флокулянтты зерттелімі кезінде алынды.

Зерттеуде темір тұздары мен төмен молекулалық салмағы бар органикалық катионды полимер негізіндегі бейорганикалық коагулянттың және орташа аниондық заряды бар және өте жоғары молекулалық салмағы бар полимерге аниондық зарядты қамтамасыз ететін акриламид пен акрил қышқылы тұздарының (акрилаттар) мономерлерінің сополимері болып табылатын ұнтақ синтетикалық органикалық флокулянттың қосындысы ретінде сұйық катионды композиттік коагулянт қолданылды.

Реагенттерді дайындау (сұйылту) және сынақтау стандартты әдістерге сәйкес жүргізілді.

Бастапқы зерттелетін сарқынды су ретінде орташаландырылған резервуарға түсетін ағындар, апаттық резервуардан ағындар, тотығу блогынан су пайдаланылды. Әрбір сынақ сериясында жаңадан алынған бастапқы су сынапасы пайдаланылды.



Зерттеуді жүргізу барысында реагенттердің жұмыс ерітінділері дайындалды. Сұйық композиттік коагулянттың жұмыс ерітіндісінің концентрациясы 1,5% құрады. Коагулянттың жұмыс ерітіндісін дайындау үшін сыйымдылығы 500 л ыдысқа жылу трассасының суы толтырылды, және ~7-7,5 л мөлшерінде сұйық композиттік коагулянт қосылып, мұқият араластырылды. Дайын ерітінді сорғы-диспансердің көмегімен қолданыстағы енгізу нүктесіне берілді. Ұнтақты флокулянттың жұмыс ерітіндісінің концентрациясы 0,05% құрады. Флокулянт ерітіндісін дайындау үшін сыйымдылығы 1000л ыдыс жылу трассасының суымен толтырылды, және 0,5 кг мөлшерінде ұнтақ флокулянт қосылды, олар мұқият араластырылып толық жетілу үшін сақталды. Дайын ерітінді сорғы-диспансердің көмегімен қолданыстағы енгізу нүктесіне берілді.

Коагулянтты енгізу нүктесі - сепаратордан кейінгі және реакция камерасының алдындағы құбырға, флокулянтты енгізу нүктесі – флотатордың алдындағы реакция камерасына тікелей енгізілді.

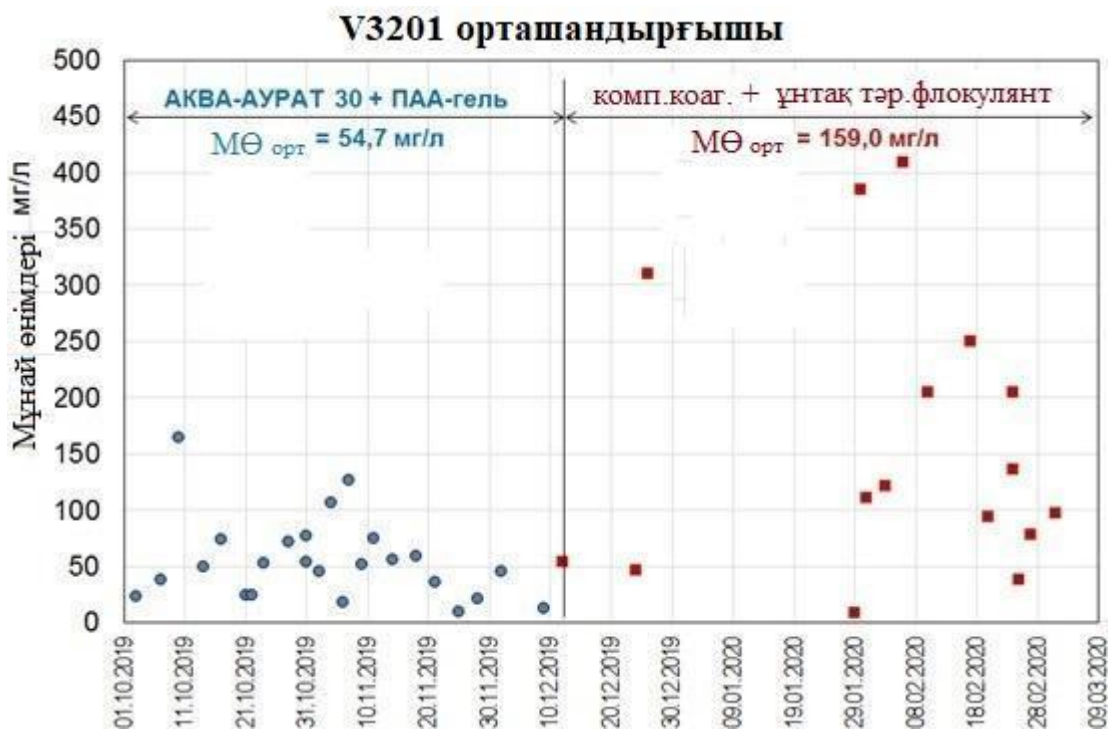
Салыстырмалы деректерді алу үшін сынақтарға дейінгі кезеңдер мен сынақтар кезіндегі статистикалық мәліметтер жиналды. Оларды жүргізу кезінде өңделетін су ағыны, коагулянт пен флокулянттың дозасы, рН және бастапқы сарқынды судағы және түйіршікті сүзгілерде (жаңғақ қабығының үгіндісі) тазартылған судағы мұнай өнімдерінің құрамы тіркелді.

Зерттеу нәтижелері реагенттердің (композиттік коагулянт және ұнтақ флокулянт) станцияға келетін сарқынды сулардан суспензияланған заттар мен мұнай өнімдерін тиімді түрде кетіретінін көрсетті. Зерттеу кезінде пайдаланылған реагенттердің ұсынылған комбинациясы қазіргі уақытта қолданылатын реагенттерге (Аква-Аурат 30 маркалы коагулянт және ПАА флокулянтты (полиакриламид)-гель) қарағанда әлдеқайда тиімділікті көрсетті [145]. Сынақ алдында және барысында өңделетін судың ағыны, бастапқы сарқынды судың және тазартылған судың сапасы, реагенттердің шығыны (дозасы) бақыланды.

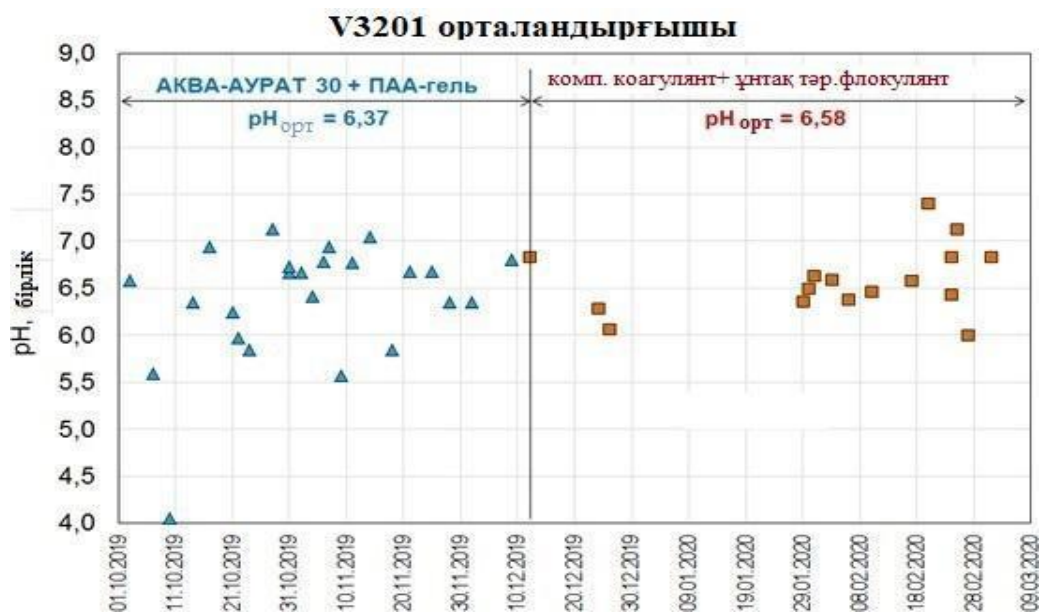
11 және 12-суреттерде реагенттерді (композиттік коагулянт және ұнтақ флокулянт) сынауға дейін және сынау барысында V3201 орташалаландыру ыдысынан (мұнай өнімдерінің құрамы және рН мәні) орташа сарқынды судың сипаттамалары келтірілген.

Ұсынылған деректерден көріп отырғанымыздай, реагенттерді сынау кезеңінде бастапқы сарқынды сулардың мұнай өнімдерімен ластануы «Аква-Аурат 30» коагулянтты мен ПАА-гель флокулянтты қолданылған кезеңмен салыстырғанда шамамен 3 есе жоғары болды.

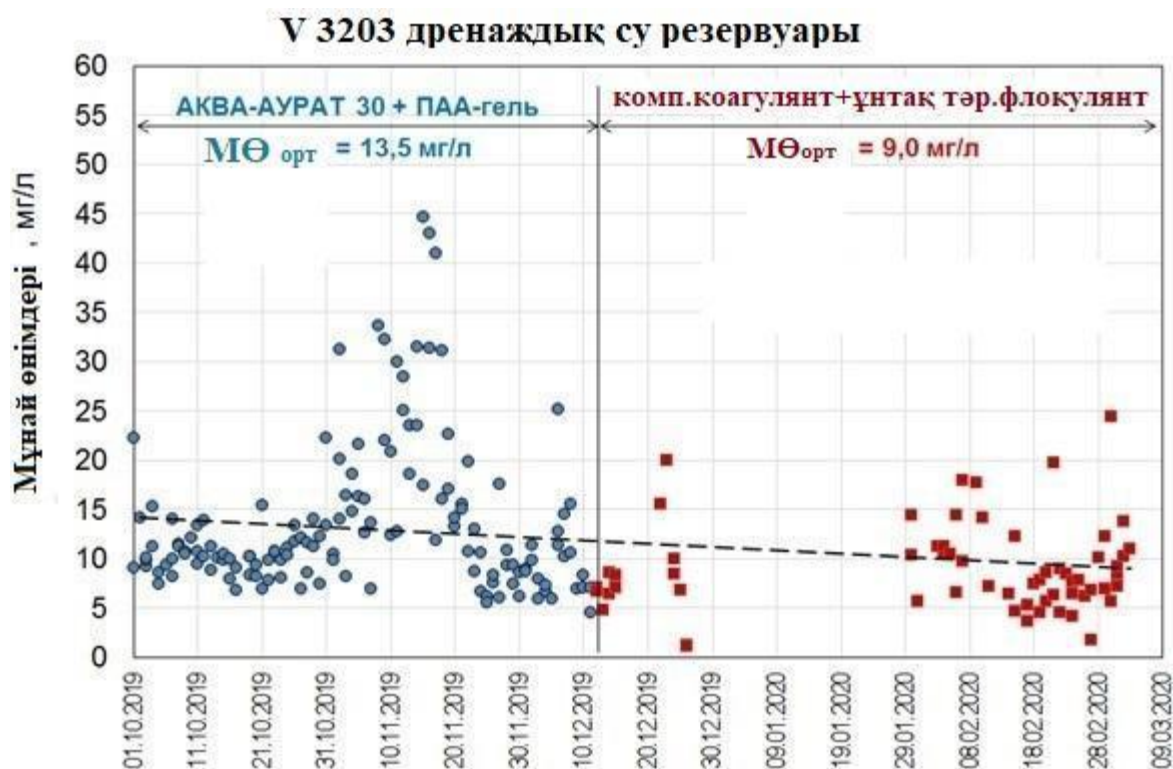
Алдын ала тазарту қондырғысына түсетін сарқынды сулардың құрамында мұнай өнімдерінің мөлшері жоғары болғанына қарамастан, реагенттермен (композиттік коагулянт және ұнтақ флокулянт) өңдеу кезінде V3203 дренажды су резервуарынан алынған тазартылған судың сапасы «Аква-Аурат 30» коагулянтты мен ПАА-гель флокулянтты қолданумен салыстырғанда жоғары болды (сурет 13 және 14).



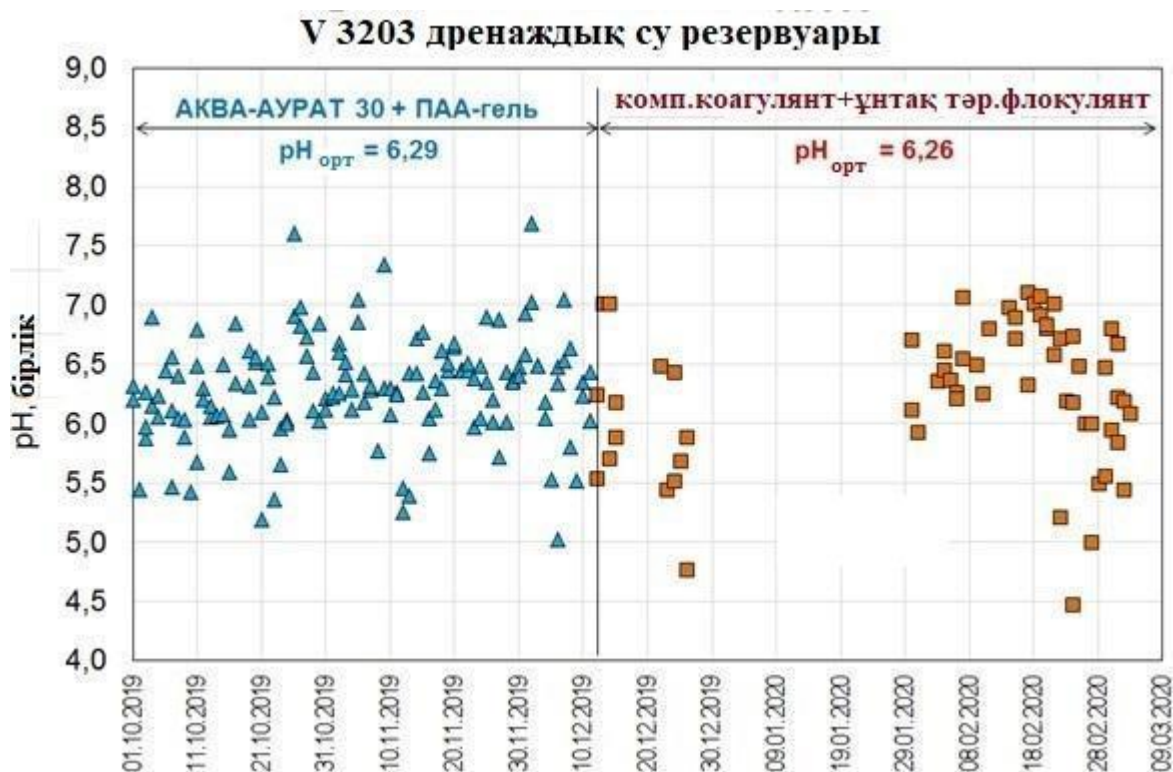
Сурет 11 – Әр түрлі кезеңдерде (әр түрлі арақатынаста) алдын ала тазалау қондырғысына V3201 орташандыру ыдысынан түсетін сарқынды судағы мұнай өнімдерінің құрамы



Сурет 12 – Әр түрлі кезеңдерде (әр түрлі арақатынаста) алдын ала тазалау қондырғысына V3201 орташандыру ыдысынан түсетін сарқынды судағы pH мәні



Сурет 13 – Әр түрлі кезеңдерде (әр түрлі арақатынаста) V3203 дренаждық су резервуарындағы тазартылған судағы мұнай өнімдерінің құрамы



Сурет 14 – Әр түрлі кезеңдерде (әр түрлі арақатынаста) V3203 дренаждық су резервуарындағы тазартылған судағы рН мәні

Бұл ретте алдын ала тазарту қондырғысынан шығатын тазартылған судағы мұнай өнімдерінің орташа мөлшері, яғни түйіршікті және картриджді (кассеталық) сүзгілерден кейін реагенттерді (композиттік коагулянт және ұнтақ флокулянт) қолданған жағдайда 9,0 мг/л құрады, бұл сынақтарды бағалау критерийлеріне толық сәйкес келеді. Жүргізілген зерттеулердің табыстылық критерийіне сәйкес, V3203 дренажды су резервуарынан іріктелген алдын ала тазартылған судағы мұнай өнімдерінің құрамы 10 мг/дм<sup>3</sup> аспауы тиіс.

13 кестеде сарқынды суларды механикалық тазарту станциясы жұмысының орташа көрсеткіштері сынақтарға дейін және сынау барысында және жекелеген бағандарда реагенттік бағдарламалар және олардың тазартуға әсер ету дәрежесі көрсетілген.

Кестеде берілген рН көрсеткіштері маңызды параметр болып табылады, өйткені коагуляция және флокуляция процесінде рН процестің өнімділігіне әсер ететін өте маңызды параметр [146] болып табылады.

V3201 орташаландырғышы өндірісте пайда болатын барлық ағындарды қабылдауға арналған және бастапқы, яғни кіріс аналитикалық бақылау нүктесі болып табылады. Техникалық регламент бойынша осы резервуардағы мұнай өнімдерінің құрамы 500 мг/л-ден аспауы керек. 2019 жылдың қазан айынан желтоқсан айының ортасына дейін V3201 орташаландырғышындағы мұнай өнімдерінің орташа мөлшері 54,7 мг/л құрады, осы кезеңде резервуардағы мұнай өнімдерінің мөлшері тез өсті және орташа есеппен 159,0 мг/л құрады. Сынақ кезінде мұнай өнімдерінің көбеюі осы кезеңдегі өндіріс көлемінің артуымен түсіндіріледі.

F3202F және F3202B әуе-флотациялық қондырғыларында «Аква-Аурат 30» коагулянты және ПАА-гель флокулянтымен өңдеу кезінде мұнай өнімдерінің орташа мөлшері сәйкесінше 21,1 мг/л және 17,7 мг/л құрады. Жаңа реагенттерді сынау барысында келесі нәтижелерге 20,6 мг/л және 29,0 мг/л қол жеткізілді және F3202B қондырғысында мұнай өнімдерінің өсуі анықталды.

Кесте 13 – Әр түрлі кезеңдердегі МОС жұмысының орташа көрсеткіштері (әр түрлі арақатынаста)

Көрсеткіштер	Кезең	
	Сынаққа дейін (қазан – желтоқсан 2019 ж.)	Сынақ кезі (желтоқсан 2019 ж. – наурыз 2020 ж.)
Реагенттік бағдарлама	коагулянт «Аква-Аурат 30» және флокулянт ПАА-гель	композиттік коагулянт және ұнтақтәрізді флокулянт
1	2	3
Орталаушы V3201		
● рН	6,37	6,58

## 13-кестенің жалғасы

1	2	3
● мұнай өнімі, мг/л	54,7	159,0
Қондырғы SAF #1 F3202F		
● рН	6,26	6,53
● мұнай өнімі, мг/л	21,1	20,6
- тазару дәрежесі, %	61,5	87,0
Қондырғы SAF #2 F3202B		
● рН	6,43	5,56
● мұнай өнімі, мг/л	17,7	29,0
- тазару дәрежесі, %	67,7	81,7
Дренажды су резервуары V3203		
● рН	6,29	6,26
● мұнай өнімі, мг/л	13,5	9,0
-тазару дәрежесі, %	75,3	94,3

Жаңа реагенттерді пайдалану кезінде осы қондырғыдағы мұнай өнімдерінің ұлғаюы реагенттерді аз мөлшерде қолданумен түсіндіріледі, өйткені сынақ әртүрлі арақатынастағы дозаларда жүргізілді [147]. Сынақ кезінде реагенттердің келесі дозалары қолданылды:

- 1) коагулянт-өңделетін сарқынды судың 5-тен 30 г/м<sup>3</sup>-ке дейін;
- 2) флокулянт-өңделетін сарқынды судың 1-ден 3 г/м<sup>3</sup> дейін.

Сыналатын реагенттердің әртүрлі арақатынастарын тәжірибе жасай отырып келесі оңтайлы дозалар анықталды:

- композиттік коагулянт - өңделетін судың 11 г/м<sup>3</sup>;
- ұнтақты флокулянт - өңделетін судың 1,8 г/м<sup>3</sup>.

Бұл дозалар қазіргі уақытта қолданылатын реагенттердің дозаларынан едәуір төмен.

V3203 дренажды су қоймасы алдын ала тазартуды бақылаудың соңғы нүктесі болып табылады, содан кейін су биологиялық тазартуға беріледі. Алдын ала тазарту қондырғысынан шыққан кезде мұнай өнімдерінің құрамы 9,0 мг/л құрады, бұл сынақ нәтижелерін қанағаттандырады.

Алдын ала тазарту қондырғысына түсетін сарқынды суларды өңдеу кезінде кестеден көріп отырғанымыздай, сынау жүргізілетін реагенттермен тазартылған судағы мұнай өнімдерінің мөлшері төмен және нормативтік талаптарға сәйкес

келеді, ал мұнай өнімдерін жою дәрежесі «Аква-Аурат 30» коагулянтты мен ПАА-гель флокулянтты пайдаланғанға қарағанда жоғары.

Осылайша, механикалық тазалау станциясына келетін сарқынды суларды тазарту үшін жаңа реагенттерді (сұйық коагулянт және ұнтақ флокулянт) сынау сәтті деп танылуы керек. Зертханалық сынақтардың нәтижелері толығымен расталды, бұл сынақтарда қолданылатын реагенттер, біріншіден, МТС -ке келетін сарқынды сулардан қалқыма бөлшектер мен мұнай өнімдерін кетіруде жеткілікті тиімді екенін көрсетті, екіншіден, қазіргі уақытта қолданылатын реагенттерге қарағанда тиімдірек.

Реагенттерді сынау барысында алынған V3203 дренажды су резервуарынан тазартылған ағындардағы мұнай өнімдерінің орташа мөлшері 9,0 мг/л құрады, ал ағымдағы реагенттерді пайдалану кезінде V3203 дренажды су резервуарынан тазартылған ағындардағы мұнай өнімдерінің орташа мөлшері 2019 жылғы қазаннан желтоқсанға дейінгі кезеңде 13,5 мг/л құрады.

Реагенттермен (сұйық коагулянт және ұнтақ флокулянт) өңдеу кезінде сарқынды суларды мұнай өнімдерінен тазарту дәрежесі ағымдағы реагенттермен алынған 75,3% - ға қарағанда 94,3% - ға тең болды [148].

Сонымен қатар, зерттелім МТС-на әртүрлі өндірістік цехтардан келетін сарқынды сулардың аздап қышқыл ортасы (рН ~ 6) немесе қышқыл ортасы (рН ~ 4,0-4,2) бар екенін көрсетті. Мұндай рН мәндері бар су, біріншіден, жабдықтар мен құбырларға теріс әсер етеді, коррозияны тудырады, екіншіден, коагуляция процесін және мұнай өнімдерінен сарқынды суларды тазарту процесін нашарлатады. Осы кемшілікті жою үшін, сондай-ақ сарқынды судың рН-оператив жедел бақылауды жүргізу үшін сілтіні автоматты мөлшерлеу қондырғысын (жүйеге) сатып алуды және пайдалануды бастауды және алдын ала тазалауға түсетін ағындарда рН-ты реттеуді ұсынамыз.

### 3.2.2 Сорбенттермен адсорбциялау арқылы сарқынды сулардан мұнай өнімдерін шығару мүмкіндіктері

Битум алу процесінде мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанған технологиялық суларды тазарту үшін зауытта мұнай өнімдерін қайта өңдеуге қайтарып, тұндырумен бөлу жолымен алдын ала тазарту станциясы көзделген. Сондай-ақ «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ биологиялық тазарту қондырғысының талаптарына сәйкес нормаларға жеткізе отырып, механикалық ластануларды сүзу және коагуляциялау пайдаланылады. Атап өткендей, битум зауытының сарқынды суларындағы басым ластаушы заттар мұнай өнімдері болып табылады. Термиялық өңдеу және тазарту цехына тазартуға жіберілетін сарқынды сулардағы мұнай өнімдерінің құрамы 30 мг/дм<sup>3</sup> концентрациясына жетеді.

Жұмыс «CASPI BITUM» БК» ЖШС зертханасы ұсынған материалдармен өз зерттеулеріміз негізінде орындалды. Сондай-ақ, кафедра зертханасы жағдайында жаңғақ қабығынан сорбент алу бойынша эксперимент жүргізілді.

Химиялық ластанған сарқынды суларды сорғы станциялары бөлек қысым коллекторлары арқылы тазарту қондырғыларының қабылдау камерасына жібереді. Әрі қарай, сарқынды сулар түйіршікті сүзгілерде және сорбцияланған

модификацияланған целлюлозада тазартудан өтеді. Алдын ала тазартылған сарқынды сулар сорғы станциясының тазартылған сарқынды суларының қабылдау камерасына түседі және қысымды кәріз сорғылары арқылы «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ-ға тазартуға жіберіледі.

Сарқынды суларды алдын ала тазарту учаскесінің алаңында:

- Коагуляциялық пластиналары бар сепаратор;
- Араластырғыш реакциялық резервуар;
- Ауа флотациясының құрылғысы;
- Жаңғақ қабығын тиейтін түйіршікті сүзгілер;
- Сорбенттер модификацияланған целлюлоза сүзгілері;
- Тазартылған сарқынды суларды айдау сорғы станциясы, тұрмыстық үй-жайлар орнатылған.

14-кестеден «CASPI BITUM» зауытының алдын ала тазартылған сарқынды суында «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ тазарту құрылыстарына, атап айтқанда биологиялық тазарту блогына берер алдында мұнай өнімдерінің құрамы орта есеппен 13 мг/дм<sup>3</sup> құрайтынын көруге болады, бұл рұқсат етілген нормалардан асып түседі. Осы себепті оттегінің химиялық қажеттілігі де жоғары – орташа есеппен 325 мг/дм<sup>3</sup>. Суда күкірттің иісі сақталады (АГ / 2)-50% және рН 5,5-7,0 бейтарапқа жақын реакция. Алдын ала тазартылған судың түсі мен мөлдірлігі ашық сары, бұл суда күкірттің болуын растайды. Ерімейтін органикалық заттар жоқ. Хош иісті беттік белсенді заттар шекті рұқсат етілген концентрациядан сәл асады. Оттегінің биологиялық қажеттілігі ОБҚ<sub>5</sub> жоғары 200 бірлікке жетеді, сонымен қатар құрғақ қалдықтың көп мөлшері бар - 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

Кесте 14 – Биологиялық тазарту блогына берер алдында алдын ала тазартылған сарқынды судың сапалық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атаулары	Алдын ала тазалаудан кейін бастапқы су
1	2	3
1	Мұнай өнімдері, мг/дм <sup>3</sup>	5-17
2	ОХҚ	278-350 (1500*)
3	Қалқымалы заттар, мг/дм <sup>3</sup>	14 (325*)
4	рН	5,5-7
5	иісі	АГ/2
6	түсі	ашық сары
7	мөлдірлік	ашық сары
8	ерімейтін органикалық заттар, мг/дм <sup>3</sup>	-
9	СББЗ, мг/дм <sup>3</sup>	0,11-0,18 (6*)
10	хлоридтер, мг/дм <sup>3</sup>	600-750 (1400*)
11	сульфаттар, мг/дм <sup>3</sup>	600-700 (1500*)
12	азот нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	0,65-2
13	азот нитриті, мг/дм <sup>3</sup>	0,11-1,2

#### 14-кестенің жалғасы

1	2	3
14	фосфаттар, мг/дм <sup>3</sup>	0,05-0,1 (3,5*)
15	ОБҚ	120-200
16	темір, мг/дм <sup>3</sup>	0,21-0,49
17	құрғақ қалдық, мг/дм <sup>3</sup>	946-1100 (3500*)
18	қыздыру кезіндегі жоғалтылымдар, мг/дм <sup>3</sup>	172-233
19	жалпы кермектілік, мкмоль/дм <sup>3</sup>	1450-1700

Әр түрлі қатынаста SiO<sub>2</sub>:C сорбенттерді алу үшін жаңғақ қабығының партиясы таңдалды. 10% күкірт қышқылы ерітіндісімен жуғаннан кейін, тазартылған сумен шайылды және қабықтың жуылған партиясы ауа атмосферасында муфель пешінде ұшпа заттарды кетіру үшін, 400-500°C температурада 30 және 60 минут аралығында жағылды, өйткені бұл температурада әдеби дереккөзге сәйкес адсорбция орталықтары қалыптасады. Карбонизация сатысында бастапқы кеуектілік пен беріктік, яғни болашақ белсенді көмірдің қаңқасы қалыптасады. Термиялық талдауға сәйкес, жаңғақ қабығының органикалық компонентінің негізгі бөлігі 400 - 500°C температурада жойылады. Карбонизацияланған органикалық заттардың қажетті бөлігі көміртегі құрамын анықтау болып табылады, өйткені суды мұнай мен мұнай өнімдерінен тазарту дәрежесі көміртегі құрамына байланысты [149].

Осы мақсатта біз синтезделген сорбенттердегі көміртегінің мөлшеріне зерттеулер жүргіздік.

Сорбенттерді көміртегі құрамы бойынша зерттеу. Алынған сорбенттің көміртегі мен күлділігін анықтау үшін оларды 800°C температурада 2 сағат термиялық өңдеуден өткізді. Бұл температурада көміртектің толық жануы жүреді, ал көміртекті қабықтың іс жүзінде ақ күлі қалады. Әртүрлі SiO<sub>2</sub>:C қатынасындағы сорбенттерді алу режимдері туралы мәліметтер 15-кестеде берілген.

Кесте 15 – Сорбенттерді алу режимдері

№	Көміртектену температурасы, 0С	Көміртектену уақыты, мин	Көміртек құрамы, %	Күл мөлшері, %
1	400	30	95	2,5
2	400	60	90	4
3	500	30	80	10
4	500	60	60	10

Сондықтан болашақта синтезделген сорбенттердегі көміртегі мөлшері бойынша зерттеулер жүргізу қажет. Тазартудың бірінші кезеңінің соңғы жағында көміртекті жаңғақ қабығына негізделген сорбент сүзгісін қолдану мүмкіндігі сорбенттің салыстырмалы түрде жоғары меншікті салмағымен ғана



емес, сонымен қатар оның беріктігі мен термиялық тұрақтылығын беретін көміртегі құрамымен де анықталады.

Суды мұнайдан тазарту бойынша қосымша зерттеулер үшін ең жоғары көміртекті сорбент таңдалды, яғни 30 минут аралығында 400°C температурада алынған сорбент. Өздеріңіз білетіндей, сорбенттердің тиімділігін сипаттайтын негізгі көрсеткіш олардың сорбциялық сыйымдылығы, яғни сорбенттің масса бірлігімен сорбаттың мүмкін болатын ең көп мөлшерін сіңіру қабілеті болып табылады. Мұнай сыйымдылығына келетін болсақ, бір сағат ішінде 1 г сорбент 0,38 г мұнайды сіңіре алады, ал сорбция уақытының жоғарылауымен бұл көрсеткіш одан әрі артады. Сорбция уақыты ұлғайған сайын сорбциялық сыйымдылық та артады. Мұнай және мұнай өнімдерінің сарқынды суларын сорбенттер арқылы тазарту мүмкіндігін анықтау үшін динамикалық жағдайда тазартылатын ерітіндіні бекітілген адсорбент қабаты арқылы сүзу олардың сорбциялық сипаттамаларына негізделеді. Динамикалық жағдайда сорбцияның сипаттамаларын анықтау кезінде судың өту жылдамдығын және тазартылған судағы мұнай концентрациясы ескеріледі.

Тазартуға түсетін сарқынды судың көлемі «Kazakhstan Petrochemical Industries» АҚ кәсіпорнының өзінен айтарлықтай және тіпті жиынтық сарқынды сулардан да асып түседі. Сонымен қатар, битум зауытының сарқынды суларында мұнай өнімдерінің көптігі байқалады, бұл, сайып келгенде, тазарту қондырғыларының тиімділігіне және ластаушы заттар мен мұнай өнімдері бойынша тазарту дәрежесіне әсер ете алмайды. Республикада қолданылып жүрген санитарлық нормалар мен ережелер (№104 СанПиН 18.01.2012 ж.) судағы мұнай өнімдерінің құрамын 0,1 мг/дм<sup>3</sup> шегінде регламенттейтінін атап өту қажет. Тазартылған сарқынды сулардағы мұнай өнімдерінің құрамына 4-10 мг/л аралығында рұқсат етіледі. Осыған байланысты тиімді микроорганизмдерді (*Lactobacillus*) енгізе отырып, жаңғақ қабығының негізінде SiO<sub>2</sub>: С арақатынасы әртүрлі сорбенттерді қолдану мүмкіндігі бойынша зерттеулерді қажет етеді.

### 3.2.3 Биологиялық тазарту сатысында мембраналарды пайдалану мүмкіндіктері

Мембраналық биореактор технологияларын (МБР) пайдалану сарқынды суларды тазартудың ең перспективалы жоғары өнімді әдісі болып табылады, ол барлық параметрлер бойынша жоғары сүзу көрсеткіштерін береді және ескі сарқынды суларды тазарту жүйелерін жаңарту және жаңаларын құру үшін тамаша шешім болып табылады. МБР-дегі сарқынды суларды тазарту принципі биологиялық өңдеуді белсенді шламмен механикалық мембраналық фильтрациямен біріктіреді. Механикалық және физика-механикалық тазартудан өткен сарқынды су биореакторға түседі, ол ультрафильтрациялық мембраналар орналасқан мембраналық блогы бар аэротенкке өтеді. Лайдан тазарту үдерісі лай қоспасы сүзілетін мембраналарды қолдану арқылы жүреді [150].

Біз кәсіпорындарда қайта пайдалану мақсатында сарқынды суларды тазарту сапасын арттыру үшін қарастыратын ультрафильтрация технологиясы судан суспензияларды, коллоидтарды, бактерияларды, криптоспоридияларды

және лямблияларды кетіру мақсатында су дайындау саласында қолданылады. Биологиялық тазарту сатысында мембраналарды пайдалану микроорганизмдердің биореакторларда толық сақталуын қамтамасыз етеді, бұл ретте аэротенктердегі белсенді тұнба концентрациясын 2-3 есе көбейту үшін жағдайлар жасалады, бұл биореактордың тотығу қуатын арттыруға мүмкіндік береді. Сүзу процесінде бөлшектердің бөлінуі мембраналардың кеуектерінің мөлшерінен үлкен болады. Ультрафилтрациялық мембраналар 0,01-0,02 мкм кеуек өлшеміне ие, бұл кез келген қалқымалы бөлшектер толығымен жойылатын сүзгіні қамтамасыз етеді. Ультрафилтрация технологиясы сарқынды суларды өңдеу схемаларында тұндыру және сүзу сатыларын алып тастауға және тазартылған судың айтарлықтай жақсаруымен тазарту қондырғыларының өнімділігін 1,5 - 2 есе арттыруға мүмкіндік беретін жедел сүзгілер мен микрофилтрлерде суды тазартудың классикалық технологиясына балама ретінде көбірек қолданылуда.

Өнімділік мембрана өндірушісі белгілеген критикалық деңгейге дейін төмендеген жағдайда, сондай-ақ мембрана тесіктері тұнбамен толығымен бітелген жағдайда, өнімділікті қалпына келтіру үшін химиялық жуу жүргізілуі керек. Ол үшін тұнба құрамындағы элементтерге байланысты реагенттерді қолдану қажет.

Мембрана тесіктері толығымен бітеліп, мембрананың жұмысын қалпына келтіру шаралары сәтсіз болған жағдайда мембрана аутопсиясы жасалады.

Ультрафилтрацияның келесі артықшылықтары бар:

- судың тұзды құрамын өзгертпестен суды қалқымалы заттардан, лайланудан, коллоидты қосылыстардан тиімді тазартуды қамтамасыз етеді;

- суды дезинфекциялауды қамтамасыз етеді: тері тесігі 0,01–0,03 мкм болатын ультрафилтрациялық мембраналар бастапқы судан патогендер мен вирустарды, соның ішінде *Giardia* және *Cryptosporidium* 99,99% алып тастайды және бактериялар мен қарапайымдыларды 100% ұстайды.

- қондырғылар жинақы, бұл күрделі құрылыс шығындарын азайтады;

- тазартылған судың сапасын бастапқы судың құрамындағы өзгерістердің кең ауқымында сақтайды;

- қолданылатын реагенттердің саны классикалық тазарту жүйелерімен салыстырғанда айтарлықтай төмен;

- сондай-ақ, дәстүрлі тазарту сияқты, коагулянт ерітінділерін қолдануға болады.

- жүйелерді сарқынды суларды қосымша тазарту ретінде пайдалануға болады, атап айтқанда, биореакторларда тазартудан кейін алынған.

Өнеркәсіптік сарқынды суларды тазарту үшін МБР технологиясының артықшылықтарының жиынтығы классикалық технологияға қарағанда едәуір күрделі салымдар мен оны жүзеге асырудың ағымдағы шығындарын (10-20% жоғары) толығымен өтейді, ал сарқынды суларды тазарту сапасы суды қайта пайдалануға және төгінділердің көлемі мен уыттылығын азайтуға мүмкіндік береді. Айта кету керек, МБР технологиясын қолданатын тазарту қондырғыларының (ТҚ) жұмысына мониторинг жүргізу олардың жұмысының

тұрақтылығын және шығу нүктесінде суды тазартудың жоғары сапасын қамтамасыз ететін ТҚ-ын құзыретті пайдалану өте маңызды екенін көрсетеді. Сонымен қатар, Ресей Федерациясының, Украинаның және Қазақстанның климаттық жағдайларында МБР қолданатын көптеген ТҚ жұмысының жоғары тиімділігі климаттың әсері бұрын болжанғандай маңызды емес екенін дәлелдеді, тіпті қыста да олардың жұмысы тұрақты және жобалық шешімдерге сәйкес келеді.

МБР технологиясы мұнай-химия саласының кәсіпорындарына таяу болашақта Қазақстан Республикасының аумағында кәсіпорындарды экологиялық нормалау мен санаттаудың жаңа жүйесін енгізуге және кәсіпорындардың заманауи технологияларға көшуін қамтамасыз етуге арналған экологиялық заңнаманың барлық нормалары мен талаптарына сәйкес келуге мүмкіндік береді.

Осылайша, өндіріс процесінде сарқынды суларды сапалы тазарту үшін ағымдағы биореакторларға мембраналық технологияны енгізу қоршаған ортаға төгінділердің санын азайтып қана қоймайды аэрацияланатын көлемдердің азаюына негізделген, сонымен қатар суды қайта пайдалану арқылы су ресурстарын пайдаланумен байланысты экономикалық аспектілерді шешуге мүмкіндік береді. Қарастырылған МБР қоршаған ортаға теріс әсердің алдын алудың, экологиялық қауіпсіздікті арттырудың және өнеркәсіптік өндірістің нормативтік талаптарға сәйкес жұмыс істеуінің маңызды құралдарының бірі болады [151].

### **3 - бөлім бойынша қорытынды**

1. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының, атап айтқанда жол битумдарын өндіру зауытының сарқынды суларының негізгі улы және қауіпті ластаушы заты мұнай өнімдері болып табылады. Бұл сарқынды сулардың құрамы әр түрлі және мұнайдың сапасы мен оны өңдеу технологиясымен, сондай-ақ оларды тазарту дәрежесімен анықталады. «Caspі Bitum» зауытында жол битумдарын өндіру үшін құрамында су, күкірт (массаның 1,06%), сондай-ақ құм түріндегі механикалық қоспалары жоғары Қаражанбас кен орнының мұнайы пайдаланылады. Өндіріс процесінде судың қатты ластануы мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электр тұзсыздандыру қондырғыларында жүреді. Бұл жағдайда пайда болған су тек минералданудың жоғарылауымен ғана емес, сонымен қатар ОБҚ және ОХҚ жоғары деңгейімен сипатталады. ОХҚ көрсеткішінің жоғары мәндері суда тотығуы қиын органикалық қосылыстардың болуын анықтайды.

2. Санитарлық-техникалық шарттарға сәйкес битум зауытының сарқынды суларын су айдындарына ағызуға тыйым салынады, ал оларды қайта пайдалануға болмайды. Осыған байланысты, зауыттан 5 км қашықтықта, рельефтің табиғи төмендеуінде буландырғыш тоған орнатылған.

3. Химиялық қосылыстар мен элементтердің кең ассоциациялары су қоймасында жиналады және биосферамен байланыстан оқшауланбайды. Осылайша, мұнаймен ластанған сулардың аумақтық буландырғыш бетінен

мұнай көмірсутектерінің буы, сондай-ақ басқа да ұшқыш химиялық қосылыстар буланып, атмосфералық ауаны және елді мекендердің топырағын ластауы мүмкін.

4. 2018-2019 жылдардағы зерттеулер битум зауытының сарқынды суларының буландырғыш тоғанының ластану динамикасы мен деңгейін зерттелді. Тоғанның сарқынды суларының (АС) химиялық құрамы 8 көрсеткіш бойынша анықталды. «Caspi Bitum» зауытының сарқынды су булану тоғанының жағдайы биогенді элементтер құрамы бойынша зерттеліп, динамикасы анықталды. Аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ), нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ), фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), фенол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  көрсеткіштері негізінде су сынамаларына талдау жүргізілді.

Аммоний иондарының концентрациясы, 2018-2019 ж белгіленген нүктелерден алынған сынамалар талдауының нәтижесі бойынша ШРК мөлшерінен ауытқушылық байқалды. Аммоний иондарының концентрациясының жоғарылауы, әдетте, күзгі-қысқы кезеңде байқалады. Бұл тоғандағы су организмдерінің өліміне тікелей байланысты, ал жазда аммоний иондарының концентрациясы төмендеуі фотосинтез кезінде өсімдіктердің  $\text{NH}_4^+$ -ті қарқынды түрде сіңіруімен түсіндіріледі.

*Нитрат* ( $\text{NO}_3^-$ ) иондарының ШРК-дан асып кетуі әдетте биологиялық тазартудан кейін станциядан келетін суда анықталынған. Сондықтан сарқынды суларды төгу аймағында, яғни 1-ші нүктеде  $\text{NO}_3^-$  мөлшері ең жоғары болды, 2-ші және 3-ші нүктелер үшін бұл көрсеткіш ШРК мәнінен аз.

*Нитрит* ионы  $\text{NO}_2^-$  технологиялық қажеттіліктерге су дайындауда ингибитор ретінде жол битумын өндіруде қолданылады. Тоған суындағы нитриттердің ең жоғары концентрациясы 3-ші нүктеде (күм массиві) тіркелді. Бұл мезгілде нитриттердің ең жоғары концентрацияға ие болуы, әдетте, жаз кезеңінің соңында, фитопланктонның белсенді болуымен түсіндіріледі. Күзде нитрит иондарының мөлшері сәйкесінше төмендейді. Нитрит азотының ШРК мөлшерінен жоғары болуы жақында органикалық ластану, сонымен қатар органикалық заттардың минералдану процестерінің болғандығын сипаттайды. Органикалық заттар мұнайдың құрамындағы көрсеткіштер болып табылады. Бірнеше кезеңдік тазалаудан өткен судың құрамында биологиялық төзімді, қиын тотығатын органикалық өнімдердің сақталып қалуы тазарту жұмыстарының қажетті деңгейде жүргізілмеуінің куәсі.

*Фенол*  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  - көптеген өнеркәсіптердің сарқынды суларының құрамында кездесетін ластаушылар бірі, әсіресе мұнай өңдеу өндірістерінде белең етек жайған. 2019 жылдың жазында фенолдың концентрациясы сарқынды суларды төгу аймағында, яғни 1-ші нүктеде  $0,063 \text{ мг/дм}^3$  көрсеткішіне жетіп, 1,26 есе ШРК-дан асып түсті. Фенол құрамды сарқынды суларды Маңғыстау облысының ыстық климатын ескере отырып, салқындатқыш түріндегі жабық жылу алмастырғыш аппаратурада қолдану маңызды шешім болады.

5. *Сарқынды суға гидрохимиялық талдаулар* жүргізу барысында рН, құрғақ қалдық, қалқыма заттар, ОХК, ОБК<sub>5</sub>, СББЗ, Fe жалпы, мұнай өнімдері анықталды. Бұл көрсеткіштердің барлығы дерлік ШРК мәнінен асып кеткені

тіркелді. Айта кету керек, бұған дейін буландырғыш тоғанға бірнеше кәсіпорындардан сарқынды сулар түскен, осыған байланысты битум зауытынан келетін сарқынды сулар резервуардың 1/3 бөлігін толтырады, тек терең (4,5 м) орталық бөлігінде, шамамен 13,0 га. Дегенмен СББЗ қосылыстар зияндылықтың токсикологиялық шектеу белгісіне жатады. Олар натрий тұздары түрінде, негізінен электр тұзсыздандыру қондырғыларында мұнайды тұзсыздандыру кезінде түзіледі. Темірдің ШРК-дан асып кетуі аймақтағы ауыр металдардың көп мөлшері бар жер асты суларының түзілу ерекшеліктерімен байланысты. Битум өндіруге арналған тотығу шикізатының топтық құрамы (Қаражанбас кен орнының мұнайынан алынған гудрон) хош иісті көмірсутектерден, парафиндерден, нафтендерден, шайырлардан және асфальттардан тұрады. Негізгі көмірсутек компоненті-хош иісті көмірсутектер (51,6%), ал олардың полициклді үлесі массаның 30% - дан астамын құрайды. Бұл өте улы канцерогендер. Ең қауіптілері - иісті полициклді көмірсітектер және құрамында күкірт бар қосылыстардың булануы. Бұл қауіпті химиялық қосылыстар көмірсутектер, газдар және суспензиялар түріндегі көші-қон ағындарына қосылып, атмосфералық ауаны және елді мекендердің топырағын және жер асты суларын ластайды.

6. Битум зауытының сарқынды суларын өңдеу әдістерін таңдаудағы зерттеулерде коагуляция/флокуляция, сорбция және биологиялық тазарту жүйелерін талдау және тазарту процесін жетілдіру бойынша алдын ала зерттеулерде мұнай өнімдерінің мөлшерін азайту, реагенттердің шығынын азайтуға мүмкіндік береді, дегенмен сарқынды су құрамында басқа да ластаушы элементтердің болуы және қоршаған ортада қолданылған реагенттермен екіншілік ластанудың анықталуы тазартуды кешенді жасыл технологияларды қарастыруды қажет етеді. Сарқынды суды алдын ала реагенттермен (сұйық композиттік коагулянт және ұнтақ флокулянт) өңдеу кезінде ондағы мұнай өнімдерінен тазарту дәрежесі ағымдағы реагенттермен (75,3%) салыстырғанда жоғарылады (94,3%). Бұл МТС-ке келетін сарқынды сулардан қалқыма бөлшектер мен мұнай өнімдерін кетіруде қазіргі уақытта қолданылатын реагенттерге қарағанда жеткілікті тиімді екенін көрсетеді. Сарқынды суды алдын ала сорбциялық тазарту зерттеулерде тиімді микроорганизмдерді (*Lactobacillus*) енгізе отырып, жаңғақ қабығының негізінде SiO<sub>2</sub>: C арақатынасы әртүрлі сорбенттерді қолдану мүмкіндігі анықталды. Ағымдағы биореакторларға мембраналық ультрафилтрация технологиясын енгізу теориялық тұрғыдан негізделді, ол қоршаған ортаға төгінділердің санын азайтып қана қоймайды аэрацияланатын көлемдердің азаюына негізделген, сонымен қатар суды қайта пайдалану арқылы су ресурстарын пайдаланумен байланысты экономикалық аспектілерді шешуге мүмкіндік береді.

7. Осыған байланысты құрғақ және ыстық климат жағдайында күн энергиясын пайдалана отырып, тұйық көлем шегінде булану процесін жеделдету үшін техникалық құралдарды әзірлеу қажет. Судың органикалық қосылыстармен ластануының буландырғыш тоғандағы су да өте лас. ОХҚ мен ОБҚ мәндері арасындағы арақатынас ағындардың негізгі сипаттамаларының бірі

болып табылады, ол бойынша су айдындарына ағызуға тыйым салынған, ал қайта пайдалану мүмкін емес ең экологиялық қауіпсіз схемаларды, технологияларды және сарқынды суларды тазарту әзірлемелерін әзірлеу жүргізіледі. Булану процесін күшейту және зиянды заттарды биосферамен жанасудан оқшаулау үшін экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді мөлдір жабындардың гелиотехникалық жүйесі жасау және ұсыну біздің ары қарайғы мақсатымыз болды. Бұл атмосфералық ауа мен топырақтың ластану деңгейін төмендетуге, булану процесін жеделдетуге, су тапшылығы жағдайында қалалық ағаштар мен бұталарды суару жүйесінде дистилляция арқылы тазартылған сарқынды суды пайдалануға мүмкіндік береді. Әзірленген гелиожүйе тоған бетінен зиянды заттардың булануын болдырмауға және сарқынды сулардың тұйық көлемде булану процесін күшейтуге мүмкіндік береді.

## 4 БИТУМ ЗАУЫТЫНЫҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАРТУДЫҢ ГЕЛИОТЕХНОЛОГИЯСЫ

### 4.1 Маңғыстау облысындағы гелиоқуаттылықты бағалау

Маңғыстау облысы, Қазақстанның басқа өңірлерінен құрғақ, ұзақ жазымен, салыстырмалы ылғалдылығы мен бұлттылығы төмен, күрт континенталды климатымен ерекшеленеді. Мұнда күн радиациясы-1 кВт/м<sup>2</sup> дейін жетеді. Бұл шама Қазақстанда тіркелетін ең үлкен шамалардың қатары. Жаздағы орташа температура 32-35°C аралығы болса, кейде олар 47°C-қа жететіні белгілі. 0-ден төменгі температуралық кезең орташа есеппен 2-2,5 айды құрайды. Өңірде қар жамылғысы жұқа немесе мүлдем пайда болмайды. Оңтүстік-шығыс бағытындағы басым желдің жылдамдығы қыста 8,9 м/с жетеді, жазда 7,3 м/с дейінгі жылдамдықпен негізінен шығыс бағыттағы жел басым болады.

Көптеген ғылыми зерттеулер мен тәжірибелерден құрғақ және ыстық климатта гелиотехникалық құрылғылар мен қондырғыларды салу және жобалау үлкен маңызға ие екендігін байқаймыз. Жарық энергиясының табиғи ресурстары туралы мәліметтер бойынша жарық-климаттық аймақтарға бөлу күн қуаттылығын есептеуде негізгі шарттардың бірі. Осы бағытта зерттеулердің дамуы және соңғы бірнеше онжылдықтардағы жарық климатының картасын жетілдіру бойынша жұмыстар Н.Н. Калитин, К.Е. Бабуринов, Н.М. Гусев, П.И. Хорошилов, Т. А. Глаголевская, Б. А. Темчин, Н. П. Никольская, Н. Н. Киреевтің еңбектерінде жан-жақты көрсетілген, бұл зерттеулер күн радиациясын өлшеудің көпжылдық деректеріне негізделген.

Маңғыстау облысының аумағы бойынша радиациялық теңгерім 9 ай бойы оңтайлы қалыпта болады. Оның максималды мәні маусым-шілде айларында байқалады, негізінен солтүстіктен оңтүстікке қарай төмендейді, бұл жазда шөл далада шағылысқан радиацияның жоғарылауымен байланысты.

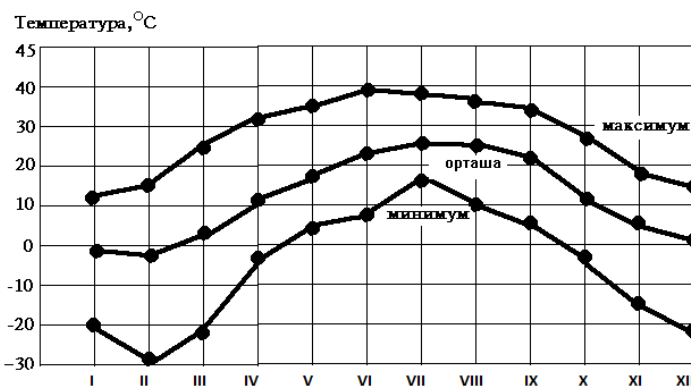
Облыс бойынша актинометриялық бақылаулар желісі шектеулі болғандықтан, радиациялық режимнің негізгі заңдылықтары м/с бойынша Форт-Шевченкоде жүргізіледі (16-кесте).

Салыстырмалы түрде аймақтың бойлық бойынша созылып орналасуы термиялық режимге айтарлықтай әсер етеді, Бұл әсер әсіресе қыста байқалады. Ең суық ай қаңтардың орташа температурасы – минус 8,6 °С (Бейнеу) және минус 4,4 °С (Тұщыбек) тіркелді. Жалпы, қыс өңірде жылы өтеді. Бірақ, кейбір жылдары қыс мезгілінде аяз минус 26 - 34°C аралығында ауытқандығын да деректерді зерттеу нәтижесінде анықтадық.

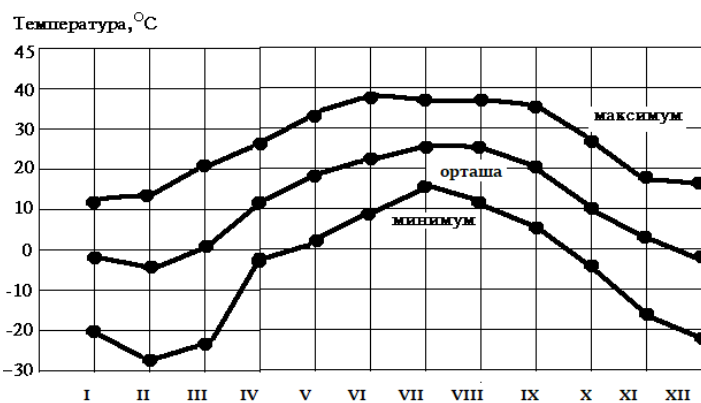
Төменде Маңғыстау облысының аумағында орналасқан Форт-Шевченко, Құлалы және Қызан метеостанцияларының орташа айлық температурасының өзгеру диаграммалары (бақылау ұзақтығы – соңғы 25 жыл) (15-17-суреттер) келтірілген.

Кесте 16 - Күн сәулесінің ұзақтығы, жалпы күн радиациясының қосындысы

Ай	Ұзақтығы, сағ	Бір тәуліктегі күннің түсу ұзақтығы, сағ	Күнсіз тәулік саны
1	88.0	4.4	11.0
2	113.0	5.6	8.0
3	159.0	6.4	6.0
4	221.0	8.2	3.0
5	303.0	10.1	1.0
6	332.0	11.1	0.0
7	339.0	10.9	0.0
8	317.0	10.2	0.0
9	262.0	9.0	1.0
10	191.0	6.8	3.0
11	113.0	4.9	7.0
12	73.0	3.8	12.0
Жылына	2511.0	8.0	52.0

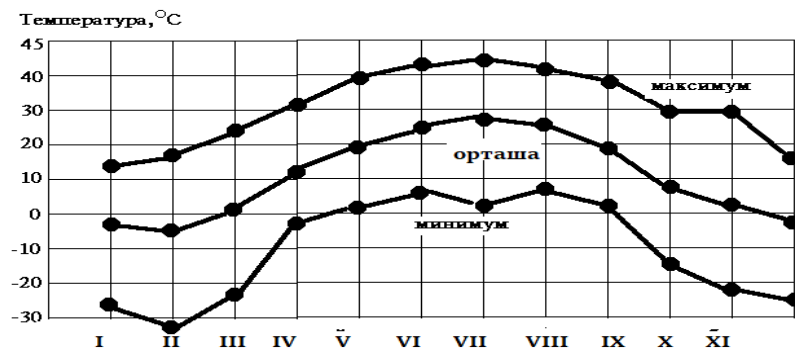


Сурет 15 – Форт-Шевченко станциясы бойынша орташа айлық температураның өзгеру диаграммасы



Сурет 16 – Құлалы станциясы бойынша орташа айлық температураның өзгеру диаграммасы





Сурет 17 – Қызан станциясы бойынша орташа айлық температураның өзгеру диаграммасы

Маңғыстау облысы қатал климаттық шөл аймағында орналасқан. Ауа ылғалдылығының төмен болуы және буланудың (жылына 1200 мм) ықтимал жоғарылығы атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 140-тан 200 мм-ге дейін түсуіне негіз болып табылады. Орташа географиялық ендік  $42^{\circ}\text{с.е.}$ , орман жамылғысының болмауы, өте әлсіз бұлттылық және күн сәулесінің ұзақтығы күн жылуының үлкен ағынын тудырады, орта есеппен күніне бұл шама 9-10 кВт дейінгі мөлшерді құрайды. Жазы ыстық құрғақ, ұзақ, максималды ауа температурасы шілдеде  $47^{\circ}\text{C}$  дейін жетсе, қаңтарда температура минус  $38^{\circ}\text{C}$  дейін төмендегені бойынша ақпарат зерттеу нәтижесінде белгілі болды. Орташа айлық температураның жылдық амплитудасы  $28-28^{\circ}\text{C}$ . Жылдың барлық айында 6,4 м/с жылдамдықпен қатты жел соғады, соғу бағыты оңтүстік-шығыста басым. Маңғыстау облысы, жарық климат картасына сәйкес, гипертермиялық аймаққа сәйкес келетін ең экстремалды климаттық аймақ V-де орналасқан. Сыртқы ауа температурасы  $T_c \geq 21^{\circ}\text{C}$  болатын кезеңнің ұзақтығы жылына 100 күнді құрайды. Қазаннан наурызға дейінгі кезеңде күннің орташа жылдық жарқырау ықтималдығы 50% - дан асады, бұл Қазақстанның осы аймағындағы жинақталған сарқынды суды гелиоқұрылғы негізінде өңдеуге және өндірістің басқа да қажеттіліктері үшін күн энергиясын пайдаланудың тиімділігін көрсетеді.

Күн радиациясының энергия көзі ретіндегі басты ерекшелігі-кез-келген гелиотехникалық құрылғы басқарылмайтын табиғи режимде үздіксіз жұмыс істеуінде. Шынында да, гелиоқондырғы күн энергиясын жинақтауы үшін алдымен күн энергиясын қабылдап, түрлендіруі керек, яғни тек түрлендірілген энергияны жинақтауға болады, ал жинақтау процесінің өзі тұтынушыға энергия беру процесін реттеуге мүмкіндік береді.

Гелиоқуаттылықты талдауда метеостанциялардан алынған мәліметтер заманауи жабдықтар негізінде алынбағандығын ескеріп, сонымен қатар актинометриялық деректерді талдауға жүгінбей-ақ, күн қуаттылығын сипаттауда жүгінген кейбір тарихи, климаттық және басқа да сипаттамаларын атап өткім келеді:

- географиялық тұрғыдан Маңғыстау облысы Түркіменстанмен іс бір ендікте орналасқан, ол өзінің қолайлы географиялық орналасуына байланысты күн энергиясын пайдалану мүмкіндігін зерттеу үшін негізгі тәжірибелік алаң

ретінде бірнеше жылдар бұрын таңдалғаны белгілі. Ол уақытта Маңғыстау облысы стратегиялық аймақ болып саналды және оның аумағында қандай да бір ғылыми зерттеулер жүргізу тиісті органдардың ерекше бақылауында болғандығы белгілі.

- Маңғышлақ түбегінің құрғақ климаты, оған Қаракұмдардың жақындығы, жауын-шашынның аздығы, жер үсті тұщы су көздерінің болмауы оны ғылыми зерттеулер жүргізуге ежелден кедергі болды, оның алғашқы әрекеттері ХІХ ғасырдың басында (Бек-Черкес экспедициясы) болды

- Маңғыстау облысында гелиотехникалық қондырғыларды пайдалану экологиялық сипатта ғана емес, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан да маңызды. Маңғыстау облысын энергиямен қанықтыру және тұщы сумен қамтамасыз қазіргі таңда үлкен мәселе [152].

#### **4.2 Дистилляцияның оңтайлы технологиялық параметрлерін зерттеу**

Дүние жүзін индустрияландырумен бірге судың қажеттілігі өсіп келе жатқан үлкен проблемаға айналуға, өйткені бүкіл жер бетінде су тапшылығы бар. Сондықтан су мәселесі тиімді шешуді қажет ететін маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Судың тонналық мөлшерін тұтынатын саланың бірі-мұнай өнеркәсібі. Мұнай өнеркәсібінің сарқынды сулары жоғары рН >7, жоғары ОБҚ >30 мг/л, жоғары ОХҚ >125 мг/л және жоғары >30 мг/л тұрақты эмульсия мен суспензияның мөлшерімен сипатталады. Дәстүрлі түрде мұнай өнеркәсібінің сарқынды сулары физикалық, химиялық және биологиялық әдістермен тазартылады. Аталған әдістер құрамында мұнай бар өнімдер мен ластаушы элементтер иондарының концентрациясын бақша дақылдарының суармалы суларына немесе сәндік дақылдардың жасыл екпелерін суаруға көзделген стандарттарға дейін төмендете алмайды. Сондықтан, көбінесе тазартудың соңғы сатысы суды табиғи булану тоғандарына төгуді қамтиды, онда судың булануы және шөгінді тұздардың жиналуы жүреді. Ең жақсы жағдайда оларды өндірісте қайта пайдалану үшін техникалық суды 1-2 есе қайтаруға қол жеткізіледі.

Бұл тарауда Маңғыстау өңірінің битум өндірісінің сарқынды суларын тазартуды зертханалық және пилоттық гелиоқондырғыда тазарту зерттеу нәтижелері келтіріледі (Қосымша Д).

Сарқынды суларды тазарту арқылы жаңартылатын су көзін құру, көгалдандыру, қоғамдық саябақтарды, жасыл желектерді суару талаптарына сәйкес деңгейге жеткізуді көздей отырып, экологиялық, экономикалық мәселелерді қатар шешуді алға тарттық. Бұл технология Араб Әмірліктерінде қолданылады, мұнда су ресурстарының жалпы көлемінің 14% - ы тазартылған сарқынды суларға тиесілі [153].

Дамыған елдерде тазартылған сарқынды сулар ғасырлар бойы суару суының көзі ретінде кеңінен қолданылып келеді. Тазартылған айналмалы сулар төмен құнымен сипатталады және микроэлементтердің артықшылығы бар бұл дақылдардың өнімділігін арттыруға және химиялық тыңайтқыштарға тәуелділікті азайтуға ықпал етеді [154].

Сарқынды суларды гелио-тұзсыздандырғыш дистилляциямен тазарту ұсынылады [155-156], содан кейін жеңіл ұшқыш органикалық қосылыстарды озонмен тотықтырады. Гелио тұщыландырғышты таңдау Маңғыстау өңірінің күн потенциалымен негізделеді, онда ашық күндерінің ұзақтығы жылына үш жүзге жуық, сондай-ақ суды тазартудың бұл тәсілі қымбат химиялық қосылыстар мен материалдарға (мембраналар, иониттер, сорбенттер және т.б.) жүктемені азайту болып табылады.

Сарқынды суларды және мұнаймен ластанған топырақты реагентсіз тазарту әдістері экожүйеге жүктемені және тұтастай алғанда өндіріс процесіне технологиялық шығындарды азайту үшін кең дамыды. Оларға кері осмос [157], мембраналық айдау [158-161], нано-, ультрафилтрация [162-163], өзін-өзі бұзатын ауа микро көпіршіктерімен өңдеу [164] жатады.

Сарқынды суларға арналған кері осмос қондырғылары суды ластаушы заттардан 95% тазартуға мүмкіндік береді коммерциялық қол жетімді, бірақ құны мен электр энергиясының үлкен қажеттілігіне байланысты шалғай жерлерде және өнеркәсіпте пайдаланылмайды.

Мембраналық айдау технологиясы таза су алудың және қайта өңделетін материалдарды шоғырландырудың озық әдісі болып көрінеді және өнеркәсіптік сарқынды суларды тазартқаннан кейін сұйықтықтың нөлдік ағуын қамтамасыз етеді. Көрсетілген артықшылықтарға қарамастан, әртүрлі зерттеулер энергия тиімділігі мембраналық дистилляцияның болашақ дамуы үшін негізгі фактор болып қала береді деген қорытындыға келді. Сонымен қатар, мембрананың сулануы мен ластануы тұздылықтың жоғары болуына және қоректік суда органикалық заттардың болуына байланысты кері осмостың маңызды проблемасы болып табылады [165].

Сондай-ақ, нано және ультрафилтрация әдістері қымбат мембраналарды қолдануды талап етеді, олардың жоғары ластанған суларды тазарту үшін өтелуі мүмкін емес. Сонымен қатар, мұнаймен ластанған суларды тазарту кезінде майлы қоспалар тез гидрофобты қабат түзеді, ол мембрана бетінде маңызды су тосқауылы ретінде әрекет етеді, бұл су ағынын азайтады, мембрананың қызмет ету мерзімін қысқартады және энергия шығынын арттырады.

Қалдықтарды кәдеге жарату мен рекультивациялаудың барлық салаларында жаңартылатын энергия көздерін қолданатын «жасыл» технологиялар артықшылығы бар. Гелио тұщыландырғыштарда тұщы су өндіру ластанған немесе тұзды суды тазартудың тұрақты әдістерінің бірі болып табылады. Азық-түлік өнеркәсібінің, пальма майы мен мұнай өндірісінің, су құбыры станцияларының және муниципалды сарқынды сулардың, әртүрлі өндірістік сарқынды суларының 85% - дан 98% - ға дейін төмендеуі көрсетілген. Күн дистилляторында буланғаннан кейін нақты теңіз суындағы тұз концентрациясының төмендеу дәрежесі 99,99% құрады. Сондай-ақ, тазартылған топырақты ала отырып, мұнаймен ластанған топырақты терең тазартуға арнайы гелиоқондырғыларда қол жеткізілді [166-169].

Кері осмос суды тұщыландырудың басқа әдістерімен салыстырғанда айтарлықтай артықшылықтарға ие: энергия шығындары салыстырмалы түрде аз,

қондырғылар құрылымдық жағынан қарапайым және жинақы, олардың жұмысын оңай автоматтандыруға болады. Пермеат пен концентрат шығынын бақылау сарқынды шығын өлшегіштермен жүзеге асырылады.

Суды тұщыландыру дәрежесі және тұзсыздандырылған судың өнімділігі әртүрлі факторларға, ең алдымен бастапқы судың жалпы минералдық құрамына, сондай-ақ элементтер құрамына, қысымға және температураға байланысты. Сонымен, құрамында 0,5% еріген тұздары бар ұңғымадан тұзды суды тұщыландыру кезінде 50 атм қысыммен бір тәулік ішінде мембрананың бір шаршы метрінен шамамен 700 литр тұщы су алуға болады. Үлкен беткі қабатты алу үшін көптеген жұқа құбырлар қажет болғандықтан, кері осмос процесі көп мөлшерде тұщы су алу үшін кең қолданылмайды. Алайда, егер болашақта жақсартылған төмен қысымды жоғары селективті энергия үнемдейтін мембраналар, әсіресе ұңғымалардан тұзды суды тұщыландыру үшін жасалса, бұл процесс өте перспективалы болып көрінеді. Бұл судың теңіз суымен салыстырғанда еріген тұздардың концентрациясы төмен, бұл оны төмен қысымда тұщыландыруға мүмкіндік береді.

Гелиокондырғыларда тұщы суды айдау әдісі минералданған сулар үшін жиі қолданылады, мұнда қоспа компоненттері 50-100 °С температура аралығында өзгермейді, бірақ мұнай болған жағдайда фракциялар сарқынды суларда дистилляция әдісін кейіннен тотығумен біріктіру қажет.

Тиімді тотықтырғыш үшін әр түрлі рН ерітінділерінде сарқынды суларды мұнай өнімдерінен тазарту үшін әр түрлі жетілдірілген тотығу процестерін зерттеу озон  $O_3$ , сутегі асқын тотығы  $H_2O_2$  және олардың комбинациясы маңызды. 25°C температурада көрсетілген тотықтырғыштар ОХҚ пен ОБҚ сәйкесінше 43% және 34% төмендеуін қамтамасыз етеді.

Сарқынды суларды ағызуды реттеу, оларды тазалау және дұрыс бөлу – табиғи әртүрлілікті сақтаудың кепілі болып табылады. Сулардың құрамын толық қанды бір қалыпты ұстау мүмкін еместігін байқай отырып, олардың өндіріс кезінде өндірілген өнім сапасына қарай ауытқулар болатындығын, сонымен қатар тоғанға төгілген судың да құрамы ауытқып тұратынына көз жеткіздік. Айта кетерлігі төгілген су құрамының тұрақсыз болуы қоршаған ортаға қауіпі бар. Қазіргі таңда Битум зауыты мекемесінде өндірістік көрсеткіштер заман талаптарына сай жыл санап даму сатысы жоғарылауда соның нәтижесінде пайдаланатын су көлеміде арту үстінде. Егер мекемеден бөлінетін сулардың көлемі артатын болса, онда уақыт өте сарқынды су көлемі ұлғайып кету қауіпі бар екендігін ескере кеткен жөн. Маңғыстау облысында қазіргі таңда жазғы айларда су тапшылығына байланысты тоғандағы суды қала ішін көгалдандыруға немесе бақша өсімдіктерін өсіруге және ауыл шаруашылығы жем шөп өсіру мақсатында қолдану маңызды.

Битум зауытында сарқынды суларды тазалау әдісі мұнай өнімдеріне қатысты тиімсіз болғандықтан суды тазалаудың жасыл технологияларының бірі күн энергиясын пайдалану арқылы тұздардан айыру ары қарай озондау әдісін зерттелді.

Күн энергиясын пайдаланудағы негізгі мақсаты өңірімізде жыл он екі ай бойында ауа температурасы жоғары деңгейде болады. Ауа температурасының жоғары болуы күн энергиясын пайдалануда оң нәтиже алуға мүмкіндік береді. Себебі сарқынды суларын тұщыландыруда экономикалық тұрғыдан тиімді әдістерді қарастыру басты міндеттемелердің бірі сол себепті осы зерттеу жұмысын жүргізуде күннен бөлінетін жылудың алатын орны және де маңызы өте зор екенін айта кеткен жөн. Күн энергиясымен тұщыландырудың негізгі үрдісі булану болып келеді. Буландыру жүзеге асыру үшін тәжірибені жүргізу барысында зертханалық қондырғы жинақталып буландыруды негізге ала отырып эксперименттер жүргізілді. Жұмысты жасау үшін ең алдымен булану процестеріне тоқтала кеткен жөн болды. Себебі біздің негізгі қозғаушы күшіміз және процессті жүзеге асырушы күн энергиясы болғандықтан судың ең төменгі булану деңгейлерін қарастыру маңызды. Соның нәтижесінде буланудың ең төменгі шегін табу көзделді. Булану барысын жоғары температурадан бастап буланудың тоқтау барсына дейін қарастырып кеттік. Зерттеу жұмысын жүргізу үшін сарқынды суының тазалауға дейінгі алғашқы этаптағы құрамы ешқандай тазалаудан өтпеген су пайдалауға алынды. Судың сыртқы сипатты сәл лайланған күйде және жағымсыз өзіне тән ерекше иісі болды. Тәжірибелік суды алып оны сүзгі қағазын пайдалана отырып судың ішіндегі ұсақ бөлшектерін сүзіп алып оны 500 мл-лік өлшегіш цилиндрде сүзгіден сүзіп бойындағы қалқыма бөлшектерді тазалап алынды (18 -сурет).



Сурет 18 – Суды сүзу барысы

Алғашқы булану  $100^{\circ}\text{C}$  температурада басталған болатын процесті бақылай отырып булану 47 минутта алғашқы бу пайда бола бастады. Булану үдерісі жүргізілген қондырғылар тізбегі 19- суретте көрсетілген.



Сурет 19 – Сарқынды суды буландыруға арналған қондырғылар тізбегі

Алғашқы булану процесі пайда болу уақытын анықтаған соң температураны  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа азайтуды жөн көрдік. Әрбір булану температурасында конденсацияланған сулар арнайы ыдыста жиналып отырды. Осылайша  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -та булану процесі 2 сағатты құрады, яғни өзіне қажетті температураны сақтап алған соң булану жүре бастады. Алғашқымен салыстыратын болсақ процесс екі есе баяу жүргендігі байқалды. Тәжірибемізді жүргізе отырып температураны  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейін тағыда төмендетіп, әрі қарай жұмыстарымызды жалғастырдық. Бұл зерттеуде негізгі жұмыс барысы температураны анықтау болғандықтан тұрақты бір бөлігіне тоқталу қажет болды.  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ты негізге ала отырып булану процесін жүргізу барысында 4 сағат 10 минуттан кейін бу пайда бола бастады осылайша қалыпты жағдайда тәжірибеміздегі булану шегі ретінде  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа тоқталды.  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурада қажетті суды буландыруға кеткен уақыт 2 сағат 5 минутты құрады.  $50$  немесе  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурада булану байқалмайды, бұл кезде тәжірибені ұзақ уақыт жүргізу қажет болды немесе қысымды жоғарылату қажеттілігі туындады. Негізгі өлшем ретінде алынған 400-мл сарқынды судан 300 мл көлемінде конденсат су алынды. Бұл жердегі су көлемінің ауытқуына негізгі әсер температураның өзгерісі және де кері клапанның өзіне тарту күшіне байланысты болды. Осылайша, зертханалық жағдайда таза суға қол жеткіздік. Алғашқы кезең бойынша алдын ала зертханалық зерттеулер оң нәтиже берді. Зерттеу нәтижелері 17-ші кестеде берілген.

Тәжірибе нәтижесінде алынған конденсат су, бастапқы су және буланудан кейін қалған текше қалдықтың жалпы көрінісі 20-шы суретте берілген.

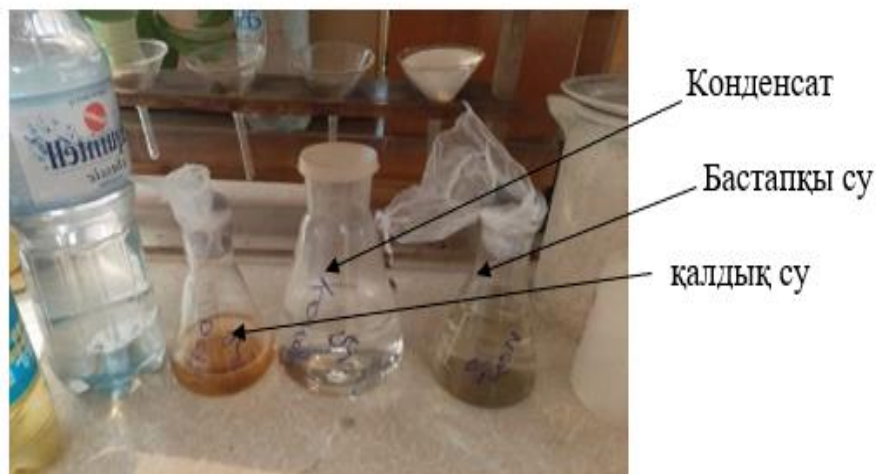
Гелиокондырғыда жүретін дистилляциялану үдерісін имитациялайтын зертханалық айналмалы буландырғыш секілді қондырғыда сарқынды судың



тазартудың технологиялық параметрлері зерттелді. Булану температурасын (55-70 °С- ты) және қысымды негізге ала отырып тәжірибелер жүргізілді.

Кесте 17 – Зертханалық буландырғыштағы зерттеу нәтижелері

№	Бастапқы саркынды су, мл	Дистилляция жүру параметрлері				Шыққан су, мл	
		t, °С	P, кПа	P, мм. с.б.	τ, мин	конденсат	қалдық
1	400	70	30	225	120	300	100
2	400	60	20	157	125	300	100
3	400	55	15	112	128	300	100



Сурет 20 – Түзілген сулардың сыртқы көрінісі

Зерттеу жұмыстары судың құрамындағы минералдық құрамына ғана емес оның элементтік құрамына, яғни ауыр, уытты металдарға да жасалды (18-кесте). Зертханалық жағдайларда тазартылған су сапасы Қазақстан Республикасының «Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМҚ-да тексерілді (Қосымша Г)

Кесте 18 – Судың құрамындағы металдардың мөлшері көрсетілген, мг/л

Li	Al	V	Cr	As	Se	Sr	Cd	Ba	Pb	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Мұнай өнімде рі
0,2	0,01	0,01	0,725	0,65	0,422	61,2	0,01	15,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,84

Уытты металарға тоқталу себебі егер олардың мөлшері көп болған жағдай бақша өсімдіктерін өсірген кезде су арқылы, қоректік тізбек негізінде, жемістеріне өтіп кету қаупі туындатуы мүмкін.

Кестеден көрініп тұрғандай сарқынды су құрамында мышьяк секілді уытты металдың едәуір мөлшері және критикалық қажетті бағалы металдар литий мен ванадий кездесетіні анықталды. Мұнай өнімдерінің мөлшері 0,84 мг/дм<sup>3</sup> құрайды.

Су тазарту технологиясын жасақтауды осы элементтерді мүмкіндігінше бөліп алудың кешенді шешімі қарастырылды.

Буландыру әдісін зерттеу нәтижелері, яғни тазартылған конденсат (тазартылған су) пен қалдық судың құрамы 19-кестеде көрсетілген.

Кесте 19 – Сарқынды суды зертханалық қондырғыда буландыру нәтижесі

№	Сынама-лар	Анықталатын элементтердің массалық үлесі, мг/л											
		Al	V	Li	Cu	As	Pb	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cd
1	Бастапқы	396	0.806	7,98	6,23	0,286	0.740	13.1	409	72.0	2.31	0.292	т/ж
2	конденсат	<0,0 1	<0,01	<0,01	0,01	<0,08	<0,01	0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж
3	қалдық	155	3,23	30,2	24,92	0,88	0,48	52,4	163	265	9,4	1,2	т/ж
4	2-ші айдау конденсаты	<0,0 1	<0,01	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж
5	2-ші айдау қалдығы	<0,0 1	<0,01	<0,2	-	2,23	0,38	0,01	-	-	-	-	-

Сарқынды суды буландыру төменгі 30-60 °С температурада және 15-30 Па қысымда жүргізілді. Бұл жерде бірінші реттегі алынған конденсатты екінші рет қайта буландыру кезінде судың құрамындағы металдардың құрамын азайғандығы және жойылып кеткендігін байқалады.

Зертханалық эксперименттер нәтижелеріне сүйене отырып, қоршаған ортаның температурасы 30-37°С және сыртқы қысымы 15-20 кПа болатын күн қондырғысын иммитациялайтын зертханалық буландырғыш қондырғыда сарқынды суларды тазарту мүмкінді жақсы екендігі анықталды. Тазартылған судың көлемі бастапқы су көлемінің 75%-ын құрайды, текше қалдық литий мен ванадий сияқты сирек металдардың және мышьяк сияқты уытты элементің көзі болып табылатындығы анықталды.

Буландыру барысында түзілген конденсаттың түсі мөлдір, аздап органикалық иісі бар және құрамындағы ұшқыш органикалық қосылыстардан тазартуды талап етеді.



Зертханалық тәжірибелерден соң, қолдан құрастырылған гелиотұщыландыру қондырғыда сарқынды суды тазарту бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Тәжірибелік гелиотұщыландыру қондырғысында көлемі 4000 мл сарқынды суларды тұщыландыру бойынша жұмыс жүргізілді. 3000 мл тазартылған су алынғаннан кейін гелиоқондырғының жұмысы тоқтатылды, қалдық су көлемі 1000 мл құрайды. 20 және 21-кестелерде эксперименттік жұмыстардың нәтижелері келтірілген.

Кесте 20 – Гелиоқондырғыда сарқынды суды айдау нәтижелері

№	Бастапқы сарқынды су, мл	t, °C сыртқы орта	Дистилляция параметрлері				Алынды, мл	
			t, °C	P, кПа	P, мм. рт.ст.	τ, мин	дистиллят	Текше қалдық
1	4000	37	70	30	225	120	3000	1000
2	4000	37	68	20	157	140	3000	1000
3	4000	38	70	15	112	160	3000	1000
4	4000	36	60	20	157	135	3000	1000
5	4000	33	55	15	112	128	3000	1000
6	4000	30	52	30	225	165	3000	1000
7	4000	30	51	20	158	165	3000	1000

Тазартылған судың ағыны мен көлемі қолданылатын сыртқы қысым мен температура режиміне тура пропорционал.

20-30 кПа тым жоғары қысымда мышьяк пен селеннің дистиллятқа ауысуы байқалды, бұл жерде мышьяқтың органикалық қосылыстарының құбылмалылығы мүмкіндігіне байланысты. Тым төмен қысымда процесс баяулайды.

Эксперимент нәтижелерін салыстыру статистикалық талдау жүргізу арқылы жүзеге асырылды.

Кесте 21 – Түзілген ерітінділердің құрамы

№	Ерітінділер	Элементтердің мөлшері, мг/л												
		Li	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	ОХҚ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.08	0.06	181.5
	II	30,2	155	3.23	2.9	265	163	1.2	9.4	24.92	52.4	0.88	1.48	508,4
2	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	0.07	160,5

## 21-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	II	30.6	154	3.22	2.9	265	163	1.2	9.6	26.1	52.7	0.67	1.36	504.4
3	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	148,3
	II	32.0	154	3.22	2.9	265	163	1.2	9.6	26.1	52.7	1.1	1.42	514.4
4	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.06	148,3
	II	31.4	154	3.22	2.9	265	163	1.2	9.6	26.1	52.7	1.12	1.42	514.4
5	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	148,3
	II	30.5	154	3.22	2.9	265	164	1.2	9.6	26.1	52.7	1.12	1.44	514.4
6	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	145,3
	II	31.4	154	3.22	2.9	265	166	1.2	9.6	26.1	52.7	1.12	1.42	524.2
7	I	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	140,1
	II	31.4	154	3.22	2.9	265	166	1.2	9.6	26.1	52.7	1.14	1.42	519.0
I – тазартылған су (дистиллят) II – қалған су (текше қалдық)														

Сонымен, сарқынды суды гелиоқандырғыда тазарту кезінде дистилляттың 75% гелиоқабылдағышта бөлінеді, онда ауыр металдардың мөлшері 0,01-0,48 мг/л құрайды, бірақ ұшқыш мұнай өнімдерінің мөлшері 47 мг/л құрады.

Буланудан қалған су (текше қалдық) қоңыр түсті, 2-3 күн тұрғаннан кейін тұнба түзді. Тұнба құрамында 57-60% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> және 5-7% Mn, 0,1–0,2% As құрады, яғни мышьяқтың қауіпсіз қосылысы түзегендігі анықталды. Тұнбаға мышьяқтың өту дәрежесі 99,04 %.

Мышьяқты тұнбаны сүзіп алған соң қалған ерітіндідегі литий, ванадий қосылыстарын бөліп алуға болады. Олар негізінен 90-95 %-ға сүзілгеннен кейінгі ерітіндіде қалады. Литийдің ерітіндідегі мөлшері 100-120 мг/л. Алынатын литий тұздары литий батареялары технологиясы үшін қолданылады. Сарапшылар электромобильдер сатылымының өсуіне байланысты литий элементі «жаңа мұнайға» айналуы мүмкін деп санайды.

Көміртекті бейтараптық дәуірінде литийге сұраныс артып келеді, тіпті энергияны көп қажет ететін батареяларды өндіру үшін осы металдың тапшылығына қауіп төндіреді. Халықаралық энергетикалық агенттіктің (ХЭА) болжамы бойынша 2040 жылға қарай нарықта литийге сұраныс 40 есеге артады. Ерітінділердің литийді бөліп алу жаңа зерттеулерді қажет етеді және ол болашақта зерттеулерде көрініс табатын болады.

Сонымен жалпы зертханалық тәжірибелер төменгі температурада және қысымда сарқынды суды айдау арқылы тазалау мүмкіндігін көрсетті.

Мұнай өнімдерінің ұшқыш фракциясына ауысуына байланысты ұсынылған жағдайларда алынған дистилляттағы ОХҚ 140-148 мг/л құрайды (1 және 2-кестелердің 3-7 эксперименттері). Жасыл желектерді суару үшін су шығындарын қажетті деңгейге дейін төмендету үшін ОХҚ мөлшері 50 мг/л-ден

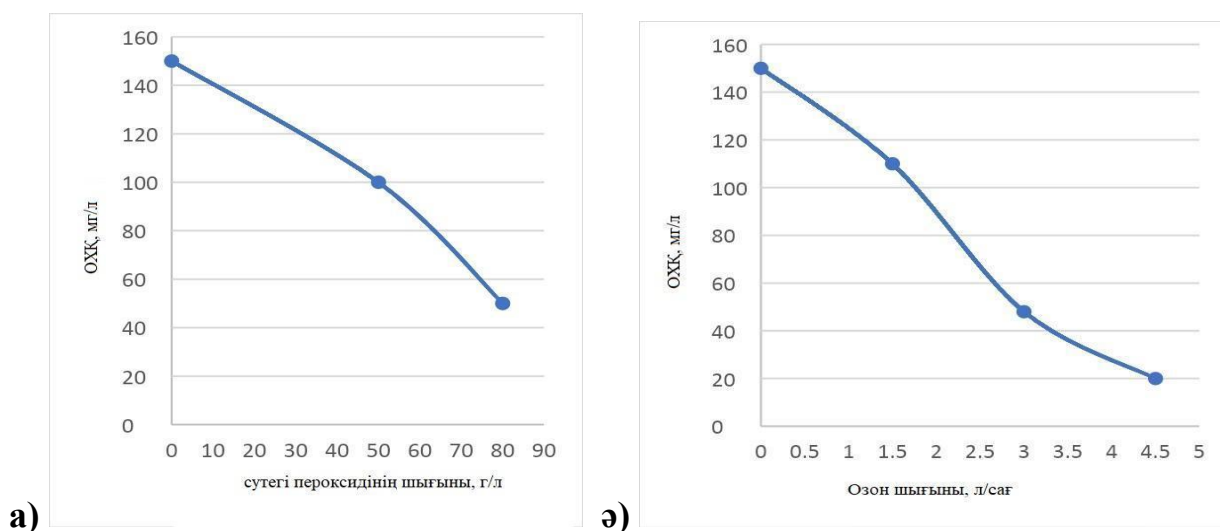
аспауы қажет. Конденсаттағы артық органиканы тотықтыру мақсатында сутегі асқын тотығымен және озонмен тотығу жұмыстары жүргізілді.

### 4.3 Озондаудың оңтайлы технологиялық параметрлерін зерттеу

Сарқынды сулардың тотығуы сутегі асқын тотығын қолдану арқылы жүзеге асырылады немесе озон тазартылған сарқынды сулардың шығыны мен сапасына, реагенттерді жеткізу және сақтау шарттарына негізделген. Суды тазарту және сарқынды суларды тазарту үшін сутегі асқын тотығын қолдану қазіргі таңда сұраныста, өйткені бұл тотықтырғыш озон сияқты өңделетін тұздың құрамын өзгертпейді. Озонның сілтілі тұндыру процесіне жанама әсері металдардың тұндыру толықтығына теріс әсер етуі мүмкін тазартылатын ағынның ілеспе органикалық және басқа ластануларын жою болып табылады. Мұндай ластанулар-тұнба бөлшектерінің коллоидтық тұрақтануын тудыратын кейбір беттік белсенді заттар, металл иондарымен тұрақты және сілтілі тұндыруға ұшырамайтын кешендер түзетін заттар.

Суда ауыр металл иондарының, атап айтқанда мыс, никель және темірдің болуы органикалық заттардың озонмен тотығу процесін каталитикалық түрде жеделдетуі мүмкін.

21-суретте сутегі асқын тотығын (А) және озонды (Ә) қолдана отырып, гелиокондырғыдан түзілген дистилляттағы мұнай өнімдерінің тотығуы туралы салыстырмалы зерттеулер келтірілген.



Сурет 21 – Сутегі асқын тотығы мен озон шығынының ОХҚ мәндерінің төмендеуіне әсері

Судың тазартылу көрсеткіштері ондағы жеңіл ұшатын мұнай фракцияларының мөлшерінің азаюымен, яғни ОХҚ анықтаумен нақтыланды.

Сутегі асқын тотығы мен озон ерітіндісін қолдана отырып, тотықтыру әдісімен дистилляттағы ОХҚ мәндерін төмендету мүмкіндігі зерттелді.  $H_2O_2$  ерітіндісін 50 г/дм<sup>3</sup> дейін дозада жеке қолдану ОХҚ мәндерінің айтарлықтай төмендеуіне ықпал етпейтіні көрсетілген. Ең үлкен өсім сутегі асқын тотығының

шығыны 1,0-1,5% дейін жоғарылаған кезде байқалады. Бір сатыда тұтынуды одан әрі арттыру тиімсіз.

Экономикалық тұрғыдан оны сарқынды суларды тазарту үшін пайдалану кез-келген процестің жанама өнімі болып табылатын жерде тиімді болады. Сондай-ақ, дезинфекциялау әдісін таңдау тек техникалық-экономикалық көрсеткіштермен ғана емес, сонымен қатар экологиялық талаптармен де анықталады. Сарқынды суларды тазартудың «экологиялық таза» технологияларының бірі озонмен тазарту технологиясы болып табылады.

ОХҚ мәндерін санитарлық-гигиеналық мәнге дейін төмендету үшін озонның оңтайлы шығыны 3л/сағ құрайды, бұл 48 мг/л ОХҚ сәйкес келеді.

Сарқынды суларды тазартуда озондау әдісін қолдану экологиялық тұрғыда өте тиімді. Себебі, озондау қалдықсыз әдіс болып табылады, өйткені озон оттегінен синтезделеді, атомдық және молекулалық оттегіге ыдырайды және екінші реттік ластаушы заттар түзбейді. Озондау әдісі реагентсіз тазалау әдісі болып табылғандығы оның тиімділігін арттырады және 100% экологиялық таза үдеріс болып табылады [170].

Жүргізілген зерттеуде алынған конденсат құрамындағы ОХҚ дәрежесін төмендету үшін озондау әдісін қолдану тиімді. Біздің жағдайда булану нәтижесінде суға өтіп кеткен органикалық заттарды және ОХҚ-ны озондаумен керек дәрежеге жеткізу оңай. Себебі, зертханалық талдау нәтижесі бойынша конденсатта ОХҚ мөлшері 140 мг/л шамасында болды. Бұл көрсеткішті қажетті деңгейге, яғни 48 мг/л жеткізу үшін 3 мг/л дозасымен 5 минут өңдеу қажет.

Айта кететін жәйт, бұл әдіс ОХҚ-тің 500-1000 мг/л көлемдегі сарқынды сулары үшін көп шығынды қажет ететіндігімен тиімсіз болуы мүмкін. Аталмыш зерттеуде, ОХҚ деңгейінің төмен болуына байланысты озонның көп мөлшері жұмсалмайды. Зерттеу нысанында айына 2500-5500 м<sup>3</sup> аралығында сарқынды су пайда болатындығын ескере отырып, конденсация үдерісінен соң озондау әдісін қолдану тиімді.

Озондаудан соң конденсат санитариялық-гигиеналық және ветеринариялық талаптарға сәйкестендірілгендіктен, техникалық дақылдарды, жем-шөпке арналған дәнді дақылдарды, жемшөп, ағаш-бұта, оның ішінде сәндік және пайдалы өсімдіктерді суаруға жарамды. Бірақ, көкөністерді, бақша және жидек дақылдарын бұл сумен суаруға жол берілмейді.

#### **4-бөлім бойынша қорытынды**

1. Ағынды суларды тазарту әдісінде қойылған міндеттерді шешу үшін дәйекті тазалау ұсынылады [171]:

- бастапқы ОХҚ көрсеткіші 358.27 мгО<sub>2</sub>/л болатын сарқынды суды 50-70 °С температурада және 15-20 кПа қысымда айдау арқылы ОХҚ мәні 140-148 мг О<sub>2</sub>/л дейін төмендейтін дистиллят алу;

- дистилляттағы мұнай өнімдерінің жеңіл ұшпа фракцияларының 3л/сағ озон шығынымен озондау арқылы ОХҚ мәні 48 мгО<sub>2</sub>/л жеткенге дейін тотығуы.

2. Зерттеу нәтижелерінің жаңалығын растайтын ҚР пайдалы модельге патенті алынды. Пайдалы модельдің міндеті - суды тазарту процесінің энергия

шығындарын азайту және пайдалы компоненттердің қайта пайдалануға болатын және концентрацияланған ерітінділерін алу арқылы технологиялық көрсеткіштерді арттыру.

3. Пайдалы модельдің техникалық нәтижесі энергия шығынын және реагенттерді, коагулянттарды, флокулянттарды немесе сорбенттерді қосымша енгізуді талап етпейтін, оларды одан әрі алу үшін кем дегенде 75% су шығымы бар кәсіпорын үшін айналым суын және пайдалы компоненттері бар текше қалдықтарын алудан тұрады. Бұл әдіс тұндыру реагенттерін, сорбенттерді және ион алмастырғыш шайырларды және т.б. пайдалануды болдырмау, сондай-ақ озонның ұшпа органикалық заттардың толық ыдырауы есебінен экологиялық тиімді дистилляция үшін күн энергиясын пайдалану есебінен ресурс үнемдеуші болып саналады.

## **5 БИТУМ ЗАУЫТЫНЫҢ САРҚЫНДЫ СУЛАРЫН ГЕЛИОҚОНДЫРҒЫДА ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН БАҒАЛАУ**

### **5.1 Битум өндірісінің сарқынды суларымен тазартылған судың экоуыттылығын биотестілеу әдісімен зерттеу**

Экотоксикологияның негізгі әдістері биоиндикация (қоршаған ортаның сапасын бағалау) және био-тестілеу (уытты әсерлерді эксперименттік зерттеулер жасау), сондай-ақ адам денсаулығының мониторингін жасау болып табылады. Уытты әсер ету механизмдерін зерттеу әдістерінің маңыздысы «доза–әсер» қатынасын бағалау, қоршаған орта объектілеріндегі, тірі организмдердегі токсиканттарды анықтау [172].

Гелиотехнологиялық жолмен тазартылған битум зауыты суларының химиялық құрамы бойынша бақша өсімдіктеріне немесе тағам өндірісіне қатысы жоқ жасыл желекті суаруға немесе оны техникалық су ретінде битум өндірісінде қайта қолдануға болатынын негіздеу үшін оның құрамдас элементтерінің мөлшерін мемлекеттік стандарттар талабымен салыстыру арқылы ұсыныс беру жеткіліксіз болып саналады. Өйткені, тазартылған сулардағы оттегінің химиялық қажеттілігін аз да болса көрсетіп отырған қосылыстар күрделі құрамды, биоаккумуляцияға бейімді, немесе топырақ құрамындағы уытты ауыр металдармен (Pb, Zn, Cd) тұрақты комплексті қосылыстар түзетін көмірсутектер класы болуы ықтимал.

Сондықтан диссертациялық жұмыста бастапқы сарқынды сумен тазартылған сулардың экотоксикологиялық қасиеттері олардың құрамдас компоненттерінің уыттылығы көрсеткіштерінің нәтижесі есептік жолмен жасалынды.

Есептеу жұмыстарында ерітіндінің аддитивтілігі, шамалардың олардың қосындысына қатыстылығы, яғни бүтін ерітіндіге сәйкес келетін шаманың мәні оның құрамдас компоненттеріне сәйкес келетін шамалардың қосындысына теңдігі қолданылды [173].

Битум зауыты сарқынды суы құрамы 22-кестеде көрсетілгендей өсімдіктерге қажетті мыс, марганец, темір, мырыш сияқты микроэлементтерден және уыттылық қасиеті бар ванадий, мышьяк, хром сияқты тазартуды қажет ететін компоненттер мен оттегінің химиялық қажеттілігінің жоғарылығымен сипатталады.

Сарқынды сулардың ластануына себепші элементтер мұнай өнімдерінен келген. Экологиялық тұрғыдан мұнай микроэлементтері уыттылығы жағынан екі топқа бөлінеді: уытты емес элементтер (Si, Fe, Al, Ca, Mg, P және басқалар) және уытты элементтер (V, Ni, Co, Pb, Си, Ag, Hg, Mo және т.б.). Ванадий мен никель порфирлі комплекстер құрамына кіреді және ауыр металдар ретінде тірі ағзаларға уытты әсер етеді.

Битум зауыты сарқынды сулары негізінен уыттылығы жағынан классификацияланбаған, тәжірибелік мәліметтер алынбаған, сондықтан да зерттеліп отырған судың құрамындағы элементтердің қасиеттерін жекелеп

қарастыру арқылы судың экоуыттылығын классификациялау үшін 23-кестеде көрсетілген критерийлер [174] және интерполяциялау принципі қолданылды (24-кесте).

Кесте 22 – Сарқынды судың сипаты

№	Құрамдастар	Мөлшері мг/л	Өндірістік сарқынды суларындағы РШК, мг/л	Қауіптілік классы
1	Литий	7.98	0,03 [154]	2
2	Алюминий	396	0,5 [153,715]	2
3	Ванадий	0.806	0,1 [155]	3
4	Хром	0.725	0,5 Cr (III), 0,05Cr (VI) [153]	3
5	Марганец	72.0	0,1 [155]	3
6	Темір	409	0,3 [153]	3
7	Кобальт	0.292	0,1 [155]	2
8	Никель	2.31	0,1 [153]	3
9	Мыс	6.23	1 [153]	3
10	Мырыш	13.1	5 [153]	3
11	Мышьяк	13.1	0,05 [155]	2
12	Селен	0.422	0,01 [155]	2
13	Стронций	61.2	7 [155]	2
14	Барий	15.9	0,7 [155]	2
15	Мұнай өнімдері	0.84	0,1 [5]	-
16	Нитрат иондары	90,0	45 [8]	3
17	ОХҚ	358.27	15	-

Сарқынды суларын классификациялау барысында өндірістік қалдықтарды классификациялау нормалары қолданылмады, өйткені сарқынды сулары ашық тоғандарда буландыруға жіберіледі, сондықтанды классификациялау олардың қоршаған ортаға тигізетін әсері бойынша химиялық өнімге қатысты көрсеткіштермен классификацияланды, оның үстіне сарқынды судың минерализациялануы жалпы 25% дан аспайды.

Битум зауыты сарқынды суының, тазартылып алынған және кубтық қалдық судың қоршаған ортаға жіті уыттылығы бойынша қауіптілік класын анықтауға (1) және (2) аддитивтілік формуласы қолданылды:

$$\frac{\sum C_i}{L(E)C_{50m}} = \sum_n \frac{C_i}{L(E)C_{50i}}, \quad (1)$$

$$L(E)C_{50m} = \frac{\sum C_i}{\sum_n \frac{C_i}{L(E)C_{50i}}} \quad (2)$$

Мұндағы  $C_i$  –  $i$  компонентінің проценттік көрсеткіштегі массалық үлесі;

$L(E)C_{50m} = CL_{50}$  немесе  $EC_{50}$  – қоспа немесе оның құрамдастары бойынша алынған эксперименттік мәліметтер;

$L(E)C_{50i} = CL_{50}$  немесе  $EC_{50}$  –  $i$  компонентінің мәліметтері, мг/л,  $i$  - 1 ден  $n$ -ға дейін,  $n$  – компоненттер саны.

Кесте 23 – Токсиканттардың су ортасына жіті уыттылығының қауіптілік класы

Қауіптілік класы	Критерий
1	$LC_{50}(EC_{50}) \leq 1 \text{ мг/л}$ (96 сағ балықтар және\немесе 48 сағ шаянтәрізділер үшін) және\немесе $EC_{50} \leq 1 \text{ мг/л}$ (72 немесе 96 сағ балдырлар үшін)
2	$1 < LC_{50}(EC_{50}) \leq 10 \text{ мг/л}$ (96 сағ балықтар және\немесе 48 сағ шаянтәрізділер үшін) және\немесе $1 < EC_{50} \leq 10 \text{ мг/л}$ (72 немесе 96 сағ балдырлар үшін)
3	$10 < LC_{50}(EC_{50}) \leq 100 \text{ мг/л}$ (96 сағ балықтар және\немесе 48 сағ шаянтәрізділер үшін) және\немесе $10 < EC_{50} \leq 100 \text{ мг/л}$ (72 немесе 96 сағ балдырлар үшін)

24-кестеде алынған мәліметтерді ескере отырып жалпы битум зауытының сарқынды суының уыттылығы есептелді:  $LC_{50} = 100 / \sum C_i / LC_{50i} = 0,5714 = 175 \text{ мг/л}$ .  $LC_{50}$  көрсеткіші бойынша битум зауытының сарқынды суы жіті уытты болып саналмайды. Егер  $\log Kow \geq 4$  бишоғырлануға бейім зат, ал  $\log Kow < 4$  бишоғырлануға бейімділігі жоқ зат екенін ескерсек және селен бойынша  $\log Kow = 5$  тең екендігіне байланысты битум зауытының суы суда тіршілік ететін ағзалар үшін созылмалы уытты болып саналады.

Кубтық қалдық судың уыттылық көрсеткіші:

$$LC_{50} = 100 / \sum C_i / LC_{50i} = 0,24151 = 414,052 \text{ мг/л}$$

Суды тазарту принципі дистилляциялау әдісіне бағытталғандықтан, кубтық қалдықта токсиканттардың концентрациясы артып оның уыттылық көрсеткіші сарқынды суына қарағанда жоғары болуы керек. Бірақ кубтық суда темір арсенатының және марганец арсенатының тұнбаға түсуі, алюминийдің коагуляциялану нәтижесінде олар тұнбалық өнімге бөлінеді. Нәтижесінде аса уытты компоненттер тұнба түзгендіктен, олардың кубтық қалдықтағы мөлшері төмендейді, соның салдарынан кубтық қалдықтың  $LC_{50}$  көрсеткіші сарқынды суының көрсеткішінен төмен.



Кесте 24 – Битум зауыты сарқынды суының құрамдастарының қоршаған ортаға жіті және созылмалы уыттылығы [175-180]

Элемент	Мөлшері, мг\л	Жіті уыттылығы бойынша мәліметтер L(E)C <sub>50</sub> мг/л	М (көбейткіш) жіті уыттылықты анықтағанда	Созылмалы уыттылығы бойынша мәліметтер	М (көбейткіш) созылмалы уыттылықты анықтағанда	Компоненттің жіті уыттылық бойынша қауіптілік класы
1	2	3	4	5	6	7
Литий (Li <sup>+</sup> бойынша)	7.98	Балықтар үшін, LC <sub>50</sub> - 109 mg/l, омыртқасыз сумекенділер үшін EC <sub>50</sub> - 29,4 mg/l, балдырлар ErC <sub>50</sub> - 153,4 mg/l	-	н-октанол / су (log KOW) = -0,77 (25 °C) омыртқасыз сумекенділер үшін EC <sub>50</sub> - >1,7 mg/l	-	2
Алюминий (нитрат бойынша)	396	Балықтар үшін, LC <sub>50</sub> – 0,07 mg/l, Дафния үшін Daphnia magna Straus LD <sub>50</sub> - 6,38 mg/l	-	қарастырылмаған	-	1
Ванадий (V <sub>4</sub> O <sub>12</sub> ) <sup>4-</sup> және (V <sub>10</sub> O <sub>26</sub> ) <sup>6-</sup> анионды комплекстері бойынша)	0.806	Балықтар үшін, LC <sub>50</sub> - Leuciscus idus 96 сағ - 0,693 мг/л; дафния және басқа да омыртқасыз сумекенділер үшін LC <sub>50</sub> - Americamysis bahia (Mysid) - 13,3 мг/л - 48 сағ.	1	Бактериялар үшін EC <sub>50</sub> – белсенді тұнба - > 100 мг/л - 3 сағ.	-	1

24-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Хром (нитраты бойынша)	0.725	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - Trout - 20,1 мг/л - 96 сағ. LC <sub>50</sub> - Oncorhynchus mykiss - 24,1 мг/л - 96 сағ. EC <sub>50</sub> - Daphnia magna (дафния) - 76,9 - 268,6 мг/л - 48 сағ.	-	қарастырылмаған	-	3
Марганец (оксиді бойынша )	72.0	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - Salmo trutta (кумжа) - 12,4 мг/л - 96 ч, EC <sub>50</sub> - Daphnia magna (дафния) - > 100 мг/л - 48 сағ	-	Desmodesmus subspicatus (жасыл балдырлар) - 1 мг/л - 72 сағ.	-	3
Темір (нитраты бойынша )	409	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> =315 мг/л; Fundulus heteroclitus- 48 сағ. EC <sub>50</sub> =0,9мг/л рН=6,5-7,5. Daphnia magna: EC <sub>50</sub> =152 мг/л – 48 сағ. омыртқасыз сумекенділер үшін EC <sub>50</sub> >100 мг/л - 48 сағ.	-	EC <sub>50</sub> >10.000 мг/л Микроорганизмдер – 3сағ	-	
Кобальт (нитраты бойынша )	0.292	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - Pimephales promelas (Гольян ) - 1,866 мг/л - 96 сағ. Дафния үшін LC <sub>50</sub> - Ceriodaphnia dubia - 0,39 мг/л - 48 сағ	-	ErC <sub>50</sub> – жасыл балдырлар Pseudokirchneriella subcapitata - 0,095 мг/л - 72 сағ. EC <sub>50</sub> – белсенді тұнба - 120 мг/л - 30 мин	-	2

## 24-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Никель (нитраты бойынша )	2.31	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> Pimephales promelas (Гольян ): 4,9 мг/л - 96 сағ LC <sub>50</sub> Lepomis macrochirus -5,3 мг/л - 96 сағ. Дафния және басқада омыртқасыз сумекенділер үшін EC <sub>50</sub> - 0,51 мг/л - 48 сағ.				2
Мыс (нитраты бойынша )	6.23	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - Pimephales promelas (Гольян ) - 0,19 мг/л - 96 сағ				1
Мырыш (нитраты бойынша )	13.1	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - 112 мг/л - 96 сағ., омыртқасыз сумекенділер үшін EC <sub>50</sub> - 1,4 мг/л - 48 сағ.		EC <sub>50</sub> - 5,2 мг/л микроорганизмдер, 3сағат		3
Мышьяк (мышьяк қышқылы бойынша)	13.1	Балықтар үшін LC <sub>50</sub> - 141 мг/л – 24 сағ.Балдырлар үшін EC <sub>50</sub> -159 мг/л водоросли 96 h		EC <sub>50</sub> - 0,256 - мг/л балдырлар 14 күн		3
Селен (элементті селен бойынша)	0.422	Мәліметтер жоқ		EC <sub>50</sub> >3.200 мг/л микроорганизмдер 3 сағ н-октанол / су (log <sub>KOW</sub> )-5		

24-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Стронций (карбонаты бойынша)	61.2	Балықтар үшін $LC_{50} > 92,8$ мг/л - 96 сағ; Балдырлар үшін $ErC_{50} > 43,3$ мг/л - 72 сағ.		$EC_{50} > 100$ мг/л микроорганизмы - 3 h		3
Барий (нитраты бойынша)	15.9	Балықтар үшін $LC_{50} > 3,5$ мг/л - 96 сағ. омыртқасыз сумекенділер үшін $EC_{50} \leq 18$ мг/л - 48 сағ Балдырлар үшін $ErC_{50} > 1,15$ мг/л - 72 сағ	-	$ErC_{50} > 2,19$ mg/l водоросли 72 d $EC_{50} > 1.000$ mg/l Микроорганизмы 3 h	-	2
Мұнай өнімдері	0.84	$LC_{50} - 0,32$ мг/л гидробионттар үшін	1	-	-	1
Нитрат иондары	90,0	10 мг $NO_3-N$ /л гидробионттар үшін	-	-	-	2

Кесте 25 – Қауіптілік класын анықтауға қажетті мәліметтер [154, 155, 160]

№	Токсиканттар	$LC_{50}$ балықтар үшін	Сарқынды суы		Кубтық қалдық	
			$C_i$ массалық үлесі, %	$C_i / L(E)C_{50i}$	$C_i$ массалық үлесі, %	$C_i / L(E)C_{50i}$
1	2	3	4	5	6	7
1	литий	109	0,000798	7,3211E-06	0,00319	2,92661E-05
2	алюминий	0,07	0,0396	0,565714286	0,0154	0,22

## 25-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
3	ванадий	0,806	0,0000806	0,0001	0,000322	0,000399504
4	хром	20,1	0,0000725	3,60697E-06	0,000299	1,48756E-05
5	марганец	12,4	0,0072	0,000580645	0,0265	0,002137097
6	темір	315	0,0409	0,000129841	0,0166	5,26984E-05
7	кобальт	1,866	0,0000292	1,56484E-05	0,00012	6,43087E-05
8	никель	4,9	0,000231	4,71429E-05	0,00096	0,000195918
9	Мыс	0,19	0,000623	0,003278947	0,00261	0,013736842
10	Мырыш	112	0,00131	1,16964E-05	0,00527	4,70536E-05
11	Мышьяк	141	0,00131	9,29078E-06	0,000114	8,08511E-07
12	стронций	92,8	0,00612	6,59483E-05	0,000142	0,000250603
13	барий	5,5	0,00159	0,000289091	0,023256	0,001098545
14	мұнай өнімдері	0,32	0,000084	0,0002625	0,006042	0,0007875
15	нитрат ионы	10	0,009	0,0009	0,000252	0,0027

\*Селен бойынша LC<sub>50</sub> мәліметтері жоқ болғандықтан, сарқынды суының қауіптілік класы тек 15 құрамдастары бойынша анықталды

Интерполяциялық есептеулер сарқынды суын сұйылту арқылы су қоймаларына тастауға болмайтынын және оның  $LC_{50} = 175$  мг/л көрсеткішінде тиімді емес екенін көрсетті. Гелиоқондырғыда дистилляциялау және озондау арқылы тазартылып алынған келесі құрамдағы су, мг/л:  $< 0,01Li$ ,  $< 0,01Al$ ,  $V$ ,  $< 0,01Cr$ ,  $< 0,01Mn$ ,  $< 0,010,06 Fe$ ,  $< 0,01Co$ ,  $< 0,01Ni$ ,  $< 0,01Cu$ ,  $< 0,01Zn$ ,  $< 0,02As$ ,  $0,03Se$ , 48 ОХҚ.

*Тазартылып алынған суды өсімдік-индикаторларда биотестілеу.*

Биотестілеу дегеніміз - әр түрлі сынақ объектілері арқылы ортаның уыттылығын анықтау процедурасы, олар қандай заттар мен қандай комбинацияда болғанына қарамастан биоиндикаторлардың (сынақ-нысан) өмірлік маңызды функцияларының өзгеруіне әкелетініне сигнал береді. Биотестілеудің негізгі артықшылықтары - эксперименттің қарапайымдылығы, жеделдігі және қол жетімділігі [181]. Бұл жерде атмосфералық ауаның, жерасты, жерүсті суларының, топырақ қабатының сапасын бағалау үшін сынақ-нысандары ретінде өсімдіктер мен жануарлар қатысады.

Тазартылып алынған судың сапасын бағалау және оның өсімдіктердің тіршілік қабілетіне әсерін зерттеу үшін сынақ-нысаны ретінде сұлы (Алжур сорты), қияр (Феникс сорты), қызылша (Боро F1 "Bejo" сорты) дақылдары алынды. Әр зерттеу үшін 30 тұқымнан алынды. Бақылау ретінде 4 нысан алынды:

1. Ауыз су (бақылау ретінде);
2. Битум зауытының сарқынды суы;
3. Сұйылтылған сарқынды суы, сұйылту саны 5,7 (сарқынды суының концентрациясы  $LC_{50} = 175$  мг/л болатындай етіп);
4. Гелиоқондырғыда тазартылған су

Бақылау суларының уыттылық дәрежесін бағалауға арналған параметрлер: өну энергиясы (ӨЭ), зертханалық тұқым өнгіштігі (ЗӨ), морфометриялық параметрлер: өркен мен тамыр ұзындығы, жер үсті және астындағы бөліктердің биомассасының жинақталуы. Өсімдіктің өнгіштігі мен өну энергиясы бір уақытта анықталып, пайызбен көрсетілді [182-184].

Биологиялық тест-нысандардың өсуін бақылау бойынша зертханалық тәжірибелер нәтижелері 26-29 кестелерде көрсетілген. 3-ші тәуліктегі бақылау бойынша ауыз суымен суарылған тұқымдар бойынша өну энергиясы қызылша бойынша 96,6 %, қияр -100 %, сұлы 90 %; сарқынды суында қызылша - 6,6 %, қияр-33,3 %, сұлы -13,3%; сұйылтылған сарқынды суында қызылша -60 %, қияр -40%, сұлы - 13,3%; тазартылған су бойынша қызылша - 100 %, қияр- 100 %, сұлы -63,3% (26-кесте). Қызылша мен қиярдың өну энергиясы 100 %, сұлының өну энергиясы бақылау нормасынан төмен.

Қызылша тұқымының тазартылған сумен суарғандағы өну энергиясы ауыз сумен суарған тәжірибелерге қарағанда жоғары, тұқымның барлығы дерлік өнген. Сарқынды суымен суарылған тұқымның тек 6,6 % -ы ғана өнген, бірақ 10-шы тәулікке дейін тамырдың өсуі байқалмайды, 7-8-ші тәуліктерде тамырдың шіруі басталды, сұйылтылған сарқынды суында да өну бірқалыпты, бірақ 10-шы тәулікке дейін кейбір тұқымдардың шіруі байқалады (27-кесте).

Кесте 26 – Зерттелетін сумен суарылған зерттелетін бионысандардың өнгіштігі

Сынама №	Тәжірибенің 3-ші күніндегі зерттелетін нысандардағы өнген тұқымдарының саны, дана.		
	қызылша	қияр	сұлы
1	29	30	27
2	2	10	4
3	18	12	4
4	30	30	19

Кесте 27 – Қызылша тұқымының өну нәтижелері

Сынама №	Мерзімі, тәулік															
	3-ші		4-ші		5-ші		6-шы		7-ші		8-ші		9-шы		10-шы	
	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см
1	29	0,7	28	1,5	28	3,0	28	4,4	28	6,2	28	7,5	28	7,5	28	7,5
2	2	0,5	2	0,6	2	0,6	2	0,6	2	0,6	2	0,6	2	0,6	2	0,6
3	18	0,4	18	1,4	17	3,0	17	4,4	17	6,0	15	6,1	15	6,1	15	6,1
4	30	0,6	29	1,8	29	3,2	29	4,2	29	6,1	29	7,0	29	8,8	29	9

Қияр тұқымының тазартылған сумен суарғандағы өну энергиясы ауыз сумен суарған тәжірибелерге жақын, тұқымдардың басым бөлігі өнген. Сарқынды сумен суарылған тұқымның тек 33% -ы өнген, бірақ 10-шы тәулікке дейін тамырдың өсуі тежелген, 7-8-ші тәуліктерде тамырдың шіруі басталды, сұйылтылған сарқынды суында да өну бірқалыпты, бірақ 10-шы тәулікке дейін кейбір тұқымдардың шіруі байқалады (28-кесте).

Кесте 28 – Қияр тұқымының өну нәтижелері

Сынама №	Мерзімі, тәулік															
	3-ші		4-ші		5-ші		6-шы		7-ші		8-ші		9-шы		10-шы	
	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см
1	30	3,2	30	4,5	30	6,5	30	8,0	30	10,1	30	12,0	30	12,0	30	12,4
2	10	0,3	10	0,6	9	0,8	8	0,8	8	0,8	7	0,8	7	0,8	7	0,8
3	12	2,2	12	2,6	11	2,7	11	2,7	11	2,7	11	2,7	11	2,8	10	2,8
4	30	2,2	28	3,9	28	6,5	28	8,4	28	9,8	28	11,0	28	12,0	28	12

Сұлы дақылдың тазартылған сумен суарылғанда алғашқы күндері 53 % ғана өну энергиясын көрсеткенімен 8-ші тәулікте 93,3% өнімділік көрсетті. Бастапқы күндері тежелу болғанымен, соңғы тәуліктерде өну энергиясы жоғарылайды. Қызылша және қияр дақылдарымен салыстырғанда сұлы тұқымы сұйылтылған сарқынды суында өнімділік көрсетті, 10 тәулікте зерттеуге алынған тұқымдардың 60% өнімділік көрсетті (29-кесте).

Кесте 29 – Сұлы тұқымының өну нәтижелері

Сынама №	Мерзімі, тәулік															
	3-ші		4-ші		5-ші		6-шы		7-ші		8-ші		9-шы		10-шы	
	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>орт</sub> см	N, да на	L <sub>ор</sub> т, см
1	27	0,7	27	2,5	27	3,8	25	6,5	25	10,4	25	14,2	25	18,0	25	18,5
2	4	0,5	4	1,9	4	1,9	4	1,9	4	1,9	4	1,9	4	1,9	4	1,9
3	4	0,5	4	1,8	4	2,1	4	4,6	4	6,9	4	10,0	4	14,1	4	14,6
4	19	2,2	18	3,4	18	6,1	18	10,1	18	14,0	18	18,5	18	20,0	18	20,5

Битум зауытының сарқынды суларын тазарту арқылы алынған сумен суару нәтижесінде өскен дақылдардың ішінде сұлыда тежелу байқалды, және ол 3,2 % -ға тең, бірақ бұл көрсеткіш рұқсат етілген ең жоғары фитоуыттылық индексінен 20%-дан төмен. Сондықтан күн қондырғысы негізінде тұщыландырылып, одан әрі мұнай қалдықтарынан озонмен тазартылған судың фитоуыттылығы төмендейді(30-кесте).

Кесте 30 – Тазартылған судың бақша дақылдарының тіршілік әрекетіне әсері

Суарылған судың түрі	Бақша дақылдары	Бақша тамырларының орташа ұзындығы, мм (L <sub>орт</sub> ), мм	Сынақ реакциясы	Тежелу коэффициенті E <sub>T</sub> , %
Ауыз суы	Қызылша	7,5	Қалыпты	-
	Қияр	12,4	Қалыпты	-
	Сұлы	18,5	Қалыпты	-
Битум зауытының сарқынды суларынан тазартылған су	Қызылша	9,0	Қалыпты	-
	Қияр	12	Тежелген	3,2
	Сұлы	20,5	Қалыпты	-
Сұйылтылған сарқынды суы	Қызылша	6,1	Тежелген	18,7
	Қияр	2,8	Тежелген	77,4
	Сұлы	14,6	Тежелген	21,1
Битум зауытының бастапқы сарқынды суы	Қызылша	0,6	Тежелген	92,0
	Қияр	0,8	Тежелген	95,16
	Сұлы	1,9	Тежелген	89,73



Келесі зерттеулер тұқымды топыраққа отырғызып, суару арқылы жасалынды.

Ары қарай қолданысқа енгізілетін судың зертханалық жағдайда сапасын бақылау үшін тазарту өткен сумен бақша дақылдарын суару сынақтан өткізілді.

Алдын ала эксперимент нәтижелері 31-кестеде берілген.

Тәжірибе барысында әр дақыл 30 данадан егілді және 10 апта бойына сәйкесінше сулармен суарылды. Әр апта сайын 1 өскін зерттелініп отырды. Өсімдіктерді 50 мл сумен 3 күн жиілігімен суарылды.

Кесте 31 – Дақылдардың биотестілеу көрсеткіші

Тәулік	Ауыз (құбырдағы) су		Тазартылған су		Сарқынды суы	
	өркені, см	тамыры, см	өркені, см	тамыры, см	өркені, см	тамыры, см
сұлы дақылы						
7 тәулік	6,5	6,5	8,0	7,5	7,0	10
14 тәулік	21,5	10	25	7,0	25	5
21 тәулік	24,2	14	27	14	25	4,8
қияр дақылы						
7 тәулік	7,0	4,5	8,5	2,8	7,2	9,6
14 тәулік	17,0	10	14	4,6	19,0	12
21 тәулік	18,0	11	17	4,9	19,0	7,5
қызылша дақылы						
7 тәулік	7,0	3,5	6,2	4,3	9	1,0
14 тәулік	9,0	4,0	9,0	4,4	10,0	2,0
21 тәулік	12,4	6	9,0	5,0	11,0	2,4

Топыраққа отырғызылған тұқымдар 21 тәулікке дейін жақсы өсім берді, сарқынды сумен суарылған өсімдіктерде 14 тәулікке дейін өркені жақсы өсім көрсетті, бірақ 15 тәуліктен бастап олар солуы басталды. Демек топырақ сарқынды суындағы токсиканттарды өзіне сорбциялау қабілеті бар, ал өсімдіктер жасушалары суды өзіне мүмкіндігінше фильтрлеп алады.

Үш аптадан кейін тазартылған сумен суарылып топыраққа өсірілген өсімдіктердің құрамындағы химиялық элементтерді жинақталу (аккумуляция) қабілетін анықтау үшін сараптамалар жүргізілді.

Алғашқы өткізілген тәжірибеде өсімдіктердің барлық бөліктері - тамырлары, сабақтары, жапырақтары үлгі ретінде алынды. Өсімдіктер алдымен 50-60 °C кептіргіш шкафта тұрақты массаға дейін кептірілді. Содан соң муфельді пеште 500-550 °C күйдіру арқылы күлге айналдырылды. Нәтижесінде қиярдың күлділігі 15%, сұлының күлділігі 7,2%, ал қызылша дақылыныңкі 3,5% құрады. Жанбаған қалдық сода және спирт ерітінділеріндегі ерітіндіге толығымен ауысқаннан кейін ерітіндідегі ауыр түсті металдардың мөлшері анықталды.

Барлық өсімдік дақылдарының жанбаған қалдығындағы ауыр және түсті металл иондарының мөлшері 0,01%-дан төмен болды.

Зерттеу нәтижелерінің қорытындысы битум зауыты сарқынды суын гелиоқондырғыда дистилдеу арқылы тазартып, мұнай өнімдерінің жеңіл фракцияларын озонмен тотықтыру арқылы ыдырату нәтижесінде алынған су бақша дақылдарын өсіруге жарамды екендігін көрсетті.

## **5.2 Сарқынды суларды тазартуда гелио технологияны таңдаудың артықшылықтары және экономикалық тиімділігі**

Жұмыс аясында қол жеткізілетін нәтижелер негізінде қоршаған ортаға мұнай өндіру, өңдеу зауыттарынан келетін жүктемені азайтады. Ағын суларды тазарту жасыл энергетика тетігін пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Жүзеге асырылған жұмыс негізінде күн энергиясын пайдалана отырып, реагентті қажет етпейтін экологиялық тұрғыда тиімді суды тазарту әдісі жасақталынады. Суды тазарту жүйесінде тазартуға негізделген екі және одан да жоғары әдістер біріктіріледі.

Күн энергиясы негізінде сарқынды сулардың тазалау экологиялық тұрғыда таза өнім бола отырып, экономикалық тұрғыда да тиімді болып саналады. Себебі, кәсіпорын өз қажеттілігін тазартылған сумен қанағаттандырып, қосымша сатып алынатын суды қажет етпейді. Сонымен қатар, су көлемінің 75 пайызының айналымға енгізілуі ұсынылып отырған әдістің экономикалық тиімділігін көрсетеді. Булану тоғанына да бөлінген аймақтар көлемі азаяды. Оларды күтіп ұстау бойынша шығындар көлемі де төмендейді. Тазалау қондырғыларын модернизациялау арқылы Маңғыстау өңірінің күн потенциалын пайдалана отырып, технологиялық қажеттіліктерді қанағаттандыратын және аймақ аумағындағы жасыл-желектерді суаруға жарамды сумен қамтамасыз етіледі.

Жұмыстан күтілетін әлеуметтік тиімділікке тоқталып өтсек, қоршаған ортаға тасталатын судың көлемін қысқарта отырып, оны сауықтырудың шешімдері беріледі. Ал айналымға (өндіріс қажеттілігіне) судың айтарлықтай мөлшерінің енгізілуі экономикалық тиімділіктің алғышарттары болып табылады.

Қоршаған ортаға сарқынды сулардың көлемін қысқарту жұмыстың экологиялық тұрғыда тиімділігін көрсетеді.

Сарқынды суларды гелиотехнология негізінде тазарту – суды тазарту саласында серпінді нәтижелер алу мүмкіндігін туғызады. Сарқынды судың көлемінің төмендегені қоршаған ортаға техногендік жүктемені азайтады және ел экономикасын арттыру мақсатында ғылым мен технологияның дамуына оң әсер етеді.

Жұмыс аясында қол жеткізілген нәтижелер мұнай өндіру, өңдеу бағытындағы кәсіпорындарда, сонымен қатар битум зауытта сарқынды суларды тазартуда қолданылады.

## **5-бөлім бойынша қорытынды**

1. Диссертациялық жұмыста бастапқы сарқынды сумен тазартылған сулардың экотоксикологиялық қасиеттері олардың құрамдас компоненттерінің уыттылығы көрсеткіштерінің нәтижесі есептік жолмен жасалынды. Есептеу жұмыстарында ерітіндінің аддитивтілігі, шамалардың олардың қосындысына қатыстылығы, яғни бүтін ерітіндіге сәйкес келетін шаманың мәні оның құрамдас компоненттеріне сәйкес келетін шамалардың қосындысына теңдігі қолданылды.

2. Тазартылып алынған судың сапасын бағалау және оның өсімдіктердің тіршілік қабілетіне әсерін зерттеу үшін сынақ-нысаны ретінде сұлы (Алжур сорты), қияр (Феникс сорты), қызылша (Боро F1 "Bejo" сорты) дақылдары алынды. Әр зерттеу үшін 30 тұқымнан алынды. Бақылау ретінде ауыз су (бақылау ретінде), битум зауытының сарқынды суы; сұйылтылған сарқынды су, сұйылту саны 5,7 (сарқынды суының концентрациясы LC50 – 175 мг/л болатындай етіп) және гелиотұщыландырғыш қондырғыда тазартылған су.

3. Тәжірибе барысында әр дақыл 30 данадан егілді және 10 апта бойына сәйкесінше сулармен суарылды. Әр апта сайын 1 өскін зерттелініп отырды. Өсімдіктерді 50 мл сумен 3 күн жиілігімен суарылды.

4. Зерттеу нәтижелерінің қорытындысы битум зауыты сарқынды суын гелиотұщыландырғыш қондырғыда дистилдеу арқылы тазартып, мұнай өнімдерінің жеңіл фракцияларын озонмен тотықтыру арқылы ыдырату нәтижесінде алынған су бақша дақылдарын өсіруге жарамды екендігін көрсетті.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Битум зауытының буландыру тоғандарына тасталынатын сарқынды суларын тазарту мәселелерін зерттеу нәтижесінде энергия және су жетіспеушілігі бар Маңғыстау аймағының климаттық жағдайларын, атап айтқанда жылдық күн ұзақтылығын пайдалана отырып суды гелиоқондырғыда буландыру, алынған дистиллятты ұшқыш органикалық қоспалардан озондау арқылы реагентсіз тазарту әдісі жасалынды.

*Зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша қысқаша тұжырымдама*

1. Битум зауытының су тұтыну жүйелері зерделенді және буландырғыш тоғанға тасталынған сарқынды суларды экологиялық бақылау мақсатында алдын ала белгіленген нүктелерден далалық эксперименттер негізінде сынамалар алынды. Тоған суына гидрохимиялық талдаулар жүргізу барысында рН, құрғақ қалдық, қалқыма заттар, ОХҚ, ОБҚ<sub>5</sub>, СББЗ, Fe жалпы, мұнай өнімдері көрсеткіштерінің мөлшерлері анықталды.

2. Су булану тоғанының жағдайы биогенді элементтер құрамы бойынша зерттеліп, ластану динамикасы анықталды. Аммоний-ион ( $\text{NH}_4^+$ ), нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ), нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ), фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), фенол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  көрсеткіштері сарқынды суларды төгу аймағында, яғни 1-ші нүктеде барлық көрсеткіштер бойынша ШРК-дан асып түсетіні (1-рет болса да) анықталды.

3. Битум зауытының сарқынды суларды тазалау жүйесін талдау және сарқынды суларын өңдеу әдістерін таңдаудағы зерттеулерде коагуляция/флокуляция, сорбция және биологиялық тазарту жүйелерін талдау және тазарту үдерісін жетілдіру бойынша алдын ала зерттеулер мұнай өнімдерінің мөлшерін азайту, реагенттердің шығынын төмендетуге мүмкіндік берді, дегенмен сарқынды су құрамында басқа да лаस्ताушы элементтердің болуы және әдістерде қолданылған реагенттермен екіншілік ластанудың анықталуы тазартуды кешенді жасыл технологиясын қарастыруды қажет етті.

4. Дистилляциялану үдерісін имитациялайтын булану негізінде жұмыс жасайтын зертханалық гелиоқондырғыда судың тазалану дәрежесі зерттелді. Зертханада жүргізілген химиялық талдаулар нәтижесінде зерттеуге алынған сарқынды судың орташа құрамы анықталды, мг/л: 7.98 литий, 396 алюминий, 0.806 ванадий, 0.725 хром, 72.0 марганец, 409 темір, 0.292 кобальт, 2.31 никель, 6.23 мыс, 13.1 мырыш, 13.1 мышьяк, 0.422 селен, 61.2 стронций, 15.9 барий, 0.84 мұнай өнімдері, 90,0 нитрат иондары, 358.27 ОХҚ.

5. Битум зауыты сарқынды суын гелиоқондырғыда буландырып тазартудың оңтайлы жағдайлары таңдалынды: қоршаған ортаның температурасы 30-37 °С және гелиоқондырғыға берілетін қысым 15-20 кПа, гелиоқондырғыда буланатын судың температурасы 55-70 °С. Осы жағдайларды суды буландыруды оның бастапқы көлемінің 75% дистиллятқа өткенге дейін жалғастырғанда судың ауыр метал иондары мен нитрат аниондарынан толық тазартылатыны анықталды. Дистилляттағы ауыр металдардың мөлшері 0,01-0,48

мг/л, ұшқыш мұнай өнімдерінің мөлшері 47 мг/л құрайды. Мұнай өнімдерінің жеңіл ұшқыш фракциясының дистиллятқа өтуіне байланысты ОХҚ 140-148 мг/л құрайды.

6. Буланудан қалған су (текше қалдық) 2-3 тәулік бойына қалыпты жағдайда қалдыру арқылы темір-мышьяк-марганецті тұнба бөлініп алынады: 57-60%  $Fe_2O_3$  және 5-7% Mn, 0,1–0,2% As. Мышьяқтың қауіптілігі төмен қосылысынан тұратын тұнбаны сүзіп алғаннан кейінгі ерітіндінің  $LC_{50}$  көрсеткіші 414,052 мг/л-ге тең. Ол ерітіндіні су балансын сақтап тұруға тоғанға жіберуге жарамды.

7. Судың химиялық құрамында ОХҚ мөлшері 50 мг/л-ден аспауы үшін (жасыл желектерді суару талаптарына сәйкестендіру үшін) органикалық қосылыстарды тотықтыру мақсатында озонмен өңдеу зерттеулері жүргізілді. Қойылған талаптарға сай келуі үшін озонның шығыны 3л/сағ болатынын анықталды. Осы жағдайларда алынған суда ОХҚ мөлшері 48 мг/л-ге тең.

8. Сарқынды суды пилоттық гелиотұщыландыру қондырғысында буландырып, ары қарай органикалық қосылыстарын озонмен тотықтырып ыдырату нәтижесінде алынған судың шығымы 75 % құрады, химиялық құрамы келесі көрсеткіштерге сай, мг/л: < 0,01Li, < 0,01Al, V, < 0,01Cr, < 0,01Mn, < 0,010,06 Fe, < 0,01Co, < 0,01Ni, < 0,01Cu, < 0,01Zn, < 0,02As, 0,03Se, 48 ОХҚ.

9. Битум зауытының сарқынды суының қауіптілік класын анықтау үшін есептеулер әдісі қолданылды,  $LC_{50}$  көрсеткіші 175 мг/л-ге тең және жіті уытты болып саналмайды, құрамындағы селен мөлшері бойынша  $\log Kow = 5$  тең екендігіне байланысты буландыру тоғанындағы су суда тіршілік ететін ағзалар үшін созылмалы уытты болып саналады.

10. Тазартылып алынған судың сапасын бағалау және оның өсімдіктердің тіршілік қабілетіне әсерін зерттеу өсімдіктерге биотестілеу жұмыстары жүргізілді. Сынақ-нысаны ретінде сұлы (Алжор сорты), қияр (Феникс сорты), қызылша (Боро F1 "Bejo" сорты) дақылдары алынды. Қызылша және қияр тұқымдарының тазартылған сумен суарғандағы өну энергиясы ауыз сумен суарған тәжірибелермен бірдей нәтиже көрсетті. Сұлы дақылдың тазартылған сумен суарылғанда алғашқы күндері 53 % ғана өну энергиясын көрсеткенімен 8-ші тәулікте 93,3% өнімділік көрсетті.

Битум зауытының сарқынды суларын тазарту арқылы алынған сумен суару нәтижесінде топырақта өскен дақылдардың ішінде сұлыда 3,2 % -ға тежелу байқалды, бірақ бұл көрсеткіш рұқсат етілген ең жоғары фитоуыттылық индексінен 20%-дан төмен. Бұл нәтижелер тазартылған судың фитоуыттылығының төмендегенін дәлелдейді.

*Мәселелердің толық шешілуінің бағалануы.* Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде ұсынылған битум зауытының сарқынды суын тазартудың гелиотехнологиясы Маңғыстау өңірінің климаттық жағдайларына сәйкес жасалынды. Диссертациялық жұмыста алға қойылған реагентсіз тазарту әдісі іске асырылып, өндіріске қайтаруға болатын немесе жасыл желектерді суаруға арналған су өндіру әдісі жасалынды. Тазартылған су биотестілеуден өткізіліп, сынақ өсімдіктердің өнімділігі мен өсу энергиясы ауыз сумен өсірілген

дақылдармен салыстырғанда бірдей болатыны дәлелденді. Технология кеңейтілген лабораториялық сынақтан өткізілді. Тазартылған судың химиялық құрамы аккредитацияланған әдістермен және тәуелсіз зертханаларда анықталды (Қосымшалар В, Г).

*Алынған нәтижелерді қолданысқа енгізуге ұсынылған нұсқаулары.*

Гелиоқондырғылардың су дайындау өндірісінде үлкен масштабтарда қиындықсыз қолданыс тауып отырғанын ескере отырып, диссертациялық жұмыс нәтижесінде дайындалған гелиотехнологияны өндірістік масштабта қолданысқа енгізу үшін келесідей шарттар ұсынылады:

- гелиоқондырғының қуаттылығы белгілі бір уақыт кесіндісінде тазартудан өтетін су көлемін 50-70 °С жеткізуге шамалас болуы керек;

- түзілетін дистилляттың мөлшері немесе суды тазартуды тоқтату уақыты сарқынды суының минерализациялану мөлшеріне тікелей байланысты және оның мөлшері минерализациялану мөлшерімен қосқанда 100 %-ды құрайды, мысалы минерализациялануы 30 % болса, тазартылған судың шығымы 70 %;

- қысымды 15-20 кПа -дан, температураны 70 °С-ден жоғары көтеру, суды тазарту уақытын қысқартқанмен, дистиллятта қиын ыдырайтын органикалық қосылстар мөлшерінің жоғарылауына алып келеді;

*Технологияны өндіріске енгізу жағдайындағы техника-экономикалық бағалануы.* Битум зауыты сарқынды суын тазартуды ұсынылып отырған әдіс негізінен капиталдың және жұмысшылардың төлем ақысынан тұрады. Капиталдық шығындарға жылына 40 мың текше метр сарқынды суын тазарта алатын қуаттылықтағы гелиоқондырғыны жасауға кететін шығындар кіреді. Эксплуатациялық шығындарға вакуумдық насосы және озонаторды іске қосуға қажетті электр энергиясы немесе күн энергиясын жинақтаушы аккумулятор/батареялар жатады. Судың 75 % -н өндіріске қайтару немесе жасыл желектерді суаруға жарату өндіріске қажетті суды сатып алуға кетін қаражаттың 50-60 % -н үнемдейді, текше қалдықта уытты металдардың концентрациялануы нәтижесінде тұнбаға бөлінуі оларды реагентсіз тұндыру нәтижесінде экологиялық нормативдерді қамтамасыз етуге кететін қаражаттардың едәуір үнемделуіне ықпал етеді.

*Зерттелетін саладағы үздік жетістіктермен салыстырғанда орындалған жұмыстың ғылыми деңгейінің бағасы.*

Су адамзат өмірінде ең қажетті ресурс және оны тұрмыста немесе өндірісте пайдалану химиялық және биологиялық нормативтік талаптарға сай болуы керек. Осыған байланысты су тазарту саласында жасалынатын технологиялар жоғары деңгейде дамыған, олар кері осмос, сорбция-десорбция, буандыру, биологиялық тазарту т.б. бірлесе қолдану арқылы іске асырылады. Және бұл салада қолданылатын реагенттер мен сорбенттерге (құрамындағы ерігіш қосылыстарға, канцорегендер мен мутагендерге) жоғары талап қойылады. Сондықтан бұл саланың бірден-бір кемшілігі су дайындау үрдісінің қымбатшылығы, ал Қазақстан үшін шет елдік реагенттерді импорттау. Сондықтан ұсынылып отырған технологияның артықшылығы: импортқа тәуелділікті жою, сарқылмайтын табиғи энергияны пайдалану арқылы қайтымды

су алу. Ғылыми деңгейі су құрамындағы уытты металдардың қасиеттерін ескере отырып технологиялық режимдерді таңдау.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Kazankarova M.K., Bekjanova A.J., Efremov S.A., Nurtaeva A.K., Nauryzbaev M.K. Treatment of oil-containing wastewater using microorganisms immobilized on shungite // *International Journal of Biology and Chemistry*. - 2013. - №1. -104 p.
- 2 Radelyuk I., Tussupova K., Zhapargazinova K., Yelubay M. Pitfalls of Wastewater Treatment in Oil Refinery Enterprises in Kazakhstan // *A System Approach. Sustainability*. – 2019. – № 11(6). – P. 1-20.
- 3 Yernazarova G.I., Bukharbayeva Zh.M., Zayadan B.K., Turasheva S.K., Omarova G.K. Development of technology for biological treatment of oily wastewater with a consortium of microorganisms, microalgae and aquatic plants // *Вестник Карагандинского университета*. - 2021. - № 2(102). - С.30-36.
- 4 Chavan A., Mukherji S. Treatment of hydrocarbon-rich wastewater using oil degrading bacteria and phototrophic microorganisms in rotating biological contactor: effect of N:P ratio // *J Hazard Mater*. - 2008. - №154. – P. 63–72.
- 5 Radelyuk I., Tussupova K. Assessing wastewater processes at oil refinery industry in Kazakhstan. SETAC Europe 28th Annual Meeting: Responsible and Innovative Research for Environmental Quality - Rome, Italy. – 2018.- 352 p.
- 6 Antonopoulou M., Evgenidou E., Lambropoulou D., Konstantinou I. A review on advanced oxidation processes for the removal of taste and odor compounds from aqueous media // *Water Res*. – 2014. - №53.- P. 215–234.
- 7 Шайхиев И.Г., Зайнуллин А.М., Шафигуллина Г.М., Гильманов Р.З. Окислительная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца пероксидом водорода // *Вестник технологического университета*. - 2016. - Т.19, №12. - С.176-179.
- 8 Stepnowski P., Siedleckaa E.M., Behrendb P., Jastorff B. Enhanced photo-degradation of contaminants in petroleum refinery wastewater // *Water Res*. - 2002. - №36. – P. 2167–2172.
- 9 Andreozzi R., Caprio V., Insola A., Marotta R. Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery // *Catal Today*. – 1999. - №53. – P. 51–59.
- 10 Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ, НИОХ. – Новосибирск, 1992. – 72 с.
- 11 Карелин Я.А., Попова И.А., Евсеева Л.А. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. - М.: Стройиздат, 1982. – 184 с.
- 12 Allafchian A.R., Akhgar A., Ielbeigi V. Determination of Xylene and Toluene by Solid-Phase Microextraction Using Au Nanoparticles –Thiol Silane Film Coupled to Ion Mobility Spectrometry // *Bull Environ Contam Toxicol*. – 2016. – № 97. - P. 670–676. <https://doi.org/10.1007/s00128-016-1927-z>.
- 13 Achuba F.I., Ja-anni M.O. Effect of abattoir waste water on metabolic and antioxidant profiles of cowpea seedlings grown in crude oil contaminated soil // *Int J Recycl Org Waste Agricult*. – 2018. - №7. – P. 59–66. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0190-6>



- 14 Акимова Т.А., Кузьмин А.П. «Экология. Природа-Человек-Техника». – М., 2001. – 178 с.
- 15 Мазлова Е.А., Иса Ж.Д. Практика применения очистных сооружений для нефтесодержащих сточных вод // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2007. - №1. - С. 11-15.
- 16 Мазлова Е.А., Иса Ж.Д. Исследование процессов очистки нефтезагрязненных сточных вод с использованием адсорбентов // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2008. - №12. - С. 34-38.
- 17 Мазлова Е.А., Иса Ж.Д. Опыт очистки нефтезагрязненных сточных вод на Шымкентском НПЗ // Экология производства. Химия и нефтехимия. - 2008.- №4(14). - С. 7-9
- 18 Хайдаров Ф.Р., Хисаев Р.Н. Шайдаков В.В. и др. Экологические проблемы нефтяной промышленности. - Уфа: ООО «Издательство научно-технической литературы «Монография», 2005. - 190 с.
- 19 Boczkaj G., Przyjazny A., Kamiński M. Characteristics of volatile organic compounds emission profiles from hot road bitumens // Chemosphere. – 2014. - №107. – С. 23–30.
- 20 Макаревич В.Н., Искрицкая Н.И., Богословский С.А. Ресурсный потенциал месторождений тяжелых нефтей Европейской части Российской Федерации // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7, №3. – С. 1-16.
- 21 Murray R.G. Upgrading Oilsands Bitumen and Heavy Oil // Canada: The University of Alberta Press. - 2015. – 500 p.
- 22 Надиров Н.К., Мусаев Г.А., Ромашов Г.В. Исследование состава и свойств нефтебитуминозных пород Казахстана // Нефтехимия. – 1991. – Т. 31, №6. – С. 781-785.
- 23 Онгарбаев Е.К., Иманбаев Е.И., Тилеуберди Е., Мансуров З.А., Тулеутаев Б.К., Кривцов Е.Б., Головкин А.К. Нефтебитуминозные породы как нетрадиционный вид углеводородного сырья / Материалы VIII Международного симпозиума «Горение и плазмохимия» и международной научно-технической конференции «Энергоэффективность-2015». – 2015. – С. 72-75.
- 24 Киинов Л.К. Пути развития нефтяной промышленности Мангистау // Нефть и газ. – 1999. – №2. – С. 22-29.
- 25 Проваторова Г.В. Экологические аспекты модификации битума // Умные композиты в строительстве. – 2021. – Т. 2, Вып.1. - С. 47-52.
- 26 Gilgenast E., Boczkaj G., Przyjazny A., Kamiński M. Sample preparation procedure for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in petroleum vacuum residue and bitumen // Anal. Bioanal. Chem. – 2011. - №401. – P.1059–1069.
- 27 Boczkaj G., Kamiński M., Przyjazny A. Process control and investigation of oxidation kinetics of postoxidative effluents using gas chromatography with pulsed flame photometric detector (GC-PFPD) // Ind. Eng. Chem. Res.- 2010.- №49. - P. 12654 –12662.

- 28 Boczkaj G., Przyjazny A., Kamiński M. New procedures for control of industrial effluents treatment processes // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 2014. - №53. – P. 1503–1514.
- 29 Deygout F. Volatile emissions from hot bitumen storage tanks, *Environ. Prog. Sustainable Energy.* – 2011. - №30. – P. 102–112.
- 30 Trumbore D.C. Estimates of air emissions from asphalt storage tanks and truck loading // *Environ. Prog.* – 1999. - №18. – P. 250–259.
- 31 Ventura A., Jullien A., Moneron P. Polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from a hot-mix drum, asphalt plant: study of the influence from use of recycled bitumen // *J. Environ. Eng. Sci.* – 2007. - №6. – P. 727–734.
- 32 Chauhan S.K., Sharma S., Shukla A., Gangopadhyay S. Recent trends of the emission characteristics from the road construction industry // *Environ. Sci. Pollut. Res.* – 2010. - №17. – P. 1493–1501.
- 33 Gasthauer E., Maze M., Marchand J.P., Amouroux J., Characterization of asphalt fume composition by GC / MS and effect of temperature // *Fuel.* – 2008. - №87. – P.1428–1434.
- 34 Kriech A.J., Osborn L.V., Trumbore D.C., Kurek J.T., Wissel H.L., Rosinski K.D. Evaluation of worker exposure to asphalt roofing fumes: Influence of work practices and materials // *J. Occup. Environ. Hyg.* – 2004. - №1. – P. 88–98.
- 35 Breuer D., Hahn J.U., Hober D., Emmel C., Musanke U., Ruhl R., Spickenheuer A., Raulf-Heimsoth M., Bramer R., A.Seidel, Schilling B., Heinze E., Kendzia B., Marczyński B., Welge P., Angerer J., Bruning T., Pesch B. Air sampling and determination of vapours and aerosols of bitumen and polycyclic aromatic hydrocarbons in the Human Bitumen Study // *Arch. Toxicol.* – 2011. - №85. – P. 11–20.
- 36 Burstyn I., Boffetta P., Kauppinen T., Heikkila P., Svane O., Partanen T., Stucker I., Frentzel-Beyme R., Ahrens W., Merzenich H., Heederik D., Hooiveld M., Langard S., Randem B.G., Jarvholm B., Bergdahl I., Shaham J., Ribak J., Kromhout H. Estimating exposures in the asphalt industry for an international epidemiological cohort study of cancer risk // *Am. J. Ind. Med.* – 2003. - №43. – 17p.
- 37 Bremner D.H., Carlo S., Chakinala A.G., Cravotto G. Mineralisation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid by acoustic or hydrodynamic cavitation in conjunction with the advanced Fenton process, *Ultrason // Sonochem.* – 2008. - №15. – P.416–419.
- 38 Grcic I., Obradovic M., Vujevic D., Koprivanac N. Sono-Fenton oxidation of formic acid/formate ions in an aqueous solution: from an experimental design to the mechanistic modeling // *Chem. Eng. J.* – 2010. - №164. – P.196–207.
- 39 Raut-Jadhav S., Kumar Saharan V., Pinjari D., Sonawane S., Saini D., Pandit A. Synergetic effect of combination of AOP's (hydrodynamic cavitation and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) on the degradation of neonicotinoid class of insecticide // *J. Hazard. Mater.* – 2013. - №261. – P. 139–147.
- 40 Gogate P.R., Patil P.N. Combined treatment technology based on synergism between hydrodynamic cavitation and advanced oxidation processes // *Ultrason. Sonochem.* – 2015. - №25.- P. 60–69.

- 41 Drijvers D., Van Langenhove H., Nguyen L., Kim T., Bray L. Sonolysis of an aqueous mixture of trichloroethylene and chlorobenzene // *Ultrason. Sonochem.* – 1999. - №6. – P.115–121.
- 42 Pradhan A.A., Gogate P.R. Degradation of p-nitrophenol using acoustic cavitation and Fenton chemistry // *J. Hazard. Mater.* – 2010. - №173. – P. 517–522.
- 43 XiaoBin Z., JiaKai Z., LiMin Q., XueJun Z. Calculation and verification of dynamical cavitation model for quasi-steady cavitating flow // *Int. J. Mass Transfer.* – 2015. - №86. – P. 294–301.
- 44 Tran N., Drogui P., Nguyen L., Brar S.K. Optimization of sono-electrochemical oxidation of ibuprofen in wastewater // *J. Environ. Chem. Eng.* – 2015.- №3.- P. 2637–2646.
- 45 Zupanc M., Kosjek T., Petkovšek M., Dular M., Kompare B., Širok B., Blaz̃eka Z., Heath E. Removal of pharmaceuticals from wastewater by biological processes, hydrodynamic cavitation and UV treatment // *Ultrason. Sonochem.* - 2013. - №20. – P. 1104–1112.
- 46 Zupanc M., Kosjek T., Petkovšek M., Dular M., Kompare B., Širok B., Straz̃ar M., E. Heath, Shear-induced hydrodynamic cavitation as a tool for pharmaceutical micropollutants removal from urban wastewater // *Ultrason. Sonochem.* – 2014. - №21. – P.1213–1221.
- 47 Padoleya K.V., Virendra Kumar Saharanb, Mudliara S.N., Pandeya R.A., Aniruddha B. Panditb, Cavitationally induced biodegradability enhancement of a distillery wastewater // *J. Hazard. Mater.* – 2012. - №219–220. – P. 69–74.
- 48 Montusiewicz A., Pasieczna-Patkowska S., Lebiocka M., Szaja A., Szymańska Chargot M. Hydrodynamic cavitation of brewery spent grain diluted by wastewater // *Chem. Eng. J.* – 2017. - №313. – P.946-956. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2016.10.132>).
- 49 Gore M.M., Saharan V.K., Pinjari D.V., Chavan P.V., Pandit A.B. Degradation of reactive orange 4 dye using hydrodynamic cavitation based hybrid techniques // *Ultrason. Sonochem.* – 2014. - №21. – P. 1075–1082.
- 50 Омарова Д.К., Тайжанова Л.С. Способ утилизации жидких нефтяных стоков. Қауымдастырылған профессор, а-ш.ғ.к., Махамбетова Роза Қарымсаққызының 60 жылдығына арналған «Су қауіпсіздігі: мәселелері мен шешімдері» атты Халықаралық ғылыми- техникалық конференциясы. – Ақтау, 2022. - Б.134-138.
- 51 Джумагулов А.А., Николаенко А.Ю., Мирхашимов И.Х. Стандарты качества вод в республике Казахстан. - Алматы: ОО «OST-XXI век», 2009. - 44 с.
- 52 Whale G.F., Hjort M., Di Paolo C., Redman A.D., Postma J.F., Legradi J., P.E.G. Leonardsf Assessment of oil refinery wastewater and effluent integrating bioassays, mechanistic modelling and bioavailability evaluation // *Chemosphere.* – 2022. - №287. – 132146 p.
- 53 Piemonte V. Produced water treatment. <http://www.oil-gasportal.com/producedwater-treatment>. Date of application: 12.12.2022. 2016.
- 54 Lee K., Neff J. (Eds.) *Produced Water: Environmental Risks and Advances in Mitigation Technology*, 2011. – 607 p.

55 Gregory K.B., Vidic R.D., Dzombak D.A. Water management challenges associated with the production of shale gas by hydraulic fracturing // *Elements*. – 2011. - №7 (3). – P. 181–186.

56 Ali A., Quist-Jensen C.A., Drioli E., Macedonio F. Evaluation of integrated microfiltration and membrane distillation/crystallization processes for produced water treatment // *Desal.* – 2018. - №434 (SI). – P. 161–168.

57 Andreozzi M., Alvarez M.G., Contreras S., Medina F., Clarizia L., Vitiello G., Marotta R. Treatment of saline produced water through photocatalysis using rGO-TiO<sub>2</sub> nanocomposites // *Catal Today*. – 2018. - №315. – P.194–204.

58 Bagheri M., Roshandel R., Shayegan J. Optimal selection of an integrated produced water treatment system in the upstream of oil industry // *Process Saf. Environ. Protection*. – 2018. - №117. – P. 67–81.

59 Dwyer B.P., McDonald F. Treatment of oil & gas produced water, Sandia report prepared by sandia national laboratories // SAND. – 2016. – 1153 p.

60 Mohammadi L., Rahdar A., Bazrafshan E., Dahmardeh H., Hasan Susan A, Kyzas G.Z. Petroleum Hydrocarbon Removal from Wastewaters: A Review // *Processes*. – 2020.- №8(4). - 447 p. <https://doi.org/10.3390/pr8040447>.

61 Arthur J.D., Langhus B.G., Patel C. Technical summary of oil & gas produced water treatment technologies // NETL. -2005. - p.114-121. <http://www.all-ALL.Consulting.LLC>.

62 Mallevalle J., Brichet A., Fiessinger F. How safe are organic polymers in water treatment? // *J. Am. Water Works Assoc.* – 1984. - №76.- P. 87–93.

63 Eftekhardakhah M., Aanesen S.V., Rabe K., Oye G. Oil removal from produced water during laboratory-and pilot-scale gas flotation: the influence of interfacial adsorption and induction times // *Energy Fuels*. – 2015. - №29 (11). – P. 7734–7740.

64 Dalmazzone C., Noik C., Argillier J-F.F. Impact of chemical enhanced oil recovery on the separation of diluted heavy oil emulsions // *Energy Fuels*.- 2012. - №26 (6). – P. 3462–3469.

65 Wang L.K., Wang M.H.S. Rotating biological contactors. C.P.C. Poon (Eds.) *Biological Treatment Processes* © //The HUMANA Press Inc., 1986. – p.427-448.

66 Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Serebrennikova M.K., Krivoruchko A.V., Korshunova I.O., Peshkur T.A., Cunningham C.J. Oilfield wastewater biotreatment in a fluidized-bed bioreactor using co-immobilized *Rhodococcus* cultures // *J. Environ. Chem. Eng.* – 2017. - №5. – P.1252–1260.

67 Serebrennikova M.K., Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Golovina E.E. A consortium of immobilized rhodococci for oilfield wastewater treatment in a column bioreactor. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2017. - №53(4). – P. 380-386. (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S0555109917040122>.

68 Whale G.F., Hjort M., Di Paolo C., Redman A.D., Postma J.F., Legradi J., Leonards P.E.G. Assessment of oil refinery wastewater and effluent integrating

bioassays, mechanistic modelling and bioavailability evaluation // *Chemosphere*. - 2022. - №287(3). – 132146 p. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132146>.

69 Boczkaj G., Makoś P., Przyjazny A. Application of dispersive liquid-liquid microextraction and gas chromatography with mass spectrometry for the determination of oxygenated volatile organic compounds in effluents from the production of petroleum bitumen // *J. Sep. Sci.* – 2016. - №39. – P. 2604–2615.

70 Garrido-Cardenas J., Esteban-García B., Sánchez-Pérez A., Manzano-Agugliaro F. Wastewater Treatment by Advanced Oxidation Process and Their Worldwide Research Trends // *Int. J. Environ. Res. Public Health*.- 2020. - №17. – 170 p. [doi:10.3390/ijerph17010170](https://doi.org/10.3390/ijerph17010170).

71 Boczkaj P., Makoś A., Fernandes A. Przyjazny, New procedure for the control of the treatment of industrial effluents to remove volatile organosulfur compounds // *J. Sep. Sci.* – 2016. - №39. – P. 3946–3956.

72 Mishra K.P., Gogate P.R. Intensification of degradation of Rhodamine B using hydrodynamic cavitation in the presence of additives // *Sep. Purif. Technol.* – 2016. - №75. – P. 385–391.

73 Soriano-Molina P., Plaza-Bolaños P., Lorenzo A., Agüera A., García Sánchez J.L., Malato S., Sánchez Pérez J.A. Assessment of solar raceway pond reactors for removal of contaminants of emerging concern by photo-Fenton at circumneutral pH from very different municipal wastewater effluents // *Chemical Engineering Journal*. – 2019.- Vol. 366. – P. 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.074>.

74 Cherchi C., Kessano M., Badruzzaman M., Schewab K., Jacangelo J.G. Municipal reclaimed water for multi-purpose applications in the power sector. A review // *Journal of Environmental Management*. – 2019. - Vol. 236. – P.561-570. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.102>.

75 Войно Л.И. Биодegradация нефтезагрязнений почв и акваторий // *Фундаментальные исследования*. - 2006. - №5. - С. 68–70.

76 Bae W., Han D., Kim E. et al. Enhanced bioremoval of refractory compounds from dyeing wastewater using optimized sequential anaerobic/aerobic process // *Int. J. Environ. Sci. Technol.* – 2016. - №13. -P. 1675–1684. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-0999-y>.

77 Pyndak V.I., Novikov A.E., Shtepa V.N. Optimization of organic-containing wastewater and sludge treatment systems // *J. Mach. Manuf. Reliab.* – 2017. - №46.- P. 507–511. <https://doi.org/10.3103/S1052618817040148>.

78 Zabermawi N.M., Bestawy E.E. Effective treatment of petroleum oil-contaminated wastewater using activated sludge modified with magnetite/silicon nanocomposite // *Environ Sci Pollut Res* - 2023. – P.1-17. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26557-6>

79 Sharma N.K., Philip L. Treatment of Phenolics, Aromatic Hydrocarbons, and Cyanide-Bearing Wastewater in Individual and Combined Anaerobic, Aerobic, and Anoxic Bioreactors // *Appl Biochem Biotechnol.* – 2015. - №175. – P. 300–322. <https://doi.org/10.1007/s12010-014-1262-y>, Fredriksson.

80 Hermansson N.J., Wilén M., Diversity BM. and dynamics of Archaea in an activated sludge wastewater treatment plant // BMC Microbiol. – 2012. - №12. – 140 p. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-12-140>.

81 Zhang Y., Zhang H., Chu H. et al. Characterization of dissolved organic matter in a dynamic membrane bioreactor for wastewater treatment // Chin. Sci. Bull. – 2013. - №58. – P. 1717–1724. <https://doi.org/10.1007/s11434-013-5710-9>.

82 Alsahly Q.F., Almukhtar R.S., Alani H.A. Oil Refinery Wastewater Treatment by Using Membrane Bioreactor (MBR) // Arab J Sci Eng. – 2016. - №4. - P. 2439–2452. <https://doi.org/10.1007/s13369-015-1881-9>.

83 Захаров А.А., Усманов Р.А. Применение технологии СКВО для утилизации промышленных стоков нефтехимических производств // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. - №3. - С.194-197.

84 Yu L., Chen Y., He F. Catalytic Supercritical Water Oxidation of Oily Wastewater // Chem Technol Fuels Oils. – 2015. - №51. – P. 87–92. <https://doi.org/10.1007/s10553-015-0578-9>.

85 Akgün M., Söğüt O.Ö. Supercritical Water Oxidation (SCWO) for Wastewater Treatment. In: Fang, Z., Xu, C. (eds) Near-critical and Supercritical Water and Their Applications for Biorefineries // Biofuels and Biorefineries. - Springer, Dordrecht. - 2014. - Vol 2. – P.373-400. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8923-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8923-3_10).

86 Zhang J., Gu J., Han Y. Analysis of degradation mechanism of disperse orange 25 in supercritical water oxidation using molecular dynamic simulations based on the reactive force field // J Mol Model. – 2015. - №21. - 54 p. <https://doi.org/10.1007/s00894-015-2603-7>.

87 Al-Atta Sher F., Hazafa A. et al. Supercritical water oxidation of phenol and process enhancement with in situ formed Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nano catalyst // Environ Sci Pollut Res. – 2022. - №29. – P. 61896–61904. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16390-0>.

88 Gayazova E.S., Usmanov R.A., Shayhiev I.G. et al. Purification of waste water of cellulose production from rape straw by oxidation in supercritical aqueous media. Russ. // J. Phys. Chem. B. – 2015. - №9. – P. 993–997. <https://doi.org/10.1134/S1990793115070064>.

89 Аршидинов М.М., Оспанова Г.Ш. Очистка сточных вод обогатительных фабрик озонированием // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2010.- №3 (50). – С.90-94.

90 <https://hydropark.ru/projects/ozonation.htm>. Дата обращения.

91 Gottschalk C., Libra J.A., Saupe A. Ozonation water and wastewater // Wiley-VCH. - Berlin, 2010. - 453 p.

92 Levanov A., Isaikina O., Gasanova R., Lunin V. Solubility of Ozone and Kinetics of Its Decomposition in Aqueous Chloride Solutions // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2018. - №57 (43). – P. 14355-14364. DOI: 10.1021/acs.iecr.8b03371.

93 Ventura A., Jullien A., Moneron P. Polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from a hot-mix drum, asphalt plant: study of the influence from use of recycled bitumen // J. Environ. Eng. Sci.- 2007. - №6.- P.727–734.

94 Кучера Дж. Обратный осмос – важная технология очистки воды // Нефтегазовые технологии.- 2007. - № 3.- С. 101 - 102.

95 Кременевская Е.А. Мембранная технология обессоливания воды. - М.: Энергоатомиздат, 1994. - 155 с.

96 Glueckstern P. Desalination by reverse osmosis in Izrael / Euromembrane 2000: Program and abstracts of conf.- Jerusalem. - 2000. - №27.- P. 38 – 39.

97 Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / под ред. М.Ю. Доломатова, Э.Г. Теляшева.- М.: Химия, 2002. - 608 с.

98 Мексика патенті МХ2016001468 (А), 07.07.2016.

99 РФ патенті №2553880 Устройство и способ для опреснения морской воды, опуб. 20.06.2015.

100 SU 1560483. Способ очистки сточных вод. / В.М. Косичкин, В.В. Васильев.1990., бюл. №16.

101 Eniko Naaz, Daniel Fozer, Tibor Nagy, Nora Valentinyi, Anita Andre, Judit Matyasi, Jozsef Balla, Peter Mizsey, Andras Jozsef Toth Vacuum evaporation and reverse osmosis treatment of process wastewaters containing surfactant material: cod reduction and water reuse // Clean Technologies and Environmental Policy. – 2019. - №21. – P. 861-870. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01673-5>.

102 Омарова Д.К., Тайжанова Л.С. Ағынды суларды гелиотехнология негізінде тазарту. «Шахмардан Есеновтың 95 жылдығына арналған «Порттар мен көлік терминалдары технологиясының реинжинирингі» атты Халықаралық ғылыми- техникалық конференциясы. – Ақтау, 2022. - Б.177-181.

103 Кенжетаев Г.Ж., Тайжанова Л.С. Характеристика современного состояния водоема-накопителя сточных вод ТОО «Caspi bitum» // Материалы Международной научной экологической конференции «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития». – Краснодар: КубГАУ, 2020. - С.367-370.

104 Коваленко И.В., Филатов Б.Н. Мониторинговые исследования влияния пруда-испарителя на качество подземных вод // Теоретическая и прикладная экология. - 2015. - №3. – С.77-80.

105 Махамбетова Р.К., Тайжанова Л.С., Фарзалиев М.Д. Исследования очистительной способности почвы при различных нормах нагрузки // Материалы международной научно-практической конференции «I международные Есеновские чтения» проводимой в рамках Программы модернизации общественного сознания «Ориентация на будущее: Рухани жаңғыру». – Ақтау, 18-19 октября 2018 г. – С. 185-188

106 Code of the Republic of Kazakhstan «On people's health and health care system».- 2009.- №495.

107 SanPiN «Sanitary-epidemiological requirements to water sources, water intake sites for drinking purposes, drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water bodies» (approved by decree of Government of RK .- 2012.- №104.

108 Sanitary rules «Sanitary and epidemiological requirements for establishing a sanitary protection zone of production facilitiesof» .-2012.- № 93.

- 109 МЕМСТ Р 51592-2000. Су. Сынама алуға қойылатын жалпы талаптар.
- 110 МЕМСТ 17.1.5.01-80. Табиғатты қорғау. Гидросфера.
- 111 Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство. Лаборатория знаний. – М., 2020. – С.681
- 112 Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. Крисмас+. - Санкт Петербург, 2004. - С.248
- 113 Нилова Т.А., Рогачева С.М. Мониторинг состояния сточных вод Саратовского нефтеперерабатывающего завода // Экология и защита окружающей среды : Сб. тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Минск, 2014. - С. 122 - 125.
- 114 Xiaoqiang Jia, Dayao Jin, Chen Li , Wenyu Lu. Characterization and analysis of petrochemical wastewater through particle size distribution, biodegradability, and chemical composition // Chinese Journal of Chemical Engineering. – 2019.- Vol. 27, Iss. 2. - P. 444-451.
- 115 Meera D., Sanalkumar M.G., Sherly P. Study on hydrochemical parameters of different aquatic ecosystems in an industrial area in Southern India // SCIENCE CHRONICLE - An international peer reviewed multidisciplinary science journal. - 2017.- №6(1).- P. 68-77
- 116 Szyperk U. The effect of catchment area management on biogenic element concentrations in the water of small ponds. Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2010.- № 39(3).- P. 47-54. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10009-010-0038-0>.
- 117 Yan'an Cai, Dong Li, Yuhai Liang, Huiping Zeng, Jie Zhanga Autotrophic nitrogen removal process in a potable water treatment biofilter that simultaneously removes Mn and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N // Bioresource Technology. - 2014. - №172. – P. 226-231. DOI:10.1016/J.BIORTECH.2014.09.027.
- 118 Коваленко И.В., Филатов Б.Н. Мониторинговые исследования влияния пруда-испарителя на качество подземных вод // Теоретическая и прикладная экология.- 2015. - №3. – С. 77-80.
- 119 Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 16 наурыздағы № 209 бұйрығы «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға, суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарына және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидалары.
- 120 Xiao, Y., Zhang, T., Wang, L., Liang, D., Xu, X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces // Hydrological processes. - 2017. - Vol 31. - № 25. - P. 4520-4529. <https://doi.org/10.1002/hyp.11372>.
- 121 Hassimi Abu Hasan, Mohd Hafizuddin Muhammad, Nur Izzati Ismail. A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources // Journal of Water Process Engineering. – 2020.- № 33.- 10103511 p. [doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101035](https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101035).



122 Ollivon I.D., Garban B., Blanchard M., Teil M., Carru JAM, Chesterikoff C, Chevreuil M. Vertical distribution and fate of trace metals and persistent organic pollutants in sediments of the Seine and Marne Rivers (France) // *Water Air Soil Pollut.* – 2002.- №134. – P. 57–79. DOI:10.1023/A:1014194532128.

123 Fedonenko O., Ananieva T., Sharamok T., Marenkov O. Environmental Characteristics by Eco-Sanitary and Toxic Criteria of the Cooling Pond of Zaporizhzhya Nuclear Power Plant (Ukraine) // *International Letters of Natural Sciences.* – 2018.- № 70.- P. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.70.1>.

124 Kumar M., Padhy P.K. Environmental Perspectives of Pond Ecosystems: Global Issues, Services and Indian Scenarios // *Curr World Environ.* – 2015. - №10(3).- P.848-867. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.3.16>.

125 Pietruszyński Ł., Cieśliński R. Circulation patterns of biogenic ions in Young Glacial areas // *Environ Monit Assess.* - 2021. - №193. -19 p. DOI:10.1007/s10661-020-08799-w.

126 Qian Zhang, Shengli Wang, Muhammad Yousaf, Shuixian Wang, Zhongren Nan, Jianmin Ma, Depeng Wang and Fei Zang Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface water in the northeast Tibetan Plateau of China // *Water Science & Technology: Water Supply.* – 2018. - №18(5). - 1757-1768. <https://doi.org/10.2166/ws.2017.237>.

127 Yunjun Yu, Baoxin Han, Taicheng An Long-term ecosystem change in jiaozhou bay and its catchment: the dpsir Approach // *Geography, Environment, Sustainability.* - 2011. - № 4(4). - P.57-75. DOI:10.24057/2071-9388-2011-4-4-57-75.

128 Васильев А.В. Экологический мониторинг и очистка сточных вод в районе северного промышленного узла г. Тольятти // *Экология и промышленность России.* – 2019. - №23(6). – С.34–37.

129 Xiao Y., Zhang T., Wang L., Liang D., Xu X. Analytical and experimental study on dissolved pollutant wash-off over impervious surfaces // *Hydrological processes.* - 2017. - №31 (25). - P. 4520-4529. <https://doi.org/10.1002/hyp.11372>.

130 Megersa Olumana Dinkaa, Willibald Loiskandl, Julius Musyoka Ndambuki Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region // *Journal of Hydrology: Regional Studies.*- 2015. - № 3. - P. 444–456. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.02.007>.

131 Баландина А.Г., Хангильдин Р.И., Ибрагимов И.Г., Мартяшева В.А. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния // *Башкирский химический журнал.* - 2015.- № 22(1). - С.115-126.

132 Elias Dimitriou, Elias Moussoulis, Carmen Díaz-Paniagua, Laura Serrano Hydrodynamic numerical modelling of the water level decline in four temporary ponds of the Doñana National Park (SW Spain) // *Journal of Arid Environments.* – 2017. - №147. – P. 90-102. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.09.004>.

133 Кенжетаев Г., Сырлыбекқызы С., Тайжанова Л., Кирвель И.И., Алтыбаева Ж.К. «Caspi bitum» зауытының булану тоғанындағы биогенді

элементтердің құрамын бағалау // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2021. - Т. 69, № 4. - Б. 34-42. ISSN 2617-7358.

134 Porfiryeva A.V., Ziyatdinova G.K., Medyantseva E.P. Hydrochemical analysis // Textbook. - Kazan: Kazan University Press, 2018.- p.88.

135 Kenzhetayev G.J., Syrlybekkyzy S., Taizhanova L.S. Wastewater evaporator pond assessment of Caspi Bitum LLP // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. - 2020. - № 6. - P. 88-95.

136 Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов: Пат. 2559489 Рос. Федерация / Гришин В.П., Макаров О.В., Некряченко С.Г. опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22.

137 Тайжанова Л., Кенжетаев Г., Койбакова С. Мұнай құрамды ағызынды сулар тасталатын тоғандағы хлорид және сульфат иондарының құрамын бақылау // Промышленность Казахстана. – 2020. - № 4 (112).- С-30-32.

138 Акбаева Л.Х., Мурсалимова Т.Р., Тулегенов Е.А. Гидрохимические характеристики и видовой состав планктона в озере Майбалык вблизи города Астана, Республика Казахстан // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2018. – Т. 10, № 3. – С. 16–23. DOI: 10.14529/chem180302.

139 Aljuboury D.A., Palaniandy P., Abdul Aziz H.B., Feroz S. Treatment of petroleum wastewater by conventional and new technologies - A review // Global Nest Journal. – 2017. – Vol. 19, Iss. 3. – P. 439-452.

140 Федоров Ю.А. Гидролого-гидрохимические исследования сульфидного озера Большой Тамбукан // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. - 2013. - № 2.- С. 81–88.

141 Проект нормативов предельно-допустимых сбросов ПДС для АО «Kazakhstan Petrochemical Industries» на 2015-2019 гг. – Актау, 2014. – 64 с.

142 Тайжанова Л.С., Койбакова С.Е. Химизм подземных вод в районе сброса сточных вод битумного завода // Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран». – Могилев, 2019. – С.58-61.

143 Koshak N. M., Novikov S. V., Ruchkinova O. I. Improvement of the scheme of wastewater treatment from waste of petrochemical production. Bulletin of the Perm national research Polytechnic University // Construction and architecture. – 2016. -Vol. 7, №4. - P. 51-63. DOI: 10.15593/2224-9826/2016.4.05.

144 Кенжетаев Г.Ж., Тайжанова Л.С. Битум өндіру зауытындағы ағынды суларды тазалау қондырғыларының жұмысын талдау // «Қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану» I Халықаралық ғылыми-экологиялық форум. - Нұр-Сұлтан, 2020 – 58-62 б.

145 Kachalova G.S., Coagulation-sorption wastewater treatment // Water and ecology: problems and solutions. - 2019.- №2(78). - P.32-39. Doi: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.32-39.

146 Yongzhi Liu, Zheng H., Yongjun Sun, Ren J., Xinyu Zheng, Sun Q., Shaojie Jiang, Wei Ding Synthesis of novel chitosan-based flocculants with

amphiphilic structure and its application in sludge dewatering: Role of hydrophobic groups // RSC Adv., 2018.- №8. - P. 28329–28340. DOI: 10.1039/c8ra05622f.

147 Morozenko M.I., Nikulina S.N., Chernyaev S.I. Coagulation treatment of waste water of a metallurgical enterprise // Fundamental research. – 2016. - №12. - P. 318-323.

148 Taizhanova L.S. Optimization of coagulation and flocculation processing of oily wastes, SŁUPSKIE PRACE GEOGRAFICZNE. – Poland, 2020. – № 17.- P. 169-179.

149 Кенжетаев Г.Ж., Тайжанова Л.С. Возможности удаления нефтепродуктов из сточных вод завода «Caspi bitum» путем адсорбции сорбентами / Материалы международной научно-практической конференции «Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов». – Актау, 2019. – С. 162-165.

150 Короткова О.О., Багдасарова Ю.А. Реконструкция систем очистки сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. - 2017. - №14. – С.232-235

151 Л.Тайжанова, Г.Кенжетаев, К.Турнияз. Совершенствование процесса очистки сточных вод нефтеперерабатывающего завода / Материалы международной научно-практической конференции «Каспий в XXI веке: региональные и глобальные проблемы, сотрудничество и безопасность», посвященная 70-летию профессора, доктора технических наук Кенжетаева Г. Ж. - Актау, 2020. – С. 14-17.

152 Тайжанова Л.С. Оценка гелиопотенциала Мангистауской области // «Интернаука»: Научный журнал. – М.: Изд. 2022. - № 19(242). - Ч. 3.- С.28-31.

153 Alsharhan A.S., Rizk Z.E. Application of GIS Techniques for Water Resources Investigations in the UAE. In: Water Resources and Integrated Management of the United Arab Emirates // World Water Resources. Springer, Cham. - 2020. - Vol 3. – P.669-681.

154 Gamito P., Arsénio A., Faleiro M.L., Brito J., Beltrão J. The influence of waste water treatment on irrigation water quality. In: Anac, D., Martin-PrÉvel, P. (eds) Improved Crop Quality by Nutrient Management // Developments in Plant and Soil Sciences. Springer, Dordrecht. - 1999. - Vol 86.-P.267-270. [https://doi.org/10.1007/978-0-585-37449-9\\_61](https://doi.org/10.1007/978-0-585-37449-9_61).

155 Koibakova S.E., Kenzhetaev G.J., Syrlybekkyzy S.G., Tarasenko B., Suleimenova L.T. Experimental studies of the efficiency of a solar system, including a passive water heater and an active seawater distiller // Heliyon. – 2021. - №7. – P.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05938>.

156 Патент РК 33969 Способ и устройство для опреснения морской воды/ Кенжетаев Г.Ж., Койбакова С.Е., Серикбаева А.К., Сырлыбеккызы С.Ж. опубл. 20.12.2019, бюл. №51.

157 Talalaj, I.A. Removal of organic and inorganic compounds from landfill leachate using reverse osmosis // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2015. - №12.- P. 2791–2800. <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0661-5>.

158 Pervov A.G., Andrianov A.P., Gorbunova T.P. et al. Membrane technologies in the solution of environmental problems // *Pet. Chem.* – 2015. - №55.- P. 879–886. <https://doi.org/10.1134/S0965544115100199>.

159 Zhong W., Guo L., Ji C. et al. Membrane distillation for zero liquid discharge during treatment of wastewater from the industry of traditional Chinese medicine: a review // *Environ Chem Lett.* – 2021.- №19. – P. 2317–2330. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01162-y>.

160 Ji M., Xia Q., Chen H. et al. Treatment of Typical Organic Pollutants in Textile Wastewater by Direct Contact Membrane Distillation // *Environ. Process.* – 2018. - №5. - P. 77–85. <https://doi.org/10.1007/s40710-018-0292-9>.

161 Gryta M. Separation of saline oily wastewater by membrane distillation // *Chem. Pap.* – 2020. - №74. – P. 2277–2286. <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01071-y>.

162 Tong T., Carlson K.H., Robbins C.A. et al. Membrane-based treatment of shale oil and gas wastewater: The current state of knowledge // *Front. Environ. Sci. Eng.* – 2019.-№13.- 63 p. <https://doi.org/10.1007/s11783-019-1147-y>.

163 Adib H., Hassanajili S., Sheikhi-Kouhsar M.R. et al. Experimental and computational investigation of polyacrylonitrile ultrafiltration membrane for industrial oily wastewater treatment // *Korean J. Chem. Eng.*- 2015. - №32. - P. 159–167. <https://doi.org/10.1007/s11814-014-0218-9>.

164 Meng S., Greenlee L.F., Shen, Y.R. et al. Basic science of water: Challenges and current status towards a molecular picture // *Nano Res.* – 2015. - №8. – P. 3085–3110. <https://doi.org/10.1007/s12274-015-0822-y>.

165 Agarwal A., Zhou Y., Liu Y. Remediation of oil-contaminated sand with self-collapsing air microbubbles // *Environ Sci Pollut Res.* – 2016. - №23. – P. 23876–23883. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7601-5>.

166 Zhong W., Guo L., Ji C. et al. Membrane distillation for zero liquid discharge during treatment of wastewater from the industry of traditional Chinese medicine: a review. *Environ Chem Lett.* – 2021. - №19.- P. 2317–2330. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01162-y>.

167 Arunkumar T., Sathyamurthy R., Denkenberger D. Solar distillation meets the real world: a review of solar stills purifying real wastewater and seawater // *Environ Sci Pollut Res.* – 2022. - №29. – P. 22860–22884. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18720-2>.

168 Abdibattayeva M.M., Berdikulova F.A., Beketova A.K., Rysmagambetova A.N., Satayeva A.N. Profound thermal treatment of oil waste in heliodevices equipped with concentrated elements. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management // SGEM.* – 2014. - №1(4). - C. 425–432.

169 Abdibattayeva M., Bissenov K., Askarova G., Togyzbayeva N., Assanova G. Transport of heavy oil by applying of solar energy. *Environmental and Climate Technologies.* – 2021. - №25(1). – P. 879-893. Doi:10.2478/rtuect-2021-0066.

170 Abdibattayeva M., Bissenov K., Zhubandykova Z., Orynbassar R., Tastanova L., Almatova B. Purification of oil-containing waste using solar energy //

Environmental and Climate Technologies. – 2021. - №25(1). – P. 161-175. doi:10.2478/rtuect-2021-0011.

171 Серикбаева А.К., Тайжанова Л.С. «Ақабә суларды тазарту тәсілі» пайдалы модельге № 8181 патенті 16.06.2023 ж

172 Serikbayeva A., Taizhanova L., Suleimenova B., Altybayeva Zh., Seidalieva L. Intensification of the Wastewater Treatment Process of a Bitumen Plant with the Production of Recycled Water // Journal of Ecological Engineering. – 2023.- №24(2). – P. 295–301. <https://doi.org/10.12911/22998993/157021>.

173 ГОСТ 32419—2013 Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на окружающую среду.

174 Приложение 9 Методические указания по оценка опасности для водной среды.

175 ECOTOX База данных/ <https://cfpub.epa.gov/ecotox>.

176 ECHA База данных/ <https://echa.europa.eu>.

177 ГОСТ 57455-2017 Руководство по применению критериев классификации опасности химической продукции на окружающую среду. Острая токсичность для водной среды.

178 Воробьева О.В., Исакова Е.Ф., Заец М.А., Мерзеликин А.Ю., Самойлова Т.А. Токсичность иона алюминия для *Daphnia magna* Straus в зависимости от жесткости природной и искусственной воды // Вестник Московского университета. Биология. - 2020. - Т. 75, № 4.- С. 273–279.

179 <https://aquavitro.org/2018/12/12/toksichnost-nitrata-dlya-vodnyxzhivotnyx/>

180 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209. Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов". Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 апреля 2015 года №10774.

181 Лукьяненко В.И. Токсикология рыб «Пищевая промышленность».- 1967.- с.215.

182 Евстифеева Т. А., Фабарисова Л. Г. Биологический мониторинг. - Оренбург: Университет, 2012. - 120 с.

183 ГОСТ 12038-84. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

184 ГОСТ 12039-82. Группа С09. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения жизнеспособности.



# ҚОСЫМША А

«Ақаба суларды тазарту тәсілі» пайдалы модельге № 8181 от 16.06.2023 ж.  
патенті

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ПАТЕНТ**  
**PATENT**

№ 8181

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL



(21) 2023/0284.2

(22) 27.03.2023

(45) 16.06.2023

(54) Ақаба суларды газарту тәсілі  
Способ очистки сточных вод  
Wastewater treatment method

(73) «Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)  
Некоммерческое акционерное общество «Каспийский университет технологий и  
инжиниринга имени Ш.Есенова» (KZ)  
«S.Yessenov Caspian University of Technologies and Engineering» Non-profit Joint-Stock  
Company (KZ)

(72) Серикбаева Акмарал Кабылбековна (KZ) Serikbayeva Akmaral Kabylbekovna (KZ)  
Тайжанова Ляйлим Сабитаевна (KZ) Taizhanova Lyailim Sabitaevna (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды  
Подписано ЭЦП  
Signed with EDS

Е. Оспанов  
Е. Оспанов  
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директоры  
Директор РГПИ «Национальный институт интеллектуальной собственности»  
Director of RSE «National institute of intellectual property»



## ҚОСЫМША Б

### Су сынамаларын алу актiсi Каспий битум ЖШС мамыр 2019ж

#### Акт отбора проб (образцов) воды

№ 12 от «14» 05 2019 г.

Наименование заказчика: Тайжанова Л.С.

Адрес заказчика: г.Ақтау 14-34-36

Наименование предприятия (объекта): ТОО «СП «CASPI BITUM».

Дата (время) отбора пробы: 14 май 2019 г., вр: 11.10

Место отбора пробы: 1 точка - аэротэнк, 2 точка - вторичный отстойник, 3 точка - после микрофильтров, 4 точка - выход на поля испарения

Географические координаты: 43.66518891375251, 51.27991766474056

Тип пробоотборного устройства: Отбор воды производился батометром Паталаса

ИД на метод отбора: СТ РК ISO 5667-10-2013

Вид отбираемой воды:  природная поверхностная  питьевая  
 природная подземная  сточная

Объем отбираемой воды: 20 л от каждой точки отбора проб

Материал емкости и объем проб:  стеклянная емкость (темная);  
 полимерная емкость;  
 прочее

Условия транспортировки и сохранности пробы:  сумка-холодильник  $t = (2 - 4)^{\circ}\text{C}$   
термометр, заводской № \_\_\_\_\_  
 замораживание  автотранспорт  авиатранспорт  
 прочее:

Отобранные пробы опломбированы:  нет  
 да, № пломбы \_\_\_\_\_  
пломбировку осуществил:

ФИО, должность сотрудника, проводившего отбор проб  
Оператор участка предварительной очистки Сабыр Е. М.  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

ФИО, должность лиц, присутствующих при отборе  
Каунов К. Г. Старший оператор участка предварительной очистки  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

Су сынамаларын алу актiсi  
Каспий битум ЖШС наурыз 2020ж

Акт отбора проб (образцов) воды

10 от «30» 03 2020 г.

Наименование заказчика: Тайжанова Л.С.

Адрес заказчика: г.Ақтау 14-34-36

Наименование предприятия (объекта): ТОО «СП «CASPI BITUM».

Дата (время) отбора пробы: 30 март 2020 г., вр: 09.25

Место отбора пробы: 1 точка - после предварительной очистки (физикохимическая очистка), 2 точка - после фильтра загруженной грецких орехов, 3 точка - вход на биологические очистки, 4 точка - выход из БОС (биологические очистные сооружения)

Географические координаты: 43.665227719229584, 51.27932757875727

Тип пробоотборного устройства: Отбор воды производится батометром Паталаса

НД на метод отбора: СТ РК ISO 5667-10-2013

Вид отбираемой воды:  природная поверхностная  питьевая  
 природная подземная  сточная

Объем отбираемой воды: 20 л от каждой точки отбора проб

Материал емкости и объем проб:  стеклянная емкость (темная):  
 полимерная емкость:  
 прочее

Условия транспортировки и сохранности пробы:  сумка-холодильник  $t = (2 - 4)^{\circ}\text{C}$   
термометр, заводской № \_\_\_\_\_  
 замораживание  автотранспорт  авиатранспорт  
 прочее:

Отобраные пробы опломбированы:  нет  
 да, № пломбы \_\_\_\_\_  
пломбировку осуществил:

ФИО, должность сотрудника, проводившего отбор проб  
Оператор участка предварительной очистки Сабыр Е. М.  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

ФИО, должность лиц, присутствующих при отборе

Каунов К. Г. Старший оператор участка предварительной очистки  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись



Су сынамаларын алу актiсi  
Каспий битум ЖШС қазан 2021ж

Акт отбора проб (образцов) воды

№ 21 от «28» 10 2021 г.

Наименование заказчика: Тайжанова Л.С.

Адрес заказчика: г. Актау 14-34-36

Наименование предприятия (объекта): ТОО «СП «CASPI BITUM».

Дата (время) отбора пробы: 28 октябрь 2021 г., вр: 10.20

Место отбора пробы: 1 точка - аэротэнк, 2 точка - вторичный отстойник, 3 точка - после микрофильтров, 4 точка - выход на поля испарения

Географические координаты: 43.66518891375251, 51.27991766474056

Тип пробоотборного устройства: Отбор воды производился батометром Паталааса

ИД на метод отбора: СТ РК ISO 5667-10-2013

Вид отбираемой воды:  природная поверхностная  питьевая  
 природная подземная  сточная

Объем отбираемой воды: 20 л от каждой точки отбора проб

Материал емкости и объем проб:  стеклянная емкость (темная);  
 полимерная емкость;  
 прочее

Условия транспортировки и сохранности пробы:  сумка-холодильник  $t = (2 - 4)^\circ\text{C}$   
термометр, заводской № \_\_\_\_\_  
 замораживание  автотранспорт  авиатранспорт  
 прочее:

Отобранные пробы опломбированы:  нет  
 да, № пломбы \_\_\_\_\_  
пломбировку осуществил:

ФИО, должность сотрудника, проводившего отбор проб  
Оператор участка предварительной очистки Сабыр Е. М.  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

ФИО, должность лиц, присутствующих при отборе  
Каунов К. Г. Старший оператор участка предварительной очистки  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

Су сынамаларын алу актiсi  
Каспий битум ЖШС желтоқсан 2022ж

Акт отбора проб (образцов) воды

№32 от «14» 12 2022 г.

Наименование заказчика: Тайжанова Л.С.

Адрес заказчика: г.Ақтау 14-34-36

Наименование предприятия (объекта): ТОО «СП «CASPI BITUM».

Дата (время) отбора пробы: 14 декабрь 2022 г., вр: 09.45.

Место отбора пробы: 1 точка - после предварительной очистки (физикохимическая очистка), 2 точка - после фильтра загруженной грецких орехов, 3 точка - вход на биологические очистки, 4 точка - выход из БОС (биологические очистные сооружения)

Географические координаты: 43.665227719229584, 51.27932757875727

Тип пробоотборного устройства: Отбор воды производился батометром Паталаса

НД на метод отбора: СТ РК ISO 5667-10-2013

Вид отбираемой воды:  природная поверхностная  питьевая  
 природная подземная  сточная

Объем отбираемой воды: 20 л от каждой точки отбора проб

Материал емкости и объем проб:  стеклянная емкость (темная);  
 полимерная емкость;  
 прочее

Условия транспортировки и сохранности пробы:  сумка-холодильник  $t = (2 - 4)^\circ\text{C}$   
термометр, заводской № \_\_\_\_\_  
 замораживание  автотранспорт  авиатранспорт  
 прочее:

Отобранные пробы опломбированы:  нет  
 да, № пломбы \_\_\_\_\_  
пломбировку осуществил:

ФИО, должность сотрудника, проводившего отбор проб  
Оператор участка предварительной очистки Сабыр Е. М.  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

ФИО, должность лиц, присутствующих при отборе  
Каунов К. Г. Старший оператор участка предварительной очистки  
должность, Ф.И.О сотрудника

  
подпись

# ҚОСЫМША В

## Сарқынды су сынағаларын сынау хаттамасы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ  
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Химия және химиялық технология  
факультеті

«ӨРКЕНДЕУ» орталығы



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

Факультет химии и химической  
технологии

Центр «ӨРКЕНДЕУ»

050040/A15E3C5, Алматы қ. ал.-Фараби даңғылы, 71/23  
Тел./факс: +7 (727) 221 15 06  
e-mail: alina.galeyeva@kaznu.kz

050040/A15E3C5, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71/23  
Тел./факс: +7 (727) 221 15 06  
e-mail: alina.galeyeva@kaznu.kz

№ \_\_\_\_\_

г. \_\_\_\_\_

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

Заявитель, адрес –

Наименование продукции (объекта) – Анализ жидкого образца

Количество образцов - 3

Место отбора проб - Отбор проб осуществлен заказчиком.

Дата поступления образцов на испытания – 01.11.2021 г.

Дата проведения испытаний – с 01.11.2021 г. по 08.11.2021 г.

Условия проведения испытаний – Температура 22,0 ± 2 °С,

Влажность 60 ± 5 %

№ п/п	Элемент	1. После флотации участок предварительной очистки	2. Усреднительный резервуар вклада на участок предварительной очистки	3. После комплекса очистительных сооружений биологической очистки сооружения на поле испарения
1	2	3	4	5
1	Литий, мг/кг	0,674	4,40	7,98
2	Алюминий, мг/кг	929	2753	396
3	Ванадий, мг/кг	3,25	5,26	0,806
4	Хром, мг/кг	3,16	5,67	0,725
5	Марганец, мг/кг	37,4	215	72,0
6	Железо, мг/кг	850	2926	409
7	Кобальт, мг/кг	0,806	1,80	0,292
8	Никель, мг/кг	2,64	6,67	2,31
9	Медь, мг/кг	7,72	8,89	6,23
10	Цинк, мг/кг	23,7	29,6	13,1
11	Мышьяк, мг/кг	1,78	1,36	0,286
12	Селен, мг/кг	2,82	0,488	0,422
13	Стронций, мг/кг	88,3	71,3	61,2
14	Кадмий, мг/кг	н/о	н/о	н/о
15	Барий, мг/кг	14,2	26,9	15,9
16	Ртуть, мг/кг	0,229	0,250	н/о
17	Таллий, мг/кг	н/о	н/о	н/о
18	Свинец, мг/кг	0,732	2,46	0,740
19	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	398,4	406,6	358,27
20	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,10	0,13	0,84
21	БПК	н/о	н/о	н/о

Декан факультета химии и химической технологии  
к.х.н., ассоц.проф.

Директор Центра «Өркендеу»,  
зав. кафедрой аналитической, коллоидной  
химии и технологии редких элементов  
к.х.н., PhD



Тасибеков Х.С.

Галева А.К.

Настоящий протокол распространяется только на испытанные образцы.  
Протокол не может быть полностью или частично воспроизведен без разрешения Центра «ӨРКЕНДЕУ».  
Копии протокола без круглой печати не действительны.

Лист 1 из 1

## ҚОСЫМША Г

Зертханалық жағдайларда тазартылған су сапасының бюллетені  
(Қазақстан Республикасының «Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі  
Ұлттық орталығы» РМҚ)

РГП «НЦ ҚПМС РК»  
лаборатория ФАМ им. В.И. Карленко

г. Алматы 36  
ул. Жандосова, 67  
т. 259-00-70 (123)

### Бюллетень качества

на растворы  
от 23.11.2021 г.

№ п/п	№ пробы	Массовая доля определяемых элементов, мг/л												
		Al	V	Li	Cu	As	Pb	Zn	Fe	Mn	Ni	Co	Cd	
1	Исходная	396	0,806	7,98	6,23	0,286	0,740	13,1	409	72,0	2,31	0,292	т/ж	
2	1-Конденсат перегонки	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,08	<0,01	0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж	
3	2-Остаток перегонки	155	3,23	30,2	24,92	0,88	0,48	52,4	163	265	9,4	1,2	т/ж	
4	3-Конденсат 2-ой перегонки	<0,01	<0,01	<0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	т/ж	
5	4-Остаток 2-ой перегонки	<0,01	<0,01	<0,2	---	2,23	0,38	0,01	---	---	---	---	---	

И.о. Зав. лаб. ФАМ им. В.И. Карленко



Т.С. Каналы



## ҚОСЫМША Д

### Пилоттық қондырғыны ірілендірілген-зертханалық сынау актісі

#### АКТ

#### о проведении укрупненно-лабораторных испытаний пилотной установки для очистки сточных вод ТОО «СП» CASPI BITUM»

В период 21 по 25 ноября 2022 года были проведены укрупненно-лабораторные испытания пилотной гелиоустановки для очистки сточных вод ТОО «СП» CASPI BITUM».

В качестве испытания была использована сточная вода битумного завода после комплекса очистительных сооружений, который имел следующий состав, мг/кг: 7.98 Li; 396 Al; 0.806 V; 0.72 Cr, 72.0 Mn; 400 Fe; 0.295 Co; 0.30 Ni; 3.20 Cu; 13.0 Zn, 0.280 As; 0.422 Se, 61.2 Sr; 15.9 Ba, нефтепродукты – 0.80 мг/дм<sup>3</sup>; ХПК – 350 мг/дм<sup>3</sup>.

Показатель ХПК после опреснения варьировалась в пределах 140-148 мг/л. Для снижения ХПК воды до требуемого уровня, т.е. для полива зеленых насаждений (не выше 50 мг/л) проводилась озонирование полученного дистиллята.

Объем исходной воды в начале эксперимента составлял 0,02 м<sup>3</sup>. Эксперимент длился пять дней и общий объем использованной сточной воды составлял 0,1 м<sup>3</sup>.

После получения опресненной воды объемом 0,015 м<sup>3</sup> эксперимент был остановлен. Оставшейся объем кубового остатка составлял 0,005 м<sup>3</sup>.

Состав очищенной воды, мг/л Li 0,2; Al<0,01; V<0,01; Mn<0,01; Fe<0,01; Co<0,01; Ni<0,01; Zn 0,02, As<0,01; ХПК – 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Объем очищенной воды, пригодного для повторного использования в производстве составил 75 % от общего объема исходной сточной воды.

Укрупненно-лабораторное испытание показало принципиальную возможность очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гелиоустановки.

Начальник участка ТВГС  
ТОО «СП» CASPI BITUM»

  
Гайжанов А.

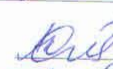
Старший оператор участка предварительной  
очистки ТОО «СП» CASPI BITUM»

  
Каймов К.


Руководитель управления науки и  
исследований КУТИ им.Ш.Есенова

  
Сырлыбеккызы С.

К.т.н., профессор КУТИ им.Ш.Есенова

  
Серикбаева А.К.

Докторант КУТИ им.Е.Есенова

  
Тайжанова Л.

## ҚОСЫМША Е

### ҒЗЖ нәтижелерін оқу үдерісіне енгізу акті



Ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерін оқу процесіне енгізу туралы

#### АКТ

««CASPI BITUM» Бірлескен кәсіпорын» ЖШС –дегі құрамында мұнайы бар өндірістік сарқынды суларды тазарту үдерістерін жетілдірудің экологиялық аспектілері» тақырыбындағы «6D060800-Экология» мамандығының докторанты Л.С Тайжанованың зерттеу жұмыстарының нәтижелері «6B05201, 7M05201- Экология» мамандықтарының «Ағынды суларды тазарту және суды басқару», «Суды тұщыландырудың заманауи технологиясы», «Суды қайта пайдалану» пәндері құрамына кіріктіріліп, оқу үрдісіне ендірілді.

«Экология және геология» кафедрасының меңгерушісі

Койбакова С.Е.



# ҚОСЫМША Ж

## Сертификат



## ҚОСЫМША 3

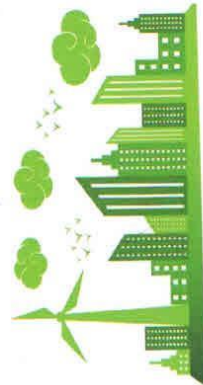
Алғыс хат



АоК



ОБЩЕСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ



ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫН СТУДЕНТТЕР  
АРАСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ  
ЖОБАЛАР САЙЫСЫ

**КОНКУРС**  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ  
**СРЕДИ СТУДЕНТОВ**  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

# БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

УВАЖАЕМАЯ ТАЙЖАНОВА  
ЛЯЙЛИМСАБИТАЕВНА

КОМАНДА ОРГАНИЗАТОРОВ КОНКУРСА  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ СРЕДИ  
СТУДЕНТОВ ВУЗОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ВЫРАЖАЕТ ВАМ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ ЗА ВАШЕ  
АКТИВНОЕ УЧАСТИЕ В ПОДГОТОВКЕ  
КОМАНДЫ, КОТОРАЯ ЗАНЯЛА II МЕСТО С  
ПРОЕКТОМ

«КҮН ЭНЕРГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ МҰНАЙ  
ҚҰРАМДЫ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУДЫ  
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ  
ОО "ЭКОМ"



МОГИЛЮК С.В.

ДЕКАБРЬ, 2022 Г.