

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Абдықадыров Асқар Айтмырзаұлы

**ЭЛЕКТР РАЗРЯДЫ КӨМЕГІМЕН ТАБИҒИ СУДЫ
ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРЫП, ТАЗАЛАУ ҮРДІСІН
АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ**

Монография

Алматы 2022

ӘОЖ 628.3
ББК 38.761.1
А 14

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің
2022 жылғы басылым жоспары бойынша басылды.

Пікір жазғандар:

Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Электрэнергетика
кафедрасының меңгерушісі, PhD докторы *Сарсенбаев Е.А.*

Ғ.Даукеев атындағы АЭЖБУ, ЭМжәне ЭМ кафедрасының
меңгерушісі, PhD докторы *Шыныбай Ж.С.*

А 14 Абдықадыров А.А.

Электр разряды көмегімен табиғи суды залалсыздандырып,
тазалау үрдісін автоматты басқару / Монография / Абдықадыров
А.А. – Алматы: Қ.И.Сәтбаев ат.ҚазҰТЗУ, 2022 – 185 б. Сурет
53. Кесте 46. Библиографиялық - атау 141.

ISBN 978-601-323-280-5

*Монографияда ауыз суды тазартудың технологиясы мен
әдіс тәсілдері, ауыз сумен қамтамасыз ету көздері және
олардың сипаттамалары, ауыз судың сапасын жақсартудың
негізгі тәсілдері, озон технологиясы көмегімен табиғи суды
залалсыздандырып, тазалау үрдісінің теориясы келтірілген.*

*Су құрамындағы бейорганикалық және органикалық
заттармен озонның өзара әрекеттесуі, электрлік тәжі
разрядқа негізделген озонаторды қолданып, табиғи суды
залалсыздандыру үрдісін математикалық моделдеу (Қапшағай
су қоймасы) келтірілген.*

ӘОЖ 628.3
ББК 38.761.1

ISBN 978-601-323-280-5

© Абдықадыров А.А., 2022 ж.

© ҚазҰТЗУ, 2022 ж.

КІРІСПЕ

Республикамыздың өркендеу стратегиясында Қазақстан 2030 және қоршаған ортаны қорғау заңында жалпы Қазақстандықтардың жағдайын жақсартуға, сондай-ақ қоршаған ортаға экологиялық қауыпсіздік жағдай туғызуға көңіл бөлінген. Қазақстан Республикасында ауыз суды тазалау мәселесіне көп назар аударылуда және өзекті мәселелердің бірі болып саналады. ҚР Үкіметінің 2002 жылғы 21 қаңтардағы №71 қаулысымен су ресурстарын сақтау және ұтымды пайдалану мәселелерін шешудің негізгі жолдары айқындалған экономиканың су секторын дамытудың және ҚР су шаруашылығы саясатының 2010 жылға дейінгі тұжырымдамасы қабылданды. Сондай-ақ халықты жеткілікті көлемде және кепілді сападағы ауыз сумен тұрақты қамтамасыз ету үшін 2002 жылғы 23 қаңтардағы №93 қаулысымен «Ауыз су» салалық бағдарламасы бекітілді.

2005 - 2010 жылдары негізгі су бассейндерінің су ресурстарын кешенді пайдалану мен қорғаудың сұлбаларын әзірлеу жөніндегі жұмыстар жүргізілетін болады [3].

Бүгінгі таңда адам дамуы жөніндегі ұлттық есеп мәліметтеріне сүйенсек, халықты сумен қамтамасыз ету деңгейіне қарай Қазақстан ТМД елдерінің арасынан соңғы орында. Ауыл тұрғындарына қажетті мөлшерде сапалы ауыз су жеткіліксіз. Сондықтан мұндай ауылдар қиындыққа тап келуде [1,2].

Еліміздегі ауылдардың басым көпшілігі (3 мың тұрғыны бар) су құбырының жоқтығы салдарынан ауыз су мақсатында орталықтандырылмаған су көздерінен (құдықтар, бастаулар, артезиандық ұңғылар) шыққан, сапасы тазалық талаптарына мүлдем сай келмейтін суларды тұтынуға мәжбүр. Бұл сулар өзінің құрамы бойынша, күрделі және алуан түрлі болып келеді. Әсіресе органикалық заттармен ластанған ауыз суларына қатысты. Сондай-ақ қалалық тұрғындардың 18 пайызы тағы да, осындай көздерден алынған суды пайдаланады. Сапасыз су тұтыну республика тұрғындарының денсаулығына айтарлықтай әсер етуде. Мәселен, Қазақстан тұрғындары арасында кездесетін ауру түрлерінің 80% пайызы су сапасының төмендігіне тікелей түрде байланысты. Атап айтсақ, Қазақстан тұрғындарының 50% пайызы қаттылық нормаларына сай келмейтін суды, 5% пайызы

тазалық және гигиеналық талаптарға сай келмейтін суды тұтынуға мәжбүр. Су құбырларының 40% пайыздан астамы қажетті су тазарту қондырғыларының кешенімен қамтамасыз етілмеген. Су тарату желілерінің 70% пайызының тозығы жетіп, түрлі апаттар мен судың ластануы белең алуда. Сондықтан экологияның тазалығын сақтау ол басты мәселе екенін айта кеткен жөн. Ал еліміздегі осындай ластанған ауыз суларды тазалау ол бірден-бір мәселелердің бірі. Ластанған ауыз суларды қалпына келтіру үшін қазіргі кезде көптеген ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Дамыған елдерде, мысалы Еуропада, Ресейде және АҚШ – та ауыз суды озон технологиясы бойынша залалсыздандыру 95% пайызға жетті, ал қалған 5% пайызы басқа технология бойынша залалсыздандырылады.

Бұл ғылыми зерттеу жұмысының негізі, осы озон технологиясына бағытталып жазылған. Аталған негізгі мәселелерді шешу жолын тауып, тиімді технологияларды ғылыми тұрғыда дәлелдеп, тиісті ұсыныс жасау үшін осы монография бағытталған.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің Қапшағай қаласында орналасқан тәжірибе жүргізілетін полигон ауыз суы тапшылығын тартып отырғандықтан 2015 – 2025 жылдарға арналған «Ауыз суы» салалық бағдарламасына енгізілді. Оқу үрдісі барысында тәжірибелік жұмыстар жүргізілетін полигонды сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету үшін 1-1,5 шақырым шамасында ауыз суға жарамды жер үсті суы Қапшағай су қоймасы кездесті. Қоймадағы суды толық химиялық – бактериологиялық сараптама жүргізу барысында адам ағзасына зиянды шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін ауыр металдардың иондары мен микробактериялар байқалды, яғни ҚР 2874-82 мемлекеттік стандартқа және «Сапаны бақылау» СанЕж/еН талаптарына сай емес [7,8].

Монографияда электр разряды көмегімен табиғи суды залалсыздандырып, тазалау үрдісі бойынша зерттеу жұмыстары қарастырылған. Бұл ғылыми жұмыста Қапшағай су қоймасындағы табиғи суды озон технологиясы арқылы залалсыздандырып, тазартуға негізделген, яғни Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-нің тәжірибелік оқу үрдісі жүргізілетін полигонды шаруашылық-ауыз суымен жабдықтауға арналған.

1. АУЫЗ СУДЫ ТАЗАРТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ӘДІС ТӘСІЛДЕРІ

1.1. Ауыз сумен қамтамасыз ету көздері және олардың сипаттамалары

Қазіргі кезде елімізде пайдаланатын ауыз судың санитарлық-гигиеналық, эпидемиялогиялық маңызы өте зор. Ал сол сапасыз суды пайдалану инфекциялық аурулар мен гельминтоз, геоэндемиялық аурулар, химиялық заттар мен улану әбден мүмкін. Ауыз судың химиялық құрамы жағына келсек, күнделікті тіршілікте тұзды және тұщы су ретінде айырмашылығы ескерілетіні белгілі. Бұл жағдай өндіріс, өңдеу жағдайымен күнделікті тіршілік үшін пайдалануда ескерілетін нәрсе [1,4].

Еліміздегі үлкен немесе шағын елді мекендерде ауыз сумен қамтамасыз ету жөнінде көптеген мәселелер яғни канал қазып, су жеткізу, артезиан құдықтарын қазу, су бөгендерін қазып су жинау, суларды тұщыландыру т.б жұмыстар істелмей тұр. Соның ішінде шағын елді мекендерде осындай талаптар орасан зор [2].

Ауыз судың шектен тыс ластануы ол су құбырларының 20-25 жыл күрделі жөндеуден өтпегенін білдіреді. Көптеген су құбырларының және олардың бөлек жүйелерінің пайдалану мерзімі өтіп кеткен, яғни апаттар саны өскен. Апатқа ұшырау қауіпінің жоғарылығы екінші рет ластануға, суды беруде ұзақ іркілістерге, кейбір жағдайларда 30% немесе оданда жоғары пайызға жететін жүйедегі үлкен судың ағылуына әкеледі. Бұл өз кезегінде электр қуатының шығындалуына, яғни 1м³ судың өзіндік құнының өсуіне әкеп соқтырады [6].

Сумен жабдықтаудағы су көздерінің сапасын болжау мен бағалау өте жауапты іс болып табылады. Бұл істі дұрыс шешкенде, су тұтынудың өсуі мен технологиялық және санитарлық сенімділікке жауап бере алатын су мөлшерін алуға болады [4].

Ауыз суға деген талап, ол тұтынушылардың денсаулығына зияны тимейтіндей жағдайда ұсынылуы тиіс.

Табиғи су көздерінің құрамында минералды, органикалық заттар және микроорганизмдер болады [5].

Табиғи судың органикалық құрамы биологиялық үрдістер нәтижесінде топырақтан шайылып, жергілікті қоқыстар мен өндірістік орындардан жуылып келген химиялық қосылыстар арқылы толығады. Судың концентрациясы мен компоненттер ара қатынасы су көзінің шығу тегі мен оның келесі ретте лайлануына байланысты болады [13].

Табиғи су көздерінің құрамы тұрақты емес. Онда әрдайым тотығу, тотықсыздану, ауыр әрі ірі бөлшектердің тұнуы және судың өздігінен тазаруына әкелетін биохимиялық үрдістер болып тұрады [12,13].

Судың сапасын бағалаудың негізгі критерийлеріне физикалық, химиялық, бактериологиялық және биологиялық көрсеткіштер жатады [2].

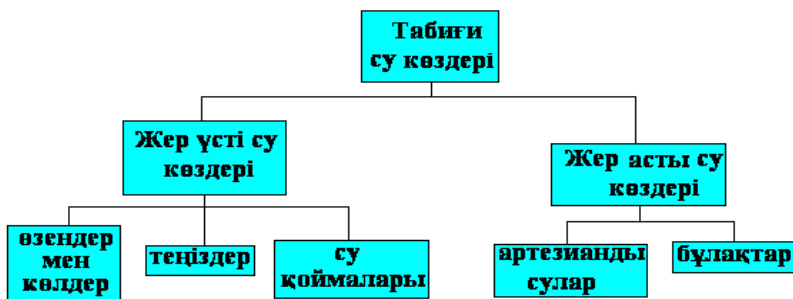
Судың физикалық көрсеткішіне: температурасы, иісі, дәмі, мөлдірлігі, лайлылығы және түстілігі жатады [9].

Химиялық көрсеткіші әртүрлі ертінді заттардан құралады. Пайдалануға қажетті суды бағалаған кезде төмендегідей химиялық қасиеттері қарастырылады. Оған құрғақ қалдық, кермектілік, белсенді реакция, құрамында темірдің, марганецтің, кремний қосылыстарының, хлоридтердің, сульфаттардың, фтордың, иодтың және т. б. жатады [14].

Бактериологиялық талдауға судың құрамындағы ішек таяқшасын (Коли бактериясы) және басқада жалпы бактерия атаулыларды анықтау жатады. Су құрамын биологиялық зерттеуде ондағы ағзаларды (су түбінде жатқан, заттарға бекінген бентостар, қалықтап жүрген планктондар) анықтап, сараптау жүзеге асырылады [16].

Суға қойылатын негізгі талаптар мыналар: адам ағзасы үшін зиянды еместігі, жақсы органолептикалық көрсеткіші, шаруашылық қажеттіліктеріне жарамдылығы жатады [5,6].

Су көзін дұрыс таңдау, оның сапасы мен мөлшерін анықтау, сумен жабдықтау жүйесін жобалау мен су тасымалдау кешенінің құрылысын салуда маңызды іс болып табылады. Бұл мақсатта қолданылатын табиғи су көздері негізгі екі топқа бөлінеді: жер беті су көздеріне – өзендер, су қоймалары, көлдер; ал жер асты су көздеріне – артезиан және грунт сулары, бұлақтар жатады [14].



1.1-сурет. Табиғи су көздері

Жер үсті су көздері: жер үсті су көздерінің (өзендер, көлдер, теңіздер, су қоймалары) өздеріне тән ерекшеліктері бар. Олардың құрамында әртүрлі заттар көп болады. Мысалы айтсақ судың лайлылығы, органикалық заттармен микроорганизмдердің молдығымен және тұздардың мөлшерінің көп болатындығымен сипатталады. Жаңбыр сулары, қар еріген кездегі ағын сулармен және өз бетімен ағып түсетін ластанған сулармен жер үсті су көздеріне келіп қосылатындықтан, олардың санитарлық сапасы төмен болады [10]. Су қоймаларының сапасы өзен, теңіз суларынан сәл де болса тазалау келеді. Бірақ, балдырлардың күн сәулесі әсерінен тез өсуі салдарынан қоймалардың суы кейде түсті болады [11,12].

Өзен суы сапасының ерекше қасиеті үлкен лайлылығы (әсіресе көктем, жаз айларында), құрамында жоғары дәрежеде минералдық және органикалық заттар мен бактериялардың болуы судың мөлдірлігін, түстілігін анағұрлым арттырады. Өзен арнасы ауа-райы, жердің қыртысы, топырақ және өсімдік жамылғысы, т. б. сияқты табиғи кешеннің әсерінен қалыптасады. Өзен суының кермектілігі төмен және тұздылығы аз болып келеді. Мезгілге байланысты өзен суының құрамы өзгеріп отырады. Оған ауа-райы жағдайының өзгеруі, тау жыныстары мен топырақтағы тұздар құрамының әртүрлілігі, жануарлар мен өсімдіктердің әсері, суда еріген оттегінің болуы,

т. б. факторлардың әсері жатады [15]. Су қоймалары мен көл сулары құрамындағы қалқымалы заттардың аздығымен, аздаған түстілігі, жоғары тотыққыштығы және жаз айларында планктондардың болуымен ерекшеленеді. Су қоймасы суының құрамы түзілу жолы мен толықтырушы су көзіне тәуелді. Мұндағы суда органикалық заттардың молдылығы, планктонның болуы және жоғары дәрежеде минералдылық байқалады [14,15].

Ауыз су көздерін ластайтын элементтердің топтастырылған кезін мына 1.1-кестеден байқауға болады.

1.1-кесте. Ауыз су көздерін ластайтын элементтер [17,18].

№	Элемент	Әдеттегі химиялық күйі	Улылығы	Улы әсері	Түзу көздері
1	2	3	4	5	6
1	Кадмий	Cd^{2+}	жоғары	гипертония, бүйрек аурулары, қан құрамындағы гемоглабиннің азаюы.	металдық қаптау, темекі түтіні, кен орындары.
2	Хром	CrO_4^{2-}	орташа	-	Металлогальваника
3	Мыс	Cu^{2+}	төмен	бауыр қызметінің бұзылуы	кен орындары, металдық қаптау, мыс трубалары және т.б.
4	Темір	Fe^{2+} Fe^{3+}	төмен	көп мөлшерде тұтыну инфекцияларды қабылдауды жоғарылатуы мүмкін	Минералды бұлақтар, тотыққан металлдардан және т.б.

1.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
5	Қорғасын	Pb^{2+}	жоғары	Анемия, бауыр қызметінің әлсізденуі, ойлау қызметінің нашарлауына әкеп соғады	Қорғасын трубалар, қорғасын бояулар, қорғасыны бар бензиндер пайдаланатын автомобилдердің түтіндерінен және т.б.
6	Марганец	Mn^{2+}	төмен	-	Өндірістік қалдықтар, кен орындарының ағып жатқан қышқылды сулары.
7	Мышьяк	AsO_2^-	жоғары	Бүйрек қызметінің әлсізденуі, ақыл-ой қызметінің бұзылуы	Қазбалы отындарды жағу, жуғыш заттар, металлургия.
8	Селен	SeO_3^{2-} SeO_4^{3-}	жоғары	Бауыр қызметінің бұзылуы	Минералдар, металлургия

Ашық су қоймаларының ерекшелігі, суының құрамы жыл мезгіліне байланысты өзгеріп тұрады, осыған байланысты микроорганизмдердің саны мен түрлері де өзгереді. Жер үсті су қоймаларының бактериялық ластануы, негізінен су қоймасына құрамында органикалық, минералды заттар және микроорганизмдер бар лас, ағынды сулардың түсуінен болады. Санитарлық микробиология тұрғысынан алғанда, су сапасын бағалау оның санитарлық – эпидемиологиялық қауіптілігін немесе адам денсаулығына қауіпсіздігін анықтау үшін жүргізіледі. Су көптеген инфекцияны, негізінен іш ауруын

таратуда негізгі міндетін атқарады. Ауыз суға қойылатын талаптар МЕСТ 2874-82 стандарты бойынша бекітілген [7,8].

Жер асты су көздері: жер асты су көздерін пайдалану бізде, сол сияқты ТМД және шет елдерде де қарқынды өсіп келеді. Ресейдің еуропалық бөлігінде, Украинада, Белоруссияда, Прибалтика елдерінде, Армения, Грузия, Тәжікстан, Өзбекстан және Қазақстанның үлкен қалаларында жер асты суларын ауыз суы үшін және шаруашылық қажеттілігіне көп пайдаланылады [16].

Жер асты суының химиялық құрамы әртүрлілігімен ерекшеленеді. Ол негізінен ауа мен жер бетінің әсеріне тәуелді түрде судың түзілу жағдайы бойынша анықталады. Жер асты суларында биологиялық үрдістердің нашар өтуі, жарықтың жетіспеуі, бос еріген оттегінің аздығы, ондағы өсімдіктер мен су жәндіктерінің дамуына қолайсыз болып келеді. Бірақ, анаэробты үрдістердің дамуына жол ашылып, яғни бұл химиялық құрамның әртүрлі болуын көрсетеді. Орналасу тереңдігіне қарай жер асты суларының гидрохимиялық қасиеттерін зерттеуде төмендегідей жіктеу қалыптасқан [16]:

- белсенді су алмасу белдемінің сулары (жоғарғы белдем), бұлар беткі сулар мен оттегінің әсеріне душар болған сулар;
- кедергісі көп су алмасу белдемінің сулары (ортаңғы белдем), бұл сулар жердің бетімен әлсіз байланыста болады;
- салыстырмалы түрде іркілген су алмасу белдемінің сулары (төменгі белдем), жердің беткі әсерінен толық оқшауланған сулар [14,15].

Сумен жабдықтау мақсатында жоғарғы және ортаңғы белдемнің сулары пайдаланылады. Жоғарғы белдемдегі судың химиялық құрамы ауа-райы жағдайына, атмосфералық орта өзгерісіне, сүзілуге, атмосфера және өзен суларының сүзілуіне, суға төзімді қабаттың болуына, су түбінің сипатына тәуелді болады. Бұл сулардың минералдылығы ауа температурасы мен түскен жауын-шашынның мөлшерімен анықталады [16].

Ортаңғы белдемдегі жер асты суларына артезиан сулары жатады. Олар бактериялық ластанудан жақсы қорғалған, сондықтан сумен жабдықтау мақсатында кең қолданылады. Бұл сулардың минералдылығы және химиялық құрамының ерекшелігі тау жыныстарында кездесетін тұздардың саны мен

сапасына байланысты болады. Белдемнің барлық суларында органикалық заттардың мөлшері өте аз [15].

Төменгі белдемнің сулары жоғары минералды күрделі химиялық құрамнан тұрады. Сондықтан олар сумен жабдықтау мақсатында қолданылмайды [13].



1.2-сурет. Жер асты су көздері
(Шағын елді мекендердегі құдықтар)

Жер асты суларының химиялық құрамы алуан түрлі. Олардың минералдылығының дәрежесі сулы горизонттың орналасуына байланысты және 100-200мг/л-ден литріне бірнеше граммға дейін ауытқып отырады. Тұщы артезиан суларында Ca^{2+} және HCO_3^- иондары басым болады. Сонымен қатар жер асты су көздері, әсіресе бұлақ пен артезиан сулары мөлдір және таза келеді. Олардың температурасы тұрақты және бактериясыз болады. Бірақ мұндай құдықтар, бастаулар және артезиандық ұңғылардан шыққан судың сапалық деңгейі ол елді мекендердің орналасу өлкесіне де байланысты [14]. Мысалы: Шығыс Қазақстан Облысы, Аякөз ауданына қарайтын 2 мың тұрғыны бар Қопа ауылында ауыз суын құдықтардан алады. Қолданып отырған ауыз су өте тұзды, сонымен қатар көктем мезгілінде су дәмі балдырдың дәмі татиды (1.2-сурет). Сол сияқты «ПЧ-41 Ақтоғай жол дистанциясына» қарайтын кейбір шағын елді мекендерде ауыз су мүлдем жоқ. Шағын елді мекендерге ауыз суды тасымалды түрде вагондар мен жеткізіп отыр, ондағы ауыз су өте тұзды. Себебі қолданып отырған ауыз су Балқаш

көлінің тұзды бөлігінен алынған. Бұл мәселе тек шығыс Қазақстан өлкесінде ғана емес, еліміздің көптеген аймақтарында қайталанып кездеседі. Негізінде ауыз судың сапасы МЕСТ 2874-82 стандарты бойынша болғаны дұрыс [1,7].

Тәжірибе көрсеткендей, адамдар аз және орташа қоныстанған жерлерді жер асты су көздерінен, ал үлкен қалаларды көбіне жер беті су көздерінен алынған сумен қамтамасыз етеді [12,14].

Өзен суы сапасының ерекше қасиеті үлкен лайлылығы (әсіресе көктем, жаз айларында), құрамында жоғары дәрежеде минералдық және органикалық заттар мен бактериялардың болуы судың мөлдірлігін, түстілігін анағұрлым арттырады. Өзен арнасы ауа-райы, жердің қыртысы, топырақ және өсімдік жамылғысы, т. б. сияқты табиғи кешеннің әсерінен қалыптасады. Өзен суының кермектілігі төмен және тұздылығы аз болып келеді. Мезгілге байланысты өзен суының құрамы өзгеріп отырады. Оған ауа-райы жағдайының өзгеруі, тау жыныстары мен топырақтағы тұздар құрамының әртүрлілігі, жануарлар мен өсімдіктердің әсері, суда еріген оттегінің болуы, т. б. факторлардың әсері жатады. Су қоймалары мен көл сулары құрамындағы қалқымалы заттардың аздығымен, аздаған түстілігі, жоғары тотыққыштығы және жаз айларында планктондардың болуымен ерекшеленеді. Су қоймасы суының құрамы түзілу жолы мен толықтырушы су көзіне тәуелді. Мұндағы суда органикалық заттардың мол, планктонның болуы және жоғары дәрежеде минералдылық байқалады [15].

1.2. Ауыз судың сапасын жақсартудың негізгі тәсілдері

Ауыз су тазартудың технологиялық үрдісінде судағы қоспалар бөлшектерінің өлшемі көрсетіледі. Өлшемі 10^{-7} -ден кіші қоспалар сумен нағыз ерітінділер түзеді, бұл жүйелер бір фазалы гомогенді. Ауыз сулар мен сарқынды сулардың көпшілігі кем дегенде екі фазадан тұратын гетерогенді жүйе болып табылады. Олардың құрамындағы физикалық және химиялық сипаттамалары бойынша алуан түрлі қоспаларды үлкен төрт топқа бөлуге болады. Өлшемдері 10^{-1} - 10^{-5} аралығындағы, қоспалардың бірінші тобы суспензия және

эмульсия түзетін судағы жүзгін бөлшектерден тұрады. Бұл топқа әр түрлі бактериялар жатады [4,5].

Қоспалардың екінші тобының өлшемі 10^{-5} - 10^{-6} аралығындағы, коллоидты қоспалар мен жоғары молекулалы органикалық заттарды құрайды.

Қоспалардың үшінші тобының өлшемі 10^{-6} - 10^{-7} аралығындағы, молекулалық еріген заттар, вирустар, сондай-ақ суда еріген газдар-оттегі, көміртек және т.б. құрайды.

Қоспалардың төртінші тобының өлшемі 10^{-7} – кем емес, суда иондарға диссоциацияланатын заттар құрайды.

Бірінші және екінші топтың қоспалары гетерогенді жүйелер түзеді, ал үшінші және төртінші тобы – гомогенді жүйелер. Әр топтың қоспаларының өздеріне тән ерекшеліктері бар, сондықтан оларды судан бөліп алу үшін, белгілі бір технологиялық әдістер қажет [14].

Су ластануының бірінші тобына майда жүзгіндерден бастап ірі бөлшектерге дейінгі жүзгін заттар жатады, бактериялы жүзгіндер мен биологиялық ластану да осы топқа жатады. Бұл қоспаларды бөліп алу, яғни суды ағарту мына әдістер арқылы жүргізіледі:

1. реагент қолданылмайтын әдіс;
2. реагентті әдіс [11].

Суды тұндыру немесе аздап тұндыру суды тұндырғыштарда және ағартқыштарда тұндыру арқылы, түйіршікті материалдар, торлар, микросүзгілер және т.б. әдістер арқылы жүзеге асырылады [14,11].

Жүзгіндерді тұндыру үрдісін тездету үшін, коагуляция әдісі қолданылады, ол үшін суға арнайы реагенттер – коагулянттар қосылады. Ағарту үрдісі шапшаң сүзгілерде, тұндырғыштарда түйіспелік коагуляция әдісімен аяқталады. Суды тұндыру үрдісінде, су ақырындап залалсызданады, яғни бактериялардың біразынан арылады. Судың толық залалсыздануы көбінесе реагентті әдістер хлорлау және озондау арқылы жүзеге асырылады. Бұл тотықтырғыштар микроорганизмдерді өлтіреді [13,11].

Судағы еріген газдар мен ұшқыш органикалық заттарды (жеңіл бензиндер, органикалық күкіртті қосылыстар, төменгі молекулалы эфирлер, карбонилді қосылыстар және т.б.) бөліп

алу суды аэрациялау немесе белгілі бір химиялық заттармен өңдеу арқылы жүзеге асырылады. Ал су құрамындағы иондарды буландыру, мұзға айналдыру, экстракция, электродиализ және тағы басқа әдістер арқылы бөліп алуға болады [13].

Ауыз судың сапасын жақсарту үшін негізгі технологиялық сұлбаларын жасау көптеген мәліметтерді талап етеді. Алдымен судың қолданылатын мақсаты анықталады, яғни тұтынушылардың судың физикалық, химиялық және бактериологиялық көрсеткіштеріне талаптары тағайындалады және сумен жабдықтау көзінің жылдың әр мезгіліндегі сапасы, оның тұрмыстық және өндірістік ағынды сулармен ластану мүмкіндігі және дәрежесі ескеріледі [14,15].

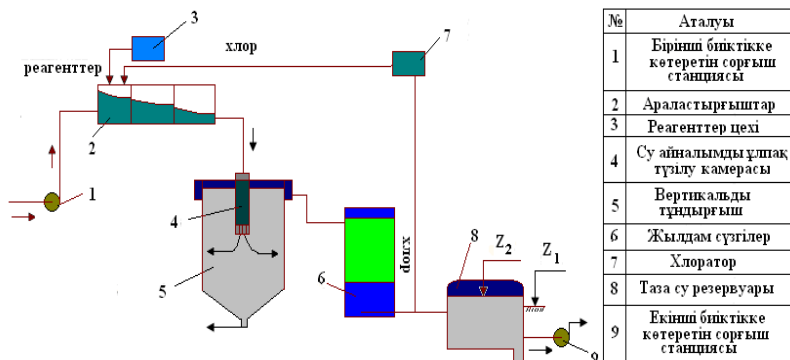
Судың сапасын жақсарту тәсілдері мен су тазалағыш ғимараттардың құрамы табиғи судың сапасына және тұтынушылардың суға қоятын талаптарына сәйкес белгіленеді. Ауыз суларды өндегенде атқарылатын жұмыстар мынадай:

1. судың түсін, иісін жақсарту;
2. суды эпидемиологиялық жағынан залалсыздандыру;
3. судың сапасын арнайы тәсілдермен жақсарту болып жіктелуі мүмкін.

Егер ауыз су ашық су қоймасынан алынатын болса, онда суды мөлдірлейді, түссіздендіреді және залалсыздандырады. Ал ауыз су көзі ретінде жер асты суы қолданылатын болса, залалсыздандыру жеткілікті. Сондай-ақ шаруашылық ауыз су мақсатында қолданылатын суды толық тазарту керек [15].

Ауыз суды тазарту қондырғыларымен жабдықталған, суды мөлдірлейтін, түссіздендіретін және залалсыздандыратын су тазарту станциясының сызба нұсқасы 1.3-суретте көрсетілген [13,14].

Қондырғыдағы залалсыздандырылған суды екі рет хлорлау немесе дехлорлау қарастырылған. Бұл жағдай тек су қабылдағыш құдықтарда немесе сорғыш станцияларында бірінші рет хлорлайды. Мөлдірленілген соң, тұндырғыштарда немесе сүзгілерде екінші рет хлорланады. Хлордың артығын активті көмірдің гранулаларымен толтырылған адсорбциялық сүзгі арқылы бөліп алады. Егер суды күкірт (IV) оксидімен немесе басқа да, химиялық реагенттермен дехлорлайтын болса, көмір сүзгілерінің қажеті жоқ.



1.3-сурет. Су тазарту ғимараттарындағы вертикальды тұндырғыштар

Суды залалсыздандырғыш реагенттер (әдетте хлор) бастапқы судың сапасына байланысты қосылады. Өңделмеген суда темірдің (II) және марганецтің (II) тұздары болса, екі рет хлорлау қажет (тұндырудың алдында және сүзгіден соң). Қондырғының негізгі кемшілігі судың жағымсыз иісін және дәмін толықтай кетіре алмайды [14].

1.3. Суды залалсыздандыру әдістері

Су ресурстарын әртүрлі мақсаттарда қолданады: 1) ішуге жарамды таза ауыз су ретінде; 2) өнеркәсіпте, 3) тұрмысқа қажетті су ретінде, 4) су арылатын жерлерге және т.б. жерлерге таза суды қажет екені белгілі. Соның ішінде ауыз су мұқтаждығы елімізде өте үлкен. Ал залалсыздандырылып отырған су қоймаларында геохимиялық үрдістердің жүру нәтижесінде атмосфера мен су қоймаларына әртүрлі пішіндегі металдар келіп қосылады мысалы: мыс (Cu^{2+}), темір (Fe^{2+}, Fe^{3+}), қорғасын (Pb^{2+}) және т.б. Бұл ауыз суда кездесетін металдар тізімі 1.1 - кестеде келтірілген. Олардың қатарына металл еместерден мышьяк пен селен қосылған. Аталған элементтердің көпшілігі мкг-мөлшерінде көптеген биологиялық активті заттардың, ферменттердің, гармондардың, витаминдердің құрамына кіреді [10,13].

Ауыз суға берілетін талаптар су құрамында адамдардың денсаулығына зиянды нәрселер, әсіресе ауру қоздырушы микробтар болмауы керек. Суды коагуляция, әрі қарай мөлдірлеу және түссіздендіру әдістерімен өңдеген кезде, ондағы бактериялардың 95% -пайызы жойылады. Ал қалған 5% - пайызы ауру таратушы вирустар мен бактериялар болуы мүмкін [1,4].

Ауыз суды залалсыздандырудың бірнеше әдістері бар, оларды негізгі төрт топқа бөлуге болады:

1. термиялық әдіс – суды 12-20 минут бойы қайнату, осы кезде ұрықсыз микроорганизмдердің барлығы өледі; ал микроорганизмдердің ұрығын жою үшін суды 120°C дейін қайнату керек;

2. суды тотықтырғыштармен залалсыздандыру – күшті тотықтырғыштар клеткалардың ферменттерін тотықтыра отырып, бактерияларды өлтіреді. Суды залалсыздандыру үшін тотықтырғыштар ретінде озон, хлор, бром, иод, хлор диоксидін қолданады;

3. асыл металдардың иондарының әсерімен залалсыздандыру – мысалы, суды күміс иондарымен өңдеу;

4. физикалық әдістер – ультракүлгін және иондағыш сәулелердің әсерімен, ультрадыбыстың әсерімен залалсыздандыру.

Аталған әдістердің арасында ең кенінен таралған әдіс – күшті тотықтырғыштар озон, хлор және натрий гипохлориті [11,12].

1.3.1. Суды хлорлау

Суды залалсыздандырудың кең тараған әдістерінің бірі хлорлау. Суға хлор қосқанда бактерия протоплазмаларының құрамына кіретін заттар тотығады да, бактерия жойылады. Хлор және оның туындыларының әсерінен судағы бактериялар өледі. Хлор органикалық қосылыстарды да тотықтырады, сондықтан суды хлорлау әдісі суда микроорганизмдердің таралуын болдырмайтын, эпидемия болуын тоқтататын сенімді әдіс. Микроорганизмдерді тотықтыруға қосылған хлордың аз мөлшері жұмсалады, басым бөлігі судың құрамындағы

органикалық және минералды қоспаларды тотықтыруға кетеді. Сондықтан енгізілген хлордың мөлшері судың хлор сіңіргіштігі судағы қалдық хлор мөлшерінен молдау болуы тиіс. МЕСТ 2874-82 «Ауыз су» бойынша қалдық хлор мөлшері 0,5 мг/л-ден көп болмауы және 0,3мг/л-ден аз болмауы керек [12].

Суды хлорлаудың негізі, хлорды суға қосқан кезде оның гидролизі жүретіндіктен:



Түзілген хлорлы қышқыл гипохлорит ионын түзіп диссоциацияланады. Хлорлы қышқылдың диссоциациялану дәрежесі судың рН мәніне байланысты. Хлорлы қышқылдың өзі де, гипохлорит ионы да (OCl^-) микроорганизмдерге тотықтырғыш әсер етеді [11].

Хлорды суға енгізгенде бактерия торларының протоплазмалы құрамына кіретін заттардың қышқылдануы жүреді, бұл олардың жойылуына әсер етеді.

Суды хлорлау міндеттердің таралуының алдын алатын сенімді әдіс, себебі көптеген патогендік бактериялар (іш сүзек бацилласы және дизентерия, тырысқақ вибриондары) хлор қатынасына қарсы тұра алмайды. Суға хлор енгізілгенде оның гидролизі мына теңдеуге сәйкес жүреді [16]:



Түзілген хлорлылау қышқыл диссоциацияланады. Бұл диссоциацияның сипаты әр зерттеушілердің ғылыми зерттеу жұмысында әртүрлі түсіндіріледі [11,16].

Әдеби деректердің көбісінде хлорлылау қышқылы нейтралды немесе сілтілік ортада күшті қышқылды қасиеті бар атомды оттектің бөлінуінен диссоциацияланады деп көрсетілген [16]:



Лурье Ю.Ю. және Николаев З.В. хлорлау химиясын басқаша түсіндіреді. Хлорлы қышқыл гипохлоритті ион (OCl^-)

түзілуімен диссоциацияланады. Хлор қышқылының диссоциациялану дәрежесі су рН-ның көрсеткішіне байланысты 1.2-кестеде көрсетілген [15].

Судағы бактериялы тіршіліктің хлорлау кезінде басылу нәтижесі енгізілген хлордың мөлшері және оның сумен байланысу уақытына тәуелді.

Бастапқы судың сапасына байланысты хлорлаудың әр түрлі тәртібі қолданылуы мүмкін[15,14].

1.2-кесте. Судың *pH* - на байланысты хлор қышқылының тотығу дәрежесі (судың температурасы 20°C)

pH	4	5	6	7	8	9	10	11
OCI ⁻ в%	0,05	0,5	2,5	21,0	75,0	97,0	99,5	99,9
HOCl- в %	99,95	99,5	97,5	79,0	25,0	3,0	0,5	0,1

Салыстырмалы түрде органикалық заттар мен бактериялар құрамы аз табиғи суларға әдетте таза су қоймасының алдында сүзілген суға хлор енгізу арқылы бір рет хлорлау әдісін қолданады. Бұл жағдайда, ережеге сай, хлордың ең аз мөлшері 0,5–2 мг/л шегінде пайдаланылады. Күшті түрлі-түсті және органикалық заттар мен бактерияларға бай суларды мөлдірлету кезінде екі рет хлорлауды қолданады. Бұл кезде хлор суға қауыз түзуші камераларының немесе мөлдірлеткіштің алдында салынып, содан соң таза су қоймасының алдында сүзгіден өткізген суға тағы қосылады [14].

Хлор улы газ болғандықтан, хлорлау қондырғыларын жобалағанда қажетті қауіпсіздік шараларын қарастыру қажет. Хлор улы газ болғандықтан, оны тасымалдау қиын, сондықтан ауылдық жерлерде, шағын елді мекендерде суды хлорлау үшін натрий немесе кальций гипохлориді қолданылады. Алайда бұл әдістің кемшілігі, ұрық түзетін бактериялар хлор арқылы жойылмайды [16].

1.3.2. Суды озондау

Ластанған суды озондау фенолдан, күкіртті сутектен, цианидтерден және басқа да қоспалардан тазартуға мүмкіндік береді. Озон күшті тотықтырғыш болғандықтан оның сулы ерітінділердегі органикалық заттектерді және басқа қоспаларды ыдырататын қабілеті өте жоғары. Сонымен бірге суды озондағанда оның жағымсыз иісі, дәмі, бояуы жойылып, залалсызданады. Озондау әдісінің басқа әдістерден артықшылығын төмендегі кестеден байқауға болады [19,20].

1.3-кесте. Ластанған суды тазарту әдістері мен олардың салыстырмалы балдық көрсеткіштері

№	Ластанған суды тазартатын әдістер	Жұқпалы бактериялар	Фенол	Орган. заттек	Ауыр метал. иондар	Артық тұздар	Барлық қосынды (балл)
1	Микросүзу	3	2	2	2	2	11
2	Ультрасүзу	5	2	2	2	2	13
3	Сорбция	3	4	4	3	2	16
4	Ион алмасу	2	2	2	5	5	16
5	Озондау	5	4	4	2	2	17
6	Хлорлау	5	3	2	3	2	15
7	Каогуляция	3	3	3	4	2	15
8	УФ-сәуле арқылы	4	2	2	2	2	12

Хлорлау әдісімен салыстырғанда озондау әдісінің артықшылығы бар, біріншіден, озонды тікелей су тазалайтын жерде озонаторларды орнатып, ауа оттегінен электр тоғын ажырату үрдісін пайдалану арқылы алуға болады. Екіншіден, хлорлау бірқатар жағдайларда ауыз суды зиянды заттектердің, соның ішінде мутагендер мен канцерогендер (мыс диоксиннің)

түзілуіне апарып соғуы мүмкін, сондықтан оның орнына озондау әдісін қолданған қолайлы [21,22].

1.3.3. Суды ультракүлгін сәулелермен залалсыздандыру

Көптеген бактериялардың дамуына жарықтың кері әсер ететіндігі бұрыннан байқалған. Бұл қасиет барлық жарық спектрлеріне тән деп есептелініп, оның табиғаты ұзақ уақыт бойы белгісіз болып келді. Зерттеулердің нәтижесінде негізінен қысқа толқынды сәулелердің ғана бактерицидті қасиеті бар екендігі тағайындалды. Ұзындығы 260 нм ультракүлгін сәулелердің әсерінен судың қысқа уақыт аралығында толық залалсызданатындығы дәлелденді. Судағы жүзгіндер мен коллоидты бөлшектер сәулелерді кері қайтарады. Сондықтан ультракүлгін сәулелермен өңдеу алдында суды алдын ала тазартып, мөлдірлейді. Қазіргі уақытта сәуле шығарушы екі түрлі лампа қолданылады: сынапты-кварцты және аргонды сынапты [15].

Ультракүлгін сәулелену арқылы жер асты суларының өнімділігі 20-дан 500 мың м³/тәулікке дейін жететін құрылғыларда залалсыздандырудың жоғары сапалы әдісі Ресейде кең тараған. Бұл тәсілдің тиімділігі жер үсті суларын тазалауда дәстүрлі реагенттік сызбаларда Волга суын залалсыздандырудың бірінші сатысында тексеріліп, ол ақырғы хлорлау сатысында хлор мөлшерін әлдеқайда төмендетуге мүмкіндік береді. УК-сәулеленуді хлорлаудың екінші сатысына ауыстырудағы кең қолдану тәжірибесі әлі жоқ [13,16].

Шет елдердің тәжірибесінде УК - сәулеленуді бірқатар ірі станцияларда өзіндік бірінші және екінші хлорлау сатысы ретінде және озондаумен бірге де қолданады (мысалыға Канада, Европа). УК-сәулеленудің залалсыздандыру нәтижелігі хлорлауға қарағанда жоғары және қарапайым патогендік вегетативті және споралы ішкі бактериялары, сонымен бірге вирустардың да инактивациясын қамтамасыз етеді. Анықтап айтатын болсақ, А және Е сары ауруы, полиомиелит және басқаларын, су дайындау технологиясында УК - сәулеленудің көп мөлшерде болуы жағымсыз салдарларды тудырмайды. Бірақ ол көп шығынды қажет етеді [23].

Судың сапасы сәуле әсерінен өзгермейтіндіктен, химиялық реагенттерді қосуды қажет етпейтіндіктен, бұл әдістің суды залалсыздандыруда басқа әдістерге қарағанда артықшылықтары көп. Алайда, ультракүлгін сәулелермен залалсыздандыру әдісінің кемшіліктерінде бар: материалдық шығынды көп қажет етеді және судың қайтадан залалдану қаупі бар. Сондықтан экономикалық жағынан бактерицидті қондырғыларды өнімділігі төмен су тазарту станцияларында пайдалану тиімді болып табылады [10,16].

1.3.4. Суды күміс иондарымен залалсыздандыру

Л.А.Кульский 1930 жылы алғаш рет суды күміс иондарымен залалсыздандырудың электрохимиялық әдісін ашты. Қазір бұл әдіс көптеген елдерде қолданылуда [12].

Күміс барлық патогенді микроорганизмдер үшін тиімділігі жоғары залалсыздандырғыш реагент болып табылады. Күміс иондарының суды ұзақ уақытқа консервілеп сақтауға мүмкіндік беретін бағалы қасиеті бар. Күміспен (0,1мг/л) өңделген су жоғары санитарлық-гигиеналық көрсеткіштерін бір жылдан артық уақыт бойы сақтай алады. Күмістің бактерицидтік әсерін түсіндіретін болжамдар бар: күміс иондары клетканың ішіне кіріп, цитоплазмамен қосылып, клетканы бұзады немесе клетка күміс иондарын адсорбциялайды, күміс иондары цитоплазманың ауадағы оттегімен тотығуына катализатор болады. Суды күміс иондарымен залалсыздандырғанда, көрсетілген факторлардың барлығы да әсер етуі мүмкін. Күмістің электролитті ерітіндісінің бактерицидті және сүрлейтін қасиеті күмістің мөлшері 0,05 мг/л, түйісу уақытының ұзақтығы 30-60 минут болғанда байқалатындығы тағайындалған. Күмістің артық мөлшерін енгізу қажет болса, өңделген суды қайтадан күміссіздендіреді. Қазіргі залалсыздандыру қондырғыларының барлығы осындай аппаратуралармен жабдықталған [15,10].

Суды күміс иондарымен беті өңделген металды суға салу арқылы, күміс тұздарын суда тікелей еріту арқылы және электролиттік әдістермен қанықтыруға болады. Сонымен қатар қысқа уақыт ішінде металдың қажетті концентрациясын алуға

және электр өлшегіш аспаптармен реагенттерді дәлме дәл дозалауға, үрдісті реттеп отыруға мүмкіндік береді [12].

1.3.5. Суды термиялық залалсыздандыру

Суды термиялық залалсыздандыру әдетте термиялық әдісті судың аздаған көлемін пайдаланатын демалыс орындарында, ауруханаларда, кемелерде және т.б. залалсыздандыруға қолданады [35].

Судағы барлық патогенді бактериялар суды 5-10 минут қайнатқаннан кейін өледі, яғни су толық залалсызданады. Қайнатылған су алу үшін, әдетте практикада «вулкан, титан» қайнату жүйелері қолданылады. Бұл әдістің кемшілігі отынды көп қажет ететіндігіне байланысты қымбат және өнімділігі аз болғандықтан көп қолданыс таппаған [15].

1.4. Судан ауыр металдарды кетіру

Ауыр металдарға келесі элементтер тобын жатқызады: Cu, Zn, Pb, Cd, Cr³, Cr⁶, Mn, Hg, Hg², Ni, Co, Sn, Bi, Mo, Fe², Fe³ және т. б.

Ластанған заттардың әсіресе, ауыр металдар және олардың қоспаларының адам ағзасына түсуі экологиялық тізбек арқылы, қосымша түрде мал және өсімдік шаруашылығының ластанған өнімдері арқылы, сонымен бірге кешенді түрде барлық тізбек арқылы немесе топырақтағы шаңмен қосылуы арқылы жүреді. Жалпы ауыр металдардың адам ағзасына функционалдық қызметіне және денсаулығына әсерін 1.4-ші кестеден байқауға болады [13].

Ресейдің Қазан қаласындағы рудалық емес пайдалы қазбалар геологиясының Орталық ғылыми-зерттеу институтының ғалымдары суды ауыр металдардан тазалаудың адсорбционды әдісін ұсынады [16]. Көрсетілген суды дайындау әдісін құрамында жоғары мөлшерде кермектік тұздары және ауыр метал иондары, мұнай өнімдері, фенолдар, үстірт белсенді заттары бар бастапқы минералды өнеркәсіп және ауыз суларын тазалауда пайдалануға болады.

1.4-кесте. Ауыр металдардың адам ағзасының функционалдық қызметіне және денсаулығына әсері [4,5]

Зиянды заттардың атауы	Адам ағзасына әсерінің нәтижесі
1	2
Цинк, оның қоспалары	Көп концентрацияда бір бағыттағы безгек ауруын, қанның цитоуландырғыштық және иммунологиялық өзгеруін қоздырады, бүйректе некробиоз тудырады, сперматозоидтардың қозғалғыштығын төмендетеді.
Қорғасын және оның барлық қоспалары	Сүйекке және бас миына политропты удың жиналуы. Орталық және шеткері жатқан жүйке жүйесіне әсер етеді, зат алмасуды бұзады, бауырдың қызметін, ішек-қарын жолын бұзады, гастрит, колит, ойық жара ауруын, қанның азаюын, естен айырылуды, соқырлық пен бедеулік ауруын тудырады. Иммунотропты әрекет етеді.
Никель және оның қоспалары	Оның биологиялық рөлі аз зерттелген. Уыттылығы біраз мөлшерде қорғасындікіне тең. Тері аурулары мен жоғарғы тыныс алу жолдарының ауруларын қоздырады, канцерогенді және мутагенді болып келеді. Құрамы шектен асып кеткен жағдайда ферментативті реакциялардың бұзылуына алып келеді. Аллергиялық реакцияның «никель» қышымасын қоздырады, тері арқылы сіңіріліп, жалпы уландырғыш әрекет етуші қабілетке ие.
Мыс қоспалары	Тыныс алу жолдарының ауруы, сілекей ағуы, сіңір тартылуы. Көп мөлшерде зат алмасуы бұзылады, өкпенің созылмалы ісік ауруына әкеледі, иммунотропты әсер береді.

1.4-кестенің жалғасы

1	2
Сынап және оның қоспалары	Жоғары дәрежедегі әлсіздік, бас аурулары, ашушандық, ұйқының бұзылуы, жүйкенің бұзылуы, бүйректің зақымдануы, түстерді ажырату қабілетінің жоғалуы, өкпенің созылмалы суық тиіп ауруы. Жалпы канцерогенді заттарға жатады.
Уран және басқа да радиоактивті изотоптар	Генетиканың бұзылуына әсер етеді, тұқым қуалаушылық информацияның өзгеруіне алып келеді. Кәрілік ауруларын қоздырады, бүйректі зақымдайды, репродуктивті қызметке әсер етеді.
Мышьяк	Рак, диабет, қан аурулары
Марганец	Өкпедегі өзгерістер, қан айналым органдарындағы өзгерістер, эмоционалдық аймақтың бұзылуы, терлеудің жоғарылауы.
Кобальт	Дерматиттер, демікпе, аллергиялық аурулар.
Кадмий	Жүйке жүйесі мен ішек-қарын жолына әсер етеді, дерматиттерді қоздырады. Экзема, балалардың сөйлеу қабілетінің баяулауы және ес жағынан артта қалуы, кариестің пайда болуына жағдай жасайды. Ұзақ уақыт әсер етуі бүйректегі жетіспеушілікке әкеледі.
Хром	Бауыр мен бүйректе жиналады. Бүйрек ауруын, аллергияны, жүрек тамыр жүйесінің бұзылуын, катерлі ісіктердің пайда болуын тудырады.

Судағы ауыр металдар қоспалары дисперсті күйде болғанда оларды тазарту үшін жалпы коагуляция тәсілі қолданылады. Тұнба көлемін өзгерту үшін, мақсатқа лайықтап кәдімгі коагулянттардың орнына дисперстенген балшық материалдар (монтмориллонитты, палыгорскитті, гидрослюидтты) флокулянттармен бірге қолданылады. Коллоидты дисперсттің ластануының тұндырылуы үшін балшық минералдардың қолданылуы бір уақытта судың ауыр металдарының ион ерітінді қосындыларынан да тазалануын қамтамасыз етеді [16].

Жапон зерттеушілері жер асты суын металдан тазалауда бентонитті қолданудың қолайлы жағдайын оны целлюлоздың

микрокапсулаларына салу арқылы тапты. Мұндай капсулалардың сыртқы жартылай өткізгіш қалыңдығы 0,5-5 мкм және саңылауларының диаметрі 1–8 нм қабаты бар; капсуланың сыртқы диаметрі – 100–500 мкм; онда 40-тан 90%-ға дейін адсорбент орналасқан [73,74].

Ион алмасу тепе-теңдігі мен ион алмасу термодинамикасының зерттелуі монтмориллонитпен салыстырғанда вермикулиттің ауыр металдар иондарын іріктеуде жоғары дәрежеге ие болғанын көрсетті. Бұл суды ауыр металдар иондарынан тазалау үрдістерінде катиондық алмасудың жоғары сыйымдылығы және кристаллиттердің кермектігімен қатар қолдануда қолайлы жағдай тудырады [74].

Ион алмасушының гидродинамикалық сипаттамаларының жақсаруында әдетте 550°C-та қыздырылудан кепкен вермикулит қолданады, бірақ оның зерттеу тәжірибесіне қарағанда (0,3–1,6 мг-экв/г) алмасу сыйымдылығы әлдеқайда төмен (~0,8 мг-экв/г) [75].

Жапония, АҚШ және тағы басқа елдерде суды ауыр металдардан тазарту үшін аллюмосиликат катализаторлары мен жасанды сорбенттерді қолданады. Жұмыста көрсетілгендей, майдан тазалау үрдістерінде өңделген топырақты 400-500°C-та карбонизациялау кезінде (АҚШ-та оның саны жылына 50000 тоннаны құрайды) судан сынап, цинк, кадмий, мыс иондарын жоятын салыстырмалы беті 40-50 м²/г болатын сорбент алынды [51].

Келесі жұмыста Ресей ғалымдары Макаров Д.В., Лугавская А.С. Калиников В.Т. табиғи суды ауыр металдардан тазартудың жаңа жолын ұсынады [39,40].

Ағын суларды ауыр металдардан тазалауда Гелес И. С. өз алдына анықталған температура мен ағу жылдамдығында ыстық су экстракциясына түскен қылқанды ағаш тұқымдарының қыртысының ұсақталған қабықша түріндегі сорбент қабатынан сүзуден өткізу әдісін қолданды [50, 75].

Жер асты суларын ауыз су үшін қолдануда ауыр металдардан, соның ішінде темір және марганецтен тазалау әдісі белгілі құрамына кальций, магний және натрий корбанаты, магний оксиді және натрий хлориді қатты ерітінді түрінде құраушылардың келесі %-дық қатынасы түріндегі: NaCO₃ 35-45; MgCO₃ 25-28; Na₂CO₃ 7-5; NaCl 3-2; MgO қалғаны құрамы бар

күйдірілген сорбентпен суды өңдейді. Тазалауды қайнап жатқан кабатта жүргізеді [50].

Челищевпен Н. Ф. және оның қызметкерлері алған мәліметтер клиноптилотит және морденит иондарына Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} жеткілікті күшті амал көрсететініне куә болып отыр. Бұл катиондар ауыз суы мен өнеркәсіп мекемелерінің ағын суларынан клиноптилолит және морденит көмегімен оңай шығарылады. Сүзудің қолайлы жылдамдығы 0,3–1,0 м/сағ құрайды. Цеолиттерді қышқыл және сілті ерітінділері көмегімен қалпына келтіреді [75].

Қазақстан ғалымдары ағынды суды радиоактивті және ауыр металлдардан Sr90, Ni58, Cd112 тазартудың әдісін зерттеді. Сорбент ретінде Чанқанай кен орнында өндірілетін клиноптилолит қолданылады. Себебі табиғи клиноптилолит техника-экономикалық жағынан тиімді, әрі суды радиоактивті және ауыр металдардан тазарту қасиеті жоғары [48,50].

Жер асты суларын ауыр металдар иондарынан тазартуда табиғи цеолит - клиноптилолитті қолдану тиімді. Суды дайындау тәжірибесінде, атап айтқанда, Украина, Әзербайжан және т. б. ТМД мемлекеттерінде цеолитті қолданады. Жоғары сүзгіштік көрсеткіштермен қатар цеолиттер шынайы еріген заттар мен коллоидтерге қатысты сорбционды қасиеттерге ие. Цеолиттердің сорбционды сипаттамалары белсенді көмірлер мен синтетикалық сорбенттерден ешбір кем емес. Сондай-ақ олар көп шығынды қажет етпейді және реагентсіз режимде қолдану мүмкіндігі бар [46].

Цеолиттен жасалған сүзгіш материалдың суды тазалауда қолданылуы келесі органолептикалық көрсеткіштерді: иісін, дәмін, лайлылығын маңызды өзгертулерге ұшыратады. Ол молекулярлы-ионды деңгейде суды сорбентпен өңдейді және оны пестицидтен, фенолдан, ауыр металдардан (Pb, Cd, Fe, Cr, Cu, Zn, Se, Ni, Co, Mo), ион аммониларынан, кермектік тудыратын тұздардан, алюминийден, мұнай өнімдерінен, хлоридтерден, сульфаттардан, фториттерден, нитраттардан, нитриттерден және т. б. зиянды заттардан тазалайды [50,75].

2. ОЗОН ТЕХНОЛОГИЯСЫ КӨМЕГІМЕН ТАБИҒИ СУДЫ ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРЫП, ТАЗАЛАУ ҮРДІСІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

2.1. Озонның негізгі физикалық және химиялық құрамы

1785 жылы Голландия физигі Ван Марум электр машинасын сынақтан өткізу жұмысы кезінде индукция катушкасының жанынан ауадағы қышқыл өткір иісті байқаған. Бірақ Ван Марум бұл ауадағы өткір иіске жөнді мән бермеген. Арада 55 жыл өткен соң 1840 жылы неміс ғалымы Шейнбейн жоғарғы кернеуде пайда болатын электр доғасы арқылы суды гидролиздеу кезінде ғылымда белгісіз иісті жоғары деңгейдегі газды байқаған. Бұл газды Шейнбейн грекше «ozon» деп атаған яғни «иісті» деген сөз. Озон газ күйінде көгілдірлеу түсті, сұйық озон – қара-көк, қатты озон – қара түсті. Озон соққаннан, сілкінгеннен қопарылады, суда оттектен қарағанда жылдам ериді [23]. Сонымен қатар озон медицинада, ауаны тазартуға және судағы бактерияларды жоюға болатыны анықталды [53]. Ғылыми прогресстің дамуына байланысты озонды әр түрлі қоғамдық жұмыстарға қолдану үшін арнайы озонаторлар қажет екені байқалды. Осылай 1896 жылы 22 қыркүйекте танымал зерттеуші Н.Тесла алғаш рет озонатордың жаңа конструкциясын ойлап тапты. Ал 1857 жылы Вернером Фон Сименс тұнғыш ауыз су тазартатын озонатор қондырғысын даярлаған. Қондырғыны 44 жыл бойы әр түрлі суларды залалсыздандыру жұмыстары бойынша сынақтан өткізіп 1901 жылы «Сименс» фирмасы Висбанде алғаш рет озон технологиясына негізделген гидростанция салды [55]. Сонымен қатар күніне мыңдаған текше метр ауыз суды тазарту қондырғысы 1898 жылы Францияда Сан Мор қаласында орнатылды. Мұндай үлкен көлемде ауыз суды тазартатын озонаторларды даярлайтын завод 1907 жылы Францияда Бан Вуаяж қаласында салынды. Сол сияқты 1911 жылы көрші Ресейдің Санкт – Петербург қаласында озон технологиясына негізделген ауыз суды озондау станциясының құрылысы басталды. Құрылыс 1916 жылы аяқталып іске қосылды, яғни бұл жерде 49 ауыз су тазартатын озонатор қондырғысы жұмыс жасайды. 1977 жылдан бастап

соңғы 30 жылда әлемде озон технологиясы кең ауқымда тарап, әр-түрлі конструкцияда жасалған мыңдаған озонаторлар даярланды. Қазіргі кезде Европада 95% пайыз ауыз суды озон технологиясы бойынша тазартады. Сонымен қатар Америка Құрама Штатында, көршілес мемлекет Қытай мен Ресейде озон технологиясына негізделген бірнеше үлкен ауыз су тазартатын станциялар салынып жатыр (Москвада, Нижнем Новгороде және т.б қалаларда) [34].

Ал озонның негізгі физикалық және химиялық құрамына келетін болсақ озон қалыпты жағдайда газ тәріздес зат болып табылады және өткір иіске ие [59]. Өте төмен концентрацияда озонның иісі жағымды сезіледі, бірақ концентрациясы өскен сайын иісі жағымсыз бола түседі. Адам үшін озонның иісі жағынан минимал сезілу концентрациясы $0,015 \text{ мг/м}^3$ -ке тең. Концентрациясы $0,15 \text{ мг/м}^3$ -ке тең болғанда озон тыныс мүшелерін тітіркендіре бастайды. $0,2 \text{ мг/м}^3$ озон бар атмосферада адамда ұзақ жүруі бас ауруын туғызады, көзді тітіркендіреді, яғни $0,2 \text{ мг/м}^3$ концентрациясының шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) деп тануға болады. Осы жағдайдың өзінде озон өткір де тітіркендіргіш иіс бөледі [57].

2.1-кесте. Озонның негізгі физикалық – химиялық қасиеті

Химиялық элементтің атауы және химиялық нышаны		Өлшем бірлігі
Озон (O_3)	Ауадағы концентрациясы (ШРК)	$0,015 \text{ мг/м}^3$
	Судағы концентрациясы (ШРК)	$0,03 \text{ мг/л}$
Озонның молекулалық салмағы		48 г/моль
Қайнау температурасы (1 атм)		$111,9^\circ\text{C}$
Балқу температурасы (1 атм)		$192,7^\circ\text{C}$
Газдың тығыздығы (0°C)		$2,144 \text{ г/л}$
Озонның суда ерігіштік қасиеті ($0-30^\circ\text{C}$)		Оттектен 13 есе жылдам
Озонның суда еру коэффициенті	0°C	0,49
	20°C	0,29

Озонның физика-химиялық қасиеті қазіргі кезде көптеген ғалымдардың ғылыми зерттеу жұмыстарында қарастырылған. Озонның негізгі физика-химиялық қасиеті төмендегі кестеде келтірілген (2.1-кесте) [31,33].

Таза озон қауіпті жарылғыш болып келеді. Ол тұрақты болмағандықтан жоғарғы температурада тез ыдырайды. Себебі ол оттектің аллатропиялық түрі. Озонның өзіндік ыдырауының кинетикасына көптеген факторлар әсер етеді: ортаның температурасы, pH - тың өзгеруі және т.б. факторларға байланысты [52, 53].

2.2. Озонның судағы ерігіштігі мен өзіндік таралуы

Озонды суда еріткен кезде оның концентрациясы біртіндеп артып, берілген шартқа қажетті шекті мәнге жетеді.

Озонның суда ерігіштігі әр түрлі шарттарға байланысты яғни судың көлеміне (v_{oz}/v_c), судың температурасына ($T, ^\circ C$) және pH - тың мәніне байланысты. Судағы еріген озонның (мг/л) концентрациясының көлемін Бунзен коэффициенті бойынша анықтайды. Сонымен бірге озонның судағы еру үрдісін еріген озон мен ерітіндідегі газ тәрізді озонның қысымына пропорционал болатынын Генри заңдылығымен түсіндіруге болады. Бұл заңдылық келесі түрде жазылады [48,49]:

$$C = \beta \cdot M \cdot P_{\gamma, z} / l \quad (2.1)$$

Мұндағы: C – озонның судағы ерігіштігі, г/л; β – Бунзен коэффициенті, M - озонның тығыздығы 2,14 г/л, P_{γ} – еріп жатқан газ ортасындағы озонның парциалды қысымы [34,35].

Озонның суда ерігіштік қасиеті атмосферадағы оттегі мен азотқа қарағанда өте жоғары. Оның судағы ерігіштік қасиеті су температурасының төмендеуіне байланысты жоғарылайды. Мұндай зерттеу жұмыстары көптеген шетел ғалымдары M.L.Horvath, B.L.Hutter, W.J. Masschelein және Б.Ф.Коганның тәжірибелік зерттеу жұмыстарында қарастырылған (2.2-кесте) [17].

2.2-кесте. Озонның судағы ерігіштік қасиеті

T, °C	16 -ші тексерулер бойынша		17 -ші тексерулер бойынша		20 -ші тексерулер бойынша	
	β (л O ₃ /л H ₂ O)	Ерігіштігі, г/л	β (л O ₃ /л H ₂ O)	Ерігіштігі, г/л	β (л O ₃ /л H ₂ O)	Ерігіштігі, г/л
0	-	1,13	0,51	1,09	0,64	1,37
5	-	-	-	-	0,50	1,07
10	0,41	0,87	0,38	0,78	0,39	0,83
15	-	-	-	-	0,31	0,66
20	0,32	0,69	0,29	0,57	0,24	0,51
25	-	-		-	0,19	0,41
30	0,26	0,56	0,21	0,40	0,15	0,32
35	-	-	-	-	0,12	0,25
40	0,21	0,45	0,15	0,27	-	
50	0,17	0,37	0,10	0,19	-	

Бұл жоғарыда келтірілген 2.2-кестеде шетел ғалымдарының тәжірибелік зерттеу жұмыстарынан мынаны байқауға болады: яғни судың температурасы (T, °C) артқан сайын озонның судағы ерігіштік Бунзен коэффициенті (β) төмендейді. Дистелденген суға қарағанда қышкыл және тұзды суларда озон нашар ериді [17,22]. Осындай зерттеу жұмыстарын ағылшын ғалымдары J.A. Roth және D.E. Sullivan-ның зертеу жұмыстарында pH - қа байланысты Генри тұрақтысы қаралған болатын. Ал W.J.Masschelein зерттеу жұмысында әртүрлі температурада pH - қа байланысты Генри тұрақтысының өзгеруін мынадай тендеу арқылы өрнектейді [28,29]:

$$\ln H_a = 20.7 - \frac{3547}{T} (pH = 2) \quad (2.2)$$

$$\ln H_a = 18.1 - \frac{2876}{T} (pH = 7) \quad (2.3)$$

Мұндағы H_a – озонның молярлы мөлшері кезіндегі Генри коэффициенті; T – абсолютті температура (К). 300К немесе 27°C температурасы кезінде судағы озонның ерігіштік қасиеті өте нашар екені байқалды. Яғни $pH = 2$ кезінде $\ln H_a = 8,9$ ал $pH = 7$ кезінде $\ln H_a = 8,5$ екені анықталды [17].

Белгілі бір мезетте озонның суда еруімен бірге өзіндік суда таралуы да көптеген ғалымдардың зерттеу жұмыстарының мәні болып табылды. Себебі озонның судағы өзіндік таралуын біріншіден – судың құрамына байланысты екенін W.J. Masschelein – нің зерттеу жұмысынан байқауға болады [20]. Бұл шетелдік ғалымның зерттеу жұмысы бойынша суда еріген озонның концентрациясының аймағында гидроксия – ионды реакциясының бар болатыны анықталды [19,20].

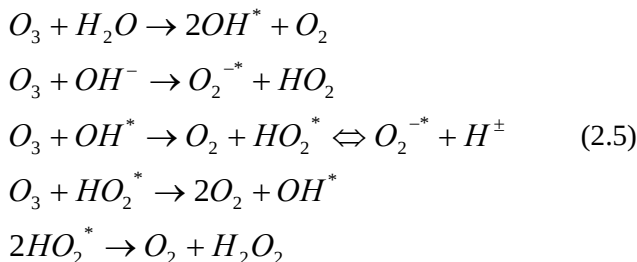
Озонның суда еруі кезінде судағы бар химиялық заттармен реакцияға түсуі ғана емес, сонымен бірге оның өзіндік таралу үрдісі жүреді. Бұл екі үрдіс бір мезгілде жүреді және де судың температурасына, pH -тық ортаға, иондық күшпен еріген ионның түрлеріне тәуелді [16].

Жалпы озонның суда таралу жылдамдығын мына түрде жазуға болады:

$$\frac{-d[O_3]}{dt} = K_p \cdot [O_3] \quad (2.4)$$

Мұндағы K_p – озонның суда таралу жылдамдығының константасы.

Озонның суда еру үрдісінің сандық сипаттамасы мен маңызды ерекшелігі ағылшын ғалымы Sotelo J.L. – нің зерттеу жұмысында келесі түрде көрсетілген.



Бұл жоғарыда келтірілген өрнектерден OH^* радикалы мен сутегінің тотығының пайда болуын байқауға болады.

Озонның ыдырауы қышқылдан көрі сілтілік ортада тезірек жүреді, мұндай жағдайда оның еруінің жылдамдығы келесі түрде өрнектеледі [23,24]:

$$-\frac{d[O_3]}{dt} = K_p [O_3] = K_a [OH^-]^{1/2} \cdot [O_3]^{3/2} \quad (2.6)$$

Мұндағы K_p және K_a - су құрамындағы pH -тың кең интервалындағы тұрақтылық. Тұрақтандырылған фосфатты буфердің иондық күші 0,15 (моль/м³). K_p және K_a тұрақтылары келесі мәнге тең.

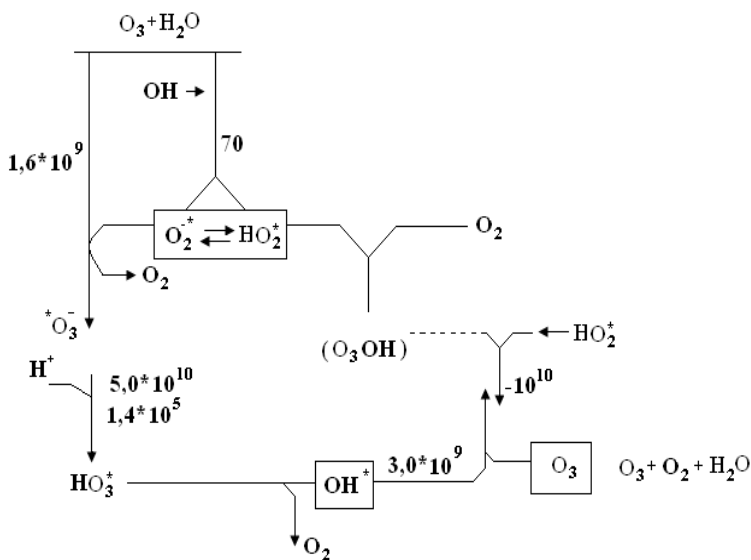
$$K_p = 5.43 \cdot 10^3 \exp\left(\frac{-4964}{T}\right) \text{сек}^{-1}; \quad (2.7)$$

$$K_a = 9.5 \cdot 10^{16} \exp\left(\frac{-10,1}{T}\right) \text{л / моль.сек} \quad (2.8)$$

$pH = 3$ - ке тең немесе одан төмен кезіндегі OH^- - иондарының қатысуы мен ыдырау үрдісі маңызды емес. OH^- - иондары $pH = 7 \div 10$ -ға дейінгі мәнінің аймағында өзіндік суда

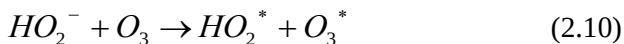
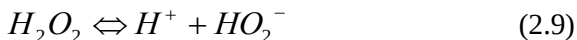
еру үрдісі жылдамырақ. Көбінесе pH - тың мұндай мәндерінде судағы озонның таралу уақыты шамамен 10-25 мин деп ескеріледі [25,26].

Қазіргі кезде Staehelin мен Hoigne (Staehelin et Hoigne) сұлбасы озонның суда еруінің барлық негізгі үрдістерін ескеретін циклдік сұлбасы болып табылады (2.1-сурет) [59,60].



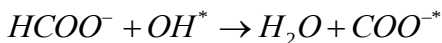
2.1-сурет. Озонның суда еруінің жалпы циклдік сұлбасы

Сутек тотығы аралық радикалды бөліктерді тудыра отырып озонның өзіндік ыдырауының реакциясын тездете алады [27,30].



Тепе-теңдік константасы 11,6-ға тең.

Әртүрлі еріген заттар озон және OH^* радикалымен әсерлеседі, осы кезде озонның өзіндік ыдырауының тездетілуі жүреді. Біріншіден тамаша радикал ретінде көмірдің оттегін тудыратын заттар жатады [31,34]. Мысалы:



$$K = 3 \cdot 10^9 \text{ моль}^{-1} \text{сек}^{-1} \quad (2.11)$$



Ерітіндіден OH^* радикалдарын жоятын карбонат-бикарбонат иондары озонның суда ыдырау үрдісінің екінші тобының заттары болып табылады [35,36].

Суды ластағыш заттардың көп санын ескере отырып озонның суда еруінің толық нақты кескінін түсіну күрделі мәселе болып табылады. Озонның еруінің негізгі жолдарының белгілі бір тәжірибелік бағасы бар. Қарапайым жағдайда озонның жартысы молекулалық түрде болатынын, ал қалған бөлігінің OH^* радикалдарға трансформацияланады [37,38].

2.3. Су құрамындағы бейорганикалық және органикалық заттармен озонның өзара әрекеттесуі

Суға жіберілген озонның еріген концентрациясы су құрамындағы ластанған кез-келген (R) химиялық заттармен тікелей молекулалы түрде немесе озонның суда еру үрдісі кезінде пайда болатын радикалдармен, алдымен OH^* радикалымен әсерлеседі деп қарастыруға болады [32,41].

Суда еріген озон кез-келген заттармен реакцияласу жылдамдығы жалпы түрде келесі тендікпен анықталады [34,48]:

$$\frac{dO_3}{dt} = K_2 [O_3] [R] + K_p [O_3] + K_a [OH^-]^{1/2} [O_3]^{3/2} \quad (2.13)$$

Бұл келтірілген теңдеудің соңғы екі мүшесі озонның өзіндік ыдырау үрдісінің жылдамдығы. Мысалы $pH = 7$ және $T=20^\circ C$ кезінде бұл екі жылдамдық 10^{-5} моль/л-ге, ал озонның концентрациясы үшін 10^{-6} дәрежесіне ие [48].

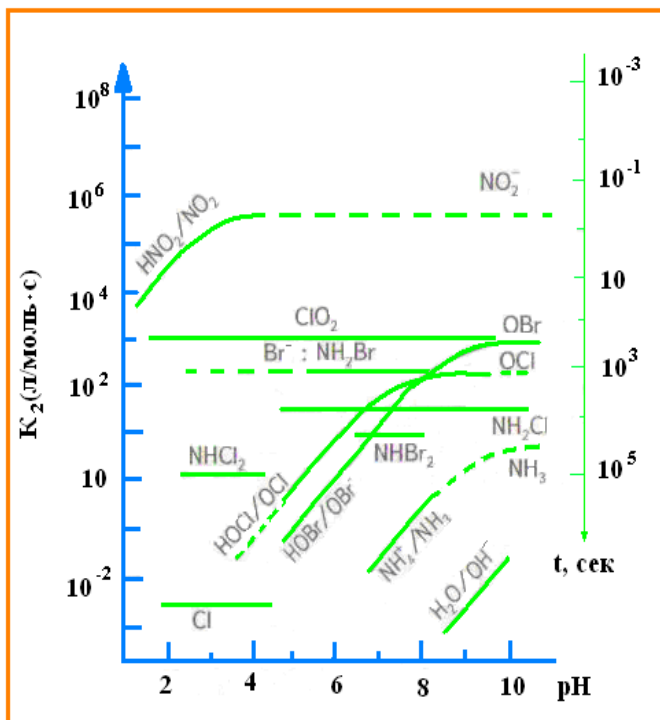
Озон кез - келген су құрамындағы химиялық заттардың (R) концентрациясын өзгертетін өзіндік еру үрдісінің жылдамдық константасын (K_2) келесі теңдік бойынша анықтауға болады (реакцияның алғашқы қатары) [60,61]:

$$K_2 = \frac{2,3}{R_0 t} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta O_3} \cdot \log \frac{[O_3]_0}{[O_3]_t} \quad (2.14)$$

Мұндағы R_0 – су құрамында кездесетін R – заттектердің бастапқы концентрациясы; ΔR және $\Delta Q_3 - R$ химиялық заттектің азайған концентрациясы мен t – уақыттағы озон; $(O_3)_0$ - озонның бастапқы концентрациясы; $(O_3)_t$ – t уақыт мезгіліндегі озонның концентрациясы [48].

Бұл жағдайда R/O_3 қатынасы озонның R химиялық заттеппен әрекетесуінің стехиометриялық коэффициенті. Бұл коэффициентті реакция кезінде тұрақты өлшем ретінде қарастыруға болады [42,44].

Озонның су құрамында кездесетін әртүрлі химиялық заттектермен әсерлесу реакциясы үшін K_2 тұрақты мәні (бастапқы жылдамдықтың тұрақтысы) өлшенген, және де олардың кейбіреулері 2.2 - суретте көрсетілген. Бұл өлшемдерді озонның бір немесе бірнеше заттектермен өзара әсерлесуінің ағынының мүмкіндіктерінің белгілі шамалары үшін қолдануға болады [42,43].



2.2-сурет. Су құрамындағы әр түрлі бей органикалық қосылыстармен озонның әрекеттесу жылдамдығының тұрақтылығы

2.3.1. Озонның су құрамындағы бейорганикалық заттармен әрекеттесуі

Бүгінгі таңда жер бетіндегі табиғи су қоймалары мен өзендерге әртүрлі зауыт қалдықтары түскендіктен су құрамында әр түрлі органикалық және бейорганикалық заттар кездеседі. Осындай химиялық улы заттарды тотықтырып, тазалау үшін арнайы Электротехника кафедрасында шағын озонатор қондырғысын құрастырдық (2.3-сурет).



*Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТРУ-нің 4-курс студенті Максұтов Е.Д.
“Астана Су Арнасы” Астана қаласы 2014ж.*

2.3-сурет. Шағын электрлік тәжі разрядқа негізделген ЭТРО - 01 озонатор кондырғысы

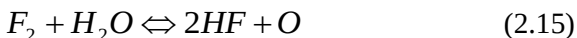
Менделеевтің периодтық жүйесінің жетінші негізгі тобына галоген деп аталатын және су құрамында жиі кездесетін бейорганикалық төрт элемент жатады. Олар фтор, хлор, бром, иод сияқты элементтер. Мұндай су құрамында кездесетін элементтердің ортақ бір қасиеті кез келген металдармен тікелей қосылып тұз түзеді, сондықтан оларды галоген тұз түзуші деп атайды. Бұл элементтердің химиялық сипаттамасы төмендегі кестеде келтірілген (2.3-кесте) [77,78].

2.3-кесте. Су құрамында кездесетін бейорганикалық галогенді заттар

Су құрамында кездесетін галогенді элементтер	Фтор	Хлор	Бром	Иод
Белгісі	F	Cl	Br	I
Атомд.салмағы	18,9984	35,453	79,904	126,9044
Рет нөмері	9	17	35	53
Атом.радиусы r_0 (Å)	0,71	0,99	1,14	1,33
Агрегаттық күйі	газ	газ	сұйық	қатты

1. Фтор. Барлық галогендер мен әрекеттесетін болғандықтан жаратылыста, яғни табиғи су құрамында дербес күйде кездеспейді. Фтор түрлі тау жыныстарында, тұздар құрамында, бытыранқы болып кездеседі. Ал су құрамында кездесетін фтордың ерімтал қосылыстары суда оның ішіне өзен суларында 0,00002%, мұхит суында 0,0001% болады [70].

Фтор барлық су құрамында кездесетін металдармен жылдам, метал еместердің көпшілігі мен кез-келген температурада оңай реакцияласады. Химиялық қосыластардың көпшілігі фтордың әрекетімен айырылып ыдырайды. Мысалы фтордың сумен реакцияласуы да басқа галогендерден өзгеше [70,71].



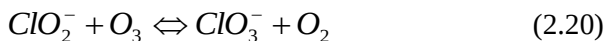
Теңдіктің оң жағындағы бөлініп шыққан атомдалған оттегі қосымша бірнеше, қатарласып жүретін реакциялар туғызады:



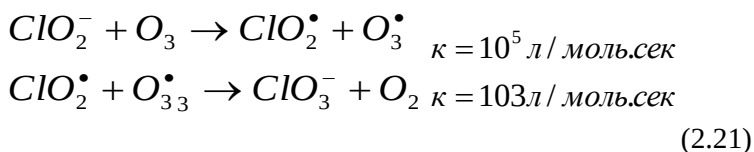
F_2O – фтор тотығы түссіз, иісі озонға ұқсас газ. Бос күйіндегі фтор осы соңғы кезде ғана бірнеше бағалы заттар алу үшін, органикалық заттардың құрамындағы сутектердің орнына енгізілетін болды. Сонымен қатар су құрамында кездесетін фтор иондарының озон мен қышқылдануының мүмкіндіктері бойынша сенімді мәліметер жоқ. Мұндай зерттеу жұмыстары А.П.Бородиннің зерттеу жұмыстарында толығымен келтірілген.

2. Хлор – озонмен өте жай қышқылданады, нәтижесінде хлорлы қышқыл пайда болады (реакцияның жылдамдығының константасы ($k = 3 \cdot 10^{-3} \text{ л / моль}^{-1} \text{ сек}^{-1}$). Бұл қышқыл сонан кейін хлордың жеке түрленуімен хлоратқа қышқылданады. Хлорды ертіндіде тұрақты деп есептеуге болады [60,61].

Хлорит – ион. Бұл реакцияның жалпы сұлбасы келесі түрде жазылуы мүмкін [61]:



Сонымен қатар хлорит ионы озонмен келесідей реакцияға түсуіде мүмкін:

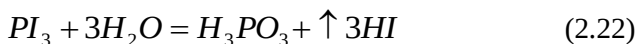


Бұл теңдеулердің екіншісі біріншісіне қарағанда өте жәй, осыған байланысты аралық қосылыстың барын болжауға болады [60].

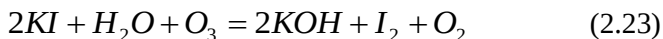
3. Бром – мен иод электрондық структурасы жағынан толық ұқсас элементтер(аналогтар). Бром табиғатта тек қосылыс түрінде кездеседі. Ол калий (K), натрий (Na) және магниймен (Mg) түзген тұздар түрінде кездеседі. Табиғи суларда кездесетін бромның мөлшері тұзды көлдерде 0,5% Br, мұнай ұнғымасынан шыққан суда 0,1% Br және теңіз суында 0,007% Br мөлшерінде Бром кездеседі. Су құрамында кездесетін бром озонмен әрекеттескенде алдымен гипобромитке қышқылданады ($k = 160 \text{ л / моль.сек}$). Бромды қосылысқа қышқылдану гипобромитті (немесе аммиак) органикалық қосылыстың өзара әсерлесуімен параллельді түрде өте тиімді жүреді. ($k = 8 \cdot 10^3 \text{ л / моль сек}$) [70,77].

Иод – жаратылыста өте сирек кездесетін элементтердің бірі, оның үстінде иод өте бытыранқы шашылған элемент. Оның көбірек жиылған жері теңіз суында 0,000005%, мұнай суында 0,003%. Теңіз суындағы иод, теңіз балдырының әсіресе ламинария деген балдырдың бойына жиналады. Химиялық қасиеті жағынан иод бір валентті металлоид, электрон тартқыштығы 72 ккал. Иод сутекпен едәуір қыздырса ғана

қосылысады, әрі түгел реакцияласпайды, өйткені түзілген иодты сутек, қызудың әсерінен айырылып кері реакция басталады [77]:



Иодты сутек түссіз газ, ауада түтінденеді, суда жақсы ериді. Ерітіндісі иодты сутек қышқылы деп аталады. Бұл галоген сутекті қышқылдардың ішінде ең күштісі. Ауыз құрамындағы иодтың ШРК – 0,06 мг/л ден аспау қажет. Су құрамында кездескен калий ертіндісіндегі иодты озон арқылы тотықтырғанда келесідей тотықтыру теңдігін алуға болады [77]:



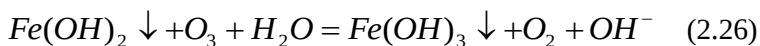
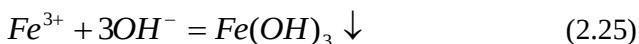
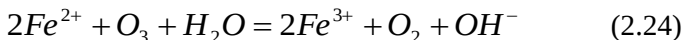
Иод озонмен өте жылдам әсерлеседі ($k = 10^9 \bullet 10^{10} \text{ л/моль сек}$), нәтижесінде иодты қышқыл қалыптасады [53,54].

2.3.2. Озонның металдармен әрекеттесуі

Барлық химиялық элементтердің $\frac{4}{5}$ - нен көбі металдар.

Менделеев таблицасын сол жақтағы жоғарғы бұрышынан оң жақтағы төменгі бұрышына қарай, Be, Al, Ge, Sb, Po элементтерінің үстімен екіге бөлсек, астыңғы үшбұрышта (және 8-топта) металдар болады. Жаратылыста металдар көбіне түрлі қосылыстарда кездеседі. Соның ішінде су құрамында да әр түрлі ауыр және жеңіл металдар көптеп кездеседі. Атап айтсақ темір (Fe^{2+} және Fe^{3+}), мыс (Cu), мырыш (Zn), хром (Cr), алюмин (Al), кадми (Cd), қорғасын (Pb), марганец (Mn), кобальт (Co) және т.б металдар. Бұл су құрамында кездесетін металдардың концентрациясы шекті рұқсатталған концентрациядан (ШРК) – көп болса түрлі ауруларға шалдықтыратыны жөнінде мәліметтер 1 - бөлімдегі 1.1 – ші және 1.4 – ші кестелерде қарастырылған. Мұндай су құрамындағы кездесетін уытты металдарды озон арқылы тотықтырып концентрациясын ШРК-ға дейін азайтуға болады [45,46].

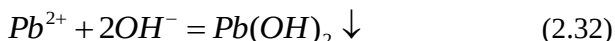
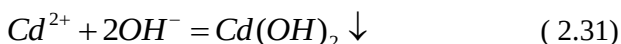
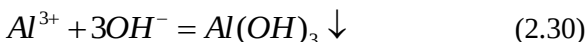
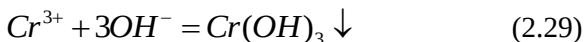
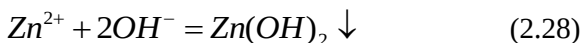
1. Темір (Fe). Тәжірбелік зерттеу жұмыстары кезінде судағы pH - тың көрсеткіші 8,3 болғанда, әлсіз негіздік ортада 1 м³ суға жіберген озонның мөлшері 120 мг кезінде су құрамында темірдің мөлшері 0,45 мг/л – ден 0,10 мг/л-ге азайып тотығады.



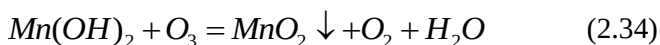
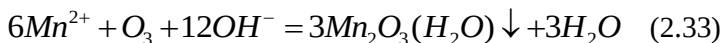
Осылай темірдің тұнбалануынан судағы темірдің мөлшері 0,45 мг/л – ден 0,1 мг/л-ге төмендеген.

2. Мыс (Cu), мырыш (Zn), хром (Cr), алюмин (Al), кадми (Cd), қорғасын (Pb) сияқты су құрамында кездескен металдар pH - тың көрсеткіші 8,3 болғанда әлсіз негіздік ортада OH^- ионы мен бірігіп гидроксид тұнбаларды түзеді.

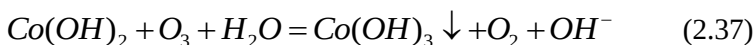
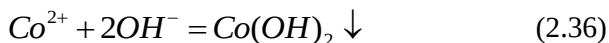
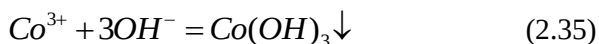
Бұл металдардың ішінде хром алты валентті хромға дейін тотығуы мүмкін, бірақ бұл үрдіс күрделі ерекше жағдайды талап етеді. Ал қорғасын озонмен PbO_2 - ге 10^5 - 10^6 л/моль.сек жылдамдықпен әрекеттеседі [124].



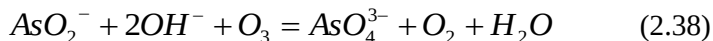
3. Марганец, кобальт және никельдің оксидтерінің иондарының озон арқылы тотығу жылдамдығы 1л/моль.сек – шамасында. Бұл металдарды жойған соң міндетті түрде сүзу үрдістерін жүргізу қажет. Судағы марганец (Mn^{2+}) ионы озонмен ($O_3=120\text{мг}$) тотығып, марганец тотықтарына айналатындықтан, оның мөлшері 0,20 мг/л – ден 0,04 мг/л-ге төмендейді [123,124].



4. Кобальт (Co). Су құрамындағы pH -тың мәні 8,3 болған жағдайда Co^{3+} ионы $Co(OH)_3$ тұнбасына ал $Co(OH)_2$ тұнбасы озон арқылы тотығып $Co(OH)_3$ тұнбасына түседі сол себептен кобальттың мөлшері 0,32мг/л – ден 0,09мг/л-ге дейін төмендейді [124,76].

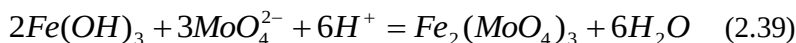


5. Мышьяк (As). Су құрамында кездесетін өте улы металдардың бірі. Бұл металмен озон келесідей әрекеттеседі [127,76]:



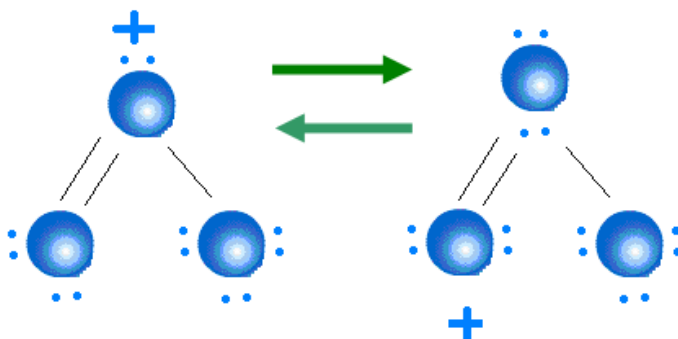
Пайда болған AsO_4^{3-} , $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ және MnO_2 қатарлы колойдтық тұнбалар жағынан тұнбаланып судағы мышьяк мөлшері 0,028 мг/л – ден 0,0028 мг/л-ге азайады.

6. Молибден (Mo). pH мәні 8,3 болған суда молибден MoO_4^{2-} ионы формасында сақталады, ол судағы $Fe(OH)_3$ тұнбалары жағынан адсорбцияланып тұнбаға түседі, сол себептен Мо – нің мөлшері 1,19 мг/л – ден 0,07 мг/л-ге азайады [127].



2.3.3. Озонның су құрамындағы органикалық заттармен әрекеттесуі

Озонның электрондық құрылымы биполярлы (біржағынан оң ал екінші жағынан теріс). Сол себептен озон бір мезгілде электрофилді және нуклеофилді әсер етеді [116,117].



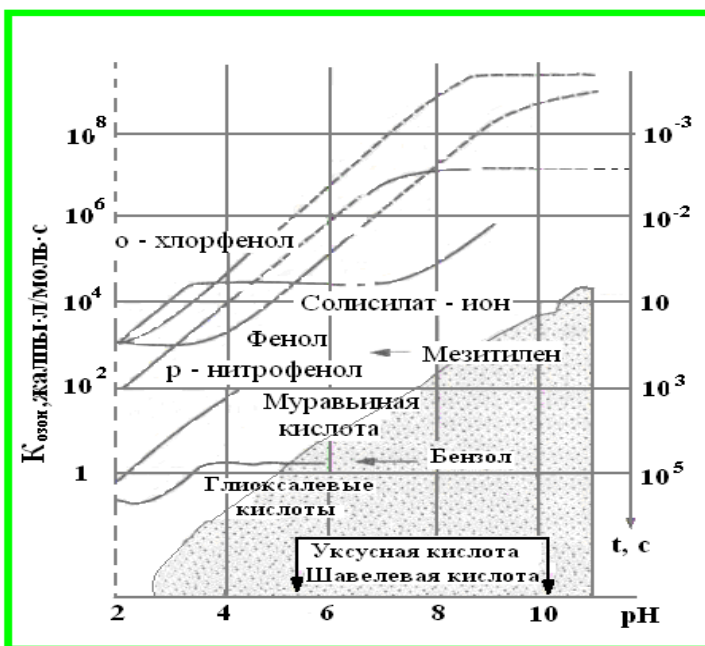
2.4-сурет. Озонның электрондық құрылымы [35,39].

Әдетте озон судағы заттектерді тікелей тотықтырғанда электрофилді механизмге ие болады. Озонның әр түрлі ортадағы тотықтыру қасиетінің стандарттық потенциалы келесідей:





Су құрамында еріген озонның әртүрлі органикалық қосылыстармен әрекеттесу кинетикасы Ж.Ноigne және С.Д. Разумовтың зерттеу жұмыстарында толығымен қарастырылған. Бұл зерттеу жұмыстардың негізгі түйіні 2.5 - суретте көрсетілген [41].



2.5-сурет. Озонның әр түрлі бей органикалық заттармен әрекеттесу реакциялары [33]

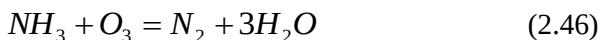
Су құрамында көптеп кездесетін органикалық қосылыстардың бірі аммиак(NH_3). Аммиак суға ерігенде оның қосып алу реакциясына бейімділігінен ерітіндіде $\text{NH}_4^{\bullet}$ –

аммоний ионы және гидроксил иондары түзіледі. Аммиактың судағы ерітіндісіне бір күшті қышқылдың (HCl, H₂SO₄ т.б.) біреуінің ерітіндісін қосса, екі түрлі реакция пайда болады. Қышқылдағы сутек иондары H^+ - ерітіндідегі гидроксил иондары мен де, бос жүрген аммиак NH₃ молекулаларымен де қосылысады [42,48]:



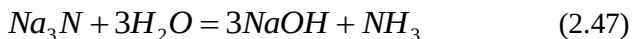
Осының нәтижесінде ерітіндіде аммоний иондары мен қосқан қышқылдың анионы қалады, ерітінді нейтрал болады. Осы ерітіндінің әсерінен, аммоний ионы мен қышқыл анионы қосылып кристалдық, нағыз тұздар қасиеттес қатты зат түзеді. Оларды аммоний тұздары деп атайды.

Су құрамында пайда болатын аммоний тұздарын қалыптастырмас үшін аммиактың концентрациясын азайту қажет. Ол үшін өте күшті тотықтырғыш озонды қолдануға болады [68,69].

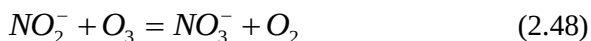


Су құрамындағы аммиак (NH₃) озонмен (O₃) тотығып N₂ (азот) – қа айналып су құрамындағы аммиактың концентрациясы азаяды.

Сонымен қатар су құрамындағы органикалық қосылыстардың бірі нитридтер (NO_2^-). Нитридтердің қасиеттері, оларды түзуші элементтердің периодтық системадағы орнына тәуелді өзгереді, мысалы кіші периодтарда: I және II топтағы s – элементтердің нитридтері (Na₃N, Mg₃N₂) – кристалдық заттар 300⁰С - та айырылып кетеді, химиялық жағынан актив заттар, мысалы сумен былай реакцияласады [49]:



Ал су құрамындағы нитриттер мен озон келесідей реакцияласады:



Су құрамындағы нитрит (NO_2^-) озон мен реакцияға түскенде тотығып NO_3^- (нитратқа) айналып кетеді. Сол себепті су құрамындағы нитриттің (NO_2^-) шамасы азайып, керісінше нитраттардың (NO_3^-) шамасы артады [49].

Барлық су құрамындағы органикалық заттар мен озонның әрекеттесу сипаттамасын беру қиынырақ. Бірақ озонның органикалық заттармен тура өзара әсерін қарастыра отырып, тек кейбір жалпы жағдайларын атап өтуге болады [48].

1. Көптеген хлорланған көмірсутектер мен тіпті қаныққан көмірсутектер озонмен тура әсерлесе алмайды. Бұл жағдайда $OH^\bullet$ -радикалы арқылы озонмен жанама әсерлесу керек. Бензол озонмен жәй тотығады, ал керісінше жартылай циклдік көмірсутектер тез тотығады [48].

2. Озонның фенолды қосылыстарымен әрекеттесу уақыты бірнеше секундты құрайды. Мұндай әрекеттесу сұлбасын 2.4 – суреттен көруге болады [47,48]. Фенаттың ионы тонириленген фенолға қарағанда өте тез әсер етеді. Әртүрлі құрылымды фенолдар үшін жылдамдықтың тұрақтысы өте үлкен мәнге ие [48].

3. Аминдер pH - тың бейтарап мәндерінде озонмен өте жай әсерлеседі, $pH = 8$ кезінде тотығу реакциясы жылдам жүреді. Бірақ көбіне аминдердің тотығу реакциялары $OH^\bullet$ -радикал арқылы жүреді. Төртінші ретті аминдер (иісті аминдер) озонмен жылдам әсерлеседі [48].

4. Спирттер озонмен аралық қосылыстар ретінде гидропероксидтерді тудыра отырып әсерлеседі. Сонымен қатар екіншілік спирттер кетонға дейін тотығып жатқанда, олар корбоксилді қышқылға дейін тотығады. Корбонды қышқылдар озонмен шамалы әсерлеседі немесе тіптен ісерлеспейді [47,48].

5. Меркаптандар озонмен сульфатты қышқылға дейін тотығады. Бисульфидтер мен сульфатты қосылыстар аралық заттар болып табылады. Құрамына күкірт жататын (цистлин, цестин мен метионин) амин қышқылдары тез әсер етеді.

6. Аминқышқылдары (белоктың құраушы бөлігі) электрофильді механизм бойынша әсер етеді [48].

7. Фосфорлы қышқылдың эфирлерін құрайтын пестицидтердің арасындағы ең танымалдысы - паратион. Бұл қосылысты озондау, паратионға қарағанда уытты параоксонның пайда болуына әкеледі [48].

Озондау кезінде параоксонды аз уытты заттарға айналдырады (мысалы, нейтралар мен CO_2 - соңғы өнімдеріне дейін тотығатын нейтрофенолға) [48].

Ауыз суды озон арқылы молекулалық түрде тотықтыру - өңдеудің негізі болып табылады. Шаруашылық ауыз суды жабдықтау мақсатында табиғи суларды тазалаудың технологиялық сұлбаларындағы органикалық және бейорганикалық қосылыстардың әр түрлі топтарын жою үрдісіне озондаудың әсері толығырақ қарастырылады [126,128].

2.4. Электрлік тәжі разрядка негізделген озонаторды қолданып, табиғи суды залалсыздандыру үрдісін математикалық модельдеу (Қапшағай су қоймасы)

Қапшағай табиғи су қоймасындағы суды озон арқылы залалсыздандыру үрдісін математикалық модельдеу күрделі мәселелердің бірі. Себебі суға жіберілген озонның тиімді мөлшерін анықтау үшін геометриялық, кинематикалық және динамикалық параметрлерді анықтау қажет. Ол үшін залалсызданған судың сапалық деңгейін келесі теңдік бойынша анықтауға болады [82,83]:

$$\mathcal{E}_{таза.су} = \frac{C_{бас.су} - C_{озо.су}}{C_{бас.су}} \cdot 100\% \quad (2.49)$$

Мұндағы: $C_{бас.су}$ - бастапқы судың концентрациясы, мг/м^3 ;

$C_{озо.су}$ - озондалған судың концентрациясы, мг/м^3 ;

Жалпы қоймадағы суды озон технологиясы арқылы өңдеу үшін келесідей тәуелді параметрлерді ескеру қажет:

$$\mathcal{E}_{\text{таза,су}} = f(G_{\text{оз.}}, PQ, PV, Pt, PT') \quad (2.50)$$

Мұндағы: $G_{\text{оз.}}$ - озонатор шығысында пайда болған озонның концентрациясы, мг/сағ; $PT' = 22^{\circ}C$ - судың қалыпты температурасы, PV - су жинайтын резервуардың көлемі, m^3 ; $Pt = 20 \text{ мин}$ - суды озондау уақыты, $PQ = 10 m^3 / \text{сағ}$ - қондырғыдағы насостың өнімділігі [125,126].

Қоймадағы суды озон технологиясының көмегімен залалсыздандыру үрдісі кезінде қарастырылған 2.50 - ші теңдіктің оң жағындағы тәуелді параметрлерді жеке – жеке теңдеулер арқылы анықтап алуға болады.

1. Озонатор шығысында пайда болған озонның концентрациясын 2.51-ші теңдікте келтірілген шектік теңдеулер арқылы анықтауға болады. Ол үшін электрлік-тәжілі разряд кезіндегі физикалық және химиялық үрдісті ескеру керек. Ал озонатор түтігі ішінде пайда болған озонның концентрациясы ($G_{\text{оз.}}$, мг/м³), ол түтік бойымен жүрген қалыпты температурадағы ($PT'', ^{\circ}C$) оттектің көлемі мен тәжіленуші электродтың геометриялық өлшеміне байланысты. Түтік ішіне жіберілген ауаның құрамында әртүрлі химиялық қоспалар бар. Айталық сирек газдардың мөлшері 0,1%, CO₂ – көмір қышқыл газы 0.94%, N – азот 78%, O₂ – оттегі 21% - дейін қалыптасқан. Озонатор ішіндегі тәжілі-разрядтың бойымен жүрген оттегі газ ауадағы оттегі атомымен бірігіп озон қалыптастырады [59].

Жалпы озонатор шығысында пайда болатын озонның концентрациясын (Гмг/м³) келесі теңдік бойынша анықтауға болады:

$$G_{\text{озон}} = \frac{(PO_{2к} - PO_{2и}) \cdot l}{S \cdot h \cdot PT''}, \text{ мг} / \text{ м}^3 \quad (2.51)$$

Мұндағы, $PO_{2\kappa}$ – озонаторға кірген ауа құрамындағы оттектің мөлшері (мг/м^3); $PO_{2и}$ – озонатордан шыққан ауа құрамындағы оттектің мөлшері (мг/м^3); l – тәжіленуші электродтың ұзындығы (мм); S – электродтың көлденең қимасы (мм^2); h – электродтардың ара қашықтығы (мм); PT'' – түтік ішіндегі температураның мөлшері;

Тәжіленуші электродтың көлденең қимасы мен ұзындығын ескере отыра оның активті кедергісін (R) анықтап алуға болады:

$$S = \frac{\rho l}{R} \Rightarrow R = \rho \frac{l}{S} \quad (2.52)$$

Мұндағы; ρ – электродтың меншікті кедергісі.

Тәжіленуші электродқа келіп тұрған жоғарғы кернеу әсерінен пайда болған тәжі разрядтағы токтың шамасын арттыру үшін электродтың меншікті кедергісін (ρ) төмендету керек. Себебі электродтың меншікті кедергісін төмендете отырып озонатор шықпасындағы озонның концентрациясын жоғарлатуға болады. Жалпы озонатордағы ток күші 5мА болған жағдайда озонның концентрациясы 1г/сағ – тең деп қарастыруға болады [79,70].

2. Резервуарға жиналатын судың жалпы көлемін анықтамас бұрын алдымен резервуардың ішінде орналасқан шағын үш резервуарға жиналған судың көлемін жеке - жеке анықтау қажет. Ол үшін келесі теңдікті қолданамыз [118,119]:

$$PV_1 = (a_1 \cdot b_1 \cdot h_1) + \frac{\pi(R_1^2 + r_2^2 + R_1 r_2)}{3}, \text{м}^3 \quad (2.53)$$

$$PV_2 = (a_2 \cdot b_2 \cdot h_2) + \frac{\pi(R_1^2 + r_2^2 + R_1 r_2)}{3}, \text{м}^3 \quad (2.54)$$

$$PV_3 = (a_3 \cdot b_3 \cdot h_3) + \frac{\pi(R_1^2 + r_2^2 + R_1 r_2)}{3}, \text{м}^3 \quad (2.55)$$

Мұндағы: $a_1 = a_2 = a_3$ – резервуардың ұзындығы, $b_1 = b_2 = b_3$ – резервуардың ені, $h_1 > h_2 > h_3$ – резервуарда жиналған судың деңгейі. Ал R_1 және r_2 резервуардың түбінде орналасқан қиық конустың үлкен және кіші радиустары, l – конустың биіктігі.

Жалпы резервуарға жиналған судың көлемін анықтау үшін 2.53, 2.54, 2.55 - ші теңдікті келесідей өрнекке ықшамдаймыз:

$$PV_{жалпы} = \sum_{i=1}^3 PV_i \quad (2.56)$$

Немесе 2.56 – ші өрнекті келесідей жалпы түрде сипаттауға болады:

$$PV_{жалпы} = PV_1 + PV_2 + PV_3, м^3 \quad (2.57)$$

Мұндағы $PV_1 > PV_2 > PV_3$ – шағын бірінші, екінші және үшінші резервуарлардың көлемі.

Ал бұл резервуарларды су мен толтыру үшін жұмсалатын уақытты анықтау үшін алдымен насосың өнімділігін анықтау қажет. Қондырғыдағы насосың өнімділігі $PQ = 10 м^3/сағатқа$ тең деп алсақ, онда резервуарды су мен толтыру үшін жұмсалатын уақытты келесі теңдік арқылы жеке – жеке анықтап алуға болады:

$$t_1 = \frac{t_{нас.} \cdot V_1}{PQ}, мин \quad (2.58)$$

$$t_2 = \frac{t_{нас.} \cdot V_2}{PQ}, мин \quad (2.59)$$

$$t_3 = \frac{t_{\text{нас.}} \cdot V_3}{PQ}, \text{ мин} \quad (2.60)$$

Мұндағы: $t_{\text{нас.}} - \text{насосың } 10\text{м}^3 - \text{резервуарға суды толтыру уақыты (шамамен 60мин.)}$, ал $V_1, V_2, V_3 - \text{бірінші, екінші және үшінші резервуардың көлемі, } Q - \text{насосың өнімділігі.}$

Жалпы шағын үш резервуарды сумен толтыру уақытын анықтау үшін 2.58, 2.59, 2.60 - шы теңдікті келесідей ықшамдаймыз:

$$t_{\text{жалпы}} = \sum_{i=1}^3 t_i \quad (2.61)$$

Немесе 2.61–ші өрнекті келесідей жалпы түрде сипаттауға болады:

$$t_{\text{жалпы}} = t_1 + t_2 + t_3, \text{ мин} \quad (2.62)$$

Резервуарға жиналған су құрамында әртүрлі химиялық және бактериологиялық қоспалар болғандықтан, міндетті түрде суммация эффектісі ескеріледі, яғни осы су құрамындағы химиялық және бактериологиялық қоспалардың шын мәнісіндегі концентрацияларының $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ өздерінің ШРК-на қатынастарының қосындылары 1-ден аспауы тиіс екенің 2.63 – ші теңдіктен байқауға болады [12]:

$$\frac{C_1}{\text{ШРК}_1} + \frac{C_2}{\text{ШРК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ШРК}_n} \leq 1 \quad (2.63)$$

2.63 – ші теңдіктің оң жағы 1 – ден үлкен болып кетсе онда әр заттың концентрациясын азайту шараларын қарастыру қажет. Яғни су құрамына жіберілетін озонның мөлшерінің тиімді нүктесін қарастыру керек. Суға әртүрлі озонның мөлшерін жіберіп, шыққан нәтижені 2.63 – ші теңдік бойынша тексеріп отыру керек.

Жалпы жоғарыда келтірілген 2.63 – ші теңдікті келесідей математикалық теңдеу арқылы өрнектеуге болады:

$$f(x) = \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{x_i} \leq b \quad (2.64)$$

Мұндағы:

$i = 1...3$ - су құрамындағы заттардың реттік саны;

$C_i = C_1 + ... + C_3$ - озондалғаннан кейінгі судағы заттардың мөлшері;

$x_i = x_1 + ... + x_3$ - су құрамындағы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы;

b - тұрақты шама 1-ге тең;

Технологиялық үрдіс кезінде тазартылған судың сапасы 2.64 – ші теңдікті қанағаттандырса судың сапасы стандартқа сай келетінін білуге болады.

Мысалы: қыс мезгілінде Қапшағай су қоймасынан алынған бастапқы суға толығымен химиялық және микробиологиялық зертханалық сараптама жүргізгенде шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін заттектер анықталды. Бұл заттектердің тізімі төмендегі 2.4 – кестеде келтірілген. Ал залалсыздандыру үрдісінің алгоритімін 2.6 – суреттен көруге болады.

Озонның мөлшеріне байланысты залалсыздандырылған судың сапасы 2,63 – ші теңдеу арқылы жеке – жеке тексеріліп отырылды. Жалпы 2.4 – ші кестеден озонның концентрациясы 0,3 г/сағ – қа тең кездегі залалсыздандырылған судың сапасын тексеріп көрейік:

$$\frac{3.49}{2} + \frac{47}{50} + \frac{1}{0} + \frac{0}{0} \geq 1 \quad (2.65)$$

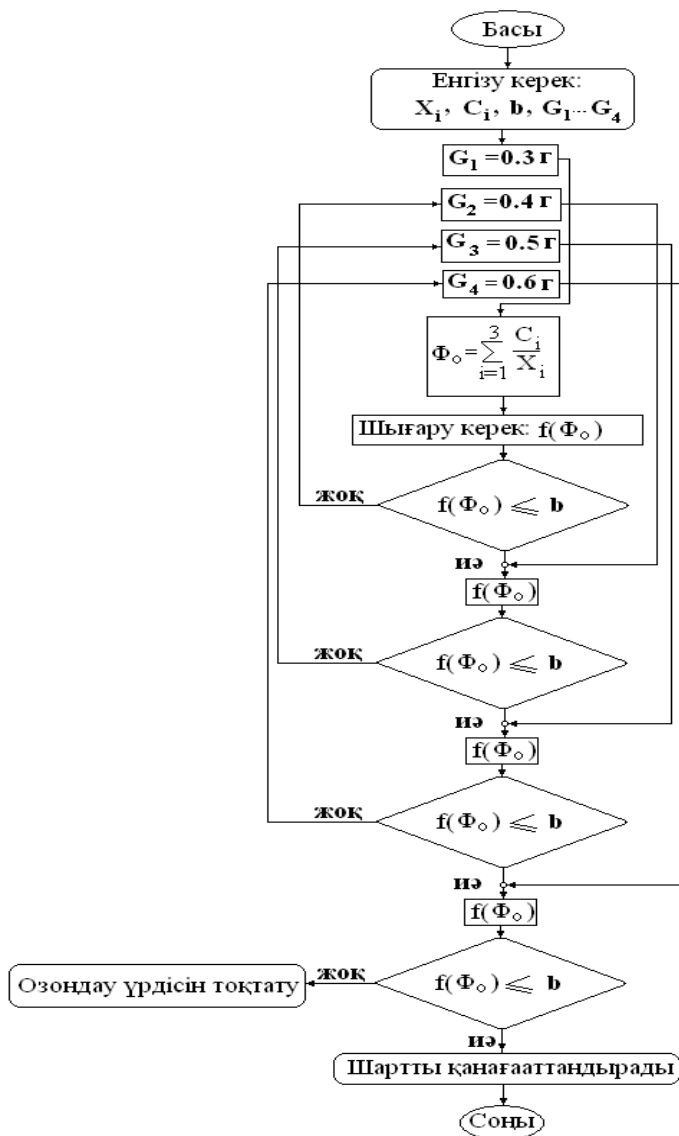
2.4-кесте. Шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін заттектер [121]

№	Заттектердің атауы	ШРК	Бастапқы судағы заттектердің мөлшері	Озондалған судың химиялық – микробиологиялық құрамы			
				Озонның мөлшері G=0.3г/сағ	Озонның мөлшері G=0.4 г/сағ	Озонның мөлшері G=0.5 г/сағ	Озонның мөлшері G=0.6 г/сағ
1	Тұнықтығы, мг/дм ³	2.0	4,58	3,49	2,35	2,30	1,81
2	Жалпы микробтардың саны, (1см ³)	<50	59	47	27	14	0
3	Жалпы колиформды бактериялар, (100мл)	0	1	1	0	0	0
4	Коли индекс, (1дм ³)	0	59	0	0	0	0
5	Мыс, мг/дм ³	1,0	1,3	0,05	0,04	0,04	0,04
6	Жалпы темір, мг/дм ³	0,3	0,8	0,03	0,03	0,03	0,03

2.65 – ші теңдеу 2.63 – ші шартты қанағаттандырмайды. Демек судың сапасы төменгі деңгейде екенін білдіреді. Ал озонның концентрациясы 0,6 г/сағ – қа тең кездегі залалсызданған судың сапасын тексеріп көрейік:

$$\frac{1,81}{2} + \frac{0}{50} + \frac{0}{0} + \frac{0}{0} \leq 1 \quad (2.66)$$

2.66 – ші теңдеу 2.63 – ші шартты қанағаттандыратынын көреміз. Яғни судың сапасы МЕСТ 2874-82 стандартына сай келетінін көреміз [7,8].



2.6-сурет. Қоймадағы суды озон технологиясы арқылы залалсыздандыру үрдісінің алгоритмі [114,115]

2.5. Шетелдік озонаторлар және олардың құрылысы

Қазіргі кезде әлем бойынша озонатор қондырғысын шығаратын жүздеген фирмалар мен кәсіпорындар бар. Мысалы Жапонияның өзінде 20-дан астам озонаторлардың түрлерін шығарады. Ал көрші Ресей, Қытай және Оңтүстік Шығыс Азияда әртүрлі конструкцияда озонаторларды жасап шығарады. Ал жалпы бұл бөлімде әлем бойынша озонатор қондырғысын жасайтын ірі кәсіпорындар мен фирмаларға жеке-жеке тоқталып өтеміз [62,63].

Ресейде озонатор қондырғыларын шығаратын бірнеше ірі кәсіпорындар мен фирмалар бар. Бұл фирмалар мен кәсіпорындарда өнімділігіне қарай әртүрлі озонаторларды (су шаруашылығы үшін арналған озонаторларды, тұрмыстық озонаторларды және т.с.с.) жылдам әрі сапалы құрайды. Сонымен қатар Ресейде әртүрлі шағын фирмаларда озонатордың кейбір бөлшектерін құраумен айналысады.

Озонатор қондырғысының паспорттық құжаты бойынша келесідей техникалық параметрлер жатады [58]:

- Озонатордың өнімділігі (озонның концентрациясына байланысты, г/м^3) кг/сағ ;
- Номиналды концентрациясы г/м^3 ;
- Озонаторға жұмсалатын энергия шығыны $\text{кВт} \cdot \text{сағ/кг}$;
- Озонның концентрациясына (г/м^3) байланысты меншікті өнімділігі $\text{кг/сағ} \cdot \text{дм}^2$.

ОАО «Құрганхиммаш» (Құрган қаласы)

ОАО «Құрганхиммаш» озонатор қондырғысын шығаратын көне кәсіпорын болып табылады. 1963ж бастап мұнда озонаторлар, әртүрлі кептіргіштер, диспергаторлар және басқада қондырғылар шығырылады. Бұл кәсіпорыннан шығарылатын озонатордың конструкциясы Велсбахтың озонаторына ұқсайды. Мұнда жоғары кернеу түсетін шыны түтіктің ішкі беті металданған. Ал сыртындағы электрод сумен салқындатылады. Бұл кәсіпорыннан шығатын барлық сериялы озонаторлар атмосфералық ауа арқылы жұмыс жасайды. Қондырғы шықпасындағы озонның *концентрациясы* 20-30 г/м^3 жетеді. Мұндай озонаторларда электродтардың ара қашықтығы

1,5-2,0мм. ОАО «Курганхиммаш» кәсіпорны П-типтегі озонаторлардың әртүрлісін шығарады. Олардың техникалық сипаттамалары төмендегі 2.5-кестеде көрсетілген [59].

2.5-кесте. Озонаторларының негізгі техникалық сипаттамалары (ОАО «Курганхиммаш» кәсіпорны) [134].

Параметрлер	Өлшем бірлігі	Озонатор типі								
		П-31	П-60	П-90	П-120	П-160	П-222	П-379	П-514	П-850
Өнімділігі	кг/сағ	0,63	1,5	2,6	3,65	4,8	6,7	15,6	15,6	25,8
Тұтынылатын электр энергиясы	кВт.сағ/кг	12,6	10,0	13,4	12,8	13,3	13,1	13,0	13,0	13,1
Меншікті өнімділігі	г/сағ.дм ²	1,3	1,61	0,96	0,96	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

2.5-кестеде қарастырылған П-сериялы барлық озонаторлар 400-800Гц-тең жоғарғы жиілікте жұмыс жасайды. Озонаторлардың П-31-ден П-60-қа дейінгі серияларында түтіктердің саны 31-60-қа дейін, ал бұл түтіктердің ауданы 21,9дм² - қа тең болады. Басқа сериялы озонаторларда (яғни П-90-нан П-850-ге дейін) түтіктің диаметрі 30 дм²-қа тең болып келеді [65].

2004-2005ж. Мәскеу қаласының Шығыс су құбыры станциясында өнімділігі 25кг\сағ озон өндіретін П-850 озонаторы сынақтан өткізілді. Бұл озонатор тәжірибелік тұрғыда барлық әлемдік стандартқа сай келеді. Оның өндіретін максималды концентрациясы сағатына 35 г\м³ дейін, ал жалпы энергия тұтынуы (20 г\м³ концентрация кезінде) шамамен 13,5кВт.сағ/кг жуық. Бұл қондырғыны даярлаған өндіруші заводтың паспорттық көрсеткіштерінде былай делінген: егер озонаторға таза оттегін қолданған кезде оның өнімділігі 2,2 есеге артады [134].

Н.П.П Техозон кәсіпорны (Дзержинск Нижегородский облысы).

Бұл Н.П.П Техозон кәсіпорның базасы 1990ж пайда болды. Завод озонатор қондырғысын даярлау мен айналысады. Бұл кәсіпорында жасалатын озонаторлар “Велсбах” түрінде жасалады. Олардың паспорттық деректемелері төмендегі 2.6-ші және 2.7-ші кестелерде келтірілген [134].

2.6-кесте. ТМ-типті өнімділігі шағын озонаторлар [134].

Озонатордың типі	Өнімділігі г/сағ	Қуаты, кВт	Озон концентра- циясы, г/м ³	Ауа шығыны м ³ /сағ	Су шығыны, м ³ /сағ	Салмағы, кг
ТМ-10	10	0,3	30	1	0,007	150
ТМ-20	20	0,6	30	2	0,15	200
ТМ-30	30	0,8	30	3	0,21	230
ТМ-50	50	1	30	5	0,25	250
ТМ-100	100	2	25	10	0,5	450
ТМ-300	300	6	25	20	1,5	600
ТМ-600	600	12	25	40	3	800

2.7-кесте. ТС-типті орташа өнімділікті озонаторлар [134].

Озонатордың типі	Өнімділігі г/сағ	Қуаты, кВт	Озон концентра- циясы, г/м ³	Ауа шығыны м ³ /сағ	Су шығыны, м ³ /сағ	Салмағы, кг
ТС-1200	1200	25	25	80	6	1200
ТС-1700	1700	34	25	100	8	1500
ТС-2500	2500	50	25	150	14	2000
ТС-3500	3500	70	25	190	20	3000

Ресейдің Воронеж қаласындағы химавтоматика конструкциялық бюросы (ХАКБ).

Көрші Ресейдің Воронеж қаласындағы химавтоматика конструкциялық бюросында жасалатын озонаторлар басқаларға қараған өзіндік ерекшелігі бар. Онда жоғарғы вольтті шиыршықталған электрод эмальмен капталған, әрі бұл электродтар су арқылы салқындатылады. Озонатордың кемшілігі егер жоғарғы вольтті электрод істен шығатын болса онда оның орнына тек қорда тұрған электрод қана қойылады. Сол сияқты бұл озонаторлар ең жоғары дегенде сағатына 5кг ғана озон өндіре алады. ХАКБ озонаторларының паспорттық көрсеткіштері төмендегі 2.8-кестеде көрсетілген [134].

2.8-кесте. ХАКБ озонаторларының паспорттық мәндері [134].

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Озонатордың типі		
		0,4-3,0**	0,4-2,0	0,4-5,0
Өнімділігі	г/сағ	250	2000	5000
Шықпадағы озон концентрациясы	г/м ³	40	20	20
Озон синтезіне кеткен энергия шығыны	кВт·сағ/кг	12	20	20
Жалпы энергия шығыны	кВт·сағ/кг	32	25	25
Қуат тығыздығы	кВт/м ²	15	33,3	16,6
Меншіктік өнімі	г/сағ·дм ²	12,5	16,6	16,6

** Озонатор таза оттегі арқылы жұмыс жасайды. Ал қалғандары атмосфералық ауа арқылы жұмыс жасайды.

Москва қаласындағы ГУП «Мемлекеттік М. В. Хруничев атындағы космостық ғылыми- өндірістік орталық»

Бұл кәсіпорын қазіргі кезде озонатордың екі типтегі түрін шығарады: бірінші екі жақты салқындатылатын озонаторлар, ал екіншісі орталық жоғарғы вольтті электродтар ағынды сумен

салқындалатын озонаторлар. Озонаторларға атмосферадан алынған кептірілген ауа (50-60⁰С) қолданылады. Жалпы озонаторлардың паспорттық көрсеткіштері төмендегі 2.9-кестеде көрсетілген [134].

2.9-кесте. Озонаторлардың паспорттық көрсеткіштері [134].

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Озонатор типі	
		ОВМ-0,15	ОВМ-0,45
Өнімділігі	г/сағ	150	450
Шықпадағы озон концентрациясы	г/м ³	20	20
Озон синтезіне кеткен энергия шығыны	кВт·сағ/кг	12÷12	12÷14
Меншікті өнімділігі	кВт·сағ/кг	15	15
Қуат тығыздығы	кВт/м ²	-10	-10

Москва қаласындағы М.В.Курчатов атындағы атомдық энергия институты НПП “Сиэл – озон”

2.10-кесте. «Сиэл» озонаторларының сипаттамалары [134].

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Озонатор типі			
		РВ-300	РВ-600	РВ-900	РВ-1200
Озон өнімділігі ауа/оттегі	г/сағ	300/600	600/1000	900/1400	1200/1400
Озон концентрациясы ауа/оттегі	г/м ³	25/100	25/100	25/100	25/100
Жалпы энергия тұтынуы, ауа үшін C=20 г/м ³ оттегі үшін C=100 г/м ³	кВт·сағ г/кг	~15	~16	~16,5	~16
Габаритті өлшемдері		100*120*42	-	-	100*200*80

НПП “Сиэл – озон” шағын кәсіпорынында озонаторлардың көптеген түрлерін шығарады, олардың максималды өнімділі 5-500 г/сағ-қа дейін. Бұл озонаторларға атмосфералық ауаны қолданған кезде шықпадағы озон концентрациясы 20 г/м³, ал таза оттегін қолданған кезде шықпадағы озон концентрациясы 100 г/м³ – ға дейін артады. НПП “Сиэл-озон” фирмасынан шыққан озонаторлар Ведеко-Шмидинг фирмасынан шығатын озонаторлардың белгілі бір аналогы болып табылады. Фирмадан шығарылатын озонаторлардың топтамасы төмендегі 2.10-кестеде көрсетілген.

Москваның жылутехника институты. Бұл институт ГУП (ВЭИ) кәсіпорны мен бірігіп атмосфералық ауамен жұмыс жасайтын ОБП және ОЧ сериялы озонаторларын шығарады. Жалпы озонаторлардың паспорттық мәндері төмендегі 2.11-кестеде көрсетілген.

2.11-кесте. ОБП озонаторларының паспорттық мәндері [134].

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Озонатор типі		
		ОБП-К-3,0	ОБП-К-6,0	ОБП-К-12,0
Өнімділігі	кг/сағ	3,0	6,0	12,0
Озон концентрациясы	г/м ³	100	100	100
Жалпы қуаты	кВт	30,6	65	120
Энергия тұтыну мөлшері	кВт·сағ/кг	10,2	10,8	10,0
Меншікті өнімділік	г/сағ·дм ²	15,4	15,4	15,4
Қуат тығыздығы	кВт/м ²	13	13	13
Газ шығыны(таза оттегінің 92%)	м ³ /сағ	30	60	120

ОЧ сериялы озонаторлар ауамен жұмыс жасайды. Олардың өнімділігі 6,2-25кг/сағ-қа дейін жетеді. Сонымен бірге ОЧ-25 сериялы озонаторлар 2004-2005 жылы Москва қаласындағы шығыс су құбыры станциясында сынақтан өткізілді.

МИТ-ВЭИ озонаторларының басқа озонаторларға карағанда конструкциясы бойынша өзіндік бір ерекшеліктері бар. Электродтары өздігінен ішінен сумен салқындатылатын жұқа тегіс эмальданған (эмальдын қалыңдығы 0,5мм) болаттан жасалады. Бұл озонаторларды салқындату үшін екі рет иондалған салқын су қолданылады. Ол тұйықталған контур бойынша айналыс жасау арқылы озонатордың электродтарының қызуын шамамен 6⁰С температураға салқындатып отырады.

Еуропада өндірілетін озонаторлар

«Ведеко – Шмидинг». 2000ж дейін әлем бойынша ірі озонатор құрылғыларын шығаратын екі ірі тәуелсіз кәсіпорындар болды (олар Ведеко және Шмидинг кәсіпорындары). Ал 1910ж бастап бұл аталған кәсіпорындар бірігіп қана қоймай сонымен бірге көне озонатор жасайтын Трейлигаз фирмасын өздеріне қосып алды.

«Озония» фирмасы

Көрші Ресейдің “Нижнем Новгород” қаласында ООО “Озония” фирмасының Ресейлік-Швейцарлық біріккен өкілеттілігі бар. Бұл өкілеттіліктің мақсаты Ресей қалаларында озонатор қондырғысын қолдану аймағын кеңейту болып табылады. Осы кәсіпорын яғни «Озония» фирмасы өзінің өндірген қондырғысын (озонатор) бүкіл Ресей су құбыры станциясына енгізуді жөн көреді. Бұл кәсіпорынның ұсынып отырған озонатор қондырғысы Велсбах конструкциясы бойынша жасалған. Яғни озонатордың ортасындағы жоғарғы вольтті электроды салқындатылмайды. Фирма өзінің өнімінің сапасын үздіксіз жетілдіруде. Мысалы озонатордағы разрядты аралықты (0,45 мм) ұстап тұруға мүмкіндік беру үшін, геометриялық дәлдік класы жоғары диэлектрик қолданылады.

Бұл озонаторларға негізгі газ ретінде таза оттегін қолданған кезде (92-93% пайыз оттегі) шықпадағы озонның концентрациясы 80-100 г/м³ артады, ал осы кездегі жұмсалатын электр энергиясы 8,5-9,5 кВт·сағ/кг тең. Бұл озонаторлардың меншікті өнімділігі 2,4 г/сағ· дм² болады. Сонымен қатар бұл фирма өнімділігі жоғары яғни сағатына 90кг озон шығаратын озонаторларды жасайды. Мұндай озонаторлардың екі сериясын қарастыруға болады.

Ауа мен оттегінде жұмыс жасауға арналған «OZAT CFS» генераторының екі сериясы бар.

1 серия. CFS сериялы озонаторлар таза оттегі арқылы жұмыс жасаған кезде 80 - 500-ге дейінгі озон (г/сағ) өндіреді. Ол кезде энергия шығыны 8,6 кВт * сағ/кг құрайды ($\text{CO}_2 = 80 \text{ г/м}^3$ кезінде), ал ауа арқылы жұмыс істегенде 17,2 кВт·сағ/кг. энергия шығыны болады.

2 серия. Күшті индустриалды озонаторлар. Мұндай озонаторларға 0,6-дан 23 кг/ч дейінгі өнімділікке ие озонаторларды жатқызуға болады.

«Ведеко» фирмасы. Қазіргі кезде *«Ведеко фирмасы»* бірден бір көш бастаушы фирма болып табылады. Олар озонатор құрылғыларын су тазалау станциясына арнап, қуаты үлкен, өнемділігі жоғары қылып жасайды.

GSO/GSA-10-60 сериалы озонатор. Бұл озонаторлар орташа өнімділікті озонаторлар (10-1000 г/сағ-қа дейін озон өндіреді). Озонаторлар тек қана арнайы зертханалар үшін жасалған. Басқа фирмалар сияқты *«VEDECO»* өзінің озонатор қондырғыларын экономикалық жағынан тиімді етіп көрсетеді.

SMO және SMA сериалы озонаторлары ауа немесе таза оттегі мен жұмыс жасайды. Бұл озонаторлардың SMO сериясынан 9, ал SMA 16 түрі бар.

Озонаторлардың негізгі параметрлері 2.12-кестеде көрсетілген.

2.12-кесте. Озонаторлардың негізгі көрсеткіштері [134].

Озонатор типі	Жұмысшы газы	Озон бойынша өнімділігі, г/сағ	ОВС концентрациясы, г/м ³	Энергия тұтыну, кВт·сағ/кг
GSA-50	Ауа	200	20	15-18
GSA-60	Ауа	500	20	15-18
GSO-50	Оттегі	400	100	7,5-9,5
GSO-60	Оттегі	1000	100	7,5-9,5
SMA	Ауа	180-8300	30	13,1
SMO	Кислород	400-15600	100	7,3

Бұл кестеден байқайтынымыз атмосфералық ауа арқылы жұмыс жасайтын озонаторлардың эконимкалық жағынан тиімді екенің байқауға болады.

«Трейлигаз» фирмасы бұл озонатор құрылғыларын өндіруші ескі фирмалардың бірі. Қазіргі уақытта бұл фирма Ведеко фирмасымен бірлесіп жұмыс жасайды. Бүгінгі күні Трейлигаз фирмасының жүздеген озонаторлары әртүрлі өндіріс ошақтарында жұмыс жасайды. «Трейлигаз» фирмасының барлық озонаторлары Велсбах сұлбас бойынша құралған және 50 Гц немесе 300 Гц жиілікте жұмыс жасайды.

2.13-кесте. «Трейлигаз» фирмасының озонаторларының негізгі параметрлері [134].

Озонатор типі	Жұмысшы газ	Озон б/ша өнімділігі, г/сағ	ОВС концентрациясы, г/м ³	Энергия тұтыну, кВт·сағ/кг	Түтік саны, дана
MZ MZX	Ауа Оттегі	360-4000 720-8000	18 40	18	18-200
MZJ MZXJ	Оттегі Ауа	... 525-8235	... 100	... 9	9-140

Кестеден көріп отырғанымыздай «Трейлигаз» озонаторларында энергия шығыны өте үлкен, бірақ 50 Гц жиілікте сенімді ұзақ уақыт жұмыс жасайтының байқауға болады.

Жапон және Қытай озонаторлары

Бұл екі елдің өнімдерінің өзіндік ерекшеліктері бар. Жапония ғылыми техникалық прогресс жолында алдыңғы технологиялар көшбасшысы болса, Қытай озонатор жасау құрылғысы бойынша соңғы жылдарда ғана кірісті.

Жапонияда әр түрлі озонатор шығарушы үлкен фирмалар бар. Сондықтан біз олардың ішінен үлкен «Тошиба» және «Сумитомо» фирмаларын қарастырамыз.

«Тошиба» Жапонияның озонатор құрылғысын жасайтын бірден-бір фирмасы. Ол Велсбах типтес WON сериялы 14

озонатор түрін жасайды. Озонаторлар ауада жұмыс жасайды. Озонатордың техникалық сипаттамасы мынандай: Озонатордағы ауа қысымы 0,6 атм., салқындатушы су температурасы 20°C., озон концентрациясы 20г/м³., Озонаторлардың өнімділігі 1 - 25 кг/сағ дейін өндіреді.

«Тошиба» фирмасының технологиясы өте жоғары дамығандықтан, озонатор қондырғыларының сапасы өте жоғары. Озон синтезі үшін энергия шығыны 13,7 кВт·сағ/кг. Сондықтан энергия тұтыну көлемі бойынша түтікті озонатор WON сериялы озонаторды тиімді деп қарастыруға болады.

«Сумитомо» фирмасы. «Сумитомо» фирмасы соңғы 30 жыл бойы жоғарғы концентрациялы озонатор өндіріп келеді. «Сумитомо» конструкциясындағы озонаторлар алюминилі радиаторы арқылы суытылады. Ал кейінгі жылдары жасалған озонаторлар ауамен немесе маймен салқындатылады.

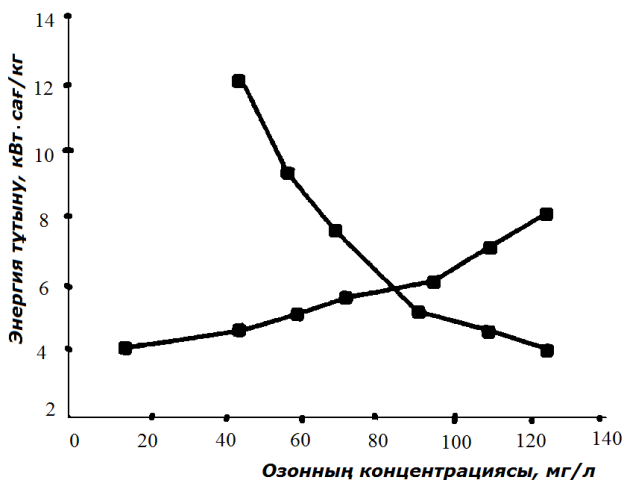
а) Ауамен салқындатылатын озонаторлар атмосфералық ауа арқылы 20 г/м³, ал таза оттегі арқылы 60-80 г/м³ озон өндіреді. Олардағы разрядты арақашықтық 0,8мм.

б) Сұйықтық арқылы салқындатылатын озонаторлар. Таза оттегі арқылы 140 г/м³ – 200 г/м³ озон концентрациясын, синтездеуге болады. Бұл мәліметтерді толықтай 2.14-кестеден байқауға болады.

2.14-кесте. «Сумитомо» фирмасының озонаторларының сипаттамалары [134].

Озонатор типі		SG-01 CH (кіші)	SG-01 FH (үлкен)
Электродтар	Жоғарғы вольтті	Металданған диэлектрик	
	Төменгі вольтті	Металданған диэлектрик	
Салқындату		Екі электрод – 15°C майда	
Жұмыс қуаты, кВт		3	3
Қорек жиілігі, Гц		1200	200-2000
Разрядты аралық, мм		0,8	0,8
Қуат тығыздығы, кВт/м ²		7	7
Озон концентрациясы, г/м ³		0-200	10-200
Өнімділігі, г/сағ		60	120-2000

2.7-суретте Сумитомо озонаторының энергия шығыны көрсетілген. Ол 140 г/м^3 озон синтездеу үшін $8 \text{ кВт} \cdot \text{сағ/кг}$ энергия шығындайды.



2.7-суретте Сумитомо озонаторының энергетикалық шығыны

Қытайдың озонаторы. Ғаламторда жарнамаланған азғантай ақпаратты қарастырамыз КСҒ\ДТ түріндегі қытайдың озонаторларының негізгі көрсеткіштері 2.15-кестеде қарастырылған.

2.15-кесте. Қытай (КСҒ-DT типті) озонаторларының негізгі параметрлері [134].

Жұмыс газы	Озон б/ша өнімділігі, г/сағ	ОБС концентрациясы, г/м ³	Энергия тұтыну, кВт·сағ/кг	Жиілік, Гц
Ауа Оттегі	100-5000	20-25	<20	800-1000
		50-100	<10	800-1000

2.5.1. Шетелдік озонаторлардың құрылымының ерекшелігі

Қазіргі заманда ғылыми әдебиет пен жарнамаларда жоғары энергетикалық көрсеткіштерімен ерекшеленетін бірнеше озонаторлардың құрылымының бейнелері бар. Өкінішке орай, олар туралы ақпарат шектеулі және де озонаторлардың бөліктері Қазақстанға әкелінбейді.

а) «Osmonic Inc» фирмасы Жапон-Американдық бірлескен фирмасы «Фуджи» фирмасының озонаторларының конструкциясына ұқсас озонаторларды шығарады. Құрылғыда электродтар арасында разрядты аралық $\sim 0,3$ мм. Нәтижесінде, озон концентрациясы $180-250$ г/м³-қа жетеді. Энергия шығыны 4 кВт·сағ/кг болады. Бұл едәуір төмен болғандықтан ғылымда үлкен күмән туғызады. Өкінішке орай, бізде бар мәліметте бірнеше параметрлері көрсетілмеген (өндірістік, диэлектрик қалыңдығы және т.б).

б) Air Tree Ozone Technology Co. Ltd. Бұл тайвандық фирма. Кварцтық түтіктер арасында озон синтездейтін озонаторларды ойлап тауып, жарнамалап жүр. Сонымен қатар олардың екі үлгісі бар – TW33 және TW100. TW33 үлгісіндегі озонаторға $3,3$ кг/сағ болатын оттегі қолданылады, ол сұйық оттегінің булануынан алынады. Озон өндеу кезінде энергия шығыны – 12 кВт·сағ/кг., ал салмағы $3,5$ тонна. TW100 үлгісіндегі озонатордың өнімділігі 10 кг/сағ., озон өндеу кезінде энергия шығыны 170 кВт сағ/кг, салмағы $6,5$ тонна.

в) ДСТ (швеция) озонаторлары. Бұл өзіндік жазық конструкциясы бар озонаторлар. Швецияның «Олместед» фирмасымен жасап шығарылған және де ол қазіргі уақытта «Еврокомплект» саудалық өкіл арқылы СНГ, Қазақстанда сатылуда. Құрылымының ерекшелігі газ өтуге арналған арнайы кесінділері алюминий тотығынан жасалған. Озонатордағы жылтыр диэлектриктерге су салқындатқыш алюминиден жасалған радиаторлар қосылады. ДСТ сериялы озонаторлардың негізгі деректері 2.16-кестесінде көрсетілген.

2.16-кесте. DCT озонаторларының параметрлері [134].

Параметрлері	Өлшем бірлігі	DCT озонатор моделі					
		500	1000	2000	3000	4000	5000
Номинальді өнімділігі	г/сағ	0-500	0-1000	0-2000	0-3000	0-4000	0-5000
Озон концентрациясы	г/м ³	215	140	140	140	140	140
Газ ағыны	л/мин.	40	120	240	360	480	600
O ₂ 99% қысым	атм.	2,5	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5
Суытушы су	л/мин.	15	30	60	90	120	150
Тұтынатын қуат	кВт	3,8	7,5	15	22,5	30,0	27,5
Жиналған өнімнің саны		1	1	2	3	4	5
Жалпы салмағы	кг	110	110	220	330	440	550

в) DCT (швеция) озонаторлары. Бұл өзіндік жазық конструкциясы бар озонаторлар. Швецияның «Олместед» фирмасымен жасап шығарылған және де ол қазіргі уақытта «Еврокомплект» саудалық өкіл арқылы СНГ, Қазақстанда сатылуда. Құрылымның ерекшелігі газ өтуге арналған арнайы кесінділері алюминий тотығынан жасалған. Озонатордағы жылтыр диэлектриктерге су салқындатқыш алюминиден жасалған радиаторлар қосылады. DCT сериялы озонаторлардың негізгі деректері жоғарыдағы 2.16 кестеде көрсетілген. Оттегі арқылы 140 г/м³ озонды синтездеу кезінде энергия тұтыну шамасы 7,5кВт· сағ/кг болады.

3. ЭЛЕКТРЛІК ТӘЖІ РАЗРЯДҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ОЗОНАТОРДЫ ҚОЛДАНЫП, ҚАПШАҒАЙ ТАБИҒИ СУ ҚОЙМАСЫНДАҒЫ СУДЫ ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРУ

3.1. Зерттеудің бірінші кезеңі. Электрлік тәжі-разрядқа негізделген әр түрлі конструкцияда озонаторлар жасап олардың жұмысын зерттеу

Алдымызға қойылған ғылыми мақсаттарға байланысты 2007-2010 жылдары Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің технопарк ғимаратында, әр түрлі өлшеммен және әр түрлі конструкцияда электрлік тәжі – разрядқа негізделген озонатор қарастырылып, тәжірибелік зерттеу жұмыстары жасалынды. Жасалынған озонаторлар (3.1-сурет) негізінде мынадай параметрлерге сай келуі тиіс: өнімділіктің жоғарылығы, конструкциясының қарапайымдылығы, жұмыста сенімділігі, меншікті энергия шығындардың аз болуы керек [131, 132].

Шетелдерде мысалы Ресейде, Қытайда, АҚШ-да, Жапонияда және Францияда қолданылып жүрген озонаторларда сыртқы және тәжіленетін электродтар арасында диэлектрлік кедергі орналасқан [59,60]. Озонаторлардың мұндай түрі 3.1 а және б – суреттерде (а-жекеленген және б-топтастырылған түрі) келтірілген. Озонатор диэлектрлік шыны түтік (кедергі) ретінде орнатылған, бұл шыны түтіктің сыртына спираль болып тәжіленуші сым оралған, ал сымның спираль қадамы түтіктің қабырғасының қалыңдығынан басым келеді. Сәйкесінше екінші электрод болса, цилиндр кейіптес шыны түтіктің ішінде бір осьте орналасқан. Мұндай озонатор қалыпты жұмыс істеуі үшін тәжіленетін сымның спираль қадамы диэлектрлік кедергінің қалыңдығынан үлкен болуы тиіс. Сонымен қатар, сыртқы электродпен тәжілі сым арасында жұмысшы кернеуден тыс, тиюші кернеудің болуын ($U \geq 10$ кВ/мм) қамтамасыз етуіміз қажет. Ұзындығы 150 мм шыныдан диэлектрлік цилиндр тәріздес орындалған озонатор моделі жасалынды. Жасалған озонатордың диэлектрлік цилиндріне диаметрі 0,3 мм және орам қадамы 3 мм тәжіленуші сым оралған цилиндр қабырғасының қалыңдығы 1,5 мм, ал диаметрі 16,5 мм. Сыртқы электродтың ұзындығы

150 мм, қалыңдығы 0,5 мм металл цилиндр, ол шыны түтіктің ішінде, оған осьтес орналасқан. Тораптан келіп тұрған 220 В кернеуді жоғарлатқыш трансформатор көмегімен 3 кВ-қа ұлғайтып алып, жартылай өткізгіштік көпірлі сұлба (3.3 -сурет) арқылы кернеу тағы 2,17 - есе шамасына дейін көтеріледі. Көтерілген кернеудің тәжіленуші оң және теріс полюске келетін шамасы 1-6 кВ болады. Ал тоқ көзінің жиілігі 50 Гц, қуаты 15 Вт. Жұмысшы кернеу 6 кВ және тоқ 2,5 мА болғанда озонатордың өнімділігі сағатына 0,5 г-ға теңеледі [86,87].

Озонның өнімділігін көтеруге арналған басқа да инженерлік конструкцияда озонатор жасалды (3.1в - сурет). Жалпы озонатордың көлемі 1000х150 мм. Озонатордағы оң полюсті электродтың диаметрі $d = 6$ мм ал теріс полюсті тәжіленуші электродтың диаметрі $d = 0,1$ мм-ге тең. Бұл озонатордың номиналды режимдегі жұмысшы кернеуі 12 кВ, ал тоқ күші 5 мА, ал озонның өнімділігі сағатына 1 г-ға теңелді [70,72]. Ал озонатордың негізгі кемшілігі ол өнімділіктің төменділігі мен жұмыс барысында энергия шығындардың көп болу себебінен экономикалық тиімділік едәуір төмендеуде. Осы кемшіліктен арылу үшін, озондаушы элементтің басқа конструкциясы жасалды (3.1 д және е - сурет) тәжіленуші электрод тор тәрізді, д) бір сатылы, е) екі сатылы, онда тәжілі электрод қатаң бекітілген және ауа үрленгенде разряд аумағында ламинарлы ағын пайда болады. Ұсынылған озондаушы элементтің сыртқы электродының көлемі 250х500 мм параллель екі жұқа металл темір пластинадан және екі пластина ортасында диаметрі $d=0.1$ мм-ге тең нихромды материалдан жасалған бірнеше тәжіленуші электродтар орналасқан. Тәжіленуші электрод пен пластина арасы $h=20$ мм, олар өзара меншікті кедергісі жоғары көлемі 20х350 мм текстолит материалмен оқшауланған. Озонатордың жалпы жұмыс істеу қағидасы мынадай: теріс полюсті тәжіленуші электродқа генератордан (3.3-сурет) жоғары кернеудің теріс жартылай толқыны жіберіледі, осыған байланысты параллель екі жұқа металл темір пластина арасында тәжі-разряд пайда болады, ол разряд озонның түзілуіне себеп болады.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

3.1-сурет. Электрлік тәжі разрядқа негізделіп жасалған озонаторлардың әр түрлі конструкциялары, бет 1



ж)



з)

3.1-сурет. Электрлік тәжі разрядқа негізделіп жасалған озонаторлардың әр түрлі конструкциялары, бет 2

Тәжірибелік жұмыстарда көрсетілгендей бұл озонатордың меншікті энергошығыны шағын ($66,42 \text{ г/кВт.сағ}$) және басқа озонаторларға қарағанда озоның өнімділігі әжептәуір жоғары болып келеді (2 г/сағ). Бұл озонатор ұзақ мерзімде жұмыс істеумен қатар, конструкциясы қарапайым және жұмыста сенімді екені тәжірибе барысында байқалды [66,80].

Тәжірибелік жұмыстарды өткізу шаралары нәтижесінде озонатордың тағы бір түрі қарастырылды. Бұл озонатордың тұрығы цилиндр тәрізді диаметрі 63 мм ал ұзындығы 1000 мм -ге тең пластмасса түтіктен шағын аспап түрінде жасалды. Түтіктің ішінде геометриялық тепе-теңдік өлшеммен тәжіленуші оң және теріс полюсті электродтар орнатылған. Озонатордың номиналды режимдегі жұмысшы кернеуі $21,7 \text{ кВ}$, ал тоқ күші 50 мА , ал озонның өнімділігі сағатына 10 г-ға теңелді [62,67].

Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде әр түрлі инженерлік конструкцияда озонаторлар қарастырылып, олардың ішінен өнімділігі жоғары деңгейде табылған 3.1 з - суретте көрсетілген озонаторды қолданып, жаңа үлгідегі лас суларды тазартатын электрлі тәжі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысы жасалды (3.2-сурет).

3.1.1. Тәжірибе жүргізуге арналған жаңа үлгідегі озонатор қондырғысын даярлау

Тәжірибе жүргізу мақсатында шағын көлемді озонатордың көмегімен Қапшағай су қоймасындағы табиғи суды залалсыздандыруға байланысты, тәжі-разрядқа негізделген жаңа үлгідегі озонатор жасалынды. Жаңа үлгіде даярланған озонатор қондырғысы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің электротехника кафедрасында жасалып, теориялық және тәжірибелік кезеңдерден өткізілді. Ал озонатор қондырғысының негізгі техникалық сипаттамасы 3.1-кестеде толығымен келтірілді [128,129].

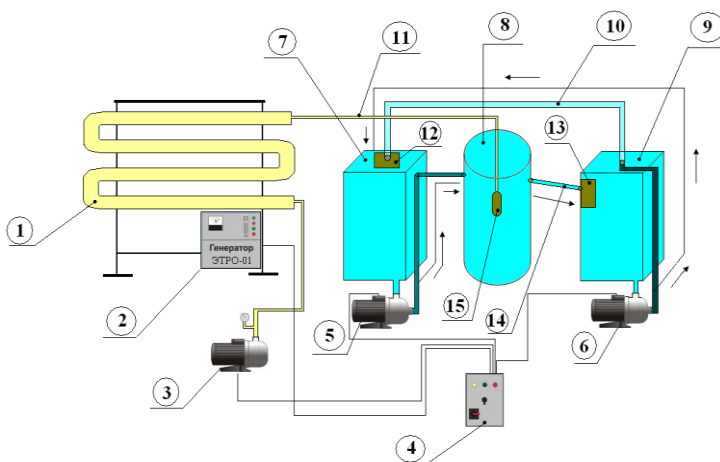
3.1-кесте. Қондырғының негізгі техникалық сипаттамасы [135].

№	ЭТРО-01 қондырғысының техникалық сипаттамасы	
1	Желінің кернеуі, В	220
2	Тұтынылатын қуат, кВт*сағ	0,4
3	Жиілігі, Гц	50
4	Бірімәртелік әрекеттік уақыты, сағ	2
5	Өнімділігі О ₃ , г/сағ	10
6	Қондырғының көлемі (габариті)	100x1000x1050
7	Қондырғының жалпы салмағы, кг	80

Озонатордың тұрығы (корпусы) төрт сатылы бір-біріне жалғанған пластмасса түтіктен және жоғарғы кернеумен (20 кВ) қамтамасыз ететін электрлік тәжі-разрядты тудыратын генератормен жабдықталған. Пластмаса түтіктің диаметрі D=63 мм ал ұзындығы L=1000 мм - ге тең ықшам прибор түрінде жасалынған. Түтіктің ішінде геометриялық тепе-теңдік өлшеммен тәжіленуші оң және теріс полюсті электродтар орналасқан. Сонымен қатар түтіктің төменгі жағында ауаны компрессор арқылы жіберетін бірінші ретті саңылау түтікшесі орналасқан, ал сәйкесінше түтіктің жоғарғы жағында озонның шығуын қамтамасыз ететін екінші ретті саңылау түтікшесі орнатылған. Қондырғының фотосуреті мен функционалды сұлбасы 3.2-суретте көрсетілген.



а) қондырғының фотосуреті [122].



б) қондырғының функциональды сұлбасы [122].

1 - озонатор, 2 – жоғарғы кернеулі генератор, 3 - компрессор,
4 - қондырғыны басқару бөлігі, 5,6 - су соратын сорғы,
7,8,9 - су жиналатын резервуар, 10,14 - су жүретін түтік, 11 - ауа
қоспалы озон жүретін түтік, 12,13 – сүзгілер (фильтр), 15 - барьбатер

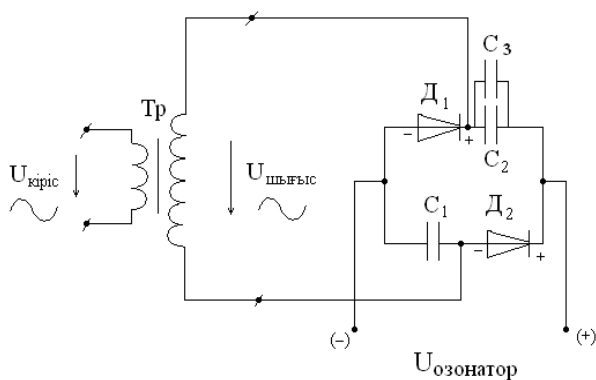
3.2-сурет. Тәжірибе жүргізуге арналған жаңа үлгідегі
озонатор қондырғысының бейнесі

Жалпы қондырғының жұмыс істеу қағидасы мынадай: SF автоматты батырмасын іске қосқаннан кейін қондырғының басқару бөлігінің оң жағындағы кернеу реттегішті (ЗАТР) ақырындап номиналды режим 120 В шамасына қойып, сол жағындағы SF1 батырманы басып компрессорды (3) іске қосамыз. Осы кезде компрессор арқылы атмосфералық ауа озонаторға (1) жіберіледі де, озонатордың шығысында түзілетін озон барбатер (15) арқылы ластанған ауыз суға келеді (8). Басқару бөліміндегі SF2 – батырмасын басып бірінші сорғыны (5) іске қосамыз осы кезде бірінші резервуардағы (7) ластанған су екінші резервуарға (8) қарай бағытталады. Екінші резервуарда ластанған су мен озон араласып залалсыздандыру үрдісі басталады.

Белгілі бір уақыттан соң залалсызданған су өздігінен үшінші резервуарға (9) қарай диаметрі 20 мм түтік арқылы ағады. Үшінші резервуардағы (9) судың сапалық деңгейі арнайы зертханалардан тексеріледі. Егерде ауыз судың сапалық деңгейі 2874-82 мемлекттік стандартқа сәйкес келмей жатса, онда басқару бөлігіндегі SF2 – батырмасын басып екінші сорғыны (6) іске қосып шала залалсызданған суды түтік (10) арқылы бірінші резервуарға қайтарылады да, шала залалсызданған суды автоматты түрде кері байланысқа келтіріледі, яғни залалсыздандыру үрдісінің уақытын ұзартуға болады [64,130].

Бірінші сорғы арқылы су бірінші сүзгіден (12) ал екінші сорғы арқылы су екінші сүзгіден өтіп су бетіндегі кейбір ірі қалдықтар мен қалқыма заттар сүзіліп алдын ала механикалық тазарту жүргізіліп отырылады [122,133].

Озонатордағы тәжіленуші оң және теріс полюсті электродтар айналасында тәжі – разряд тудыру үшін жоғарғы кернеу қажет. Ол үшін тораптан келіп тұрған кернеудің (220 В) шамасын бірнеше киловольт (21,7 кВ) шамасына көтеру үшін кернеу ұлғайтқыштың электрлік сұлбасы жасалынды. Жоғарғы кернеу түрлендіруге арналған генератордың (2) электрлік сұлбасы төмендегі 3.3-суретте келтірілген [95,105].



а)



б)

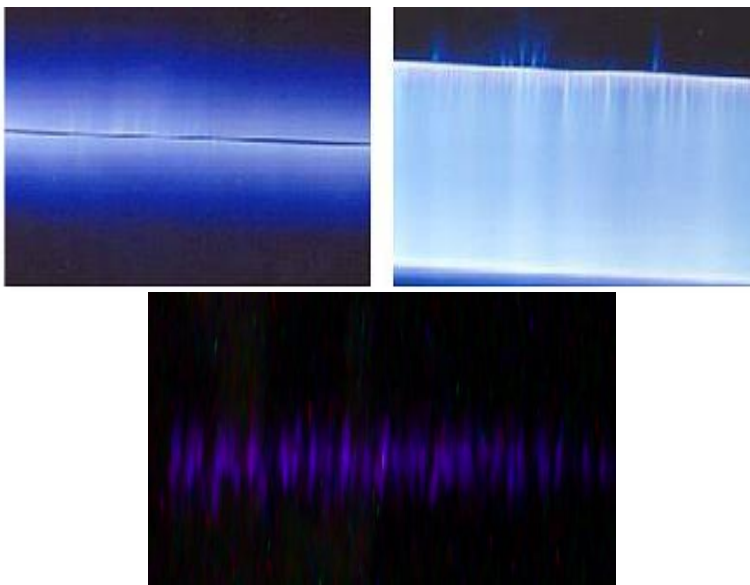
3.3-сурет. Жоғарғы кернеуге түрлендіруге арналған генератордың электрлік сұлбасы (а) мен фотосуреті (б)

Генератордың құрылысы өте қарапайым мұнда сыйымдылығы 0,1 мкФ К75 типтес жоғары вольтті үш конденсатор, КЦ201Е типтес жоғары вольтті екі диод және ТГМ 1020 УХЛ1-типтес жоғарлатқыш трансформатор қолданылды [90]. Сұлбаның жұмыс істеу қағидасы мынадай: тораптан келіп тұрған 220 В кернеуді жоғарлатқыш трансформатор көмегімен 10 кВ-қа ұлғайтып алып, жартылай

өткізгіш көпірлі сұлба арқылы кернеу тағы 2,17 - есе шамасына дейін көтеріледі.

$$U_{\text{озонатор}} = 2.17 * U_{\text{шығыс}} \quad (3.1)$$

Көтерілген кернеудің оң және теріс полюсті тәжіленуші электродқа келетін шамасы 21,7 кВ төңірегінде болады. Осы кезде озонатор ішіндегі электродтар арасында тәжі разряд пайда болады. Оның физикалық бейнесін төмендегі 3.4 - суреттен байқауға болады. Разрядтың бұл түрі тоқ көзінің қуаты, доғалық немесе солғын разрядты жалғастыруға жетпеген жағдайда пайда болады [88,89].



3.4-сурет. Тәжі разрядтың физикалық бейнесі [89].

Өрістің осындай жоғарғы кернеуінің әсерінен электродтар арасында азғантай электр тоғы пайда болып газ разряды жүреді. Ал тоқтың шамасы 10^{-6} - 10^{-3} А – ге тең [81].

Озонатордың шығысындағы озонның концентрациясын көп мөлшерде алу үшін электродтарға келетін кернеудің шамасы жоғары болғаны дұрыс [85].

3.2. Зерттеудің екінші кезеңі. Тәжірибелік зерттеу жұмысын жүргізу әдістемесі

Алға қойылған мақсаттарға жетуге байланысты, тәжірибелік жұмыстарды өткізу зерттемелеріне мыналар кіреді:

1. Қапшағай табиғи су қоймасынан су алынып жаңа үлгіде даярланған қондырғы арқылы залалсыздандыру үрдісі кезінде мынадай сынамалар нәтижесі қабылданды:

- негізгі көрсеткіштер оның ішінде органолептикалық, токсикологиялық(органикалық және бейорганикалық) және микробиологиялық көрсеткіштер (термотолерантты колиформды бактериялар, жалпы колиформды бактериялар және жалпы микробтық сан) бойынша залалсыздандыру тиімділігі;

- жаңа үлгіде даярланған озонатор жұмысының технологиялық параметрлері, оның ішінде қоймадағы табиғи суды залалсыздандыру жылдамдығы мен судың сапалық деңгейін зерттеу.

2. Электрлік тәжі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысында өтетін физикалық-химиялық үрдістерді игеру.

3. Қондырғының жұмысын толық тиімді технологиялық режимін орнату. Сонымен қатар залалсызданған судың құрамы бойынша санитарлық – химиялық, бактериологиялық көрсеткіштерін анықтау. Залалсызданған ауыз судың барлық параметрлері МЕСТ 2874-82 стандартқа және 3.02.002.04 жылы бекітілген санитарлық ережелер мен нормаларға сәйкес келтіру. Әрбір тәжірибе жүргізілген уақытта залалсызданған су құрамындағы негізгі көрсеткіштер, оның ішінде органикалық және бейорганикалық элементтер мен микробиологиялық көрсеткіштер тіркеліп отырылды.

Озон арқылы Қапшағай табиғи су қоймасындағы суды залалсыздандыру үрдісі кезінде әр түрлі тәсілдер қарастырылды. Мысалы ластанған су құрамына әр түрлі мөлшерде озон жіберу, суды залалсыздандыру уақыты және т.б. тәсілдер қолданылды. Озондалған судың толық сараптамасы Алматы қаласы РГКП

”Кардиология және іш аурулары” ғылыми зерттеу институтының зертханасында залалсызданған судың негізгі физикалық – химиялық қасиеті анықталды. Ал судың микробиологиялық құрамы Алматы қаласындағы МКК ”Бастау” өндірістік зертханада анықталды.

Жоғарыда айтылған зерттеу жұмыстарының нәтижесі толығымен қосымшада келтірілген. Тәжірибелік зерттеу жұмыстары жасалған кезде алынған нәтижелер әрдайым өңделіп, одан кейін барлық жұмысқа да қорытынды жасалынып отырылды.

3.2.1. Қапшағай табиғи су қоймасындағы судың химиялық және микробиологиялық құрамын зерттеу

Қапшағай су қоймасының ерекшелігі, суының құрамы жыл мезгіліне байланысты өзгеріп тұрады. Себебі қоймаға келіп құйатын алып өзендердің бірі қытай жерінен басталып яғни Тәңіртау - Хан-Тәңірінің қатпар-қатпар жартас қойнауларынан шығып, Текес, Күнес, Қас, Қорғас, Шарын, Шелек, Түрген, Қаскелең өзендері келіп құятын ұзындығы 2000 шақырымнан асатын Іле өзені екені белгілі. Осыған байланысты қоймада жиналған судағы микроорганизмдердің саны мен түрлері де өзгереді. Қоймадағы судың бактериялық ластануы, негізінен су құрамында органикалық, минералды заттар және микроорганизмдер бар лас, ағынды сулардың түсуінен болады. Жалпы Қапшағай су қоймасының географиялық орналасу картасы төмендегі 3.5 – ші суретте көрсетілген. Санитарлық микробиология тұрғысынан алғанда, су сапасын бағалау оның санитарлық – эпидемиологиялық қауіптілігін немесе адам денсаулығына қауіпсіздігін анықтау үшін жүргізіледі [121,123].

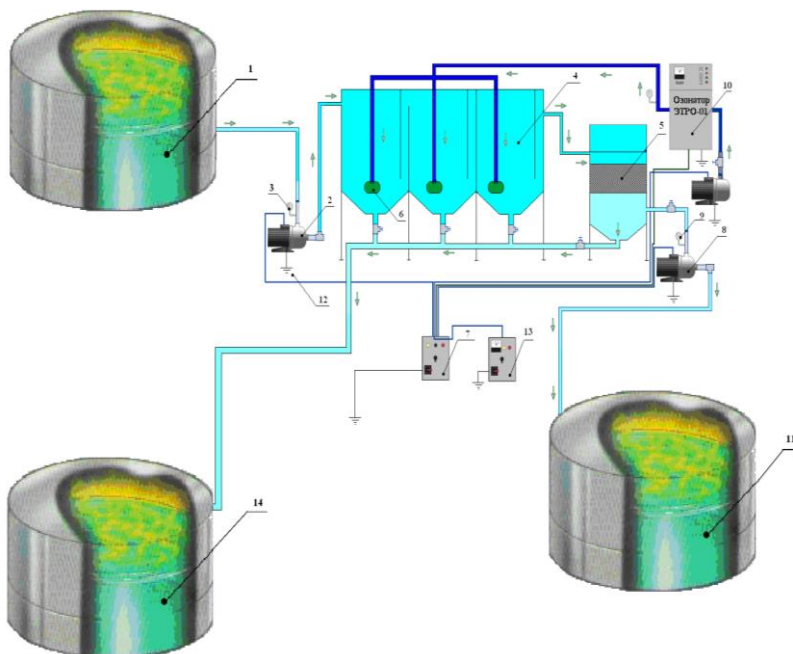
Қоймадағы судың органикалық құрамы биологиялық үрдістер нәтижесінде топырақтан шайылып, жергілікті қоқыстар мен өндірістік орындардан жуылып келген химиялық қосылыстар арқылы толығыады [65].

Қоймадағы судың химиялық құрамы тұрақты емес. Онда әрдайым тотығу, тотықсыздану, ауыр әрі ірі бөлшектердің тұнуы және судың өздігінен тазаруына әкелетін биохимиялық үрдістер болып тұрады. Ал судың сапасын бағалаудың негізгі критерийлеріне физикалық, химиялық, бактериологиялық және биологиялық көрсеткіштер жатады [5,13].

Химиялық көрсеткіші әртүрлі ертінді заттардан құралады. Пайдалануға қажетті суды бағалаған кезде төмендегідей химиялық қасиеттері қарастырылады. Оған құрғақ қалдық, кермектілік, белсенді реакция, құрамында темірдің, мыстың, марганецтің, кремний қосылыстарының, хлоридтердің, сульфаттардың, фтордың, иодтың және т. б. Жатады [77].

Қоймадағы судың сапасын арттыру жұмыстарын зерттеу үшін технологиялық сұлба қарастырылды (3.6 - сурет). Оның негізгі ерекшелігі судағы шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін бактерияларды жою мен әртүрлі химиялық ертінділерден тазарту жұмыстары қарастырылды. Яғни озон арқылы залалсыздандыру және тотықтыру жұмыстары мен қатар активті көмірден жасалған сүзгіштен өткізу жұмыстары жүргізілді [91,92].

Ғылыми зерттеу жұмысы бойынша Қапшағай су қоймасынан су алынып арнайы Алматы қаласындағы «Бастау» ЕМКК химиялық-бактериологиялық зертханасында бастапқы суға зертханалық сараптама жасалды. Жасалған сараптама жұмыстарының нәтижесі бойынша судың құрамынан шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін микробактериялар мен ауыр металдар кездесті. Анықталған микробиологиялық көрсеткіштердің екі түрі анықталды: суда кездесетін жалпы микробтар саны мен *Coli* тобындағы бактериялардың саны анықталды, олар термотолерантты колиформды бактериялар, жалпы колиформды бактериялар мен 1 дм³ коли-индекс. Сараптама жұмысының нәтижелерін төмендегі 3.2 - ші, 3.3 - шы және 3.4 – ші кестелерде келтірілген.



Мұндағы: 1 - бастапқы су жинайтын резервуар , 2, 8 – су соратын сорғы, 3, 9 – су шығының өлшейтін аспап, 4 – озондалатын судың резервуары, 5 – активті көмір сүзгісі, 6 – барбатер, 7 - автоматты басқару бөлігі, 10 – озонатор, 11 – таза су жиналатын резервуар, 12 – жерлеме, 13 – жиілік түрлендіргіш, 14 – қалдық су жиналатын резервуар,

3.6-сурет. Қоймадағы суды озон технологиясы арқылы залалсыздандырудың технологиялық сұлбасы [120]

3.2-кесте. Қапшағай су қоймасынан алынған озондалмаған бастапқы судың химиялық және микробиологиялық құрамы [121,123].

Көрсеткіштер	Нормативтер артық емес (ШРК)	Күз мезгілінде алынған судың құрамы	Қыс мезгілінде алынған судың құрамы
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	4,13	4,58
Түсі, градус	20,0	5	5
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	0	0
Сутектік көрсеткіш, рН	6,0-9,0	8,22	8,22
Перманганатты тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	2,14	2,1
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	0,85	0,8
Мыс, мг/дм ³	1,0	1,25	1,3
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	3,5	2,9
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02	0,02
Жалпы кермектік, моль/м ³	7,0	4,2	4,2
Жалпы темір. мг/дм ³	0,3	0,85	0,8
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	48,4	48,3
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	311,5	313,6
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,31	0,30
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	22,1	22,1
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	12727	59
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	400	59
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	0	1

3.3-кесте. Залалсызданған судың толық химиялық және микробиологиялық құрамы [121,123].

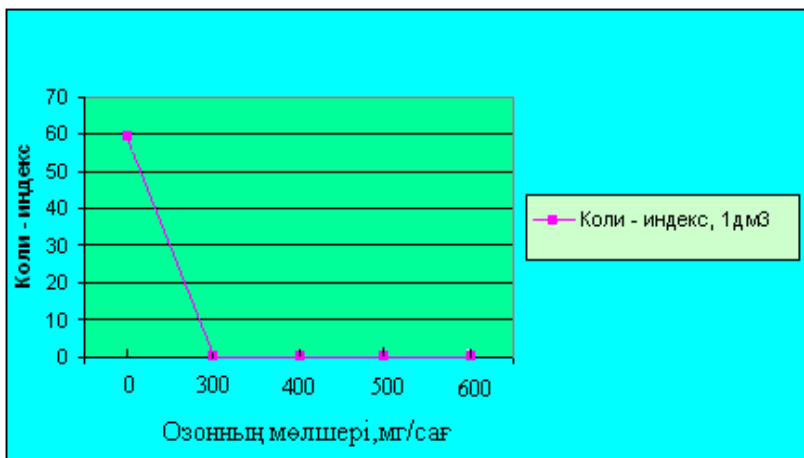
Көрсеткіштер	Норматив-тер артық емес (ШРК)	Күз мезгілінде залалсызданған судың құрамы (озонның мөлшері 600мг)	Қыс мезгілінде залалсызданған судың құрамы (озонның мөлшері 600мг)	Озондалып сүзгіден Өткен судың химиялық құрамы
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	1,90	1,81	1,57
Түсі, градус	20,0	2,1	2	2
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	0	0	0
Сутектік көрсеткіш, рН	6,0-9,0	8,3	8,10	6,02
Перманганатты тотығуы, мгО ₂ /дм ³	5,0	3,0	3,0	2,5
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	1,5	1,19	1,14
Мыс, мг/дм ³	1,0	0,033	0,04	0,03
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	3,1	3,6	3,4
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,01	0,01	0,01
Жалпы керметтік, моль/м ³	7,0	3,9	3,6	3,6
Жалпы темір. мг/дм ³	0,3	0,04	0,03	0,03
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	37,5	38,7	37,2
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	310,1	300,3	209,0
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,35	0,25	0,20
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	45,2	46,4	17,9
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	0	0	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	0	0	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	0	0	0

Ескерту - су құрамында кездескен шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін химиялық және микробиологиялық заттектер.

3.4-кесте. Әр түрлі мөлшердегі озон арқылы залалсызданған судың химиялық және микробиологиялық құрамы (қыс мезгілі) [121,123].

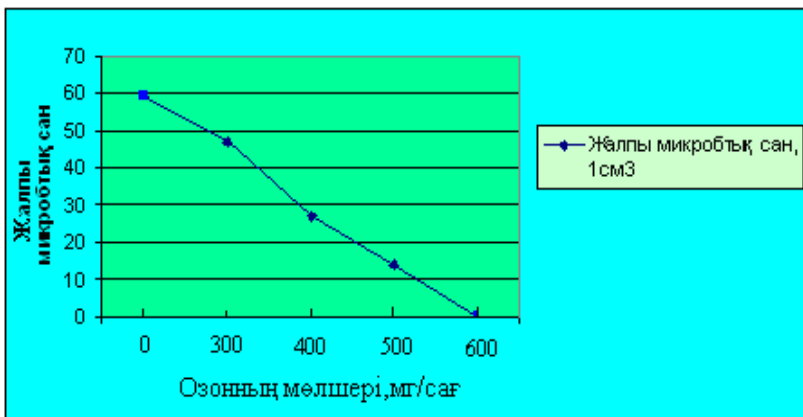
Көрсеткіштер	Нормативтер артық емес (ШРК)	Бастапқы судың құрамы	Озонның мөлшері 300мг	Озонның мөлшері 400мг	Озонның мөлшері 500мг	Озонның мөлшері 600мг
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	4,58	3,49	2,35	2,30	1,81
Түсі, градус	20,0	5	5	4	3	2
Иісі 20°C (балл)	2	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Сутектік көрсеткіші, рН	6,0-9,0	8,22	8,23	8,25	8,22	8,10
Перман. тотығуы, мгО ₂ /дм ³	5,0	2,1	2	2,5	2,6	3,0
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	2,9	0,81	0,85	0,96	1,19
Мыс, мг/дм ³	1,0	1,3	0,05	0,04	0,04	0,04
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	4,2	3,0	3,0	3,2	3,6
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Жалпы керметтік, моль/м ³	7,0	0,13	3,7	3,7	3,6	3,6
Жалпы темір, мг/дм ³	0,3	0,8	0,03	0,03	0,03	0,03
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	48,3	46,4	44,4	40,2	38,7
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	313,6	311,4	309,8	305,1	300,3
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,30	0,3	0,3	0,27	0,25
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	22,1	24,5	24,5	24,8	46,4
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	59	0	0	0	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	59	47	27	14	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	1	1,0	0	0	0

Бұл жоғарыда келтірілген кестеде Қапшағай табиғи су қоймасында кездескен микробиологиялық бактерияларды толығымен залалсыздандыру үшін 1 м^3 суға 600 мг озон қажет екені анықталды. Ғылыми зерттеу жұмысы Алматы қаласындағы «Бастау» ЕМКК химиялық-бактериологиялық зертханасында жасалды. Жасалған ғылыми зерттеу жұмыстардың нәтижесі бойынша су құрамында шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін микробактериялар мен ауыр металдар кездесті. Ал суды озондаған кезде жалпы суда кездескен микробактериялар толығымен жойылғанын байқауға болады (3.7, 3.8, 3.9-сурет).

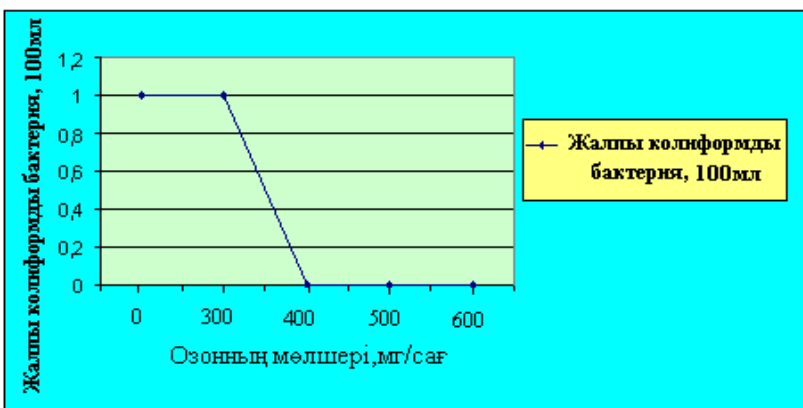


3.7-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судағы
Коли – индекстің өзгеруі

Ауыр металдар тотығып тұнбаға түскенің жоғарыдағы кестелерден байқауға болады. Залалсызданған судың сапалық деңгейі артып, жоғарыда келтірілген 2874-82 «Сапалы ауыз су» - мемлекет бекіткен стандартқа сәйкес келді. Негізінде озонның мөлшері судың сапасына байланысты жіберіледі. Озонды суға жіберген кезде негізгі екі үрдіс жүреді - тотығу және дезинфекция. Сонымен қатар су еріген оттегімен біраз қанығады.

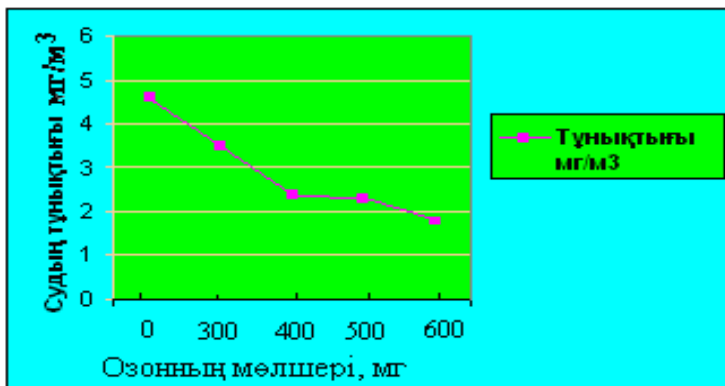


3.8-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судағы жалпы микробтардың санының өзгеруі



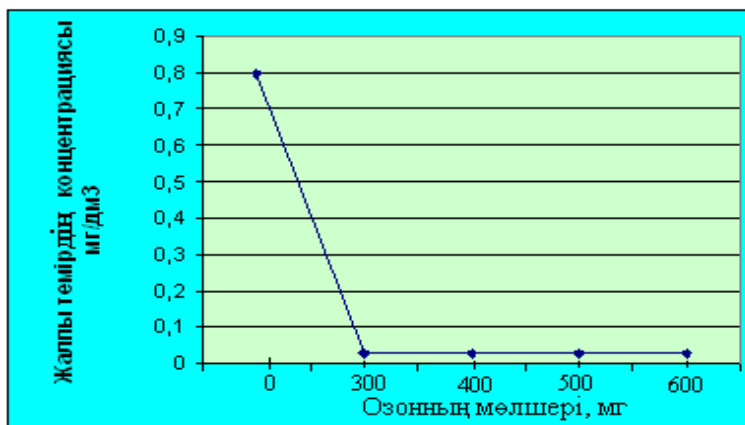
3.9-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судағы жалпы колиформды бактериялардың өзгеруі

Су құрамында кездесетін химиялық заттектер тікелей тотығады. Тікелей тотығу реакциясы кезінде гидроксидтер түрінде тұндырылатын немесе диоксидтер мен перманганаттарға айналдырылатын кейбір органикалық және минералды заттар (Fe^{2+} , Cu^{2+} және Mn^{2+} т.с.с.) тотығады.

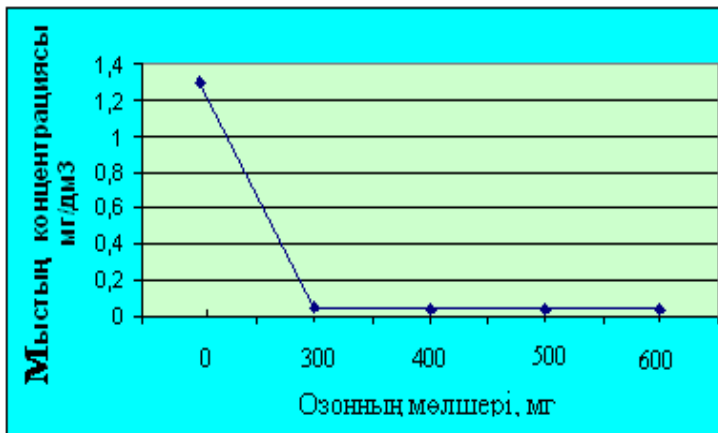


3.10-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судың тұнықтығының өзгеруі

Су құрамындағы шекті рұқсат етілген концентрацияға сай келмейтін органикалық және минералды заттардың әр түрлі озонның мөлшері кезінде тотығу және залалсыздану көрсеткіштерін төмендегі суреттерден байқауға болады (3.11 және 3.12-суреттер).



3.11-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судағы жалпы темірдің концентрациясының өзгеруі



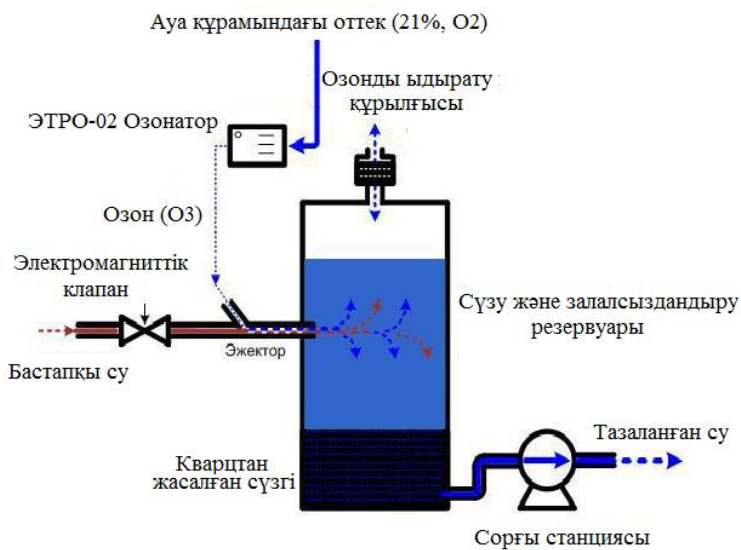
3.12-сурет. Озонның мөлшеріне байланысты судағы мыстың концентрациясының өзгеруі

3.2.2. ЭТРО-02 озонатор қондырғысы арқылы Қоймадағы суды залалсыздандырып, тазалау тиімділігі

ҚР «Ақ бұлақ» бағдарламасына негіздеп, Электротехника кафедрасы арнайы ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізе бастады. Зерттеу жұмысының мақсаты жаз мезгілінде тәжірибелік оқу үдерісі жүргізілетін Қапшағай қоймасының жағалауында орналасқан ҚазҰТЗУ полигонын сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету. Себебі полигонда ауыз су болмағандықтан оқырмандар мен қызметкерлер тасымалданған суды қолдануға мәжбүр. Осы мәселені түбегейлі шешу үшін кафедрада арнайы заманауи инновациялық технологияға бағыттап, жаңа үлгідегі электрлік тәжі разрядка негізделген ЭТРО-02 озонатор қондырғысы даярланды. Озонатордың жалпы бейнесі төмендегі 3.13-суретте көрсетілген.



а) жалпы бейнесі



б) Суды залалсыздандырудың құрылымдық сұлбасы

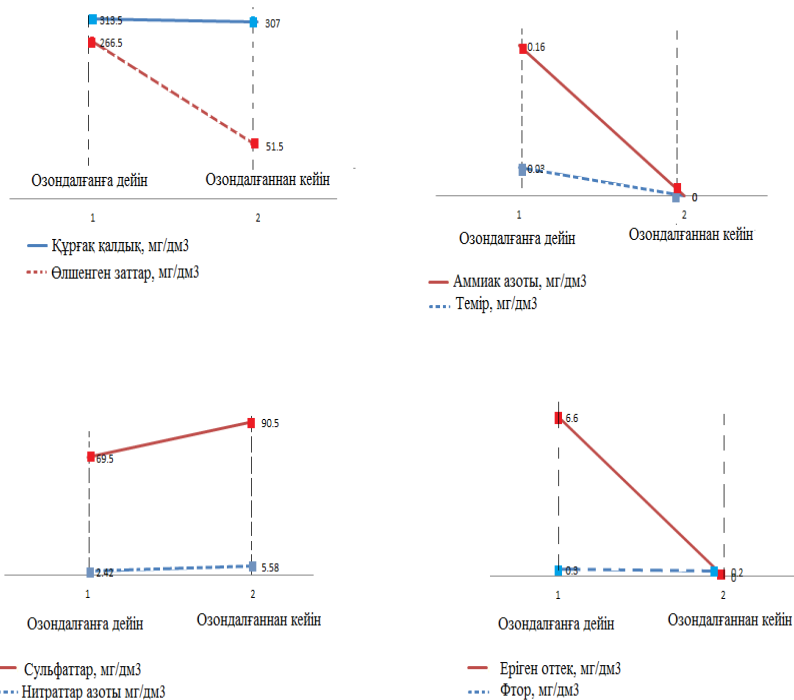
3.13-сурет. ЭТРО-02 жаңа үлгідегі озонатор қондырғысы

Жоғарыдағы 1-суретте көрсетілген инновациялық технологияға негізделіп жасалған заманауи озонатор ЭТРО-02 қондырғысы арқылы Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ полигонын сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету үшін арнайы ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу нәтижелері төменде көрсетілген [3.5 кесте, 3.14 сурет].

3.5-кесте. Судың химиялық құрамы бойынша сараптама нәтижелері

Көрсеткіштердің атауы	Нормативтік көрсеткіштері	Сараптама нәтижесі, озонның мөлшері 4г/м ³		Зерттеу әдісіне қолданылған НҚ
		Озондалғанға дейін	Озондалғаннан кейін	
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000 аспауы керек	313,5	307	МЕСТ 18164-72
Аммиак азоты, мг/дм ³	2,0 аспауы керек	0,16	жойылды	МЕСТ 4192-82
Нитраттар азоты, мг/дм ³	45 аспауы керек	2,42	5,58	МЕСТ 6709-72
Сульфаттар мг/дм ³	500 аспауы керек	69,5	90,5	МЕСТ 6709-72
Темір, мг/дм ³	0,3-1,0 аспауы керек	0,03	жойылды	МЕСТ 4011-72
Фтор, мг/дм ³	1,2 аспауы керек	0,30	0,20	МЕСТ 4386-86
Еріген оттек, мг/дм ³	4 аспауы керек	6,6	жойылды	-
Өлшенген заттар, мг/дм ³	-	266,5	51,5	-

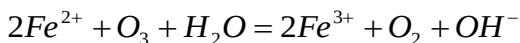
Сараптама нәтижелері

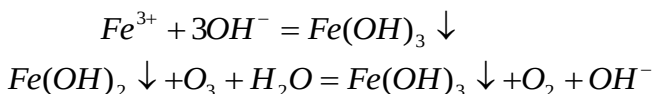


3.14-сурет. Тәжірибелік зерттеу нәтижелері

Жоғарыдағы 3.14 суретпен, 3.5 кестеде қарастырылған кейбір су құрамында кездескен улы химиялық заттар озонмен байланысқа түсіп тотығу үдерісі жүрді. Тотығу үдерісін төмендегі байланыстардан байқауға болады:

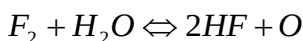
Темір (Fe). Тәжірибелік зерттеу жұмыстары кезінде судағы pH - тың көрсеткіші 8,3 болғанда, әлсіз негіздік ортада 1 м³ суға жіберген озонның мөлшері 4 г/м³ кезінде су құрамында темірдің мөлшері 0,03 мг/дм³-ден 0 - мг/л-ге азайып тотығады (яғни жойылып кеткен).



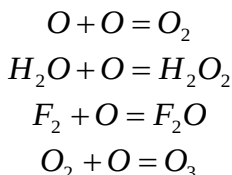


Осылай темірдің тұнбалануынан судағы темірдің мөлшері 0,03 мг/дм³ – ден 0-ге төмендеген [2 бөлім 2.24, 2.25, 2.26 реакциялар бойынша].

Фтор. Фтордың сумен реакцияға түсуі де басқа гологендерден өзгеше:

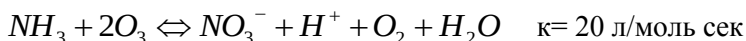


Теңдіктің оң жағындағы бөлініп шыққан атомдалған оттеқ қосымша бірнеше қатарласып жүретін реакциялар туғызады [2 бөлімде толықтай келтірілген].



Сонымен қатар су құрамында кездесетін фтор иондарының озон мен байланысу үдерісінің әсерінен ол бірнеше есеге азайған [орыс химигі ғалым А.П.Бородиннің зерттеу жұмыстарында толығымен келтірілген].

Аммиак. Аммиак су құрамында озонмен келесідей байланысқа түсіп тотығады:



Осының әсерінен су құрамында кездескен аммиак мөлшері жойылып кеткен.

Сол сияқты су құрамындағы басқа да химиялық улы қосылыстар озонмен байланысқа түсіп жойылған. Себебі озон табиғатта кездесетін өте жылдам әрі күшті тотықтырғыштардың бірі.

Зерттеудің нәтижесі. Қоймадағы ластанған табиғи суды озон технологиясы арқылы залалсыздандыру жұмыстарын жүргізу үшін Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Электротехника» кафедрасында шағын жаңа үлгідегі озонатор қондырғысы жасалды. Қондырғыны тәжірибелік сынақтан өткізу үшін Қапшағай су қоймасынан су алынып озондау жұмысын жүргізу кезінде келесідей нәтижелер анықталды:

- су құрамында кездесетін микробиологиялық көрсеткіштер, оның ішінде, термотолерантты колиформды бактериялар, жалпы колиформды бактериялар мен жалпы су құрамында кездесетін микробтардың толығымен жойылып кетуі;

- су құрамындағы органолептикалық көрсеткіштер судың иісі, дәмі, тұнықтығы және кейбір ауыр металдар (жалпы темір мен мыс) тотығып, тұнбаға немесе басқа бір химиялық қосылысқа өзгергені анықталды;

- су құрамында кездесетін токсикологиялық көрсеткіштер, яғни бейорганикалық қосылыстар нитраттар, нитриттер, фтор және т.б улылық көрсеткіші жоғары бейорганикалық қосылыстардың азайғаны байқалды;

- су құрамында кездесетін токсикологиялық көрсеткіштер оның ішінде органикалық қосылыстардың азайғаны байқалды.

Жоғарыда келтірілген зерттеу жұмыстары тікелей жаңа үлгіде жасалған электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы арқылы жасалды. Зерттеу жұмыстары 2007-2010 жылдар ағымында жүргізіліп, қондырғының негізгі технологиялық көрсеткіштері анықталды.

3.2.3 Жоғарғы жиілікті тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы арқылы ауыз суды залалсыздандыру

Жоғары вольтты генераторлардың көмегімен көптеген қызықты тәжірибелер мен зерттеулер жүргізуге болады. Мұндай

кернеуді алудың ең қарапайым тәсілі қарапайым кернеу еселегіш сұлбаларды қолдануға болады.

Кернеу еселегіш сұлбасы бұл кернеу деңгейін жоғарылату бағытында, түрлендіретін арнайы сұлбалар. Мұндай сұлбалар әдетте екі функцияны біріктіреді. Біріншіден кернеуді түзетеді ал екіншіден оны еселеп көбейтеді. Мұндай сұлбаларға қосымша күшейткіш трансформатордың болуы қажет емес. Себебі жоғарлатқыш трансформатор құрылыс мен жұмыс істеу принципі өте күрделі. Сонымен қатар тәжіленуші электродқа қажетті кернеу беру қыйынырақ болады. Сондықтан кернеуді еселеп ұлғайтқыш сұлбаларын қолданған дұрыс.

Кернеу ұлғайтқыш сұлбалары әдетте сыйымдылықты жүктемеде жұмыс істейді. Мұндай түзеткіштердің ерекшелігі кез келген сұлба бойындағы тармақтарында, яғни екі түйін арасындаға кернеуді қолдануға болады. Жартылай өткізгіш элементтер арқылы кернеуді қажетті деңгейге көтеруге болады. Ғылыми зерттеу жұмысы барысында осындай кернеу ұлғайтқыш сұлбаларын зерттей отырып, тәжі разрядқа негізделген жоғарғы жиілікт озонатор қондырғысын құрастырдық. Озонатор қондырғысы арқылы әртүрлі ауыз суды залалсыздандырып, тазалау жұмыстары жүргізілді. Себебі елімізде өзен суларын ауыз су көзі ретінде пайдалану мәселесі өте маңызды болып табылады.

Сумен жабдықтау көздерінің қарқынды ластануы және ауыз судың сапасына қойылатын талаптардың артуына байланысты, қазіргі уақытта суды антропогендік текті органикалық ластанулардан тазартудың ең тиімді тәсілдерінің бірі суды озондау болып табылады [51,52].

Су мен ауаны дезинфекциялау кезінде жоғарғы жиілікті электрлі тәжі разрядқа негізделген озонаторды пайдалансақ (басқа тәсілдерге қарағанда) тиімді нәтижелерге қол жеткізуге болады. Озонмен зарарсыздандыру басқа да препараттарға қарағанда көп есе тиімді және тезірек әрекет ете алады. Бұдан басқа, озон кеңістіктегі заттардың құрылымын өзгертпей, микроорганизмдерді, сондай-ақ түрлі иістерді жояды [60,61].

Озонды өндіруге қарапайым ауаны пайдаланамыз, озондау процесінде озон қалдықтары қайтадан оттегіге айналады. Бұл озондау тәсілінің тағы бір артықшылығын көрсетеді. Қазіргі әлемде экологиялық фактор зарарсыздандыру құралдарын таңдауда шешуші болып келеді, сондықтан экологияға зиян келтірмеу озонаторларды ауа мен суды дезинфекциялау үшін неғұрлым қолайлы етеді. Озондаудың тағы бір артықшылығы - озонатордың жұмыс істеу барысында ешқандай қалдық болмайды [54].

Озонаторлардың әртүрлі түрлері қоршаған ауадан немесе оттегіден озон алуға мүмкіндік береді. Бұл міндетті бірнеше жолмен жүзеге асыруға болады:

- Тұрақты электр разрядтары кезінде озон алу:
 - тыныш разряд;
 - тосқауыл разряды (барьерный);
 - доғалы разряд;
 - тәждік разряд (коронный разряд).
- Ультракүлгін сәуле шығару кезінде озон алу
- Химиялық реакциялар арқылы озон алу.

Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында, еліміздің су шаруашылық мекемелеріне озон технологиясын енгізу жұмыстары қажет екенін байқадық. Себебі ел ордамыз Нұр-Сұлтан қаласындағы ауыз судын сапасы айтарлықтай жақсы емес. Яғни кейбір су құрамындағы химиялық, биологиялық компоненттер ауыз су сапалық деңгейіне лайықты емес. Мысалы жыл сайын Астана тұрғындарының әлеуметтік желілерінде ағын судың, батпақтың, жердің және тіпті шаңның иісі бар екендігі туралы пікірлер пайда болады. Су қоймасындағы микробалдырлардың қарқынды дамуы ауыз суға балдыр иісін келтіруде. Қазіргі уақытта "Астана Су Арнасында" тексеру жүргізіліп жатқаны белгілі. Осындай мәселелерді шешу үшін арнай кафедрада электрлі тәжі разрядқа негізделген жоғарғы жиілікті озонатор қондырғысын құрастырып, зерттеу

жұмыстарын жүргізе бастадық (3.15 сурет. Астан Су Арнасы. Сүзгі сорғы станциясы 2015ж).

Химиялық және биологиялық құрамы МЕСТ2874-82 ауыз су сапалық көрсеткішіне сай келмейтін қоймадағы суды залалсыздандырып, тазалау үшін арнайы жоғарғы жиілікті электрлі тәжі разрядка негізделген озонатор қондырғысы Қ.И. Сатпаев атындағы ҚазҰТЗУ дын ЭТжәнеКТ кафедрасында құрастырылып жыйналды (3.16 сурет).



3.15-сурет. “Астана Су Арнасы” Электрлі тәжі разрядка негізделген озонатор қондырғысы арқылы ауыз суды залалсыздандыру тәжірибе жұмыстары



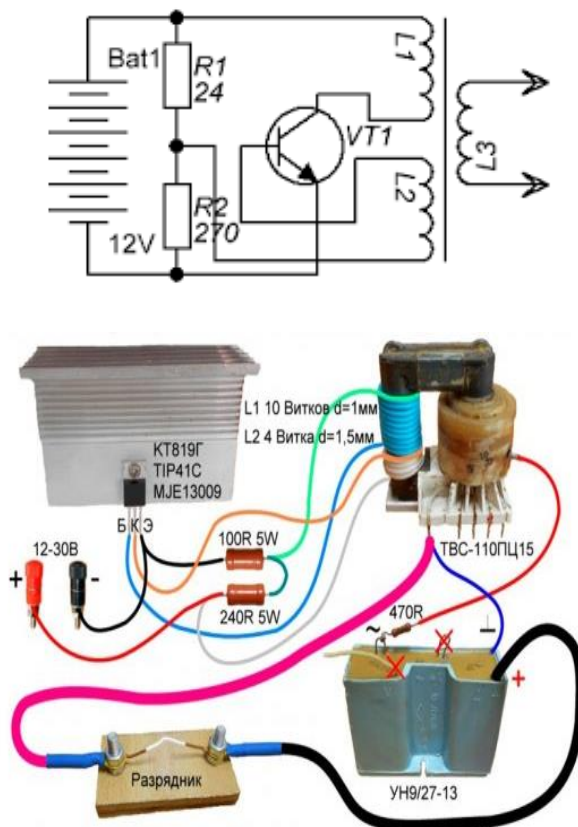
а) Генератор



б) электрод айналасында пайда болған тәжі разрядтын

3.16-сурет. Жоғарғы жиілікті озонатор
қондырғысының генераторы

Кез келген озонатор негізгі екі бөліктен тұрады: озон генераторынан және электр қуатын беретін көзден тұрады. Жоғары жиілікті, әрі жоғарғы вольтты генератор көмегімен тәжірибелер мен зерттеулер жүргізуге болады. Мұндай кернеуді алудың ең қарапайым тәсілі жоғары вольтты генератор тізбегі төмендегі суретте көрсетілген (3.17-сурет).



3.17-сурет. Жоғарғы жиіліктегі озонатор кондырғысының электрлік сұлбасы

Қондырғыны сынақтан өткізу үшін арнайы “Астана Су Арнасынан” су алынып зерттеу жұмыстары жүргізілді. Су құрамында әр түрлі стандартқа сай келмейтін органикалық, бейорганикалық және басқада микробиологиялық заттар кездесті. Осындай химиялық улы заттарды тотықтырып, тазалау үшін арнайы Электротехника кафедрасында шағын озонатор кондырғысын құрастырдық (3.18 Сурет).



“Астана Су Арнасы” Астана қаласы 2015ж.

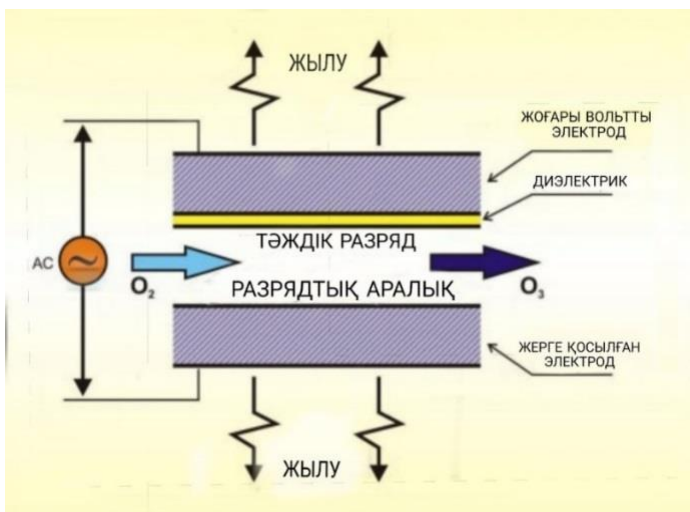
3.18-сурет. Шағын жоғарғы жиілікті электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы сынақтан өткізу зертханасы

Суды залалсыздандыру үрдісі кезінде озонатордың тиімділігін байқауға болады (3.18-сурет, 3.6-кесте). Бұл кестеде озондалғанға дейінгі және озондалғаннан кейінгі судың химиялық және микробиологиялық сапасын байқауға болады.

Тәжі разрядтын жалпы бейнесі тәжірибе жұмыстарын жүргізу кезінде байқалды. Ол екі электрод арасында жоғарғы кернеу түскен кезде электрод ұштығында пайда болады (3.16 б - сурет). Жалпы қондырғының жұмыс істеу қағидасын мына төмендегі суреттен байқауға болады (3.19-сурет).

3.6-кесте. Озонатор арқылы залалсыздандырып, тазаланған судын нәтижесі

Керсеткіштер	Нормативтер артық емес (ШРК)	Бастапқы судың құрамы	Озонның мөлшері 300мг	Озонның мөлшері 400мг	Озонның мөлшері 500мг	Озонның мөлшері 600мг
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	4,58	3,49	2,35	2,30	1,81
Түсі, градус	20,0	5	5	4	3	2
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Сутектік көрсеткіші, рН	6,0-9,0	8,22	8,23	8,25	8,22	8,10
Перман. тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	2,1	2	2,5	2,6	3,0
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	2,9	0,81	0,85	0,96	1,19
Мыс, мг/дм ³	1,0	1,3	0,05	0,04	0,04	0,04
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	4,2	3,0	3,0	3,2	3,6
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Жалпы кермектік, моль/м ³	7,0	0,13	3,7	3,7	3,6	3,6
Жалпы темір, мг/дм ³	0,3	0,8	0,03	0,03	0,03	0,03
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	48,3	46,4	44,4	40,2	38,7
Құрақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	313,6	311,4	309,8	305,1	300,3
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,30	0,3	0,3	0,27	0,25
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	22,1	24,5	24,5	24,8	46,4
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	59	0	0	0	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	59	47	27	14	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы қарек	1	1,0	0	0	0



3.19-сурет. Жоғарғы жиілікті озонатор қондырғысының құрылысы

Тәжі разрядқа негізделген озонаторлардың артықшылығы бірінші кезекте конструкцияның қарапайымдылығы және "разрядтық аралықтың" шектелмеуі болып табылады. Жоғарғы жиілікті тәжі разрядқа негізделген озонатордың артықшылықтары:

- ✓ диэлектрлік кедергілердің болмауына байланысты жоғары сенімділік;
- ✓ төмен аэродинамикалық кедергі, өйткені электродтық қашықтық 8-10 мм құрайды;
- ✓ озон алу кезінде пайдаланылатын ауаның ылғалдылығына әлсіз тәуелділігі;
- ✓ пайдаланылатын ауаны алдын ала дайындау талап етілмейді;
- ✓ кедергі (тосқауыл) разрядының озонаторымен салыстырғанда қуат шығыны төмен және өнімділігі жоғары.

Зерттеу жұмысы бойынша шетелдік және отандық озонаторлардың жұмыс істеу принципі мен экономикалық тиімділігін талқылайық

3.7-кесте. Шетелдік озонаторлардың техникалық сипаттамасы

Озонатор түрі	Өндіруші	Өнімділігі, г/сағ	Кернеу, кВ	Қуаты, кВт	Энергия шығыны
Озонатор (эмаль)	Пат. №40160, АҚШ	450	6	0,99	410
Озонатор (эмаль)	МГУ, Россия	480	7	2,6	190
ОП-121	Зд Курган-Химмаш	1600	16	22	45
ОПЧ-61	Дзержинский ГЗИ-Химмаш	5000	12	90	78

Кестеде көріп отырғанымыздай, өнімділігі артқан сайын оған кететін қуат шығыны да арта түседі. Осыған қарай отырып, біздің міндетіміз қондырғыны дайындағанда өнімділіктің жоғарлығы, қуат шығынын аздығы, құрылысы қарапайым әрі ынғайлы болу керек екеніне мән беруіміз қажет [45,46].

Жүз жылдан астам уақыт дәстүрлі барботаж тәсілі бойынша суды озондаудың теориялық аспектісі әзірленіп келеді. Ол әртүрлі деңгейде өтетін процестерді қамтиды: атап айтқанда молекулалық, кіші көлемде, физикалық-химиялық әсер ететін аппараттардың жұмыс аймақтарында. Барботаждық әдістің негізгі кемшіліктері тазалау ұзақтығы және озонның үлкен шығыны болып табылады [53].

Суға әсер ететін озонның қандай да бір шығынын есептеу және судың құрамына қарай осы әрекеттің шарттарын анықтау қажет екенін айта кетуге болады. Озондаудың экономикалық жағын қарау кезінде бірінші кезекте озонның қандай да бір мөлшерін талап ететін судың сапасына көңіл аудару қажет. Бүкіл әлемде озондау жүйесінің келесі жиынтығы қабылданған: контактілі камера, компрессиялық жабдықтар, ауаны тазарту және кептіру агрегаттары, озонатор және озон деструктор [57].

Қазіргі қолданылып жүрген озонаторлардың көлемі өте үлкен және олар дербес қондырғылар болып табылады. Басқа елдердегі тәжірибеден дәлелденгендей Қазақстандағы өзен суларын озондау арқылы тазалау ел тұрғындарын таза ауыз сумен қамтамасыз етуде мол мүмкіндіктер береді.

Су тазалаудың басқа тәсілдеріне қарағанда, озонмен зарарсыздандыру көп есе тиімді және тезірек әрекет ете алады. Озондау әдісін пайдаланудың артықшылықтары:

- микроорганизмдер мен бактериялық ластанған суды тиімді зарарсыздандыру;
- антропогендік ластанудан суды тиімді тазарту;
- қоршаған ортаға залал келтірмейтін қауіпсіз және экологиялық технология;

Тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы арқылы кез келген табиғи ауыз суды залалсыздандырып, тазалауға болады. Тәжірибелік қондырғы мен зертханада жүргізілген ғылыми зерттеу жұмыстың нәтижесін келесідей тұжырымдауға болады:

1. “*Вячеслав су қоймасы*” жер үсті суын залалсыздандыру үшін озондау үрдісі қарапайым және сенімді болып табылады;

2. Зертханалық сараптаманың барлық көрсеткіштері бойынша Вячеслав жер үсті суы ҚР 3.01.067-97 жылғы «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау» СанЕж/еН талабына толықтай жауап береді. Бірақ бұл судың химиялық құрамы күрделі ауыр металдар (темір Fe^{+2} , Fe^{+3} мен мыстың Cu^{+2}) иондарының мөлшері ШРК-дан жоғары екендігі байқалады. Сонымен қатар бастапқы су құрамында 1дм^3 – судың құрамынан 59 - дан 12727 - ге дейін Коли-индекс, 1см^3 – судың құрамында кездескен жалпы микробтардың саны 59 - дан 400 - ге дейін және 100 мл-ден 1 - жалпы колиформды бактериялар табылды.

3. Ауыз суының тазалық сенімділігін арттыру үшін *Вячеслав су қоймасынан* шыққан жер үсті суын ҚР 3.01.067-97 жылғы «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау» СанЕж/еН талабына сай дайындау қажет.

4. *Вячеслав су қоймасындағы* жер үсті суын залалсыздандыру және тазалау үрдісі тәжірибелі-зерттеу технологиялармен негізделді;

5. Вячеслав жер үсті суын залалсыздандырып тазалау жолының ұтымды технологиясы жасалынып, ұсынылды; ұсынылған технология техника-экономикалық тұрғыдан анықталынды.

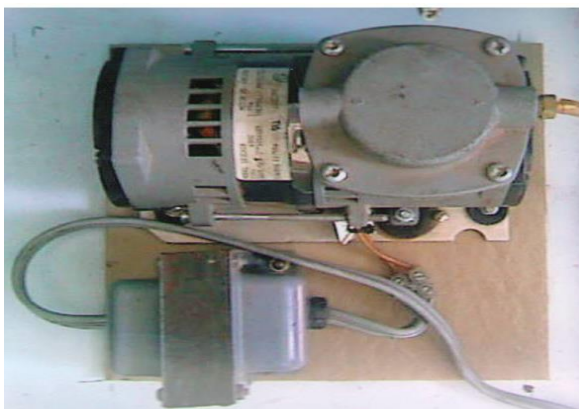
4. ЭЛЕКТР РАЗРЯДЫ КӨМЕГІМЕН ТАБИҒИ СУДЫ ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРЫП, ТАЗАЛАУ ҮРДІСІН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ

4.1. Озонатор қорабындағы қысымды автоматты реттеу

Озонатор шықпасындағы озонның концентрациясын ұлғайтудың бірден – бір әдісі қорабдағы қысымды реттеу. Себебі тәжі разряд бойынан өтетін ауа құрамындағы оттег $[O_2]$ молекуласының жылдамдығын ұлғайтқан сайын озонатор шығысындағы озонның концентрациясы ұлғайатыны белгілі. Ол үшін 4.1-ші фотосуреттегі компрессор қозғалтқышының айналу жылдамдығын өзгертуге тура келеді. Компрессордың қозғалтқышы асинхронды қозғалтқыш болғандықтан оның роторының айналу жылдамдығын келесі 4.1-ші теңдік бойынша анықтауға болады.

4.1-кесте. Компрессордың техникалық сипаттамасы [102,103].

№	Компрессордың типі	Қоректенетін кернеу көзі, В	Тораптың жиілігі, Гц	Тұтынатын қуаты Вт	Өнімділігі л/мин
1	АСО-004	~220	50	58	11666,7



4.1-сурет. Қондырғыдағы компрессордың фотосуреті

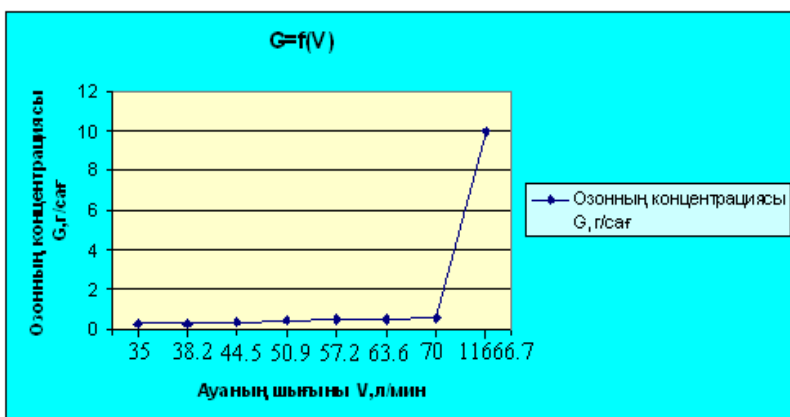
$$n = n_1(1-s) = \frac{60 f_1(1-s)}{p}, \quad (4.1)$$

Ал 4.1 – ші теңдіктегі n_1 (айн/мин) – айналу жиілігі келесі өрнек бойынша анықталады:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}, \quad (4.2)$$

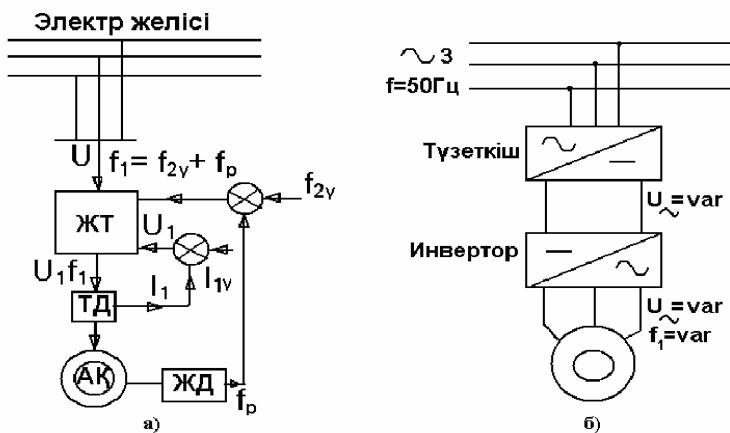
4.2-ші теңдіктегі роторының айналу жылдамдығын (n) мынадай үш тәсілмен өзгертуге болады; f — айнымалы ток жиілігі (Гц), p — полюстер жұбының саны, тораптан келіп тұрған кернеуді (V) реттеу арқылы.

Тәжірибе барысында озонатор шықпасындағы озонның концентрациясын ұлғайту үшін, озонатор қорабындағы атмосфералық қысымды реттеу мәселесін қарастыру қажет. Қозғалтқыш роторының айналу жылдамдығын реттеу үшін арнайы жиілік түрлендіргіш қолданылды. Жиілік түрлендіргіш арқылы қозғалтқыштың айналу жиілігін жайлап жоғарлатқан кезде озонатор қорабының бойы мен өтетін ауа шығыны көбейіп, озонның концентрациясының ұлғайғаны байқалды (4.2-сурет).



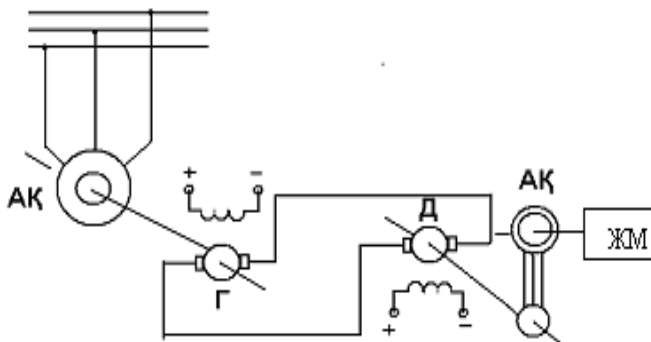
4.2-сурет. Ауа шығыны мен озонның концентрациясы арасындағы тәуелділік

Қозғалтқыштың жылдамдығын жиілік өзгерту арқылы реттеудің структуралық сұлбасы 4.3-суретте келтірілген. Ондағы жиілік түрлендіргіш (ЖТ) тұрақты ток көзімен қоректенеді (ТТК) және ондағы кернеу үш фазалы асинхронды қозғалтқышқа беріледі (АҚ). Автоматты реттеу жүйесінде U_1 – шығыс кернеуі мен жиілікті түрлендіру, өйткені қозғалтқыштың статорындағы I_1 -тоғының өтуіне байланысты. Бұл басқару жүйесінде негізгі екі басқару каналы бар, олар: олардың біреуі U_1 -беріліс кернеуі, статордағы өзгерген I_1 -тоғының сәйкестігіне байланысты, ал екіншісі f_2 -жиілігі. Одан кейін өңделген сигнал ток сезгіштігі (ТС) мен жиілік сезгіштігіне (ЖС) беріледі. Тораптан беріліген кернеуді әуелі түзеткіш арқылы айнымалы тоқты тұрақтыға, сосын тұрақты тоқты инвертор арқылы айнымалыға айналдыру арқылы қондырғыда берілген қозғалтқыштың жылдамдығы керекті мәнге дейін өзгертілді [68,69].



4.3-сурет. Қозғалтқыштың жылдамдығын жиілік өзгерту арқылы реттеудің құрылымдық сұлбасы

Бұл тәсіл ротордың айналу жиілігін өзгерту есебінде іске асырылады. Себебі бұл номинал режимінде сырғыма не бары 2-8 % құрауы мүмкін. f_1 – жиілікті өзгерту үшін машиналық немесе шала өткізгішті түрлендіргіштер қолдануға болады. 4.4-суретте машиналық түрлендіргіштің сұлбасы көрсетілген.



4.4-сурет. Машиналық түрлендіргіштің құрылымдық сұлбасы

Асинхронды қозғалтқыш тұрақты жиілікпен ток генераторын айналдырып, генератор қозғалтқыш режимінде жұмыс істейді, содан соң генератор ток қозғалтқышын қоректендіреді, олардың айналу жиілігін генератордың және қозғалтқыштың қоздыру тоғы реттейді. Қозғалтқыштың әр түрлі жиілікпен синхронды генераторды айналдырады, оның шықпалық кернеуінің $f_1 = N_1/60$ жиілігі өзгерді. Осының нәтижесінде асинхронды қозғалтқыш жұмыс механизімінде (ЖМ) айналу жиілігі өзгереді [119].

4.2. Қондырғыдағы электржетекті автоматты түрде басқару

Қондырғының электр жетегін автоматты түрде басқару үшін әр түрлі ажырақыштар, магниттік жібергіштер, релелер, контакторлар, батырмалар станциясы т.с. аспаптар қолданылды [106,108].

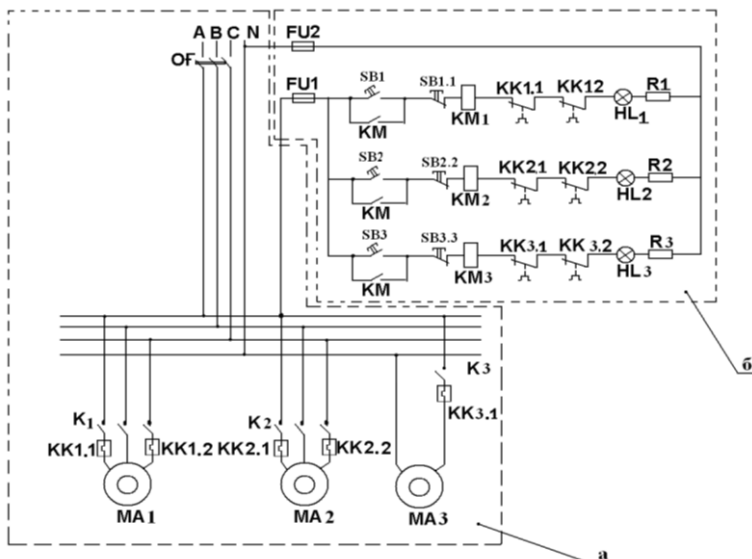
Қондырғыдағы су соратын сорғылар мен компрессорлардың электр қозғалтқыштарының ішіне орнатылатын температуралық қорғау, оларды қысқа тұйықталудан және мүмкіндік шектен артық жүктелуден қорғауға арналған құрылғылардың ішіндегі ең жетілдірілгені болып табылады. Ол электр қозғалтқыштарын ұзақ уақыт мүмкіндік шектен артық жүктелгенде, жүргізу және тежеу үрдістері дұрыс жүрмегенде, іске қосу жиілігі көбейгенде,

фазалық сым үзілгенде, электр желісінің кернеуі өзінің номинал мәнімен 70...110% пайызға дейін өзгергенде, сыртқы ортаның температурасы өте жоғарлағанда, қозғалтқыштың салқындату жүйесі бұзылғанда электр желісінен ажыратады[104,107].

Қозғалтқыштарды асқын температурадан қорғау үшін СТ-ІА типті температуралық коэффициенті оң таңбалы болып келетін (температура жоғарылағанда кедергісі көбейетін) терморезисторлар қолданылды [94].

Контакторлық және ажыратқыштық түйіспелер негізгі және көмекші болып бөлінеді. Негізгі түйіспелер әдетте күштік тізбекке жалғанса, көмекші түйіспелер басқару тізбегіне жалғанады, өйткені негізгі түйіспелер электр қабылдағыштың үлкен тогына, ал көмекші түйіспелер басқару тізбегінің әлсіз тогына есептеліп жасалған. Контактормен немесе релемен ток жүрген кезде ажырап тұрған түйіспелер тұйықталады да тұйықталып тұрған түйіспелер ажырайды. Ал электрлік сұлбаларда түйіспелердің ток жоқ кездегі қалпы көрсетіледі [93].

ЭТРО-01 қондырғысының басқару сұлбасы негізгі екі үлкен топтан құралған, сұлбаның күштік және басқару бөлігі (4.5-сурет). Мұндағы а) бөлігі сұлбаның күштік бөлігі болса, ал б) бөлігі сұлбаның басқару бөлігі. Қондырғының жетегінің жұмыс істеу қағидасы OF – автоматты ажыратқышын қосып басқару тізбегі мен күштік тізбекке кернеу беріледі. SB1, SB2, SB3, батырмасын басқан кезде басқару тізбегі тұйықталып, магниттік жібергіштің KM1 шарғысымен ток жүреді. Жібергіштің күштік түйіспелері K_1 , K_2 , K_3 тұйықталады да қозғалтқышқа кернеу беріледі. Осы кезде жібергіштің KM түйіспесі де тұйықталып, босатқан кезде ажырап қалған, яғни өздігінен қайтымды SB1, SB2, SB3 батырмасын матайды. Мұндай түйіспені матама түйіспе деп атайды. SB1.1, SB2.1, SB3.1 батырмасын басқан кезде жібергіштің шарғысы KM_1 , KM_2 , KM_3 тоқсызданып, $KM.1,2,3$ және K_1 , K_2 , K_3 түйіспелері ажырайтындықтан, қозғалтқыш тоқтайды. Қозғалтқышты қысқа тұйықталу тоғынан автоматты ажыратқыштың электромагниттік ажыратқышы, ал асқан жүктелу тоғынан KK1.1, KK2.2, KK3.3 және KK2 жылулық релелер қорғайды [95].



4.5-сурет. ЭТРО-01 қондырғысының электр жетегін автоматты түрде басқару сұлбасы

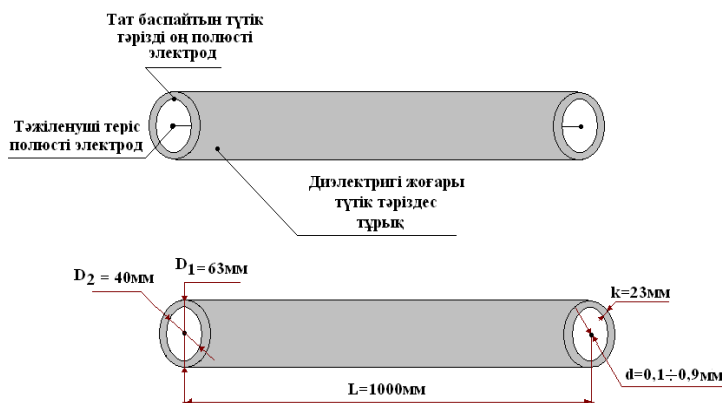
Қондырғыны асқын кернеуден сақтау үшін қорғаныстық жерлеме жасалды. Қорғаныстық жерлеменің негізгі мақсаты, ол озонатор ішіндегі асқын кернеудің әсерінен тәжіленуші электродтың үзілуі кезінде пайда болатын апаттан немесе қондырғыдағы жетектердің істен шығуынан сақтайды.

Қондырғыны асқын кернеуден сақтаудың қорғаныс құралы болып кедергісі $R_{\text{жер}} = 4$ Ом-ға тең қорғаныс жерлемесі болып табылады. $R_{\text{жер}}$ адам кедергісінен едәуір аз болғандықтан ($R_{\text{адам}} = 1000$ Ом), ток кедергісі аз тізбекпен, яғни жерге қарай өтеді, сондықтан электрлік тәжі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысы бойынша зерттеу жұмысы кезінде жанасу аса қауіп төндірмейді. Егер қондырғыда жерлеме болмаған жағдайда онда қондырғының металл бөліктері кернеу астында болуы мүмкін және адамға электр жарақатын алу қаупін төндіреді. Сондықтан қондырғы жұмыс істеп тұрған кезде асқын кернеуден сақтану үшін жасанды жерлеме ретінде диаметрі 10 мм-ге тең өзектік болат қолданылды. Жалпы жерлеменің кедергісі қуаты 100 кВ·А

трансформаторларда немесе жоғарғы кернеулі генераторларда 10 Ом - нан аспауы қажет. Ал қондырғыға жерлеме жасаған кезде қондырғы мен жерлеменің ара қашықтығы көп дегенде 2,5м-ден аспауы қажет екені қарастырылды [95].

4.3. Тәжіленуші электродтарды тәжірибе жүргізу арқылы зерттеп талдау

Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор тұрығында (корпус) бекітілген оң полюсті тат баспайтын түтікше электрод пен көлденең қимасының ауданы өте кіші ($d = 0.1 \div 0.9 \text{ мм}$) тәжіленуші теріс полюсті электродқа жоғары кернеу берген кезде олардың арасында, яғни вакуумде электр тоғы пайда болады. Термоэлектрондық эмиссия құбылысындағыдай қызған тәжіленуші теріс полюсті электродтың тұрықта бекітілген оң полюсті тат баспайтын түтік тәрізді электродтан айырмашылығы үздіксіз электрондар шығарып отырады. Осы кезде электродтың айналасында электрондық бұлт пайда болады. Озонатор ішіндегі температура артқан сайын электрондық бұлттын тығыздығы да артады. Бұл тәжірибеде қолданылған озонатордың бейнесі мен геометриялық өлшемі төмендегі суретте келтірілген (4.6-сурет) [135].



4.6-сурет. Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатордың бейнесі

Тәжірибелік жұмысты жүргізу барысында оң полюсті тат баспайтын түтік тәрізді электродтың көлденең қимасын тұрақты етіп алып ($D_2=40\text{мм}$), тәжіленуші теріс полюсті электродтың өлшемі ($d = 0.1 \div 0.9\text{мм}$) мен материалын (мыс, вольфрам, темір, нихром) өзгерте отырып озонатордың вольт-амперлік сипаттамасы зерттелді. Зерттеу жұмысы кезінде оң полюсті электрод пен теріс полюсті электрод арасындағы вакуумнің

$$R_{\text{вакуум}} = 4 \times 10^6 \frac{\text{ОМ}}{\text{см}}$$

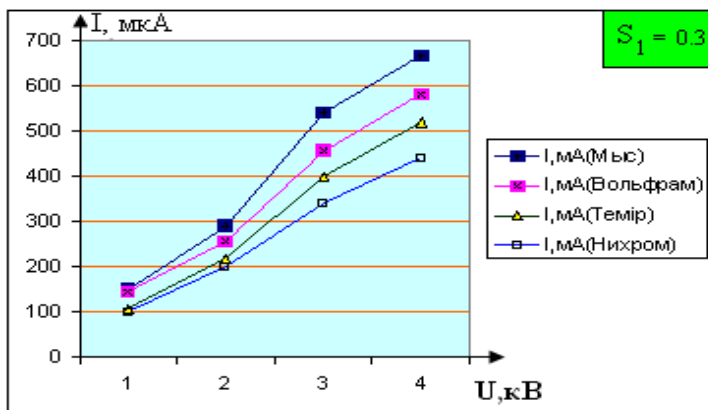
меншікті кедергісі анықталды [84].

4.2-кесте. Тәжіленуші электродтардың материалы мен көлденең қимасы бойынша вольт-амперлік сипаттама

Тәжіленуші электродтың көлденең қимасы, мм	Көлденең қимасы әр-түрлі тәжіленуші электродтардағы тоқ пен кернеудің өзгерісі									
d = 0,1 (нихром)	U, кВ	0.9	1.81	2.72	3.63	4.54	5.45	6.36	7.27	7.72
	I, мкА	0	0	25	100	200	320	480	500	650
	Озон, мг/сағ	0	0	5	20	40	64	96	100	130
d = 0,3 (нихром)	U, кВ	0.9	1.81	2.72	3.63	4.54	5.45	6.36	7.27	7.72
	I, мкА	0	0	0	20	100	200	340	440	500
	Озон, мг/сағ	0	0	0	4	20	40	68	88	100
d = 0,6 (нихром)	U, кВ	0.9	1.81	2.72	3.63	4.54	5.45	6.36	7.27	7.72
	I, мкА	0	0	0	0	20	110	220	390	480
	Озон, мг/сағ	0	0	0	0	4	22	44	78	96
d = 0,9 (нихром)	U, кВ	0.9	1.81	2.72	3.63	4.54	5.45	6.36	7.27	7.72
	I, мкА	0	0	0	0	10	50	140	290	340
	Озон, мг/сағ	0	0	0	0	2	10	28	58	68

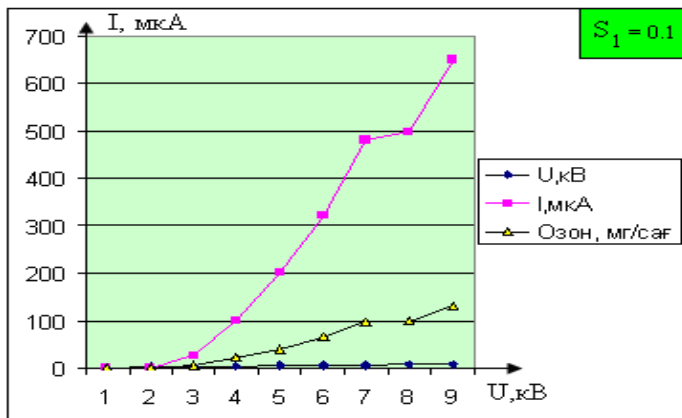
4.2-кестенің жалғасы

Тәжіленуші электродтың көлденең қимасы, мм	Электродтардың меншікті кедергісі ($\frac{\rho_m \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$), м	Көлденең қимасы өзара тең, бірақ тәжіленуші электродтардың материалы әр түрлі өткізгіштердің вольт-амперлік сипаттамасы (ВАС)				
d = 0.3 (мыс)	0,017	U, кВ	4.54	5.45	6.36	7.27
		I, мкА	150	290	540	665
d = 0.3 (вольфрам)	0,055	U, кВ	4.54	5.45	6.36	7.27
		I, мкА	145	256	457	580
d = 0.3 (темір)	0,1	U, кВ	4.54	5.45	6.36	7.27
		I, мкА	107	220	400	520
d = 0.3 (нихром)	1,1	U, кВ	4.54	5.45	6.36	7.27
		I, мкА	100	200	340	440



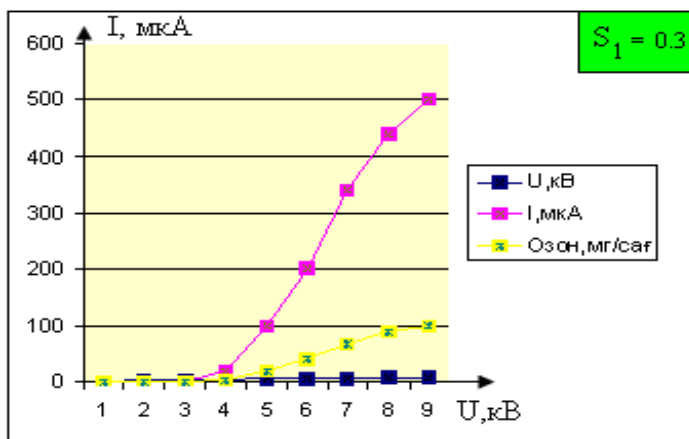
а) $S=0,3$ мм² –ге тең әр түрлі тәжіленуші электродтардың вольт-амперлік сипаттамасы

Төмендегі суретте нихромнан жасалған тәжіленуші электродтың көлденең қимасы (мм²) әр түрлі болған кездегі вольт амперлік сипаттамасы көрсетілген.

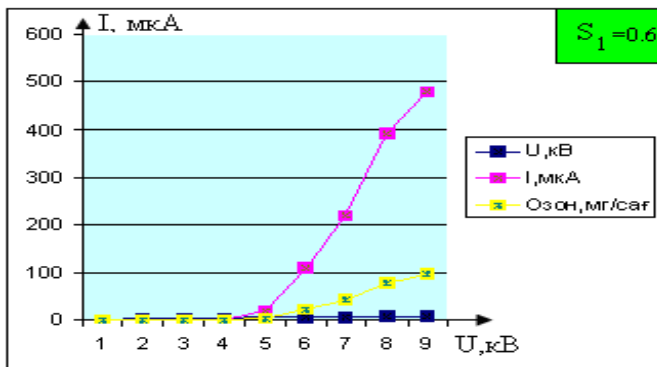


б) $S=0,1\text{ мм}^2$ (Нихром) кездегі вольт – амперлік сипаттамасы

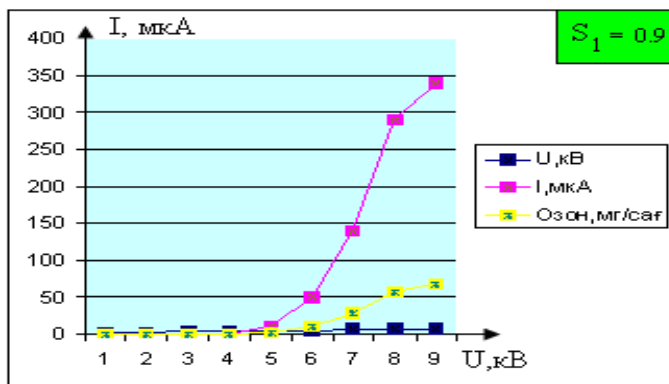
4.7-сурет. Озонатордағы тәжіленуші электродтардың көлденең қимасы әр-түрлі болған кездегі вольт-амперлік сипаттамалары, бет 1.



в) $S=0,3\text{ мм}^2$ кездегі вольт – амперлік сипаттамасы



г) $S=0,6$ мм² кездегі вольт – амперлік сипаттамасы



д) $S=0,9$ мм² кездегі вольт – амперлік сипаттамасы

4.7-сурет. Озонатордағы тәжіленуші электродтардың көлденең қимасы әр-түрлі болған кездегі вольт-амперлік сипаттамалары, бет 2

Тәжіленуші электродтардың ішінде ең жақсы токты өткізетін мыс пен вольфрам екені анықталды (4.7-сурет және 4.2-кесте). Себебі бұл электродтардың өзінің меншікті кедергісі темірдікі мен нихромдікіне қарағанда өте аз. Мыс пен вольфрам токты жақсы өткізгенімен олардың негізгі кемшілігі беріктігі жағынан темір мен нихромға қарағанда өте нашар. Тораптан

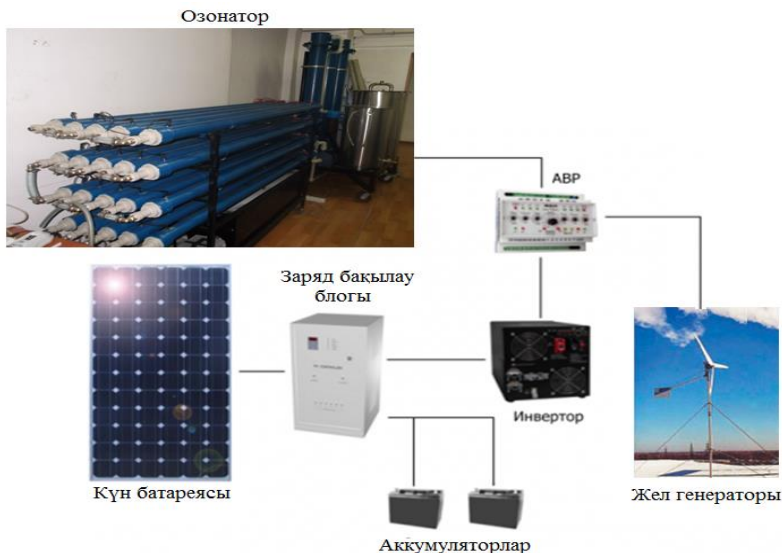
келіп тұрған кернеудің шамасы кей уақытта ұлғайып кетсе немесе тәжіленуші электродтар арасында электр доғасы болған жағдайда үзіліп озонатор істен шығуы мүмкін. Сол себептен озонаторға тәжіленуші теріс полюсті электрод ретінде көлденең қимасы $d=0.1\text{ мм}$ -ге тең нихром қолданған жөн екені тәжірибе барысында анықталды [118].

4.4. ЭТРО - 01 озонатордың тиімділігін арттыру жолдарын зерттеу (су тазалау станцияларына арналған)

«Қазақстан – 2050» стратегиясында баламалы энергия қуатын өндіруді алға тартқан болатын. Оның бірден бір жолы табиғи жолмен электр энергиясын өндіретін жел генераторларын орнату. Қазіргі таңда ғаламшар алдында қорлары жыл сайын азайып жатқан энергиялық ресурстарды үнемді қолдану мәселесі тұр. Сондықтан елімізде ЭКСПО-2017 жылы өткізілетін көрменің тақырыбы «Болашақ энергиясы» атты қойылған [125].

Осы мақсатта Электротехника кафедрасында әр түрлі конструкцияда заманауи тәжі разрядка негізделген озонатор қондырғылар соңғы 15 жылда даярланып келді. Солардың ішінде ең тиімді жасалғаны түтік тәрізді озонатор (4.8-сурет). Озонатордың конструкциясы қарапайым, өнімділігі жоғары, қуаты төмен. Сонымен қатар бұл тәжі разрядка негізделген озонатордың электродтары трансформатор майымен немесе ауа қоспалы азотпен салқындатылады.

Осыған дейін ғылыми зерттеу жұмыстары бойынша әртүрлі конструкцияда жасалған шетелдік (Ресей, Қытай, АҚШ, Франция және Жапония және т.с.с.) және отындық озонаторлардың артықшылықтарымен кемшіліктерін қарастырып келдік [134]. Шет елдік озонаторлардың ерекшелігі тосқауыл разрядка негізделген ондай озонаторлардың кернеуі төмен, бірақ өте жоғарғы жиілікте (10 кГц - тен жоғары) жұмыс істейді. Ал озонаторлардың кемшілігі қуаты өте жоғары (10 кВт - тан жоғары). Сондықтан тұтынатын энергия шығыны өте жоғары. Мысалы көрші Ресей еліндегі ААҚ «Курганхиммаш» кәсіпорнында жасалатын озонаторлардың техникалық сипаттамаларын қарастырайық.



4.8-сурет. Қондырғыны қоретендірудің құрылымдылық сұлбасы

4.1-кесте. ААҚ «Курганхиммаш» кәсіпорнында жасалатын озонаторлар

Параметрлері	Өлшем бірлігі	Озонаторлар типі								
		П-31	П-60	П-90	П-120	П-160	П-222	П-379	П-514	П-850
Өнімділігі	кг/сағ	0,63	1,5	2,6	3,65	4,8	6,7	15,6	15,6	25,8
Тұтынылатын электр энергиясы	кВт.сағ /кг	12,6	10,0	13,4	12,8	13,3	13,1	13,0	13,0	13,1
Меншікті өнімділігі	г/сағ.д м ²	1,3	1,61	0,96	0,96	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

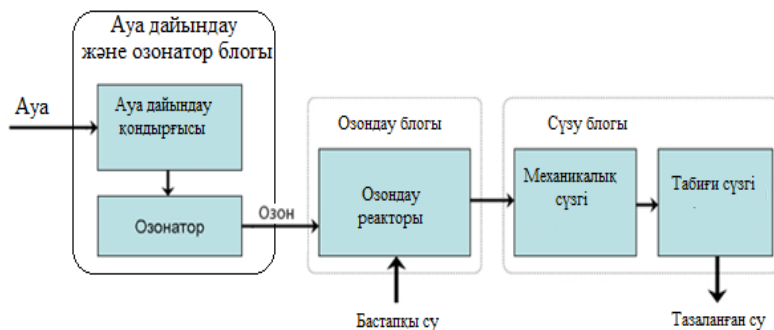
Кестеде қарастырылған озонаторлардың энергетикалық шығыны 1кг озон өндіру үшін 10 кВт-тан жоғары энергия шығындайтынын байқауға болады. Бұл тек озонаторға жұмсалатын шығын. Су тазалау станцияларында озонатордан басқа сорғылар, жарық шамдары, компрессорлар және тағы

басқада қондырғылар энергия шығындайтыны белгілі. Жалпы су тазалау станцияларындағы суды өндеудің принципиялды сұлбасы 4.9-суретте қарастырылған. Сұлбада озон генераторына кіретін негізгі элементтер мыналар:

- электрлік қорек көзі;
- газды беру жүйесі (компрессорлық топтама);
- озонаторға берілетін газды дайындау жүйесі;
- қолданылған ауа қоспалы озонды әкету және қалдық озонды ыдырату жүйесі;

Аталған құрылғылар мынадай үлгіде жұмыс жасайды. Атмосфералық ауа шаң мен кесек қоспалардан тазартылып компрессорға жіберіледі және тазартылған ауа салқындатылып шаң тазартқыш сүзгіден тұратын кептіргіш блокқа келіп түседі де содан кейін озон өңдейтін генераторға барады.

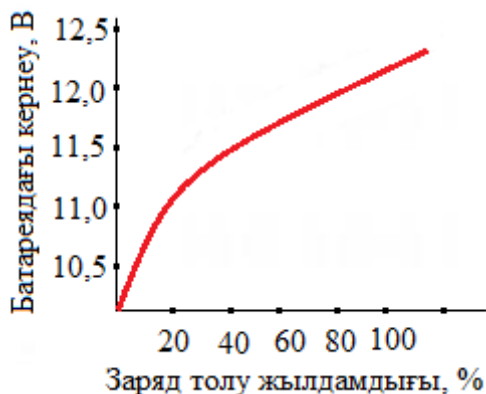
Озон өңдейтін генератордан шыққан ауа қоспалы озон түйіспелік камераларға келеді де өңделетін сумен араластырылады. Су бетіне жиналған ауа қоспалы озон нейтрализаторға келеді (каталитикалық немесе термиялық ыдырату аппараты), осыдан кейін өңделген газ құрамы атмосфераға жіберіледі.



4.9-сурет. Су тазалау станцияларына арналған озонды алу және өндеудің принципиялды сұлбасы

Жоғарыда аталған озон өндеу технологиясы барысында көп мөлшерде (сағатына ондаған кВт) электр энергиясы жұмсалады. Осындай мәселелерді болдырмау үшін Электротехника

кафедрасында арнайы күн энергиясымен (немесе қондырғыны жел энергиясымен қоректендіруге болады) қоректенетін электрлі тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысын даярланды (4.8-сурет).



4.10-сурет. Кернеуге байланысты батареяның зарядталу тиімділігі

Жоғарыда 4.8 суретте тәжі разрядқа негізделген қондырғыны күн немесе жел генераторлары арқылы қоректендірудің құрылымдық сұлбасы мен моделі келтірілген. Ондағы тәжі разрядқа негізделген қондырғының (озонатор, компрессорлар, сорғылар, автоматты басқару блогы және т.с.с. құрылғыларға жұмсалатын энергия шығыны) жалпы тұтынылатын қуаты 5 кВт. Осындай энергия шығынын төмендету үшін арнайы күн және жел генераторлары технологиялық сұлбаға енгізілді. Ғылыми зерттеу жұмысы нәтижесінде энергия шығыны 40 - 45% пайызға үнемделді. Зерттеу жұмысы бойынша батареяның зарядталу тиімділігін 4.9 суреттен байқауға болады.

4.5. ЭТРО-02 озонатор қондырғысын баламалы күн және жел энергия көздерімен қоректендіру *(автоматты реттеу жүйесі көмегімен)*

Жел энергиясының қоры бүкіл планетадағы гидроэнергиядан 100 есе асып түседі. Елімізде жел энергиясын өндіруге Қапшағай аймағы, Достық бекеті, Қызылорда, Балқаш және тағы сол сияқты өңірлердің климаттық жағдайы өте қолайлы. Себебі бұл өңірлерде аңызак жел үздіксіз өте үлкен жылдамдықпен соғып тұрады. Кез келген жел генераторларының жұмыс істеу принципі біреу, онда желдің әсерінен қозғалатын генератор қалақшалары механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіретіні белгілі [119].

Энергия үнемдейтін технологияларды дамыту барған сайын өзекті мәселеге айналып барады. Электр энергиясын үнемдеу, экологиялық мәселелерді шешу мақсатында Электротехника кафедрасы Қапшағай көлінің жағалауына орналасқан оқу үдерісі жүргізілетін Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ полигонына жел немесе күн агрегаттық кешенді жобалауды мақсат етіп отыр. Себебі оқу үдерісі жүргізілетін полигонға орналастыратын қуаты 3 кВт, ал тәуліктік өнімділігі 8 м³ суды залалсыздандырып, тазалау үшін арнайы инновациялық технологияға негізделіп, жасалған ЭТРО - 02 озонатор қондырғысын баламалы жел немесе күн энергиясымен қоректендіру қажет. Жалпы Қапшағай жағалауында соғатын орташа желдің жылдамдығы шамамен 5-6 м/с. Егер жел жылдамдығы 7-9 м/с соққанда жел агрегатының қалақшаларының жылдамдығы 17-20 м/с дейін жетеді. Диаметрі 0,5 метрлік, қуаты 5 кВт - тық жел генераторы 1 сағатта 5 - 6 кВт шамасында электр энергиясын өндіретіні белгілі. *[Бұл теориялық деректемелер Алматы энергетикалық және байланыс университетінің профессоры, “Экоэнергوماши” ЖШС-ның бас директоры, академик А.В. Болотовтың еңбектерінен алынған].*

Желдің жылдамдығы ауа массасының ағынының көлемін үлкейтетіні белгілі. Сондықтан жел энергиясы жел жылдамдығының кубына тура пропорционал өзгереді. (4.4 кесте. құрғақ ауаның тығыздығы – 1.225 кг/м³, атмосфералық қысымның шамасы 760 мм.сын.бағанасы кезіндегі қалыпты жағдай) [134,135].

4.4-кесте. Жел жылдамдығының жел энергиясына тәуелділігі [134,135].

Желдің жылдамдығы, м/с	1	3	5	9	11	15	18	21	23
Жел энергиясы, Вт/м²	1	17	77	477	815	2067	3572	3672	7452

Жел энергиясын төмендегі өрнекті қолданып былай есептеуге болады.

$$J = \rho v^3 / 2 \quad (4.3)$$

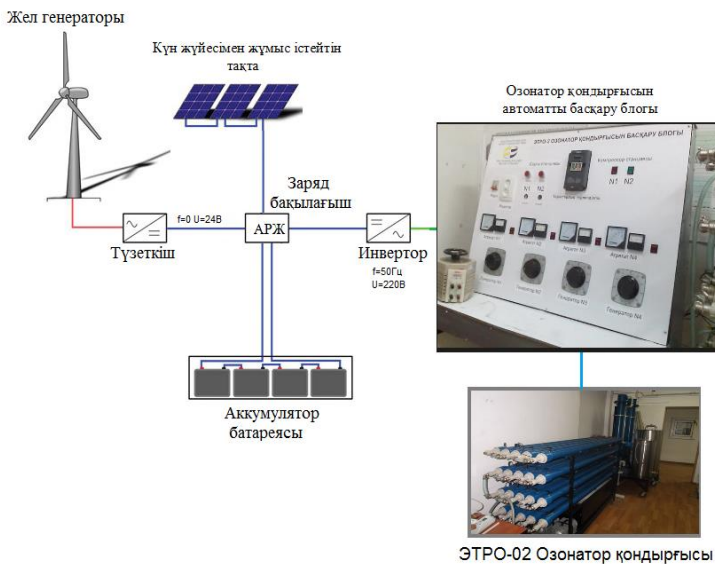
Мұндағы, v -желдің жылдамдығы, ρ -ауаның тығыздығы.

Энергияның өлшем бірлігі ретінде (В/м²) алып отырмыз. Осы жоғарыда аталған теориялық деректемелерге сүйеніп (ЭТРО-02 озонатор қондырғысын қоректендіретін), қуаты 5 кВт электр энергиясын өндіретін шағын баламалы күн және жел генераторларының құрылымдық сұлбасы жобаланды. Сұлбаның жалпы бейнесі төмендегі 4.10 суретте қарастырылған [136].

Бұл сұлбадан байқайтынымыз егер Қапшағай қаласында орналасқан ҚазҰТЗУ оқу үдерісі жүргізілетін полигонда су тазалап, залалсыздандыру кезінде жел жоқ болған жағдайда озонатор қондырғысы күн энергиясымен, ал күн болмаған жағдайда жел генераторымен қоректенеді. Қондырғы толық заманауи инновациялық технологияға негізделіп автоматтандырылған. Құрылымдық сұлбада арнайы автоматты реттеу жүйесі (АРЖ), заряд бақылағыш, түзеткіш, инвертор, қондырғыны автоматты басқару блогы және электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы (ЭТРО-02) қарастырылған.

Озонаторға яғни жүктемеге тұрақты күн генераторының кернеуінен төмен кернеу берілуі керек болса, онда 4.11-суретіне сәйкес кернеуді төмендету реттегіші пайдаланылады.

Баламалы электр энергиясымен қоректенетін
қуаты 5кВт шағын су тазалайтын ЭТРО-02 озонатор қондырғысының
құрылымдық сұлбасы

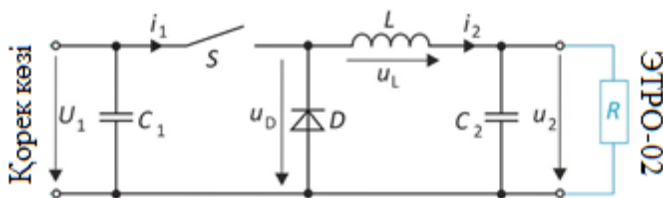


4.11-сурет. Қондырғының құрылымдық сұлбасы

Мұнда кейінгі есептеулер үшін ажыратқыштар (вентильдер) мен диодтар идеал конструкциялық элементтер ретінде қарастырылады. S ажыратқыш (вентиль) T_E уақыт интервалынан кейін жабылады және ток L индуктивтілік көмегімен энергия жинақталатын магниттік өріс тудырады. Орамаға арналған U_L кернеуді былай есептеуге болады [134,141].

$$U_L = L \cdot \frac{di_2}{dt} \quad (4.4)$$

Содан кейін ажыратқыш T_A уақыт интервалына ашылады, орамада магниттік өрісі жойылады және ток R кедергі мен D диод арқылы ағады.



4.12-сурет. Озонатордағы кернеуді төмендететін реттегіштің құрылымдық сұлбасы [134,141]

Егер өткізетін бағытта диодтағы кернеудің төмендеуін ескермесе, онда тұтынушыдан u_2 шығыс кернеуі (озонаторда) мынадай болады:

$$u_2 = \begin{cases} u_D - u_L = U_1 - u_L & 0 \leq t \leq T_E \text{ үшін } u_L > 0 \text{ кезінде} \\ u_D - u_L \approx -u_L & T_E \leq t \leq T_E + T_A \text{ үшін } u_L < 0 \text{ кезінде} \end{cases} \quad (4.5)$$

$T_S = T_E + T_A$ кезеңі аяқталғаннан кейін үдеріс қайталанады. u_D кернеудің орташа шамасы үшін $\delta = T_E/T_S$ тактілік қатынас төмендегідей болады:

$$\overline{u_D} = U_1 \cdot \frac{T_E}{T_S} = U_1 \cdot \delta \quad (4.6)$$

$I_N = U_1/R$ және $\tau = L/R$ жағдайында i_2 ток үшін орауыш пен жүктеме арқылы шынайы теңдеу [135].

$$i_2(t) = \begin{cases} I_N - (I_N - I_{min}) \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) & 0 \leq t \leq T_E \text{ үшін} \\ I_{max} \cdot \exp\left(-\frac{t-T_E}{\tau}\right) & T_E \leq t \leq T_S \text{ үшін} \end{cases} \quad (4.7)$$

Ток i_2 максималды шегінде өзгереді.

$$I_{max} = I_N - (I_N - I_{min}) \cdot \exp\left(-\frac{T_E}{\tau}\right) = I_N \cdot \frac{1 - \exp\left(-\frac{T_E}{\tau}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{T_S}{\tau}\right)} \quad (4.8)$$

Және минималды шегінде өзгереді.

$$I_{min} = I_{max} \cdot \exp\left(-\frac{T_A}{\tau}\right) = I_N \cdot \frac{\exp\left(-\frac{T_A}{\tau}\right) - \exp\left(-\frac{T_S}{\tau}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{T_S}{\tau}\right)} \quad (4.9)$$

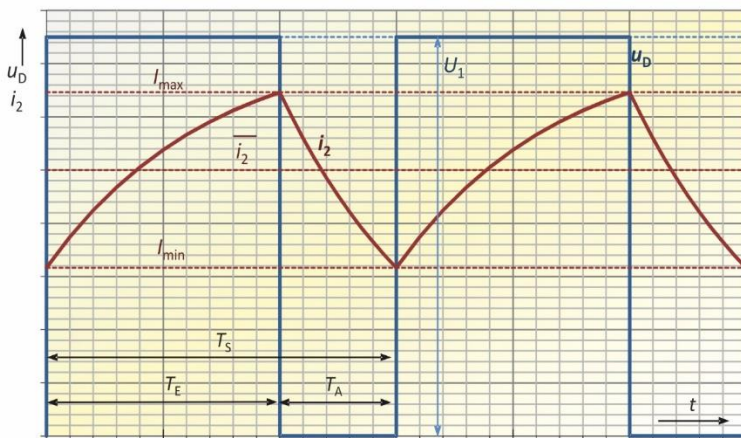
Содан кейін I_{min} және I_{max} қойғаннан соң ток үшін мынау болады

$$i_2(t) = \begin{cases} I_N + I_N \cdot \frac{\exp\left(-\frac{T_A}{\tau}\right) - 1}{1 - \exp\left(-\frac{T_S}{\tau}\right)} \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) & 0 \leq t \leq T_E \text{ үшін} \\ I_N \cdot \frac{1 - \exp\left(-\frac{T_E}{\tau}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{T_S}{\tau}\right)} \cdot \exp\left(-\frac{t - T_E}{\tau}\right) & T_E \leq t \leq T_S \text{ үшін} \end{cases} \quad (4.10)$$

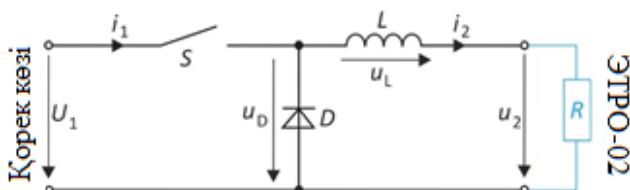
Токтың орташа шамасы үшін $\bar{i}_2$ теңдеуі дұрыс:

$$\bar{i}_2 = I_N \cdot \frac{T_E}{T_S} = I_N \cdot \delta \quad (4.11)$$

4.11 және 4.12 суретте i_2 ток пен u_D кернеу импульстарының формасы берілген. Тәжірибеде шығыста салыстырмалы тұрақты кернеу болады. Осы себептен 4.13 суретінде көрсетілгендей, C және C_2 конденсаторлары қосылады C_1 конденсаторда ашық ажыратқыш жағдайында (вентиль) күн генераторының энергиясын аралық жинақтауы болады.



4.13-сурет. Кернеуді төмендететін реттегіш болуы жағдайында i_1 ток пен u_D кернеу жүрісі [136,141]



4.14-сурет. Конденсатормен төмендетуші реттегіш [136,141].

Идеал индуктивтілік U_1 мен толығы коэффициенті δ бойынша. Идеал конструкциялық компоненттер жағдайында шығыс тоғының

$$I_2 = \bar{i}_2 = \bar{i}_1 \cdot \frac{T_S}{T_E} = \bar{i}_1 \cdot \frac{1}{\delta} \quad (4.12)$$

Орташа мәні толығы коэффициентінің кері шамасына көбейтілген орташа кіру тогы ретінде анықталады. Егер орташа ток I_2 төмендегіден кем болса

$$I_{2.\text{шекаралық}} = \frac{T_S}{2 \cdot L} \cdot U_2 \cdot \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right), \quad (4.13)$$

онда ток индуктивтілік арқылы ажыратқышты (вентильді) жабылу фазасы кезінде нөлге дейін кемиді, диод жабылады және индуктивтілікке арналған кернеу нөлге дейін төмендейді. Нәтижесінде ток пен кернеудің үзік (импульсті) режимі туындайды. Бұл өлшем бойынша элементтерді тиісті таңдау көмегімен болдырмайды. Егер төменгі шекаралық ток $I_{2.\text{шекаралық}}$ мәні белгілі болса, онда индуктивтілік мына теңдеу бойынша анықталады [136,141].

$$L = T_S \cdot \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right) \cdot \frac{U_2}{2 \cdot I_{2.\text{шекаралық}}} \quad (4.14)$$

20-дан 200 кГц шегіндегі $f = 1/T$ коммутациялау жиілігі жақсы компромисс болып табылады. Шығыс сыйымдылығы C_2 мына теңдеумен анықталады [135].

$$C_2 = \frac{T_S \cdot I_{2.\text{шекаралық}}}{4 \cdot \Delta U_2} \quad (4.15)$$

Шығыс U_2 кернеуінің соғысымен қоса, яғни ΔU_2 кернеудің барынша қажетті тербеліс. Ажыратқыш (коммутатор) ретінде S, ең алдымен полярлы транзисторлар, биополярлық транзисторлар немесе жоғарғы қуаттылық жағдайында транзисторлар немесе жоғарғы қуаттылық жағдайында тиристорлар сияқты күшті жартылай өткізгіш құралдар пайдаланылады. Транзисторларды басқару үшін интегралды сұлбалардың (ИС) бірнеше түрлері бар, олар өздеріне импульс периодтарын реттеу қызметін қабылдайды. Кейбір нұсқаларда шағын қуаттарға арналған ИС қуатты айырып қосқыш (коммутатор) интеграцияланған [134,135].

Зерттеу нәтижесі. Жоғарыда келтірілген тәжі разрядка негізделген ЭТРО-02 қондырғыны күн жүйесі арқылы

қоректендірудің құрылымдық сұлбасы мен моделі келтірілген (4.10 суретте). Ондағы тәжі разрядқа негізделген қондырғының (озонатор, компрессорлар, сорғылар, автоматты басқару блогы және т.с.с. құрылғыларға жұмсалатын энергия шығыны) жалпы тұтынылатын қуаты 5 кВт. Осындай энергия шығынын төмендету үшін арнайы күн жүйесі генераторы технологиялық сұлбаға енгізілді. Ғылыми зерттеу жұмысы нәтижесінде энергия шығыны 25-30% пайызға үнемделді.

Энергия тиімділігі ол энергетикалық ресурстарды тиімді (ұтымды) пайдалану. Өндірістегі ғимараттарды, технологиялық процестерді энергиямен қамтамасыз ету үшін аз энергияны пайдалану басты мәселе болғандықтан зерттеу жұмысы бойынша ЭТРО-02 озонатор қондырғысын күн және жел энергиясы арқылы қоректендіру мәселесін зерттеп, талдадық.

Техника мен технологияның қазіргі даму деңгейінде және қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптарды сақтай отырып, электрлі тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысын электр энергиясымен қоректендіру мәселелелері зерттеліп, талқыланды. Нәтижесінде қондырғыға жұмсалатын энергия шығыны 25-30% пайызға үнемделді.

5. ЭЛЕКТРЛІК ТӘЖІ РАЗРЯДҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ОЗОНАТОР ҚОНДЫРҒЫСЫН ТЕХНИКА- ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТҰРҒЫДАН БАҒАЛАУ

5.1. Озон технологиясына негізделген ЭТРО-01 озонатор қондырғысының экономикалық тиімділігін анықтау

Еліміздегі экологиялық мәселелерді шешу үшін озонды технологияны қолданудағы ғылыми – техникалық базаны құру қажет. Осыған байланысты, озонды технологияның жаңа үрдістері мен аспаптарын құру үшін жоғары нәтижелі озон генераторларын қарастыру мәселесі маңызды. Қазіргі кезде елімізде озонатор жасайтын кәсіпорындар болмағандықтан, көптеген тұтынушылар қымбат болса да шетелдік озонаторларды сатып алуға мәжбүр. Мысалы 1999 жылы қыркүйек айында ТМД елдерінде бір озонметрдің өзі 150 – 200 мың теңге тұратын. Қазіргі кезде мұндай озонаторлардың бағаларының құны 10 – 20 есе өсіп кеткенін аңғаруға болады. Сонымен қатар озонаторды сырттан тасып орнату қосымша шығындарды туғызатыны сөзсіз. Ал осындай шығындарды болдырмау үшін Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің Электротехника кафедрасында жаңа үлгідегі электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор жасалды. Озонатордың экономикалық тиімділігін есептеп салыстыру үшін мынадай екі нұсқа қарастырылды:

1. Ресейдің Дзержинск қаласының «Техозон» кәсіпорнынан шыққан өнімділігі 10 г/сағ озон өндіретін ТМ - 10 типтес озонатор;

5.1-кесте. Озонаторлардың техникалық сипаттамасы

№	Озонатордың типі	Озонатордың өнімділігі, г/сағ, [O ₃]	Тұтынатын қуаты, кВт	Салмағы, кг
1	ТМ-10 Ресей “Техозон”	10	0,3	200
2	ЭТРО-01 Қазақстан “Қаз ҰТУ”	10	0,176	80

2. Еліміздің Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ - нің электротехника кафедрасында жасалған өнімділігі 10г/сағ озон өндіретін ЭТРО - 01 типтес озонатор – қарастырылды (5.1-кесте).

Жоғарыда келтірілген екі вариант бойынша 24 сағат бойы қоймадағы суды залалсыздандыру кезінде озонаторға жұмсалатын энергия шығынын келесі теңдік бойынша есептейміз:

Бірінші вариант бойынша (Рессей).

$$\mathcal{E}_{\text{э.э.}} = P \cdot C \cdot t = 0.3 \cdot 12.2 \cdot 24 = 87.84 \text{ теңге} \quad (5.1)$$

Екінші вариант бойынша(Қазақстан).

$$\mathcal{E}_{\text{э.э.}} = P \cdot C \cdot t = 0.176 \cdot 12.2 \cdot 24 = 51.5 \text{ теңге} \quad (5.2)$$

Мұндағы: P – озонатордың қуаты, C – электр энергияның құны.

Сонымен қатар жыл бойы $69\,120\text{ м}^3$ қоймадағы суды залалсыздандыру үшін озонаторға жұмсалатын шығынды есептеуге болады. Мысалы 1 м^3 қоймадағы табиғи суға 120 мг озон қажет деп алсақ, онда 69 мың 120 м^3 суға 8294400 мг немесе 8294,4 г озон қажет. Бір жылда залалсызданатын судың мөлшері $69\,120\text{ м}^3$ мұндай көлемдегі суға жұмсалатын озонның мөлшерін есептеуге болады. Ол үшін бір күнде залалсызданатын судың мөлшері мен оған жұмсалатын озонның мөлшерін анықтап алу керек.

Бір күнде залалсызданатын судың мөлшері 192 м^3 ал бұл суға жұмсалатын озонның мөлшері 23,04 г озон қажет. Осы қағидаға сүйене отыра бір жылда залалсызданатын суға жұмсалатын озонның мөлшерін келесі теңдік бойынша анықтауға болады:

$$G_{1.\text{жыл}} = 23.04 \cdot 360 = 8294.4 \text{ (г.озон)} \quad (5.3)$$

Бір жылда $69\,120\text{ м}^3$ суды залалсыздандыру үшін жоғарыда келтірілген екі варианттың жылдық шығынын есептеуге болады. Ол үшін екі вариантта келтірілген озонаторлардың 1 г озон өндеу үшін жұмсалатын шығынын анықтау қажет.

1-ші вариант бойынша (ТМ-10).

$$10Г - 0,3 \text{ кВт}$$

$$\frac{1Г - x \text{ кВт}}$$

$$1Г_{\text{озон}} = 0,03 \text{ кВт}$$

$$1z_{\text{озон}} = 0.03 \cdot 12.2 = 0,366, \text{ теңге} \quad (5.4)$$

Осыдан жылдық шығынды (F_1) келесі теңдік бойынша анықтаймыз (1-ші вариант):

$$F_1 = 0.366 \cdot 8294.4 = 3035.75 \text{ теңге} \quad (5.5)$$

2-ші вариант бойынша (ЭТРО-01).

$$10Г - 0,176 \text{ кВт}$$

$$\frac{1Г - x \text{ кВт}}$$

$$1Г_{\text{озон}} = 0,0176 \text{ кВт}$$

$$1z_{\text{озон}} = 0.0176 \cdot 12.2 = 0,215, \text{ теңге} \quad (5.6)$$

Осыдан жылдық шығынды (F_2) келесі теңдік бойынша анықтаймыз (2-ші вариант):

$$F_2 = 0.215 \cdot 8294.4 = 1780.97, \text{ теңге} \quad (5.7)$$

Сонымен 10 г/сағ озон өндіретін ТМ-10 типтес Ресейлік озонатордың өнімділігі ЭТРО – 01 озонаторы мен салыстырғанда 1,5 есе қымбат тұрады. Бұдан ЭТРО-01 озонатор қондырғысының техникалық және экономикалық жағынан тиімді екенің байқауға болады.

5.2. Қондырғыға автоматты басқару жүйесін енгізудің шығынын есептеу

Қондырғыны толығымен автоматтандыру жұмыстарын дайындауға 3 ай бойы 70000 теңге айлығымен инженер-өңдеуші айналысқан. Дайындау мерзімі уақытында оның айлығы

бюджеттен тыс қорға деген аударымдармен қосқанда $70000 \times 3 = 210000$ теңге құрайды:

$$(210000 - 21000) \times 10,5 + 210000 = 2194500 \text{ теңге. (5.8)}$$

Бұл жұмысқа 3 ай бойы 50000 теңге жалақысымен консультант та қатысты. Дайындау мерзімі уақытында оның айлығы бюджеттен тыс қорға деген аударымдармен қосқанда $50000 \times 3 = 150000$ теңге құрады.

$$(150000 - 15000) \times 10,5 + 150000 = 1567500 \text{ теңге. (5.9)}$$

Сонымен жалақыға кететін қаражат:

$$2194500 + 1567500 = 3762000 \text{ теңге (5.10)}$$

5.2-кестеде штат қызметкерлерінің мамандықтары, жоғарыда сипатталған құрылғыда жұмыс істеу уақыты және олардың жалақылары келтірілген.

5.2-кесте. Қондырғыны автоматтандыру кезінде кеткен жалақы шығыны

Мамандық	Жалақы, тг.айына	Жұмыс мерзімі, ай	Барлығы, тг.
Инженер – өңдеуші	70000	3	210000
Консультант	50000	3	150000
Барлығы			360000

Барлық жалақы: 360000 теңге құрайды осыдан әлеуметік аударулар мен зейнетақы қорларына бөлінетін қаражатты келесі теңдік бойынша есептеуге болады:

$$1) (16380 - 1092 - 1638) * 0,2 + (43680 - 16380 - 2730) * 0,15 + (70000 - 43680 - 2632) * 0,12 = 2730 + 3685,5 + 2842,52 = 9258,06 \text{ тг}$$

$$2) (16380 - 1092 - 1638) * 0,2 + (43680 - 16380 - 2730) * 0,15 + (50000 - 43680 - 632) * 0,12 = 2730 + 3685,5 + 682,56 = 7098,06$$

$$\text{Жалпы: } 9258,06 + 7098,06 = 16356,12$$

3 айдағы әлеуметік аударымдар: $16356,12 \cdot 3 = 49068,36$

$$480000 + 49068,36 = 529068,36 \text{ теңге} \quad (5.11)$$

Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысының басқару жүйесін автоматтандыру үшін аспаптар мен құрал - жабдықтар пайдаланылды. Осы пайдаланылған құрал жабдықтарға жұмсалған шығындар 5.3-кестеде көрсетілген.

5.3-кесте. Қондырғыны толықтай автоматтандыру кезінде құрал жабдыққа жұмсалған шығындар

№	Бөлшектің атауы	Саны (дана)	Жалпы құны (теңге)
1	Манометор	1	3000
2	ПД-1 типтес сақтандырғыш	4	2500
3	43114/1-сер. Сақтандырғыш	1	3700
4	ПМЛ типтес іске қосқыш	1	4300
5	СТ-1 типтес терморезистор	2	870
Барлығы			14370

Аспаптар мен құрал-жабдықтарды тасымалдауға жұмсалған шығындар олардың құнынан 5%-ды құрайды:

$$14370 \cdot 0.05 = 718,5 \text{ теңге} \quad (5.12)$$

5.3. Қондырғыны пайдаланудағы шығындар есебі

Бұл шарада жыл бойы канализация қызметіне байланысты шығындар қамтылады.

Олар мынадай шығындармен топталады:

1. Материалдарға жұмсалатын шығындар.
2. Электр энергиясына жұмсалатын шығындар.
3. Өндірістік жұмысшылардың жалақысы.
4. Амортизациялық бөліністер.

1 Материалдардарға жұмсалатын шығындар төмендегі 5.4-кестеде келтірілген.

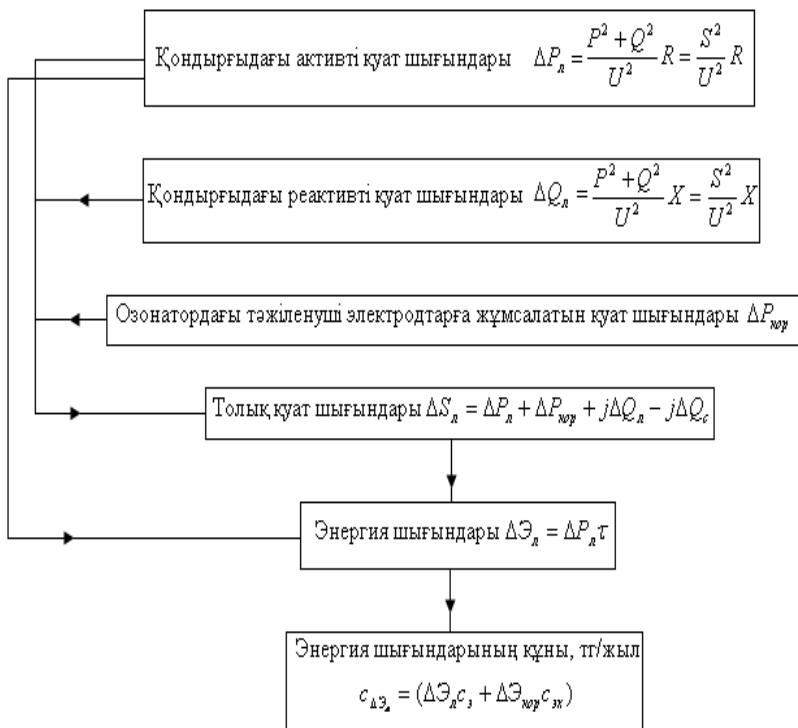
5.4-кесте. Материалдардарға жұмсалатын шығындар

№	Бөлшектің атауы	Саны (дана)	Жалпы құны (теңге)
1	4AA632Y3 – типтес АҚ	2	30000
2	ABE07 - 4C – типтес үрлеме	1	20000
3	Су соратын сорғылар	2	10000
4	Манометор	1	3000
5	Барбатер	30	1500
6	ТГМ 1020 УХЛ1 - типтес жоғарлатқыш трансформатор	1	10000
7	КЦ201Е типтес жоғары вольті диод	10	3000
8	Сыйымдылығы 0,1 мкФ К75 типтес жоғары вольті конденсатор	10	15000
9	Су құрамында кездесетін қиыршық тастарды сүзетін сүзгілері	2	6000
10	Сыйымдылығы 8м ³ су жинайтын резервуар	3	60000
11	Ауа құрамындағы озонды өлшейтін озонметр	1	500 000
12	Су құрамындағы қалдық озонды өлшейтін озонметр	1	500 000
13	Тәжіленуші электродтар(нихром)	200м	6000
14	Тат баспайтын түтіктер(труба)	200м	70000
Барлығы		1234500	

5.4 Электр энергияға жұмсалатын шығын

Техника экономикалық есептеулердің негізгі әдістемелік ережелеріне сәйкес соңғы жұмсалымдар бойынша энергия шығынының құны энергетика жүйесіндегі жаңа қондырғыларға жіберілген электр энергиясының орташа өзіндік құнына тең деп қабылданған.

5.1-суретте энергия қуатының шығындарын және озонатордағы тәжіленуші электродтардағы электр энергия шығындарын есептеуге арналған құрылымдық сұлба берілген. Аса жоғары кернеулі буындарда (звено) энергия шығынын жуықтап есептеу кезінде жоғарылатушы коэффициент енгізіледі.



5.1-сурет. Қондырғыға және тәжіленуші электродқа жұмсалған энергия шығыны мен оның шығындық бағасын анықтау үшін арналған құрылымдық сұлбасы

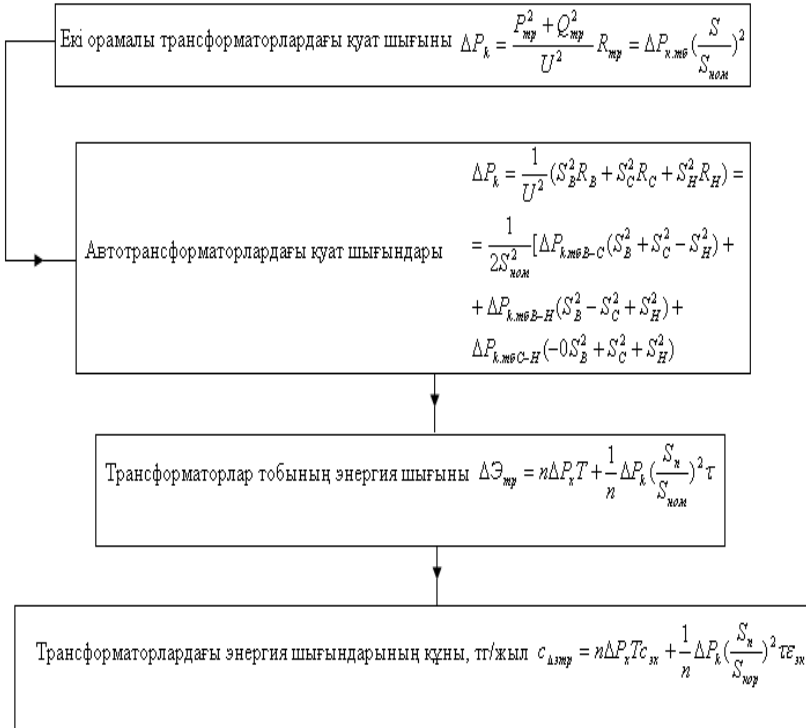
Егер озонатордағы кернеу $U(\text{kВ})$ мен қозғалтқыштардағы активті $P(\text{Вт})$ және реактив $Q(\text{Вар})$ қуат белгілі болса, онда қуат шығыны мынаған тең:

$$\Delta P_a = (P^2 + Q^2)R/U^2, \text{ Вт} \quad (5.13)$$

Сонымен қатар 5.1-суретте электродтардағы тәжі разрядқа жұмсалатын шығындарда ескерілген. Оларды 3 кВ - тан төмен кернеулерде ескермеуге болады. Кернеу 10 кВ тан жоғары кезде электр айналасында болатын тәж шығындарының орнына

оқшауламадағы үрдістерге негізделген қуат шығындары ескеріледі.

5.2-суретте екі орамды жоғарлатқыш трансформаторлар мен автотрансформаторлар үшін қуат, энергия шығындарын, сондай-ақ энергия шығынының құнын есептеуге арналған құрылымдық сұлба берілген.



5.2-сурет. Жоғарлатқыш трансформаторлар мен автотрансформаторларда қуат пен энергия шығындарын анықтауға арналған құрылымдық сұлбасы

Құрылымдық сұлба мынандай шарттарды қанағаттандырады:

1) Екі орамды жоғарлатқыш трансформаторлардың орамаларының қуаты 200 Вт-қа тең;

2) ΔP_k шығындары автотрансформаторлар (ЗАТР) орамаларының әрбір жұбы үшін В – С, С – Н және В – Н (жоғарғы – орташа, орташа – төменгі және жоғарғы – төменгі) кестелерде келтірілген;

3) n трансформаторлар тобы кезінде 1б, 2б, 3б пунктеріндегі S (S_b, S_c, S_n) шамасы барлық топтың жалпы нақты қуатына тең, яғни $S=S_n$. Топ ішінде жұмыс істейтін бір трансформатордың қуат шығынын анықтау кезінде $S(S_b, S_c, S_n)$ шамасы – осы трансформатордың нақты қуаты;

Сонымен қатар бұл бөлімде компрессорға жұмсалған электр энергиясының шығындары жатады. Өндірістік электр энергия шығындары қабылданған баға бойынша есептелінеді және бірінші дәрежелі немесе екінші дәрежелі тариф бойынша бағаланады.

Қозғалтқыштарға жұмсалатын электр энергиясының жылдық шығынын анықтау үшін төмендегі формуланы қолданамыз.

$$C_3 = \frac{B_1 \cdot \sum N_{PI} + B_2 \cdot \sum N_{VI}}{\cos \varphi} \quad (5.14)$$

Мұндағы: B_1 – электр санағышпен анықталған, $1 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$ электр энергиясының тарифі, теңге.

B_2 – анықталған қуаттылықтағы 1 кВт жылдық тарифі, теңге

N_{PI} – 1-ші электр қозғалтқышының пайдаланатын жұмыс қуаты, $\text{кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}$.

N_{VI} – 1-ші электр қозғалтқышының белгіленген қуаты, кВт . $\cos \varphi$ – қуат коэффициенті (0,85 деп қабылдаймыз).

Озон араласқан ауаны құбыр мен жүргізу үшін жұмыс жасайтын сорғыны іске қосу үшін электр қозғалтқышқа қажетті электр энергияның шамасы анықталады. Үрлемеге қажетті энергияның тұтыну қуаттылығы 750 кВт – тан аспаған жағдайда электр энергияның бағасын төлеу бір ставкалы тарифте төленеді. Озонды ауалы қысымды итеру үшін үрлеменің күндік қажетті электр энергияны тұтыну мөлшері келесі формуламен анықталады.

$$\Theta = \frac{1 \cdot Q \cdot t}{102 \cdot \eta_c \cdot \eta_{ЭК}} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 0,5}{102 \cdot 0,89 \cdot 0,70} = 0,22 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (5.15)$$

Мұндағы: Q-үрлеме өнімділігі, м³/сағ;

t - тәуліктік үрлеменің жұмыс істеу сағаты, сағ t = 0,5 сағ;

η_c - үрлеменің ПЭК, η_c = 0,89.

η_{ЭК} - электр қозғалтқыштың ПЭК, η_{ЭК} = 0,70.

Бірставкалы тарифте 1 кВт*сағ электрэнергияның бағасы пайдаланған электрэнергияның шығынына байланысты анықталады.

$$\text{Эл} = \Theta \cdot C \text{ теңге,}$$

Қазіргі Қазақстан Республикасындағы 1 кВт * сағ электрэнергияның бір ставкалы тарифі 12,5 теңге. C = 12,5 теңге.

Механикалық тазалау бөлігінде бір үрлеме орналасқан. Жалпы үрлеменің күндік энергияны тұтыну мөлшері мынадай;

$$\Theta_n = \Theta \cdot C = 0,22 \cdot 12,5 = 2,75, \text{ мың теңге} \quad (5.16)$$

5.5. Өндірістік жұмысшылардың жалақысы

Бұл бөлімде негізгі ауыз су тазарту ғимаратында жұмыс істейтін жұмысшылардың негізгі және қосымша еңбек ақысы қарастырылады.

Негізгі жалақы тариф бойынша есептеледі және түнгі уақыттағы, мереке күндеріндегі жұмыс істегені үшін де қосымша жалақы анықталады. Осы монографияда негізінен жұмысшылар, егер тазарту ғимараты кіші елді мекенде орналасса, онда сол елді мекеннің әкімшілігіндегі электрикке және слесарьға қосымша 40% пайыз көлемінде жалақы төленеді. Ал өндіріс орнына орналасса, сол өндірістің су маманына қосымша 40% пайыз көлемінде жал ақы төленеді. Сонда, бір айдағы жалақы мөлшері $C_{\text{жалақы}} = 30000$ мың теңге деп қабылдасақ, оның 40% пайызын анықтасақ мынаған тең:

$$C_{\text{ай}} = \frac{30000 \cdot 40}{100} = 12000 \text{ теңге} \quad (5.17)$$

Жылдық жалақы қоры:

$$C_{жыл} = 12000 \cdot 12 = 14400, \text{ теңге} \quad (5.18)$$

Түнгі уақыттағы, демалыс, мереке күндеріндегі жұмыс істегені үшін қосымша 10% пайыз көлемінде жалақы қосамыз, яғни ол келесі өрнекпен анықталады:

$$C_{қосымша} = \frac{144000 \cdot 10}{100} = 1440, \text{ теңге} \quad (5.19)$$

Сонымен жоба бойынша жалпы жалақының қоры келесідей:

$$C_{жалақықоры} = 144000 + 14400 = 158400, \text{ теңге} \quad (5.20)$$

5.6. Амортизациялық бөліністер

Бұл бөлімде амортизациялық бөліністер амортизацияланған бөліністердің мөлшері бойынша, халық шаруашылық негізгі қоры бойынша есептеледі (5.5-кесте).

5.5-кесте. Жұмыс жобасының амортизациялық бөліністерінің есебі

№	Негізгі қорлардың аттары (ғимараттар)	Сметалық құны, мың теңге	Амортизациялық мөлшері, %	Амортизациялық қорытынды, мың теңге
1	Су жинайтын резервуарлар (үшеу)	20000 x 3 = 60000	2,7	162
2	Озонатор қондырғысы	200 000	4	8000
3	Компрессор	20 000	2	400
4	Сорғылар (екеу)	10000 x 2 = 20000	2	400
Жиынтығы				8962

ҚОРЫТЫНДЫ

Тәжірибелік қондырғы мен зертханада жүргізілген ғылыми зерттеу жұмыстың нәтижесін қорытындылай келе келесідей тұжырымдарды жасауға болады:

1. Қапшағай су қоймасындағы табиғи жер үсті суын залалсыздандыру үшін озондау үрдісі қарапайым және сенімді болып табылады;

2. Зертханалық сараптаманың барлық көрсеткіштері бойынша Қапшағай жер үсті суы ҚР 3.01.067-97 жылғы «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау» СанЕж/еН талабына толықтай жауап береді. Бірақ бұл судың химиялық құрамы күрделі ауыр металдар (темір Fe^{+2} , Fe^{+3} мен мыстың Cu^{+2}) иондарының мөлшері ШРК-дан жоғары екендігі байқалады. Сонымен қатар бастапқы су құрамында 1дм^3 – судың құрамынан 59 - дан 12727 - ге дейін Коли-индекс, 1см^3 – судың құрамында кездескен жалпы микробтардың саны 59 - дан 400 - ге дейін және 100 мл-ден 1 - жалпы колиформды бактериялар табылды.

3. Ауыз суының тазалық сенімділігін арттыру үшін Қапшағай су қоймасынан шыққан жер үсті суын ҚР 3.01.067-97 жылғы «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау» СанЕж/еН талабына сай дайындау кажет.

4. Құрамында ауыр металдар (Fe^{+2} , Fe^{+3} , Cu^{+2}) иондары бар жер үсті суларын озон технологиясы арқылы тотықтыру үрдісі теориялық және тәжірибелік тұрғыдан зерттелді. Зерттеу жұмысы бойынша озон күшті тотықтырғыш екені анықталды.

5. Әр түрлі озонның мөлшерін суға жіберу арқылы темір мен мыстың концентрацияларының өзгеруі және су құрамынды кездескен бактериялардың азайғаны байқалды. Сонымен қатар қоймадағы жер үсті суын озон технологиясы арқылы залалсыздандыру үрдісінің тиімді көрсеткіштері анықталды: Озонның мөлшері 600 мг. және залалсыздандыру уақыты 20мин.

6. Авторлық куәлікпен қорғалған жер үсті суын озон технологиясы арқылы залалсыздандыратын жаңа үлгідегі

озонатордың конструктивтік және технологиялық сұлбасы өңделі.

7. Озонатордың техникалық экономикалық тиімділігін анықтау үшін жылына $69\,120\text{м}^3$ суды залалсыздандыруға арналған екі вариант қарастырылды. Олар Техозон кәсіпорнында жасалған ТМ - 10 типтес озонаторы мен ҚазҰТУ – да жасалған ЭТРО - 01 озонаторларының техникалық экономикалық тиімділігі салыстырылды. Ұсынылып отырылған озонаторлардың ішінде ЭТРО-01 озонаторы 1,5 есе арзан екені анықталды.

АНЫҚТАМАЛАР

Монографияда төмендегі анықтамалар қолданылды.

Негізгі сөздер: су көзі, ауыз су, су тазарту, тазаланған су, су құбыры, канализация, шағын қондырғы, балдыр, су мен қамтамасыз ету, су қоймасы,

Түсініктемелер: Бұл монографияда төменде келтірілген терминдер тиісті анықтамалармен қолданыс тапты.

Су көзі – ағын және ақпайтын сулардың табиғи немесе жасанды түрде жиналуы (көл, өзен, көлшік және т.б.);

Ауыз су – химиялық заттармен араласқан бактериялық және органдық қасиеттері мен көрсеткіштері бар, ауыз сумен жабдықтау нормаландырылған шегіне келетін су;

Су тазарту – су құбыры торабына құйылатын судың сапасын нормативте белгілеген көрсеткіштерге техникалық тұрғыда жеткізу;

Тазаланған ауыз су - әр түрлі әдістерді қолдана отырып, минералсыздандырылған су;

Су құбыры – тұтынушыларды сумен қамтамасыз етуге арналған бастағандарды, суқұбырлар сорғы станциясы, су тазарту немесе су дайындау станциясы, суқұбырлар желілері және резервуарлар кіретін кешенді ғимараттар;

Канализация – сәйкес құбыр желілері мен коллекторлары (каналдары) бар, елді мекендерден немесе оның бөлігі аумақтарынан ақаба суларды жүргізуге арналған имараттар жиынтығы;

Шағын қондырғы – ластанған ауыз судың аз көлемін тазартуға арналған қондырғы;

Балдыр – су түбінде өсетін өсімдік;

Су мен қамтамасыз ету – суға деген қажеттіліктің, оны қанағаттандыру мүмкіндіктеріне сәйкес келетін көлем немесе пайыздық өлшем арқылы байқалатын деңгейі;

Су қоймасы – су қоры гидротехникалық жолдармен сақталып, толықтырылып, жұмсалып отырылатын табиғи немесе жасанды су көзі;

НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР

Монографияда төмендегідей нормативті құжаттарға сілтеме жасалды.

Сан ережелер және нормалар 3.01.067-97 «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау».

СанПиН 2.1.4.559-96. питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль.- М.: Стройиздат, 1982.

Государственный стандарт союза ССР Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством ГОСТ 2874-82.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚARTУЛАР

ЭТРО – Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор;
ТМД – Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы;
ҚР – Қазақстан Республикасы;
МЕСТ – мемлекеттік стандарт;
АКАЗ – анионды көлемдік активті заттар;
УК – ультра күлгін;
Сан ЕжәнеН – санитарлық ережелер және нормалар;
ШРК – шекті рұқсатталған концентрация;
ЗАТР – зертханалық авто-трансформатор;
АҚШ – Америка құрама штаттары;
ЖТ – жиілік түрлендіргіш;
ТТК – тұрақты ток көзі;
АҚ – асинхронды қозғалтқыш;
ТС – ток сезгіштік;
ЖС – жиілік сезгіштік;
ЖМ – жұмыс механизімі;
РМКК – Республикалық мемлекеттік коммуналды кәсіпорын;
МКК – мемлекеттік коммуналды кәсіпорын;
МК – мемлекеттік кәсіпорын;
ПӘК – пайдалы әсер коэффициенті;
рН – сутек көрсеткіші;
С_{оз.} – озонның судағы ерігіштігі, мг/л;
β – Бунзен коэффициенті;
М – озонның тығыздығы, г/л;
V_{О₂к} – озонаторға жіберілген ауа құрамындағы оттектің мөлшері мг/м³;
V_{О₂ш} – озонатордан шыққан ауа құрамындағы оттектің мөлшері мг/м³;
l – тәжіленуші электродтың ұзындығы, мм;
S – тәжіленуші электродтың көлденең қимасының ауданы, мм²;
h – электродтардың ара қашықтығы, мм;
T – түтік ішіндегі температура мөлшері, °C;
λ – түтік қабырғасы арқылы берілетін жылу коэффициенті;
P – озонатордың қуаты, Вт;
V – су жиналатын резервуардың көлемі, м³;
t – резервуарды сумен толтыру уақыты, м³/мин;

C – конденсатордың сыйымдылығы, мкФ;
 f – айнымалы ток жиілігі, Гц;
 p – асинхронды қозғалтқыштың полюстер жұбының саны;
 $R_{\text{вак.ум.}}$ – тәжіленуші электродтар арасындағы ауаның кедергісі, Ом/см;
 I – озонатордан өтетін ток, мА;
 $G_{\text{оз.}}$ – озонатордан шыққан озонның концентрациясы, г/сағ;
мА – миллиампер.
кВ – киловольт;

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 9 шілдедегі № 481 Су Кодексінің негіздері.
- 2 Қазақстан Республикасының 2004-2015 жылдарға арналған экологиялық қауіпсіздік бағдарламасы.
- 3 «2010 жылға дейінгі Қазақстан экономикасының су секторы мен су шаруашылығы саясатының даму концепциясы».
- 4 СанЕжәнеН 3.01.067-97 «Ауыз суы. Ауыз сумен жабдықтаудағы орталықтандырылған жүйедегі судың сапасына гигиеналық талап. Сапаны бақылау».
- 5 Алексеев Л.С. Контроль качества воды. Учебник.-М.: ИИФРАМ, 2004. - 153с.
- 6 МЕСТ 2.04.02.- 84 жылғы «Су мен жабдықтау. Сыртқы желілер және имарат».
- 7 ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль.- М.: Стройиздат, 1982.
- 8 Национальный стандарт российской федерации ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа.
- 9 Государственный стандарт союза ССР Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством ГОСТ 2874-82.
- 10 СанПиН 2.1.4.559-96. питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.
- 11 Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки вод. - М.: Стройиздат, 1975.
- 12 Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев.: Наукова думка, 1986.
- 13 Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод.- Киев.: Высшая школа, 1986.
- 14 Белан А.Е. Технология водоснабжения. - Киев.: Наукова думка, 1985.
- 15 Г.Х.Керейбаева “Табиғи және ағынды суларды тазарту технологиясының негіздері”. - Алматы, 2008.
- 16 Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971.

17 Коган Б.Ф. и др. Справочник по растворимости. Кн.1.- М.,1961. Т.1.

18 Masschelein W.J. Processes unitaires du treatment de l'eau potable.-Ed. CEBEDOC. - Liege, 1996.

19 Horvath M.L., Bilirki Land Hutter. Ozone Ed. Akademia Kiado.-Buda pest, 1985.

20 Masschelein W.J. Processes unitaires du treatment de leau potable. – Ed. CEBEDOC. – Liege, 1996.

21 Masschlein W.G. The state of art in use of chlorine dioxide and ozone in the treatment of water. – Water S.A. – 1980, 60 – № 3.

22 Schechter D.S., Singer Ph. C. Formation Of Aldehydes During Ozonation. – Ozone Sci. and Engin. – 1995, 17. - № 1.

23 Weinberg H., Glaze W. et al. Formation and Removal of Aldehydes in Plants that Use Ozonation. J: Awwa, 85, № 5, 1993.

24 Singer Ph.C. Association ozonation research needs in water treatment. American Water Works Association Journal. – 1990. – Vol. 82. - № 10.

25 Schechter D.S., Singer Ph. C. Formation of Aldehydes during Ozonation. – Ozone Science and Engineering. – 1995. – Vol. 17. - № 1.

26 McKnight A., Reckhow D.A. reactions of Ozonation Byproducts with chlorine and chloramines. Proc.AWWA Ann. Conf., Vancouver. 1992.

27 Krasner S., Scilimenti M., Coffey B. Testing Biologically Active Filters for Removing Aldehydes Formed During Ozonation. – J. AWWA. – 1993,85. - № 5.

28 Weinberg H.S., Glaze W.H et al. Formation and Removal of Aldehydes in Plants that Use Ozonation. – J. AWWA. - 1993, 85. - № 5.

29 Glaze W.H. et al. Evaluation of ozonation by-product from two California Surface Waters. – AWWA. J. - 1989. Vol.81. - № 8.

30 Larson Kenneth. A swap meet of water treatment. Water Cond. And Purif. – 1996, 38.- № 4.

31 Лунин В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона. – М., изд.: МГУ 1998.

32 Hoigne J. in Process Technologies for water treatment Ed. Plenum Press. – 1988. - №3.

33 Самойлович В.Г., Гибалов В.И., Козлов К.В. Физическая химия барьерного разряда. – М.: МГУ, 1989.

34 Козлов К.В. и др. Распределение температуры и профиль тепловыделения в разрядном промежутке озонатора. – Вестн. Моск. Университета. Сер.2Химия. – 1990. – Т.31.- №5.

35 Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.Т. Электросинтез озона. – Изд. МГУ, 1989.

36 Современные технологии и оборудование для обработки воды на водоочистных станциях. – М.: НИИ КВОВ, 1997.

37 Баранов С.С. и др. Современные конструкции озонаторов. – ЦИНТИ, Хим. 1. – М., 1984.

38 Потапов Г.Ф., Касаткин Э.В., Раков А.А., Веселовский В.И. Некоторые закономерности синтеза озона электролизом водных растворов и их солей. // Журнал прикладной химии. – 1982. -№6.

39 Шевченко М.А. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. – Киев: Наукова думка, 1966.

40 Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982

41 Кожин В.Ф. Установки для озонирования воды. – М.: Стройиздат, 1968.

42 Разумовский С.Д. Озон в процессах во восстановления качества воды. ЖВХО им. Менделеева // Химия окружающей среды. – 1990. – Т.35,1.

43 Бо Д., Герасимов Г.Н. Практика озонирования в обработке питьевых вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. - №1.

44 Дзюбо В.В., Алферова Л.Н. Озонирование подземных вод в системах питьевого водоснабжения сибирского региона // Питьевая вода. – 2005. - №1.

45 Пат. 2176988. Россия Способ одновременного умягчения и обезжелезивания воды. – 2001.

46 Пат. 2241685. Россия Способ умягчения подземных вод., 2004.

47 Richard. J et Brener L T.S,M. Eau. 76.627, 1981.

48 Разумовский С.Д. и Заиков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. – М., 1974.

49 Кожин В.Ф., Кжинов И.В. Озонирования воды. – М.: Стройиздат, 1974.

50 Утепбергенова Л.М. Мырғалымсай кен орны жер асты суын шаруашылық – ауыз суы ретінде пайдаланудың тиімді тазарту технологиясын өндеу. Диссертациялық жұмыс Алматы 2010ж.

51 Зимин Н.П. Озонирование воды как средство для устранения недостатков ее фильтрования при городских водопроводах. – М., 1902.

52 Шуберт С.А., Демин И.И., Драгинский В.Л. Озонирование как метод улучшения качества воды // Водоснабжения и санитарная техника. – 1985. - №1.

53 Алексеева Л.П., Драгинский В.Л. Применения озона в технологии подготовки питьевой воды // Башкирский химический журнал. Вып. 4. – Уфа, 1994.

54 Орлов В.А Озонирование воды. – М.: Стройиздат, 1984

55 Орлов В.А Технология озонирования воды. Учебное пособие. – М.: МГСУ, 1996.

56 Международная конференция “Применение озона для очистки питьевой воды”. – Нижний Новгород, 1997.

57 Озон. Получение и применение. Тезисы докладов Второй Все союзной конференции. МГУ им. М.В. Ломоносова – М., 1991.

58 Шегельская Т.Ю. Козлов К.В., Самойлович В.Г. Эффективность синтеза озона в озонаторах с импульсным питанием. Тезисы докладов. – М., 1991.

59 Синтез озона и современные озонные технологии. – Материалы 22-го Всероссийского семинара. – М.: Стройиздат, 1965.

60 Самойлович В.Г. О XV Всемирном конгрессе по озону. Материалы семинара, 2001.

61 Первая Всероссийская конференция “Озон и другие экологически чистые окислители” Наука и технологии. – Материалы конференции. – Химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. – М., 2005.

62 Бахтаев Ш.А. и др. Озонаторы на коронном разряде (Аналитич. обзор). Изд – во КазгосИНТИ, 1998, 30 стр.

63 Бахтаев Ш.А. Озонатор на коронном разряде. Изв. МН-АН РК, сер. физ.-мат. 1998, № 6, 2 стр.

64 Кожаспаев Н.К., Боканова А.А. и др. Озонная технология и охрана окружающей среды. –Алматы, 2001. – 120стр.

65 Боканова А.А., Мырзабекова А.М. Очистка воды от нефтепродуктов //Научн.- техн. сборник. «Новости науки Казахстана.» №2 Алматы, 2003, - с 64.

66 Боканова А.А., Мырзабекова А.М., Нурпеисова М.Б.. и др. Пузырьковые характеристики газосодержащих жидкостей //Комплексное использование минерального сырья.- № 1. Алматы, 2004, с.3-8.

67 Боканова А.А. Исследование резонансных явлений в плазме чехла коронного разряда. –Алматы: Вестник КазНТУ, 2005. №3. –С. 51-63.

68 Кожаспаев Н.К., Бахтаев Ш.А., Боканова А.А., Бочкарева Г.В., Озоновые очистители воды. Тр. межд. экол. конгресса.– Санкт–Петербург–2000г.

69 Кожаспаев Н.К., Бахтаев Ш.А., Боканова А.А., Новые процессы и аппараты озонной технологии. Тр. межд. научно–техн. конференции.–АИЭС–2002г.

70 Ш.А.Бахтаев., А.А.Боканова., Г.В.Бочкарева., Г.К.Сыдыкова. Физика и техника коронноразрядных приборов. 190 б. Алматы 2007.

71 С.Б.Балабатыров., Ж.О.Тобаяков., Н.Қ.Қожаспаев “Электротехниканың теориялық негіздері” Алматы 2001ж.

72 Г.Я.Мякишев., Б.Б.Буховцев “Жалпы физика” Алматы 1997ж.

73 В.Л.Драгинский.,Л.П.Алексеева., В.Г.Самойлович ”Озонирование в процессах очистки вода” Москва ДеЛи принт 2007г.

74 Пат. Япония № 51 -111492. Обработка воды на микрокапсулах целлюлозы, содержащих адсорбент. – 1976.

75 Овчаренко Ф.Д., Поляков В.Е., Тарасевич Ю.И. Ионнообменные равновесия и термодинамика ионного обмена на монтмориллоните с участием ионов переходных металлов. Украинский химический журнал. 1975 – 1. 5 -10бет.

76 Пот. Россия № 2176617. Способ очистки сточных вод от тяжелых металлов, 2001.

77 Б.А.Бірімжанов ”Жалпы химия” Алматы 1970ж 455-б.

78 Ксенофонов Б.С. Химия и основы технологии очистки воды. – М.: МГИЭТ, 1997. – 91 бет.

79 Капцов Н.А. Коронный разряд. - М.: ОГИЗ Гостехиздат, 1947.

80 Акишев Ю.С., Грушин М.Е., Дерюгин А.А., Трушкин Н. И. Интегральные и локальные характеристики протяженной положительной короны в воздухе в режиме нелинейных колебаний: эксперимент // Физика плазмы. - 1999. -Т. 25. - №11. - с. 942.

81 Ким К.С., Лелевкин В.М., Токарев А.В., Юданов В.А. Линейный коронный факельный разряд // Сб. научн. тр. - Вып. 3. - Бишкек: Кыргызско-Российский Славянский университет, 2000. - С. 23-31.

82 Райзер Ю.П. Физика газового разряда. - М.: Наука, 1987.- С. 507.

83 Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1992. 536 с.

84 Енохович А.С. Справочник по физике. - М.: Просвещение, 1978. - С. 120.

85 Грановский В.Л. Электрический ток в газе. - М.: Госизд. техно-теор. лит, 1952. - с. 200.

86 Кучинский Г.С. и др. Изоляция установок высокого напряжения: Учебник для вызов/ Г.С. Кучинский, В.Е. Кизеветтер, Ю.С. Пинталь; Под общ. ред. Г.С. Кучинского. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

87 Техника высоких напряжений/ Под ред. М.В. Костенко. – М.: Высшая школа, 1973.

88 Ашмарин Г.В., Лелёвкин В.М., Токарев А.В. Формирование линейного коронного факельного разряда / Физика плазмы. – Т 28. – № 8. – 2002. – с. 7.

89 Ашмарин Г.В., Лелёвкин В.М., Токарев А.В. Влияние индуктивности разрядной цепи на характеристики линейного коронного факельного разряда / Матер. первой республ. научн. конф. студентов физиков и молодых ученых. – Каракол, 2002. – С. 49.

90 Каретникова Е.И., Рыкина Т.А., Ермаков А.И. Трансформаторы питания и дроссели фильтров для радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1973г.

91 Отчет АО “Рыстас”. Продукция природного цеолита – клиноптилолита Чанканайского месторождения. – Алматы, 2000.

92 Идирисова А.Е. Кандидаттық диссертациясының авторефераты. – 2007.

93 Калинин Н.Н., Скибинский Г.А., Новиков П.П. Электрорадиоматериалы. – М.: Высшая школа, 1981. – с. 253.

94 Справочник по электротехническим матери-алам. – Т. 3. – Л.: Энергия, 1976. – С. 35–40.

95 Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1983.

96 Н.Ж.Жұмағұлов., М.М.Мырзахметов Сумен камтамасыздау және канализацияға арналған орысша – қазақша терминологиялық сөздік. Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1993. - 44бет.

97 Қазақша – орысша сөздік “Бас. ред. Р.Нұрғалиев. – Алматы Қазақ энциклопедиясы”, 1993. – 448 бет.

98 Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі: Экология және табиғат қорғау / Ғылыми жетекші А.Қ.Құсайынов. – Алматы.: “Мектеп” ААҚ, 2002. – 392 бет.

99 Қазақша – орысша сөздік. Фирма IZET компьютерлік бағдарлама. Алматы, 1998 ж.

100 Қазақша – орысша терминологиялық сөздік. – Су шаруашылығы. – Рауан баспасы. – Алматы, 2000. – 304 бет.

101 А.Сқаков, Ш.Есмұрзаев, Ж.Шайқаков, Қ.Елеуова Экологиялық терминдердің орысша – қазақша түсіндірме сөздігі. Алматы “Ана тілі” 2009ж

102 Поспелов Г. Е., Федин В. Т. Электрические системы и сети. Проектирование. Минск, 1988.

103 Солдаткина Л. А. Электрические сети и системы. М., 1978.

104 Гук Ю. Б., Лосев Э. А., Мясников В. А. Оценка надежности электроустановок/Под ред. Б. А. Константинова. М., 1974.

105 Блок В. М. Выбор оптимальной мощности трансформаторов по универсальным номограммам экономических интервалов //Электричество. 1980.№6. С. 51-53.

106 Блок В. М., Степанченко Б. А., Свириденко Т. И. Универсальные номограммы экономических интервалов для выбора мощности трансформаторов. Рига, РПИ, 1979.

107 Поспелов Г. Е., Сыч Н. М. Потери мощности и энергии в электрических сетях/Под ред. Г. Е. Поспелова. М., 1981.

108 Снижение технологического расхода электроэнергии в трансформаторных подстанциях/Синьков В. М., Притака И. П., Омельчук А.А. и др. Киев, 1987.

109 И.Н.Бронштейн., К.А.Семендяев. Справочник по математике Москва 1986г. – 544с.

110 Ю.П.Боглаев. Вычислительная математика и программирование. Москва “Высшая школа” 1990. 544с.

111 М.Я.Выгодский. Справочник по высшей математике Москва 1975г. – 870с.

112 Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., 1979.

113 Самарский А.А Введение в численные методы. М., 1987.

114 Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. Формулы, графики, таблицы. М., 1980.

115 Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М., 1989 г.

116 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А. Еліміздегі сарқынды, ақаба, және ауыз суларын озон технологиясы бойынша қайта пайдалану жарамдылығын зерттеу. Ғылыми журнал // Ізденіс №4, Алматы, 2008. - 137б.

117 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А. Сарқынды, ақаба және ауыз суларын тазалайтын электрлі тәжі – разрядқа негізделген озонаторды автоматты түрде басқару. Ғылыми журнал - Ізденіс №2, Алматы, 2009ж, - 94б.

118 Қожасбаев Н.Қ., Ж.Е.Нуркенов., Абдықадыров А.А. Исползования озонной технологии для очистки питьевой воды г.Астаны.// КазНТУ им. К.И.Сатпаева – Вестник 2010. №1., 148бет.

119 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А. Сарқынды суды тазалайтын электрлі тәжі разрядты озонаторды автоматты

басқару кезіндегі эффективтілігі. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты оныңшы халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. -Алматы, 2009. 726.

120 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р. Астана қаласындағы су қоймадағы ауыз суды залалсыздандыру үрдісі. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. - 1276.

121 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р. Табиғи су қоймаларында кездесетін микробиологиялық бактерияларды озон арқылы залалсыздандыру үрдісі. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. -1296.

122 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А. Инновациялық үлгіде даярланған озонатор арқылы ластанған ауыз және сарқынды суды тазарту жолдары мен тиімділігі. //“Шекарасыз ғылым мен инженерлік білім атты халықаралық форум”. – Алматы, 2009. – 116 б.

123 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р. Қапшағай су қоймасындағы ауыз суды озон технологиясы арқылы залалсыздандыру үрдісі. //“Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009, 129 б.

124 Қожасбаев Н.Қ., Надиров Е.Ғ., Абдықадыров А.А. Озон технологиясын қолданып ауыз су құрамындағы ауыр металдарды тотықтыру үрдісі. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. – Алматы, 2009, 131б.

125 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Амиров Б.Қ. Еліміздегі ауыз су мәселесін инновациялық нанотехнологияға негізделген озон арқылы залалсыздандыру. //“Казахстан в глобальных процессах” Научное издание 2010, №5(22), С.120.

126 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Андасов А.Ш. Нанотехнологияға негізделіп жасалған озонатордың жұмысын зерттеу. “Казахстан в глобальных процессах” //Научное издание 2010, №5(22), С.122.

127 Қожасбаев Н.Қ., Надиров Е.Ғ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р., Есенғабылова Н.Ж. Құмкөл елді мекенінен шыққан қалдық сарқынды суды озон технологиясы арқылы қайта пайдалану сапасын жетілдіру. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. 98б.

128 Қожасбаев Н.Қ., Надиров Е.Ғ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р., Токпеисова Г. Ш. Қапшағай су қоймасындағы табиғи суды озон, активті көмір және цеолит сүзгіштер арқылы тазарту әдісін зерттеу. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. 100б.

129 Қожасбаев Н.Қ., Надиров Е.Ғ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р., Есенғабылова Н.Ж. Табиғи суларды озондаған кездегі су құрамындағы сутектік көрсеткіштің(рН) өзгеруі.// “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009.- 107б.

130 Қожасбаев Н.Қ., Абдықадыров А.А., Дағарбек Р., Токпеисова Г.Ш. Қапшағай табиғи су қоймасындағы суды озон технологиясы арқылы залалсыздандыру үрдісін математикалық моделдеу. // “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. - 103б.

131 Абдықадыров А.А. Шағын озонатор қондырғысын қолданып өндірістік сарқынды суларды тазартудағы эффективтілік// “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009.- 131б.

132 Абдықадыров А.А. Шағын елді мекендердегі ауыз суды тазарту эффективтілігі. //Ғылыми журнал - Ізденіс”, Алматы.-2010, №2. -133б.

133 Абдықадыров А.А. Табиғи суларды озон және активті көмір сүзгісі арқылы тазарту әдісін зерттеу// “Тіршілік қауіпсіздігі саласындағы жаңалықтар - атты он бірінші халықаралық ғылыми – техникалық конференция”. - Алматы, 2009. – 126 б.

134 Г. Б. Осадчий., «энергосбережение и возможности установок и систем малой энергетики на базе солнечного соляного пруда». Омск 2014 г. Формат (pdf).

135 Volker quaschning. «understanding renewable energy systems». Изд. Carl hanser verlag gmbh & co kg, 2005 г., язык — английский. Формат — pdf.

136 Gevorkian p. «альтернативные источники энергии в проектировании зданий». The mcgraw-hill companies, 2009, на англ. Языке. Формат — pdf.

137 Н.А.Назарбаев EXPO-2017: новые возможности инновационного развития Казахстана. *kz.government.kz* ›

138 Ш.А. Бахтаев., А.А. Боканова., Г.В. Бочкарева., Г.К.Сыдыкова. Физика и техника коронноразрядных приборов. 190 б. Алматы 2007.

139 Орлов В.А Технология озонирования воды. Учебное пособие. – М.: МГСУ, 1996.

140 Международная конференция “Применение озона для очистки питьевой воды”. – Нижний Новгород, 1997.

141 Кашкаров А. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. ДМК Пресс. РФ.

ҚОСЫМША А

1	Артезиан суы	Артезианская вода
2	Арын	Напор
3	Активті қуат	Активная мощность
4	Автоматты басқару	Автоматическое управление
5	Балдыр	Водоросль
6	Жер асты сулары	Подземная вода
7	Жер үсті сулары	Поверхностная вода
8	Жиілік түрлендіру әдісі	Метод преобразования частоты
9	Жоғарғы кернеу	Высокое напряжение
10	Залалсыздандыру	Обеззараживание
11	Қалқыма заттар	Взвешенные вещества
12	Қасиеті	Свойства
13	Қондырғы	Установка
14	Ластану	Загрязнение
15	Мөлшер, өлшем	Доза
16	Оқшаулау	Изоляция
17	Озонның мөлшері	Доза озона
18	Су жинағыш	Водозабор
19	Су тоғаны	Водоем
20	Су қоймасы	Водохранилище
21	Су тұтыну	Водопотребление
22	Су мен жабдықтау	Водоснабжение
23	Суды озондау	Озонирование воды
24	Сынама	Проба
25	Сүзгі	Фильтр
26	Судың сапасы	Качество воды
27	Сымдардың тәжденуі	Коронирование проводов
28	Сорғы	Насос
29	Сығымдауыш	Компрессор
30	Су тазарту	Водоочистка
31	Су құбыры	Водопровод
32	Суды пайдалану	Водопользование
33	Тотығу жылдамдығы	Скорость окисления
34	Технологиялық схема	Технологическая схема
35	Ұнғыма	Скважина
36	Үлгілеу, модельдеу	Моделирование
37	Шағын қондырғы	Компактная установка
38	Электрондық тасқын	Электронная лавина
39	Электр тәжі	Электрическая корона

ҚОСЫМША Б

Ізденушінің монография бойынша жүргізген ғылыми зерттеу жұмыстары.



а) Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысының жалпы бейнесі



ә) Ізденуші А.А. Абдықадыровтың Қапшағай су қоймасындағы табиғи суды озон технологиясы арқылы залалсыздандыру жұмысы кезінде.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің Электротехника кафедрасы



б) Изденуші А.А. Абдыкадыров Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің тәжірибелік оқу үрдісі жүргізілетін полигонның қасындағы Қапшағай су қоймасында.
6 қазан 2009 жыл (Күз мезгілі)



в) Изденуші А.А. Абдыкадыров Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің тәжірибелік оқу үрдісі жүргізілетін полигонның қасындағы Қапшағай су қоймасында.
16 наурыз 2010 жыл (Көктем мезгілі)



г) Солдан оңға қарай Электротехника кафедрасының меңгерушісі техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық Электротехника Ғылымдары Академиясының және ҚР Ұлттық Инженерлік Академиясының академигі Қожасбаев Нариман Қожасбайұлы Ізденушісі Абдықадыров Асқар Айтмырзаұлы мен ғылыми зерттеу жұмысы бойынша пікірлесу. Электротехника кафедрасының зертханасы 10 ақпан 2010 жыл.

ҚОСЫМША В

Қапшағай су қоймасынан алынған судың сараптамалық
нәтижесі

Судың талдау нәтижелері «Бастау» ЕМКК химиялық –
бактериологиялық зертханасында өткізілген

Көрсеткіштер (показатели)	Нормативтер артық емес (ПДК, не более)	Уақыты(дата) Анықтау нәтижелері(результаты определения)	
		06.10.09г. Капчагай до озонирования	06.10.09г. Капчагай после озонирования (доза озона 600мг)
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	4,13	1,90
Түсі, градус	20,0	5	2,1
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	0	0
Сутектік көрсеткіш, рН	6,0-9,0	8,22	8,3
Перманганатты тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	2,14	3,0
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	0,85	1,5
Мыс, мг/дм ³	1,0	1,25	0,033
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	3,5	3,1
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02	0,01
Жалпы керметтік, моль/м ³	7,0	4,2	3,9
Жалпы темір. мг/дм ³	0,3	0,85	0,04
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	48,4	37,5
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	311,5	310,1
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,31	0,35

Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	22,1	45,2
Коли – индекс в 1 дм ³ , артық емес	10000	12727	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	400	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	0	0

Зертхана бастығы
Начальник лаборатории



Васильева Л.П.

ҚОСЫМША Г

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ӘКІМДІГІНІҢ
ШАРУАШЫЛЫҚ ЖҮРГІЗУ ҚҰҚЫҒЫНДАҒЫ
«АЛМАТЫ СУ ХОЛДИНГІ» МЕМЛЕКЕТТІК
КОММУНАЛДЫҚ КӘСПОРНЫҢЫҢ «БАСТАУ»
ЕНШІЛЕС МЕМЛЕКЕТТІК
КОММУНАЛДЫҚ КӘСПОРНЫ



ДОЧЕРНЕЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
КОММУНАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БАСТАУ»
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОММУНАЛЬНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРАВЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО
ВЕДЕНИЯ «ХОЛДИНГ АЛМАТЫ СУ»
АКИМАТА ГОРОДА АЛМАТЫ

050035, Алматы қаласы, №8-ші ақпам ауданы, 10 «А» үй
тел.: 8 (727) 221-95-16, факс: 8 (727) 221-76-91

050035, город Алматы, №8 микрорайон, дом 10 «А»
тел.: 8 (727) 221-95-16, факс: 8 (727) 221-76-91

23.03.2010 № 21/165

Проректору по учебной работе
Казахского Национального
Технического Университета
имени К.И.Сатпаева
г-ну Жусупбекову С.С.

На Ваше письмо № 38-4-4.35 от 16.03.2010 года направляем результаты химико-бактериологического анализа воды водохранилища Капчагай до озонирования и после озонирования при различной концентрации озона.

Приложения – 3 листа.

Директор

Ж.М.Нурғалин

Қапшағай су қоймасынан алынған судың химиялық –
 бактериологиялық талдау нәтижелері
 Результаты химико-бактериологического анализа воды
 водохранилища Капчагай. 18.03.2010г.

Көрсеткіштер (показатели)	Нормативтер артық емес (ПДК, не более)	Вода Капчагай до озонирования
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	4,58
Түсі, градус	20,0	5
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	0
Сутектік көрсеткіш, рН	6,0-9,0	8,22
Перманганатты тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	2,1
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	0,8
Мыс, мг/дм ³	1,0	1,3
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	2,9
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02
Жалпы кермектік, моль/м ³	7,0	4,2
Жалпы темір. мг/дм ³	0,3	0,8
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	48,3
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	313,6
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,30
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	22,1
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	59
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	59
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	1

Қапшағай су қоймасынан алынған судың химиялық –
бактериологиялық талдау нәтижелері
Результаты химико-бактериологического анализа воды
водохранилища Капчагай. 18.03.2010г.

Керсеткіштер (показатели)	Нормативтер артық емес (ПДК, не более)	Қапшағай су озонның мөлшері 300мг	Қапшағай су озонның мөлшері 400мг	Қапшағай су озонның мөлшері 500мг	Қапшағай су озонның мөлшері 600мг
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	3,49	2,35	2,30	1,81
Түсі, градус	20,0	5	4	3	2
Иісі 20°C (балл)	2	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Сутектік керсеткіші, рН	6,0-9,0	8,23	8,25	8,22	8,10
Перман. тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	2	2,5	2,6	3,0
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	0,81	0,85	0,96	1,19
Мыс, мг/дм ³	1,0	0,05	0,04	0,04	0,04
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	3,0	3,0	3,2	3,6
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,02	0,01	0,01	0,01
Жалпы керметтік, моль/м ³	7,0	3,7	3,7	3,6	3,6
Жалпы темір, мг/дм ³	0,3	0,03	0,03	0,03	0,03
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	46,4	44,4	40,2	38,7
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	311,4	309,8	305,1	300,3
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,3	0,3	0,27	0,25
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	24,5	24,5	24,8	46,4
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	0	0	0	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	47	27	14	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы қарек	1,0	0	0	0

Қапшағай су қоймасынан алынған судың химиялық –
 бактериологиялық талдау нәтижелері
 Результаты химико-бактериологического анализа воды
 водохранилища Капчагай. 18.03.2010г.

Көрсеткіштер (показатели)	Нормативтер артық емес (ПДК, не более)	Қапшағай су озонның мөлшері 600мг	После фильтра активированный уголь	После фильтра цеолита
Тұнықтығы, мг/дм ³	2,0	1,81	1,57	1,08
Түсі, градус	20,0	2	2	2
Иісі 20 ⁰ С (балл)	2	жоқ	0	0
Сутектік көрсеткіш, рН	6,0-9,0	8,10	6,02	2,78
Перманганатты тотығуы, мгО ₂ / дм ³	5,0	3,0	2,5	1,7
Аммоний тұзы, мг/дм ³	2,0(по N)	1,19	1,14	1,07
Мыс, мг/дм ³	1,0	0,04	0,03	0,02
Нитраттар, мг/дм ³	45,0	3,6	3,4	2,9
Нитриттер, мг/дм ³	3,0	0,01	0,01	0,01
Жалпы кермектік, моль/м ³	7,0	3,6	3,6	2,6
Жалпы темір. мг/дм ³	0,3	0,03	0,03	0,02
Сульфаттар, мг/дм ³	500,0	38,7	37,2	35,1
Құрғақ қалдық, мг/дм ³	1000,0	300,3	209,0	181,4
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,25	0,20	0,15
Хлоридтер, мг/дм ³	350,0	46,4	17,9	17,4
Коли – индекс в 1дм ³ , артық емес	10000	0	0	0
Жалпы микробтық сан, 1 см ³	<50	0	0	0
Жалпы колиформды бактерия, 100мл	Болмауы керек	0	0	0

ҚОСЫМША Д

Министерство здравоохранения Республики Казахстан
 РГКП «Научно-исследовательский институт кардиологии и внутренних болезней»
 кардиологии и внутренних болезней, ул. Айтөке Би, 120, тел./факс 8 (727) 261-12-81, 279-98-38,
 РИН 600700010450009, г. Алматы, ул. Айтөке Би, 120, тел./факс 8 (727) 261-12-81, 279-98-38,
 МФО 1905, тел. 279-96-91 (оф.), 267-68-48, e-mail: nevb@of.kz; nevb_cardio@of.kz
 АО АГФ Банк «ЦентрКредит» Аттестат аккредитации № KZ.И.00.0129 от 09 июля 2008 г.
 тел.: (3272) 79-93-12, 79-97-91
ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ В О Д Ы № 156 от «06» октября 2009 г. *

Всего листов 1
Лист 1

№ заявки (регистрационный): 1169 от 23.09.2009 г.

№ договора: -

ОБЪЕКТ исследования (продукция): Капчагайское водохранилище, вода после озонирования.
 ЗАКАЗЧИК и его адрес: АО «Технопарк КазНТУ им. К.И.Сатпаева».
 Наименование нормативного документа по подтверждению соответствия (НД): ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

№ акта отбора пробы и дата отбора пробы: б/н от 23.09.2009 г. Дата поступления пробы: 23.09.2009 г.

Дата выполнения испытаний: с «23» сентября 2009 г. по «06» октября 2009 г.

Условия проведения испытаний: температура, °С 23,2 ; относительная влажность, % : 82

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Т°С воды: - ; Т°С воздуха - ; рН: 8,3 ;
 Органолептические свойства: Мутность, ЕМФ/дм³: 0 ; Цветность, градусы: 0 ;
 Запах, баллы: 0 ; Осадок: без осадка

В 1 дм³ воды содержится :

Катионы	мг	ммоль	ммоль %
Na+K	42,8	1,86	33,4
NH ₄ ⁺	0,1	-	-
Ca ²⁺	44,1	2,20	39,6
Mg ²⁺	18,2	1,50	27,0
Fe ²⁺	не обнаружено		
Fe ³⁺	не обнаружено		
Итого :	105,2	5,56	100

Формула химического состава Курлова

Анионы:	мг	ммоль	ммоль %
Cl ⁻	25,3	0,72	12,9
SO ₄ ²⁻	99,6	2,07	37,2
NO ₃ ⁻	2,5	0,04	0,7
NO ₂ ⁻	не обнаружен	-	-
CO ₃ ²⁻	6,0	0,20	3,6
HCO ₃ ⁻	152,6	2,50	45,0
F ⁻	0,64	0,03	0,5
J ⁻	не обнаружен		
Br ⁻	не обнаружен		
Итого :	286,6	5,56	100

(HCO₃⁻ + CO₃²⁻) 49 SO₄ 37
 M_{0,49}-----;
 Ca 40 Na 33 Mg 27

Жесткость, ммоль/дм³: Общая – 3,70 Карбонатная – 2,70; Некарбонатная – 1,0

Недиссоциированные молекулы

	Единицы измер.	Количество	Примечание
SiO ₂ /H ₂ SiO ₃	мг/дм³	6,0/7,8	
Общая минерализация М	мг/дм³	397,8	
Сухой остаток при 105°С	мг/дм³	325,0	
М - 1/2 HCO ₃	мг/дм³	321,5	

Заключение о соответствии НД: СООТВЕТСТВУЕТ при условии удовлетворительного санитарно-микробиологического и радиологического состояния ГОСТУ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». Изученная проба воды является пресной слабощелочной сульфатно-гидрокарбонатного магнессо-натриево-кальциевой, оптимальной общей жесткости-3,70 ммоль/дм³.

Руководитель Абдукаримов Б.У.

Исполнитель Модина Н.И.

*) Примечание: Настоящий протокол распространяется только на пробы, подвергнутые испытаниям.

Переписка настоящего протокола (полная или частичная) без разрешения лаборатории запрещена.

ҚОСЫМША Е

БЕКІТЕМІН:



ЕНГІЗУ АКТІСІ

1. Енгізілетін шараны пайдаланатын ұйымның аталуы: "ШҚО Аякөз ауданы Ақтоғай АҚ локомотивті сервис орталығы"
2. Шараны тәжірибеде меңгерген және ғылыми жұмысты өткізген, ғылыми ұйымның аталуы: Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық университетінің электротехника кафедрасы.
3. Шараны енгізу мерзімінің басталуы: Шілде айы, 2009ж.
4. Енгізілетін шараның қысқаша сипаттамасы және жаңалығы: Абдықадыров А.А., Амиров Б.Қ., авторларының ғылыми зерттеу жұмысына " Саркынды суды тазартуға негізделген электрлі тәжілі-разрядка негізделген озонатор қондырғысы" – қысқаша сипаттама.

5. Қондырғының негізгі техникалық сипаттамасы:

№	ЭТРО-01қондырғысының техникалық сипаттамасы	
1	Желінің кернеуі, В	220
2	Тұтынылатын қуат, кВт*сағ	0,4
3	Жиілігі, Гц	50
4	Бірмәртегі әрекеттің уақыты, сағ	2
5	Өнімділігі O_3 г/сағ	10
6	Қондырғының көлемі(габариті)	100x1000x1050
7	Қондырғының жалпы салмағы, кг	80

6. Енгізілген шараның негізгі көрсеткіштері:

- Енгізілетін шараның натуралды көрсеткіштегі нақты көлемі. Саркынды су тазартатын өнімділігі $5+8 м^3/сағ$ өңдейтін электрлі тәжілі-разрядка негізделген озонатор қондырғысы.
- ЭТРО-01қондырғысында пайда болған тұнба тыңайтқыш ретінде қолданылады, тыңайтқышқа жұмсалатын қаржы мөлшері 40-50% -ға төмендетеді.

• Тазарған сарқынды судың озондалғанға дейінгі және озондалғаннан кейінгі химиялық құрамы мынадай:

а) Құрғақ қалдық - озондалғанға дейінгі, мг/л - 5402,0
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 1025,3

б) Судың тұнғықтығы - озондалғанға дейінгі, мг/л – 5,3
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 2,1

в) Мышьяк - озондалғанға дейінгі, мг/л – 12457,23
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 2811,14

г) Мұнай - озондалғанға дейінгі, мг/л – 5,9
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 1,72

д) Оттегі ерітіндісі - озондалғанға дейінгі, мг/л – 0,325
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 0,14

Ғылыми зерттеу жұмысының
жетекшісі: Халықаралық Электротехника
Ғылымдарының Академиясының
академигі т.ғ.д проф.



Н.Қ.Қожасбаев

**Электрлі тәжілі-разрядқа негізделген
озонатор қондырғысының
экономикалық тиімділігіне
қысқаша есептеме**

Бастапқы берілгендер:

1. Шараны пайдаланатын ұйымның аты:
АҚ “Ақтоғай локомотивті сервис
орталығының филиалы”.
2. Саркынды судың шығыны $80\text{м}^3/\text{тәулігіне}$.
3. Электр энергияның құны - 9,5 теңге 1кВт

Есеп шешімдері

№	Экономикалық көрсеткіштердің атауы	Өлшем бірлігі	Мөлшері
1	Саркынды су тазартудағы жылдық өнімділігі	мың.м ³ /жылына	46,080
2	Қондырғыны құруға жұмсалатын қаржы	мың.теңге	250
3	Жылдық электр энергия шығыны	мың.теңге/жылына	21,9
4	Тазартылған судың өнімдік құны, 1м ³	Тенге/м ³	14,77 теңге

Электрлі тәжілі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысын пайдаланудағы экономикалық тиімділік

$$\Xi = 46,080 \times 14,77 - 21,9 = 658,7 \text{ мың теңге/жылына}$$

«Ақтоғай локомотив сервис
орталығы» филиалының бас инженері:



Е.3. Байболов



**“Бекітемін”
«Ақтоғай жол
дистанциясының
директоры»
С.А. Боранбаев
“44” шілде 2009ж**

ЕНГІЗУ АКТІСІ

1. Енгізілетін шараны пайдаланатын ұйымның аталуы: «Ақтоғай жол дистанциясы»
2. Шараны тәжірибеде меңгерген және ғылыми жұмысты өткізген, ғылыми ұйымның аталуы: Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық университетінің электротехника кафедрасы.
3. Шараны енгізу мерзімінің басталуы: шілде айы, 2009ж.
4. Енгізілетін шараның қысқаша сипаттамасы және жаңалығы: Абдықадыров А.А., Амиров Б.Қ., авторларының ғылыми зерттеу жұмысына “Ауыз суды тазартуға негізделген электрлі тәжілі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысы” - сипаттама.

5. Қондырғының негізгі техникалық сипаттамасы:

№	ЭТРО-01 қондырғысының техникалық сипаттамасы	
1	Желінің кернеуі, В	220
2	Тұтынылатын қуат, кВт*сағ	0,4
3	Жиілігі, Гц	50
4	Бірмәртелік әрекеттің уақыты, сағ	2
5	Өнімділігі О ₃ , г/сағ	10
6	Қондырғының көлемі(габариті)	100x1000x1050
7	Қондырғының жалпы салмағы, кг	80

6. Енгізілген шараның негізгі көрсеткіштері:

- Енгізілетін шараның натуралды көрсеткіштегі нақты көлемі: Ауыз суды тазартатын өнімділігі $10 \div 15 \text{ м}^3/\text{сағ}$ өңдейтін электрлі тәжілі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысы.
- ЭТРО-01 қондырғысында пайда болған тұнба тыңайтқыш ретінде қолданылады, тыңайтқышқа жұмсалатын қаржы мөлшері 40-50% -ға төмендетеді.

• Тазарған ауыз судың озондалғанға дейінгі және озондалғаннан кейінгі химиялық құрамы мынадай:

- а) Құрғақ қалдық - озондалғанға дейінгі, мг/л - 1050,0
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 958,23
- б) Беттік активті заттар - озондалғанға дейінгі, мг/л – 0,65
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 0,47
- в) Фтор - озондалғанға дейінгі, мг/л – 1,56
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 1,48
- г) Натрий - озондалғанға дейінгі, мг/л – 225
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 198,5
- д) Темір - озондалғанға дейінгі, мг/л – 0,33
озондалғаннан кейінгі, мг/л – 0,25

Ғылыми зерттеу жұмысының
жетекшісі: Халықаралық Электротехника
Ғылымдарының Академиясының
академигі т.ғ.д проф.



Н.Қ.Қожасбаев

**Электрлі тәжілі-разрядқа негізделген
озонатор қондырғысының
экономикалық тиімділігіне
қысқаша есептеме**

Бастапқы берілгендер:

1. Шараны пайдаланатын ұйымның аты: Ақтоғай жол дистанциясы
2. Ауыз судың шығыны $240\text{м}^3/\text{тәулігіне}$.
3. Электр энергияның құны - 9,5 теңге 1кВт

Есеп шешімдері

№	Экономикалық көрсеткіштердің атауы	Өлшем бірлігі	Мөлшері
1	Ауыз су тазартудағы жылдық өнімділігі	мың. м^3 /жылына	86,400
2	Қондырғыны құруға жұмсалатын қаржы	мың.теңге	250
3	Жылдық электр энергия шығыны	мың.теңге/жылына	21,9
4	Тазартылған судың өзіндік құны, 1м^3	теңге/ м^3	14,77 теңге

Электрлі тәжілі-разрядқа негізделген озонатор қондырғысын пайдаланудағы экономикалық тиімділік

$$\mathcal{E} = 86400 \times 14,77 - 21,9 = 1254228 \text{ теңге/жылына}$$

*Ақтоғай жол дистанциясының
бас инженері:*



М. Ж. Кәкенов

ҚОСЫМША Ж

АЛДЫН АЛА ПАТЕНТІҢ АНЫҚТАМАСЫ

Форма ИЗ-1.И.П.

Приложение 1

Заполняется
РГКП НИИС

Дата поступления	(85) Дата перевода международной заявки на национальную фазу	(21) Регистрационный № 810/04288	(22) Дата подачи
(86) регистрационный номер международной заявки и дата международной подачи, установленные получающим ведомством	(87) номер и дата международной публикации международной заявки	(96) номер евразийской заявки и дата подачи заявки, установленные получающим ведомством	(97) номер и дата публикации евразийской заявки

ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче инновационного патента Республики Казахстан на изобретение

В РГКП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Комитета по правам интеллектуальной собственности

Министерства юстиции Республики Казахстан
Дом министерств, блок «В», подъезд 5, 5-й этаж,
г. Астана, Республика Казахстан, 010000

Предоставляя указанные ниже документы, прошу (просим) выдать инновационный патент Республики Казахстан на имя заявителя(ей)
(71) Заявитель(и): Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева» Министерства образования и науки Республики Казахстан
480013, г. Алматы, Сатпаева 22
(указывается полное имя или наименование и местожительство или местонахождение. Данные о местожительстве авторов-заявителей приводятся в графе, рядом с графой с кодом 97)

Код страны по стандарту
ВОИС ST.3
(если он установлен)

Заполняется только при испрашивании приоритета по дате, более ранней, чем дата подачи заявки в НИИС

- Прошу (просим) установить приоритет изобретения по дате:
- ☐ подачи первой(ых) заявки(ок) в государстве-участнике Парижской конвенции (п. 2 ст. 20 Закона)
 - ☐ подачи более ранней заявки в НИИС в соответствии с п. 4 ст. 20 Закона
 - ☐ подачи первоначальной заявки в НИИС в соответствии с п. 5 ст. 20 Закона (номер заявки _____, дата подачи _____)
 - ☐ поступления дополнительных материалов к более ранней заявке (п. 3 ст. 20 Закона)

☐ № первой, более ранней, первоначальной заявки	☐ Дата испрашиваемого приоритета	(33) Код страны подачи по ST.3 (при испрашивании конвенционного приоритета)
--	---	---

(54) Название изобретения
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗОНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ "ЭТРО-01"

☐ Облюдованы требования п. 4 ст. 9 Закона

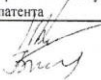
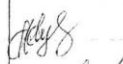
Адрес для переписки (полный почтовый адрес и имя адресата)
050013, г. Алматы, Сатпаева, 22

Телефон: 257-71-44, 72-23

Факс: (8-727) 292-60-25

(74) Патентный поверенный (полное имя, регистрационный номер, адрес) или представитель заявителя(ей)
(полное имя или наименование, адрес)

Нужное отметить знаком X
Заявление с рефератом, представленным РГКП НИИС, является уведомлением о поступлении заявки

Перечень прилагаемых документов	Кол-во л. в 1 экз.	Кол-во экз.	Основание для возникновения права на подачу заявки и получение инновационного патента (без представления документа):
☐ приложение к заявке			☒ заявитель является работодателем и соблюден условия п. 2 ст. 10 Закона ☐ переуступка права работодателем или его правопреемником ☒ переуступка права автором или его правопреемником ☐ право наследования
☐ описание изобретения	4	3	
☐ формула изобретения	1	3	
☐ чертеж(и) и иные материалы	1	3	
☐ реферат	1	3	
☐ документ об оплате подачи заявки			 (место для штампа НИИС)
☐ документ, подтверждающий наличие оснований для уменьшения размера оплаты			
☐ копия(и) первой(ых) заявки(ок) (при испрашивании конвенционного приоритета)			
☐ документы заявки на иностранном языке			
☐ доверенность, удостоверяющая полномочия патентного поверенного или представителя			
☐ другой документ (указать)			
№ фигуры чертежей, предлагаемой для публикации с формулой (рефератом)			
(72) Автор(ы) (указывается полное имя)	Полный почтовый адрес местожительства, включая наименование страны и ее код по стандарту ВОИС ST.3, если он установлен		Подпись(и) автора(ов)-заявителя(ей) и/или автора(ов), переуступившего(их) право на получение инновационного патента
Кожаспаев Нариман Кожаспаевич Бахтаев Шабден Абуович Абдыкадыров Аскар Айтмырзаевич Дағарбек Рахатбек Ергалиева Гульсана Муратбекқызы Амиров Бейбіт Канағатұлы	050060 Республика Казахстан KZ г. Алматы, ул. Каблукова 270 кв. 23, 050010 Республика Казахстан KZ п. Алатау, Медеуский район, ул. Саловая 16 040411 Республика Казахстан KZ Алматинская обл., Енбекшиказахский р-он, п. Ақши, ул.Егеубаева д.1 041508 Республика Казахстан KZ Алматинская обл., Саркандский р- он, п. Бирлик, ул.Чепразова д.78 041620 Республика Казахстан KZ Алматинская обл., Талғарский р-он, п. Берлик, ул.Жибек-Жолы д.576 040701 Республика Казахстан KZ Алматинская обл., Илийский р-он, с. Ақши, ул.Сырым Датұлы д.22		    
Я (мы) _____ (Ф.И.О.) прошу (просим) не упоминать меня (нас) как автора(ов) при публикации сведений о выдаче инновационного патента Подпись(и) автора(ов):			
Подпись Проректор КазНТУ им. К.И. Сатпаева		С.С. Жусупбеков подпись(и) заявителя(ей), не являющегося(ихся) автором(ами), (при подписании от имени юридического лица подпись руководителя скрепляется печатью)	

ҚОСЫМША 3



1-сурет. 2010 жылдың наурыздың 15-ші жұлдызында өткен
Алматы қаласының І инновациялық конвенгі



2-сурет. 2010 жылдың наурыздың 15-ші жұлдызында өткен
Алматы қаласының І инновациялық конвенті

ҚОСЫМША И

2010 жылдың мамыр айының 13-14 жұлдызында республика көлемінде өткен елбасы н.ә.назарбаевтың жетекшілігімен ұйымдастырылған “президенттің бірінші қоры” байқауында





ҚР тұңғыш президенті қоры байқауында солдан оңға қарай студент Б.Қ.Амиров., академик Н.Қ. Қожасбаев., студент А.Ш. Андасов., ҚР тұңғыш президенті қорының атқарушы директоры Б.Г. Мұхамеджанов., Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-дың ҒЗЖ бойынша проректоры И.Н. Дуйсенбаев және ізденуші А.А. Абдықадыров



ҚР тұңғыш президенті қоры байқауында солдан оңға қарай студент А.Ш. Андасов., академик Н.Қ. Қожасбаев және ізденуші А.А. Абдықадыров

ҚОСЫМША К

2010 жылдың 28-ші мамырында өткен астана қаласының
I инновациялық форумы

www.astana-akshamy.kz

ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТ ИГІЛІГІ

28.05.2010 21:07 Инновациялық форум



Астана қаласына заманауи жобалардың игілігін көретін күн де алыс емес. Бүгін елордада алғаш рет өткен инновациялық форумда еліміздің өнертапқыштары соны жаңалықтарды ұсынды. Президент Нұрсұлтан Назарбаевтың бастамасына сай ұйымдастырылған жиынның мақсаты — Астана экономикасына инновациялық технологияларды енгізу. Отандық өнертапқыштар Астанаға 60-тан астам инновациялық жоба әкелді. Соның бірі — ауыз суды тазартқыш — озонатор елордада қолданысқа енгізіледі. Форумда сөз сөйлеген Астана қаласының әкімі Иманғали Тасмағанбетов инновация дамудың даңғыл жолындағы бәсекенің басты шарты екендігін атап өтті.

Бұл форумға елорда әкімі мен ҚР Сыртқы істер министрінің бірінші орынбасары, Қазақ Ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының президенті Нұртай Әбіқаев төрағалық етті.

Ал биыл елордада 6 жоба жүзеге асырылмақ. Бұдан өзге, Индустриалдық парк аумағында Астананы дамытуға маңызды, жалпы құны 170 млрд теңгені құрайтын 41 жоба жарияланып отыр. Ел экономикасына ерекше серпін беретін мұндай инновациялық-индустриялық жобаларды дамытуға қажеттігін Мемлекет басшысы да үнемі айтып келеді. Жалпы ұлттық маңызы бар осынау міндетті орындау дағдарыс кезіндегі Қазақстанның әлемдік аренада өзіндік орнын алуына септігін тигізері анық.

Қала басшысы өндірістің өнімді, қоғамдық құрылыстың қарқынды жүруі үшін ілім мен ғылым үнемі жаңаланып отыру қажеттігіне екпін түсіре келіп, бұл – байыппен бағамдап, талғаммен таразылайтын күрделі іс екендігіне маңыз берді.

– Өздеріңіз куә, алғашқы атқан таңнан бастап Астананың даму қарқыны бір күнге де бәсеңдеген емес. Алдағы міндет те осы – ырғақтан жаңылмай, жұмыс сапасын жетілдіре беру. Оған қажетті барлық мүмкіндіктер бізде бар. Бұл ретте, озық ойлар мен жасампаз жобаларға арналған осы бір басқосу - Астананың бүгінгі инновациялық әлеуетін салмақтап, бағдарын айқындайтын жиын. Ол өз жемісін беретін үлкен жұмыстың басы ғана, – деді Иманғали Нұрғалиұлы.

Форум жұмысында сөз сөйлеген ҚР Сыртқы Істер министрінің бірінші орынбасары, Қазақ ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының президенті Нұртай Әбіқаев Астана әкімдігі жанынан инновациялық жобалар жөніндегі кеңес құруды ұсынды. Оның айтуынша, бұл кеңес тың жобаларды үйлестіріп, инновациялық қызметті ынталандыруға себепкер болатын ұсыныстарды енгізуге, тіпті тұтас бір бағдарлама қабылдауға да негіз болады. Кеңестің құрамын бекітуге, оған қажетті шараларды жүргізуге өзіміз мүдделі боламыз, – деді Нұртай Әбіқаев мырза.

Өз кезегінде Астана қаласының әкімі бұл ұсынысты мақұлдайтынын жеткізді. Бұдан кейін Астана қаласының әкімдігі және Қазақ Ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясы мен «Парасат» ұлттық ғылыми-техникалық холдинг» АҚ үш жақты өзара ынтамақтастық туралы меморандумға қол қойды.

Форум аясында еліміздің бірқатар көрнекті ғалымдары Қазақстанның экономика саласының дамуы мен ғылыми әлеуетіне қосқан үлестері үшін Қазақ ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының наградаларымен марапатталды.

Тың технологиялар аясында инновациялық жобалардың көрмесі мен ғылыми-техникалық еңбектердің таныстырылымы өтті. Ең бастысы, еліміздің инновациялық дамуына тың серпін беретін жобалардың ешқайсысы сырттан әкелінген жоқ. Мұның бәрі – отандық ғалымдарымыздың жасап шығарған еңбегі. Бұлардың ішінен энергетика дейсіз бе, байланыс, телекоммуникациялар, машина құрылысы, білім, денсаулық па – кез келген салаға қажетті тың жобаларды көруге болады.

Айталық, «Фитохимия халықаралық ұлттық ғылыми-өндірістік» холдингі елімізде өсетін шөптерден жаңа дәрілер жасап шығарыпты. Мысалы, «Арглобин» деген дәрі рак ауруларына бірден-бір дәру көрінеді. Осы холдингтің ғалым-хатшысы, химия ғылымдарының докторы Борах Төлеуовтің айтуынша, бұл препарат Қарағанды аумағында ғана өсетін тықыржусан деген шөптен жасалған. Бүгінде Германия, АҚШ, Ресей елдерінде тіркеуден өткен дәрі өзінің ісік ауруларына қарсы таптырмас ем екенін дәлелдеп шығыпты. Авторы – ғалым Серғазы Әбдекенов.

Астана қаласының әкімдігі көрмеге қойылған жобалардың ішінен Алматыдағы Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық университеті алып келген ауыз су мен ағын суды тазартатын озонатор мен энергияны үнемдейтін жарық диодты лампаларға ерекше назар аударып отыр.



Астана қаласының бірінші инновациялық форумында солдан оңға қарай астана қаласының әкімі И.Н.Тасмағанбетов., ҚР Сыртқы істер министрінің бірінші орынбасары, Қазақ Ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының президенті Нұртай Әбіқаев., Азаматтық партия төрағасы Азат Перуашев және ҚазҰТУ-дың инженері Р.Дағарбек.

Қ.И.Сәтбаев атындағы оқу ордасының инженері Рахатбек Дағарбек суды тазалайтын озонаторды еліміздің су жүйелеріне қолданысқа енгізе бергенді дұрыс деп санайды. Бұл құрылғы ауыз су мен басқа суды тазартып қана қоймай, ішіндегі көзге көрінбейтін бактерияларды да жойып, залалсыздандырады екен. Демек, адам денсаулығына пайдасы мол деген сөз. Бүгінде батыс Еуропаның 95 пайызы осындай озон технологиясын пайдаланады екен.

Көрмеде сондай-ақ, техникалық, тұрмыстық, сұйық қалдықтарды залалсыздандыратын технологиялар, білім саласында: мектеп бағдарламасы шеңберінде әзірленген қазақ және орыс тілдеріндегі компьютерлік бағдарламасы бар электронды оқу-құралдарының әдістемелері, мемлекеттік мекемелер, оқу орындары мен мектептерге арналған қазақ тілінің автоматтандырылған жүйесін енгізу жобасы тәрізді көптеген инновациялық жұмыстар, ғылыми еңбектер жұртшылық назарына ұсынылды. Бұлардың ішінде иі әбден қанып, үздік деп танылғаны болашақта серпінді жоба ретінде елімізде кеңінен қолданысқа ене бастамақ.

Қымбат ТОҚТАМҰРАТ
Сенбі 29 мамыр

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	3
1. Ауыз суды тазартудың технологиясы мен әдіс тәсілдері.....	5
1.1. Ауыз сумен қамтамасыз ету көздері және олардың сипаттамалары	5
1.2. Ауыз судың сапасын жақсартудың негізгі тәсілдері...	12
1.3. Суды залалсыздандыру әдістері.....	15
1.3.1. Суды хлорлау.....	16
1.3.2. Суды озондау.....	19
1.3.3. Суды ультракүлгін (УК) сәулелермен залалсыздандыру.....	20
1.3.4. Суды күміс иондарымен залалсыздандыру.....	21
1.3.5. Суды термиялық залалсыздандыру.....	22
1.4. Судан ауыр металдарды кетіру.....	22
2. Озон технологиясы көмегімен табиғи суды залалсыздандырып, тазалау үрдісінің теориясы.....	27
2.1. Озонның негізгі физикалық және химиялық құрамы..	27
2.2. Озонның судағы ерігіштігі мен өзіндік таралуы.....	29
2.3. Су құрамындағы бейорганикалық және органикалық заттармен озонның өзара әрекеттесуі.....	34
2.3.1. Озонның су құрамындағы бейорганикалық заттармен әрекеттесуі.....	36
2.3.2. Озонның металлдармен әрекеттесуі.....	40
2.3.3. Озонның су құрамындағы органикалық заттармен әрекеттесуі.....	43
2.4. Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонаторды қолданып, табиғи суды залалсыздандыру үрдісін математикалық моделдеу (Қапшағай су қоймасы).....	47
2.5. Шетелдік озонаторлар және олардың құрылысы.....	55
2.5.1. Шетелдік озонаторлардың құрылымының ерекшелігі.....	66
3. Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонаторды қолданып, Қапшағай табиғи су қоймасындағы суды залалсыздандыру.....	68

3.1. Зерттеудің бірінші кезеңі. Электрлік тәжі-разрядқа негізделген әр түрлі конструкцияда озонаторлар жасап олардың жұмысын зерттеу.....	68
3.1.1. Тәжірибе жүргізуге арналған жана үлгідегі озонатор қондырғысын даярлау.....	72
3.2. Зерттеудің екінші кезеңі. Тәжірибелік зерттеу жұмысын жүргізу әдістемесі.....	77
3.2.1. Қапшағай табиғи су қоймасындағы судың химиялық және микробиологиялық құрамын зерттеу.....	78
3.2.2. ЭТРО-02 озонатор қондырғысы арқылы қоймадағы суды залалсыздандырып, тазалау тиімділігі....	88
3.2.3. Жоғарғы жиілікті тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысы арқылы ауыз суды залалсыздандыру.....	93
4. Электр разряды көмегімен табиғи суды залалсыздандырып, тазалау үрдісін автоматты басқару....	104
4.1. Озонатор қорабындағы қысымды автоматты реттеу...	104
4.2. Қондырғыдағы электржетекті автоматты түрде басқару.....	107
4.3. Тәжіленуші электродтарды тәжірибе жүргізу арқылы зерттеп талдау.....	110
4.4. ЭТРО - 01 озонатордың тиімділігін арттыру жолдарын зерттеу (су тазалау станцияларына арналған)...	115
4.5. ЭТРО-02 озонатор қондырғысын баламалы күн және жел энергия көздерімен қоректендіру (автоматты реттеу жүйесі көмегімен).....	119
5. Электрлік тәжі разрядқа негізделген озонатор қондырғысын техника-экономикалық тұрғыдан бағалау...	127
5.1. Озон технологиясына негізделген ЭТРО-01 озонатор қондырғысының экономикалық тиімділігін анықтау.....	127
5.2. Қондырғыға автоматты басқару жүйесін енгізудің шығынын есептеу.....	129
5.3. Қондырғыны пайдаланудағы шығындар есебі.....	131
5.4. Электр энергияға жұмсалатын шығын.....	132
5.5 Өндірістік жұмысшылардың жалақысы.....	136
5.6 Амортизациялық бөліністер.....	137
Қорытынды.....	138

Анықтамалар.....	140
Нормативті сілтемелер.....	141
Белгілеулер мен қысқартулар.....	142
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	144
Қосымша.....	155

Абдықадыров Асқар Айтмырзаұлы

ЭЛЕКТР РАЗРЯДЫ КӨМЕГІМЕН ТАБИҒИ СУДЫ
ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРЫП, ТАЗАЛАУ ҮРДІСІН
АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ

Монография

*БДБ бастығы
Компьютерлік беттеу*

*Л. Т. Қасжанова
Д.Ш. Тажиева*

Басуға қол қойылды 18.04.2022 ж.
Таралымы 300 дана. Пішімі 60х84х 1/16.
№ 1 баспаханалық қағаз. Е.-б.т. 11,6. Ш.б.т. 10,8.
Тапсырыс 293. Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
басылымы “Polytech” баспасы
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22

