

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

«Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды
залалсыздандыру үрдісін зерттеу »

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу»

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering

Орындаған:

М.А.Мағзым

Рецензент:

Ғылыми жетекші

Ғ.Дәукеев атындағы АЭЖБУ,
ЖжБЭҚ кафедра меңгерушісі, PhD

ЭТжҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к.

 Шыныбай Ж.С

 А.А.Абдыкадыров

« 30 » 05 2024 ж.

« 30 » 05 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B07112 - Electronic and Electrical Engineering



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

Тақырыбы: “Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу”

Университет ректорының «23» қараша 2023 ж. №408-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2024 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1. Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғылардың технологиялық жүйесін дамытудың тұжырымдамасы;
2. Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғының электрлік сұлбасына жұмсалатын элементтердің (номиналды ток күші $I_n = 10$ мА), насостар (өнімділігі $0,5$ м³/сағат, қуаты 2 кВт, $\cos\varphi = 0,98$), экономикалық тиімділігі;
3. Шағын зертханалық резервуарға жұмсалатын электр кабелі, батырмалар, жиілік түрлендіргіштер мен релелік қорғаныс блоктары мен сақтандырғыштардың параметрлерін таңдау;
4. Шағын зертханалық ($0,5$ м³) резервуардағы суды залалсыздандыру үрдісінің технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімін анықтау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Қуаты 2 кВт, өнімділігі $0,5$ м³/сағат шағын зертханалық сорғы станциясының басқару блогындағы элементтердің техникалық параметрлерін есептеу;
- б) Басқару және күштік блогындағы электрлік сұлбадағы элементтердің шамаларын есептеу;

в) Қуаты 2кВт шағын зертханалық (0,5м³) резервуардағы сорғы станциясының макетін жыйнап, тәжірибе жұмыстарын жүргізу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита водной среды: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Защита окружающей среды" / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. — 415 с.

2. Ксенофонов, Б. С. Очистка сточных вод: кинетика флотации и флотокомбайны: монография / Б. С. Ксенофонов. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. — 255 с.

3. И. Абдуллин «Электрические разряды постоянного и высокочастотного тока с проточными и непроточными электролитическими электродами в процессах модификации материалов и изделий при пониженных давлениях». Санкт-Петербург: 2018. — 158 с.




4. Елифанов А. П. Электрические машины: учебник для СПО / А. П. Елифанов, Г. А. Елифанов. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 300 с.

5. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами: учеб. Пособие В.В.Панкратов, - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. - Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. 200 с.

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі | Ескерту |
|---|--|-----------|
| Диплом жұмысының тақырыбын талдау | 04.01.2024 - 01.02.2024 | Орндалады |
| Теориялық ақпарат | 01.02.2024 - 01.03.2024 | Орндалады |
| Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу | 01.03.2024 - 30.05.2024 | Орндалады |

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|-----------------------------------|--|-------------------|---|
| Диплом жұмысының тақырыбын талдау | Абдықадыров А.А. ЭТжҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к. | 30.05.24 |  |
| Теориялық ақпарат | Абдықадыров А.А. ЭТжҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к. | 30.05.24 |  |
| Норма бақылау | Ақылжан П.Б., ЭТжҒТ каф.ассистенті, т.ғ.м. | 30.05.24 |  |

Ғылыми жетекшісі



Абдықадыров А.А

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Мағзым Н.А

Күні « 30 » 05 2024 ж.

АНДАТПА

Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу ғылыми жұмысы балық шаруашылығындағы су қорларын залалсыздандырудағы жана әдістердің бірін қарастырады. Бұл зерттеу 50 Гц жиіліктегі электр разрядының балықтарға зиян келтірмейтіндігін және судағы бактериялық және вирустық ластануларды тиімді жоюға қабілеттігін анықтауға бағытталған. Зерттеу барысында электр разрядының параметрлерін реттеу арқылы оптимальді залалсыздандыру үрдісі анықталады. Бұл тәсілдің басқа залалсыздандыру әдістерімен салыстырғандағы артықшылықтары мен қолданылу мүмкіндіктері де талданады. Жұмыс нәтижелері балық шаруашылығындағы су ресурстарын сақтау және оңтайландыру бойынша құнды ақпараттар береді.

АННОТАЦИЯ

Исследование процесса дезинфекции воды в рыбном хозяйстве с помощью электрического разряда с частотой 50 Гц рассматривает один из новых методов очистки водных ресурсов в аквакультуре. Это исследование направлено на определение безопасности такого метода для рыб и его эффективности в уничтожении бактериального и вирусного загрязнения в воде. В ходе исследования определяются оптимальные параметры электрического разряда для дезинфекции. Также анализируются преимущества данного метода по сравнению с другими методами дезинфекции и возможности его применения. Результаты работы предоставляют ценную информацию для сохранения и оптимизации водных ресурсов в рыбоводстве.

ANNOTATION

The study of the disinfection process in fish farming using a 50 Hz electrical discharge explores one of the new methods for purifying water resources in aquaculture. This research aims to determine the safety of this method for fish and its effectiveness in eliminating bacterial and viral contamination in water. During the study, the optimal parameters for the electrical discharge used for disinfection are identified. The advantages of this method compared to other disinfection methods and its application possibilities are also analyzed. The results of the work provide valuable information for the conservation and optimization of water resources in fish farming.

МАЗМҰНЫ

| | |
|---|----|
| Кіріспе | 8 |
| 1 Электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісі | 9 |
| 1.1 Электр разрядының физикалық принциптері | 10 |
| 1.2 Биохимиялық әсерлері | 10 |
| 1.3 Технологияның балық шаруашылығында қолданылуы | 11 |
| 1.4 Тиімділік талдауы және шектеулер | 12 |
| 1.5 Болашақтағы зерттеулер мен даму бағыттары | 13 |
| 1.6 Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғылардың технологиялық жүйесін дамытудың тұжырымдамасы | 14 |
| 2 Теориялық бөлім | 16 |
| 2.1 Электр разрядына негізделген қондырғының электрлік сұлбасын талдау | 16 |
| 2.2 Шағын зертханалық резервуарға жұмсалатын қосалқы материалдарды есептеу | 17 |
| 2.3 Суды залалсыздандыру үрдісінің технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімін талдау | 18 |
| 2.4 Сорғы станциясының басқару блогындағы элементтердің техникалық параметрлері | 22 |
| 3 Тәжірибелік бөлім | 26 |
| 3.1 Жоғары кернеулі қуат көздері | 26 |
| Қорытынды | 39 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі | 40 |

КІРІСПЕ

Балық шаруашылығында су ресурстарының сапасын қамтамасыз ету - осы саланың негізгі міндеттерінің бірі. Су ортасындағы патогендік микроорганизмдер балықтардың ауруы мен өліміне әкеліп соғуы мүмкін, сондықтан залалсыздандыру әдістерінің тиімділігі зор маңызға ие. Осы зерттеуде 50 Гц жиіліктегі электр разрядының балық шаруашылығындағы су ресурстарын залалсыздандыру үшін қолданылуы қарастырылады. Бұл әдіс патогендерді жоюда жоғары тиімділігімен және экологиялық тазалығымен ерекшеленеді. Зерттеу жұмысының мақсаты - электр разрядының балықтарға және су ортасының басқа тіршілік иелеріне зиянсыз екендігін анықтау және оның бактериялар мен вирустарға қарсы әсерін бағалау. Бұл зерттеу балық шаруашылығындағы су сапасын жақсартуға және тұрақты аквакультура ортасын қамтамасыз етуге үлес қосуы тиіс.

Жұмыстың міндеті. Балық шаруашылығындағы су ресурстарының ластануы — өзекті мәселелердің бірі. Су ортасындағы патогендер балық ауруларының өршуіне және өлім - жітімнің артуына әкеп соғады, бұл өндіріс шығындарын арттырады және өнім сапасына теріс әсер етеді. Сондықтан тиімді залалсыздандыру әдістерін қолдану аквакультураның дамуына өте маңызды. Электр разряды арқылы залалсыздандыру — жаңа және перспективті әдіс ретінде қарастырылуда. Бұл әдіс химиялық заттарды қолданбай-ақ, тиімді және экологиялық таза тәсіл арқылы су ортасын патогендерден тазартуға мүмкіндік береді. 50 Гц жиіліктегі электр разрядының қолданылуы, оның балықтар мен су биомассасына әсерін зерттеу - бұл технологияның қауіпсіздігін және тиімділігін анықтау үшін маңызды. Осы зерттеу нәтижелері аквакультура саласындағы практикалық қолданымға негіз бола алады және су ортасын тиімді басқару стратегиясын жасауға көмектеседі. Осылайша, жаңа залалсыздандыру әдістерінің дамуы арқылы балық шаруашылығының экономикалық тұрақтылығын арттыруға және экологиялық жағдайды жақсартуға болады.

1 Электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісі

Электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісінің ғылыми негіздері – бұл заманауи экологиялық технологиялардың бірі. Бұл технология арқылы су қоймаларын тазалау және олардың сапасын жақсарту мақсатында қолданылады. Электр разрядының негізіндегі принцип – су ортасына жоғары жиіліктегі электр тогын беру арқылы, судағы органикалық және бейорганикалық заттардың құрылымын өзгерту және оларды жою.

Бұл үрдіс экологиялық таза саналады, себебі химиялық заттардың пайдаланылуын шектейді және су экожүйелерінің табиғи балансын сақтауға көмектеседі. Электр разряды арқылы су залалсыздандырудың тиімділігі жоғары болып табылады, өйткені бұл әдіс тез және тиімді болып келеді, сонымен қатар ол судың биологиялық және химиялық құрамын жақсартады.

Осы бөлімде біз электр разрядының физикалық принциптерін, оның балық шаруашылығындағы қолданылуының ғылыми аспектілерін және бұл технологияны пайдалану арқылы қол жеткізілген нәтижелерді қарастырамыз. Қолданыстағы зерттеулер мен деректерге сүйене отырып, электр разрядының балық шаруашылығындағы рөлін тереңірек түсіндіреміз және оның келешегіне болжам жасаймыз.

Жаһандық экологиялық проблемалардың артуы және су ресурстарының ластануы су залалсыздандыру технологияларына деген сұранысты арттыруда. Балық шаруашылығында сапалы су болмаған жағдайда, балықтардың өсуі мен дамуы нашарлайды, бұл экономикалық және экологиялық зиянға алып келеді. Сондықтан, инновациялық және тиімді су залалсыздандыру әдістерін қолдану өте маңызды.

Электр разряды көмегімен суды залалсыздандыру - бұл жаңа және уәде беретін технология, ол су ортасын тазартуда және оның сапасын жақсартуда айтарлықтай нәтиже көрсете алады. Электр разряды технологиясы, негізінен, суға жоғары жиілікті электр тогын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл үрдіс кезінде ток судағы күрделі молекулаларды бұзады және микроорганизмдерді жояды, бұл су ортасының биологиялық және химиялық сапасын жақсартады.

Электр разрядының негізгі әсерлерінің бірі – оның антимикробтық қасиеті. Электр тогы микроорганизмдердің клеткалық қабырғасына зақым келтіреді, бұл олардың өліміне әкеп соғады. Сондай-ақ, электр разряды химиялық тұрғыдан тұрақты емес радикалдар мен иондардың түзілуіне әкеледі, олар судағы органикалық заттарды жылдам ыдыратуға көмектеседі. Осылайша, электр разрядының технологиясы әр түрлі су орталарында, соның ішінде балық шаруашылығындағы суды тиімді тазалауда маңызды рөл атқара алады, бұл оның экологиялық тиімділігін арттырады және табиғи ресурстарды сақтауға үлес қосады [2].

1.1 Электр разрядының физикалық принциптері

Электр разрядының су ортасындағы әрекетін түсіну үшін, алдымен, электр разряды дегеніміз не екенін анықтау қажет. Электр разряды – бұл электр тогының газ тәрізді ортада немесе сұйықтықта жүргізілуі, бұл үрдіс кезінде иондану және электрондардың босануы сияқты физикалық құбылыстар болады. Суда электр разрядын қолданғанда, су молекулалары ионданып, олардан электрондар бөлініп шығады, бұл кезде электрлік ток пайда болады. Жоғары жиіліктегі электр тогының өзара әрекеттесу механизмдері:

1) Иондану және радикалдардың түзілуі: Жоғары жиіліктегі электр тогы су ортасына берілген кезде, су молекулалары иондана бастайды. Бұл иондар (гидроксил иондары мен гидроний иондары) өз кезегінде тұрақсыз радикалдарды түзеді, мысалы, гидроксил радикалдары ($\cdot\text{OH}$). Бұл радикалдар өте реактивті және судағы органикалық заттарды тез арада тотықтыра алады, бұл арқылы зиянды микроорганизмдер мен заттарды жояды;

2) Электролиз: Электр тогының әсерінен судағы тұздар электролизге ұшырайды, нәтижесінде су молекулаларынан оттегі мен сутегі бөлініп шығады. Оттегі молекулалары бактерияларға және басқа микроорганизмдерге қарсы тиімді тотықтырғыш ретінде әрекет етеді;

3) Термиялық әсер: Электр разряды жүргізілген кезде, су ортасында жылу пайда болады, бұл кейбір микроорганизмдердің өліміне әкеледі. Жылулық энергия сондай-ақ судағы органикалық заттардың ыдырауын жеделдетуі мүмкін;

4) Фотолитик әсер: Жоғары жиілікті электр разряды ультракүлгін сәулелердің шығарылуына әкеп соғуы мүмкін, бұл сәулелер микроорганизмдердің ДНК-сына зақым келтіріп, олардың өсуіне кедергі келтіреді [4].

Бұл үрдістердің барлығы бірігіп, су ортасын тиімді тазалауға мүмкіндік береді, бұл судың биологиялық және химиялық сапасын жақсартады. Электр разряды арқылы залалсыздандыру әдісі әр түрлі параметрлерге бейімделген кезде, оның тиімділігі артады және кең ауқымды қолданыс табады.

1.2 Биохимиялық әсерлері

Электр разрядының судағы микроорганизмдерге және басқа биологиялық заттарға тигізетін әсері бірнеше негізгі механизмдер арқылы жүзеге асырылады. Бұл үрдістердің әрқайсысы балық шаруашылығындағы су экожүйесінің сапасына әр түрлі әсер етеді.

1) Оң әсерлері:

– Микроорганизмдерді жою: Электр разряды су ортасында жоғары жиілікті электр тогы арқылы жүргізіледі, бұл ток микроорганизмдердің клеткалық мембраналарына зақым келтіріп, олардың өліміне әкеп соғады. Бұл зиянды бактериялар мен вирустардан арылуға көмектеседі, осылайша су ортасын тазартады және аурулардың таралуын азайтады;

– органикалық заттарды ыдырау: Электр разряды арқылы түзілген радикалдар және иондар органикалық заттармен реакцияға түсіп, оларды ыдыратады. Бұл үрдіс судағы химиялық заттардың концентрациясын төмендетеді және судың жалпы сапасын жақсартады;

– балдырлардың өсуін тежеу: Электр разряды балдырлардың өсуіне қажетті фотосинтез үрдістеріне кедергі келтіреді, бұл су ортасындағы оттегінің теңгерімін сақтауға көмектеседі және балдырлардың шамадан тыс өсуінен туындайтын мәселелерді азайтады.

2) Теріс әсерлері:

– Фаунаның әртүрлілігіне әсері – электр разрядының жанама әсері ретінде, кейбір пайдалы микроорганизмдер де жойылуы мүмкін, бұл су ортасының биологиялық тепе-теңдігін бұзуы мүмкін;

– химиялық реакциялардан туындайтын қосылыстар – электр разряды кезінде бөлінген белсенді радикалдар және иондар кейде күтілмеген химиялық реакцияларға түсіп, зиянды қосылыстардың пайда болуына әкелуі мүмкін;

– су ортасының құрылымдық өзгерістері – электр разрядының физикалық және химиялық әсерлері су ортасының табиғи құрылымын өзгертуі мүмкін, бұл балықтар мен басқа су жануарларының мекендейтін ортасына әсер етуі мүмкін.

Электр разряды арқылы су залалсыздандыру әдісін пайдаланған кезде, оның оң және теріс әсерлерін мұқият бағалау қажет. Бұл үрдістің балық шаруашылығында қолданылуы су экожүйесінің сапасын жақсартуға және оның ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге үлес қосады [1].

1.3 Технологияның балық шаруашылығында қолданылуы

Электр разрядыны пайдалану арқылы суды залалсыздандыру технологиясы балық шаруашылығындағы су сапасын жақсарту және аурулардың алдын алу үшін қолданылады. Бұл әдіс нақты жағдайлар мен зерттеулерде дәлелденген тиімділігімен ерекшеленеді.

1) Нақты қолданыс жағдайлары:

– Су сапасын жақсарту – электр разряды арқылы залалсыздандырылған су балықтардың өсу жағдайын жақсартады, өйткені бұл үрдіс зиянды микроорганизмдер мен токсиндерді жояды. Мысалы, табиғи су қоймаларында жүргізілген бір зерттеуде, электр разрядының қолданылуы арқылы судағы бактериалдық түйіршіктердің мөлшері айтарлықтай төмендегені байқалды, бұл балық ауруларының азаюына әкеп соқты;

– ауруларға қарсы тұру – электр разрядыны пайдалану арқылы суды залалсыздандыру жүйесі балық ауруларының алдын алуда өте тиімді. Балық шаруашылықтарында жүргізілген эксперименттер көрсеткендей, электр разряды арқылы өңделген суда балықтардың жалпы денсаулығы жақсарып, өлім-жітім деңгейі төмендеген.

2) Зерттеулер мен нәтижелер:

Бір зерттеуде, электр разрядының қолданылуы су ортасындағы аммиак және нитриттер сияқты зиянды заттардың мөлшерін төмендетуге көмектескен. Бұл заттар балықтар үшін улы болып табылады, ал олардың мөлшерінің төмендеуі су ортасының сапасын жақсартуға әкеп соқтырып, балықтардың аман қалу және өсу деңгейлерін арттырды. Сонымен қатар, электр разрядының пайдалануы балықтардың стресстік жағдайларын азайтады, өйткені бұл әдіс су ортасындағы зиянды организмдерді және химиялық заттарды азайтады. Электр разряды арқылы су залалсыздандыру жүйесінің пайдаланылуы экожүйенің тұрақтылығын арттыруға және балық шаруашылығының тиімділігін жоғарылатуға үлес қосады [3].

1.4 Тиімділік талдауы және шектеулер

Электр разряды көмегімен суды залалсыздандыру технологиясының тиімділігі, экономикалық аспектілері және оның басқа су тазарту әдістерімен салыстырғандағы потенциалды шектеулері қарастырылады.

а) Тиімділік - электр разряды технологиясы су залалсыздандыруда жоғары тиімділік көрсетеді, өйткені бұл әдіс зиянды микроорганизмдер мен химиялық заттарды тез және тиімді жояды. Бұл технология күрделі химиялық реакцияларды пайдаланбай, механикалық фильтрациядан гөрі аз энергия жұмсап, белгілі бір мөлшерде суды тазалауға қабілетті. Сонымен қатар, ол қысқа уақыт ішінде жүзеге асырылады, бұл өндірістік үрдістерде уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді;

б) Экономикалық аспектілері - электр разряды технологиясының негізгі экономикалық артықшылығы – бұл оның құрылыс және пайдалану шығындарының салыстырмалы түрде төмендігі. Басқа кейбір химиялық және биологиялық әдістерге қарағанда, электр разряды жүйесі аз мөлшерде химикаттарды қажет етеді, бұл ұзақ мерзімді перспективада шығындарды азайтады. Дегенмен, бастапқы инвестиция және жабдықты орнату шығындары өте жоғары болуы мүмкін;

в) Потенциалды шектеулер - электр разрядының бірнеше потенциалды шектеулері бар. Бұл технология өте жоғары тұздылықтағы суларда тиімділігін жоғалтуы мүмкін, өйткені тұздың көп болуы электр разрядын тудыру үшін қажетті электрлік өтімділікті өзгертеді. Сондай-ақ, бұл технология белгілі бір микроорганизмдерге қарсы тиімді болмауы мүмкін, бұл ауру таралуының алдын алуда маңызды;

с) Салыстырмалы талдау - басқа су тазарту әдістерімен салыстырғанда, электр разряды технологиясы кейбір аспектілерде артықшылықтарға ие. Мысалы, ультрафиолет сәулеленуі қолданылатын әдістерге қарағанда, электр разряды көбірек түрлі зиянды заттар мен микроорганизмдерге әсер ете алады. Алайда, механикалық фильтрация сияқты әдістермен салыстырғанда, электр разряды жабдықтарының күрделілігі және олардың қымбаттығы кемшілік болып табылады [2].

1.5 Болашақтағы зерттеулер мен даму бағыттары

Электр разрядының су залалсыздандыру технологиясы соңғы жылдары жедел дамып келеді, алайда осы технологияның әлі де көптеген потенциалды қолданыстарын зерттеу және жетілдіру үшін мүмкіндіктер бар. Болашақ зерттеулер мен даму бағыттары бірқатар маңызды мәселелерді қамтиды.

1) Технологияны жетілдіру:

– Энергия тиімділігін арттыру - электр разряды технологиясының энергия тиімділігін жақсарту арқылы оның коммерциялық тартымдылығын арттыруға болады. Зерттеулер электр разряд параметрлерін оптимизациялауға бағытталуы тиіс, мұнда жоғары тиімділік пен төмен энергия шығынын қамтамасыз ететін жаңа жабдықтар мен технологиялар жасалады;

– жаңа материалдарды зерттеу - электрод материалдарын жетілдіру, олардың тозуға төзімділігін және ұзақ мерзімді жұмыс істеу қабілетін арттыру маңызды. Бұл материалдардың қасиеттері электр разрядының тиімділігіне тікелей әсер етеді.

2) Жаңа қолданыстарын зерттеу:

– Тұщы су мен тұзды су қолданыстары - электр разряды технологиясын тұщы су мен тұзды су орталарында залалсыздандыру үшін пайдаланудың тиімділігін зерттеу. Бұл зерттеулер тұздылығы жоғары сулардағы тиімділікті арттыру жолдарын анықтауға бағытталуы тиіс;

– қолданбалы экологиялық зерттеулер - электр разряды технологиясын су экожүйелерінің табиғи динамикасын түсіну және жабайы табиғаттағы ауру таралуын төмендету үшін пайдалану мүмкіндігін зерттеу.

3) Реттеу және стандарттау:

– Өнеркәсіптік стандарттар мен нормаларды дамыту - электр разрядын пайдалану арқылы суды залалсыздандырудың қауіпсіздік және сапа стандарттарын әзірлеу. Бұл стандарттар технологияның кеңірек қолданылуына жол ашады және пайдаланушыларға сенімділік береді. Яғни зерттеулер мен даму бағыттары электр разряды технологиясының болашақтағы жетістіктерін арттыруға және кең ауқымды қолданыстарды қамтамасыз етуге ықпал етеді. Сол сияқты әрекеттер су залалсыздандыру саласындағы инновацияларды және экологиялық тұрақтылықты қолдауға үлес қосады.

Бұл қарастырылған электр разряды көмегімен суды залалсыздандыру технологиясы өндірістік және экологиялық тұрғыдан маңыздылығын дәлелдейді. Жүргізілген талдаулар мен зерттеулерге сүйене отырып, келесі негізгі ойлар айқындалды:

– Эффе́ктивтілік және тиімділік: Электр разряды технологиясы су залалсыздандыруда жоғары тиімділікті көрсетеді, оның ішінде зиянды микроорганизмдер мен химиялық заттарды жедел және тиімді жою қабілеті бар. Бұл үрдіс су сапасын жақсартуға және аурулардың алдын алуға мүмкіндік береді;

– Экономикалық маңызы: Бұл технология шығындарды азайтады және басқа су тазарту әдістерімен салыстырғанда аз химиялық заттарды пайдалану

арқылы экологиялық әсерін төмендетеді. Бастапқы инвестициялар жоғары болғанымен, ұзақ мерзімді пайда көрсетеді;

– Экологиялық әсері: Электр разрядының экологиялық әсері едәуір, өйткені бұл технология су ортасының табиғи балансын сақтай отырып, оны тазартады. Оның биохимиялық және физикалық әсерлері су экожүйесінің сапасын жақсартады, дегенмен белгілі бір микроорганизмдер мен экожүйе элементтеріне жанама зиянды әсерлерін мұқият зерттеу қажет;

– Зерттеу және даму бағыттары: Электр разряды технологиясының болашағы зор, алайда оның тиімділігін арттыру, энергия тиімділігін жақсарту және жаңа қолданыс аймақтарын ашу мақсатында жүргізілетін зерттеулер өте маңызды [5].

Осылайша, электр разряды көмегімен суды залалсыздандыру технологиясы балық шаруашылығы сияқты салаларда қолдану үшін үлкен мүмкіндіктерге ие және оның дамуы өндірістік және экологиялық тұрақтылықты қолдауда маңызды рөл атқара алады.

1.6 Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғылардың технологиялық жүйесін дамытудың тұжырымдамасы

Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғылардың технологиялық жүйесін дамыту кезіндегі тұжырымдаманы жасау үшін мынадай бірнеше негізгі аспектілерді қарастыру қажет (1.1-сурет):



1.1-сурет – Технологиялық жүйені дамыту тұжырымдамасының негізгі аспектілері

– Мақсатты қолдану аймағын анықтау - біріншіден, осы қондырғыны қай салаларда қолдануға болатындығын анықтау қажет. Мысалы, өнеркәсіпте, медицинада немесе қоршаған ортаға тазарту жүйелерінде;

– Техникалық сипаттамаларын жоспарлау - электр разрядының жиілігі, қуаты, тұрақтылығы және басқа да маңызды параметрлерді анықтау қажет. Бұл параметрлер қондырғының тиімділігін және сенімділігін қамтамасыз ететін болады;

– Қауіпсіздік стандарттарын сақтау - электр разрядына негізделген құрылғылар қолдану кезінде қауіпсіздікке ерекше назар аудару қажет. Осыған байланысты қауіпсіздік нормалары мен стандарттарына сай келетін жүйелерді жасау маңызды;

– Өнімділікті арттыру - технологияның тиімділігін арттыру үшін зерттеулер жүргізу және инновациялар енгізу. Бұл қондырғылардың энергия тиімділігін және жұмыс істеу қабілетін жақсартуға бағытталуы тиіс;

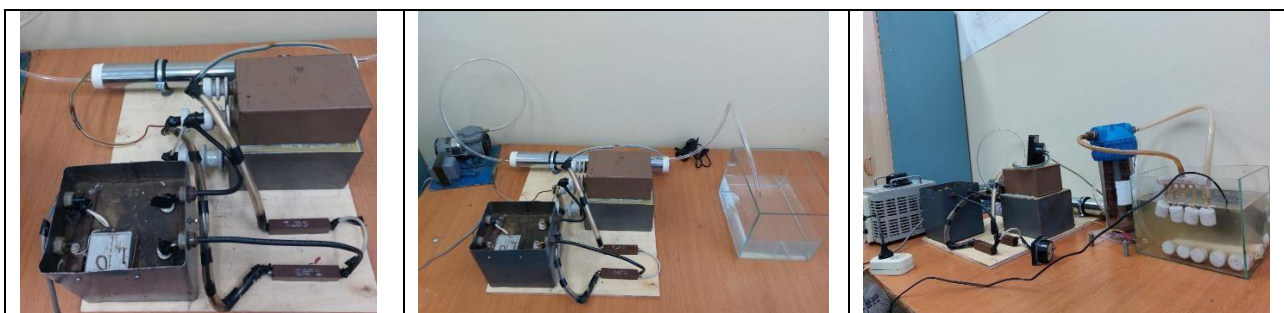
– Экологиялық тазалықты қамтамасыз ету - электр разрядын қолдану кезінде шығарындылардың экологияға әсерін төмендету жөнінде шаралар қабылдау керек. Энергияны тиімді пайдалану және қалдықтарды азайту сияқты аспектілерге назар аудару қажет;

– Қолданыстағы заңнамаларға сай келу - осы технологияның заңнамалық талаптарға сай келуі өте маңызды. Жергілікті және халықаралық заңнамаларды, стандарттарды және нормативтік құжаттарды мұқият зерделеу керек. Бұл, әсіресе, қауіпсіздік, экология және тұтынушылардың құқықтары сияқты салаларда өте маңызды. Технологияны енгізу алдында регуляторлық органдармен келісімдер жасасу және керек болса, сертификаттар алу қажет. Заңнамалық шектеулер мен талаптарды елемей қондырғының нарыққа шығуына және пайдаланылуына кедергі келтіруі мүмкін [3].

2 Электр разрядына негізделген қондырғы

2.1 Электр разрядына негізделген қондырғының электрлік сұлбасын талдау

Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғының электрлік сұлбасына жұмсалатын элементтердің (номиналды ток күші $I_n = 10$ мА), насостар (өнімділігі $0,5$ м³/сағат, қуаты 2 кВт, $\cos\varphi = 0,98$) және экономикалық тиімділігін анықтау қажет. Қондырғының зертханалық бейнесі төмендегі 2.1-суретте келтірілген.



2.1-сурет – Шағын зертханалық құрылғы

Электрлік қондырғының электрлік сұлбасына жұмсалатын элементтердің экономикалық тиімділігін есептеу үшін бірқатар маңызды параметрлерді зерттейік. Есептеу кезінде насос пен номиналды ток күші 10 мА болатын қондырғылардың энергия тұтынуын ескереміз.

а) Электр энергиясының тұтынуын есептеу. Электр энергиясының тұтынуын есептеу үшін келесі формулаларды пайдаланамыз:

$$P=UI\cos(\phi) \quad (2.1)$$

мұндағы P – қондырғының қуаты (Ватт);

U – кернеу (Вольт);

I – ток күші (Ампер);

$\cos(\phi)$ – қуат коэффициенті.

Насостардың жағдайында бізге берілген параметрлер: Қуаты $P = 2000$ Вт (2 кВт), қуат коэффициенті $\cos(\phi) = 0.98$. Қондырғының номиналды ток күші 10 мА болса, бұл $I = 0.01$ А екендігін білдіреді. Қажетті кернеулерді ұсынбайынша, насос пен басқа элементтерге қолданылатын жалпы кернеуді ($U = 230$ В болып келеді) қолданамыз.

б) Энергия тұтынуы. Энергия тұтынуын анықтау үшін, насостың жұмыс істеу уақытын білу керек. Егер біз насостың күніне 24 сағат жұмыс істейтінін алсақ:

$$\text{Күнделікті энергия тұтынуы} = P \times \text{Жұмыс уақыты} \quad (2.2)$$

$$\text{Күнделікті энергия тұтынуы} = P \times \text{Жұмыс уақыты} = 2000 \text{ Вт} \times 24 \text{ сағ} = 48000 \text{ Вт} \cdot \text{сағ} \text{ (немесе } 48 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}).$$

в) Электр энергиясының бағасы. Электр энергиясының орташа бағасын білу қажет. Мысалы, егер 1 кВт·сағ электр энергиясының бағасы 0.1 доллар болса:

$$\text{Тәуліктік шығын} = 48 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \times 0.1 \text{ доллар/кВт} \cdot \text{сағ} = 4.8 \text{ доллар}$$

с) Экономикалық тиімділігі. Экономикалық тиімділікті анықтау үшін, насостың өндірістік пайдалылығын, қажетті қуаттылықты және энергия шығындарын салыстыру қажет. Бұл есептеулер өндірістік үрдістердің нақты параметрлеріне негізделген және бизнес модельдің тиімділігіне тікелей әсер етеді [6].

2.2 Шағын зертханалық резервуарға жұмсалатын қосалқы материалдарды есептеу

Жиілігі 50 Гц электр разрядына негізделген қондырғының электрлік сұлбасына жұмсалатын элементтердің (номиналды ток күші $I_n = 10 \text{ А}$), насостар (өнімділігі $0,5 \text{ м}^3/\text{сағат}$, қуаты 2 кВт , $\cos\varphi = 0,98$), экономикалық тиімділігін анықтау келесі кезеңдерден тұрады:

а) Электр кабелі - қуаты- 2 кВт ; кернеуі - стандартты 220 В (немесе 380 В егер көп фазалы желіде пайдалансаңыз).

Ток күшін есептейміз:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2000}{220 \cdot 0.98} \approx 9,29 \text{ А} \quad (2.3)$$

Сымның көлденеңі - ток күшіне қарай 1.5 мм^2 немесе одан жоғары қарастыруға болады. Егер сым ұзақ болса, онда көлденеңін одан да үлкен қарастыру қажет.

б) Батырмалар:

– Кернеу мөлшері - кем дегенде 220 В ;

– ток шамасы - батырманың ток мөлшері 10 А немесе одан жоғары болғаны дұрыс (тұтыну тогынан асып кетуіне орай).

в) Жиілік түрлендіргіш:

– Максималды қуаты - насостың қуатына сәйкес, кемінде 2 кВт ;

– кернеуі және ток шамасы - тиісті кернеуі мен ток күшіне ие жиілік түрлендіргішті таңдаңыз;

– Басқару функциялары - насостың жылдамдығын реттеу мүмкіндігі бар түрлендіргіш қарастырылғаны жөн.

с) Релелік қорғаныс блоктары мен сақтандырғыштар:

– Реле түрі - ток релесі, ол жабдықтың қауіпсіз жұмыс істеуі үшін ток күшінің шамадан тыс артуын бақылайды;

– сақтандырғыштар - ток шамасы 10 А немесе одан жоғары болатын сақтандырғышты таңдау керек. Сақтандырғыштың кернеуі 220 В болуы тиіс.

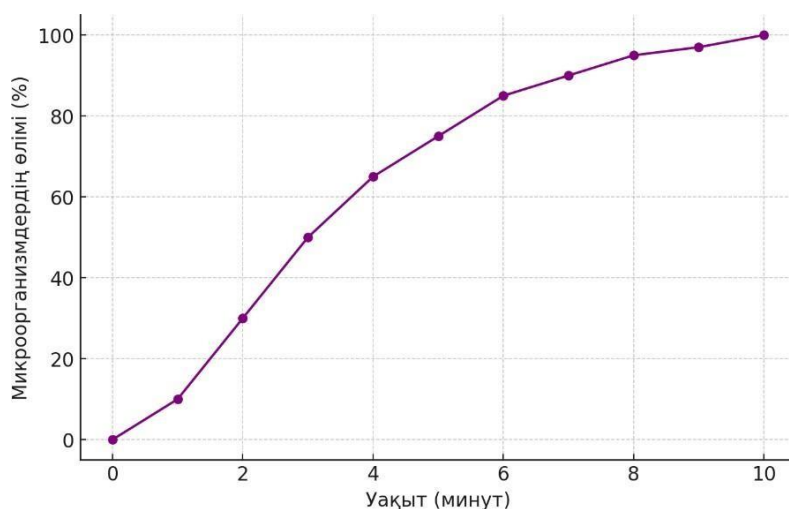
Бұл параметрлер біздің жұмыс істеу шарттарымызға сәйкес жасалған және қажетті қауіпсіздікті қамтамасыз етуге арналған [9].

2.3 Суды залалсыздандыру үрдісінің технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімін талдау

Шағын зертханалық (0,5м³) резервуардағы суды залалсыздандыру үрдісінің технологиялық, функционалдық және конструкциялық шешімін анықтау міндетті мәселелердің бірі. Яғни бұл шешімдерді қарастыру кезінде бірнеше маңызды аспектілерді ескерген жөн. Мұндай жүйе әдетте суды бактериялардан, вирустардан және басқа зиянды қоспалардан тазартуға арналған.

2.3.1 Технологиялық шешім

Ультракүлгін сәулелену (UV) - UV лампалары суды өткізіп, оның ішіндегі микроорганизмдерді өлтіреді (2.2-сурет). Артықшылықтары - химиялық заттарды қолданбайды, сондықтан судың дәмі мен иісі өзгеріссіз қалады. Кемшіліктері - ауыр металдар мен химиялық ластанудан тазартуға қабілетсіз.



2.2-сурет – УК (UV) лампаларының көмегімен судағы микроорганизмдерді жоюға арналған тәуелділік графигі

Бұл график, ол ультракүлгін сәулелену (UV) лампаларының судағы микроорганизмдерді өлтіру тәуелділігін көрсетеді. График уақыт өте келе микроорганизмдердің өлімінің пайызын көрсетеді:

– Басталған кезде (0 минут) - микроорганизмдердің өлімі 0% болып тұр;

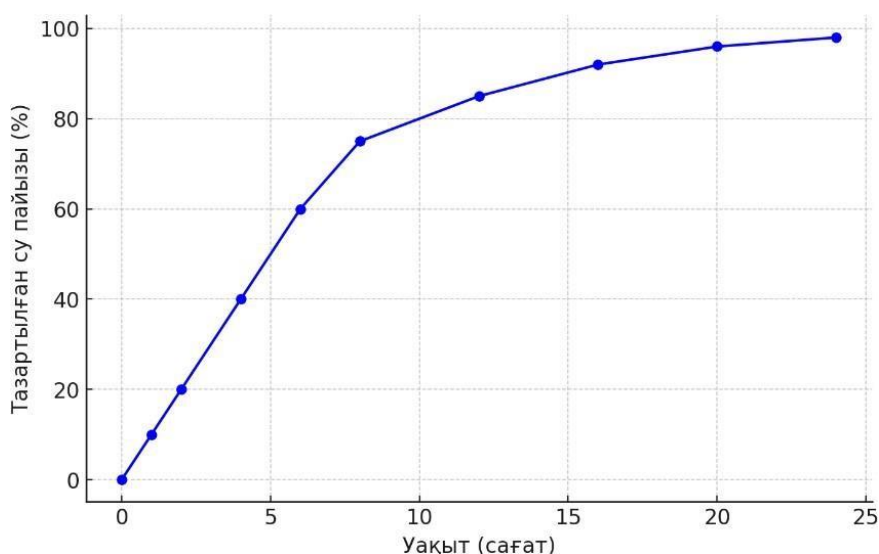
– Бірнеше минуттан кейін - UV сәулесінің тиімділігі біртіндеп артады, 5 минуттан кейін шамамен 75% микроорганизмдер өледі;

– 10 минуттан кейін - бұл уақытта микроорганизмдердің дерлік 100% өледі.

Графиктің жалпы пішімі с-тәрізді қисық сызыққа ұқсайды, бұл көбінесе микроорганизмдердің өлімі бастапқы кезеңде баяу жүріп, кейін жылдамдайтынын көрсетеді [12].

2.3.2 Фильтрация

Механикалық, көміртекті және мембраналы фильтрлер арқылы су тазартылады (2.3-сурет). Артықшылықтары - түрлі тазарту деңгейлерін қамтамасыз етеді, химиялық және механикалық ластануды жояды. Кемшіліктері - фильтрлердің уақытылы ауыстырылуы қажет.



2.3-сурет – Балық шаруашылығындағы суды сүзу тиімділігі

Бұл суретте балық шаруашылығындағы суды сүзу тиімділігінің графигі келтірілген. Бұл график судың тазарту үрдісінің уақытқа тәуелділігін көрсетеді:

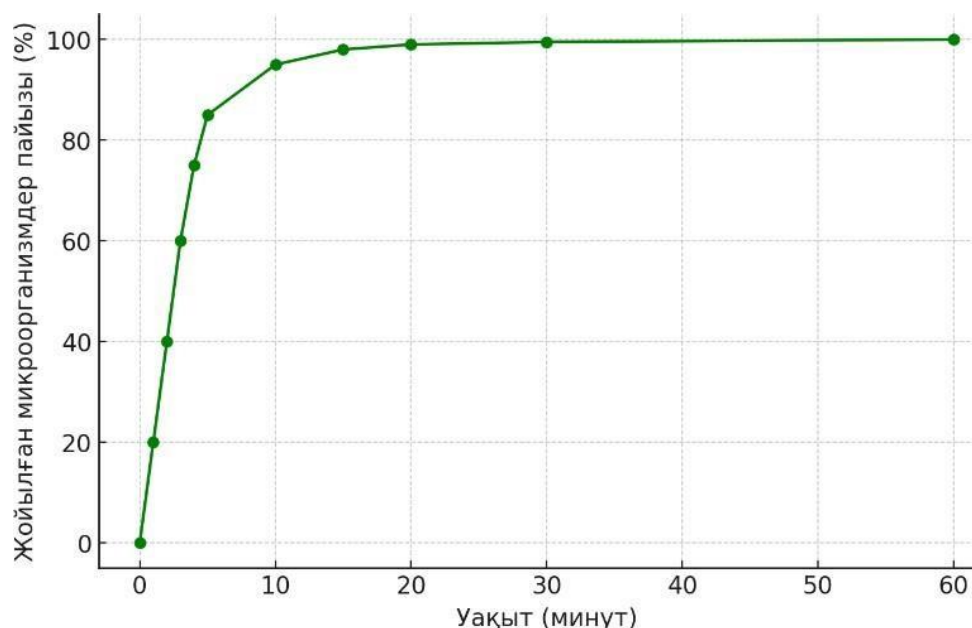
–Басталған кезде (0 сағат) - судың тазартылған пайызы 0%;

–алғашқы сағаттарды - тазарту үрдісі жылдам жүреді, 4 сағатта тазартылған су пайызы шамамен 40% жетеді;

–ары қарай өсу - уақыт өте келе, тазартылған су пайызы 92% дейін артады 16 сағатта және 24 сағатта 98% жетеді.

Графиктен көруге болатындай, тазарту процесі бастапқы кезеңде жылдам жүріп, кейінірек өсу баяулауы мүмкін, оның себебі - судың тазарту деңгейі жоғары болған сайын, одан әрі тазарту қиынырақ болады.

Химиялық дезинфекция - хлор немесе озон қосылған су арқылы микроорганизмдер жойылады (2.4 - сурет). Артықшылықтары - тиімді микробқа қарсы әрекет. Кемшіліктері - судың дәмі мен иісі өзгеруі мүмкін, қосымша химиялық заттардың қалдықтары пайда болуы мүмкін.



2.4-сурет – Химиялық дезинфекция арқылы микроорганизмдерді жою графигі

Бұл суретте химиялық дезинфекция арқылы микроорганизмдерді жою графигі келтірілген. График хлор немесе озон қосылған су арқылы микроорганизмдердің қаншалықты тез жойылатынын көрсетеді:

–Бірінші минуттарда - микроорганизмдердің жойылуы тез жүреді, 5 минутта шамамен 85% микроорганизмдер жойылады;

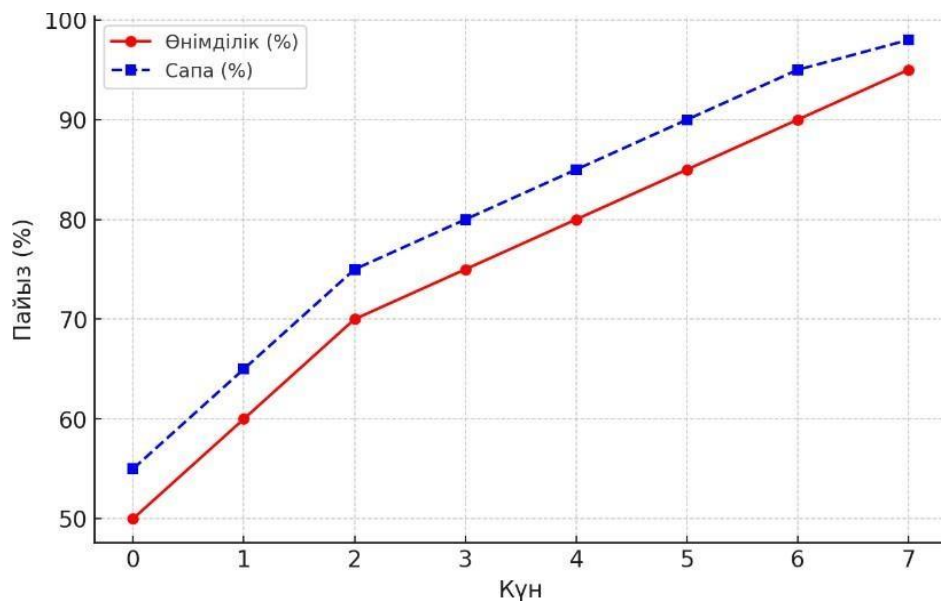
–одан кейінгі уақыттарда - жойылу үлесі біртіндеп артады, 15 минутта 98% жетеді;

–30 минуттан кейін - микроорганизмдердің дерлік 99.5% жойылады, және 60 минутта 100% жетеді.

Бұл график, химиялық дезинфекцияның бастапқы кезеңде өте тиімді екенін көрсетеді, бірақ микроорганизмдердің толық жойылуы үшін біраз уақыт қажет болады [7].

2.3.3 Функционалдық шешім

Автоматтандырылған басқару жүйесі температура, рН деңгейі, орнықтылық және тазалықты бақылайтын сенсорлар арқылы жүйенің өнімділігін және сапасын арттыру керек (2.5-сурет). Қауіпсіздік шаралары - су тазарту үрдісі кезінде апаттық жағдайларды болдырмау үшін қауіпсіздік құрылғыларын орнату.



2.5-сурет – Автоматтандырылған басқару жүйесінің өнімділігі мен сапасын арттыру графигі

Бұл суретте автоматтандырылған басқару жүйесінің өнімділігі мен сапасын арттыру графигі келтірілген. График жүйенің температура, рН деңгейі, орнықтылық және тазалықты бақылайтын сенсорлар арқылы қаншалықты жақсарғанын көрсетеді:

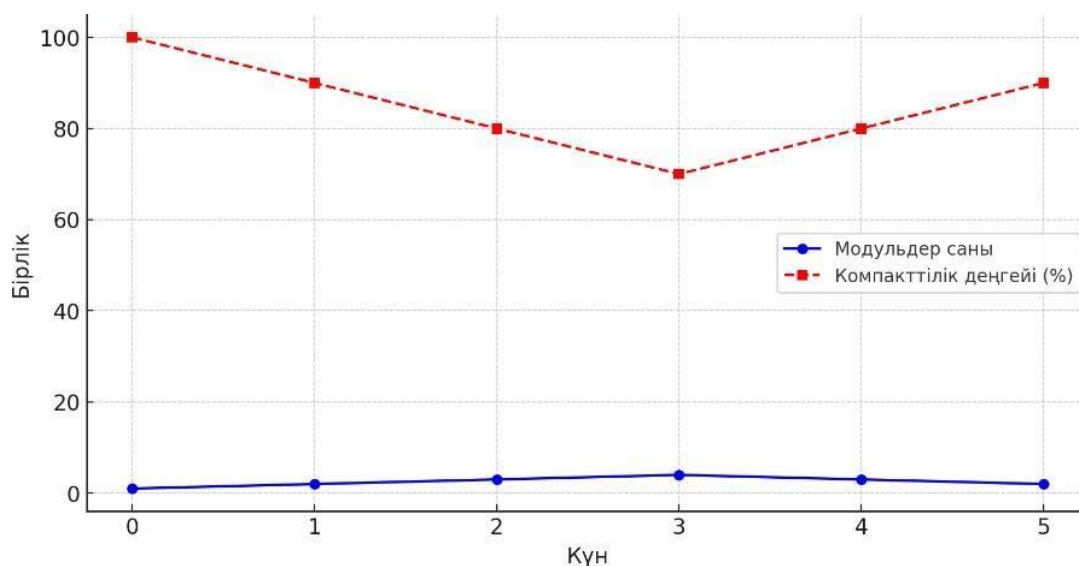
–Өнімділік (%) - бастапқы күнде 50% өнімділіктен басталып, 7 күнде 95% дейін жетеді;

–сапа (%) бастапқы күнде 55% сападан басталып, 7 күнде 98% дейін артады.

Графиктен көріп отырғанымыздай, екі көрсеткіш те уақыт өте келе жақсара түседі, бұл автоматтандырылған басқару жүйесінің тиімділігін арттыра алатынын көрсетеді. Бұл жүйе әртүрлі параметрлерді қадағалай отырып, үрдісті оптималдауға және жалпы өнім сапасын жақсартуға мүмкіндік береді [11].

2.3.4 Конструкциялық шешім

Модульдік дизайн жүйенің кеңейтілуіне және жөндеу жұмыстарына мүмкіндік беретін модульдік құрылым (2.6-сурет). Компактті өлшемдер шағын зертханалық ортаға арналған, орынды үнемдейтін конструкцияны қамтиды.



2.6-сурет – Модульдік дизайнның динамикасы бойынша көрсетілген график

Бұл суретте модульдік дизайнның динамикасы бойынша көрсетілген график. Бұл графикте жүйенің модульдер санының және компакттілік деңгейінің өзгерісі көрсетілген:

– Модульдер саны (көк түс) - бастапқы кезде модульдер саны аз болып, уақыт өте келе ұлғаяды. 3 күнде модульдер санының шыңына жеткен соң, кейінгі күндері модульдер саны азайып кетеді, бұл жүйенің қысқартылуын білдіреді;

– компакттілік деңгейі (%) (қызыл түс) - модульдер санының артуына қарамастан, компакттілік деңгейі біртіндеп төмендейді. Бұл оның орынды үнемдеу қасиетін көрсетеді, яғни үлкенірек жүйелердің де шағын зертханалық ортаға сәйкес келуі мүмкін.

Бұл график модульдік құрылымның икемділігін көрсетеді, ол жүйенің кеңейтілуіне және қысқартылуына мүмкіндік береді, бұл әртүрлі қажеттіліктерге қарай тез бейімделуге көмектеседі.

Бұл жүйе зертханалық қажеттіліктерге сай бейімделуі керек. Технологияның дамуына байланысты болашақта жүйені жаңғыртуға немесе түрлендіруге мүмкіндік беретін құрылымды таңдаған жөн [14].

2.4 Сорғы станциясының басқару блогындағы элементтердің техникалық параметрлері

Қуаты 2 кВт, өнімділігі 0,5 м³/сағат шағын зертханалық сорғы станциясының басқару блогындағы элементтердің техникалық параметрлерін есептеу өте маңызды.

Балық шаруашылығына арналған су сорғысы үшін қажет болатын бірнеше негізгі параметрлерді шамалап алайық. Мұндай сорғы жиі су айналымын

қамтамасыз ету үшін қолданылады, сонымен қатар су сапасын сақтауға көмектеседі. Мысалы:

Электр қуаты 2кВт бұл қуаттылық сорғының жалпы энергия шығынын анықтайды. Су сорғысының қуаты оның сорып алатын су мөлшерімен және қысымымен тікелей байланысты;

Өнімділік 0,5 м³/сағат бұл мөлшер сағатына 500 литр су айдай алатындығын көрсетеді, бұл балықтардың санына және су қоймасының көлеміне байланысты жеткілікті болуы мүмкін;

Қысым (шамамен есептеу) сорғының қысымы биіктігі мен қажет етілетін су айналымына байланысты. Мысалы, егер сорғы 2 метр биіктікке су көтеретін болса, ол 0.2 бар қысымды қамтамасыз етуі мүмкін;

Электр тізбегі элементтері басқару блогына автоматты басқару панелі, қорғау реле, контакторлар, және трансформаторлар кіреді. Бұл элементтер сорғының тұрақты және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Сорғы автоматты түрде қосылып, өшіруі үшін жүйеде су деңгейінің сенсорлары болуы мүмкін;

Қорғаныс жүйесі сорғының электр тізбегінде артық кернеуден және қысқа тұйықталудан қорғау үшін қорғау реле болады. Суық аймақтарда қолданылатын жылыту элементтері де болады.

Бұл негізгі параметрлер сорғының белгіленген мақсаттары үшін қаншалықты тиімді екенін анықтауға көмектеседі. Сорғыны таңдау кезінде нақты балық шаруашылығының параметрлерін ескеру маңызды.

Балық шаруашылығына арналған су сорғысы үшін керекті қысымды және энергия шығынын есептеу үшін келесі формулаларды пайдаланамыз:

Қысымды есептеу: Қысымды есептеу үшін, біз сорғының жеткізу биіктігін ($h=5\text{м}$) деп алайық. Ал судың тығыздығын $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ және гравитацияның үдеуі $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ деп алсақ қысымды мына формула арқылы есептейміз:

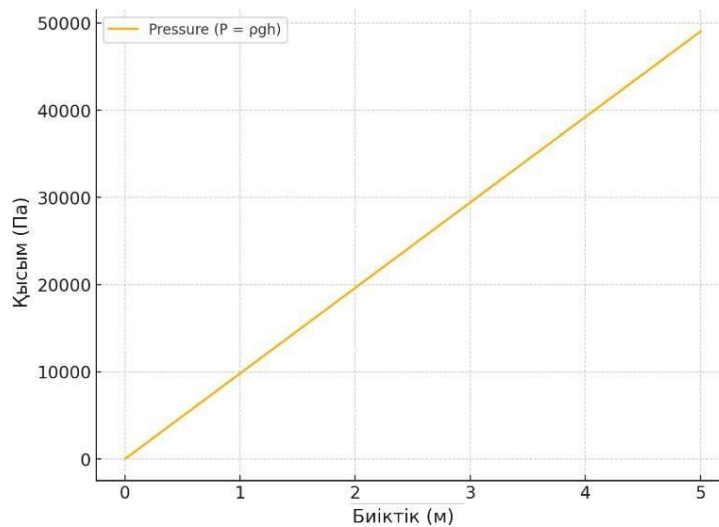
$$P = \rho * g * h \quad (2.5)$$

мұндағы ρ - судың тығыздығы;

g - гравитацияның үдеуі;

h - су бағанының биіктігі.

2.7-суретте көрсетілген графикте су бағанындағы қысымның биіктікке тәуелділігі бейнеленген. Ондағы тік ось (Y - осі) қысымды (Па - паскаль бірлігінде) көрсетсе, көлденең ось (X-осі) су бағанының биіктігін метрлерде (м) көрсетеді. Графиктің түзу сызығы су бағанының биіктігі артқан сайын қысымның пропорционалды түрде өсіп отыратынын көрсетеді.



2.7-сурет – Биіктікке байланысты қысым өзгерісі

Графиктің негізгі ерекшеліктері:

Пропорционалдық - графиктегі түзу сызық қысым мен биіктік арасындағы тікелей пропорционалдық байланысты білдіреді.

Қысымның өсуі - графиктің түзулігі қысымның биіктікке байланысты үздіксіз өсетіндігін көрсетеді. 0 метр биіктікте қысым ең төменгі (шамамен 0 Па) және 5 метр биіктікте ең жоғарғы мәнге (шамамен 50000 Па) жетеді.

Қолданыстық мәні - бұл график инженерлік, гидрология және ғылыми - зерттеу салаларында өте пайдалы. Мысалы, су жүйелерін жобалауда, су құбырлары мен бөгеттердің жобаларында және сумен жабдықтау жүйелерінің қысымын бақылауда қолданылады. Қысымның биіктікке байланысты өзгерісін түсіну арқылы мұндай жүйелердің тиімділігін арттыруға болады [15].

Энергия шығынын есептеу:

Сорғының энергия шығынын есептеу үшін оның өнімділігін (Q) және жеткізу биіктігін пайдаланамыз.

Энергия шығынының формуласы:

$$P_{output} = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q \quad (2.6)$$

мұндағы ρ - судың тығыздығы;

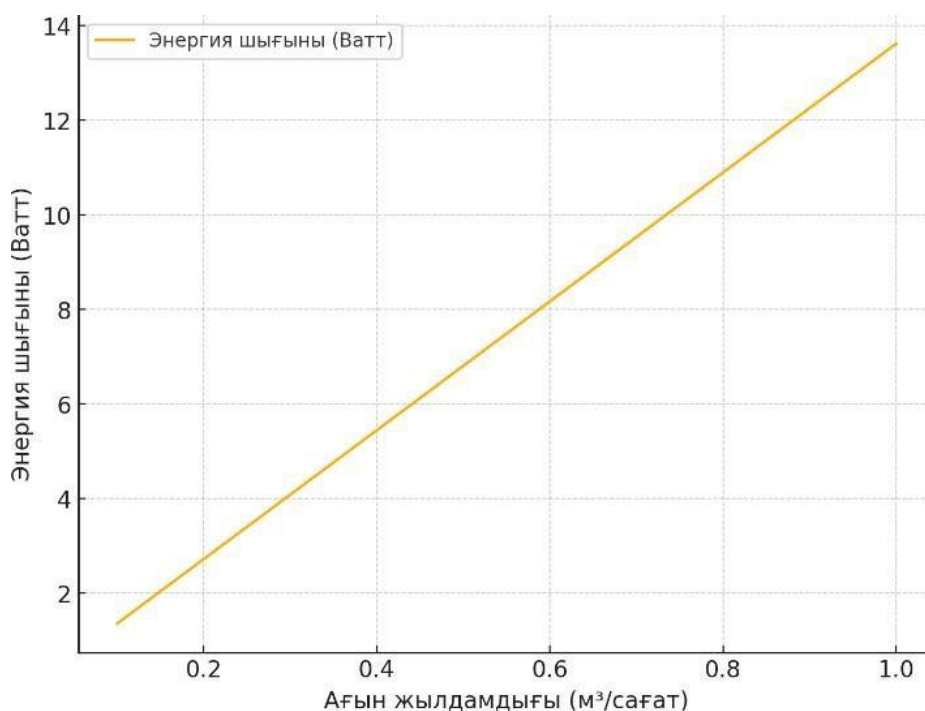
g - гравитацияның үдеуі;

h - судың биіктігі;

Q - ағын жылдамдығы.

Қазір бұл параметрлерді есептеп көрейік. Сорғының қысымы шамамен 49050 Паскаль (Па) немесе 0.49 бар деп есептеледі. Бұл 5 метр биіктікке су көтерген кезде қол жеткізілетін қысым. Сорғының энергия шығыны шамамен 6.81 Ватт деп есептеледі. Бұл көрсеткіш 0.5 м³/сағат өнімділікте және 5 метр биіктікте су көтергенде жұмсалатын энергия. Бұл мәліметтер бізге сорғының қуаттылығына (2 кВт) қарағанда әлдеқайда аз энергия шығынын көрсетеді. Бұл дегеніміз, басқа параметрлердің әсерін есепке ала отырып, сорғы әлдеқайда

тиімдірек жұмыс істеуі мүмкін немесе көрсетілген параметрлерде басқа факторлардың әсері болуы мүмкін.



2.8-сурет – Сорғының ағын жылдамдығына байланысты энергия шығыны

Бұл график сорғының ағын жылдамдығына байланысты энергия шығынын көрсетеді. Графикте көлденең ось (X - осі) - ағын жылдамдығы м³/сағат бірлігінде көрсетілген. Бұл осьте жылдамдық 0.2 м³/сағаттан 1 м³/сағатқа дейін өзгеріп отыр. Тік ось (Y - осі) энергия шығыны Ватт бірлігінде көрсетілген. Энергия шығынының мәні ағын жылдамдығы артқан сайын пропорционалды түрде өсуде. Графиктің негізгі мәліметтері - графиктің сызығы түзу болып келеді, бұл су ағын жылдамдығы мен энергия шығыны арасында тікелей пропорционалдық байланыс бар екенін көрсетеді. Энергия шығыны 2 Ваттан бастап 14 Ваттқа дейін өсуде, бұл сорғының тиімділігін арттыру үшін ағын жылдамдығын реттеуге мүмкіндік береді [13].

Қолданыстық мәні - бұл график сорғы жүйелерін жобалау және олардың энергия тиімділігін бағалау кезінде пайдалы. Ағын жылдамдығын реттеу арқылы жүйенің энергетикалық шығындарын басқаруға болады, бұл әсіресе үлкен индустриялық және қоғамдық су жүйелері үшін маңызды.

3 Тәжірибелік бөлім

3.1 Жоғары кернеулі қуат көздері

Басқару және күштік блогындағы электрлік сұлбадағы элементтердің шамаларын есептеп, қуаты 2кВт шағын зертханалық ($0,5\text{м}^3$) резервуардағы сорғы станциясының макетін жыйнап, тәжірибе жұмыстарын жүргізейік. Ол үшін жоғары кернеулі қуат көздері озон синтезі үшін плазмохимиялық реакторларды жақсылап талдайық.

Озон ең перспективті тотықтырғыш болып табылады және басқа тотықтырғыштармен (фтор, хлор және т.б.) салыстырғанда ол ерекшеленеді. Ол ішімдік және ағынды суларды өңдеу және тазарту, ауаны, бөлмелерді дезинфекциялау және жағымсыз иістерден арылту үшін кеңінен қолданылады. Озонды электр разряды арқылы синтездеуге болады. Электрлік бөлінуде озонды қалыптастыру озон алу әдістерінің бірі болып табылады. Жарқылдаған разрядта төмен қысымда озонның пайда болуы бақыланды, оның концентрациясы кернеу мен қысымның өсуімен азаяды. Максималды энергетикалық шығын $23 \text{ г/кВт}\cdot\text{сағ}$ жетеді. Доғалық разряд изотермиялық плазма разрядтарына жатады, сондықтан оның ішінде өтетін реакциялар термиялық сипатқа ие. Сәйкесінше, доғалық разряд аймағында тек өте аз термодинамикалық тепе - теңдік концентрациялары озон алынуы мүмкін. Өткен ғасырдың ортасында озонды ұшқын разрядында алды. Дегенмен, ұшқын разрядынан алынатын озон мөлшері тәждік және барьерлі электрлік разрядтың формаларынан шамамен 50 есе аз [16].

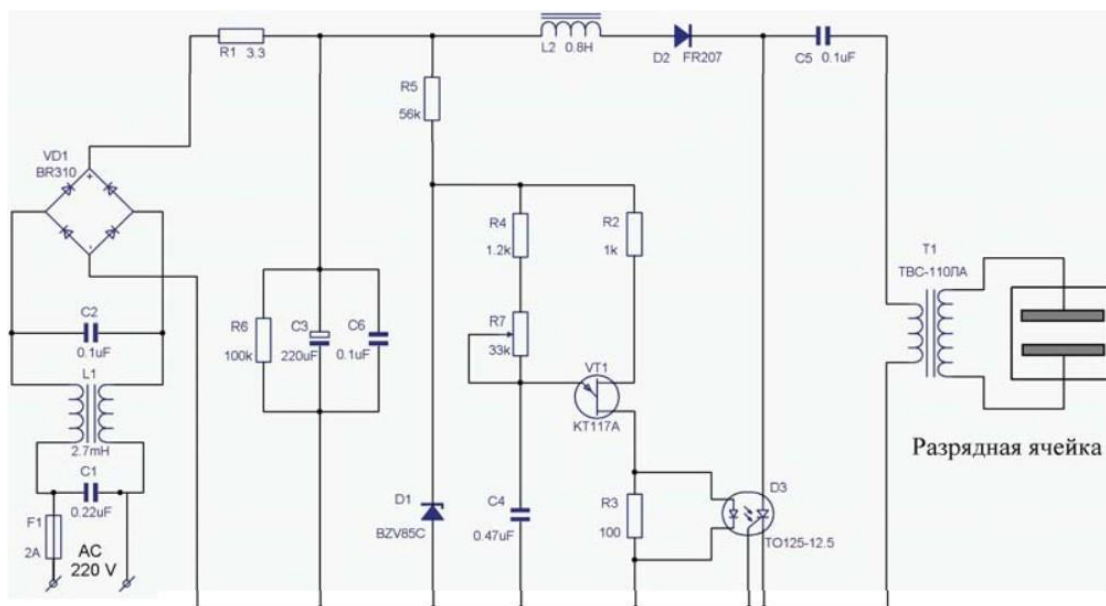
Қазіргі уақытта озонды барьерлі және тәждік разрядтарда алу әдістері жалғыз өнеркәсіптік озон өндіру тәсілдері болып қала береді. Барьерлі разрядта озон синтезі екі негізгі ерекшелікке ие: өнім шығымының разрядтың электрлік параметрлеріне байланыстылығы; синтездің ағында жүргізілуі. Эксперименттік зерттеулер барьерлі разрядта озон синтезіне озонатордың конструкциясы, салқындату, ылғалдылық және жұмыс газының тазалығы әсер ететінін көрсетті. Ең кең таралған озонаторлар - сағатына 10 - 200 г озон шығаратын шыны түтікті озонаторлар. Бұл орнатылымдар үшін озон синтезіне арналған жекелеген энергия шығындары $16 - 17 \text{ кВт}\cdot\text{сағ/кг } \text{O}_3$ құрайды. Озонаторлар салқындатылған шыныэмаль электродтары негізінде және жұмыс жиілігі 2000 - 2400 Гц аралығында озонды ауадан синтездеуге мүмкіндік береді, бұл үшін жекелеген энергия шығындары $11 - 12 \text{ кВт}\cdot\text{сағ/кг } \text{O}_3$ болады. Барьерлі разрядта максималды жұмыс кернеулілігі жұмыс газдық аралығын азайту және барьердің қалыңдығын кеміту арқылы жеткізіледі.

Импульсті кернеулерді озон генераторларында пайдалану жұмыс кернеулілігін және озон өндірудің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл барьерлік және тәждік разрядтарды пайдалану кезінде орын алады. Алайда, импульстік кернеулердің әсерінен барьер болғанда, энергия шығындарының диэлектрикалық барьерде артуына (диэлектрикалық шығындар) әкеледі. Бұл кемшілік тәждік разрядтың барьерсіз электродтық жүйелерінде жоқ. Тәждік разрядтың электродтық жүйелерінде, барьерлік жүйелерге қарағанда, электрод

жүйесінің разрядымен қыздыру арқылы энергия шығындары анағұрлым аз. Екінші жағынан, диэлектрикалық барьер электродтық жүйедегі жұмыс кернеулілігін арттыру үшін электродаралық қашықтықты минималдауға мүмкіндік береді. Озон тәждік разрядтарда тұрақты және айнымалы токпен алынады. Бұл кезде электрод материалынан және аппараттың жұмыс уақытынан озон пайда болуына тәуелділік байқалады, бұл металл электродтардың коррозиясы мен бүркуінен түсіндіріледі. Тәждік разряд озонаторлары шикізат ретінде атмосфералық ауаны пайдалануға мүмкіндік береді, өйткені бұл разряд ылғалдылыққа және газдың тазалығына аз сезімтал. Тәждік разрядта озон синтезі барьерлікке қарағанда дәл сол энергия шығындарымен, бірақ өте әртарапты электр өрісінде жүреді. Разрядтық контурды оптимизациялау арқылы 15-тен 25 кВ дейінгі кернеуде тұрақты тәждік разряд алуға болады, бұл озонды 5 г/м^3 концентрациясында 10-нан 18 кВт·сағ/кг энергия шығынымен синтездеуге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта наносекундтық тәждік разрядта озон өндірудің үлкен қызығушылық танытылуда. Коаксиалдық электрод жүйесіне 27 кВ дейінгі амплитудасы бар жоғары вольтты импульстер 4-тен 6 нс дейінгі алдыңғы жағымен және 25 нс ұзақтығымен, 130 Гц жиілікпен түсіріледі. Түскен импульстің амплитудасы 20 кВ дейін артқан кезде озонның энергетикалық шығымы 130 г/кВт·сағ дейін өседі. Импульсті тәждік разрядқа негізделген реакторлар ең перспективтілердің бірі ретінде қарастырылады. Импульсті тәждік разрядтарда қолданылатын импульстердің ұзақтықтарының диапазоны 10^{-3} -тен 10^{-9} с дейін созылады. Әртүрлі қолданыстар үшін импульстің ұзақтығына, қайталау жиілігіне, импульстің амплитудасына және алдыңғы жағының өсу жылдамдығына қойылатын талаптар маңызды айырмашылықтарға ие. Егер импульстік тәждік разрядтардың көптеген электр қоректену схемаларын монографияда келтірілгендей жинақтасақ, онда импульстік тәждік разряд бір разряд аралығында болатын екі разрядтың жиынтығы ретінде анықталуы мүмкін. Бұл тұрақты тәждік разряд, ол электродтардағы тұрақты кернеуден анықталады, және импульстік разряд, ол жоғары вольтты көзден қысқа мерзімді қосылғанда пайда болады. Осы жағдайда электр қоректену көзі тұрақты тәждік разрядты қамтамасыз ететін жоғары вольтты түзеткіштен және белгілі бір уақытқа арналған жоғары вольтты коммутатор арқылы қосылатын жоғары вольтты көзден тұрады. Негізінен жоғары вольтты импульстің параметрлері коммутатордың қасиеттерімен анықталады. Импульстік тәждік разряд жағдайында жоғары вольтты импульстер генераторы қолданылады. Жоғары вольтты импульстік жүйелерді жасау мәселелері өте өзекті. Импульстік-периодтық разряд салыстырмалы түрде қысқа ұзақтығы бар. Эксперименталды түрде анықталғанындай, егер разрядтық контурдың (коаксиалды немесе тікелей геометриясы бар) катоды оң тәждік разрядтың электр қоректену көзіне коммутациялық элемент арқылы қосылса, ал разрядтық шеңбердің анод жағында индуктивтік қосылса, онда қалыпты оң тәжі ерекше қасиеттерге ие болады. Тең шарттарда, тұрақты импульстік-периодтық тәждік разряд орын алатын максималды ток қалыпты оң классикалық тәжбен салыстырғанда 10 есе өседі. Импульстік-периодтық тәждік разрядты технологиялық пайдалану плазмаға

инвестицияланған қуатты арттыруды қажет етеді, өйткені бұл плазмохимиялық реакцияларды жүргізуге арналған энергетикалық шығындарды төмендетуге және бүкіл технологиялық үрдісті интенсификациялауға әкеледі. Эксперименталды нәтижелердің талдауы разрядтың энергетикалық сипаттамаларының негізінен разрядтық шеңбердегі индуктивтіктің көлемі мен қосымша разрядтардың қасиеттерімен анықталатындығын көрсетеді. Разрядтық шеңбердегі плазмаға ең үлкен энергия салымы индуктивтіктің разрядтық шеңберде 3000 – 3600 Гн кезінде орын алады. Қажетті индуктивтіктің көлемі разрядтық контурдың көптеген параметрлеріне байланысты және жеткілікті дәлдікпен есептелмейді. Индуктивтік L жоғары вольтты электр шеңбер элементі ретінде жұмыс істеген кезде, оның сипаттамаларына қойылатын жалпы талаптарды былай анықтауға болады: индуктивтіктің мөлшері шамамен 4000 Гн, индуктивтіктің мөлшерінің тегіс реттелу диапазоны номиналды мөлшерінің 80% шегінде, индуктивтік импульстік және статикалық кернеулерде 30 кВ дейін ұзақ мерзімді жұмыс істеуге есептелуі тиіс. Озонатор қондырғыларының қоректену көздері. Озонатор, электр энергиясының алушысы ретінде, өзге айнымалы ток тұтынушыларынан айырмашылығы бар бірқатар ерекшеліктерге ие: оның электрлік режимі әртүрлі электрлік және физикалық-химиялық параметрлердің әсеріне ұшырайды: бастапқы газдың температурасы мен жылдамдығы, оның қысымы, құрамы, ылғалдылығы және т.б. Электрлік режимге осы параметрлердің күрделі әсері озонатор жүктемесінің кездейсоқ сипатындағы өзгерістерге және демек, озонатордың тұтынатын қуатының кең шегінде өзгеруіне әкеледі. Технологиялық үрдістен байланысты озонатор шығысындағы озон концентрациясы өзгермей қалуы немесе берілген бағдарлама бойынша өзгеруі керек. Бұл озонатордың өнімділігіне әсер ететін кернеу мен жиілік сияқты электр параметрлерінің жылдам, жұмсақ және автоматты түрде өзгеруін қажет етеді. Қоректену көзі, озонаторлық қондырғының ажырамас бөлігі ретінде, оның құнына, сенімділігіне және эксплуатациялық сипаттамаларына елеулі әсер етеді. Бүкіл озонаторлық қондырғының тұрақты жұмыс істеуі негізінен қоректену көзіне байланысты, сондықтан сенімділік озонатордың қоректену көзіне қойылатын негізгі талап болып табылады. Келесі талап – максималды разрядтық ток пен разрядтық қуатты қамтамасыз ету, ол қоректену кернеуінің жиілігі мен көлеміне байланысты. Озонатордың өнімділігі қоректену көзінен разряд аймағына келетін энергия мөлшеріне байланысты, ол тек жиілік пен амплитудамен ғана емес, сонымен қатар озонаторға қоректенетін кернеудің пішінімен де анықталады. Импульстік кернеумен қоректену озонаторлар үшін перспективті, өйткені разрядтық аралықтың импульстік электрлік беріктігінің синусоидты кернеудегі беріктігінен асып түсуі, озонатордың өнімділігіне әсер ететін қоректену кернеуінің амплитудасын арттыруға мүмкіндік береді. Соңғы жылдары жоғары өнімді жоғары жиілікті озонаторларды жасау үшін жаңа жоғары жиілікті қоректену көздерін әзірлеу қажет болды. Қазіргі уақытта озонаторлардың қоректену көздерін жетілдіру және олардың сенімділігі мен пайдалы әрекет коэффициентін арттыруға бағытталған көптеген күштер жұмсалуда. Әрбір нақты озонатор үлгісі, оның мақсаты мен технологиялық

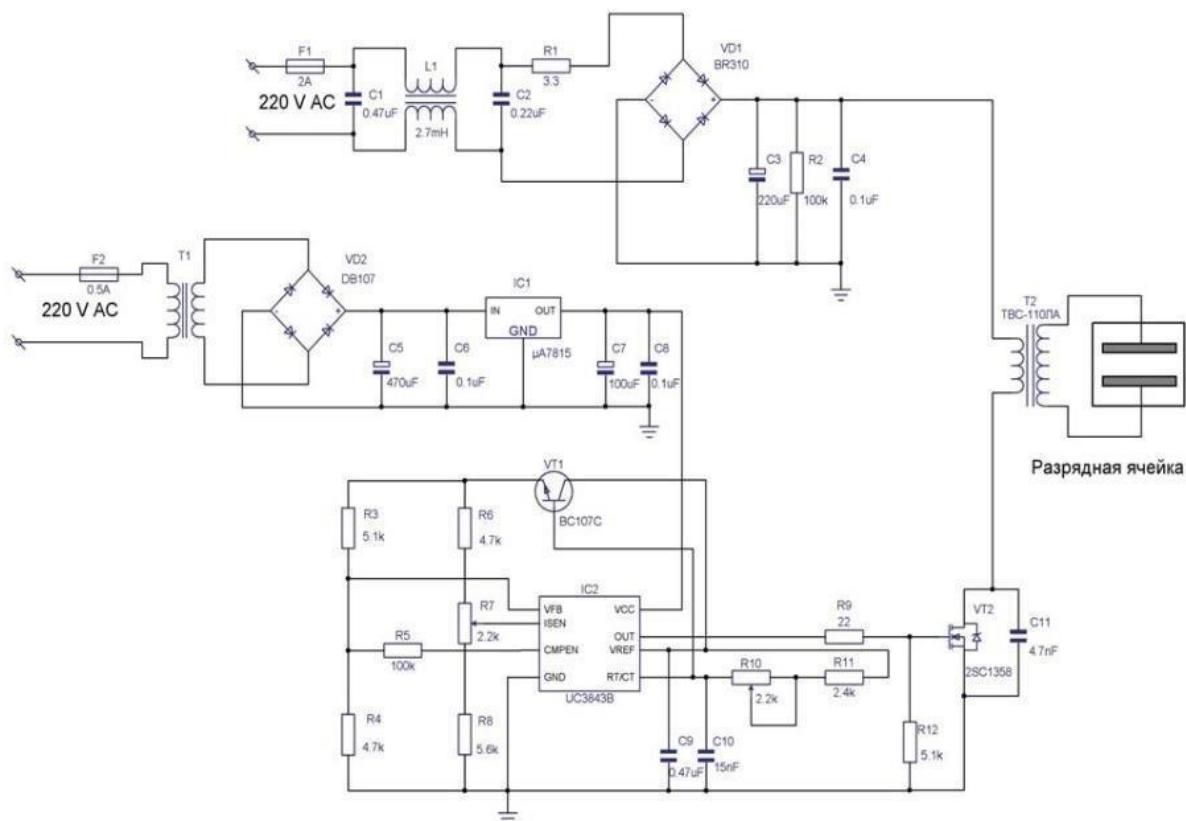
үрдістің сипатына байланысты, қоректену көзінен өзіне тән талаптар қояды. Аталған мәселелерден басқа, әртүрлі даму сатыларындағы бірқатар ерекше мәселелер бар. Бұларға озонатор электродтарына арналған кернеуді берілген бағдарлама бойынша автоматты түрде реттеу жүйесін жасау және энергетикалық көрсеткіштерді жақсарту кіреді. Энергетикалық сипаттамаларды жақсарту тек “озонатор – қоректену көзі” жүйесін оптимизациялау арқылы ғана алуға болады, бұл озонатордың электр параметрлерін қоректену көзінің көмегімен реттелетін өзгерістерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Озонатор мен қоректену көзі біртұтас жүйе болғандықтан, қоректену көздерін әзірлеу немесе таңдау нақты озонатор параметрлері мен электросинтез үрдісін автоматтандыру дәрежесіне қойылатын талаптарды ескере отырып жүргізілуі тиіс. Қазіргі уақытта озонаторлардың қоректену көздерін жетілдіру және дамыту бағыттары анықталған, бұл жалпы жартылай өткізгіш құрылғылардың прогрессіне, стандартты логикалық автоматика элементтерінің схемаларға енгізілуіне, жұмыс жиіліктерінің диапазонын кеңейтуіне және рационалды электр схемаларды пайдалануына негізделген. Озонаторлардың бар сандық жоғары жиілікті қоректену көздерінің талдауы көрсеткендей, олардың тұрақсыз жұмыс істеуінің негізгі себебі - озонатор сияқты тұрақсыз емес емкостық жүктеменің себебінен айналмалы қуат желісіндегі резонанс оқиғаларының пайда болуы. Озонатордың қоректену көзін оның электродтарының сыйымдылығы мен жоғары вольтты трансформатордың екінші жағының индуктивтігімен құрылған тербелмелі контурдың резонанстық жиілігіне тең жұмыс жиілігінде жобалау ең орынды болып табылады. Бұл жағдайда қоректену көзінен озонаторға энергияның ең тиімді берілу жағдайлары мен озонатордың ең тиімді жұмыс істеуі қамтамасыз етіледі. Өйткені бұл контурдың резонанстық жиілігі жұмыс кезінде тұрақты қалмайды және кездейсоқ өзгереді, сондықтан жиілікті өзгерткіштің схемасына бұл контурдың резонанстық жиілігін бақылап, өзгерткішті осы жиілікпен үйлестіретін құрылғыны енгізу орынды. Тиристорлық қоректену көзі озонды барьерлік разрядта синтездеу үшін. Озонаторлық қондырғы үшін қарапайым және сенімді қоректену блогын тиристорлық бір фазалы генератор базасында жүзеге асыруға болады (сұлба 3.1-суретте көрсетілген). Бір фазалы айнымалы ток желісінің айнымалы кернеуі VD_1 диодтық көпір арқылы түзетіледі, конденсатор C_3 айнымалы кернеудің пульсацияларын қажетті деңгейге дейін тегістейді.



3.1 сурет – Барьерлік (тосқауыл) разрядындағы озон синтезі үшін тиристорлық қуат көзінің сұлбасы

Конденсаторлар C_1 , C_2 және екі желілік дроссель L_1 қоректену көзінің кірісінде желілік шуларды төмендететін сүзгіні құрайды. Резистор R_1 қосылғанда C_3 конденсаторының зарядтық тогын азайту үшін қызмет етеді. Конденсатор C_5 дроссель L_2 , диод D_2 және трансформатор T_1 -нің бастапқы орамасы арқылы резонансты түрде зарядталып, қоректену кернеуінің екі еселенген кернеуіне дейін зарядталады. Тиристор D_3 басқару импульсімен ашылған кезде, конденсатор C_5 T_1 трансформаторының бастапқы орамасы арқылы және тиристор арқылы разрядталады. Разряд тогы контурда, ол T_1 трансформаторының бастапқы орамасының индуктивтігі мен оның паразиттік сыйымдылығынан құрылған, тербелістерді тудырады және тиристордың ұстау тогына жеткенде тоқтайды. Екінші орамада жоғары кернеу индукцияланып, разрядтық камерада барьерлік разряд жағылады. Тиристор жабылғаннан кейін, конденсатор C_5 дроссель L_2 арқылы қайтадан резонансты түрде зарядталып, тиристор D_3 -ке қосу импульсі қайтадан беріледі және цикл қайталанады. Тиристорлық генератордың жұмыс жиілігі R_7 айнымалы резисторы арқылы өзгертіледі, жиіліктің өзгеру диапазоны – 100-ден 500 Гц-қа дейін: сәйкесінше разрядтық камерада берілетін қуат та өзгереді. L_2 дросселі ретінде күндізгі жарық шамдары үшін 40 Вт дроссель балласты пайдаланылады. T_1 трансформаторы ТВС-110ЛА строчный трансформаторы болып табылады. Бастапқы орама $d = 0,8$ мм проводымен оралған, орам саны $N = 50$. Трансформаторды жинақтағанда магниттік жолақтың жартылай бөліктері қосылған жерде мұқият шымшылуы тиіс. Трансформатордың бекітуі жабық болмауы керек және латунь сияқты магнетизмге әсер етпейтін материалдан жасалуы тиіс. Аталған қоректену көзі 100 Вт-қа дейінгі қуатты қамтамасыз етеді. Бұл схеманың кемшілігі – оның төмен жиілікте жұмыс істеуі (1 кГц дейін), бұл

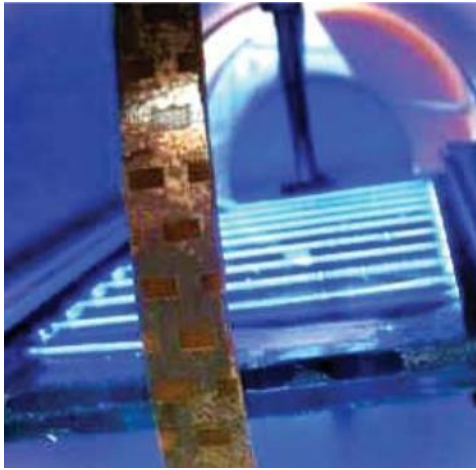
жағымсыз үнмен бірге жүреді. 100 Вт дейінгі қуаттылықтағы қосымшалар үшін квазирезонанстық артқы жүріс қоректену көздерінің схемалары ең перспективті болып табылады (3.2 - сурет) [8].



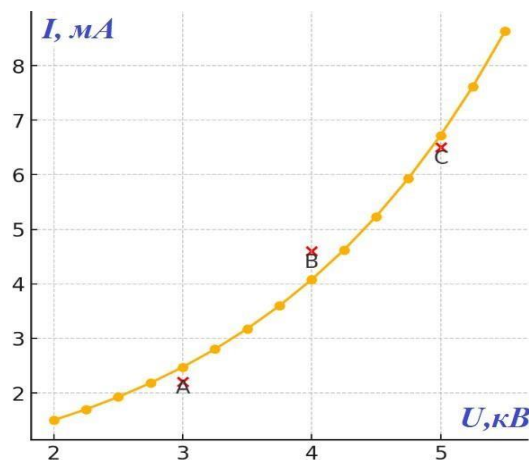
3.2 – сурет. Тосқауыл разрядының квазирезонанстық кері айналмалы қоректендіру көзінің сұлбасы

Бір фазалы айнымалы ток желісінің айнымалы кернеуі VD_1 диодтық көпір арқылы түзетіледі, C_3 конденсаторы айнымалы кернеудің пульсацияларын қажетті деңгейге дейін тегістейді. Конденсаторлар C_1 , C_2 және екі орамалы дроссель L_1 қоректену көзінің кірісінде желілік шуларды төмендететін сүзгіні құрайды. Резистор R_1 қосылғанда C_3 конденсаторының зарядтық тогын азайту үшін қызмет етеді. Транзистор VT_2 басқару схемасының импульсымен ашылғанда, C_3 конденсаторының кернеуі T_2 трансформаторының бастапқы орамасына беріледі және ол арқылы ток басталады. Транзистор жабылғанда, ашық күйдегі уақыт ішінде бастапқы ораманың индуктивтігінде жиналған энергия контурда, ол бастапқы ораманың индуктивтігі, C_{11} конденсаторы, трансформатордың сыйымдылығы және транзистордың шығыс сыйымдылығынан құралған, резонанстық көшу үрдісін қалыптастырады. Бұл резонанстық үрдіс транзистордың стоқында 800 В кернеулігі бар жарты синусоида түрінде кернеу сілкінісін қалыптастырады, осындай түрдегі кернеу импульсі осы уақытта трансформатордың екінші орамасында да бар. Бұл импульстің әсерінен разрядтық камерада барьерлік разряд пайда болады. Транзистордың стоқындағы жарты синусоида нөл арқылы өткенде, VT_2 -нің ішкі

диоды ашылады және стоктағы кернеуді бекітеді. Осы сәтте басқару схемасынан транзисторға келесі ашу импульсы келеді, бұл транзистордың кернеуі нөлде кезінде ауысуымен қамтамасыз етілген квазирезонанстық режимде өзгерткіштің жұмысын қамтамасыз етеді. Жоғарыда сипатталған цикл қайталанатын. Басқару схемасында ШИМ-контроллер ретінде UC3843В микросхемасы пайдаланылады. Микросхеманың құрылымдық элементтері оны тым төмен кіріс кернеуі кезінде өшіруді қамтамасыз етеді және пусктық ток 1 мА-дан аз, ал квазикомплементарлық шығыс каскады маңызды ток сілкіністеріне (кіретін және шығатын) есептелген. Шығыс каскады n-арналы өрістік транзистордың изолирленген қақпағымен жұмыс істейтін жүктемеге қызмет етеді және өшірілген күйдегі төмен логикалық кернеу деңгейін қамтамасыз етеді. Резистор R_7 басқару импульсінің ұзақтығын реттеуге, ал резистор R_{10} өзгерту жиілігін 15-тен 30 кГц дейінгі диапазонда реттеуге арналған. C_{11} конденсаторының сыйымдылығы C_{11} және T_2 трансформаторының бастапқы орамасының индуктивтігінен құралған тербелмелі контур үшін резонанс формуласы бойынша шамамен есептеледі. Транзистордың шығыс сыйымдылығын, трансформатордың сыйымдылығын, монтаждың паразиттік сыйымдылығын өлшеу қиындықтарына байланысты, C_{11} конденсаторының соңғы номиналы қоректену блогын реттеу кезеңінде транзистор VT_2 стокындағы кернеу импульсінің пішіні бойынша таңдалады, ол колокол тәрізді пішінге ие болуы және пайдаланылатын транзистордың өткізу кернеуінің мөлшерінен аспауы тиіс. Бұл құрылымда T_2 трансформаторы ретінде строчной развертка трансформаторы ТВС-110ЛА6 қолданылады, оның бастапқы орамасының параметрлері: провод (сым) $d = 0,8$ мм, орам саны $N = 90$. Бұл қоректену көзі 25 кГц жиілігінде жұмыс істейді, ең жоғарғы шығыс қуаты 50 Вт. Бұл схеманың кемшілігі, сондай-ақ барлық квазирезонанстық өзгерткіштердің ПНН сияқты жүктемесіз жұмыс істемеуі мүмкін емес. Жасалған қоректену көздерінің жүктемесі ретінде қолданылатын разрядтық камера екі тікбұрышты шыны плиталарынан тұрады, олардың арасында бір электрод ретінде қолданылатын мыс фольга орналасқан. Екінші электрод нихромды проволокадан жасалған спираль түрінде жасалған, олшыны плиталарына 1 мм қашықтықта және 1 см қадаммен оралған. 5 кВ кернеуінде проволокалық электрод бойынша барьерлі разряд пайда болады (3.3-сурет) [7], [8].

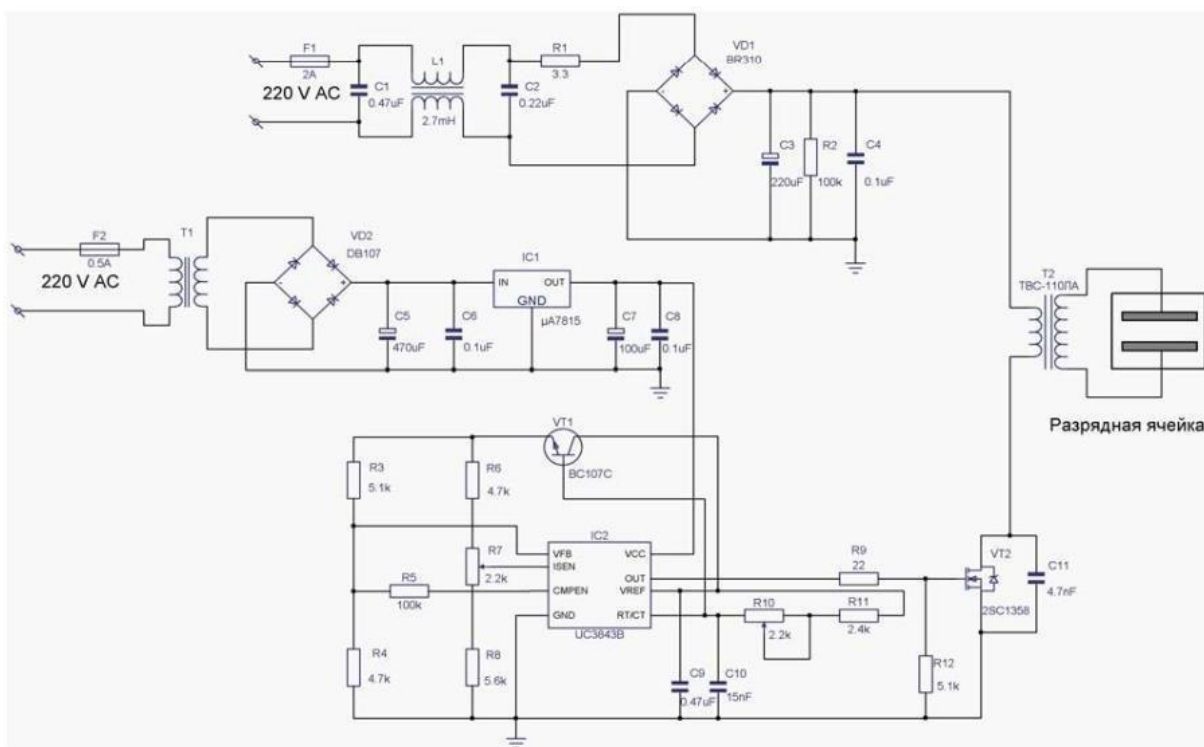


3.3-сурет – Тосқауыл разрядының пайда болуы



3.4-сурет – Тосқауыл разрядының статикалық вольт-амперлік сипаттамасы

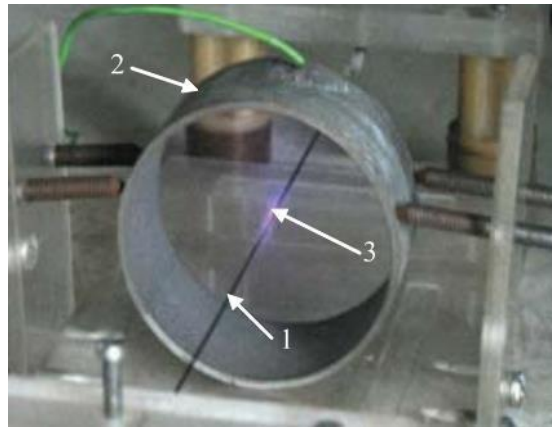
Разрядтық камераның статикалық вольт-амперлік сипаттамасы 3.4-суретте көрсетілген. Разрядтық камераның тогы 2-ден 5 кВ дейінгі разряд кернеуін арттырумен 2-ден 7 мА дейінгі диапазонда өзгереді. АВ сипаттамасының түзу учаскесі озонаторда разряд болмаған кезде кернеуден токқа тәуелділікке сәйкес келеді (Е.Брине деректеріне ұқсас). Осы жағдайда озонатор үш қатарлы қосылған конденсаторлар жүйесі ретінде қарастырылады, сондықтан бұл учаскенің бейімділігі разрядтық камераның жалпы электрлік сыйымдылығымен анықталады. 3,5 кВ-тан жоғары кернеулерде разряд аралығында барьерлік разрядтың болуына сәйкес келетін ВС бейсызықты учаскесі байқалады. Тәждік разрядтың квазирезонанстық артқы жүріс қоректену көзі оң полярлығымен. 30 Вт дейінгі қуаттылықтағы тәждік разряд үшін арзан қоректену көзі артқы жүріс топологиясының негізінде және ТДКС трансформаторын қолдану арқылы жүзеге асырылады (3.5-сурет) [12].



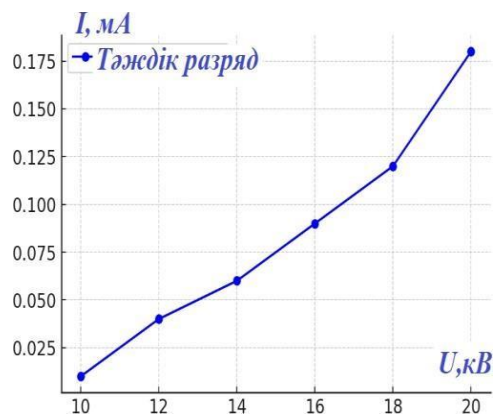
3.5-сурет – Квази-резонанстық кері қуат көзінің сұлбасы

Бұл схеманың жұмыс принципі жоғарыда барьерлік разряд үшін сипатталғандай. 3.2-суретте көрсетілген құрылымнан айырмашылығы, бұл қоректену блогында TDA8380 микросхемасы негізінде жасалған басқарусхемасы қолданылады. Микросхема теледидарлардың, мониторлардың және кішігірім өнеркәсіптік жабдықтардың арзан импульстік қоректену көздерінде қолдануға арналған. Оның артықшылықтарына қысқа тұйықталу және қайтарымбайланыс сызығының үзілуінен қорғау, ағымдық жүктеме және трансформатордың қанығуынан қорғау, сондай-ақ күшті шығыс каскады (кіретін ток 2,5 А, шығатын ток 0,75 А) жатады [14].

Резистор R_3 импульстік басқару ұзақтығын реттейді, ал бұл трансформатор T_2 шығысындағы кернеуді реттейді. Резистор R_6 импульстердің кезектесу жиілігін қосымша реттеуді қамтамасыз етеді. Бұл қуат көзі 32 кГц жиілікте жұмыс істейді, максималды қуаты 30 Вт, кернеу өзгеру диапазоны 5-тен 20 кВ-қа дейін. Қуат көзінің сынақтары коаксиальды геометриядағы разрядтық контурде жүргізілді, сыртқы электродтың диаметрі $D = 47,7$ мм, цилиндрдің ұзындығы $L = 27,8$ мм және тәждік электродтың диаметрі $d = 0,79$ мм. 20 кВ кернеуінде разрядтың сыртқы көрінісі 3.6-суретте көрсетілген [11].



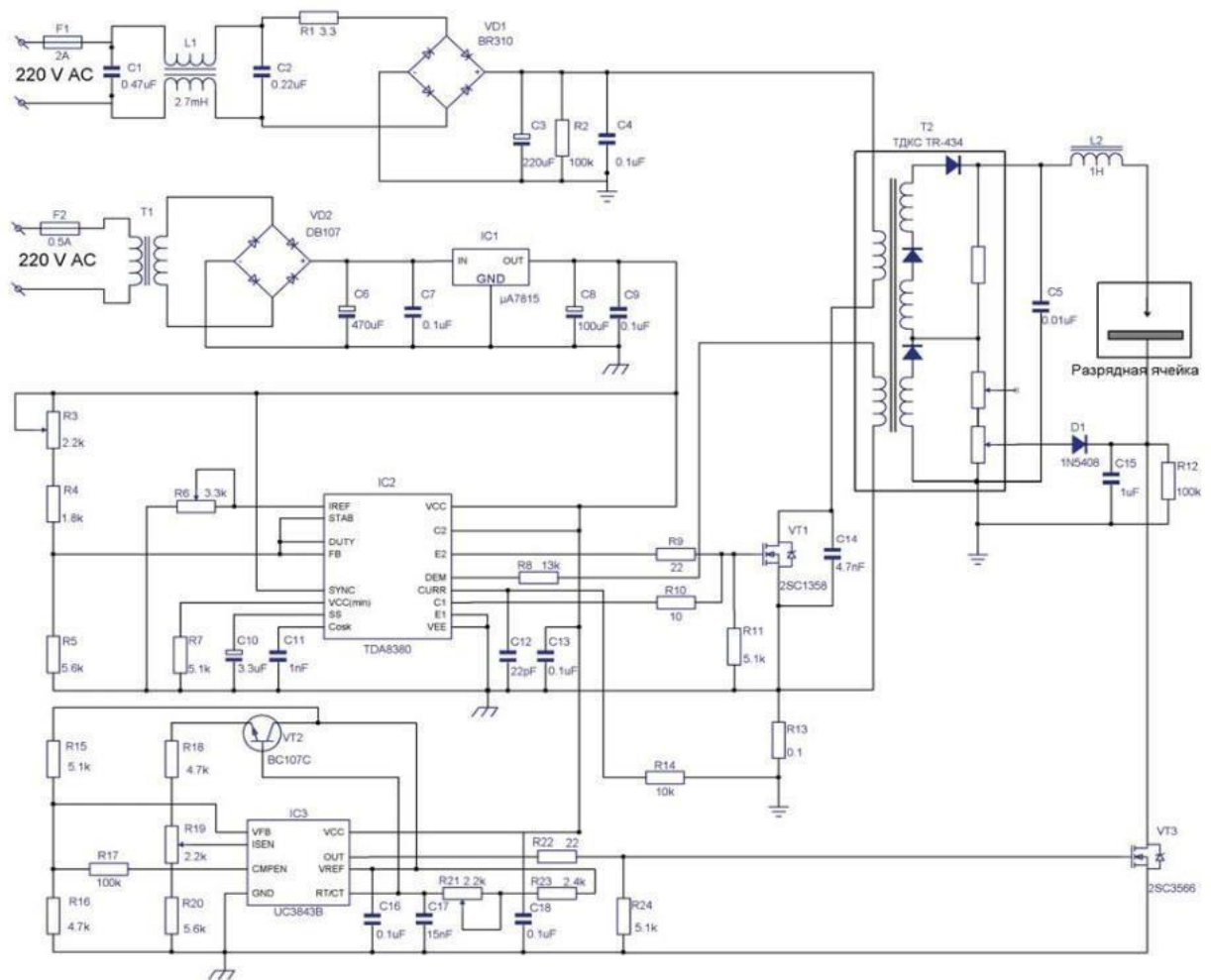
3.6-сурет – Разрядтық контурдің және оң полярлық тәждік разрядтың сыртқы көрінісі: 1 – тәждік сым, 2 – жерленген электрод, 3 – тәждік разряд



3.7-сурет – Оң тәждің вольт-амперлік сипаттамасы

Визуальды бақылаулар тәждік разрядтың алынған құрылымының оң тәжге сәйкес келетінін және оның ішкі аймағын 3 (ионизация аймағы) және оң иондардың дрейфі арқылы ток тасымалы жүретін сыртқы қараңғы аймағы бар екенін көрсетеді. Вольт-амперлік сипаттама (3.7-сурет) тәждік разрядқа тән экспоненциалды тәуелділікке сәйкес келеді. Разрядтың максималды тогы 0,18 мА 20 кВ кернеуінде.

Қуазирезонанстық қайтымды қуат көзі импульстік - периодтық тәждік разряд үшін. Импульстік - периодтық тәждік разряд үшін қуат көзінің сұлбасы 3.8-суретте келтірілген.

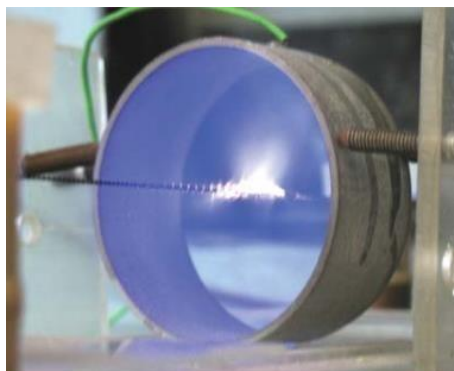


3.8-сурет – Импульстік - периодтық тәждік разрядтың квазирезонанстық қайтымды қуат көзінің сұлбасы

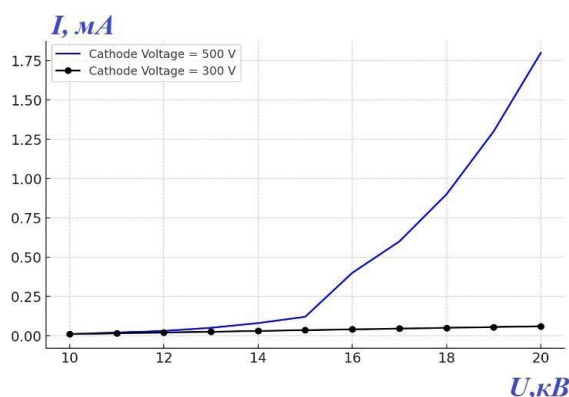
Бұл сұлбаның айырмашылығы-қосымша транзистор VT_3 және оған UC3843B микросхемасында басқарушы импульстер генераторы бар. Бұл элементтер қалыпты тәждік разрядты импульстік-периодтық разрядқа айналдырады, цилиндрлі катодты жерге транзистор VT_3 арқылы жалғау арқылы. Транзисторды қосу жиілігі R_{21} резисторы көмегімен беріледі және 1-ден 20 кГц-қа дейін өзгереді. Импульстің ашылу ұзақтығы R_{19} резисторымен реттеледі. Тәждік разрядты доғалық разрядқа ауысудан сақтау үшін, анод жағынан разрядтық шеңберге 1 Гн индуктивтілік L_2 енгізіледі. Катодтың потенциалын белгілеу үшін T_2 трансформаторының фокусылау шығысынан алынған кернеу қолданылады, ол D_1 диодындағы жартылай периодтық түзеткіште түзетіледі және C_{15} конденсаторымен тегістеледі. Резистор R_{12} катодтан артық зарядтың ағып кетуі үшін қызмет етеді.

Импульстік-периодтық тәждік разряд үшін қуат көзінің сынақтары алдыңғы құрылымды разрядтық контурде жүргізілді. Катодтағы тұрақты кернеу 500 В болғанда, разрядтың дамуының келесі тізбегі байқалады: анодтағы кернеу 14 кВ-ға дейін өсірілгенде (тәжденуші электродте) разрядтық аралықта классикалық оң полярлық тәждің қалыптасуына әкеледі. Кернеуді одан әрі өсіру

көлемді разрядтың қалыптасуына әкеледі, ол бүкіл разрядтық аралықты толтырады (3.9-сурет), 18 кВ-тан жоғары кернеулерде разрядтық аралықтың тесілуі және одан кейінгі доғалық разрядтың қалыптасуы орын алады.



3.9-сурет – Импульстік- периодтық оң полярлық тәждік разрядтың сыртқы көрінісі, анодтағы кернеу 18 кВ



3.10-сурет – Импульстік-периодтық тәждік разрядтың вольт-амперлік сипаттамасы (Катодтағы кернеу 1 – 500 В, 2 – 300 В)

Вольт-амперлік сипаттама (3.10-сурет) сызықты тәждік шам разрядының сипаттамасына сәйкес келеді. Разрядтың максималды тогы 20 кВ кернеуінде 1.8 мА құрайды, бұл тең шарттардағы классикалық тәждік разряд тогынан бірнеше рет көп. Катодтағы кернеу 300 В-тан төмен болғанда, разрядтық аралықта барлық анодтық кернеулер диапазонында классикалық тәждік разряд жүзеге асады, оған сәйкес вольт-амперлік сипаттама бар. Сондықтан, жасалған қуат көзіекі түрлі разрядты қуат көзінің құрылымында елеулі өзгерістерсіз жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмысын былай қорытындылауға болады:

1) Барьерлік разрядта озон синтезі үшін тиристорлық біртақтты генератор негізінде қуат көзі жасалып, жобаланды, ол схемада көрсетілген детальдарды қолданған кезде 100 Вт-қа дейінгі қуатты қамтамасыз етеді, дұрыс жинақтау кезінде реттеуді қажет етпейді;

2) 10-нан 50 Вт дейінгі қуат диапазоны үшін барьерлік разрядтың квазирезонанстық қайтымды қуат көзінің схемасы ұсынылған, жинақталған құрылғы кіші өлшемдері мен төмен құнымен ерекшеленеді, плазмохимиялық

реактордағы кернеуді 2-ден 5 кВ-ға дейін өзгертуге мүмкіндік береді;

3) Тұрақты токтың квазирезонанстық қайтымды қуат көзінің схемасы оң полярлық тәждік разряд үшін жасалды. Бұл схема қысқа тұйықталудан, токтың артық жүктелуінен және трансформатордың қанығуынан қорғаумен жабдықталған, мынадай сипаттамалары бар: тікелей 220 В желісінен қуаттанады, жүктемедегі кернеуді реттеу диапазоны 5-ден 20 кВ-ға дейін, жүктеме тогы 1 МА дейін;

4) Импульстік-периодтық тәждік разрядтың квазирезонанстық қайтымды қуат көзі қысқа тұйықталудан, токтың артық жүктелуінен және трансформатордың қанығуынан қорғаумен жасалды және іске асырылды. Негізгі сипаттамалары: тікелей 220 В желісінен қуаттанады, жүктемедегі кернеуді реттеу диапазоны 5-ден 20 кВ-ға дейін, жүктеме тогы 2 МА дейін. Қуат көзі өзінің конструкциясында елеулі өзгерістерсіз екі түрлі разрядты жүзеге асыруға мүмкіндік береді;

5) Жасалған жоғары кернеулі қуат көздері функционалдық тұрғыдан аяқталған құрылғылар болып табылады, олар барьерлік, тәждік және импульстік-периодтық тәждік разрядтарды қолданатын озонаторлық қондырғыларда жұмыс істеуге арналған. Стандартты трансформаторлар ТВС-110ЛА және ТДКС типтерін пайдалану құрылымды технологиялық және жөндеуге ыңғайлы етіп жасауға мүмкіндік берді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты жиілігі 50 Гц болатын электр разрядын пайдалана отырып, балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу болды. Зерттеу барысында біз электр разрядының су ортасындағы микроорганизмдерге әсерін бағаладық және оның балықтардың денсаулығына тигізетін әсерін зерделедік. Нәтижелер көрсеткендей, 50 Гц жиіліктегі электр разряды судың бактериалды жүктемесін төмендетуде тиімді болып шықты. Бұл әдіс суды физикалық тазартумен қатар, химиялық заттарды қолданбастан оның сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Электр разрядының пайдаланылуы шығындарды азайтуға және экологиялық қауіпсіздікті арттыруға септігін тигізеді.

Бұл зерттеудің шектеулерінің бірі—лабораториялық жағдайда жүргізілуі болатын. Алдағы уақытта бұл әдістің ауқымды балық шаруашылықтарында қолданылуын зерттеу қажет. Бұл әдіс басқа су орталарына қолданылса, оның әртүрлі судағы тиімділігін анықтау маңызды болмақ. Сонымен қатар, болашақ зерттеулерде электр разрядының параметрлерін оптимизациялау, сондай-ақ бұл технологияның экономикалық тиімділігін бағалау керек. Осы жұмыстың нәтижелері балық шаруашылығындағы су ресурстарын тиімді және экологиялық тұрғыдан қауіпсіз пайдалануға үлес қосады деген сенімдеміз. Бұл қорытынды бөлімі дипломдық жұмыстың негізгі қорытындыларын қысқаша қайталап, зерттеудің маңыздылығы мен болашақ перспективаларын айқындайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 // Canad J. Res. – 1957. – Vol. B 15. – Senkus M. P. 525.
- 2 // J. Amer. Soc. Chim. – 1949. – Hunt J.K. Vol. 51. – P. 30.
- 3 Sugimitsu H., Moriwaki T., Okazaki S. // J. Chim. Phys. – 1983. – Vol. 80. – №8. – P. 681–684.
- 4 Electrical discharge in oxygen. Part Eliasson B. 1: Basic data; rate coefficient and cross section / BBC Report. – Baden, 1985.
- 5 Masuda S., Akutsu K., Inone J. et all // Ceramicbased ozonizer using high frequency discharge, Proc. IEEE/IAS, 1985, Annual Conf. – Toronto, Canada, 1985. – P. 1353.
- 6 Першин А.Ф., Федорова А.В. Озонаторы коронного разряда в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве // Третий междунар. конгр. “Вода: экология и технология” – ECWATECH-98. – М., 1998. – С. 671–672.
- 7 Амиров Р.Х., Асиновский Э.И., Самойлов И.С., Шепелин А.В. Синтез озона в наносекундном коронном разряде // Физика низкотемпературной плазмы: Матер. 8 Всесоюз. конф. – Ч. 3. – Минск, 1991. – С. 91.
- 8 Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах. – М.; Л.: Тех. теор. издат., 1950.
- 9 Ашмарин Г.В., Лелевкин В.М., Токарев А.В. Формирование линейного коронного факельного разряда // Физика плазмы. – 2002. – Т. 28. – № 8. – С. 1–6.
- 10 Ашмарин Г.В., Токарев А.В. Управление индуктивностью разрядной цепи линейного коронного факельного разряда // Вестник КРСУ. – 2003.
- 11 Филиппов Ю.В., Вобликова В.А., Пантелеев В.И. Электросинтез озона. – М.: МГУ, 1987. – 236 с.
- 12 Сэнтити М. Пат. 58-121404 (Япония), 1985.
- 13 Бальян Р.Х., Сиверс М.А. Тиристорные генераторы и инверторы. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 223 с.
- 14 Микросхемы для современных импульсных источников питания / Под ред. Э.Е. Тагворяна, М.М. Степанова. – М.: Додэка, 1999.
- 15 Филиппов Ю.В., Емельянов Ю.М. Электрическая теория озонаторов. Статические вольтамперные характеристики озонаторов // Физическая химия. – 1958. – Вып. 2. – №12. – С. 1217–1823.
- 16 Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1987. – 510 с.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

6B07112 – Electronic and Electrical Engineering

Тақырыбы: «Жиілігі 50 Гц электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу»

Дипломдық жұмыста автор жиілігі 50 Гц электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу ғылыми жұмысы балық шаруашылығындағы су қорларын залалсыздандырудағы жаңа әдістердің бірін қарастырады. Бұл зерттеу 50 Гц жиіліктегі электр разрядының балықтарға зиян келтірмейтіндігін және судағы бактериялық және вирустық ластануларды тиімді жоюға қабілеттігін анықтауға бағытталған

Автор дипломдық жұмыста 50 Гц жиіліктегі электр разрядының балық шаруашылығындағы су ресурстарын залалсыздандыру үшін қолданылған. Бұл әдіс патогендерді жоюда жоғары тиімділігімен және экологиялық тазалығымен ерекшеленеді. Зерттеу жұмысының мақсаты - электр разрядының балықтарға және су ортасының басқа тіршілік иелеріне зиянсыз екендігін анықтау және оның бактериялар мен вирустарға қарсы әсерін көрсеткен.

Дипломдық жұмысты "95/A/ өте жақсы" деп бағалап, ал оның авторы. Мағзым Нұрмахан Айдарұлы 6B07112 – Electronic and Electrical Engineering білім беру бағдарламасы бойынша "техника және технологиялар бакалавры" дәрежесін беруге болады деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф.қауым.проф. т.ғ.к.



А.А.Абдықадыров.



«30» мамыр 2024 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

6B07104- Electronic and Electrical Engineering

Тақырыбына: «Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі __ бет;
- б) түсіндірме жазбасы __ бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыста автор жиілігі 50 Гц электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеуге ғылыми жұмыстар жасаған. Балық шаруашылығындағы су қорларын залалсыздандырудағы жаңа әдістердің бірін қарастырған.

Экономикалық бөлімде тиімділіктің негіздемесіне назар аударған.

Дипломдық жоба талапқа сай рәсімделген деп санауға болады.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

- 1) Жұмыста орфографиялық және стилистикалық қателер кездеседі, сілтемелер мен әдебиеттер тізімін дұрыс рәсімдеу қажет;

Түсіндірме жазба және графикалық бөлім оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмысты «86/В/ жақсы» деп бағалап, ал оның авторы Мағзым Нұрмахан Айдарұлы 6B07104 – Electronic and Electrical Engineering білім беру бағдарламасы бойынша «Техника және технологиялар бакалавры» дәрежесін беруге болады деп есептеймін.

Г.Даукеев атындағы АЭЖБУ,
ЖжБЭК кафедра меңгерушісі, PhD
Шыныбай Ж.С.



2024ж.

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

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

Автор: Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

Тақырыбы: Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу

Жетекшісі: Асқар Абдыкадыров

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6.6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 3

Дәйексөз (35): 1

Әріптерді ауыстыру: 16

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 12

Ақ белгілер: 0

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

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

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

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

Негіздеме:

2024-05-31

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу

Научный руководитель: Асқар Абдыкадыров

Коэффициент Подобия 1: 6.6

Коэффициент Подобия 2: 3

Микропробелы: 12

Знаки из других алфавитов: 16

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

2024-05-31

Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мағзым Нұрмахан Айдарұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жиілігі 50 Гц, электр разряды көмегімен балық шаруашылығындағы суды залалсыздандыру үрдісін зерттеу

Научный руководитель: Асқар Абдыкадыров

Коэффициент Подобия 1: 6.6

Коэффициент Подобия 2: 3

Микропробелы: 12

Знаки из других алфавитов: 16

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

2024-05-31

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт