

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

“Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті”
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө. А Байқоңыров атындағы тау - кен металлургия институты
Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасы

Аманкелді Әсем Ризабекқызы

Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту
технологиясын оңтайландыру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B05205 - «Химиялық және биохимиялық инженерия» ББ

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология» кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«ХПЖӨЭ» кафедрасының
меңгерушісі, т.ғ.к.,
қауымдастырылған профессор

Кубекова Ш.Н.
«11» 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды
тазарту технологиясын оңтайландыру»

6B05205 - «Химиялық және биохимиялық инженерия» ББ

Орындаған:

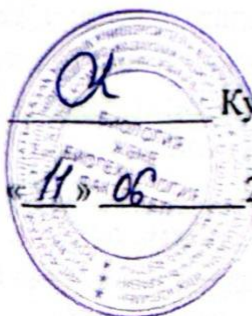
Ө. Р. Аманкелді

Рецензент

Ғылыми жетекші

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті
«Биология және биотехнология»
факультетінің деканы, б.ғ.д.,
профессор

«Химиялық процестер және
өнеркәсіптік экология» кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, т.ғ.к



Курманбаева М.С.

«11» 06 2025 ж.

Б. Х. Тусупова

«11» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

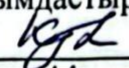
Ө.А Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«ХПЖӨЭ» кафедрасының
меңгерушісі, т.ғ.к.,

қауымдастырылған профессор

 Кубекова Ш.Н.

« 11 » 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушылар: Аманкелді Әсем Ризабекқызы

Тақырыбы: Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру

Университет Ректорының 2025 жылғы « 22 » 01 _____ № 26 бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 5 » маусым 2025 жыл.

Дипломдық жұмысты жазуға қажетті бастапқы деректер:

Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Атырау қаласының тұрмыстық ағынды суларының құрамын мен көлеміне
аналитикалық талдау;

ә) Қазіргі уақыттағы тазарту әдістерін талдау және олардың артықшылықтары мен
кемшіліктерін анықтау;

б) Қазақстандық және шетелдік тазарту құрылғыларын салыстыру;

в) Тазарту технологияларын оңтайландыру, экологиялық тұрғыдан тиімді жолдарын
ұсыну.

Сызбалық материалдар тізімі: дипломдық жұмыста 6- сурет, 5-кесте ұсынылған
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 44 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1. Бөлім. Әдебиет шолу (Ағынды суды тазарту әдістері)	31.01.2025 ж.	Орындалды
2. Бөлім. Зерттеу объектісі мен зерттеу әдістері	30.04.2025 ж.	Орындалды
3. Бөлім Ағынды суды тазалаудың оңтайлы әдістерін ұсыну	30.05. 2025 ж.	Орындалды

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушысының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Б. Х. Тусупова ХПЖӨЭ кафедрасының қауымдастырылған профессоры т.ғ.к	05.06.2025	

Ғылыми жетекші



Б. Х. Тусупова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Ә. Р. Аманкелді

Күні

«29» 01 2025 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы «Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру». Дипломдық жұмыста тұрмыстық ағынды су құрамын зерттей отырып, қолданыстағы әдістерді салыстырып, оларды жетілдіру технологиясын ұсыну.

Дипломдық жұмысты орындау барысында әртүрлі әдістердің экологиялық және экономикалық факторларын ескере отырып, салыстырмалы талдау жүргізілді. Сондай-ақ, тазарту процестерін модельдеу мен сандық талдау әдістері қарастырылады.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы «Оптимизация технологии очистки бытовых сточных вод на городских очистных сооружениях». В дипломной работе изучив состав бытовых сточных вод, сравнить существующие методы и предложить технологию их совершенствования.

В ходе выполнения дипломной работы был проведен сравнительный анализ с учетом экологических и экономических факторов различных методов. Также рассматриваются методы моделирования и количественного анализа процессов очистки.

ABSTRACTION

The topic of the thesis is «Optimization of Domestic Wastewater Treatment Technology at Urban Treatment Facilities». In the thesis, studying the composition of domestic wastewater, compare existing methods and propose a technology for their improvement.

In the course of the graduation work, a comparative analysis was carried out, taking into account the environmental and economic factors of various methods. Methods of modeling and quantitative analysis of cleaning processes are also considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1. Ағынды суларды тазартудың теориялық негіздері	10
1.1. Тұрмыстық ағынды сулардың құрамы мен сипаттамасы	10
1.2. Тұрмыстық ағынды сулардың қоршаған ортаға әсері	13
1.3. Ағынды суларды тазартудың негізгі әдістері	15
1.3.1. Суды тазартудың физикалық әдістері	15
1.3.2. Суды тазартудың химиялық әдістері	16
1.3.3. Физика-химиялық су тазарту әдістері	17
1.3.4. Суды тазалаудың биологиялық әдістері	18
2. Атырау қаласының тазарту құрылғыларының қазіргі жағдайы	21
2.1. Атырау қаласының кәріз жүйесіне жалпы шолу	21
2.1.1. Халық санының динамикасы және кәріз жүйесіне әсері	23
2.1.2. Кәріздік сорғы станцияларының рөлі және мәселелері	23
2.2. Тазарту құрылғыларының техникалық жағдайы	24
2.3. Қазіргі кезде кездесетін негізгі проблемалар	25
2.4. “Левобережный КОС” жобасы. Болашақ шешім	27
2.5. Әлемдік тәжірибемен салыстыру	27
3. Тазарту технологияларын жетілдіру жолдары	33
3.1. Ағынды суларды тазарту технологиясын оңтайландыру	33
3.2. Озондау технологиясын енгізу	35
3.3. Тазарту процестерін модельдеу және сандық талдау	38
3.4. Ұсыныстардың тиімділігі мен күтілетін нәтижелер	40
Қорытынды	41
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43

КІРІСПЕ

Су ресурстары – кез - келген мемлекеттің тұрақты дамуы мен халықтың өмір сүру сапасының маңызды факторы. Соңғы жылдары урбанизацияның қарқынды дамуы, халық санының өсуі, өндіріс орындарының көбеюі және тұрмыстық тұтынудың артуы су сапасының төмендеуіне және су экожүйелерінің ластануына әкелуде. Бұл әсіресе қалалық аймақтарда айқын көрінеді, себебі тұрмыстық ағынды сулардың үлкен көлемі тазарту құрылғыларына келіп түседі.

Қазіргі таңда Қазақстандағы және басқа да дамушы елдердегі тазарту құрылғыларының басым бөлігі ескірген технологияларды қолданады, бұл тазарту тиімділігінің төмендеуіне және экологиялық жүктеменің артуына себеп болады. Сонымен қатар, қалалардағы халық санының артуы тазарту жүйелеріне түсетін жүктемені көбейтеді, ал суды ластайтын жаңа химиялық және биологиялық қоспалар қолданыстағы тазарту әдістерінің жетілдірілуін талап етеді.

Қалалық тұрмыстық ағынды сулар құрамында азот, фосфор, ауыр металдар, тұрмыстық химия қалдықтары, патогенді микроағзалар және басқа да зиянды заттар кездеседі. Егер бұл сулар сапалы тазартылмаса, олар табиғи су қоймаларына түсіп, экожүйелерге орасан зор зиян келтіреді, су тапшылығын күшейтеді және адам денсаулығына қауіп төндіреді.

Осы себепті қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суларды тазартудың заманауи технологияларын енгізу және олардың тиімділігін арттыру өте өзекті мәселе болып табылады. Жаңа технологияларды қолдану суды қайта пайдалану мүмкіндігін арттырып, тазарту жүйелерінің экологиялық және экономикалық тиімділігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, энергияны аз тұтынатын және экологиялық қауіпсіз әдістерді дамыту су ресурстарын ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазартудың қазіргі заманғы әдістерін талдау және олардың тиімділігін арттыруға бағытталған технологияларды ұсыну.

Дипломдық жұмыстың міндеттері:

1. Атырау қаласының тұрмыстық ағынды суларының құрамын мен көлеміне аналитикалық талдау;
2. Қазіргі уақыттағы тазарту әдістерін талдау және олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау;
3. Қазақстандық және шетелдік тазарту құрылғыларын салыстыру;
4. Тазарту технологияларын оңтайландыру, экологиялық тұрғыдан тиімді жолдарын ұсыну.

1 Ағынды суларды тазартудың теориялық негіздері

1.1 Тұрмыстық ағынды сулардың құрамы мен сипаттамасы

Ағынды су - өндірісте, тұрмыста немесе ауыл шаруашылығында пайдаланылған, сондай-ақ қандай да бір лас аймақ, оның ішінде елді мекен (өнеркәсіптік, ауыл шаруашылықтық, коммуналдық-тұрмыстық, нөсер, тағы басқа ағындылар) арқылы өткен су.

Ағынды сулар гетерогенді күрделі жүйе болып саналады, оның құрамында болатын органикалық және минералды қоспалар ерімейтін, коллоидті және еритін түрде кездеседі. Негізінде минералды заттектермен қатар олардың құрамында органикалық заттектер, бактериялар, микроорганизмдер болады.

Ағынды суларды ластаушылардың табиғаты мен концентрациясына, олардың шығу көзіне, құрамы мен пайда болған түріне байланысты негізгі үш категорияға: шаруашылық-тұрмыстық, өндірістік және атмосфералық болып бөледі.

Шаруашылық-тұрмыстық ағынды сулар – адам тіршілігі нәтижесінде пайда болатын ластанған сулар (әжетханалардан, жуынатын бөлмелерден, асүйлерден, кір жуу орындарынан бөлінеді).

Өндірістік ағынды сулар – зауыттар, фабрикалар, өндірістік орындардан бөлінетін сулар.

Атмосфералық (жаңбыр, қар) сулары – көшелерден, алаңдардан жиналған ағындар. Қалалық ағынды сулар деп бір кәріз жүйесіне құйылған ағынды судың барлық үш түрінің немесе өндірістік және тұрмыстық сулардың жиынтығын айтады.

Кәріз деп ластанған ағынды суларды құбырлар арқылы қабылдауға және елді мекеннің териториясынан бөлек шығарып кетуге, сондай-ақ кәдеге жарату, су қоймасына төгу алдында тазартуға арналған қондырғылардың, ғимараттардың кешенін түсінеміз. Тұрмыстық, өндірістік және атмосфералық сулар қалай шығарылатындығына қарай, кәріз жүйелері үш түрге бөлінеді: жалпы, бөлек және жартылай бөлек. Жалпы кәріз түрінде ағынды сулардың барлық түрлері тазарту құрылыстарына немесе су қоймасына бір кәріз жүйесі арқылы шығарылады. Бөлек кәріз түрінде ағынды сулардың әрбір түрі кәріз жүйесіне бөлек шығарылады. Жартылай бөлек кәріз жүйесінде жеке кәріз жүйелерінің ағынды сулардың барлық түрін шығаруға арналған бірге су жинайтын камералары болуы мүмкін.

Тұрмыстық ағынды сулар көбінесе көшедегі қалдық қоқыстар, тамақ қалдықтары, кір жуғыш заттар және экскрименттермен ластанады. Олар суда суспензияланған, қатты және ұшқыш заттар түрінде кездеседі. Суспензияланған және қатты заттардың көп бөлігі целлюлазалық қосылыстар болып келеді. Ластағыш органикалық компоненттерге май қышқылы, көмірсутектер және ақуыздар жатады. Осы заттардың ыдырауы нәтижесінде түзілетін өнімдер тұрмыстық ағын суға жағымсыз іс береді. Бұл сулардың микрофлорасы әртүрлі болып келеді. Оның құрамына түрлі топырақ және ішек микроорганизмдерінің аэробты, облигатты және факультативті анаэробты түрлері, бактериялар, ашытқылар, саңырауқұлақтар және вирустар кіреді. Осы заттардың ыдырауы

нәтижесінде түзілетін өнімдер де, тұрмыстық ағынды суға қосымша жағымсыз иіс береді.

Тұрмыстық ағынды сулардың органикалық ластануының негізгі бөлігін белокты заттар, майлар, көмірсу және олардың ыдырау өнімдері құрайды. Ластанудың бейорганикалық бөлігін ауыз суға тән және адам организмінде алмасу процесі нәтижесінде түзілген тұздар құрайды. Зат алмасу өнімдеріне негізінен фосфаттар және мочевина гидролизінің өнімі - аммоний тұздары жатады. Ағынды судың құрамындағы бейорганикалық қоспаларға суға жеміс-жидектерді жуу, бөлмелерді тазалау кезінде түсетін құм және саз жатады.

Органикалық табиғаты бар ластану тұрмыстық ағынды сулардың барлық ластануының 58%-ын құрайды. Биологиялық ластану ерекше категория құрайды: әр түрлі, патогенді микроорганизмдер, гельминттердің жұмыртқалары. Бұл ластану су шығару жүйесіне ванналар мен ас бөлмелерінен адамдардың физиологиялық шығарымдары арқылы түседі.

Тұрмыстық ағынды сулардың ерекшелігі - олардың құрамының салыстырмалы тұрақтылығы, себебі әр тұрғыннан су шығару жүйесіне ластанушы заттардың белгілі бір тұрақты мөлшері шығарылады (т/тәулік). Бірақ та, оның құрамында әртүрлі минералдық, химиялық, органикалық және бактериялық ластанушылар болады. [2]

Минералдық қоспалар – ағынды сулардағы суда ерімейтін немесе еріген күйдегі бейорганикалық заттар. Олар табиғи және жасанды көздерден түсуі мүмкін, мысалы:

- Құм – суға топырақ шайылғанда немесе құрылыс материалдарынан түседі.
- Сазды бөлшектер – жер қыртысынан немесе тұрмыстық қалдықтардан түсуі мүмкін.
- Кеннің ұсақ бөлшектері – металл өңдеу, тау-кен өндірісі және тұрмыстық техникалардан шығатын қалдықтар.
- Шлак – өнеркәсіптік қалдықтардан немесе жану өнімдерінен пайда болатын қатты қалдықтар.
- Қышқылдар, сілтілер және суда еріген тұздар – тұрмыстық химия (жуғыш заттар, сабын, тазалағыш заттар) мен өндірістік қалдықтардан түсуі мүмкін. Химиялық элементтер судың құрамында әртүрлі концентрацияда кездеседі және судың сапасына тікелей әсер етеді.
- Фосфор (P) – жуғыш заттар мен тыңайтқыштардан түсуі мүмкін. Су қоймаларында балдырлардың шамадан тыс көбеюіне (эвтрофикацияға) әкеледі.
- Көміртек (C) – органикалық қалдықтар мен тірі организмдердің ыдырауынан түзіледі.
- Калий (K) – ауыл шаруашылығында қолданылатын тыңайтқыштардан және тұрмыстық қалдықтардан түседі.
- Күкірт (S) – өндірістік қалдықтарда кездеседі, жағымсыз иіс тудыруы мүмкін (күкіртсутек - H_2S).
- Хлор (Cl) – хлорланған су мен тұрмыстық химия өнімдерінен түседі, суда уыттылықты арттырады.

- Темір (Fe) – ескі құбырлардан, металл өндірісінен және табиғи жер асты суларынан түсуі мүмкін.

- Азот (N) – адам және жануар қалдықтарынан, тыңайтқыштардан және өнеркәсіптік өндірістерден келеді. Аммиакқа айналғанда улы болады.

- Магний (Mg) және Кальций (Ca) – табиғи суда кездеседі, бірақ ағынды суларда олардың концентрациясы тұрмыстық және өндірістік қалдықтар есебінен артуы мүмкін.

- Сульфаттар (SO_4^{2-}) – өндірістік ағынды сулардан немесе тұрмыстық химиялық заттардан түсуі мүмкін.

- Натрий (Na) – жуғыш заттар мен ас тұзынан (NaCl) пайда болады.

Органикалық ластаушылар – биологиялық немесе жасанды жолмен пайда болған көміртек негізді қосылыстар. Олар екіге бөлінеді: өсімдік текті және жануар текті.

- Өсімдік текті органикалық заттар

- Өсімдіктердің, жемістердің, көкөністердің және дәнді дақылдардың қалдықтары – тағам қалдықтары.

- Қағаз – тұрмыстық қалдықтардың үлкен бөлігі қағаз өнімдерінен тұрады.

- Өсімдік майлары – тағам қалдықтарынан бөлінеді, су бетінде қабат түзеді.

- Гуминді заттар – өсімдіктердің шіруі нәтижесінде пайда болатын табиғи органикалық қосылыстар.

- Жануар текті органикалық заттар

- Адам мен жануарлардың бөлінділері – нәжіс, несеп арқылы суға түседі.

- Бұлшық ет және май тіндері – ет өңдеу өнеркәсібінен немесе тағам қалдықтарынан пайда болады.

- Органикалық қышқылдар – тағам және биохимиялық процестер нәтижесінде түзіледі.

Бактериялық ластану – ағынды сулардағы тірі микроорганизмдердің көбеюімен байланысты.

- Жалпы микроорганизмдер

- Тірі микроорганизмдер – суда өздігінен көбейіп, органикалық қалдықтарды ыдыратады.

- Ашытқы және зең саңырауқұлақтары – ылғалды ортада өсіп, жағымсыз иіс пен шіру процестерін тудырады.

- Бактериялар – суда табиғи түрде кездеседі, бірақ ластанған суларда олардың саны күрт артады.

- Вирустар – су арқылы адамға жұғатын ауру тудырады.

- Патогенді (ауру қоздырғыш) бактериялар

- Іш сүзегі (тиф), паратиф, дизентерия, сібір жарасы қоздырғыштары – нәжістік ластанумен байланысты қауіпті бактериялар.

- Гельминт жұмыртқалары (құрттар) – паразиттік ауруларды тудырады.



1 - сурет – Тұрмыстық ағынды сулардың ластанушы заттарының құрамы және химиялық талдауы

1.2 Тұрмыстық ағынды сулардың қоршаған ортаға әсері

Тұрмыстық ағынды суларды тиімді тазартусыз қоршаған ортаға жіберу су ресурстарының, топырақтың, ауаның ластануына, биологиялық әртүрліліктің азаюына, адам денсаулығына қауіп төндіреді және экономикалық шығындарға әкеледі. Себебі, олардың құрамында әртүрлі химиялық, органикалық және биологиялық қоспалар бар.

Тұрмыстық ағынды сулар көбінесе табиғи су қоймаларына түседі, бұл су ресурстарының сапасын нашарлатады. Құрамындағы органикалық заттар бактериялар ыдыраған кезде судың құрамындағы оттегіні тұтынады, бұл су флора мен фаунасына зиян келтіреді. Оттегі тапшылығынан балықтар мен басқа да су организмдері қырылады, ал бұл су экожүйелерінің бұзылуына алып келеді.

Сонымен қатар, тұрмыстық химия өнімдерінде (жуғыш заттар, сабын, шампунь және т.б.) болатын фосфаттар мен нитраттар су қоймаларында балдырлардың шамадан тыс көбеюін (эвтрофикацияны) тудырады. Бұл процесс судың сапасын төмендетіп, оның табиғи тазарту қабілетін әлсіретеді. Балдырлар ыдыраған кезде, олардан бөлінетін токсиндер су жануарларына, ал егер бұл су адам тұтынатын ауыз су көзіне түссе, адамдарға да зиян тигізеді.

Тұрмыстық ағынды сулардың құрамында көбінесе ауыр металдар (қорғасын, сынап, кадмий) кездеседі. Бұл заттар өзендер мен көлдерге түскенде, оларда ұзақ уақыт сақталып, су экожүйелерін уландырады. Мұндай металдар балықтардың және басқа су жануарларының ағзасында жиналып, азық-түлік тізбегі арқылы адамдарға да өтеді. Бұл жүйке жүйесінің бұзылуына, бауыр және бүйрек ауруларына, иммундық жүйенің әлсіреуіне әкелуі мүмкін.

Тұрмыстық ағынды сулардың топыраққа сіңуі оның физикалық және химиялық құрамын өзгертеді. Химиялық қоспалар, ауыр металдар мен улы қосылыстар топырақтың құнарлы қабатын бұзады, нәтижесінде өсімдіктердің өсуіне қажетті микроэлементтер азаяды.

Сонымен қатар, ағынды сулардағы қауіпті бактериялар мен вирустар топырақ арқылы өсімдіктер мен ауыл шаруашылығы өнімдеріне өтіп, адам денсаулығына қауіп төндіреді. Ластанған топырақта өскен өнімдер адам мен жануарларға токсиндер арқылы әсер етеді, бұл ұзақ мерзімді созылмалы аурулардың пайда болуына ықпал етуі мүмкін.

Топырақтың тұздануы да тұрмыстық ағынды сулардың әсерінен болуы мүмкін. Егер бұл сулар тиісті өңдеусіз суару үшін пайдаланылса, онда топырақта артық тұз жиналады, бұл өсімдіктердің қоректік заттарды сіңіру қабілетін төмендетеді. Мұндай жағдайлар ауыл шаруашылығы өнімділігінің күрт төмендеуіне алып келеді.

Тұрмыстық ағынды сулардағы органикалық заттар ыдыраған кезде күкіртті сутек (H_2S), аммиак (NH_3), метан (CH_4) сияқты газдар бөлінеді.

Метан – ең қауіпті парниктік газдардың бірі, оның парниктік әсері көмірқышқыл газынан (CO_2) 25 есе күшті. Сондықтан, оның ауаға таралуы климат өзгерісіне әкеліп соғуы мүмкін.

Аммиак пен күкіртті сутек адамның тыныс алу жүйесіне зиян келтіріп, аллергиялық реакциялар, бас айналу, өкпе аурулары сияқты денсаулық мәселелерін тудыруы мүмкін.

Тұрмыстық ағынды суларда ішек инфекцияларын, гепатитті, дизентерияны, тырысқақты тудыратын қауіпті микроорганизмдер болуы мүмкін. Егер мұндай сулар дұрыс тазартылмаса, олар ашық су қоймаларына, топыраққа, тіпті ауыз су көздеріне түсіп, халық арасында жұқпалы аурулардың таралу қаупін арттырады. Егер адам ластанған суды ішсе немесе ол су пайдаланылған тағам өнімдерін тұтынса, ауыр уланулар мен инфекциялар қаупі жоғарылайды. Әсіресе, иммундық жүйесі әлсіз балалар мен қарт адамдар үшін бұл аса қауіпті.

Су ресурстарының ластануы мемлекеттің экологиялық мәселелерді шешуге жұмсайтын қаржылық шығындарын арттырады. Ағынды суларды тазартуға арналған заманауи технологиялар көп қаражатты қажет етеді, ал олардың жетіспеуі немесе дұрыс пайдаланылмауы халық денсаулығына және қоршаған ортаға үлкен зиян келтіреді. Сонымен қатар, ластанған топырақ пен су ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасын төмендетіп, фермерлерге және экономиканың аграрлық секторына кері әсер етеді.

Тұрмыстық ағынды сулар құрамындағы токсиндер, ауыр металдар және химиялық заттар табиғи экожүйелердің тепе-теңдігін бұзады. Су жануарлары мен

өсімдіктеріне зиян келтіретін бұл ластаушылар олардың тіршілік ету ортасын нашарлатады, нәтижесінде көптеген түрлердің саны азаяды немесе олар мүлде жойылып кетуі мүмкін.

1.3 Ағынды суларды тазартудың негізгі әдістері

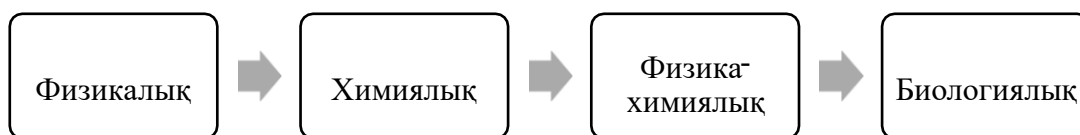
Ағынды суларды тазарту – бұл қоршаған ортаны қорғау және халықтың денсаулығын сақтау мақсатында қолданылатын технологиялық процесс. Тазарту әдістерінің тиімділігі судың құрамындағы ластаушы заттардың түріне, олардың концентрациясына және тазарту қондырғыларының техникалық мүмкіндіктеріне байланысты. Бүгінгі таңда ағынды суларды тазартудың төрт негізгі әдісі кеңінен қолданылады: физикалық, химиялық, физика-химиялық және биологиялық әдістер.

1. Физикалық – ластанған суды сүзгілер мен мембраналар арқылы айдау немесе ірі фракциялық, әдетте механикалық қоспаларды кетіру үшін оны тұндыру арқылы тазарту әдісі.

2. Химиялық – судың доративті және түсті компоненттерін кетіру үшін реактивтер мен химиялық заттарды қолдану.

3. Физика-химиялық – суды ластаған механикалық және химиялық компоненттерді жоюға мүмкіндік беретін алдыңғы әдістер тобын біріктіреді.

4. Биологиялық – органикалық агенттерді қолдану: микробтар, қарапайымдылар, саңырауқұлақтар мен бактериялар, олар тіршілік ету процесінде суда органикалық заттарды ыдыратады. Бұл әдіс негізінен ағынды суларды тазарту үшін қолданылады [7].



2 - сурет – Суды тазарту әдістері

1.3.1 Суды тазартудың физикалық әдістері

Суды қатты механикалық қоспалардан тазарту және оның лайлануын физикалық әдістермен азайту тиімсіз болып көрінуі мүмкін. Шын мәнінде, бұл суды тазартудың бірінші және негізгі кезеңі, бұл қалған циклдарда мөлдірліктің, дәм мен иістің жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Физикалық тазарту – суды тазартудың алғашқы дайындық және өздігімен жүретін кезеңі [7].

Оған мыналар кіреді:

1. Сүзу. Судың електен өтуі арқылы оңай бөлінетін үлкен қоспаларды кетіру. Өнеркәсіптік масштабта тік және көлденең торлы сүзгілер қолданылады, олар су құбырына кесіліп, жүйеде қысымды ұстап тұру үшін сорғылармен

жабдықталған. Кейбір жағдайларда, егер судың бастапқы сапасы жоғары болса, мұндай сүзгілер жалғыз тазалау жабдығы болып табылады [7].

2. Тұндыру. Тұндыру суды тазартудың механикалық әдістеріне жатады. Процестің мәні мынада: ауырлық күштерінің әсерінен ластанудың қатты бөлшектері (металдар және басқа заттар) су ыдысының түбіне түседі. Суды тазарту қондырғыларында тұндырғыштар-бұл өңдеудің басқа түрлеріне дейін су кіретін бірінші орын [9].

Берілген сұйықтықты да, ағынды суларды да өңдеуде қолданылады. Су және онымен араласпайтын фракцияларды бөлуге негізделген. Бұл құм немесе лай немесе майлар, сабындалған қалдықтар болуы мүмкін, бұл сәйкесінше тұнбаға немесе бетінде пленка пайда болуына әкеледі. Су бетінде тұндырылған немесе пайда болған қалдықтарды бұру келте құбыры арқылы шығару тұндырғыштың сыйымдылығына салынған қырғышпен орындалады [7].

3. Фильтрлеу. Сүзу – кеуекті қалқаларды немесе түйіршікті материал қабатын пайдаланып қоспаларды бөлу процесі [8]. Техникалық тұрғыдан сүзгіге ұқсайды. Бірақ фильтрлеу кезінде суды айдау қағаз, целлюлоза, металл, пластик беттер көмегімен болуы мүмкін және әртүрлі құрылымға, кеуектілікке және жасуша пішініне ие көп қабатты компонент арқылы жүзеге асырылады. Негізгі материалдың құрамына және технологиясына байланысты фильтрлеу арқылы бұлыңғырлықты, хроманы, иіс пен дәмді кетіруге болады [7].

4. Ультракүлгін дезинфекция. Тазартудың соңғы кезеңінде бөтелкеге құйылған суды тазарту, оның жарамдылық мерзімін ұзарту үшін микроорганизмдерді түпкілікті жою сатысы [7]. Ультракүлгін сәулелену-суды зарарсыздандырудың үнемді және экологиялық қауіпсіз әдісі, ол бүкіл әлемде кең таралуда, өйткені ол судың химиялық құрамының, оның рН, температурасының, түсінің немесе дәмінің өзгеруіне әкелмейді, улы өнімдердің пайда болу мүмкіндігін жояды, энергияны аз тұтынумен, орнатудың және техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығымен ерекшеленеді, суды лезде зарарсыздандыруға әкеледі, байланыс резервуарларының құрылысын болдырмайтын химиялық реагенттерді қоспай [10].

1.3.2 Суды тазартудың химиялық әдістері

Химиялық тазарту әдісінің міндеті-химиялық реакция арқылы ластаушы заттарды кетіру. Екі негізгі технологиясы бар: бейтараптандыру және тотығу-тотықсыздану реакциясы:

1. Бейтараптандыру. Әдістің мәні ағынды қышқылдармен немесе сілтілермен өңдеуден тұрады. Бұл оңтайлы рН көрсеткішіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ол өнеркәсіп саласында белсенді жұмыс істейді. Атап айтқанда, ол тоқыма, фармацевтика, химия өнеркәсібінде, сондай-ақ машина жасауда қолданылады. Реагенттер рөлінде қышқылдар мен сілтілердің ерітінділері қолданылады. Кейбір жағдайларда суды бейтараптандыратын қасиеттері бар жүктемелер – магнезит немесе доломит арқылы өткізуге болады. Бұл жағдайда арнайы жабдық қолданылады [11].

2. Тотығу. Тотығу суды химиялық тазарту технологиялары арасында басым орын алады. Күшті тотықтырғыштардың әсерінен-хлор және оның қосылыстары, перманганат және калий бихроматы, озон, сутегі асқын тотығы-мақсатты заттардың пішіні қауіпті емес болып өзгереді, улы формалар зиянсызға айналады, патогендік микрофлора өледі. Тотығу арқылы суды химиялық тазарту арқылы кезкелген басқа жолмен алу қиын болатын қосылыстарды байланыстыруға болады. Құрамында хлор бар қосылыстармен суды өңдеу көбінесе өндірістегі және тұтынушылық сумен жабдықтаудағы химиялық суды дайындаудың технологиялық схемаларында кездеседі. Хлордың бактерицидтік қасиеттері судың сапасына сорғы станциясынан соңғы тұтынушыға дейін құбырлар арқылы суды жеткізудің күрделі көлік жолы әсер етпеуін қамтамасыз етеді. Хлор реагенттері арзан және әрқашан қол жетімді. Хлорлаушы заттармен бірге жағымсыз иісі мен дәмі бар хлорфенолды қосылыстардың пайда болуын болдырмау үшін аммиак пен аммоний тұздары жиі енгізіледі. Калий перманганатының қосылуы өткір, жағымсыз иісі бар хлор туындыларын құрайтын Органикалық заттардың ыдырауына ықпал етеді. Соңғы уақытта озондау озонизацияға ұшырады, тиімділігі бойынша суды хлорлаушы заттармен химиялық өңдеуден бірнеше есе көп. Жоғары тотығу потенциалының арқасында озон әдетте басқа реактивтермен тотықпайтын заттарды да тотықтырады. Озонның сумен жанасу ұзақтығы 10-15 минуттан аспайды, ал қосымша қосылыстар түзілмейді. Озон суға көп мөлшерде ауа кіретіндіктен, судың аэрациясы бір уақытта жүреді. Озондау арқылы химиялық ластанудан тазарту нәтижесінде су ең жақсы сапалы жер үсті немесе негізгі суларға тән жаңа дәм мен иіске ие болады [12].

1.3.3 Физика-химиялық су тазарту әдістері

Физикалық-химиялық суды тазарту судан қоспаларды, түстерді, иістерді және дәмдік агенттерді кетірудің аралас әдісі. Көбінесе өндірістерде немесе магистральдық су құбырларында қолданылатын технологиялардың үлкен тобын біріктіреді. Ол алғашқы кезеңдерде де, терең тазарту кезеңінде де қолданылады [7].

1. Флотация – суды ірі және ұсақ өлшенген қоспалардан тазарту. Процесс бірнеше кезеңдерді қамтиды. Ең басында тазартылған сұйықтыққа дисперсті ауа беріледі. Гидрофобтылығы жоғары бөлшектер оған қарай жылжиды және ауа көпіршіктерімен қосылып, көбік шоғырларына ұқсайтын шлам кешендерін құрайды. Молекулалық күштердің әсерінен шлам бетіне шығады, содан кейін оны арнайы жабдықтың көмегімен алып тастайды [13].

2. Сорбция – суға ластаушы заттарды өз бетінде немесе оның көлемінде тартуға және ұстауға қабілетті химиялық реагенттерді қосу. Ең танымал абсорбенттер - белсендірілген көмір, силикагель, цеолит. Сорбциялық затты жою сүзу арқылы жүзеге асырылады [7].

Табиғи және ағынды суларды тазартудың перспективалы әдістерінің бірі синтетикалық және табиғи бейорганикалық материалдармен сорбциялық тазарту болып табылады. Негізгі артықшылықтары - қол жетімділігі мен арзандығы,

жабдықты безендірудің қарапайымдылығы, тазартылған судың бөгде заттармен ластанбауы.

Адсорбция процесінде сіңірілетін заттың концентрациясы қатты дененің кеуектерінің бетінде немесе көлемінде жүреді. Қатты дамыған ішкі беті бар қатты адсорбенттер қолданылады (кеуек көлемі). Қатты денеде ішкі беттің (кеуек көлемінің) дамуына оны синтездеу процесінде немесе қосымша өңдеу нәтижесінде арнайы жағдайлар жасау арқылы қол жеткізіледі [14].

3. Экстракция – селективті еріткіштердің (экстрагенттердің) көмегімен ерітінділерден немесе қатты заттардан бір немесе бірнеше компоненттерді алу процесі. Сұйық экстракция әдісі өзара ерімейтін немесе шектеулі еритін екі сұйық фазаның қатысуымен жүретін масса алмасу процесіне негізделген, олардың арасында экстракцияланатын зат бөлінеді. Процестің жылдамдығын арттыру үшін бастапқы ерітінді (ағынды су) мен экстрагент тығыз байланыста болады. Фазалардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде экстрагенттегі алынған компоненттің сығындысы – ерітіндісі және рафинат – алынған компонент белгілі бір толықтық дәрежесімен жойылатын қалдық бастапқы ерітінді (тазартылған ағынды су) алынады [15].

4. Ион алмасу. Кейде, оны суды жұмсарту деп атайды. Процесс регенерацияланатын ион алмасу шайырларын қолдану арқылы қаттылық тұздарын жоюдан тұрады (бұрын сульфо-көміртектер немесе цеолиттер қолданылған)

5. Кері осмос. Өндірісте және тұрмыста қолданылатын ауыз суды тазартудың химиялық тәсілі. Негізінде сұйықтықты осмостық қысымнан жоғары ұсақ торлы сүзгі арқылы жүргізу - ол судың жоғары сапалы көрсеткіштеріне, атап айтқанда хром, иіс және дәмге кепілдік береді. Тіпті ластаушы заттардың ұсақ молекулаларын, соның ішінде еріген газдар мен тұздарды, бактерияларды, вирустарды жояды.

6. Электродиализ. Бұл тұзсыздандыру. Көп камералы құрылғыда мембраналық сүзу және суға электролиттік әсер бір уақытта жүреді. Нәтижесінде біз концентрацияланған тұзды ерітінді мен таза су аламыз. Технология өнеркәсіптік ағынды суларды тазартуда белсенді қолданылады: оның көмегімен сіз қайта өңдеуге арналған құнды қалдықтардың концентратын ала аласыз. Мысалы, химиялық зауыттарда [7].

1.3.4 Суды тазартудың биологиялық әдісі

Биологиялық тазарту – ағынды сулардағы органикалық және кейбір бейорганикалық ластаушы заттарды микроорганизмдердің көмегімен ыдырату әдісі. Бұл процесс табиғи экожүйелердегі өздігінен тазарту механизмдеріне негізделген. Су құрамындағы органикалық заттар бактериялар, саңырауқұлақтар және қарапайым микроорганизмдер арқылы өңделіп, зиянсыз өнімдерге айналады.

Қазіргі уақытта биологиялық тазарту әдістері қалалық және өндірістік тазарту қондырғыларында кеңінен қолданылады. Бұл әдіс экологиялық тұрғыдан қауіпсіз әрі үнемді болғандықтан, көптеген мемлекеттерде суды тазартудың негізгі

тәсіліне айналды. Биологиялық тазарту нәтижесінде алынған шөгінділер тыңайтқыш ретінде немесе биогаз алу мақсатында қолданылуы мүмкін.

Биологиялық тазарту процесі аэробты және анаэробты процестер арқылы жүзеге асырылады. Әрбір әдістің өз ерекшеліктері мен қолдану салалары бар.

1. Аэробты биологиялық тазарту процесінде микроорганизмдер органикалық заттарды оттегінің қатысуымен ыдыратады. Бұл әдіс әсіресе тұрмыстық ағынды суларды тазартуда кеңінен қолданылады. Аэробты тазартудың негізгі әдістері:

- Белсенді тұнба әдісі – суда қалқып жүретін микроорганизмдердің қауымдастығы. Бұл бактериялар органикалық заттарды ыдыратып, көмірқышқыл газы мен суға айналдырады. Белсенді тұнбаны қолдану арқылы судың ластану деңгейін айтарлықтай төмендетуге болады.

- Биофильтрлер су құрамындағы органикалық заттарды ыдырататын микроорганизмдер қоныстанған қатты материалдардан тұрады. Су биофильтр қабатынан өткен кезде бактериялар зиянды заттарды ыдыратады.

- Аэрациялық жүйелерде суға ауа жіберіледі, нәтижесінде оттегінің мөлшері артып, микроорганизмдердің белсенділігі күшейеді. Аэрациялық жүйелер үлкен көлемдегі қалдық суларды тазартуға тиімді.

2. Анаэробты биологиялық тазарту процесінде бактериялар органикалық заттарды оттегі қатысуынсыз ыдыратады. Бұл әдіс көбінесе өндірістік және ауыл шаруашылығы қалдықтарын өңдеуде қолданылады. Анаэробты тазартудың негізгі әдістері:

- Метантенктер

Метантенктер – анаэробты бактериялар тіршілік ететін арнайы резервуарлар. Мұнда органикалық заттар ыдырап, метан мен көмірқышқыл газын түзеді.

Алынған биогазды энергетикалық мақсаттарда пайдалануға болады.

- Анаэробты биореакторлар

Анаэробты биореакторларда микроорганизмдер судың құрамындағы ластаушы заттарды ыдыратады. Бұл процесс нәтижесінде алынған шөгінділер тыңайтқыш ретінде қолданылады.



3 - сурет – Тазарту қондырғыларындағы ағынды сулардың биологиялық тазартудың классикалық үдерісінің принципіалды сызбасы

2.Тазарту құрылғыларының қазіргі жағдайы

2.1. Атырау қаласының кәріз жүйесіне жалпы шолу

Атырау қаласы, Қазақстанның батыс бөлігінде орналасқан ірі өнеркәсіптік орталық ретінде, мұнай-газ өндірісінің дамуымен қатар, экологиялық және инфрақұрылымдық мәселелерге де жиі тап болады. Қаланың орналасуы (Каспий теңізіне жақын, Жайық өзенінің екі жағалауында) және өндірістік сипаты оның кәріз және тазарту жүйелеріне ерекше талаптар қояды. Қазіргі таңда Атырау қаласының кәріз жүйесі урбанизация мен халық санының өсуіне байланысты айтарлықтай жүктемеге ұшырап отыр. Осы тарауда Атырау қаласының кәріз жүйесінің жалпы жағдайы, тазарту құрылғыларының техникалық сипаттамалары, оларда кездесетін негізгі проблемалар және әлемдік тәжірибемен салыстыру арқылы шешу жолдары қарастырылады. Қоршаған ортаны қорғау және халықтың денсаулығын сақтау тұрғысынан ағынды суларды тиімді басқару және тазарту жүйелерінің маңызы зор.

Атырау қаласы – Қазақстан Республикасындағы мұнай-газ өнеркәсібінің орталығы, экологиялық және инфрақұрылымдық мәселелері өзекті болып отырған қала. Қаланың кәріз жүйесі урбанизация мен халық санының өсуіне байланысты айтарлықтай жүктемеге ұшырап отыр. Атыраудың географиялық орналасуы, яғни Жайық өзенінің екі жағалауында орналасуы және теңіз деңгейінен төмен болуы, оның кәріз жүйесінің құрылысы мен жұмысына айтарлықтай әсер етеді. Төмен рельеф табиғи ағынды су ағынын қиындатады, бұл ағынды суларды сору үшін көптеген сорғы станцияларын пайдалануды талап етеді. Сонымен қатар, қаланың климаты, әсіресе ыстық жазы және буланудың жоғары деңгейі, сол жағалаудағы булану алаңдарының тиімділігіне әсер етеді және экологиялық мәселелерді туындатады.

Қаланың кәріз жүйесінің тарихы өткен ғасырдың ортасынан басталады. Мұнай өнеркәсібінің қарқынды дамуымен қатар, қала инфрақұрылымы да кеңейіп, кәріз жүйелері біртіндеп салынды. Алғашқы кәріз желілері мен тазарту құрылыстары 1970 жылдардың ортасында пайдалануға берілген. Алайда, содан бері жүйеге күрделі жаңартулар мен модернизациялау жұмыстары жеткіліксіз деңгейде жүргізілді, бұл оның қазіргі жағдайына кері әсерін тигізуде.

Қазіргі таңда Атырау қаласының сыртқы кәріз желісі қаланың барлық негізгі көшелері арқылы өтеді. Бұл желілер тұрмыстық, өндірістік және жаңбыр суларын жинауға арналған. Қаланың оң жағалауындағы негізгі коллекторлар ағынды суларды арнайы кәріздік тазарту құрылыстарына бағыттайды. Бұл жүйе арқылы жиналған сулар механикалық және биологиялық жолмен тазартылады. Ал сол жағалаудағы коллекторлар ағынды суларды табиғи булану алаңдарына тасымалдайды. Бұл – экологиялық және санитарлық тұрғыдан уақытша шешім ретінде қарастырылатын ескі технологиялық әдіс.

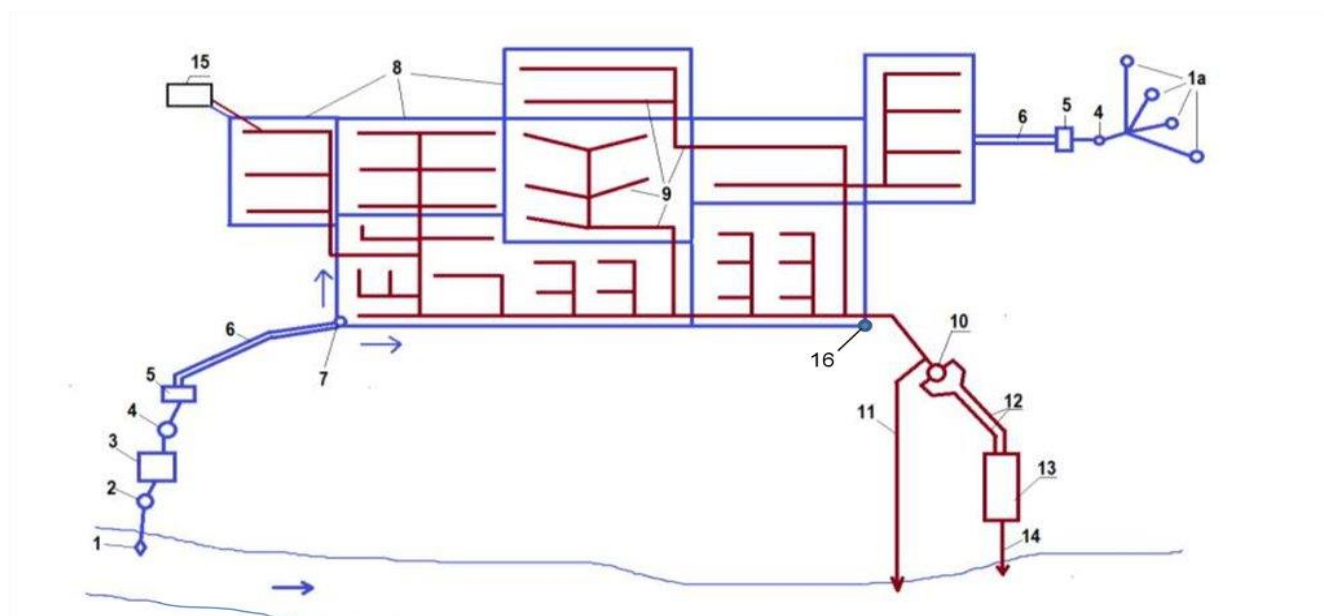
Атырау қаласындағы кәріз желілерінің жалпы ұзындығы бірнеше жүздеген шақырымға созылып жатыр. Бұл кең ауқымды желілер қаланың өсіп келе жатқан қажеттіліктерін қамтамасыз етуге тырысады. Қалалық кәріз жүйесінің құрамында

77 кәріздік сорғы станциясы (КНС) жұмыс істейді. Бұл станциялар тұрмыстық және өндірістік ағынды суларды магистральды коллекторлар арқылы тазарту құрылыстарына айдайды. Олардың ішіндегі ең маңыздыларына мыналар жатады:

- КНС-2 – «Лесхоз» шағын ауданында орналасқан;
- КНС-10 – Махамбетов және Валиханов көшелерінің қиылысында;
- КНС-14 – Азаттық даңғылы бойында;
- КНС-17 – Құнанбаев көшесінде;
- КНС-18 – Сәтпаев даңғылы;
- КНС-33 – С.Датов көшесі, СМП-136 ауданында орналасқан.

Жоғарыда аталған нысандар қаланың маңызды бөліктерінен келіп түсетін ағынды сулардың тасымалын қамтамасыз етеді. Орта есеппен бұл сорғы станциялары жылына 12 млн м³, ал тәулігіне шамамен 33 мың м³ ағынды суды айдайды. КНС-тардың көбісі ескірген және олардың қуаттылығы қазіргі талаптарға сай келмейді, бұл жиі істен шығуға және ағынды сулардың төгілуіне себеп болуда.

Сол жағалауда табиғи булану алаңының жалпы аумағы – 520,13 га. Бұл алаңда жинақталатын судың жобалық көлемі 19,13 млн м³ болса, қазіргі нақты толуы шамамен 20%-ды құрайды. Булану алаңдары ағынды суларды тек табиғи булану арқылы азайтуға бағытталған, бұл толық тазартуды қамтамасыз етпейді. Нәтижесінде, бұл алаңдар топырақты, жер асты суларын және атмосфераны ластайтын негізгі ошақтардың біріне айналып отыр. Мұнда жиналған тұнбалар қала экологиясына айтарлықтай кері әсер етеді, жағымсыз иістер мен зиянды заттардың таралуына ықпал етеді.



4 - сурет – Елді мекенді сумен қамту және кәріз жүйесі схемасы

Елді мекенді сумен жабдықтау және су бұру сұлбасы: 1-Өзеннен су алу; 1а- Жер асты көздерінен су алу; 2-І-ші көтеру сорғы станциясы; 3-Су тазалау құрылыстары (СТК); 4-Таза су резервуары (ТСР); 5-ІІ-ші көтеру сорғы станциясы;

6-Су құбырлары; 7-Су мұнарасы; 8-Су құбыры желісі; 9-Су бұру желісі; 10-Бас сорғы станциясы (БСС); 11-Апаттық шығару; 12- Арынды кәріз коллекторы; 13- Кәріз тазалау құрылыстары (КТҚ); 14-Тазартылған суды шығару; 15-Өнеркәсіп кәсіпорны; 16-Жоғарылатушы сорғы станциясы

2.1.1. Атырау қаласының халық санының динамикасы және кәріз жүйесіне әсері

Атырау қаласының халқы соңғы онжылдықтарда қарқынды өсіп келеді. Бұл өсім бірнеше факторлармен байланысты, соның ішінде мұнай-газ өндірісінің дамуы, жұмыс орындарының көбеюі және халықтың ішкі миграциясы. Бұл өз кезегінде қала инфрақұрылымына, соның ішінде кәріз жүйелеріне жүктемені көбейтті.

1 - кесте – Атырау қаласының халқының динамикасы

Жыл	Халық саны (мың адам)	Ағынды су көлемі (м3/ тәулік)
2000	200	50 000
2010	250	65 000
2020	300	80 000

Кәріз жүйесінің бастапқы жобалық қуаттылығы қазіргі халық санына сәйкес келмейді, ал кәріз желілеріне түсетін жүктеме жыл сайын артып отырады. Соның себебінен, кәріз жүйелері жиі бітеледі және апатты жағдайлар есебі арта түседі. Әсіресе, ескірген желілер мен сорғы станциялары мұндай қосымша жүктемені көтере алмайды.

2.1.2. Кәріздік сорғы станцияларының (КНС) рөлі және мәселелері

Атырау қаласындағы 77 КНС-тың басым бөлігі 1970-1980 жылдары салынған және бүгінгі күні айтарлықтай тозған. Олардың техникалық жағдайы көп жағдайда қанағаттанарлықсыз.

- **Тозу деңгейі:** КНС жабдықтарының (сорғы, электр қозғалтқыштары, автоматика) тозуы 70-80%-ға жетуі мүмкін. Бұл жиі істен шығуға, электр энергиясын артық тұтынуға және қызмет көрсету шығындарының артуына әкеледі.
- **Технологиялық ескіру:** Көптеген КНС-тарда заманауи энергия үнемдеуші технологиялар мен автоматтандырылған басқару жүйелері жоқ. Бұл олардың жұмыс тиімділігін төмендетіп, операторлардың жұмысын күрделендіреді.
- **Сыйымдылықтың жеткіліксіздігі:** Халық саны мен су тұтынудың өсуіне байланысты КНС-тардың көпшілігінің жобалық қуаттылығы қазіргі ағынды су көлемін толық айдауға жеткіліксіз. Бұл қысымның артуына, желілердің апатты түрде төгілуіне және қоршаған ортаның ластануына әкеледі.

2.2. Тазарту құрылғыларының техникалық жағдайы

Атырау қаласындағы кәріздік тазарту құрылғылары алғаш рет 1974–1978 жылдары аралығында салынған. Бұл кешендердің салыну тарихы қаланың индустриалды даму кезеңімен тығыз байланысты. Сол уақыттағы технологиялар мен нормаларға сәйкес салынғанымен, қазіргі таңда олардың жобалық қуаттылығы тәулігіне 70 мың м³-қа дейін жетуі мүмкін еді, бірақ іс жүзінде олар тәулігіне шамамен 20 мың м³ ағынды суды ғана қабылдап, тазартады. Бұл айырмашылық бірнеше факторлармен байланысты: жабдықтардың тозуы, техникалық регламенттердің сақталмауы, тиімсіз басқару және қаржыландырудың жеткіліксіздігі.

Құрылымдық құрамы мынадай:

- Қабылдау камерасы №1;
- Апаттық ағызу камерасы;
- Торлы ұсақтағыштар;
- Құм ұстағыштар (горизонтальды, дөңгелек ағыс);
- Алғашқы радиалды тұндырғыштар;
- Құм аландары;
- Тазартылған суды жинау резервуарлары;
- Тазартылған суды айдайтын сорғы станциясы.

Бұл нысандар механикалық және биологиялық тазарту жүйелерінен тұрады. Механикалық тазартуда ірі қалдықтар мен құм тәрізді ауыр бөлшектер сүзіледі. Бұл процесс бірінші кезекте ағынды судан ірі қалдықтарды (қағаз, шүберек, пластик, майлар және т.б.) жоюға бағытталған. Торлы ұсақтағыштар суды арнайы торлар арқылы өткізіп, ірі қалдықтарды ұстап қалады, ал құм ұстағыштар су ағынының жылдамдығын азайту арқылы құм мен басқа да ауыр бөлшектердің шөгуін қамтамасыз етеді. Бұл кезең жүйенің келесі бөліктерінің бітелуін және тозуын азайтуға көмектеседі. Механикалық тазарту кезеңінде алынған қалдықтар арнайы жинау орындарына жіберіліп, кейін кәдеге жаратылады.

Ал биологиялық тазарту сатысында аэробты микроағзалар көмегімен органикалық заттар ыдыратылады. Процесс барысында бактериялар ластаушы заттарды өздерінің тіршілігіне қажетті қоректік орта ретінде пайдаланады, нәтижесінде олар активті лай түзеді. Бұл кезеңде аэрациялық резервуарларда (аэротенктер) оттегінің қатысуымен бактериялар ағынды судағы еріген және коллоидты органикалық ластаушы заттарды ыдыратады. Бұл процестің тиімділігі микроағзалардың белсенділігіне, оттегінің концентрациясына және судың температурасына және рН деңгейіне байланысты.

Сонымен қатар, тазартылған су ультракүлгін сәулелендіру жүйесі арқылы дезинфекцияланады. Ультракүлгін сәулелендіру су құрамындағы патогенді микроағзаларды (бактериялар, вирустар) жоюда өте тиімді, бұл химиялық дезинфекцияға қарағанда экологиялық жағынан қауіпсіз және қоршаған ортаға зиянды қосылыстар түзбейді.

2 - кесте – Техникалық сипаттамалар

Көрсеткіш	Мәні	Ескерту
Жобалық қуаттылық	70 000 м³/тәу.	Қажеттілік жағдайына бейімделген
Ағымдағы нақты жүктеме	20 000 м³/тәу.	2024 жылғы көрсеткіш
Сол жағалау стоктары (жазда)	30 000 м³/тәу.	Маусымдық ауытқу
Булану алаңының ауданы	520,13 га	Сол жағалауда орналасқан
Жинау резервуарының көлемі	19,13 млн м³	Тек 20%-ы нақты толған
Жүйенің іс жүзіндегі тозу деңгейі	70-80% (шамамен)	Құбырлар мен жабдықтардың жалпы ескіруі
Биологиялық тазарту тиімділігі	Төмен (50-60%)	Нормативтік талаптарға сәйкес келмейді
Апаттық төгінділер жиілігі	Жоғары	Ескірген жүйелер мен тығындар салдарынан

Мұндай айырмашылықтар инфрақұрылымның толық қуатта жұмыс істемей отырғанын көрсетеді. Сонымен қатар, жүйенің ескіруі мен техникалық жабдықтың жаңартылмауы да өнімділіктің төмен болуына себеп.. Техникалық жабдықтың тозуы жұмыс процесіндегі жиі ақауларға, энергия шығындарының артуына және тазартылған судың сапасының төмендеуіне әкеледі. Мысалы, тозған сорғы энергияны тиімсіз тұтынады, ал ескірген фильтрлер мен тұндырғыштар суды жеткілікті деңгейде тазарта алмайды.

2.3. Қазіргі кезде кездесетін негізгі проблемалар

Атырау қаласының кәріз жүйесінде бірқатар маңызды және күрделі мәселелер бар, олар қаланың экологиялық қауіпсіздігі мен халықтың денсаулығына тікелей әсер етеді.

1. Жабдықтың ескіруі және тозуы

Көптеген сорғы станциялары мен тазарту құрылыстары 40 жылдан астам уақыт бұрын пайдалануға берілген. Инфрақұрылым физикалық және моральдық тұрғыдан ескірген. Бұл мәселе бірнеше жағынан көрініс табады:

- **Жиі апаттар:** Ескірген құбырлардың, сорғылардың және басқа да жабдықтардың тозуы жиі апатты жағдайларға, мысалы, құбырлардың жарылуына,

кәріз суларының қала көшелеріне төгілуіне әкеледі. Бұл эпидемиологиялық қауіпті арттырады және тұрғындарға қолайсыздық тудырады.

- **Жоғары эксплуатациялық шығындар:** Ескірген жабдықтарды жөндеу және техникалық қызмет көрсетуге кететін шығындар айтарлықтай жоғары. Сонымен қатар, ескі сорғылардың энергия тұтынуы жаңа, тиімді үлгілерге қарағанда әлдеқайда көп.

- **Төмен өнімділік:** Тозған жабдықтар толық қуатта жұмыс істей алмайды, бұл тазарту процесінің тиімділігін төмендетеді және тазартылмаған немесе жеткіліксіз тазартылған судың қоршаған ортаға тасталуына себеп болады.

2. Технологиялық сәйкессіздік

Кейбір элементтер қазіргі санитарлық және экологиялық талаптарға толық сәйкес келмейді.. Мысалы, механикалық тазартудан өткен сулар толық биологиялық тазартудан өтпеуі мүмкін. Қазіргі заманғы нормалар ағынды сулардағы азот, фосфор және басқа да ластаушы заттардың концентрациясына қатаң талаптар қояды. Атырау қаласының тазарту құрылғыларында бұл талаптарды орындауға мүмкіндік беретін тиісті технологиялар (мысалы, үшінші деңгейлі тазарту) жеткіліксіз. Нәтижесінде, тазартылған судың сапасы нормативтік көрсеткіштерден төмен болып, су айдындарын эвтрофикациялауға және басқа да экологиялық проблемаларға әкеледі.

3. Жүктемені тең бөле алмау

Сол жағалауда жаз айларында ағынды сулардың көлемі 30 мың м³ дейін жетеді, бірақ негізгі тазарту құрылыстары тек оң жағалауда орналасқан. Бұл гидравликалық теңсіздікке әкеледі. Судың сол жағалаудан оң жағалауға тасымалдануы үшін қосымша сорғы станциялары мен ұзын коллекторлар қажет, бұл жүйеге артық жүктеме түсіреді және энергия шығындарын арттырады. Сонымен қатар, сол жағалаудағы булану алаңдарына келетін ағынды сулардың көбеюі олардың экологиялық жүктемесін ұлғайтады.

4. Экологиялық тәуекелдер

Сол жағалаудағы булану алаңдары (мысалы, Тухлая балка) экологиялық жағынан тиімсіз, себебі олар арқылы тазартылмаған сулар топырақ пен атмосфераны ластайды. Бұл алаңдар жойылуы тиіс. Тухлая балка көптеген жылдар бойы қаланың негізгі экологиялық проблемаларының бірі болып қала берді. Онда жиналған ағынды сулар мен тұнбалар метан, күкіртсутек және басқа да улы газдарды бөліп шығарады, бұл қала ауасының ластануына және жағымсыз иістердің таралуына себеп болады. Сонымен қатар, ағынды сулар топыраққа сіңіп, жер асты суларын ластайды, бұл биологиялық әртүрлілікке және жергілікті экожүйеге кері әсер етеді.

5. Су ресурстарына тәуелділік

Қазіргі уақытта Атырау қаласының бірқатар нысандары Жайық өзенінен немесе Кигач магистральды су арнасынан алынатын суды пайдаланады. Бұл экожүйеге үлкен жүктеме түсіреді. Суды қайта пайдалану технологияларының дамымауы тұщы су көздеріне деген сұранысты арттырады, бұл су тапшылығы мәселесін ушықтырады, әсіресе өзендердің су деңгейі төмендейтін кезеңдерде.

2.4. "Левобережный КОС" жобасы: Болашақ шешім

2017 жылдан бастап Атырау қаласының сол жағалауына арналған жаңа канализациялық тазарту кешені салынуда. Бұл жоба қаладағы кәріз жүйесі мәселелерін шешудегі маңызды қадам болып табылады. Жаңа «Левобережный КОС» жобасында:

- Басты кәріз станциясы;
- Қысымды коллекторлар;
- КОС алаңы;
- Тазартылған сулар коллекторы;
- Биологиялық тоғандар мен булану алаңдары қарастырылған.

Бұл жүйе республика көлемінде сирек қолданылатын модельдер қатарына жатады. Жобаның аяқталуы Тухлая балка булану алаңын толық жоюға мүмкіндік береді және экологияға жағымды әсер етеді. Жаңа кешен биологиялық тазартудың заманауи әдістерін қолдануы тиіс, бұл тазартылған судың сапасын айтарлықтай арттырады. Жобаның іске асырылуы сол жағалаудағы ағынды сулар мәселесін шешіп қана қоймай, Жайық өзенінің экожүйесіне түсетін жүктемені азайтуға және қаланың жалпы санитарлық-экологиялық жағдайын жақсартуға мүмкіндік береді. Алайда, жобаның іске асырылу мерзімдері мен қаржыландыру мәселелеріне ерекше назар аудару қажет.

Атырау қаласының кәріз жүйесі техникалық және экологиялық тұрғыдан кешенді жаңартуды қажет етеді. Тек инженерлік қондырғыларды ғана емес, нормативтік-құқықтық базаны да күшейту қажет. Қаланың әрі қарай дамуы осы инфрақұрылымның тұрақтылығына тікелей байланысты.

2.5. Әлемдік тәжірибемен салыстыру

Қазіргі таңда су ресурстарын ұтымды пайдалану және қоршаған ортаны қорғау мәселелері әлем елдерінің басты стратегиялық міндеттерінің біріне айналып отыр. Су тапшылығы, өнеркәсіптік және тұрмыстық қалдықтардан су айдындарының ластануы жаһандық проблемалар болып табылады. Осы орайда, кәріздік суларды тиімді тазарту және оларды қайталама пайдалану бойынша бірқатар дамыған мемлекеттерде заманауи технологиялар қолданылып келеді. Сонымен қатар, кейбір елдерде мембраналық технологиялар, кері осмос және озондау секілді жоғары технологиялық процестер кеңінен енгізілген. Мұндай әдістер суды қайта пайдалануға мүмкіндік беріп қана қоймай, қоршаған ортаға түсетін зиянды әсерлерді де барынша азайтуға мүмкіндік береді. Бұл бөлімде Атырау қаласының тазарту құрылғыларының қазіргі жағдайы Германия, Жапония және Сингапур секілді елдердің озық тәжірибесімен салыстырылып, қандай технологиялар қолданыста екенін және олардың нақты артықшылықтарын қарастырамыз.

3 - кесте – Әлемдік тәжірибеде қолданылатын технологиялар мен суды қайта пайдалану деңгейі

Ел	Механикалық тазарту	Биологиялық тазарту	Химиялық тазарту	Қайта пайдалану деңгейі
Атырау (Қазақстан)	Бар	Шектеулі	Сирек	Төмен (5%)
Германия	Толық	Толық	Кеңінен	Орташа (60%)
Жапония	Толық	Жоғары	Жоғары	Жоғары (70%)
Сингапур	Толық	Жоғары	Жоғары	Өте жоғары (80%)

1. **Германия тәжірибесі.** Германия – су ресурстарын басқару мен қоршаған ортаны қорғауда әлемдік көшбасшылардың бірі. Бұл елде кәріздік сулардың 90% астамы биологиялық және химиялық тазартудан өтеді. Германияда тазарту қондырғылары жоғары автоматтандырылған және су сапасына қатысты талаптар өте қатаң. Неміс заңнамасы ағынды суларды ағызу нормаларын қатаң реттейді, бұл өнеркәсіптік және тұрмыстық кәсіпорындарды заманауи тазарту технологияларын енгізуге ынталандырады.

Сонымен қатар, тазартылған судың бір бөлігі ауыл шаруашылығында немесе өндірістік мақсатта қайталама пайдаланылады. Бұл тұщы су көздеріне түсетін жүктемені азайтуға және суды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Технологиялар:

- *Мембраналық биореакторлар (MBR):* Бұл технология биологиялық тазартуды мембраналық сүзумен біріктіреді, бұл судың жоғары сапасын және ықшамды жүйелерді қамтамасыз етеді. MBR жүйелері суды жоғары дәлдікпен тазартып, вирус және бактерияларды толықтай дерлік жояды.

- *Азот және фосфорды биологиялық жолмен жою:* Ағынды сулардағы азот пен фосфорды (эвтрофикацияның негізгі себептері) арнайы микроағзалар арқылы жоюға бағытталған. Бұл процесс су айдындарының ластануын болдырмауда маңызды рөл атқарады.

- *Тұндырудың бірнеше сатылы жүйесі:* Механикалық және биологиялық тазартудан кейін қалған қалдықтарды жою үшін бірнеше тұндыру бассейндерін пайдалану.

Мысалы, Берлин қаласындағы Wassmannsdorf су тазарту станциясы Германиядағы ең ірі және заманауи тазарту қондырғыларының бірі болып табылады. Бұл нысанда мембраналық биореакторлар мен азот-фосфорды биологиялық жою технологиялары тиімді түрде қолданылады. Жыл сайын мұнда миллиондаған текше метр кәріз суы өңделіп, бір бөлігі қайта пайдалануға жіберіледі — мысалы, жасыл аумақтарды суаруға және өндірістік қажеттіліктерге.

2. **Жапония тәжірибесі.** Жапония – жер аумағы шектеулі және халқы тығыз орналасқан ел болғандықтан, су ресурстарын тиімді басқаруға ерекше көңіл бөледі. Жапонияда тазарту құрылғыларының 95%-ы жаңа буындағы жүйелермен

жабдықталған. Бұл мемлекетте суды үнемдеу мәдениеті жоғары, сондықтан тазартылған су ландшафтты суару, дәретхана жүйелері мен техникалық қажеттіліктерге қолданылады.

Технологиялар:

- *Ультрафилтрация:* Өте ұсақ бөлшектер мен микроағзаларды сүзуге арналған озық мембраналық технология.
- *UV-дезинфекция:* Суды химиялық заттарсыз микробтардан тазартудың тиімді әдісі.
- *Автоматтандырылған мониторинг жүйелері:* Судың сапасын үздіксіз бақылауға және тазарту процесін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

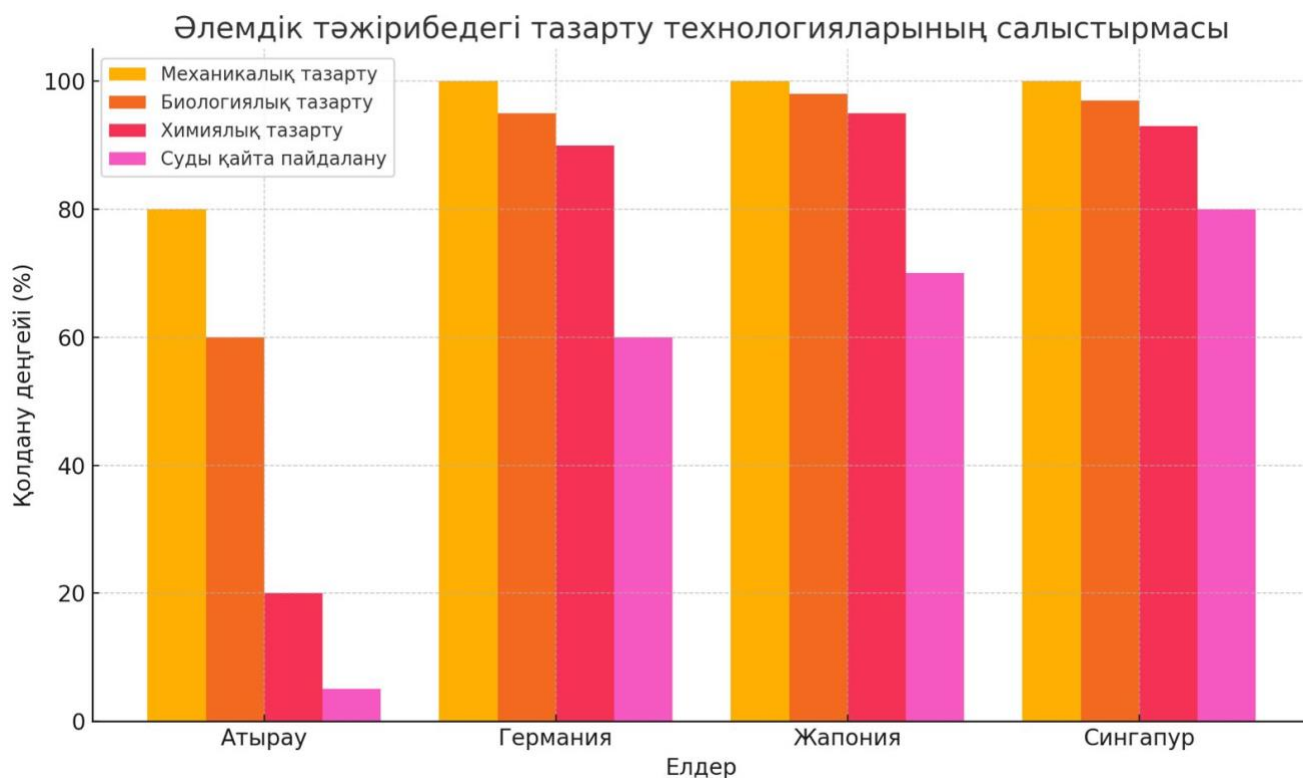
Мысалы: Токио қаласындағы «Meguro Water Reclamation Center» орталығы күн сайын 500 000 м³ суды тазартып, оның 60%-ын қайталап пайдаланады. Бұл – қалалық ортада суды қайта пайдаланудың тамаша үлгісі.

3. Сингапур тәжірибесі. Сингапур – су ресурстары тапшы елдердің бірі. Бұл мемлекеттің су саясаты – әлемге үлгі боларлық тәжірибе. Сингапур су қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін "Төрт ұлттық кран" (Four National Taps) стратегиясын енгізді, оның бірі – ағынды суларды жоғары деңгейде тазартып, ішуге жарамды суға айналдыру. Сингапурда тазартылған су «NEWater» деп аталады және ол ішуге де жарамды болып табылады.

Технологиялар:

- *Кері осмос (Reverse Osmosis):* Судан тұзды, вирустарды және басқа да ластаушы заттарды жоюда ең тиімді әдістердің бірі. Бұл суды жоғары сапалы, тіпті ішуге жарамды етіп тазартады.
- *Микрофилтрация:* Ірі бөлшектер мен кейбір микроағзаларды сүзуге арналған алдын ала тазарту кезеңі.
- *Озондау және UV сәулелендіру:* Қосымша дезинфекциялау және органикалық заттарды ыдырату үшін қолданылады.

Мысалы, Сингапурдағы Changi NEWater зауыты – елдегі ең ірі ағынды суларды қайта өңдеу нысаны. Бұл зауыт күніне 228 миллион литрге дейін тазартылған су өндіре алады. Зауытта қолданылатын үш сатылы тазарту жүйесі — микрофилтрация, кері осмос және ультракүлгін сәулелендіру — NEWater суының жоғары сапасын қамтамасыз етеді.



5 - сурет – Әлемдік тәжірибедегі тазарту технологиясының салыстырмалы диаграммасы

Атырау жағдайындағы айырмашылықтар. Атырау қаласындағы кәріз жүйелері мен тазарту құрылғылары әлі де болса кең көлемде жаңартуды қажет етеді. Қазіргі қолданыстағы инфрақұрылымның басым бөлігі ескірген, заманауи технологиялар жеткіліксіз деңгейде қолданылып отыр. Салыстырмалы түрде Атыраудың жағдайы дамыған елдерден айтарлықтай ерекшеленеді:

- *Биологиялық тазарту толық жүзеге аспаған:* Қазіргі жүйелердегі биологиялық тазарту тиімділігі төмен, бұл су айдындарына түсетін ластаушы заттардың көлемін арттырады. Әсіресе, тұрмыстық және өндірістік сарқынды суларда органикалық ластаушы заттар жеткілікті деңгейде жойылмайды.
- *Химиялық тазарту тек кейбір өндірістік объектілерде ғана жүргізіледі:* Қалалық тазарту құрылыстарында химиялық тазарту кеңінен қолданылмайды, бұл әсіресе фосфор сияқты элементтердің жойылмауына әкеледі. Мұндай элементтер су қоймаларында эвтрофикация үдерісін күшейтіп, су флорасы мен фаунасына зиян келтіреді
- *Тазартылған суды қайталап қолдану көрсеткіші өте төмен (5%):* Суды қайта пайдалану инфрақұрылымы мен технологияларының жоқтығы тұщы су көздеріне деген тәуелділікті арттырады. Бұл ауыл шаруашылығы, өнеркәсіп немесе техникалық мақсаттар үшін суды қайта пайдалауға мүмкіндік бермейді және су тапшылығын күшейтеді

4 - кесте – Әлемдік тәжірибеге сүйене отырып, Атырау қаласының кәріз жүйесі мен тазарту құрылғыларын жаңғырту үшін келесі шешімдерді енгізуге болады:

Мәселе	Шешім	Іске асыру жолдары	Күтілетін нәтижелер
Биологиялық тазартудың әлсіз дамуы	MBR немесе аэрациялық жүйелерді енгізу	Қазіргі тазарту құрылыстарына жаңа аэрациялық бассейндер мен мембраналық биореакторларды орнату. Жетілдірілген микроағзаларды қолдану.	Тазартылған судың сапасын WHO стандарттарына дейін арттыру, су айдындарының эвтрофикациясын азайту.
Қайта пайдалану жоқ	"Арнайы инфрақұрылым құру (су жинау, сақтау, бөлу)"	Тазартылған суды жинауға арналған жеке резервуарлар салу. Оны техникалық қажеттіліктерге (мысалы, қаланы суару, өндірістік мақсаттар) бөлуге арналған желілерді дамыту.	Тұщы су көздеріне түсетін жүктемені азайту, су тапшылығы мәселесін шешуге үлес қосу. Экономикалық тиімділік.
Автоматтандыру жоқ	Жапония үлгісімен цифрлық бақылау енгізу	Тазарту процестерін автоматтандыру, деректерді нақты уақыт режимінде жинау және талдау үшін SCADA жүйелерін енгізу. Сорғы станциялары мен тазарту кешендерін орталықтандырылған басқару.	Операциялық шығындарды азайту, процестің тиімділігін арттыру, адами қателіктерді азайту, апаттардың алдын алу.
Құқықтық талаптар әлсіз	Германия үлгісімен экологиялық стандарттар енгізу	Суды тазарту және ағызуға қатысты нормативтік-құқықтық базаны күшейту. Әсіресе, ағынды сулардағы	Кәсіпорындарды заманауи тазарту технологияларын қолдануға ынталандыру, экологиялық

		ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясына қатаң талаптар қою.	жағдайды жақсарту.
Кадрлардың біліктілігі	Мамандарды даярлау және біліктілігін арттыру	Су тазарту саласындағы инженерлер мен техниктерді оқыту бағдарламаларын дамыту. Халықаралық тәжірибе алмасу бағдарламаларын енгізу.	Жүйені тиімді басқару және жаңа технологияларды игеру үшін білікті мамандарды қамтамасыз ету.
Қаржыландыру	Инвестициялар тарту және мемлекеттік-жекеменшік әріптестік	Мемлекеттік бюджеттен қаражат бөлумен қатар, халықаралық даму банктерінен несиелер мен гранттар тарту. Жеке инвесторларды тазарту құрылыстарын салуға және басқаруға тарту.	Жобаларды іске асыруға қажетті қаржылық ресурстарды қамтамасыз ету.

Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, заманауи технологияларды енгізу арқылы тазартылған судың сапасын арттыруға және оны тиімді пайдалануға болады. Атырау қаласының тазарту құрылғылары да кезең-кезеңімен модернизацияланса, бұл қаладағы экологиялық жағдай жақсарып, су тапшылығы мәселесін азайтуға мүмкіндік береді. Егер осы бағытта нақты жоспарлар жасалып, инвестиция тартылса, Атырау қаласы да заманауи урбанистік стандарттарға сай бола алады.

3. Тазарту технологияларын жетілдіру жолдары

3.1. Ағынды суларды тазарту технологиясын оңтайландыру

Ағынды суларды тазарту технологиясын оңтайландыру – бұл тазарту жүйелерінің тиімділігін арттыру, шығындарды азайту және қоршаған ортаға теріс әсерді төмендету мақсатында жүргізілетін күрделі процесс. Қазіргі таңда қалалық ағынды суларды тазартудың дәстүрлі әдістері кеңінен қолданылса да, олардың белгілі бір шектеулері бар. Сондықтан жаңа технологияларды енгізу және қолданыстағы әдістерді жетілдіру арқылы тазарту жүйелерін оңтайландыру маңызды мәселе болып табылады.

Ағынды суларды тазарту жүйелерін оңтайландыру үшін ең алдымен тазарту процестерінің негізгі кезеңдерін қарастыру қажет. Қазіргі заманғы тазарту жүйелері механикалық, биологиялық және химиялық тазартудан тұрады. Бұл процестердің әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері, артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Сондықтан тазарту технологияларын жетілдіру кезінде олардың үйлесімділігіне ерекше назар аудару керек.

Механикалық тазарту кезеңінде ағынды сулардан ірі қоспалар, құм және басқа да қатты заттар алынады. Бұл кезеңнің тиімділігін арттыру үшін автоматтандырылған сүзгі жүйелерін қолдану ұсынылады. Қазіргі уақытта микросүзгілер мен мембраналық технологиялар механикалық тазарту процесін айтарлықтай жақсартады. Сонымен қатар, заманауи торлар мен құмұстағыштардың тиімділігі жоғары болғандықтан, оларды жаңғырту арқылы жүйенің жалпы өнімділігін арттыруға болады.

Биологиялық тазарту – ағынды сулардағы органикалық заттарды микроорганизмдер арқылы ыдырату процесі. Бұл әдіс тиімді болғанымен, кейбір жағдайларда жетілдіруді қажет етеді. Мысалы, аэротенктердің жұмыс тиімділігін арттыру үшін олардың аэрация жүйелерін оңтайландыру керек. Энергия шығынын азайту мақсатында жетілдірілген аэрациялық жүйелер, соның ішінде жаңа буын диффузорлар мен жоғары тиімді аэрация жабдықтары қолданылады. Сонымен қатар, анаэробты биологиялық тазарту әдістерін кеңінен қолдану арқылы тазарту қондырғыларының энергия тиімділігін арттыруға болады. Анаэробты процестердің артықшылығы – олар энергияны аз тұтынып қана қоймай, биогаз өндіруге мүмкіндік береді. Бұл биогаз кейіннен тазарту станциясының өз қажеттіліктеріне немесе электр энергиясы өндірісіне пайдаланылуы мүмкін.

Химиялық тазарту әдістері көбінесе коагуляция, флокуляция және дезинфекция процестерінен тұрады. Бұл әдістердің тиімділігін арттыру үшін реагенттерді оңтайлы мөлшерде қолдану қажет. Қазіргі таңда интеллектуалды басқару жүйелері арқылы химиялық реагенттердің тұтынуын бақылау және автоматтандыру мүмкіндігі бар. Бұл әдіс химиялық заттардың артық мөлшерде пайдаланылуын болдырмайды және тазарту тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, дәстүрлі хлорлау әдісін озондау немесе ультракүлгін сәулемен зарарсыздандыру әдістерімен алмастыру арқылы тазарту жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге болады.

Ағынды суларды тазарту технологиясын оңтайландырудың тағы бір маңызды бағыты – мембраналық технологияларды енгізу. Соңғы жылдары мембраналық биореакторлар (MBR) кеңінен қолданылуда. Бұл технология биологиялық тазарту мен мембраналық сүзуді біріктіреді, нәтижесінде тазартылған судың сапасы айтарлықтай жоғары болады. Мембраналық биореакторлар дәстүрлі биологиялық тазарту әдістерімен салыстырғанда, суды әлдеқайда терең тазартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл әдіс тазарту станцияларының аумағын үнемдеуге және шлам түзілуін азайтуға ықпал етеді.

Энергия тиімділігін арттыру және тазарту процестерін автоматтандыру да жүйелерді оңтайландырудың маңызды элементтері болып табылады. Қазіргі заманғы тазарту қондырғылары энергияны көп тұтынады, сондықтан энергия үнемдейтін технологияларды енгізу аса өзекті мәселе болып табылады. Мысалы, тазарту станцияларында жаңартылатын энергия көздерін, соның ішінде күн және жел энергиясын пайдалану энергия шығындарын азайтуға көмектеседі. Сонымен қатар, сорғылар мен компрессорларды жетілдіру, айнымалы жылдамдықты қозғалтқыштарды енгізу арқылы энергия тұтынуды төмендетуге болады.

Автоматтандыру және цифрлық технологияларды енгізу тазарту процестерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Қазіргі таңда көптеген тазарту станцияларында интеллектуалды басқару жүйелері қолданылады. Бұл жүйелер судың сапасын нақты уақыт режимінде бақылауға, тазарту қондырғыларының жұмысын оңтайландыруға және шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Мысалы, сенсорлар мен деректерді талдау жүйелерін қолдану арқылы тазарту процестерінің тиімділігін арттыруға болады.

Тазарту технологияларын оңтайландыру аясында шламды қайта өңдеу және кәдеге жарату мәселесі де ерекше маңызға ие. Қазіргі уақытта көптеген тазарту қондырғылары түзілетін тұнбаны тиімді өңдеуге қабілетті емес. Сондықтан шламды компосттау, биогаз өндіру немесе құрылыс материалдары ретінде пайдалану арқылы оны қайта өңдеудің тиімді әдістерін енгізу қажет. Бұл әдістер бір жағынан экологиялық жүктемені азайтса, екінші жағынан экономикалық пайда әкелуі мүмкін.

Ағынды суларды тазарту жүйелерін оңтайландырудағы тағы бір маңызды аспект – су ресурстарын қайта пайдалану. Қазіргі таңда көптеген елдерде тазартылған ағынды суларды техникалық мақсаттарда, ауыл шаруашылығында немесе өндірісте қайта пайдалану тәжірибесі кеңінен қолданылады. Бұл тұщы су қорларын үнемдеуге және су тапшылығы мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Осы мақсатта кері осмос, нанофилтрация және ультрафилтрация сияқты заманауи технологиялар қолданылады.

Қорыта айтқанда, ағынды суларды тазарту технологияларын оңтайландыру кешенді және көп қырлы процесс болып табылады. Ол энергия тиімділігін арттыруды, жаңа технологияларды енгізуді, автоматтандыруды және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуді қамтиды. Заманауи тазарту жүйелерінің басты мақсаты – су ресурстарын ұтымды пайдалану, қоршаған ортаны қорғау және халықтың өмір сүру сапасын жақсарту. Бұл бағыттағы ғылыми-зерттеу жұмыстары

мен технологиялық инновациялар ағынды суларды тазартудың тиімділігін одан әрі арттыруға және табиғи экожүйелерге жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

3.2. Озондау технологиясын енгізу

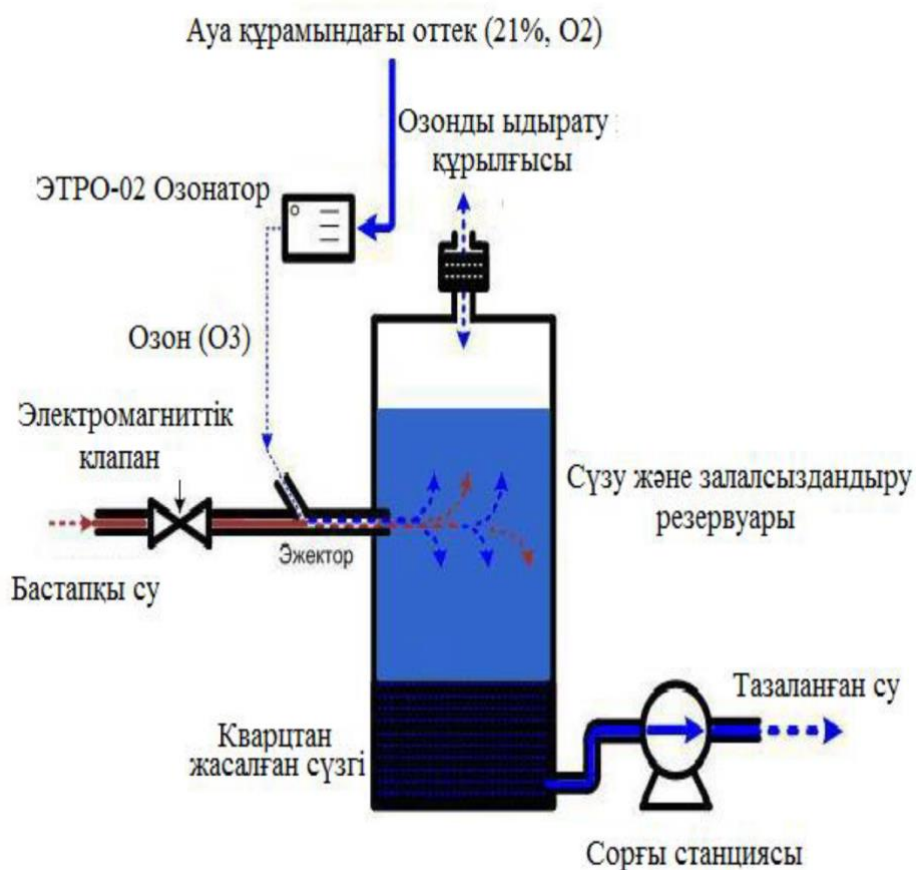
Қалалық тұрмыстық ағынды суларды тазарту – қоршаған ортаны қорғау және халықтың денсаулығын сақтау үшін маңызды міндет. Дәстүрлі тазарту әдістері (механикалық, биологиялық тазарту және хлорлау немесе ультракүлгін сәулемен зарарсыздандыру) су объектілеріне ағызылатын судың сапасын айтарлықтай жақсартқанымен, олар кейбір жағдайларда жеткіліксіз болуы мүмкін. Атап айтқанда, фармацевтикалық қалдықтар, пестицидтер, микропластиктер сияқты жаңадан пайда болған ластаушы заттар, сондай-ақ судың түсін, иісін және дәмін тудыратын органикалық қосылыстар дәстүрлі әдістермен толықтай кетірілмейді. Осыған байланысты, су тазартудың қолданыстағы технологияларын оңтайландыру және жетілдіру қажеттілігі туындайды. Озондау технологиясы ағынды суларды тереңдетілген тазарту және зарарсыздандыру үшін тиімді шешім ұсынады.

Озон (O_3) – оттегінің (O_2) аллотропиялық модификациясы, ол жоғары тотықтырғыш қасиетке ие. Озонды қолдану физикалық-химиялық тазарту әдістеріне жатады. Суды озондау процесі озонды суға еріту арқылы жүзеге асырылады, мұнда озон тотығу-тотықсыздану реакцияларына түсіп, судағы органикалық және бейорганикалық ластаушы заттарды ыдыратады, сондай-ақ микроорганизмдерді (бактериялар, вирустар, саңырауқұлақтар) жояды. Озонның тотықтырғыш әлеуеті хлордан әлдеқайда жоғары, бұл оны тиімді зарарсыздандырғыш және деструктор етеді. Озон ыдырағанда түзілетін атомарлық оттегі де залалсыздандыруға қатысады, ал қалдық озон бірнеше минут ішінде оттегіге айналады, бұл судың табиғи қасиеттерін өзгертпейді және зиянды қалдықтар қалдырмайды.

Қалалық ағынды суларды тазартуда озондау, әдетте, механикалық және биологиялық тазарту сатыларынан кейін, яғни қосымша немесе үшінші сатылы тазарту ретінде қолданылады. Бұл кешенді тәсіл су тазартудың жалпы тиімділігін арттырып, шығатын судың сапасын санитарлық-эпидемиологиялық нормаларға сәйкестендіруге мүмкіндік береді.

Озондау қондырғысының негізгі компоненттері:

1. Оттегі генераторы немесе ауа дайындау блогы: Озонды синтездеу үшін таза оттегі немесе құрғақ, тазартылған ауа қажет.
2. Озонатор: Бұл озонды электр разряды арқылы (корондық немесе барьерлік разряд) оттегіден немесе ауадан өндіретін негізгі құрылғы.
3. Контактілі резервуар: Мұнда озон ағынды сумен араласып, химиялық реакциялар жүреді. Тиімді араластыру үшін диффузорлар немесе араластырғыштар қолданылады.
4. Қалдық озонды жою жүйесі: Реакцияға түспеген озонды атмосфераға шығармау үшін оны жою қажет (мысалы, каталитикалық ыдырату арқылы).



6 - сурет – Суды тазалаудың озон-сорбционды тәжірибелік қондырғысы

Озондаудың артықшылықтары:

1. Кең спектрлі тиімділік: Озон бактерияларды, вирустарды, спораларды және цисталарды жоюда жоғары тиімділік көрсетеді, тіпті хлорға төзімді микроорганизмдерге де әсер етеді.
2. Органикалық ластаушы заттарды ыдырату: Озон судағы түс, иіс, дәм, фенолдар, ПАВ, мұнай өнімдері және кейбір пестицидтер сияқты күрделі органикалық қосылыстарды тотықтырып, оларды зиянсыз заттарға айналдырады. Бұл судың органолептикалық қасиеттерін жақсартады.
3. Қалдықтардың болмауы: Озон реакциядан кейін оттегіге айналады, суға зиянды қалдықтар немесе жанама өнімдер (мысалы, хлорлау кезінде түзілетін канцерогенді галогендеуші қосылыстар) қалдырмайды. Бұл экологиялық тұрғыдан тиімді.
4. Лайды тазартуда қолдану: Озон ағынды суларды тазарту кезінде түзілетін тұнбаны тығыздау үшін де қолданылуы мүмкін, бұл оны одан әрі өңдеуге кететін шығындарды азайтады.

Ағынды суларды тазартуда озондауды хлорлау және ультракүлгін сәулемен зарарсыздандыру әдістерімен салыстыру оның артықшылықтары мен кемшіліктерін айқындайды.

6 - кесте – Залалсыздандыру әдістерін салыстыру

Сипаттамасы	Хлорлау	Ультракүлгін сәулемен зарарсыздандыру	Озондау
Негізгі әсері	Микроорганизмдердің жасуша қабырғаларын бұзу, ДНҚ-ны зақымдау	Микроорганизмдердің ДНҚ-сын зақымдау	Микроорганизмдерді тотықтыру, органикалық заттарды ыдырату
Қосымша артықшылықтары	Қалдық әсері бар (суда хлор қалады)	Химиялық реагенттер қажет емес, жанама өнімдер жоқ	Түс, иіс, дәмді кетіру, органикалық қосылыстарды тотықтыру
Негізгі кемшіліктер	Зиянды жанама өнімдердің (тригалогенметан) түзілуі, қоршаған ортаға әсері	Лайықтылыққа тәуелді, еріген ластаушыларды кетірмейді	Жоғары энергия шығыны, күрделірек жабдық, озонның ұшпалығы
Энергия шығыны	Төмен	Орташа	Жоғары (озон өндіруге)
Пайдалану шығындары	Реагенттерге жоғары шығын, қауіпсіздік шаралары	Лампаларды мезгіл-мезгіл ауыстыру	Энергияға және жабдықты күтуге жоғары шығын
Экологиялық әсері	Хлорлы қалдықтар, жанама өнімдер	Төмен	Төмен (оттегіге ыдырайды)

Озон УК сәулеленуге қарағанда энергияны көбірек тұтынады, бірақ озонның артықшылығы оның тек зарарсыздандырғыш емес, сонымен қатар күшті тотықтырғыш ретінде ластаушы заттардың кең ауқымын жою қабілетінде. Күрделі органикалық қосылыстар мен ластаушы заттарды кетіру қажет болған жағдайда озондау тиімдірек болады. Сондай-ақ, УК сәулелену судың лайлылығына өте сезімтал, ал озондау бұл факторға азырақ тәуелді.

Озондау қондырғыларының негізгі кемшілігі – озонды синтездеу процесінің жоғары энергия сыйымдылығы. 1 кг озонды өндіру үшін 12-22 кВт/сағ электр энергиясы қажет болуы мүмкін, ал қосалқы жабдықты ескергенде, жалпы энергия тұтыну 30-40 кВт/сағ/кг озонға жетуі мүмкін. Алайда, озондау технологияларын дамыту барысында энергия шығындарын азайтуға бағытталған зерттеулер жүргізілуде. Мысалы, жоғары жиілікті озонаторларды қолдану озонның концентрациясын арттыруға және тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Озон қондырғыларын енгізудегі бастапқы капиталдық шығындар да хлорлау немесе УК жүйелеріне қарағанда жоғарырақ болуы мүмкін. Дегенмен, ұзақ мерзімді

перспективада, әсіресе қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту және суды қайта пайдалану мүмкіндіктерін арттыру тұрғысынан озондау экономикалық жағынан ақталуы мүмкін.

Қалалық тазарту құрылғыларында озондауды енгізу тек санитарлық нормаларды сақтауды ғана емес, сонымен қатар тазартылған ағынды суларды шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктер үшін (мысалы, техникалық су, суару) қайта пайдалану мүмкіндіктерін кеңейтеді. Бұл су ресурстарының тапшылығы мәселесін шешуге және су шаруашылығын тұрақты дамытуға үлес қосады. Ағынды сулардағы микропластиктер мен дәрілік заттар сияқты жаңа ластаушы заттардың мөлшерінің артуы озондау сияқты озық тотығу процестеріне деген қажеттілікті арттырып отыр.

3.3. Тазарту процестерін модельдеу және сандық талдау

Ағынды суларды тазарту процестерін модельдеу және сандық талдау – бұл тазарту қондырғыларының жұмыс тиімділігін арттыруға, ресурстарды оңтайлы пайдалануға және экологиялық әсерді төмендетуге бағытталған маңызды ғылыми және инженерлік әдістер жиынтығы. Бұл тәсіл тазарту процестерін терең түсінуге, олардың әртүрлі параметрлерге тәуелділігін зерттеуге және жаңа технологияларды енгізу алдында олардың тиімділігін болжауға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта ағынды суларды тазарту процестерін модельдеудің бірнеше әдістері кеңінен қолданылады. Олардың ішінде ең негізгі түрлері – эмпирикалық, детерминистік және статистикалық модельдеу әдістері.

Эмпирикалық модельдер нақты өлшеулер мен тәжірибелер негізінде құрылады. Олар тазарту жүйелерінің жұмысын сипаттау үшін қарапайым математикалық өрнектерді пайдаланады. Бұл модельдер салыстырмалы түрде қарапайым және қолдануға ыңғайлы болғанымен, олардың негізгі кемшілігі – белгілі бір жағдайлар үшін ғана дәл нәтижелер бере алатындығы.

Детерминистік модельдер тазарту процестеріндегі физикалық, химиялық және биологиялық заңдылықтарды есепке ала отырып құрастырылады. Бұл модельдер тендеулер жүйелері негізінде жасалады және тазарту жүйелерінің жұмысын нақты болжауға мүмкіндік береді. Олар көбінесе су сапасының параметрлерін (BOD, COD, азот және фосфор қосылыстарының концентрациясы және т.б.) болжау үшін қолданылады.

Статистикалық модельдер тарихи деректер негізінде тазарту процестерінің тиімділігін бағалайды. Бұл әдіс әртүрлі параметрлер арасындағы байланыстарды анықтауға және тазарту жүйелерінің жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Машиналық оқыту алгоритмдері мен үлкен деректерді талдау технологиялары бұл модельдеудің тиімділігін одан әрі арттырады.

Сандық талдау әдістерінің бірі – гидродинамикалық модельдеу. Бұл әдіс тазарту қондырғыларындағы су ағынының қозғалысын, қатты бөлшектердің тұнуын және химиялық реагенттердің таралуын зерттеуге мүмкіндік береді. Гидродинамикалық модельдер тазарту қондырғыларының құрылымдық элементтерін оңтайландыруға және олардың тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Биологиялық тазарту процестерін сандық талдау үшін активті тұнбалардың динамикасын сипаттайтын модельдер қолданылады. Бұл модельдер микроорганизмдердің өсу жылдамдығын, олардың органикалық ластаушыларды ыдырату қабілетін және қоректік заттарды сіңіру процесін сипаттайды. Мысалы, ASM (Activated Sludge Model) сериялы модельдері биологиялық тазарту процестерін модельдеуде кеңінен қолданылады.

Химиялық тазарту процестерін сандық талдау реагенттердің оңтайлы мөлшерін анықтау, олардың тазарту тиімділігіне әсерін бағалау және коагуляция, флокуляция және дезинфекция процестерін зерттеу үшін пайдаланылады. Бұл процестерді модельдеу үшін кинетикалық теңдеулер мен тепе-теңдік есептеулері қолданылады.

Қазіргі заманғы тазарту қондырғылары күрделі инженерлік жүйелер болғандықтан, олардың жұмысын тиімді басқару үшін компьютерлік модельдеу кеңінен қолданылады. Компьютерлік модельдеу арқылы тазарту қондырғыларының әртүрлі жұмыс сценарийлері зерттеліп, олардың тиімділігі бағаланады.

Бүгінгі таңда қолданылып жүрген ең танымал модельдеу бағдарламаларының бірі – GPS-X, WEST және BioWin сияқты су тазарту процестерін модельдейтін бағдарламалық жасақтамалар. Бұл бағдарламалар тазарту қондырғыларының барлық негізгі процестерін модельдеуге, әртүрлі параметрлердің әсерін бағалауға және тазарту жүйелерін оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы сандық технологиялар тазарту процестерін нақты уақыт режимінде бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Мысалы, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) жүйелері тазарту қондырғыларының жұмысын автоматты түрде реттеп, процестердің тиімділігін арттырады. Бұл жүйелер ағынды сулардың сапасын бақылау датчиктерімен біріктірілгендіктен, олар су құрамындағы өзгерістерді нақты уақыт режимінде қадағалап, процестерді автоматты түрде реттей алады.

Болашақта ағынды суларды тазарту процестерін модельдеу мен сандық талдау одан әрі жетілдірілетін болады. Машиналық оқыту мен жасанды интеллект технологиялары тазарту жүйелерінің тиімділігін арттыруға және шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект технологиялары тазарту процестеріндегі деректер ағындарын талдап, ең тиімді жұмыс режимдерін автоматты түрде анықтай алады. Бұл әдіс тазарту қондырғыларын басқарудың интеллектуалды жүйелерін дамытуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, болашақта сандық егіз (digital twin) технологиялары кеңінен қолданылуы мүмкін. Бұл әдіс тазарту қондырғысының виртуалды көшірмесін жасап, әртүрлі сценарийлерді алдын ала тестілеуге мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект пен үлкен деректерді пайдалану арқылы тазарту процестерін болжау мүмкіндіктері кеңейеді. Бұл технологиялар жүйенің болашақтағы жүктемесін болжауға, су сапасының өзгерістеріне жедел жауап беруге және күтпеген жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Қорыта айтқанда, тазарту процестерін модельдеу және сандық талдау – бұл ағынды суларды тазарту жүйелерінің тиімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған маңызды әдістер. Қазіргі заманғы технологиялар мен цифрлық шешімдерді пайдалану арқылы тазарту процестерін басқару жүйелері жетілдіріледі, нәтижесінде су ресурстарын қорғау және экологиялық жүктемені төмендету мүмкін болады.

3.4. Ұсыныстардың тиімділігі мен күтілетін нәтижелер

Қалалық тазарту құрылғыларының тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру жөніндегі ұсыныстарды енгізу бірқатар маңызды тиімділіктерге және нақты нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ең алдымен, ұсынылып отырған жетілдірулер ағынды суды тазарту сапасын айтарлықтай арттырады. Бұл, өз кезегінде, су объектілеріне түсетін ластаушы заттардың мөлшерін азайтып, экологиялық жүктемені жеңілдетеді. Нәтижесінде, су экожүйелерінің жағдайы жақсарып, биоәртүрлілік сақталады.

Екіншіден, технологиялық оңтайландыру тазарту процесінің энергия тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Заманауи жабдықтарды енгізу және озық әдістерді қолдану арқылы электр энергиясы мен басқа да ресурстарды тұтынуды қысқартуға болады. Бұл операциялық шығындарды азайтып, қалалық тазарту құрылғыларының экономикалық тиімділігін арттырады. Атап айтқанда, энергия шығындарын 15-20\% дейін төмендету мүмкіндігі бар.

Үшіншіден, автоматтандыру мен басқару жүйелерін жетілдіру процестің тұрақтылығы мен сенімділігін қамтамасыз етеді. Адам факторының әсерін азайту және бақылауды күшейту арқылы ақаулардың алдын алуға және тазарту сапасының тұрақтылығын сақтауға болады. Күтілетін нәтижелер қатарында апаттық жағдайлардың санын 30\% қысқарту және қызмет көрсету мерзімін ұзарту бар.

Сонымен қатар, тазартылған суды қайта пайдалану мүмкіндіктерін қарастыру су ресурстарын тиімді басқаруға үлес қосады. Мысалы, тазартылған ағынды суды техникалық қажеттіліктерге немесе жасыл желектерді суаруға қолдану арқылы табиғи су көздеріне деген тәуелділікті азайтуға болады. Бұл қаланың су қауіпсіздігін арттырады және су тапшылығы мәселесін шешуге көмектеседі. Ұсыныстарды жүзеге асыру нәтижесінде халық денсаулығының жақсаруына және қала тұрғындарының өмір сүру сапасының артуына да оң әсерін тигізеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ағынды суларды тазарту – бұл күрделі әрі көпқырлы процесс, оның тиімділігі экологиялық тұрақтылықты сақтауда, су ресурстарын қорғауда және адам денсаулығын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер ағынды суларды тазарту технологияларын жетілдіру және олардың тиімділігін арттыру жолдарын зерттеуге бағытталды. Жүргізілген зерттеулер мен талдаулар негізінде ағынды суларды тазартудың қазіргі жағдайы, қолданыстағы әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері, жаңа технологияларды енгізу мүмкіндіктері анықталды.

Жұмыстың басында ағынды сулардың ластану түрлері және олардың қоршаған ортаға әсері қарастырылды. Қазіргі уақытта тұрмыстық ағынды сулардың құрамында әртүрлі органикалық және бейорганикалық қосылыстар, ауыр металдар, азот және фосфор қосылыстары, микропластиктер және басқа да ластаушы заттар кездеседі. Бұл заттар табиғи су қоймаларына түсіп, экожүйелердің тепе-теңдігін бұзуы, адам денсаулығына теріс әсер етуі және судың сапасын төмендетуі мүмкін. Осыған байланысты тиімді тазарту әдістерін таңдау және қолдану аса өзекті мәселе болып табылады.

Ағынды суларды тазартудың негізгі әдістері зерттеліп, олардың әрқайсысының артықшылықтары мен шектеулері анықталды. Физикалық әдістер (тұндыру, сүзу, флотация) ластаушы заттардың ірі бөлшектерін жою үшін қолданылады, бірақ олар толық тазартуды қамтамасыз етпейді. Химиялық әдістер (коагуляция, нейтрализация, тотығу және тотықсыздану процестері) ағынды сулардағы зиянды қоспаларды тиімді түрде ыдыратуға және жоюға мүмкіндік береді, алайда оларды қолдану кейбір жағдайларда жоғары шығындар мен қосымша қалдықтардың түзілуімен байланысты. Физика-химиялық әдістер екі тәсілдің артықшылықтарын біріктіре отырып, тазарту тиімділігін арттырады. Биологиялық әдістер (активті тұнба, биофилтрлер, аэробты және анаэробты процестер) экологиялық тұрғыдан тиімді, себебі олар табиғи микроорганизмдердің көмегімен ластаушы заттарды ыдыратуға негізделген.

Қазіргі заманғы тазарту технологияларының ішінде мембраналық технологиялар, озондау, электрокоагуляция, адсорбция, сондай-ақ интеграцияланған көпсатылы тазарту жүйелері ерекше назар аударуды талап етеді. Бұл технологиялар ағынды суларды жоғары деңгейде тазартуға және олардың қайта пайдалану мүмкіндігін арттыруға бағытталған. Мысалы, мембраналық технологиялар (ультрафилтрация, нанофилтрация, кері осмос) судағы ұсақ молекулалар мен еріген тұздарды тиімді түрде жояды, бірақ олардың бастапқы инвестициялық шығындары жоғары болуы мүмкін. Озондау технологиясы суды зарарсыздандыруда жоғары тиімділік көрсетеді, алайда оның пайдалану құны айтарлықтай жоғары.

Қазақстан мен әлемдегі қалалық тазарту құрылыстарының қазіргі жағдайына талдау жасалып, олардың негізгі техникалық сипаттамалары қарастырылды. Қазақстандағы тазарту құрылыстарының көпшілігі дәстүрлі әдістерге негізделген, алайда олардың кейбіреулері заманауи технологияларды қолдана отырып

жаңартылып жатыр. Дәстүрлі тазарту әдістерінің артықшылықтары – олардың сенімділігі мен технологиялық қарапайымдылығы, ал кемшіліктеріне төмен тиімділік пен белгілі бір ластаушы заттарды толықтай жоя алмауы жатады.

Ағынды суларды тазарту технологияларын оңтайландыру бойынша ұсыныстар берілді. Оңтайландырудың негізгі бағыттары – ресурстарды үнемдеу, тазарту қондырғыларының жұмыс тиімділігін арттыру, энергия шығындарын төмендету және су ресурстарын қайта пайдалану мүмкіндіктерін кеңейту. Бұл мақсаттарға жету үшін кешенді тазарту технологияларын енгізу, компьютерлік модельдеу әдістерін қолдану және заманауи мониторинг жүйелерін пайдалану қажет.

Тазарту процестерін модельдеу және сандық талдау әдістері ағынды суларды тазарту жүйелерінің тиімділігін бағалауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы компьютерлік модельдеу құралдары тазарту процестерінің әртүрлі сценарийлерін зерттеуге, процестердің тиімділігін болжауға және шығындарды азайтуға көмектеседі. Жасанды интеллект пен үлкен деректер технологияларын қолдану арқылы тазарту қондырғыларының жұмысын автоматтандыру және тиімділігін арттыру мүмкіндігі артып келеді.

Жалпы, дипломдық жұмыста жүргізілген зерттеулер негізінде ағынды суларды тазарту технологияларын жетілдірудің келесі негізгі аспектілері анықталды:

- Инновациялық технологияларды енгізу: Мембраналық фильтрация, адсорбция, озондау және электрокоагуляция сияқты әдістерді қолдану арқылы тазарту тиімділігін арттыру қажет.
- Қайта пайдалану мүмкіндіктерін кеңейту: Ағынды суларды қайта өңдеп, техникалық қажеттіліктерге немесе ауыл шаруашылығында пайдалану экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді шешім бола алады.
- Тазарту жүйелерін автоматтандыру: Сандық модельдеу, жасанды интеллект және мониторинг жүйелерін қолдану арқылы тазарту қондырғыларының жұмысын оңтайландыру қажет.
- Экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету: Биологиялық тазарту әдістерін кеңінен қолдану арқылы қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту және табиғи ресурстарды сақтау маңызды.

Қорыта айтқанда, ағынды суларды тазарту технологияларын оңтайландыру – бұл экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің, су ресурстарын тиімді пайдаланудың және қалалық тазарту жүйелерінің жұмысын жетілдірудің маңызды бағыты. Болашақта тазарту қондырғыларын жаңғырту, жаңа технологияларды енгізу және процестерді автоматтандыру арқылы суды қорғау мен тазарту саласында жоғары жетістіктерге қол жеткізуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://acs-nnov.ru/ochistka-hozbitovih-stochnich-vod.html> 2. Асонов. А. М. Расчет сооружений очистки городских сточных вод. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2009. – 68 с.
2. <https://myparisitinerary.com/ru/can-you-drink-tap-water-in-paris/>
3. <https://www.nippon.com/en/views/b06301/?pnum=1>
4. Masuda Miki. Drinking from the Tap: Tokyo's High-Qua
5. Water supply://nippon.com [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2016. – Режим доступа: <https://www.nippon.com/en/views/b06301/?pnum=2>
6. <https://www.ecvols.ru/info/articles/sposoby-ochistki-vody/>
7. <https://stowater.com/stati/metodyi-ochistki-stochnyix-vod-promyishlennyix-predpriyatij.html>
8. <https://akvakitsurgut.ru/ochistka-vody-otstaivaniem-a-esli-li-v-etom-smysl/>
9. https://eikos.kz/kompleksy_vodopodgotovki_i_ochistki_stochnykh_vod/kompleksy_dlya_vodopodgotovki_i_polucheniya_pitevoj_vody/ultrafioletovyye_ustanovki_dlya_obezbrazhivaniya_vody_firmy/
10. <https://nortest.pro/stati/voda/himicheskie-metody-ochistki-stochnoyvody.html>
11. <https://diesel.ru/article/himicheskaya-ochistka-vody/>
12. <https://altair-aqua.ru/tekhnicheskaya-informatsiya/blog/flotatsiya-vody> 14. Рафиев, С.С. Коэффициент адсорбции нанопорошка гидразина в адсорбенте воды при различном времени увлажнения. / С.С. Рафиев, М.М. Сафаров, Ш.З. Нажмудинов. // Вестник ТУТ. Душанбе, 2019, №2, (37) – С.22-28.
13. <http://kvantmineral.com/stati/metod-zhidkostnoj-ekstrakcii-pri-ochistke-stochnykh-vod-galvanicheskogo-proizvodstva.html>
14. https://almatysu.kz/?page_id=661&lang=ru
15. https://almatysu.kz/?page_id=882&lang=ru
16. http://aquachem.ru/hlornoe_zhelezo#
17. <https://www.systopt.com.ua/ru/article-svoystva-y-primeneniye-hloryda-zheleza-iii>
18. Николодзе Г.И. Технология очистки природных вод. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 74-78.
19. https://www.promhimia-azia.kz/goods/123490346-sulfat_alyuminiya_v_s_granuly_gost_12966_85_alyumini_sernokisly_50_kg#
20. Берниязов Д.Г. Выбор окислителей для обеззараживания питьевой воды. / Журнал: Промышленность Казахстана, 2012. - №12. – С.90-93.
21. https://navichem.ru/stati/article_post/poliakrilamid
22. https://almatysu.kz/?page_id=774&lang=ru
23. <https://dominant102.ru/chto-takoe-gipohlorit-natriya/>
24. https://www.arkema.com/files/live/sites/shared_arkema/files/downloads/social_responsability/safety-summaries/hydrogen-peroxide-sodium-hypochlorite-gps-2013-02-10-v0.pdf

25. <https://pcgroup.ru/blog/gipohlorit-natriya-poleznoe-himicheskoe-soedinenie/>

26. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality – 4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017г.

27. А.Т. Тлеукулов, К.Т. Оспанов, У.Г. Дюсенгазина, Г.Н. Муханова. Головные очистные сооружения водопровода города Алматы.

28. Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика / Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции (26 мая 2023 г., г. Уфа). / В 3 ч. Ч.3 – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2023. стр. 159

29. <https://www.barrier.ru/encyclopedia/issledovanie-vody-vidy-i-metodyanaliza/>

30. Абед Х., Зардар Х., Садыкова Н.А. Сравнительный анализ качества воды проточных водоемов (рек малая и большая алматинка, есентай) в зоне влияния города алматы по химическим показателям. / World science: problems and innovations: сборник статей XXXIII Международной научно-практической конференции – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – 288 с.

31. Хамитова К.К., Курбанова А.Б., Ыбыраева Ә.Б. Экологическая оценка качества природной воды города алматы и алматинской области. / Вестник КазНУ. Серия экологическая. Алматы, 2016. – №2. – С. 25-34.

32. Информационный Бюллетень о состоянии окружающей среды города Алматы и Алматинской области, Жетісукой области за I квартал 2024 года. Филиал РГП «Казгидромет» по городу Алматы.

33. ГОСТ 11086 – 76. Гипохлорит натрия. Технические условия

34. <https://geizer.com/facts/household-filters/the-stiffness-parameter-of-water-quality/>

35. <https://vodalab.ru/schelochnost-vody>

36. <https://www.aquaphor.ru/support/other/mineralization-of-drink-water>

37.

<https://www.medtour.info/aboutresorts/classification/balneo1/balneo6/balneo6>

38. Табиғи және ағынды суларды тазарту техникасы мен технологиясы: <https://biblio.rii.kz/wp-content/uploads/Books/KAZ/AISiB/TKA/%D0%A2%D0%90%D0%91%D0%98%D0%93%D0%98%20%D0%96%D3%98%D0%9D%D0%95%20%D0%90%D2%92%D0%AB%D0%9D%D0%94%D0%AB%20%D0%A1%D0%A3%D0%9B%D0%90%D0%A0%D0%94%D0%AB%20%D0%A2%D0%90%D0%97%D0%90%D0%A0%D0%A2%D0%A3%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D0%BD%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%D1%81%D1%8B.pdf>

39. Ағынды суларды тазарту - Шығын өлшегіш: <http://kk.sinoanalyzer.com/industries/wastewater-treatment/>

40. Қалалық ағынды сулардың түзілу жағдайы, оларды тазарту және залалсыздандыру: https://kk.wikipedia.org/wiki/%D2%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D2%9B_%D0%B0%D2%93%D1%8B%D0%BD%D0%B4%

[D1%8B %D1%81%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%8B%D2%A3 %D1%82%D2%AF%D0%B7%D1%96%D0%BB%D1%83 %D0%B6%D0%B0%D2%93%D0%B4%D0%B0%D0%B9%D1%8B,%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%8B%D1%82%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%83 %D0%B6%D3%99%D0%BD%D0%B5 %D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BB%D1%81%D1%8B%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%8B%D1%80%D1%83](#)

41. (PDF) АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ОРГАНИКАЛЫҚ ЛАСТАҒЫШТАРДАН ТАЗАРТУ

ӘДІСТЕРІ: https://www.researchgate.net/publication/373579474_AGYNDY_SULAR_DY_ORGANIKALYK_LASTAGYSTARDAN_TAZARTU_DISTERI

42. Суды тазартуды ілгерілету: УК жүйелерінің күші - Тяньхуэй: <https://www.tianhui-led.com/kk/a-advancing-water-treatment-the-power-of-uv-systems.html>

43. ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ Қ.И. Сәтбаев атын - Satbayev

University: <https://official.satbayev.university/download/document/26370/%D0%9C%D0%90%D0%9A%202022%D0%90%D2%9B%D1%8B%D0%BB%D0%B6%D0%B0%D0%BD%20%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82.pdf>

44. Халел Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылыми зерттеулері. «Атырау қаласының кәріз жүйесінің жағдайы» баяндамалар жинағы.- Атырау 2023

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс бойынша

Аманкелді Әсем Ризабекқызы

6B05205 – “Химиялық және биохимиялық инженерия” ББ студенті

Тақырыбы: “Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру”

Орындалды:

- а) Графикалық бөлім; 15 бет
- б) Түсіндірме бөлім: 46 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Рецензияланатын дипломдық жұмыс қалалық ағынды суларды тазарту мәселесіне арналған және бұл тақырып қазіргі таңда экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін өзекті болып табылады. Студент ұсынылған зерттеу жұмысында тазарту технологияларын оңтайландыру жолдарын қарастырып, зерттеу әдістерінің тиімділігін жан-жақты бағалаған.

Дипломдық жұмыста тақырыпқа байланысты соңғы жылдардағы отандық және шетелдік әдебиеттерге шолу жасалып, ағынды суды тазарту технологиялары туралы толық сипаттама берілген. Автор тазарту құрылғыларының жұмыс принциптерін түсіндіре отырып, олардың тиімділігі мен жетілдіру жолдарын нақты мысалдармен көрсете білген.

Зерттеу барысында тұрмыстық ағынды сулардың құрамы мен тазарту деңгейі бойынша графиктер, кестелер ұсынылып, технологиялық үдерістердің тиімділігі сандық көрсеткіштер арқылы негізделген. Сонымен қатар, тазарту құрылғыларының экологиялық әсері мен техникалық сипаттамалары ғылыми негізде қарастырылған.

Жұмыста зерттеу нысандары мен қолданылған әдістер нақты сипатталып, әр әдістің нәтижесі мен қорытындылары келтірілген. Бұл әдістерді салыстыра отырып, автор олардың тиімділігін бағалап, ең оңтайлы технологиялық шешімдерді ұсынған.

Дипломдық жұмыс «Химиялық және биохимиялық инженерия» мамандығы студенттері үшін теориялық және тәжірибелік тұрғыда құнды материал болып табылады. Зерттеу нәтижелері болашақта академиялық сабақтарда, сондай-ақ өндірістік тәжірибеде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Жалпы, дипломдық жұмыс құрылымы жағынан талаптарға сай орындалған, ғылыми тілде жазылған және зерттеудің мақсатына толықтай жеткен. Автор өз бетімен ғылыми ізденіс жүргізіп, нақты нәтижелерге қол жеткізген.

Жұмысты бағалау

Дипломдық жұмыс қойылатын барлық стандарттық талаптарға сәйкес жазылған. Дипломдық жұмысты жазу барысында орындалған зерттеу жұмыстары мен нәтижелері ғылыми негізделген және практикалық құндылыққа ие. “Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру” тақырыбында жазылған дипломдық жобаны А (92) «өте жақсы» деп бағалаймын және авторы Аманкелді Әсем Ризабекқызы 6В05205 – “Химиялық және биохимиялық инженерия” ББ бойынша бакалавр дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
Университетінің биология және
биотехнология факультетінің деканы,
б.ғ.д., профессор



М. С. Құрманбаева

«11» 06 2025 ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс бойынша
Аманкелді Әсем Ризабекқызы

6B05205 – “Химиялық және биохимиялық инженерия” ББ студенті

Тақырыбы: “Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру”

Орындалды:

- а) Графикалық бөлім 15 парақтарда
- б) Түсіндірме жазба 46 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жұмыс «Қалалық тазарту құрылғыларының тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру» тақырыбында өзекті мәселені зерттейді. Студент қалалық ағынды суларды тазарту технологияларын оңтайландырудың маңыздылығын жете түсініп, осы бағыттағы шешімдерді жан-жақты қарастырған.

Дипломдық жұмыс тақырыбына сәйкес соңғы жылдардағы ғылыми әдебиеттерге толық шолу жасалған, бұл зерттеудің теориялық негізінің беріктігін көрсетеді. Автор тұрмыстық ағынды суларды тазартудың қазіргі жағдайын, қолданылатын технологияларды және олардың кемшіліктерін жан-жақты сипаттаған.

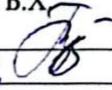
Жұмыста зерттеу объектілері мен әдістері нақты көрсетіліп, олардың таңдалу себептері дәлелденген. Студент әр әдістің тиімділігін бағалай отырып, оңтайландыру бойынша нақты ұсыныстар берген. Зерттеу барысында алынған нәтижелер графиктер мен кестелер арқылы айқын көрсетілген, бұл ақпараттың қабылдануын жеңілдетеді.

Алынған зерттеу нәтижелері үлкен тәжірибелік маңызға ие. Олар қалалық тазарту құрылғыларының жұмысын жақсартуға және тұрмыстық ағынды суларды тазарту сапасын арттыруға ықпал етеді.

Жалпы, дипломдық жұмыс өзекті, жан-жақты зерттелген және тәжірибелік құндылығы жоғары. Студент тақырыпты терең меңгергенін және зерттеу дағдыларының жоғары екенін көрсетті.

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (96 балл) бағасына бағаланады, ал оның авторы Аманкелді Әсем Ризабекқызы 6B05205 – “Химиялық және биохимиялық инженерия” ББ бойынша жаратылыстану бакалавры дәрежесін алуға сай келеді.

Ғылыми жетекші,
ХПЖӨЭ кафедрасының
қауымдастырылған профессоры, т.ғ.к.
Тусупова Б.Х.

«11» 06  2025ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аманкелді Әсем Ризабекқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломдық жұмыс

Название работы: Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру

Научный руководитель: Шолпан Кубекова

Коэффициент Подобия 1: 8.9

Коэффициент Подобия 2: 5.1

Микропробелы: 1

Знаки из здругих алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 11.06.2025

Жау Сарсенбаев. Проверяющий эксперт

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Аманкелді Әсем Ризабекқызы

Тақырыбы: Қалалық тазарту құрылғыларында тұрмыстық ағынды суды тазарту технологиясын оңтайландыру

Жетекшісі: Шолпан Кубекова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 8.9

2-ұқсастық коэффициенті (5): 5.1

Дәйексөз (35): 0.2

Әріптерді ауыстыру: 7

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 11.06.2025ж.

Кафедра меңгерушісі КРМӨТ

Кубекова Ш.Н. КСД