

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Самець Роман Ігорович

УДК 614.71:519.218

**ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
МЕДИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ОЗОНУ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2019

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дедів Леонід Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри приладів і
контрольно-вимірювальних систем
Чайковський Андрій Вікторович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №23 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Озонотерапія є відносно новим методом лікування, що належить до «нетрадиційних» методів, та ґрунтується на застосуванні озону при лікуванні різного роду захворювань. Метод озонотерапії зазвичай доповнює «традиційні» методи лікування та особливо ефективний при терапії судинних захворювань, оскільки сприяє активації обмінних процесів, покращує кровообіг та газообмін. Озон ефективно використовується в процесі лікування гнійних ран, трофічних виразок, сепсису тощо. Також, враховуючи той факт, що озон є потужним окисником, він застосовується для стерилізації хірургічного та іншого медичного інструменту. При цьому, важливим є забезпечення можливості отримання озоно-кисневих сумішей із заданою концентрацією озону та необхідною чистотою таких сумішей, оскільки область застосування озону в медицині постійно зростає як і вимоги до кінцевого продукту – озоно-кисневої суміші.

На сьогодні, для отримання озону, зокрема для медичного використання, застосовуються спеціальні пристрої – генератори озону. В більшості таких пристроїв генерація озону відбувається в бар'єрному середовищі (для забезпечення необхідної чистоти озоно-кисневої суміші) з коронним розрядом. При цьому, металеві електроди, між якими пропускається кисень, покриваються спеціальним діелектричним матеріалом (бар'єр), а коронний розряд утворюється за рахунок підключення електродів до джерела живлення високої напруги. Зазвичай напруга живлення електродів є постійною та не перевищує 8 кВ. Однак, враховуючи кореляцію між енергією коронного розряду та параметрами напруги живлення доцільним є застосування джерел живлення імпульсної високої напруги. При цьому, важливим завданням є обґрунтування параметрів напруги живлення з метою підвищення продуктивності генераторів озону, що і визначає актуальність роботи.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування способів підвищення продуктивності медичних генераторів озону. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою досліджень;
2. Провести аналіз принципів функціонування сучасних медичних генераторів озону та можливості методів отримання озону в них.
3. Обґрунтувати способи підвищення продуктивності медичних генераторів озону шляхом удосконалення методів отримання озону, зокрема шляхом обґрунтування оптимальних параметрів конструкції електродів та параметрів напруги живлення електродів.
4. Провести імітацію роботи запропонованої конструкції електродів із відповідними параметрами напруги живлення.

Об'єктом дослідження є методи отримання озону в медичних озоногенераторах для систем озонотерапії.

Предметом дослідження є конструкції електродів, схемо-технічні та конструктивні особливості їх виконання, та форми і параметри напруги живлення електродів.

Наукова новизна. Запропоновано в якості джерела високої напруги використати імпульсні перетворювачі постійного струму, що мають кращі (в порівнянні з трансформаторними низькочастотними джерелами живлення) масо-габаритні показники та можливість регулювання частоти вихідної напруги. При цьому значно підвищується ефективність роботи озоногенератора, оскільки при використанні послідовності прямокутних імпульсів значно зменшується виділення тепла на електродах і збільшується вихід озону.

Публікації. Викладені в роботі результати доповідалися на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 113 сторінках, списку використаних джерел з 16 назв на 2 сторінках, додатків на 1 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 115 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Озонотерапія та особливості застосування її в медицині» показано, що застосування медичного озону є особливо ефективним при судинних захворюваннях з вираженою гіпоксією: стенокардії, атеросклерозі, вадах серця, ішемічній хворобі. Озон активізує обмінні процеси на клітинному рівні, поліпшує мікроциркуляцію крові і газообмін.

Важливим при цьому є забезпечення можливості отримання необхідних кількостей озону для проведення необхідних медичних процедур.

У другому розділі «Технічні засоби проведення озонотерапії» проаналізовано принципи роботи генераторів озону та методів отримання медичного озону. Озон-кисневу суміш для медичних цілей виробляють із чистого кисню за допомогою спеціальних приладів - медичних генераторів озону. Основні способи отримання озону в таких генераторах наведено в таблиці, а саме різними варіаціями електричного розряду, в ультрафіолетовому випромінюванні та шляхом електролізу. В медицині використовуються в основному перші два способи. При цьому, за продуктивністю переважає спосіб отримання озону в електричному розряді, оскільки продуктивність генераторів, що отримують озон при опроміненні кисню ультрафіолетом, є низькою.

При отриманні озону в електричному розряді, медичний кисень пропускають між двома електродами (через електродну комірку), на які подається висока напруга. Внаслідок цього виникає пробій повітряного проміжку між електродами та виникає розряд, який розщеплює молекули кисню на атоми, які спочатку формують триатомні сполуки кисню, що і називаються озоном. При цьому, в різних областях

застосування використовують різні типи розряду. Так, для медичних цілей озон отримують в розряді коронного типу чи бар'єрного типу, що унеможливило попадання часточок металу електродів в суміж озону з киснем.

У третьому розділі «Методи підвищення ефективності озоногенераторів» встановлено, що на процес синтезу озону найбільше впливає форма напруги живлення, амплітуда і частота. Збільшення значення будь-якого з цих параметрів буде приводити до збільшення потужності електроенергії, що підводиться до розрядної камери. Ця енергія, з однієї сторони, витрачається на процес синтезу озону, а з іншої – на виділення тепла. Збільшення температури в зоні бар'єрного розряду підсилює процеси розкладання озону. Отже, зі збільшенням енергії, що підводиться до розрядної камери, концентрація озону спочатку буде зростати до певного значення, а потім – спадати, оскільки процес розкладання озону стане переважати над процесом його синтезу.

Пропонується для живлення електродів генератора озону використати напругу у вигляді послідовності прямокутних імпульсів підвищеної частоти, що при однаковій відстані між електродами дозволить зменшити значення пробивної напруги та кількості виділеного тепла на електродах.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження» В якості джерела високої напруги пропонується використати імпульсні перетворювачі постійного струму, що мають кращі (в порівнянні з трансформаторними низькочастотними джерелами живлення) масо-габаритні показники та можливість регулювання частоти вихідної напруги, яка є послідовністю прямокутних імпульсів. Оптимальним буде використання технології резонансних імпульсних перетворювачів постійного струму.

Для визначення оптимального значення частоти напруги живлення електродів генератора озону проведено моделювання процесу пробою між електродами в середовищі Matlab.

В роботі було змодельовано електричний пробій та визначено значення напруги пробою між двома плоскопаралельними електродами на відстані один від одного 1 мм в діапазоні частот напруги живлення від 1 до 100000 Гц.

В результаті моделювання отримано графічні залежності значення напруги пробою повітряного діелектрика від частоти напруги живлення: а – діапазон частот 0...400 Гц; б – діапазон частот 10...100 кГц

Встановлено, що при частоті напруги живлення вище 20 кГц напруга пробою практично залишається незмінною, тому немає сенсу використовувати перетворювачі з вищою частотою. Однак пропонується використати перетворювач з частотою порядку 50 кГц для того, щоб частота перетворення не попадала в діапазон звукових частот, а саме була вище значення 20 кГц.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК на пряму наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 39167,41 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється

експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок, здійснення заходів щодо зниження дії радіоактивних випромінювань на імпульсний лабораторний блок живлення з цифровою індикацією.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення озоногенераторів, заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано методи отримання озону в сучасних медичних генераторах озону. Встановлено, що найбільш широко вживаним є метод, що ґрунтується на пропусканні повітряного потоку між коаксіально розміщеними електродами в середовищі бар'єрного та коронного розряду.

2. Встановлено, що продуктивність генераторів озону, які працюють на основі методів бар'єрного та коронного розряду, пов'язана з формою та амплітудою напруги живлення.

3. Запропоновано для живлення електродів генератора озону використати напругу у вигляді постідовності однополярних прямокутних імпульсів підвищеної частоти, що при однаковій відстані між електродами дозволить зменшити значення пробивної напруги та кількості виділеного тепла на електродах.

4. Запропоновано в якості джерела високої напруги використати двотактні квазірезонансні імпульсні перетворювачі постійного струму, що мають кращі (в порівнянні з трансформаторними низькочастотними джерелами живлення) масо-габаритні показники та можливість регулювання частоти вихідної напруги, яка є послідовністю прямокутних імпульсів.

5. Шляхом аналізу результатів моделювання формування коронного розряду запропоновано значення частоти напруги живлення електродів генератора озону – 50 кГц

6. Встановлено, що при частоті напруги живлення 50 Гц значення пробивної напруги при відстані між електродами 1 мм становить 11,5 кВ, тоді як при використанні для живлення послідовності прямокутних імпульсів з частотою 50 кГц значення пробивної напруги становитиме близько 750 В. При цьому значно підвищується ефективність роботи озоногенератора, оскільки при використанні послідовності прямокутних імпульсів значно зменшується виділення тепла на електродах і збільшується вихід озону.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Семець Р. Підвищення продуктивності озоногенераторів для медичних озонотерапевтичних систем / Р. Семець // Матеріали VII науково-технічної конфції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – с.90.

АНОТАЦІЯ

Семець Р.І. Підвищення продуктивності медичних генераторів озону. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено питанням удосконалення методів отримання озону в озоногенераторах шляхом зниження амплітуди напруги живлення електродів озоногенератора при збільшенні частоти напруги до 50 кГц. Також обґрунтовано доцільність застосування напруги у вигляді двополярних прямокутних імпульсів.

Ключові слова: озон, озонотерапія, висока напруга, електричний розряд.

ABSTRACT

Samets R.I. Increased productivity of medical ozone generators. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2019.

The master's qualification work is devoted to the improving the methods for increasing the productivity of ozone generators by reducing the amplitude of the voltage ozone generators electrodes with increasing voltage frequency to 50 kHz. Also, the expediency of applying pressure in the form of bipolar rectangular pulses.

Keywords: ozone, ozone therapy, high voltage, electrical discharge.