

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

Сабыров Батыр Жигитович

«Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының  
электрлік сұлбасын зерделеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация  
мамандығы

Алматы 2022

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

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

 Е. Таштай

«23» 05 2022 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген  
қондырғының электрлік сұлбасын зерделеу»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

Б.Ж.Сабыров

Пікір беруші Г.Даукеев атындағы  
АЭжБУ, ЭЖжәнеЭМ, кафедра  
меңгерушісі, PhD докторы

 Ж.С.Шыныбай

«23» 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші

т.ғ.к., асс.профессор

 А.А.Абдыкадыров

«20» 05 2022 ж.

Алматы 2022

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

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

Е.Таштай

« 21 » 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сабыров Батыр Жигитович

Тақырыбы «Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасын зерделеу».

Университет ректорының «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 ж. № \_\_\_\_\_ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: а) Тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының түрлері; б) Сұлбадағы элементтердің параметрлері;

в) Олардың кернеулері (3-5 кВ) мен жиіліктері (50-60 Гц); г) Тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының құрылымдық сұлбасы; д) Тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының, тәжі разрядқа негізделген қондырғыдан ерекшелігі.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: 1) Тосқауыл разрядқа негізделген қондырғыны электрлік сұлбасын жинау кезіндегі туындайтын кедергілер; 2) Тосқауыл разрядқа негізделген қондырғыны құрылымдық және электрлік сұлбасы; 3) Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбаны зерделеу, оның техникалық-экономикалық тиімділігін салыстырып, есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 1. Автаева С.В. Барьерный разряд. 2011. 2. Dr G.Divya Deepak. The Modelling and Characterization of Dielectric Barrier Discharge-Based Cold Plasma Jets. 2020. 3. Thejaswini C. Halethimmanahally. Atmospheric-Pressure Dielectric Barrier

Atmospheric-Pressure Dielectric Barrier Discharge.2015. 4. Брэдли Аллен.: Компактный источник питания для устройств диэлектрического барьерного разряда. Университет Нью-Брансуика , 2016. 5. Флоран Питерс и Том Баттерворт.Электродиагностика диэлектрических барьерных разрядов .2018

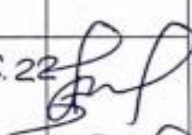
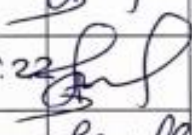
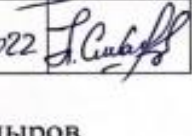
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

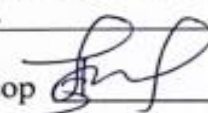
### КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы,<br>қарастырылатын<br>мәселелер тізімі    | Ғылыми жетекшіге<br>және кеңесшілерге<br>көрсету мерзімі | Ескерту                                                          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Диплом жұмысының<br>тақырыбын талдау                     | 01.12.2021-25.12.2021                                    | Есеп 3-4 слайд                                                   |
| Заманауи ғылыми<br>техникалық әдебиеттерге<br>шолу жасау | 01.12.2021-25.12.2021                                    | Есеп 3-4 слайд                                                   |
| Теориялық ақпарат                                        | 20.01.2022 -25.02.2022                                   | Есеп 3-4 слайд                                                   |
| Жабдықтар жұмысының<br>есебі                             | 25.02.2022 –20.05.2022                                   | Есеп 3-4 слайд                                                   |
| Дипломдық жұмыстың<br>қолжазбасы                         | 15.05.2022 -20.05.2022                                   | Жұмыстың соңғы<br>варианты, Антиплагиат<br>анықтамасы, Сын-пікір |

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

### Қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы                          | Кеңесшілер (аты, әкесінің аты,<br>тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол<br>қойылған<br>күні | Қолы                                                                                  |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Диплом<br>жұмысының<br>тақырыбын талдау | Ғылыми жетекші т.ғ.к.,<br>асс.профессор А.А.Абдыкадыров         | 20.05.22                |  |
| Теориялық ақпарат                       | Ғылыми жетекші т.ғ.к.,<br>асс.профессор А.А.Абдыкадыров         | 20.05.22                |  |
| Норма бақылау                           | ЭТЖҒТ каф. қауым. профессор<br>Смайлов Н.К.                     | 21.05.2022              |  |

Ғылыми жетекші т.ғ.к., асс.профессор  А.А.Абдыкадыров  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Б.Ж.Сабыров  
(қолы)

Күні «23» 05 2022 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц болатын тосқауыл разрядына негізделген электр қондырғысын зерттеу». Дипломдық жұмыстың жалпы мәтіні 32 беттен, 8 суреттен, 2 Схемадан тұрады. Жұмысты жазу кезінде 13 әдебиет қолданылды. Негізгі сөздер: тосқауыл, разряд, озонатор, диэлектрик.

Дипломдық жұмыста кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасы қарастырылды. Тосқауыл разрядының тиімділігі мен құрылымына қарай түрлері қарастырылды. Олардың даму, пайдалану жолдары, олардың кемшіліктері мен артықшылықтары қарастырылған.

Сұлбадағы элементтердің параметрлеріне талдау жасалды, олардың кернеулері (3-5 кВ) мен жиіліктері (50-60 Гц) есептеулер жасалды. Тосқауыл разрядын пайдаланып эксперименттік тәжірибелер жүргізіліп, есептеулер мен схемалары зерделенген. Сонымен қатар кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының макеті құрастырылды. Ол жерде конденсатор, тосқауылды разряд, трансформатор, КЦ201Е столб диоды, компрессор қолданылды. Бірінші кезекте жоғары жиілікті генератор құрастырылды. Қондырғыда құралған генераторды тосқауылды разрядқа жалғап, ауа оттегісінен озон алдық. Қондырғы арқылы су мен ауаны зарасыздандыру тәжірибесі жүзеге асты.

Тосқауыл разряд негізіндегі озонатордың экономикалық тиімділігі келтірілген.

## АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «исследование электроустановки на основе барьерного разряда напряжением 3 кВ, частотой 50 Гц». Общий текст дипломной работы состоит из 32 страниц, 8 рисунков, 2 схем. При написании работы использовано 13 литературы. Ключевые слова: барьер, разряд, озонатор, диэлектрик.

В дипломной работе рассмотрена электрическая схема установки на основе барьерного разряда напряжением 3 кВ, частотой 50 Гц. Рассмотрены типы барьерных разрядов в зависимости от их эффективности и структуры. Рассмотрены пути их развития, использования, их недостатки и преимущества.

Проведен анализ параметров элементов схемы, сделаны расчеты их напряжений (3-5 кВ) и частот (50-60 Гц). Проведены экспериментальные эксперименты с использованием барьерного разряда, изучены расчеты и схемы. Также был составлен макет установки на основе барьерного разряда напряжением 3 кВ, частотой 50 Гц. Там использовались конденсатор, Барьерный разряд, трансформатор, Столбовой диод КЦ201Е, компрессор. В первую очередь был сконструирован высокочастотный генератор. Подключив генератор, сформированный на установке, к барьерному разряду, мы получили озон от кислорода воздуха. Осуществлена практика обеззараживания воды и воздуха посредством установки.

Приведена экономическая эффективность озонатора на основе барьерного разряда.

## ANNOTATION

Topic of the thesis: "research of an electrical installation based on a barrier discharge with a voltage of 3 kV with a frequency of 50 Hz". The total text of the thesis consists of 32 pages, 8 figures, and 2 diagrams. When writing the work, 13 pieces of literature were used. Key words: barrier, discharge, ozonator, dielectric.

In the thesis, the electrical scheme of the device based on a barrier discharge with a voltage of 3 kV and a frequency of 50 Hz was considered. Depending on the efficiency and structure of the barrier discharge, the types were considered. Ways of their development, use, their disadvantages and advantages are considered.

An analysis of the parameters of the elements in the scheme was carried out, calculations of their voltages (3-5 KV) and frequencies (50-60 Hz) were made. "I don't know," he said, " but I'm sure it's a good idea." A model of the device based on a barrier discharge with a voltage of 3 kV and a frequency of 50 Hz was also developed. There, a condenser, a barrier discharge, a transformer, a kts201e stolb diode, and a compressor were used. First of all, a high-frequency generator was assembled. By connecting the generator formed in the unit to the barrier discharge, we received ozone from the air oxygen. An experiment was carried out to disinfect water and air through the installation.

The economic efficiency of an ozonator based on a barrier discharge is presented.

## МАЗМҰНЫ

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Кіріспе                                                                                                               | 9  |
| 1 Тосқауыл разрядқа негізделген электрлік қондырғылар                                                                 | 10 |
| 1.1 Тосқауыл разряды                                                                                                  | 10 |
| 1.2 Тосқауыл разряд түрлері                                                                                           | 12 |
| 1.3 Тосқауыл разряд негізіндегі озонаторлар                                                                           | 13 |
| 2 Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасын теориялық тұрғыда талқылау | 21 |
| 2.1 Тосқауылды разряд схемасы және оның параметрлері                                                                  | 21 |
| 2.2 Электрлік схемасын эксперименттік тұрғыда зерделеу.                                                               | 25 |
| 3 Тосқауыл разрядқа негізделген «БАТЫР – 01» құрылғысын тәжірибелік тұрғыда зерттеу.                                  | 27 |
| 3.1 «БАТЫР – 01» тосқауыл разряд конструкциясы.                                                                       | 27 |
| 3.2 Озонатордың электрлік және озондық сипаттамалары                                                                  | 32 |
| Қорытынды                                                                                                             | 34 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі                                                                                       | 35 |



## КІРІСПЕ

Соңғы онжылдықтарда шетелде және Ресейде озонатор жабдықтарын жетілдіру жұмыстары жүргізілді. Барьерлік разряд негізінде өнімділігі жоғары озонаторлық қондырғылар - жоғары жиілікті озонаторлар құрылды. Алайда, мұндай қондырғыларды құру ресурс мәселесін одан әрі ушықтырды: озонатор камераларының істен шығуы жиі болды. Озон ең күшті тотықтырғыштардың бірі болғандықтан, озонатор камерасында оның элементтерінің қарқынды тозуы орын алады. Әдетте, бірінші болып диэлектрлік тосқауыл, озонатор камерасының ең осал бөлігі істен шығады. Озонның әсерінен басқа, барьер микро разрядтар мен электр өрісінің әсерінен бұзылады. Осы факторлардың бірлескен әсері диэлектрлік барьердің істен шығуына, нәтижесінде озонатор камерасының барьердің электродтары арасындағы қысқа тұйықталуға әкеледі. Мәселе барьердің қаншалықты тез жойылатындығында. Егер озонатордағы разряд тұрақты біртекті болса және барьердің параметрлері (материал, оның сапасы, геометрия және тосқауылдың өлшемдері) дұрыс таңдалса, онда барьер іс жүзінде шексіз жұмыс істейді. Микро разрядтардың стохастикалық таралуы интерэлектродты кеңістікте жүреді. Алайда, кез-келген бұзушы фактор болған кезде разрядтың біркелкілігі бұзылып, диэлектрлік барьердің қарқынды бұзылуы басталады.

Бұл сұрақтың маңыздылығына қарамастан, оған қатысты әдебиеттер өте аз. Белгілі бір дәрежеде жаңа материалдарды пайдалану озонатор камераларының сенімділігі мен ресурсын арттыруға мүмкіндік береді, бірақ мәселе түбегейлі шешілмейді. Дәл осындай проблемалар шетелдік фирмалардың озонаторлық жабдықтарына да тән.

Разрядтың біркелкілігіне диэлектриктер мен электродтардың теңдігі үлкен әсер етеді, ал түтік түріндегі озонаторлар үшін - озонатордың разряд камерасын құрайтын коаксиалды элементтердің Цилиндрлігі және осьтерінің біркелкілігі әсер етеді.

Жұмыстың мақсаты - кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасын зерделеп, макетін құрастырып, есептеулер жасау. Тәжірибелер жүргізу арқылы тосқауылды разряд жұмыс істеу принциптерін зерделеп, құрылғы арқылы озон алу.

Жұмыстың негізгі міндеттері:

- Тәжірибелік стендті пайдалану;
- $k$  ұлғайтқыш коэффициентін анықтау;
- $EW$  қосымшасын пайдалану;
- Кернеудің екі еселенген сұлбасының макетін жасау;

# **1 ТОСҚАУЫЛ РАЗРЯДҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ЭЛЕКТРЛІК ҚОНДЫРҒЫЛАР**

## **1.1 Тосқауыл разряды**

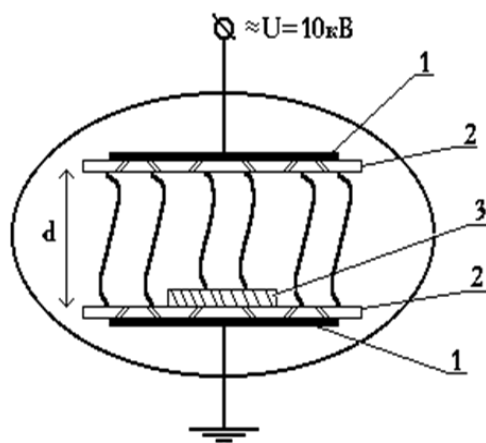
Тосқауылды разряд - бұл электродтар арасындағы аралықты толтыратын газ ортасындағы разряд, олардың біреуі, болмаса екеуі де диэлектрикпен жабылған. Ең алғашқы рет бұл разрядтар озон өндірісінде кеңінен қолданылды. Қазір олар медициналық жабдықты зарарсыздандыру кезінде, плазмалық панельдерді жасау кезінде, сондай-ақ эксимер лампаларында қолданылады. Тосқауылды разряд - жоғары айнымалы кернеу берген кезде пайда болады. Ол жеке жеке ұшқындардан тұрады, ұшқындар қысқа мерзімді боп келеді. Ұшқындардағы электрондардың температурасы 15000K-нен 30000K-ге дейін жетеді. Плазманың әсерінен ұшқындарда молекулалардың диссоциациясы болады, нәтижесінде ауа оттегісінен немесе таза оттектен озон түзілуі мүмкін. Ең алғаш 1895 жылы озон алу және ауыз суды зарарсыздандыратын өнеркәсіптік қондырғылар құрылды. Содан бері мұндай қондырғылар әлемнің көптеген алдыңғы қатарлы елдерінде қолданылады. Бұл тосқауылды разрядтың негізіндегі озонаторлардың негізгі мақсаты. Озон ағынды сулар, бөлмедегі ауаны, ауруханаларда, жеміс қоймаларын залалсыздандыруда пайдалынады, физиологиялық белсенді сұйықтықтарды алу кезінде және т.б.

Тосқауылды разрядтың бірнеше түрі бар. Белгілі классикалық тосқауыл разряды-мен қатар, қазіргі уақытта өндіру жағынан жеңіл әрі қарапайым, озон алу үшін аз энергия жұмсайтын және озон алудан басқа қосымшаларда қолдана алатын тосқауыл разряд түрлері әзірленуде.

Классикалық тосқауылды разряд. Бұл разрядты алу үшін екі жалпақ электрод диэлектриктермен жабылған құрылғы қолданылды (1.1-сурет). Электродтар арасындағы қашықтық біртіндеп сатылы 3-6-10 ММ өзгеруі мүмкін. Құрылғы фреон мен оттегі қоспасындағы тосқауылды разрядты зерттеуге арналған. Мұндай жұмыс қоспасы тосқауылды разрядтың монолитті материалға, атап айтқанда, монокристалды кремнийге әсерін зерттеуге қызығушылық тудырады. Плазманың әсерінен фреон Si пластинасының бетімен әрекеттесетін F және Si қарапайым компоненттеріне ыдырайды.

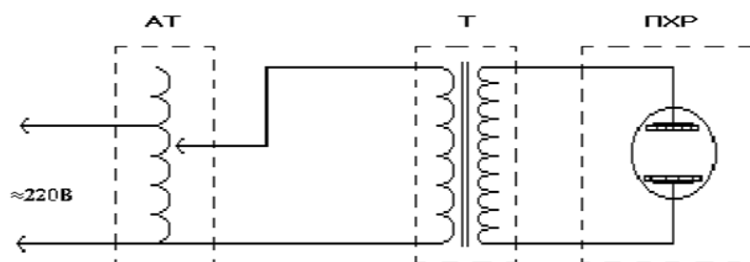
Фреон мен оттегі қоспасының бұл разрядының ерекшелігі-оны коректендіру және оны жүзеге асыру үшін жоғары кернеу қажет .

Оның себебі, фреон ыдырағанда F және Si үлкен электртерістілігі бар компоненттер болып келеді.



1.1 Сурет - Классикалық тосқауылды разрядтың схемалық диаграммасы. 1- металл электродтары, 2-диэлектриктер, 3-кремний пластинасы, d-электродтар арасындағы қашықтық.

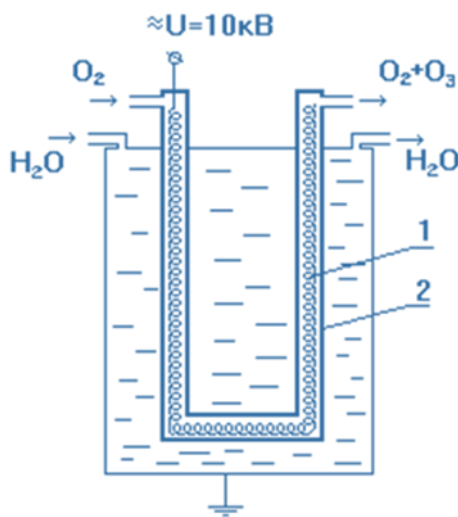
Олар разрядта шығарылып, разрядты өшіретін электрондарды алады. Разрядты бір қалыпта ұстап тұру үшін үлкен кернеу қажет. Сондықтан бұл қондырғы жұмыс кезінде 30 кВ дейінгі кернеуді пайдаланады. Бұл қондырғыға орнатылған қуат көзі плазмохимиялық реакторды (ПХР) қуаттандыруға арналған. Оның жоғары вольтты кернеуі 1 кВ-тан 35 кВ-қа дейін, жиілігі 50 Гц және максималды рұқсат етілген тогы 30 мА-ға дейін жетеді. Оның құрамында (1.2-сурет) РНО-250-50 автотрансформаторы (0-250 В), жоғары вольтты трансформаторы 3 НОМ-35-65-У1 (35 кВ), ПХР бақылау өлшеу және қорғау аспаптары. ПХР разряд камерасының өзі (1.2-сурет) ұсынылған. Бұл реактор мен қондырғыны сынау, диэлектрикті бұзбай 35 кВ дейінгі кернеуде жұмыс істеуге болатындығын көрсетті.



1.2 Сурет - Электрмен жабдықтау схемасы. АТ-автотрансформатор,Т- жоғарылататын трансформатор, ПР- тосқауылды разряды бар плазмохимиялық реактор.

## 1.2 Тосқауыл разряд түрлері

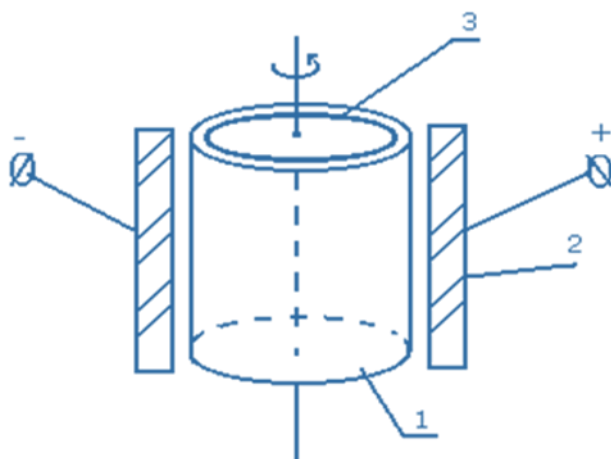
Металл спиралі бар диэлектрлік түтіктегі тосқауыл разряды. Разрядтың бұл түрін проф.В.С.Энгельшт пен ұсынған және патенттелген. Бұл келесі құрылғы (1.3-сурет.): металл спираль диэлектрлік түтікке орналастырылған. Бұл спиральға 10 кВ, 50 Гц ауыспалы кернеу беріледі. Түтік салқындауы үшін ағынды суы бар ыдыста орналасқан. Су екінші электрод ретінде де қызмет етеді. Спиральға жоғары кернеу берліген кезде тосқауылды разряд пайда болады, ол диэлектрлік түтіктің ішкі бетіне таралады. Түтік арқылы оттегі өтеді, онда тосқауылды разряд озон шығарады. Сондай-ақ, оттегінің тұтынылуына байланысты әртүрлі концентрациялар мен әзірлемелерді алуға болады.



1.3 Сурет - Металл спиралі бар диэлектрлік түтіктегі тосқауыл разряды.

Жылжымалы диэлектриктегі тосқауылды разряд. Біз зерттейтін разрядтың келесі түрі-жылжымалы диэлектриктегі разряд. Бұл разряд келесідей құрылған.

Құрылғы толық цилиндр болып табылады. Ол мойынтіректері бар оське орналастырылған және айналу қасиеті бар. Металл цилиндр жоғарғы жағында жұқа диэлектрлік пленкамен жабылған және сыртқы жағында екі немесе бірнеше электрод орнатылған. Бұл құрылғы қарапайым конденсатор болып табылады, оның сыйымдылығы неғұрлым үлкен болса, диэлектрлік пленка соғұрлым қалың болады. Ол айнымалы және тұрақты токта жұмыс істейді. Мұндай құрылғының үстіндегі көрініс 1.4-суретте көрсетілген.



1.4 Сурет - Жылжымалы диэлектриктегі тосқауылды разряд.

1-диэлектрлік пленка,  
2-электродтар, 3-Металлды цилиндр

Бұл разряд қалай жұмыс істейді? Жеткілікті жоғары кернеу берілген кезде разряд пайда болады, ал зарядтар пленкаға түседі. Пленка бетіндегі зарядтар осы электродпен бірдей белгіге ие. Пленкадағы электродтар мен зарядтардың арасында кулонның серпімді күштері пайда болады, олар осы цилиндрді айналдырады. Қуат кернеуі неғұрлым көп болса, ток соғұрлым үлкен болады және сол цилиндрдің айналу жылдамдығы соғұрлым жоғары болады. Бұл жылжымалы диэлектрикті басқалай да пайдалануға болады. Бұл разрядты біз жылжымалы диэлектрикке зарядтардың түсуіне, оның электродтармен әрекеттесуіне және бөлмедегі ауаны озондау үшін осы құрылғыны практикалық қолдануға байланысты қызықты физикалық процестер тұрғысынан зерттейміз.

### 1.3 Тосқауыл разряд негізіндегі озонаторлар

Тосқауылсыз және тосқауылды озонаторлары. Жоғарыда келтірілген талдау көрсеткендей, тосқауыл разрядында озонаторларды практикалық қолдану үлкен қиындықтарға әкеледі. Осыған байланысты шешім туындайды: кедергісіз озонаторларды қолдану. Электрлік разрядта жұмыс істейтін кедергісіз озонаторлардың екі түрі белгілі. Бұл корона озонаторлары және ұшқын разрядындағы озонаторлары.

Жергілікті озонаторлар озонның төмен концентрациясымен  $1 \text{ г/м}^3$ -ден аз жұмыс істейтіні белгілі, және ең жақсы жағдайда оны тек ауаны өңдеу үшін пайдалануға болады. Жұмыс импульстік тәж разрядына негізделген озон генераторларының жұмысының нәтижелерін ұсынады. Озон концентрациясының  $5 \text{ г/м}^3$  дейін жоғарылауы байқалады. Алайда, ұсынылған нәтижелер даулы болып табылады және мұндай қуат көздерін іске асыру қиын және қазіргі уақытта іс жүзінде мүмкін емес.

Патенттік әдебиетте ұшқынмен жұмыс істейтін кедергісіз озонаторлар сипатталған. Мұндай озонаторлар бірнеше суреттен тұрады. Екі электродтың біреуі қатты, екіншісі бөлінген, әр бөлім балласт жүктемесі арқылы қуат көзіне қосылған. Балласт жүктемесі ретінде конденсаторлар немесе резисторлар қолданылады. Соңғы жағдайда озон генераторы тұрақты кернеуден де жұмыс істей алады. Мұндай озонаторлар үшін ұсынылған нәтижелер озонның айтарлықтай өнімділігі озон газының өте жоғары жылдамдығында, яғни озонның төмен концентрациясында байқалады. Озон концентрациясын арттыру үшін кедергісіз озонатормен бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Озонаторлар жұмысының тиімсіздігі тосқауыл разрядының және кедергісіз разрядтың жекелеген микроазрядтарының параметрлері бойынша айырмашылыққа байланысты деп болжанды.

Эксперимент барысында (1.5 - сурет) балласты жүктеме сыйымдылығының мәні  $C=0,5$  пФ-дан  $C=2$  пФ-ға дейін өзгерді, бұл шамамен тосқауыл озонаторындағы жеке микроағзаның тосқауыл сыйымдылығына сәйкес келуі керек. Сонымен қатар, газ разрядының биіктігі 1 мм-ден 3 мм-ге дейін, сондай-ақ бөлінген электродтың секциялар саны 60-тан 300 данаға дейін өзгерді.

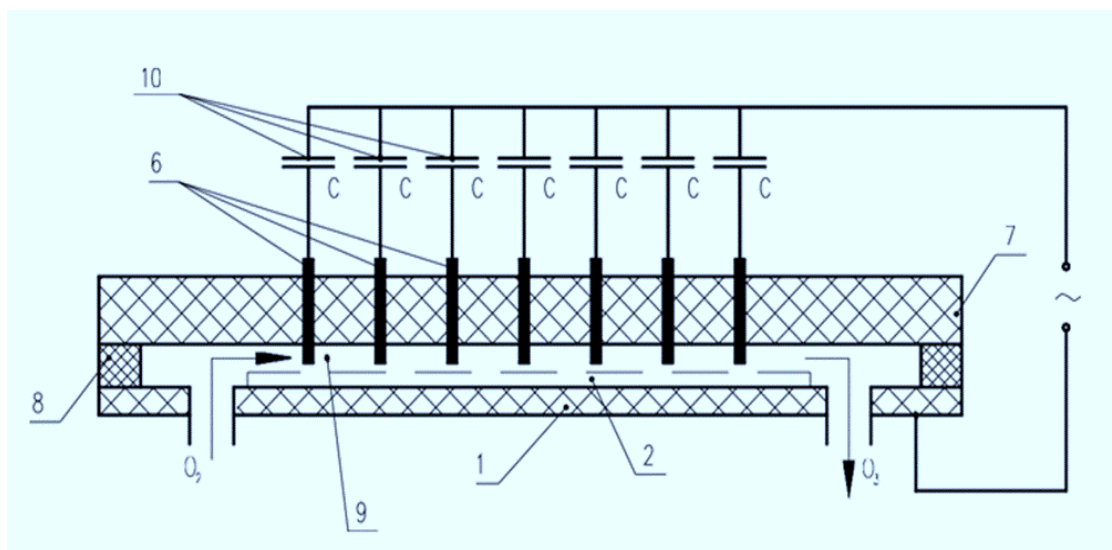
- (1.5 - Сур) Бұл құрылғы схемалық түрде берілген. Негізгі элементтердің ішінен озонаторға газ ағынының бойымен бөлінген 6 электрод және 1 жалпы электрод кіреді, бөлінген электродтың әр элементіне 10 балласты сыйымдылықты жүктеме қосылады.

Озондалатын газ ретінде ауаны пайдаланған кезде барлық жағдайларда озонның  $0,5$  г/м<sup>3</sup> аспайтын өте төмен концентрациясы тіркелді. Мұндай көрсеткіштер озонатордың сезімталдығымен шектеледі. Сонымен қатар, диэлектрлік тосқауыл 2-аймаққа енгізілген кезде, (1.5 - сурет) озон синтезі күрт күшейіп, оның концентрациясы  $6$  г/м<sup>3</sup> дейін өсті.

Осылайша, эксперименттердің нәтижелері электрлік озонаторлардың тиімді жұмыс істеуі үшін тосқауыл разрядын қолдану қажет екенін көрсетті.

Осыған байланысты озон генераторына патент әзірленді және алынды, оның негізі (сурет1.) схемасы болды

Озонатор былай жұмыс істейді. Оттегі бар газ жоғары вольтты айнымалы кернеу көзіне қосылған 1 және 6 электродтар арасындағы алшақтыққа енеді.



1.5 Сурет - Тосқауылды озонатордың электрлік схемасы

1 - металл электрод; 2-диэлектрлік тосқауылдың ықтимал орналасу аймағы; 6-бөлінген электрод; 7-плексигласс қабырғасы; 8-лайнерлер; 9-разрядты Саңылау; 10-балласты жүктеме

Электрод аралық саңылауда көптеген жеке разрядтардың жеке сериясынан тұратын разряд жанады. Разрядтың бұл сипаты 10 балласты сыйымдылық жүктемесімен де, 2 диэлектрлік тосқауылмен де қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, диэлектрлік кедергі 2 озон үшін ең өнімді болып табылатын әр микро-разряд каналының кеңейтілген бөлігін құрайды. Шынында да, диэлектрлік тосқауылға жақын орналасқан микро-разряд каналының кеңейтілген бөлігінің температурасы каналдың қалған бөлігінен әлдеқайда аз. Электрлік разрядта озон синтезі кезінде озонның бір бөлігі жоғары температураға байланысты ыдырауға уақыт алады. Микро разряд арнасының температурасы неғұрлым төмен болса, озонатордың өнімділігі соғұрлым жоғары болады. Ұсынылған құрылғыда диэлектрлік тосқауылға жақын орналасқан каналдың төмен температуралық бөлігінің арқасында озонның өнімділігі артады. Екінші жағынан, ұсынылған құрылғыда, классикалық озонатор сияқты, электрлік кедергі бұзылуы мүмкін. Алайда, ұсынылған құрылғыда кедергі бұзылған жерде 6 электродтың бөлінуіне байланысты с балласты сыйымдылығына байланысты токпен шектелген микро разряд пайда болады. бұл микро разрядтың параметрлері кедергісіз озонатордағы микро разрядқа ұқсас, яғни ол озон үшін аз өнімді. Қалған микроағзалар бұрынғы ең өнімді режимде жұмысын жалғастыруда. Осылайша, озонаторды пайдалануды жалғастыруға болады. Болашақта диэлектрлік тосқауылдың бірқатар бұзылуы мүмкін, бұл озон өнімділігінің төмендеуіне әкеледі, бірақ қысқа тұйықталуға әкелмейді, яғни озонатордың өшуіне әкеледі.

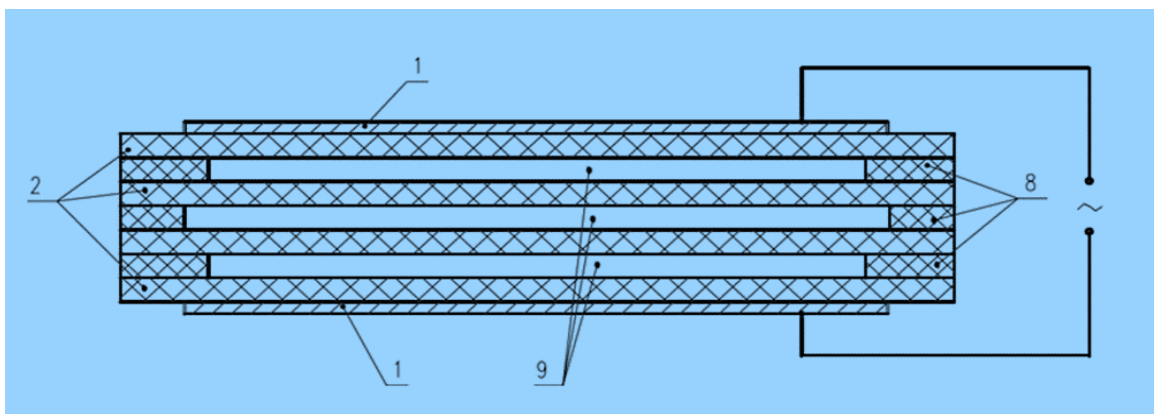
Ұсынылған озонатордың қызмет ету мерзімі айтарлықтай ұзартылады. Алайда, осы озонатордың жұмыс режимінің тұрақтылығы бөлінген

генератордың бөлімдері арасында жеткілікті қашықтықта ғана қамтамасыз етіледі. Әйтпесе, көрші бөлімдердің микро разрядтары тосқауылдың бұзылу аймағына асығады және процесс көшкін тәрізді болуы мүмкін. Мұндай озонаторларды іс жүзінде қолдану қалыпты режим бөлімдер арасындағы қашықтық кемінде 15 мм болған кезде болатындығын көрсетті. нәтижесінде озон генераторларының камералары шамадан тыс өлшемдерге ие.

Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде озон бойынша ең өнімді болып кедергіге іргелес микроразряд каналының бөлігі табылғаны анықталды. Бұл жоғары өнімді озонаторды құру кезінде бит көлемінің бірлігінде осындай бөліктердің мүмкіндігінше көп болуын қамтамасыз ету қажет деп болжайды. Бұл шешімнің бір нұсқасы-көп карьералық разрядты пайдалану. Көп өлшемді озонатор 1.6- суретте ұсынылған.

Ұсынылған құрылғы ламельді озонаторға жатады. Барлық артықшылықтар құбырлы озонатор үшін де жарамды болатыны анық. Құрылғы екі металл электродтан тұратын пакет түрінде жасалған. Олардың арасында 2 диэлектрлік тосқауылдар орналасқан. Тосқауылдардың арасында озондалған газдың өтуі үшін қажет 9 ГАЗ саңылауларының біркелкілігіне арналған 8 лайнерлер бар. – 1.6 Сур -де төрт кедергі және үш разрядтық саңылаулары бар құрылғының жағдайы көрсетілген.

Құрылғы келесідей жұмыс істейді. Электродтарға (1) электр кернеуін беру кезінде әр разрядтық аралықта кедергі разрядымен электр өрісі пайда болады. Электр өрісі саңылауларға біркелкі бөлінеді. Озондалатын газ осы саңылауларға беріледі, онда ол тосқауыл разрядының әсерінен озондалады.



1.6 Сурет - Көптеген тосқауыл озонаторының электр схемасы  
1-металл электродтар; 2-диэлектрлік тосқауылдар; 8-ішпектер; 9-разрядты саңылау

Зертханалық жағдайда ұсынылған құрылғының тиімділігі бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Пластиналы бір Карьер озонаторы және ұсынылған көп Карьер құрылғысы негіз болды. Мынадай деректері бар классикалық озонатор: қалыңдығы 2 мм шыны шыныдан жасалған тосқауыл және биіктігі 1,5 мм газ разрядты аралық ұсынылған құрылғыда шыны



шыныдан жасалған төрт тосқауыл (әрқайсысының қалыңдығы 0,5 мм) және үш саңылау (әрқайсысының биіктігі 0,5 мм) бар. Осылайша, озонаторлардың 1,5 мм-ге тең жиынтық газ разрядтық аралығы және 2 мм-ге тең кедергілердің жиынтық қалыңдығы бірдей болды. Сонымен қатар, озонаторлар газ разрядының бірдей формалары мен аудандарына ие болды. 50 Гц жиіліктегі жоғары вольтты кернеу көзінен озонаторларды қоректендіру кезінде бірдей орташа токтар (1 мА) және әсер етуші кернеулер (11 кВ) сақталды. Классикалық озонатор сағатына 0,3 грамм озонның өнімділігін көрсетті. Төрт барьер озонаторының өнімділігі сағатына 1,2 грамм озонға дейін өсті.

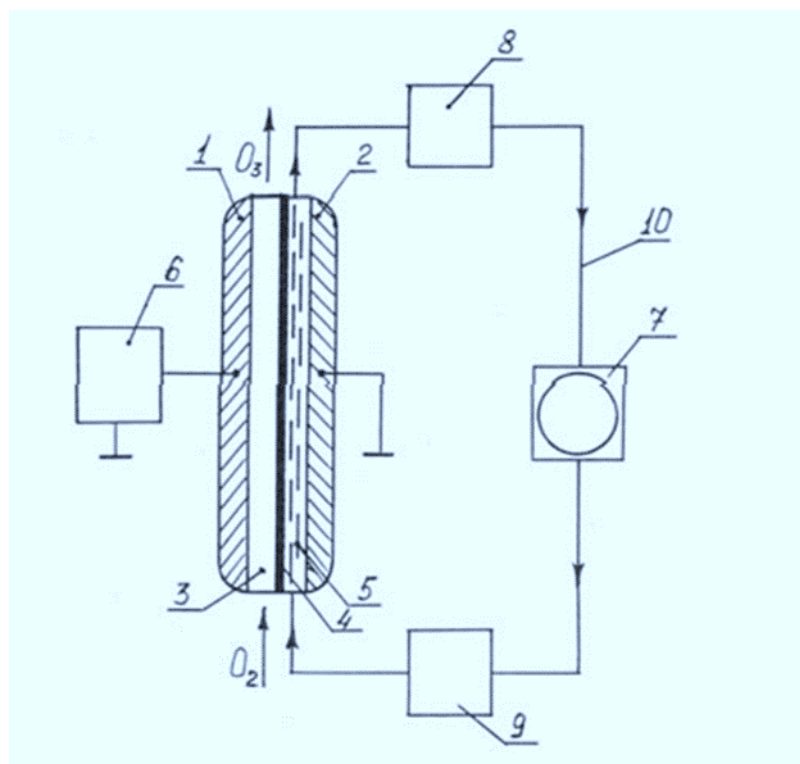
Төрт Карьер озонаторының өнімділігін арттыру екі себепке байланысты. Негізгі себеп: көп тосқауылдың арқасында озон үшін ең өнімді тосқауыл разрядының саны күрт өсті, оған диэлектрлік кедергілердің бетіне жақын орналасқан микро разряд арналарының кеңейтілген бөліктері кіреді. Кедергілер неғұрлым көп болса, соғұрлым бұл аймақтар көп. Тағы бір себеп-көп тосқауыл озонаторындағы кедергілерді жақсы салқындату. Озондалатын газ әрбір тосқауылды жуады және олардың беттерінен жылу ағызуды жүзеге асырады. Кедергілер неғұрлым көп болса, салқындату соғұрлым тиімді болады. Озондалатын ауаның аз шығыны кезінде  $Q=0,05$  м<sup>3</sup>/сағ озонның ең жоғары концентрациясы 30 г/м<sup>3</sup> тіркелді.

Жылжымалы тосқауылы бар озон генераторлары. Озонатор қондырғыларының ресурсы мен сенімділігінің мәселелерін шешудің бір жолы-жылжымалы кедергілерді пайдалану. Озонатор қондырғысында сұйық диэлектрик бар тосқауылды пайдалану кезінде ұтқырлықты жүзеге асыруға болады. Ұсынылған әдіс ұзақ қызмет мерзімі бар озонаторды құру мәселесін шешеді.

Техникалық нәтиже-бұл тапсырманы шешуге мүмкіндік беретін жұмыс барысында диэлектрлік кедергіні үздіксіз жаңарту.

Техникалық нәтижеге жоғары вольтты айнымалы кернеу көзіне қосылған екі электрод бар озонатор екі қабатты тосқауылмен газ шығаратын аралықты құрайды, оның қабаттарының бірі қатты диэлектриктен, ал екіншісі сұйық диэлектриктен тұрады. қатты диэлектриктің қабаты мен электродтардың бірі түзетін контейнерге орналастырылған диэлектрик. бұл жағдайда сыйымдылық сүзгі құрылғысы, сорғы және жылу алмастырғыш бар жабық магистральға қосылған.

1.7 - Сурет құрылғы ламель озонаторының мысалында ұсынылған. Ұсынылған озонатор құрамында 1 және 2 екі металл электрод бар, олар 6 жоғары вольтты айнымалы кернеу көзіне қосылған және 3 разрядтық аралықты құрайды, онда диэлектрлік кедергі орналасқан, ол қатты диэлектриктің 4 қабатынан және сұйық диэлектриктің қабатынан тұрады, ол диэлектрлік сұйықтық бар контейнер болып табылады.



1.7 Сурет - Екі қабатты тосқауылы бар озонатордың электрлік схемасы

1 және 2 - Металл электродтар; 3-газ разрядты аралық;  
4-қатты тосқауыл қабаты; 5-сұйық тосқауыл қабаты; 6-озонатордың қуат көзі; 7-май сорғысы; 8-сүзгі; 9-жылу алмастырғыш; 10-магистраль

Сұйық диэлектрик ыдысы қатты диэлектрлік тосқауыл мен 2 электродтан тұрады. Сонымен қатар, 5 сұйық қабаты 2 электродқа жатады. Тұйық магистраль арқылы сұйық диэлектрикті сыйымдылық айналымды қамтамасыз ету үшін, яғни 5 кедергінің сұйық қабатын жаңарту үшін 7 сорғыға қосылған. Сонымен қатар, 10 магистраліне 8 сүзгі және 9 жылу алмастырғыш кіреді.

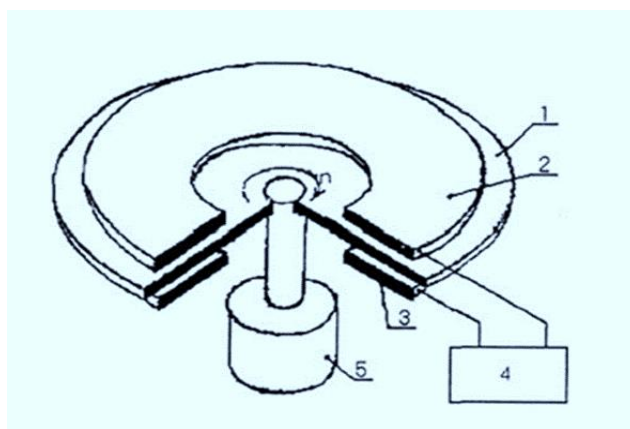
Озонатор келесідей жұмыс істейді. 7 сорғысының көмегімен диэлектрлік сұйықтықты үздіксіз сору 10 желісі арқылы жүзеге асырылады. 6 жоғары вольтты көзден айнымалы кернеу 1 және 2 электродтарға беріледі. 3-ші саңылауда көлемдік тосқауылдың электр разряды пайда болады. Егер оттегі бар газ 3 саңылауға түссе, онда озон синтезі жүзеге асырылады.

5-контейнер арқылы ағатын сұйық диэлектрик ластанады және қызады. 8 магистраліне кіретін 10 сүзгі және 9 жылу алмастырғыш сұйық диэлектрикті тазартуды және салқындатуды жүзеге асырады. Озонатордың жұмысы кезінде қатты диэлектрлік кедергісі бар классикалық озонатордағыдай озон синтезі жүзеге асырылады. Алайда, күшті электр өрісінің әсерінен классикалық озонатордағы тосқауыл ішінара разрядтарға ұшырайды, бұл физикалық-химиялық сипаттамалардың бұзылуында және өзгеруінде көрінеді, олар газ шығарумен, өткізгіштіктің жоғарылауымен және

т.б  $\delta$  жоғарылауымен бірге жүреді. Бұл процестер қарқынды ағынмен кедергіні тесумен аяқталады.

Ұсынылған екі қабатты кедергіде бірдей процестер орын алады. Бірақ екінші қабат диэлектрлік сұйықтықтың айналымына байланысты үнемі жаңартылып отырады. Ішінара разрядтар мен электр процестерінің әсерінен пайда болатын сұйық диэлектриктің ластануы сорғы алдында озонатордан кейін тікелей орнатылатын 8 сүзгімен жойылады. Әйтпесе, диэлектрлік сұйықтықтың бұзылу өнімдері жинақталған кезде оның электрлік беріктігі төмендейді. Сорғыдан кейін жылу алмастырғыш орнатылып, салқындатылған диэлектрлік сұйықтық тосқауылдың екінші қабатына беріледі. Диэлектрлік сұйықтықты салқындату бір жағынан оның қызып кетуіне жол бермеу үшін қажет, ал екінші жағынан озонатордың өнімділігін арттыру үшін диэлектрлік тосқауылдың қатты қабатын салқындату үшін салқындатқыш агент ретінде қолданылуы керек. Сұйық диэлектрик қызып кеткен кезде газдың қарқынды бөлінуі пайда болады, бұл оның электрлік бұзылуына әкеледі. Диэлектрлік тосқауыл температурасының жоғарылауымен озонның жойылуына әкелетін реакциялар жылдамдығы күрт артады. Бұл озонатордың кіреберісіндегі озон концентрациясының төмендеуіне және сәйкесінше оның өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Тосқауыл қабаттарының өлшемдерін (қалыңдығын) таңдау кезінде диэлектрлік сұйықтығы бар қабат жеткілікті электрлік беріктікке ие және озонаторға қосылған барлық кернеуге төтеп беретіндігін ескеру қажет. Қатты диэлектриктің бірінші қабаты сұйық диэлектриктің екінші қабатының тығыздығы мен пішінін қамтамасыз етеді, яғни бірінші қабат қажетті механикалық қаттылыққа ие болуы керек. Екінші жағынан, ол электр разряд аймағын жақсы салқындату және сәйкесінше озонатордың өнімділігін арттыру үшін мүмкіндігінше жұқа болуы керек. Алайда, тосқауылдың бірінші қабаты қарқынды, бірақ екінші қабат үнемі жаңарып отырады және озонатордың барлық кернеуіне төтеп береді. Осылайша, кедергінің электрлік бұзылуы алынып тасталады.



1.8 Сурет – Тосқауылды разрядтар

1.8 Суретті қарастырайық. Бірден айта кету керек, жеке микрофракцияның дамуына айналу оның өмір сүру уақытының аздығына байланысты айтарлықтай әсер етпеуі керек (~10 нс). осы уақыт ішінде диэлектрлік кедергінің қозғалысы шамалы. Микро разрядтардың сериясы арасындағы уақыт ішінде айтарлықтай қозғалысы мол. Сонымен, кернеу жиілігі 50 Гц болса,  $\Delta t \sim 10^{-3}$  с сериялары арасындағы уақыт. Содан кейін  $V=10$  м/с сызықтық жылдамдықта біз  $\Delta s = v \Delta t = 10^{-2}$  м = 10 мм орын ауыстыруды аламыз, бұл бит аралығының ұзындығынан үлкен. Бұл қозғалыс кезінде сериялар арасында микро разрядтардың беткі жану аймақтары ығысады. Келесі серияларда разрядтағы микро разрядтардың таралуы қозғалмайтын жүйеден айтарлықтай ерекшеленуі керек. Осылайша, тосқауылдың айналуы микроазрядтар сериясының дамуының бастапқы кезеңіне (микроазрядтардың пайда болу сәті, разрядтың қалыптасу орны мен нысаны) және көшкін-стримерлі микроазрядтың дамуының одан арғы сатысына әсердің болмауына қатты әсер етуі тиіс.

Газ ағындарының турбуленттілігінің пайда болуы үшін тосқауылдың жоғары айналу жылдамдығы (секундына ондаған метр) және орталықтан тепкіш күштер қажет. Орталықтан тепкіш күштер диэлектрлік тосқауыл бетінің күйіне үлкен әсер етеді. Олардың әсерінен озондалған газбен бірге келетін ластанудан және озондау қалдықтарынан өзін-өзі тазарту жүреді. Соңғы фактор-цилиндр тәрізді айналмалы тосқауылы бар құбырлы озонатордың пайда болуына кедергі келтіретін себептердің бірі. Мұнда қалдықтарды жою разрядтық кеңістіктің оқшаулануына жол бермейді.

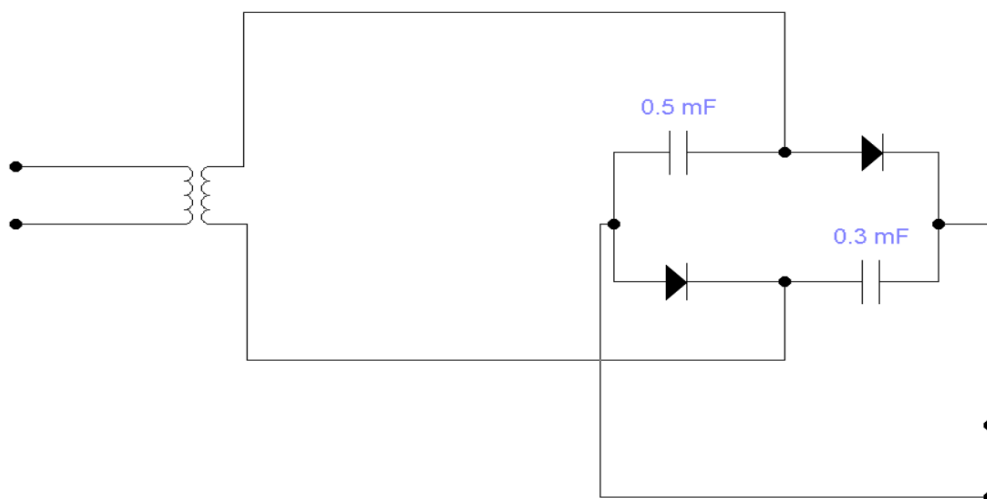
Осылайша, тосқауылдың айналуы ішінара, ал кейбір жағдайларда разряд процестерінің локализациясына ықпал ететін факторларды толығымен жояды, нәтижесінде тосқауылдың бұзылуына және озонатор камераларының істен шығуына әкеледі. Демек, тосқауылдың айналуы озонаторлардың ресурсын ұлғайтуға және олардың жұмысының сенімділігін арттыруға әкеледі.

#### 1.1 Кесте - Кейбір тосқауыл разрядты озонаторлардың негізгі сипаттамалары.

| Озонатор атауы / өндіруші                | Энергияны тұтыну                            | Синтез ауа немесе оттегі | Басқа параметрлер                                                               |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Л7П / «Курганхиммаш»                     | 14 кВт·с/кг конц. 20 г/м <sup>3</sup>       | ауа                      | 0-160 г/с О <sub>3</sub> , массасы 240 кг                                       |
| П31 / «Курганхиммаш», Ресей              | 17 кВА·с/кг конц. 20 г/м                    | ауа                      | 25 г/с О <sub>3</sub> , массасы 1,3 кг                                          |
| CFV-05 / Ozonia, Швеция                  | 7,7 кВА·с/кг конц. 120 г/м <sup>3</sup>     | оттегі                   | 5000 г/с О <sub>3</sub> , удел. произв. 2,4 г/ч·дм <sup>2</sup> , масса 2000 кг |
| SMO-550 / WEDECO - Xylem, Германия - США | 6,5 кВт·ч/кг при конц. 102 г/м <sup>3</sup> | оттегі                   | 8000 г/с О <sub>3</sub> , масса 3250 кг                                         |

## 2 КЕРНЕУ 3 кВ, ЖИІЛІГІ 50 Гц ТОСҚАУЫЛ РАЗРЯДҚА НЕГІЗДЕЛГЕН ҚОНДЫРҒЫНЫҢ ЭЛЕКТРЛІК СҰЛБАСЫН ТЕОРИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА ТАЛҚЫЛАУ

### 2.1 Тосқауылды разряд схемасы және оның параметрлері



#### 2.1 Сурет - Жоғары жиілікті генератор

Берілген схемада 1- трансформатор, 2 - конденсатор, 2 - КЦ201Е столб диоды.

#### КЦ201(А-Е) столб диоды:

Кремнийлік, диффузиялық, көшкін диодтарынан жасалған столб диодтары, импульсті диод. Жиілігі 1 кГц-ке дейінгі ауыспалы импульстік кернеуді түрлендіруге арналған. Пластикалық корпуста қатты түйреуіштермен шығарылады. Тіректердің массасы:

- КЦ201А, КЦ201Б 40 г-нан артық емес,
- КЦ201В, КЦ201Г, КЦ201Д 70 г-нан артық емес,
- КЦ201Е 90 г-нан аспайды.

#### 2.1 Кесте - КЦ201А, КЦ201Б, КЦ201В, КЦ201Г, КЦ201Д, КЦ201Е столб диодтарының техникалық сипаттамалары

| столб диоды | U <sub>кері</sub> max | U <sub>кері</sub> имп max | I <sub>тіке</sub> max | I <sub>тіке</sub> имп max | U <sub>тіке</sub> /I <sub>тіке</sub> | I <sub>кері</sub> | f <sub>д</sub> max | T          |
|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|------------|
|             | кВ                    | кВ                        | мА                    | А                         | В/мА                                 | мкА               | кГц                | °С         |
| КЦ201А      | -                     | 2                         | 500                   | -                         | 3/500                                | 100               | 1                  | -60...+100 |
| КЦ201Б      | -                     | 4                         | 500                   | -                         | 3/500                                | 100               | 1                  | -60...+100 |
| КЦ201В      | -                     | 6                         | 500                   | -                         | 6/500                                | 100               | 1                  | -60...+100 |
| КЦ201Г      | -                     | 8                         | 500                   | -                         | 6/500                                | 100               | 1                  | -60...+100 |
| КЦ201Д      | -                     | 10                        | 500                   | -                         | 6/500                                | 100               | 1                  | -60...+100 |
| КЦ201Е      | -                     | 15                        | 500                   | -                         | 10/500                               | 100               | 1                  | -60...+100 |

Электрлік параметрлері:

$I_{\text{тіке, орт}}=500 \text{ мА}$ ,  $U_{\text{кері}}=U_{\text{кері және мах}}$  болғанда орташа тікелей кернеу:

- КЦ201А, КЦ201Б столб диодтары үшін 3В-қа;
- КЦ201В, КЦ201Г, КЦ201Д столб диодтары үшін 6В-қа;
- КЦ201Е столб диоды үшін 10В-қа тең болады.

$I_{\text{тіке, орт}}=500 \text{ мА}$ ,  $U_{\text{кері}}=U_{\text{кері және мах}}$  болғанда орташа кері ток:

- $T=+25^{\circ}\text{C}$  кезінде 100 мкА-ге;
- $T=+100^{\circ}\text{C}$  кезінде 250 мкА-ге тең болады.

Шекті пайдалану деректер:

$t_{\phi} \geq 50 \text{ мкс}$ ,  $f \leq 1 \text{ кГц}$  кезіндегі еркін нысандағы импульсті кері кернеу:

- КЦ201А столб диоды үшін 2000В-қа;
- КЦ201Б столб диоды үшін 4000В-қа;
- КЦ201В столб диоды үшін 6000В-қа;
- КЦ201Г столб диоды үшін 8000В-қа;
- КЦ201Д столб диоды үшін 10000В-қа,
- КЦ201Е столб диоды үшін 15000В-қа тең болады.

$t_{\phi} \geq 50 \text{ мкс}$ ,  $f \leq 1 \text{ кГц}$  болғандағы еркін нысандағы орташа тура ток:

- $T_{\text{к}} \leq +55^{\circ}\text{C}$  кезінде 500мА-ге;
- $T_{\text{к}} = +85^{\circ}\text{C}$  кезінде 200мА-ге тең болады.

$t_{\text{п}} \leq 100 \text{ мс}$  болғанда қайталанатын импульстік тікелей жүктеме тогы:

- $T_{\text{к}} \leq +55^{\circ}\text{C}$  кезінде 3А-ге;
- $T_{\text{к}} = +85^{\circ}\text{C}$  кезінде 1,2А-ге тең болады.

Электр режимдерін төмендетпейтін жиілік 1 кГц-ге тең, ал қоршаған ортаның температурасы  $-60...+100^{\circ}\text{C}$ -ге тең болады.

Кернеу ұлғайтқыштарын есептеу. Есептеудің мақсаты –  $m$  ұлғайтқыш буындарының қажетті санын анықтау; конденсаторлардың параметрлері ( $C$  сыйымдылығы,  $U_{\text{Cmax}}$  максималды кернеуі); диодтарды таңдау ( $U_{\text{Dmax}}$  максималды кері кернеуді,  $I_{\text{Dmax}}$  тікелей импульстік тоқты,  $I_{\text{Da}}$  орташа тікелей тоқты ескере отырып).

Бастапқы деректер ретінде біз ұлғайтқыштың қуат көзінің параметрлерін, ток жүктемесімен тұтынылатын ұлғайтқыштардың шығыс сипаттамаларына қойылатын талаптарды қолданамыз:

$U_a$  – кернеу амплитудасы;

$F$  – көздің жиілігі,  $T$  – период,  $T=1 / F$ ;

$U_{\text{out}}$  – қажетті шығыс кернеуі;

$\Delta U_{\text{out}} / U_{\text{out}}$ ,  $\Delta U_{\text{out}} / U_{\text{out}}$ ,  $\varepsilon_{\text{out}}$  – жүктеме тогы 0-ден максималды мәнге дейін өзгерген кезде кернеудің рұқсат етілген абсолютті немесе салыстырмалы тұрақсыздығы;

$U_{\sim}$  – ұлғайтқыштың шығуындағы пульсацияның максималды рұқсат етілген амплитудасы;

$I$  – максималды жүктеме тогы.

$$m^* = U_{\text{out}} / U_a \quad (2.1)$$

Желіден жұмыс істейтін және шығу кернеуі 2000 В болатын ұлғайтқышты жинау қажет делік, жүктеме тогы – 0.5 мА (басқаша айтқанда, жүктеме тұтынатын қуат – 1 Вт). Жүктеме астындағы кернеудің төмендеуі 2% - дан аспауы тиіс. Құрамдас бөліктің ауыспалы амплитудасы 10 В-тан аспайды (0.5%). Қуат көзі арқылы тұрақты ток компонентінің болуы жағымсыз (ұлғайтқыш коэффициентін таңдау керек).

Желідегі кернеудің ағымдағы мәні  $U = 220 \text{ В} \pm 10\%$  (198..242 В), бұл амплитудаға сәйкес келеді  $U_a = 280..342 \text{ В}$ .

Сонымен, бастапқы деректер мен ұлғайтқышқа қойылатын талаптар:

$U_a = 280..342 \text{ В}$  (қоректендіру кернеуінің амплитудасы);

$F = 50 \text{ Гц}$ ,  $T = 20 \text{ мс}$  (жиілік, ауыспалы кернеудің қоректену кезеңі);

$U_{out} = 2000 \text{ В}$  (шығу кернеуі);

$\epsilon_{out} = 2\%$  (толық жүктеме кезінде шығыс кернеуінің максималды рұқсат етілген төмендеуі);

$U_{\sim} = 10 \text{ В}$  (шығудағы пульсацияның максималды рұқсат етілген амплитудасы);

$I = 0.5 \text{ мА}$  (максималды жүктеме тогы);

$m$  – жүйе (ерекше талап бар – ұлғайтқыш коэффициенті жүйе болуы керек).

Шығыс кернеуі 3000 В белгіленген мәннен төмен болмауы үшін ұлғайтқыш коэффициенті қажет

$$m^* = \frac{3000}{280} \approx 10.714,$$

біз  $m=8$  деп таңдаймыз, сонда кіріс кернеулерінің диапазоны ішіндегі шығыс кернеуіне сәйкес келеді

$$U_{out} = 2240..2740 \text{ В}.$$

Берілген мәнді дәлірек алу үшін қуат кернеуінің амплитудасын деңгейде тұрақтандыру қажет  $U_a = U_{out}/m = 2000/8 = 250 \text{ В}$  (қолданыстағы мәні шамамен 177 В). Конденсаторлардың сыйымдылығын таңдаңыз

$$C \geq \frac{I}{2F|\Delta U_{out}|} \left( \frac{m^3}{6} + \frac{m^2}{8} + \frac{m}{12} \right) = 13 * 10^{-6},$$

$$C \geq \frac{I}{16FU_{\sim}} (m^2 + 2m) \approx 5 * 10^{-6}.$$

Сыйымдылығы кемінде 13 мкФ болуы керек, мысалы, 15 мкФ. Бұл жағдайда сыйымдылықты таңдаудың анықтаушы факторы жүктеме астындағы кернеудің максималды рұқсат етілген төмендеуі болып табылады.

Конденсаторлардың максималды рұқсат етілген кернеуіне келетін болсақ, егер 250 В деңгейінде кернеу амплитудасын тұрақтандыру шаралары қабылданса, онда сіз 600 В аймағында мәнді таңдай аласыз (Бірінші конденсатор үшін 300...400 В жеткілікті). Егер амплитудасы бастапқыда көрсетілген 342 В-қа жетсе, онда жұмыс кернеуі кемінде 800 В (бірінші үшін кемінде 400 В) болатын конденсаторларды таңдау керек.

Диодтардағы кері кернеу  $2 U_a$  мәніне жетеді, біз маржасы бар диодтарды таңдаймыз, мысалы, максималды рұқсат етілген кері кернеуі 800-1000 В сәйкес келеді.

$$I_{Dm} \approx \sqrt{2\pi^2 F C U_a I} \approx 43 \text{ мА}$$

$$I_{D1} \approx \sqrt{8\pi^2 F C U_a I} \approx 86 \text{ мА} \text{ дейін.}$$

Бастапқы токты шектеу үшін сіз қарапайым опцияны қолдана аласыз - кіріс кезінде кернеу көзіне аз кедергісі бар резисторды қосыңыз. 15 Ом кедергісі кезінде, бір жағынан, кез-келген жағдайда қосылған кезде импульстік ток 25 А-дан аспайды, ал көп жағдайда ол аз болады, бұл әдеттегі 1N4007 қолдануға мүмкіндік береді. Екінші жағынан, жұмыс режимінде резистордағы кернеудің төмендеуі шамалы болады.

Сонымен, біз келесі мәндерді алдық. 250 В амплитудасы бар айнымалы кернеу көзі қажет; көбейту коэффициенті  $m=8$  (схемадағы 8 диод, 8 конденсатор); номиналды шығу кернеуі 2000 В жүктемесіз; 0.5 мА жүктемемен кернеудің төмендеуі (орташа мән бойынша)

$$|\Delta \vec{U}_{out}| = \frac{I}{2FC} \left( \frac{m^3}{6} + \frac{m^2}{8} + \frac{m}{12} \right) \approx 35 \text{ В},$$

$$|\vec{\varepsilon}_{out}| = |\Delta \vec{U}_{out}| / U_{out} \approx 1.7\%.$$

Пульсацияның ауқымы шамамен

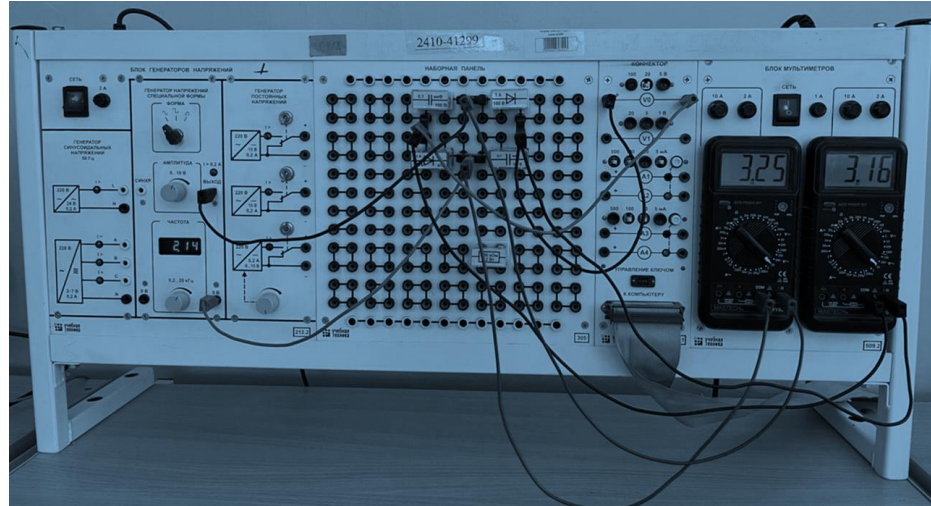
$$h = \frac{I}{2FC} \left( \frac{m^2}{4} + \frac{m}{2} \right) \approx 6.6 \text{ В},$$

пульсацияның амплитудасы  $U_{\sim} = h / 2$  шамамен 3 В құрайды, бұл тапсырма бойынша рұқсат етілген деңгейден едәуір жақсы.

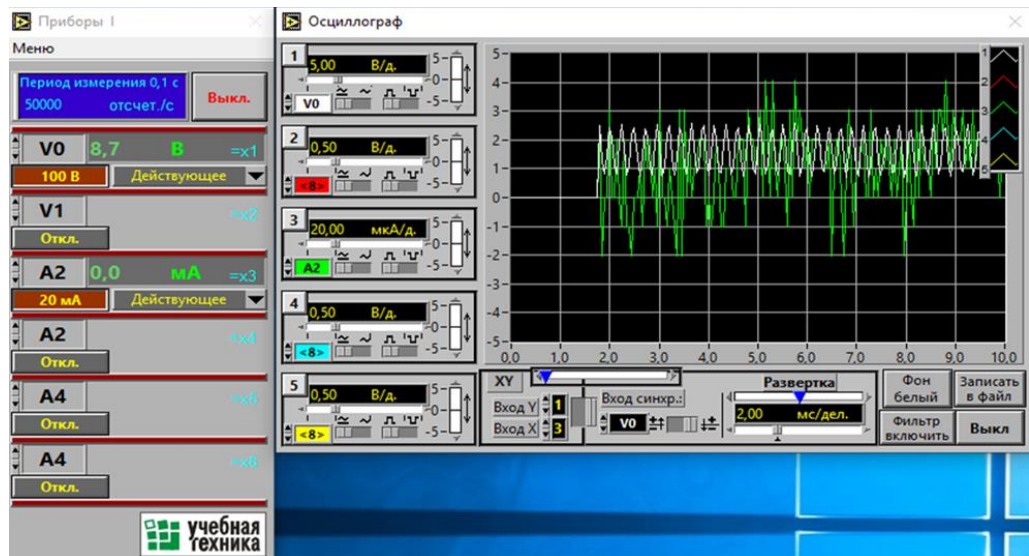


## 2.2 Электрлік схемасын эксперименттік тұрғыда зерделеу.

Есептің берілгені: кернеуді екі еселеуші сұлбаны пайдаланып эксперименттік стендта зерделеу.



2.2 Сурет - Кернеуді екі еселеуші сұлба



2.3 Сурет - Осциллографтың көрсеткіші

Шешімі: Эксперименттік стендте екі еселеуші кернеудің сұлбасын құрастырамыз(11-сурет). Осциллографтың мәні бойынша бірнеше эксперименттер жасадым. Шыққан мәндерді 1-кестеге жаздым.

## 1.2 Кесте - Тәжірибелік стенд бойынша алынған мәндер

| f | U <sub>1</sub> , В | U <sub>n</sub> , В |
|---|--------------------|--------------------|
| 1 | 1                  | 2,2                |
| 2 | 2                  | 4,9                |
| 3 | 3                  | 8,4                |
| 4 | 4                  | 10,9               |
| 5 | 5                  | 13,7               |
| 6 | 6                  | 16,2               |
| 7 | 7                  | 17,7               |

Алынған мәндерге назар аударатын болсақ, бізде кернеу екі есе емес одан да жоғары мәнге ие. Сонда

$$U_1 = k U_n \quad (2.1)$$

болады. Мұндағы  $k$  – еселеуші коэффициент.

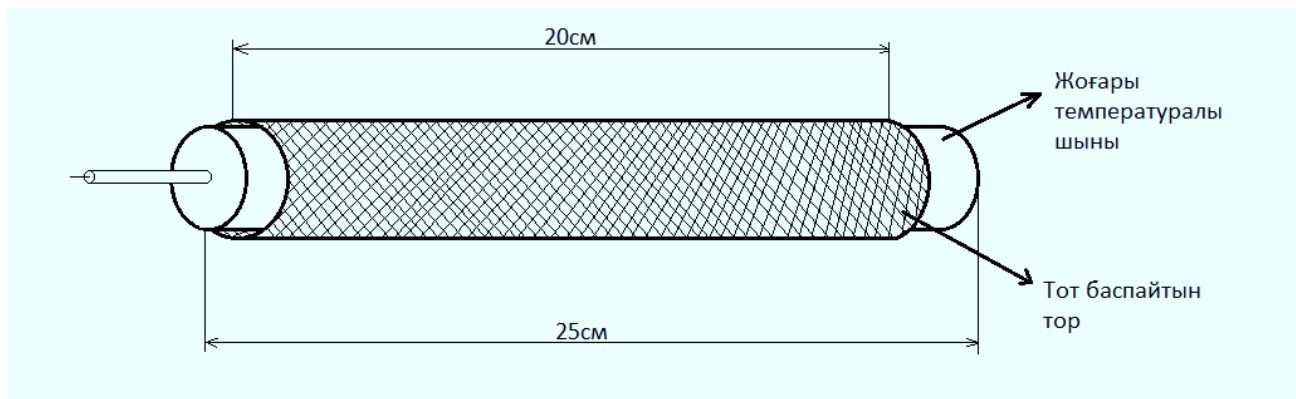
$y=kx$  функциясын пайдаланып  $k$  еселеуші коэффициенттің анықтаймыз. Сонда

$$k = \frac{y}{x} = \frac{U_n}{U_1}, \quad (2.2)$$

$$k = \frac{2.2}{1} = \frac{4.9}{2} = \frac{8.4}{3} = \frac{10.9}{4} = \frac{13.7}{5} = \frac{16.2}{6} = \frac{17.7}{7} \approx 2.5.$$

### 3 ТОСҚАУЫЛ РАЗРЯДҚА НЕГІЗДЕЛГЕН «БАТЫР – 01» ҚҰРЫЛҒЫСЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ТҮРҒЫДА ЗЕРТТЕУ.

#### 3.1 «БАТЫР – 01» тосқауыл разряд конструкциясы.



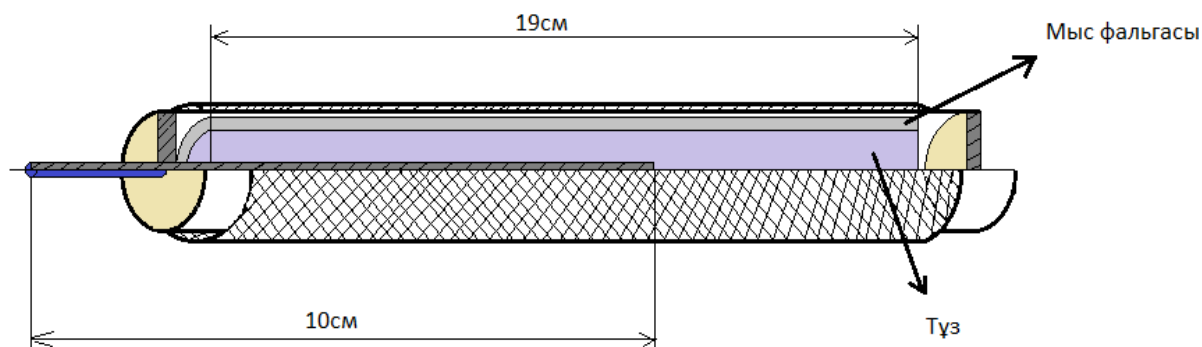
3.1 Сурет - Тосқауыл разряд тудырушының беттік көрінісі

Тәжірибе үшін, озонаторда кернеу мен қысымның қандай мәнінде тесіп өту болатынын білу керек. Ауа немесе оттегі ондағы электр өрісінің тесіп өтуі кернеуінің белгілі бір мәнінде болады. Біз бұл кернеуді шекті кернеу деп атаймыз және  $E_{тө}$ -деп белгілейміз.

Жазық конденсатор жағдайында, онда өріс біркелкі бұзылады  $E_{тө}$  мәніне жеткенде және  $U_{тө}$ -дің ену кернеуі пайда болады

$$U_{тө} = E_{тө} \cdot a \quad (3.1)$$

теңдеуінен анықталады,  $a$ -пластиналар арасындағы қашықтық.



3.2 Сурет - Тосқауыл разрядтың тудырушының 4/1 бөлігі кесілген көрінісі

Кез-келген түрдегі озонатор конденсатор болып табылады, ал біздің жағдайда "цилиндр ішіндегі цилиндр" дизайны қарастырылады, содан кейін

өріс кернеуінің максималды мәні  $X = r$  кезінде қабылданады (1-сурет), яғни ішкі цилиндрдің бетінде:

$$E_{\max} = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r}} \quad (3.2)$$

Геометриялық сипаттаманы енгізу арқылы

$$p = \frac{r+a}{r} = \frac{R}{r}, \quad (3.3)$$

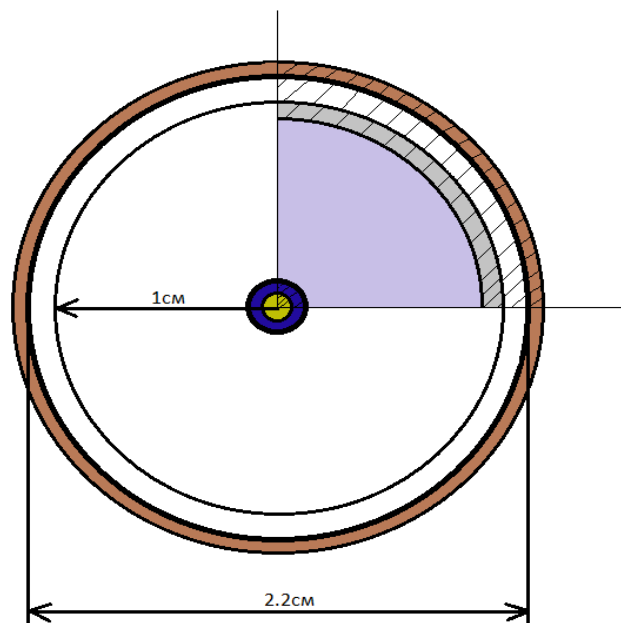
біз тесіліп өті кернеу үшін

$$U_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} \cdot r \cdot \ln p. \quad (3.4)$$

Өйткені тұрақты геометриялық сипаттамалары ішкі цилиндрдің радиусына пропорционал, содан кейін цилиндрлік конденсатордың жалған қашықтығы

$$\alpha = r \cdot \ln p. \quad (3.5)$$

тең болады.



3.3 Сурет - Тосқауыл разряд тудырушының үстіңгі көрінісі

Конструкцияның пайдалану коэффициентін анықтау үшін бізде теңдеу

$$\eta = \frac{\alpha}{a} = \frac{r}{(a+r)-r} \ln p = \frac{1}{p-1} \ln p \quad (3.6)$$

Бұл жағдайда құрылымды пайдалану коэффициенті тек геометриялық сипаттамаға байланысты болады. Конструкцияны пайдалану коэффициентін қолдана отырып, біз формула бойынша тесіліп өту кернеуін таба аламыз 1.

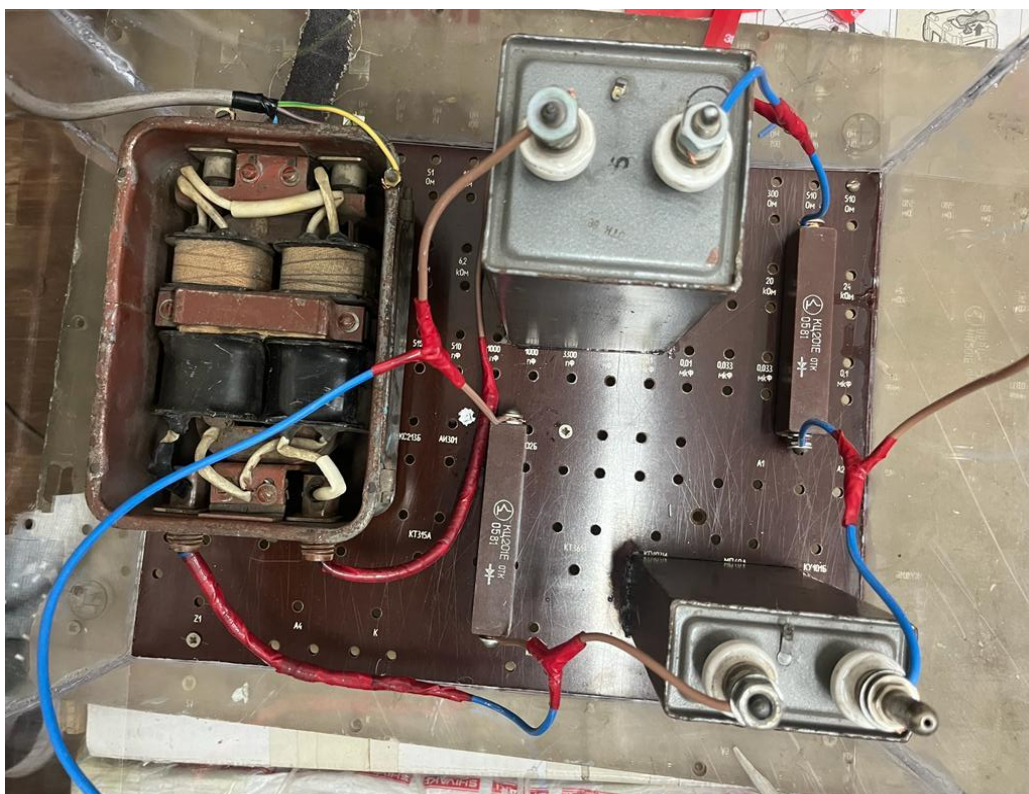
$$U_{\text{пр}} = E_{\text{пр}} \cdot a \cdot \eta \quad (3.7)$$

Вольт амперлік сипаттамалары эксперименталды түрде зерттелді, теріс тәж разрядының бастапқы және шекті кернеулері озондау элементінің екі құрылымы үшін полярлықтар: цилиндрлік конденсатор және сыртқы перфорацияланған спиральды құрылымы бар электрод, сонымен қатар озонның шығуы туралы эксперименттік мәліметтер сыртқы перфорацияланған электрод арқылы ауаның перпендикуляр берілуі озонның шығымдылығы 10-25% - ға, ал нақты тұтыну озон алуға арналған электр энергиясы 1 кг О<sub>3</sub> үшін 6,5-8,3 кВт сағатты құрайды.



3.4 Сурет - Тосқауыл разряд тудырушының орнатылған ұяшығы

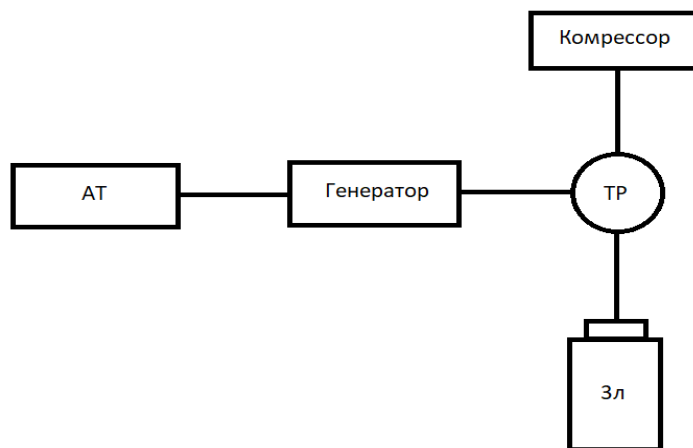




3.5 Сурет - Жоғары жиілікті генератор макеті



3.6 Сурет - Эксперименттік қондырғы



3.7 Сурет – Эксперименттік қондырғының құрылымдық схемасы

Құрылғы келесідей жұмыс істейді. Атмосфералық ауа компрессордың көмегімен озонаторға айдалады, оның шығысында ағынды суы бар ыдысқа кіретін озон ауа қоспасы пайда болады.

Тосқауыл разряд озонатордың жаңа «БАТЫР – 01» түрі әзірленді және сыналды, ол әйгілі ОКР типті озонаторлардан озонның жоғары энергиялық шығымдылығымен, дизайнының қарапайымдылығымен және сенімділігімен ерекшеленеді.

Суды озондау қондырғысына эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Озонның өнімділігі мен нақты энергия шығымы эксперименттік жолмен анықталды. 3.1.1-суретте Ағынды суларды тазартуға арналған эксперименттік қондырғының құрылымдық суреті көрсетілген.

«БАТЫР – 01» озонаторының техникалық параметрлері:

|                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| Электр желісінің кернеуі     | 3кВ, 50 Гц           |
| Тұтынылатын қуаты            | 125 Вт               |
| Өңделетін су көлемі          | 2 текше метрге дейін |
| Бір реттік әрекет ету уақыты | 10 мин               |
| Салмағы                      | 10,5 кг              |

Озонатордың «қуат тығыздығы» сияқты сипаттамасымен газдың температурасын анықтау, яғни озонаторда таралатын белсенді қуаттың электродтардың разряд аймағына қатынасы.

$$U_1(x,t) = A_1 + B_1 \times \Phi\left(\frac{x}{2a_1\sqrt{t}}\right), \text{ кВ}, \quad (3.8)$$

бұл жерде  $u_1(x,t)$  - иондалған аймақтағы тосқауылдың бетіне кернеудің таралуы,  $A_1$  и  $B_1$  – шекаралық шарттардан анықталатын тұрақты,

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\xi^2} d\xi \quad (3.9)$$

қателік интегралы,

$$a_1 = \frac{1}{\sqrt{(R_p + R_3)C_6}}. \quad (3.10)$$

Иондану шекарасындағы жағдай  $x = \xi$  :

$$U_{ист} + B_1 \times \Phi\left(\frac{\xi}{2\sqrt{t}}\right) = u_1(\xi, t) \quad (3.11)$$

- формуладан микроразрядтың қалыптастыру уақыты:

$$t_{\phi} = (\xi / \psi)^2 \approx 3,3 \cdot 10^{-9} \text{ с.}$$

Микро разряд пайда болуы мүмкін минималды кернеу:

$$U_{min} = I_m r_{микр} = 0,64 \cdot 2100 \approx 1,35 \text{ кВ,}$$

синусоидалы көздің белсенді кернеуі неге сәйкес келеді:

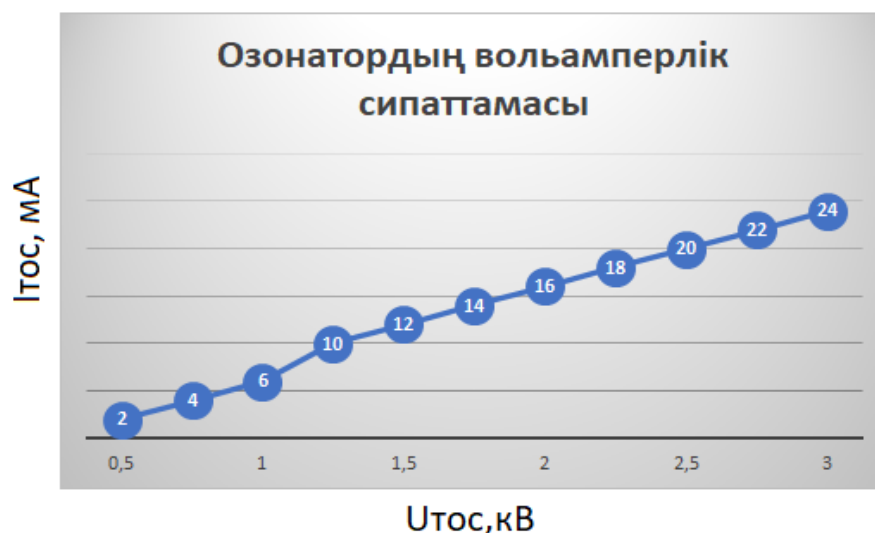
$$U_{ист.} = 1,35 / \sqrt{2} = 0,96 \text{ кВ}$$

### 3.2 Озонатордың электрлік және озондық сипаттамалары

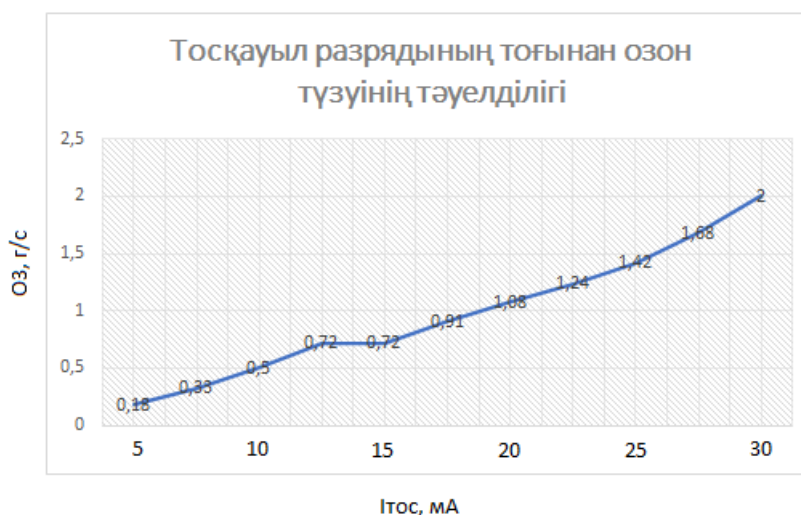
Вольт амперлік сипаттамасы озонатордың озон элементінің электрлік параметрлерін таңдау үшін маңызды. Импульстік сигналдардың токтары мен кернеулерінің мәндерін өлшеу үшін осциллографикалық әдіс бөлгіштер мен үлгілі кедергілерден алынған жүктемелерді қолдану арқылы қолданылды. Микросхеманың вольтамперлік сипаттамасынан көрініп тұрғандай,  $U_{тр} = 0,7$  кВ кернеуінен бастап тосқауыл пайда бола бастайды.

Озон сипаттамаларына озонатордың озон бойынша өнімділігі (г/сағ) және озонның үлестік энергетикалық шығулары (г/кВт\*сағ) жатады. Сонымен қатар, озонатордың параметрлерінің бірі-шығу кезінде озон-ауа қоспасындағы озонның көлемдік концентрациясы ( $K_o$  3, мг/л). 2-кестеде озонатордың шығысы көрсетілген.





3.8 Сурет - «БАТЫР – 01» озонаторының вольтамперлік сипаттамасы



3.9 Сурет - Озон жасушасының озон сипаттамасы

3.1 Кесте – Озонатордың шығу мәліметтері

|                         |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| U <sub>к</sub> , кВ     | 0,14 | 0,28 | 0,45 | 0,81 | 0,98 | 1,17  | 1,33  | 1,56  | 1,72  | 1,96  | 2,7   |
| I <sub>т</sub> , мА     | 2    | 4    | 6    | 10   | 12   | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 24    |
| O <sub>3</sub> , г/ч    | 0,1  | 0,2  | 0,35 | 0,54 | 0,72 | 0,91  | 1,08  | 1,24  | 1,42  | 1,68  | 2     |
| O <sub>3</sub> , г/кВтч | 65   | 64,2 | 63   | 62,4 | 59   | 54,54 | 53,02 | 48,54 | 47,85 | 47,03 | 45,01 |
| KO <sub>3</sub> , мг/л  | 0,1  | 0,75 | 1,32 | 1,98 | 2,64 | 3,3   | 3,96  | 4,62  | 5,39  | 6,16  | 6,6   |

Бұл кестеде "ОЗОН-5-200" газ анализаторының көмегімен әр түрлі токтардағы озонатордың өнімділігі (г/сағ) анықталды, содан кейін озонның нақты энергия шығысы (г/кВт\*сағ) электр сипаттамаларына сәйкес есептелді. Ротаметрдің көрсеткіштері бойынша озонатордың шығуындағы O<sub>3</sub> озонның көлемдік концентрациясы анықталды.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Атқарылған жұмыстың нәтижесінде келесі қорытынды жасауға болады:

Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасы зерделенді.

Тосқауыл разряд негізіндегі озонатор электр сұлбасы зерттеліп, тосқауыл разрядтың тиімділігі мен құрылымына байланысты түрлері қарастырылды;

Жоғары жиілікті генератор электр сұлбасы жиналып зерттеліп, сұлбаның ішіндегі элементтердің параметрлері есептелді;

Тосқауыл разряд негізіндегі құрылымы бойынша қарапайым озонатор қондырғысы жиналды, оның әр элементі керекті параметрлеріне сай тандалып, орнатылды. Қондырғыға қосымша компрессор жалғанды.

Тәжірибелік жұмыс жүргізілді, қондырғы ауа оттегісінен озон шығарды. Шыққан озонмен ауыз суы зарасыздандырылды. Одан бөлек ауа мен сүтті де зарасыздандыруға болады.

Әзірленген құрылғы тиісті қауіпсіздік шараларын сақтай отырып, уй бөлмелерінде, ауруханаларда қолданыла алады.

Дипломдық жұмыс тапсырмасында қойылған барлық тапсырмалар толықтай орындалды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Автаева С.В. Барьерный разряд. 2011.
2. Dr G.Divya Deepak. The Modelling and Characterization of Dielectric Barrier Discharge-Based Cold Plasma Jets. 2020.
3. Thejaswini C. Halethimmanahally. Atmospheric-Pressure Dielectric Barrier Discharge. 2015.
4. Брэдли Аллен.: Компактный источник питания для устройств диэлектрического барьерного разряда. Университет Нью-Брансуика , 2016.
5. Флоран Питерс и Том Баттерворт. Электродиагностика диэлектрических барьерных разрядов .2018
6. Пичугин, Ю.П. Оценка геометрических и температурных параметров микрозарядов в барьерном разряде / Ю.П. Пичугин, Г.А. Кравченко // Вестник Чувашского университета. - 2011. - № 3. - С. 102-107.
7. Пичугин, Ю.П. Особенности работы генераторов озона с высокоомными электродами / Ю.П. Пичугин, А.Н. Матюнин // Вестник Чувашского университета. - 2015. - №3. - С. 109-121.
8. Ghazanchaei, M.R. Quasi-stationary numerical model of the dielectric barrier discharge / M.R. Ghazanchaei, K. Adamiak // Journal of Electrostatics. - Cocoa Beach, FL, USA. - 2013.
9. Коробцев С.В., Лебедев Д.Д., Ширяевский В.А.// "Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии", Материалы 25-го Всероссийского семинара. Москва, 2003, с.31-35.
10. Самойлович В.Г., Гибалов В.И., Козлов К.В. Физическая химия барьерного разряда. Изд. МГУ. М., 1989.
11. Ю.П. Пичугин // Информационный центр «Озон», вып. №13. Материалы 20-й конференции «Генераторы озона и озонные технологии». Москва, 2000, с.43-50.

**ПІКІР**

дипломдық жоба

Сабыров Батыр Жигитович

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: «Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасын зерделеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі 10 бет;
- б) түсіндірме жазбасы 10 бет.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ**

Дипломдық жобада Сабыров Батыр кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл разрядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының түрлері және электірмен жабдықтаудың қысқаша сипаттамасы көрсетілген.

Екінші бөлімде кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл разрядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу бойынша жұмыс жағдайлары қарастырылған. Үшінші бөлімде кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл зарядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу және техникалық-экономикалық тиімділігін салыстырып есептелінген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап берді.

**Жұмыс бағасы**

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/А/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Сабыров Батыр 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Пікір беруші**

Ғылыми жетекші т.ғ.к., асс.профессор  
 А.А.Абдыкадыров

(қолы)

«20» 05 2020ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ  
Дипломдық жұмысқа

РЕЦЕНЗИЯ

Сабыров Батыр Жигитович

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: «Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының электрлік сұлбасын зерделеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлімі 10 бет;

б) түсіндірме жазбасы 20 бет.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ**

Дипломдық жобада Сабыров Батыр кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл разрядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде тосқауыл разрядқа негізделген қондырғының түрлері және электірмен жабдықтаудың қысқаша сипаттамасы көрсетілген.

Екінші бөлімде кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл разрядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу бойынша жұмыс жағдайлары қарастырылған.

Үшінші бөлімде кернеуі 3кВ жиілігі 50Гц тосқауыл зарядты тудыратын электрлік сұлбаны зерделеу және техникалық-экономикалық тиімділігін салыстырып есептелінген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өндеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап берді.

**ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ**

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/А/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Сабыров Батыр 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Г.Даукеев атындағы АЭЖБУ,

ЭЖ және ЭМ, PhD докторы

Шыныбай Ж.С.

«23» мамыр 2022ж.

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Сабыров Батыр Жигитович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядка негізделген қондырғының электрлік сұлбасын зерделеу

**Научный руководитель:** Асқар Абдыкадыров

**Коэффициент Подобия 1:** 4.2

**Коэффициент Подобия 2:** 1.3

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 52

**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:

21.05.2022.  
Дата

 Маркеев С.  
проверяющий эксперт



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

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

**Автор: Сабыров Батыр Жигитович**

**Тақырыбы: Кернеуі 3 кВ, жиілігі 50 Гц тосқауыл разрядқа негізделген кондырғының электрлік сұлбасын зерделеу**

**Жетекшісі: Асқар Абдыкадыров**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.2**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.3**

**Дәйексөз (35): 1.9**

**Өріптерді ауыстыру: 52**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 3**

**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:**

21.05.2022  
Күні

Кафедра меңгерушісі

