

АНОТАЦІЯ

Самець Р.І. Підвищення продуктивності медичних генераторів озону. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети 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

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БХЛ – біохемілюмінесценція;

ЛЕП – лінії електропередач;

ОГ – озоногенератор;

ПОЛ – перекисне окислення ліпідів;

ПП – первинний перетворювач;

ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти;

УФ – ультрафіолетовий.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОЗОНОТЕРАПІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЇЇ В МЕДИЦИНІ.....	11
1.1 Поняття озонотерапії.....	11
1.2 Біохімічні та біологічні властивості.....	15
1.3 Основні методи озонотерапії.....	19
1.4 Висновки до розділу 1.....	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПРОВЕДЕННЯ ОЗОНОТЕРАПІЇ.....	22
2.1 Виробництво озону для медичних цілей.....	22
2.2 Принципи роботи озонаторів.....	28
2.3 Аналіз стану виробництва озонаторного обладнання.....	30
2.4 Висновки до розділу 2.....	49
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЗОНОГЕНЕРАТОРІВ.....	50
3.1 Схемо-технічні методи підвищення продуктивності озоногенераторів.....	50
3.2 Висновки до розділу 3.....	66
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	67
4.1 Методи підвищення ефективності озоногенераторів.....	67
4.2 Висновки до розділу 4.....	73
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	74
5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень.....	74
5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.....	80
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	82
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	82
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	83
6.3 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	89

	8
6.4 Висновки до розділу 6.....	93
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	94
7.1 Охорона праці.....	94
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	97
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	103
8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.....	103
8.2 Основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення озоногенераторів.....	103
8.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля.....	106
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	108
Бібліографія.....	110
ДОДАТКИ	

ВСТУП

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».

РОЗДІЛ 1

ОЗОНОТЕРАПІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЇЇ В МЕДИЦИНІ

1.1 Поняття озонотерапії

Озонотерапія - терапевтичний немедикаментозний метод, що використовує з лікувальною метою ОКС та матеріали, що нею оброблені [2].

Уперше озон як було відкрито голландським фізиком Мак Ван Марумом у 1785 році. Під час експериментів із устаткуванням для електризації великої потужності виявлено, що в повітрі при пропущенні електричної іскри утворюється речовина зі своєрідним запахом [2].

У 1832 році Крістіан Фрідріх Шонбейн опублікував книгу під назвою "Одержання озону хімічними способами". Шонбейн назвав отримуваний газ "озоном" (від гр. "пахучий") [2].

У 1885 році Медична асоціація штату Флорида опублікувала працю "Озон", де описується застосування озону в медичній практиці. Отже, використання озону в медицині бере початок зі США. В вересні 1896 р. Н. Tesla подав патент на генератор озону. На початку ХХ століття фірма "Сіменс" створила гідростанцію з озонаторною установкою.

Про властивості озону ще на початку ХХ століття привертали до себе увагу медиків. В першу світову війну застосовується ОКС у лікуванні поранених (абсцесах, гнійних ранах, флегмонах, складних переломах). 1929 - журнал "Озон і його терапевтична дія" містить 114 назв захворювань і форм застосування озону, а також дослідження основних центрів озонотерапії: Науково-дослідного інституту технологій (Іллінойс), Американського коледжу фізіотерапії, Університету Берліна, Департаменту освіти (Сент-Луїз), Британської воєнної

медичної служби (Лондон), Чиказького медичного коледжу, Гарвардського університету (Кембридж), Політехнічного інституту (Бруклін, Нью-Йорк), Фізико-хімічного університету (Іллінойс), Медичної школи післядипломної освіти (Нью-Йорк), Каліфорнійського університету (Лос-Анджелес) та багатьох інших. Кожна сторінка містить медичні статті різних експертів. Йоахім Хензлер розробив генератор озону для потреб медицини, що дозволяв точно дозувати ОКС, і тим самим дав можливість широкого застосування озонотерапії. Перед Другою світовою війною центр використання медичного озону перемістився в Європу: Швейцарію, Італію, Францію й особливо в Німеччину. У кожній країні було багато інститутів, де методом озонотерапії лікували тисячі пацієнтів щорічно. У 1940 р. німецький лікар Райх написав книгу "Медичний озон". Його становлення, як і становлення його покоління в цілому, припало на воєнні і повоєнні роки, отже, носило відбиток тих важких років. По завершенню вивчення медицини в університеті ім. І.В. Гете у Франкфурті-на-Майні, він там же почав працювати лікарем і відкрив власну практику [2].

Ганс Вольф і Зигфрід Риллінг у 1972 р. заснували Німецьку медичну спілку озонотерапевтів і розробили його статут. Вольф багато публікувався та виступав на конференціях по озонотерапії, і поширював метод по усьому світі. У 1973 р. заснована Міжнародна асоціація "Озон". У 1979 р. починає працювати Міжнародна медична спілка озонотерапевтів. У німецькій медичній літературі нараховується понад 6000 публікацій про використання озону для лікування людини протягом останніх 50 років. Лише за останні п'ять років Міжнародна асоціація "Озон" надала доповіді більш ніж 5000 докторів медицини з Європи про безпечне й ефективне використання медичного озону протягом 40 років [2].

В останні роки йдуть активні дослідження механізмів дії й ефективності технологій застосування озону в медицині. Б.А. Корольов з групою вчених (Г.А. Бояринов, А.Н. Ченцов, А.І. Тарасова) розробили новий метод озонотерапії - інтрасудинне введення насичених озоном розчинів. У жовтні 1977 р. був

проведений перший експеримент на собаці по обґрунтуванню даного методу, а в квітні 1979 р. вперше у світі озонований кардіоплегічний розчин був уведений у коронарне русло хворої при операції уродженої вади серця. У листопаді 1986 р. уперше проведений озонований штучний кровообіг у хворої під час протезування мітрального клапана. У ході вивчення нового методу і технічних засобів використання озону були розроблені методичні підходи парентерального застосування озонованих розчинів при трансфузійній терапії, обробці консервованої й аутокрові хворих у післяопераційному, постреанімаційному періодах. Був розкритий ряд найважливіших механізмів, що визначають патогенетичний ефект озонотерапії [2].

Основними центрами дослідження й упровадження озонотерапії у Росії стали Москва і Нижній Новгород. З 1994 р. діє Асоціація російських озонотерапевтів, що об'єднала однодумців цього методу з усієї Росії і яка широко впроваджує технології озонотерапії у практичну охорону здоров'я. У Москві - В.А. Максимов, В.Я. Зайцев, Н.М. Побединський, В.М. Зуєв, О.Є. Колесова, І.Т. Васильєв, Н.П. Лебкова, А.З. Змизгова, І.І. Белянін, С.Д. Разумовський; у Нижньому Новгороді - С.П. Перетятій, Г.А. Бояринов, К.М. Кон-торщикова, С.Н. Горбанов, А.В. Густов, С.А. Котов, А.Н. Серова, В.Ю. Шахов і багато інших.

Розвиток і впровадження в практичну охорону здоров'я технологій озонотерапії неможливі без організації системної підготовки кадрів. Така підготовка організована з 1994 р. на факультеті удосконалення лікарів Нижньоновгородської медичної академії 1998 р. -на кафедрі анестезіології, реаніматології і трансфузіології Військово-медичного інституту прикордонних сил Росії [1].

В Україні пошук нових методів детоксикації в лікуванні хворих із гострою і хронічною нирковою недостатністю і накопичені дані про високу реактогенну здатність озону активно вступати в реакцію з ліпідами і білками плазматичних

клітинних мембран, а також органічними сполуками, дозволили харківським медикам у 1991 році поставити перед собою мету - застосування різних методів озонотерапії у лікуванні цієї найбільш важкої категорії хворих.

У Харкові протягом десяти останніх років колективом лікарів-клініцистів у складі д-ра мед. наук В.І. Жукова, д-ра мед. наук В.В. Леонова, канд. мед. наук А.І. Лисенко, В.І. Савенкова, С.Д. Тимохіна, М.Б. Хильченко, І.В. Нікітіної, Ю.А. Таратути під керівництвом д-ра мед. наук Ю.І. Козіна розроблені оригінальні методики озонотерапії різної урологічної і андрологічної патології на базі Харківського обласного клінічного центру урології й нефрології. Унаслідок спільних зусиль були зареєстровані 4 патенти України і з'явилося більше 40 публікацій. У березні 1996 року В.В. Леонов успішно захистив докторську дисертацію "Шляхи підвищення ефективності лікування гострої ниркової недостатності", у якій обґрунтована доцільність озонотерапії у хворих з такою патологією. Під керівництвом д-ра мед. наук Ю.І. Козіна лікарем-пошуковцем В.І. Савенковим наприкінці 1998 року підготовлена дисертаційна робота на здобуття ученого ступеня канд. мед. наук "Озонотерапія в лікуванні уросепсису і його ускладнень" [2].

У квітні 2000 року була створена "Українська асоціація озono-терапевтів і виробників медобладнання". Асоціація підготувала всі необхідні матеріали, лікувальні методики і навчальні плани підвищення кваліфікації лікарів (тривалістю 78 годин), а на базі Харківської медичної академії була організована системна підготовка кадрів - фахівців з основ озонотерапії. Уперше на Україні Харківською медичною академією післядипломної освіти разом з Українською асоціацією озонотерапевтів і виробників медобладнання розроблені і затверджені в Міністерстві охорони здоров'я України методичні рекомендації "Методики озонотерапії", що включають у себе основні поняття озонотерапії, форми застосування і концентрації використовуваного озону, показання і протипоказання до застосування озонотерапії, застосовувані озонатори та їхні

характеристики, способи готування озонованого матеріалу й методики лікування при різних захворюваннях.

Поява нових медичних озонаторів, які дають можливість дозувати озон на досить низькому рівні, при застосуванні озону значно підвищує дію терапії, в багатьох випадках заміняючи чи зменшуючи фармакологічне навантаження на пацієнта. Усе це дає підстави для надії, що в новому тисячолітті озонотерапія знайде широке застосування і займе належне їй місце в комплексному лікуванні громадян України.

1.2 Біохімічні та біологічні властивості

Озон має можливість реагувати з багатьма органічними сполуками. Ці реакції можуть протікати до повного окислювання.

Для розуміння біохімічної сутності характеру взаємодії озону з біологічними об'єктами становлять інтерес його реакції з органічними молекулами, які мають 2-ні чи 3-ні зв'язки. Чутливими до дії озону, крім ненасичених жирних кислот, є ароматичні амінокислоти й пептиди, що насамперед містять 8Н-групи. Контакт із цими молекулами приводить до утворення багатьох складних і мало вивчених перехідних сполук (цвіттеріони, малозоніди, циклічні озоніди), що можуть гідролізуватися, окислюватися чи відновлюватися, термічно розщеплюватися на безліч речовин, переважно альдегідів, кетонів, кислот, спиртів. Озонування ароматичних сполук протікає за типом озонування олефінів з утворенням полімерних озонідів (Разумовський С.Д., Зайков Г.Є., 1974) [2].

При зовнішньому (на шкірні покриви і поверхні ран), ентеральному і парентеральному застосуванні в терапії озон не спричиняє негативної дії на організм.

Швидша відповідна реакція з боку метаболізму при дії озону в порівнянні з

оксигенацією є наслідком його високої реакційної здатності. Якщо для включення молекули кисню в біохімічні процеси необхідна присутність ферментів чи металів змінної валентності, то озон здатний миттєво реагувати з біоорганічними субстратами.

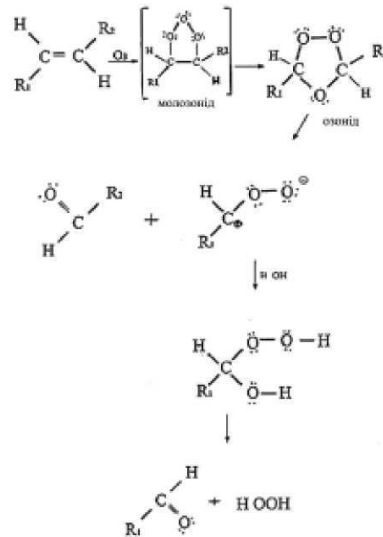


Рис. 1.1. Взаємодія озону з органічними молекулами (подвійними зв'язки) [1]

Унаслідок того, що при озонотерапії в організм попадають форми активного кисню, важливо розглянути вплив на процес перекисного окислення ліпідів (ПОЛ).

Фосфоліпіди мембран клітин виконують функцію сполучної ланки між рецепторами мембран і аденилатциклазною системою, яка контролює протікання найважливіших внутрішньоклітинних реакцій. Запуск за допомогою озону O₂-залежних реакцій в еритроцитах здійснюється шляхом утворення в ліпідній мембрані клітин озонідів. Поліненасичені жирні кислоти в мембрані обумовлюють еластичність мембрани. Перегин молекули у місці подвійного зв'язку служить активним центром для взаємодії з молекулою озону. Цілком ймовірно, що ця дотепер єдина відома реакція дає можливість послати в клітину

пероксиди. Незважаючи на високу реакційну здатність озону, полярна структура молекули не дозволяє йому проникнути через клітинну мембрану, тому внутрішньоклітинні реакції озону мало ймовірні.

Озонізація клітинної мембрани еритроцитів веде через розщеплення ланцюгів ненасичених жирних кислот до утворення гідроксигідропероксидів. Пероксиди проникають у внутрішньоклітинний простір і впливають на метаболізм еритроцитів. Збільшується активність глутатіонової системи, що формує внутрішньоклітинний антиоксидантний захист проти активації вільнорадикальних реакцій. Результатом окислювання сульфгідрильних груп (SH) є нагромадження окисленої форми глутатіону і зміна співвідношення його відновленої й окисленої фракцій.

Це також означає, що озонотерапія забезпечує посилену віддачу кисню тканинам із недостатнім кровопостачанням (вивільняється більше кисню).

Активація метаболічних процесів сприяє нагромадженню в еритроцитах макроергічних сполук - АТФ. При цьому відновлюється активність транспортних pomp - K^+ - Ca^{2+} -АТФази. Від активності останньої залежить рівень потенціалу спокою на мембрані, її електричні властивості, що обумовлюють здатність червоних клітин крові до адгезії й агрегації і, отже, реологічні властивості крові. Крім того, утворення в ліпідному подвійному шарі мембран пероксидів знижує в'язкість мембрани, це поліпшує деформабельність еритроцитів, що може знижуватися при гіпоксії й ацидозі, збільшуючи гіпоксію. Озоніди також, можливо, можуть спричиняти мембраностабілізуючий вплив і на нервові клітини, поліпшуючи структурно-функціональні властивості нейрональних мембран. Унаслідок цього в нервовій системі можуть поліпшуватися процеси передачі, переробки й збереження інформації, у яких мембрани нейронів відіграють ведучу роль (Єрін А.Н., Гуляєва Н.В., Нікушин Є.В., 1994).

На думку деяких учених, метаболіти озону, маючи здатність стимулювати

аеробний гліколіз у клітинах, можуть бути тригерами процесів ревіталізації з функціональним відновленням ушкоджених, але усе ще живих клітин, і нейропластики - виконання, принаймні частково, функцій загиблих клітин сусідніми здоровими клітинами й активації останніх. Ці ефекти озонотерапії можуть мати значення при лікуванні захворювань центральної нервової системи (Оотег Могаіесіа, 1995; Смирнов А.А., 1996).

Концентрації озону у вдихуваному повітрі - 0,001-0,01 мг/м³. Вони є безпечними, гранично припустима концентрація дорівнює 0,1 мг/м³, а в атмосферному повітрі приземного шару 0,16 мг/м³ (Кротов Ю.А., 1975; Марзеєв А.Н., Жаботинський В. М., 1979). Вдихання повітряних сумішей з більшою концентрацією озону викликає почуття втоми, дратівливість, астеноневротичний стан, подразнення дихальних шляхів, головний біль, запаморочення, блювоту. Присутність оксидів азоту підвищує токсичність озону в 20 разів. Однак характерною рисою токсичності озону є здатність макроорганізмів звикати до його впливу. Так, після 4-6 годин перебування в атмосфері з 10⁴ % О₃ миші протягом 4-6 тижнів набувають здатності переносити дози, що у кілька разів перевищують летальні.

У медичній практиці озон використовується у вигляді озоно-кисневої суміші. Численні клінічні дослідження підтверджують, що озонотерапія у випадку правильного застосування винятково рідко супроводжується побічними ефектами і не викликає ніяких негативних реакцій в організмі людини.

Важливою умовою для правильного застосування О₂/О₃ є дозування, що не повинне перевищувати потенціал ферментів (супероксиддисмутаза і каталаза) і глутатіону, які необхідні для попередження акумуляції супероксиданіон-радикала і перекису водню.

У 1988 році в Німеччині проаналізовано 1 500 000 випадків застосування аутогемотерапії з озоном, при цьому "Комітетом з реєстрації побічних ефектів унаслідок використання фармпродукції" не було виявлено жодного факту

виникнення побічних ефектів .

1.4 Основні методи озонотерапії

Нижче будуть розглянуті основні аплікаційні методики озонотерапії.

Нині відомі такі методики озонотерапії:

- 1) акупунктурна терапія озоно-кисневими сумішами (озоноаку-пунктурна рефлексотерапія);
- 2) вакуумно-вібраційний масаж з озонованою олією;
- 3) "велика" озоноаутогемотерапія;
- 4) "мала" озоноаутогемотерапія;
- 5) внутрішньокісткові вливання озонованих розчинів;
- 6) внутрішньоплевральне і внутрішньоочеревне промивання озонованими антисептиками;
- 7) внутрішньопортальна інфузійна терапія з озоном;
- 8) гідропресивна озонова санація озонованими розчинами;
- 10) екстракорпоральна (проточна) обробка великих об'ємів аутокрові;
- 11) екстракорпоральна обробка ОКГС плазми і лімфи;
- 12) інтратекальне уведення ОКГС;
- 13) зовнішнє застосування озонованих мазей і олій;
- 14) зовнішнє застосування озонованих рідин і антисептиків;
- 15) зрошення дрібнодисперсною суспензією озонованої води;
- 16) інгаляційне застосування дрібнодисперсних суспензій озонованої води;
- 17) інгаляційне застосування ОКГС;
- 18) лікування патологічних процесів невеликих ділянок тіла озоно-кисневими сумішами під «дзвоном» в умовах зниженого тиску;
- 19) лікування патологічних процесів озоно-кисневими сумішами в каркасних камерах під підвищеним чи зниженим тиском або з чергуванням

підвищеного і зниженого тиску;

20)місцеві озонові ванни в каркасних камерах з барботажем;

21)парентеральні інфузії озонованих фізіологічних розчинів;

22)переливання озонованої консервованої крові і плазми;

23)пероральний прийом озонованих рідин і олій;

24)підшкірне введення ОКГС (підшкірні пухирі);

25)проточні внутрішньопіхвові інстиляції дрібнодисперсними суспензіями озонованої води;

26)проточні внутрішньопіхвові інсуфляції ОКГС;

27)ректальні інсуфляції ОКГС.

За використанням ОКГС усі методики поділяються на місцеві, ентеральні та парентеральні [1].

Місцеві - на уражену кінцівку, шкіру, рани, трофічні виразки і т.п. можна застосовувати озono-кисневу суміш, озоновані рідини: воду, розчини кристалоїдів, антисептики, рослинну олію. При обробці ОКГС ураженої поверхні останню необхідно закрити серветкою, змоченою в ізотонічному розчині хлориду натрію чи в розчині антисептика. Для уникнення попадання озону в повітря робочого приміщення застосовують методики озонування під ковпаком або у мішку, що надягається на кінцівку.

Ентеральні - також можна вводити ОКГС (розроблена методика введення ОКГС в шлунок через зонд під тиском), озоновані рідини і рослинні олії.

Парентеральні - внутрішньошкірно, підшкірно, внутрішньо-м'язово, інтра- та параартикулярно - можна вводити ОКГС, внутрішньом'язово і внутрішньовенно - озоновану кров, внутрішньовенно крапельно також можна вводити озоновані ізотонічні розчини кристалоїдів.

1.4 Висновки до розділу 1

Озонотерапія є нетрадиційним методом лікування із застосуванням медичного озону. Медичний озон отримують за допомогою генератора озону з медичного кисню.

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.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПРОВЕДЕННЯ ОЗОНОТЕРАПІЇ

2.1 Виробництво озону для медичних цілей

Озоно-кисневу суміш для медичних цілей виробляють із чистого кисню (при озонуванні повітря утворюються токсичні з'єднання азоту) за допомогою спеціальних приладів - медичних озонаторів шляхом використання бар'єрного розряду, де молекули кисню частково дисоціюють, а атомарний кисень, що утворився, реагує з молекулою кисню, утворюючи озон.

Озон, використовуваний для медичних цілей, являє собою суміш з максимум 5 частин чистого озону і 95 частин кисню - для зовнішнього застосування й суміш тільки 0,05 частин озону і 99,95 частин кисню - для парентерального введення.

Озонатор - пристрій для отримання озону (O₃). Озон є алотропною модифікацією кисню, що містить в молекулі три атома кисню. У більшості випадків вихідною речовиною для синтезу озону виступає молекулярний кисень (O₂), а сам процес описується рівнянням $3O_2 \rightarrow 2O_3$. Ця реакція є ендотермічною і легко оборотною. Тому на практиці застосовуються заходи, що сприяють максимальному зміщенню її рівноваги в бік цільового продукту.

Розглянемо основні способи отримання озону.

В електричному розряді. Електрична дуга – це вид електричного розряду в газі.

Потенціал іонізації першого електрона атомів металів становить приблизно 4,5 - 5 В, а напруга дугообразування - в два рази більше (9-10 В). Потрібно затратити енергію на вихід електрона з атома металу одного електрода і на іонізацію атома другого електрода. Процес призводить до утворення плазми між електродами і горінню дуги (для порівняння: мінімальна напруга для

утворення іскрового розряду трохи перевищує потенціал виходу електрона - до 6 В).

Тихий розряд. Синтез з газоподібного кисню під впливом тихого електричного розряду. З цією метою в зазор між електродами, підключеними до джерела високої напруги, пропускається повітря або чистий кисень. Напругу, що подається на електроди, звичайно становить від декількох тисяч до декількох десятків тисяч вольт. Краща продуктивність досягається при використанні чистого кисню, максимально низької температури газу та застосуванні пульсуючого постійного струму. Зазор між електродами і ефективна площа електродів визначаються робочою напругою і швидкістю подачі кисневмісного газу. Металеві електроди можуть каталітично розкладати дотичний з ними озон, тому їх часто поміщають всередину тонкої скляної оболонки. Іноді як своєрідних електродів виступають трубки, заповнені провідною рідиною, наприклад, сірчаною кислотою. Електродні пари для підвищення продуктивності апарату часто збирають у великі пакети, охолоджувані проточною водою. Концентрація озону на виході з таких реакторів (залежно від їх конструкції та вмісту кисню в вихідній газовій суміші) зазвичай не перевищує кількох відсотків, а при використанні атмосферного повітря становить лише доли відсотка. Крім того, газова суміш в якій присутній озон, що отримується в тихому розряді з атмосферного повітря, містить значну кількість оксидів азоту, що володіють високою реакційною здатністю, що є неприйнятним для багатьох технологічних процесів. Тому, застосування в якості вихідної сировини для синтезу озону чистого кисню (який може бути легко рекуперировати) часто буває рентабельніше, ніж застосування атмосферного повітря.

Бар'єрний розряд - розряд, що виникає між двома діелектриками або діелектриком і металом в ланцюзі змінного струму, є ефективним і економічним генератором озону.

Цей тип бар'єрного розряду займає проміжне положення між об'ємним і поверхневим розрядами і широко використовується в якості генераторів ультрафіолетового випромінювання для порушення люмінофорів в плазмових розрядних панелях (плазмових телевизорах). У таких розрядних осередках електроди розташовані уздовж поверхні на рівних відстанях і зверху закриті шаром діелектрика, напруга прикладається до кожної пари електродів, і між усіма сусідніми електродами виникає розряд.

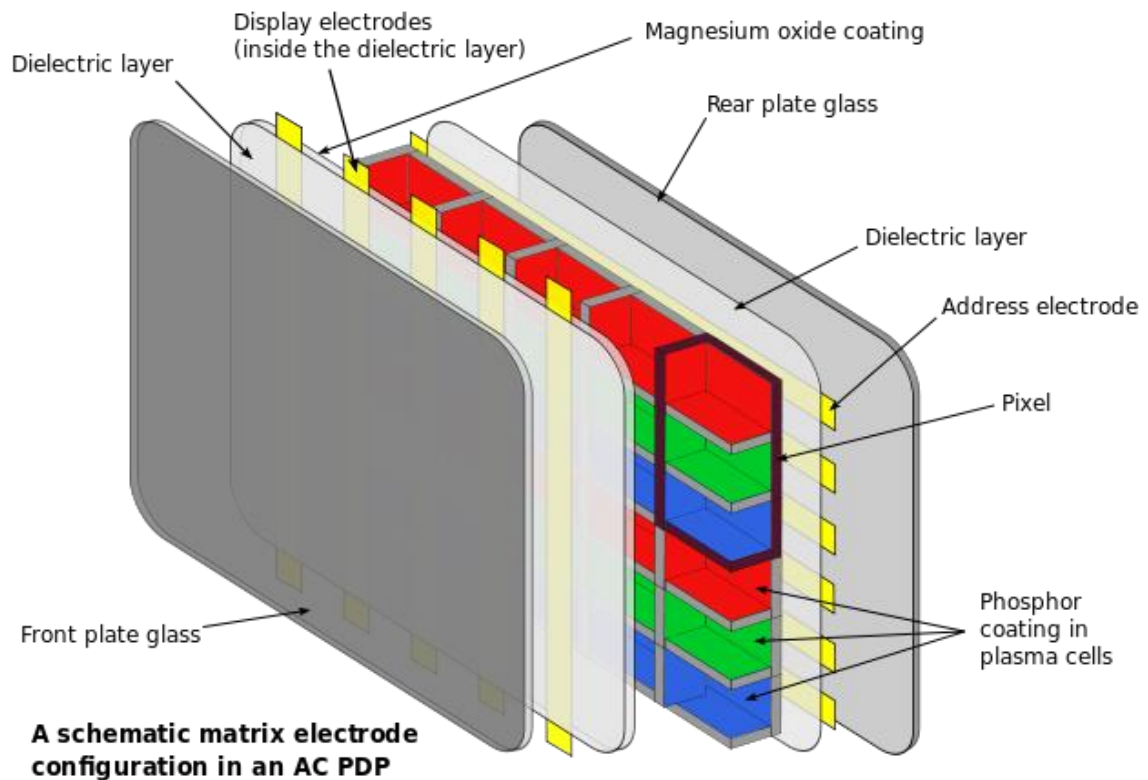


Рис. 2.1. Розряд в комірках компланарності геометрії

Подібні розрядні осередку дуже заманливо застосувати для синтезу в них озону, особливо враховуючи добре відпрацьовану технологію створення розрядних панелей, проте, компланарна газорозрядна панель створювалася для роботи в інертних середовищах, тому робота комірки з заповненням її киснем

або атмосферним повітрям може здійснюватися тільки при зниженому тиску. Спроба отримати стійкий розряд при атмосферному тиску призводить до пробою діелектричного покриття. В експериментальній установці, на описаній вище розрядної комірці, були отримані концентрації озону до 25 мг/л, при тисках від 0,2 до 0,5 бар.

Практичне застосування осередків компланарності геометрії в якості озонаторів викликає сумнів, незважаючи на досить високий вихід озону. Ці осередки дуже дорогі, недостатньо міцні і здатні працювати тільки при зниженому тиску.

Дуговий розряд. При отриманні озону можливо використовувати так само і дугового розряд. Термічна дисоціація молекул різко зростає із зростанням температури. Так, при $T = 3000\text{K}$ - вміст атомарного кисню складає $\sim 10\%$. Такі температури (кілька тисяч градусів) можна отримати в дуговому розряді атмосферного тиску. Однак утворення O_3 нездійснено при високих температурах, оскільки озон розкладається швидше молекулярного кисню, але можна створити нерівноважні умови: нагріти газ у високотемпературній камері, а потім різко його охолодити. Це дає можливість надрівновісного утворення озону. Озон виходить як проміжний продукт при переході суміші $\text{O}_2 + \text{O}$ до молекулярного кисню. Максимальна концентрація O_3 в такому варіанті плазмотрона досягає 1%, вона цілком достатня для багатьох промислових цілей, і, до того ж, порівнянна за величиною з одержуваної в озонаторах використовують тихий розряд (найчастіше бар'єрний). До явних недоліків даного методу відноситься нестабільне горіння розряду, перегрів, надлишковий тиск, велике споживання електроенергії, великі габарити установок на його основі.

Коронний розряд. Коронний розряд утворюється, коли електричне поле навколо провідника сильно неоднорідне, в повітрі відбувається іонізація, супроводжувана світінням, провідник при цьому, оточений як би короною.

Світіння корони не досягає протилежного електрода, затухаючи в навколишньому газі. Залежно від коронуючого електрода розрізняють негативну і позитивну корону, а залежно від способу живлення - корону постійного і змінного струму, імпульсну і т. п. Кількість озону, що утворюється в коронному розряді, коливається від 15 до 25 г на кВт год. Перевагою озонаторів на основі коронного розряду є в першу чергу простота конструкції і необмеженість «розрядного проміжку». Газ можна прокачувати без додаткового опору, наприклад, по широкій трубі з дротом уздовж осі. Озонатори на основі коронного розряду застосовують найчастіше у вентиляційних спорудах. Енергетичний вихід озону в коронному розряді може доходити до 200-250 г О₃ на кВт год при застосуванні електроживлення з короткими імпульсами, з крутим фронтом наростання напруги [6]. Однак, створення таких складних генераторів електроживлення, яких вимагає наносекундний імпульсний розряд, є занадто дорогим ускладненням системи отримання озону.

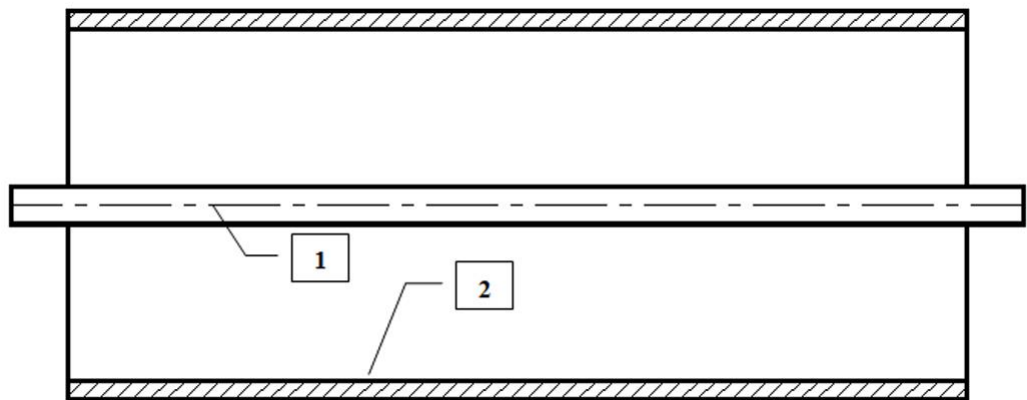


Рис. 2.2. Комірка коронного розряду (1 – центральний електрод, 2 – заземлений електрод)

Синтез під впливом ультрафіолетового випромінювання більш простий в реалізації, але значно менш продуктивний. Він полягає в тому, що кисневмісний газ пропускається через охолоджуваний і прозорий для ультрафіолетового

випромінювання (наприклад, кварцовий) реактор, опромінюваний джерелом ультрафіолетового випромінювання, що має відповідний спектр. В якості газу, як правило, використовується чистий кисень. Як джерело для саморобних приладів зручні позбавлені балона ртутні лампи високого тиску (типу ДРЛ). Вихід озону при використанні УФ-установок невисокий, тому в промислово випускаються приладах цей метод, як правило, не реалізується.

Озон може бути отриманий при електролізі. Як електроліту може використовуватися, наприклад, міцний розчин хлорної кислоти. Процес намагаються вести при можливо більш низькій температурі, що істотно збільшує продуктивність апарату по озону. Методом електролізу вдається отримувати киснево-озонову суміш з дуже високим (десятки відсотків) вмістом озону. Недоліком електролітичних методів є дорожняча електролітів і електродів, які зазвичай виготовляються з благородних металів.

Озон може в значних кількостях утворюватися при окисненні деяких речовин. Найбільш відомим прикладом такого роду реакцій є окиснення пінену (основного компонента скипидару) киснем повітря, в результаті якого утворюється помітна кількість озону. Виділяється при цій реакції озон може бути використаний для окислення інших речовин - як безпосередньо в суміші з скипидаром, так і після його сепарації. Однак, цей метод має вкрай обмежене застосування через дорожнючу сировини і проблем з поділом продуктів реакції.

Неодноразово робилися спроби створення озонаторів на основі опромінення кисню енергетичними пучками. У таких пристроях озон утворюється при впливі на кисень різних потоків часток: електронів, рентгенівських променів і радіаційних потоків: α -частинок, γ -квантів і т. д. Озон при цьому утворюється, починаючи з енергії монохроматичного пучка електронів ~ 6 еВ, що відповідає дисоціації молекули O_2 . Це підтверджує прийнятий в даний час механізм утворення озону. Загальними недоліками цих методів є складність апаратури, низький енергетичний вихід, небажаність

роботи з високоенергетичними пучками, широкий спектр речовин, що утворюються при впливі на повітря частинок високих енергій. Озонатори побудовані за даним принципом не вийшли за межі лабораторій і застосування в промисловості не знайшли.

2.2 Принципи роботи озонаторів

Бар'єрний розряд - найбільш ефективний генератор озону. Всі інші, відомі нині методи, економічно менш вигідні, хоча деякі з них можуть мати окремі переваги перед бар'єрним розрядом. Понад те, електросинтез озону є єдиною хімічною реакцією, котра в промислових масштабах здійснюється в розрядах.

Під бар'єрним розрядом розуміють розряд, що виникає між двома діелектриками чи діелектриком і струмом. Через те, що електричний ланцюг перерваний діелектриком, живлення здійснюється тільки змінним струмом. Сучасна конструкція, розроблена в МДУ і виконана повністю зі скла, зображена на рис. 2.3. Озонатор складається з трьох трубок різного діаметру, вкладених одна в одну і спаяних по окружності. Якщо озонатор живиться струмом промислової частоти (не вище), охолодження проточною водою не обов'язкове. Вона використовується лише для підведення напруги. Для цього у внутрішню й зовнішню трубки (на рисунку 1 і 3 відповідно) наливається вода, нижні відводи трубок закриваються пробками. Через пробки вводяться два дроти, які всередині трубок стикаються до води. Водопровідна вода (не дистильована) є провідником струму, тож трубки виявляються під напругою. Електроживлення здійснюється від високовольтного трансформатора. Земляний дріт високовольтної обмотки трансформатора подається на зовнішню трубку, на цій же ділянці ланцюга ставлять вимірювач струму (міліамперметр); високовольтний дріт підводиться до внутрішньої трубки. Між цією точкою і землею статичним кіловольтметром вимірюється напруга на озонаторі. На

низьковольтну обмотку трансформатора напруга від мережі звичайно подається через регулятор. Зазор між зовнішньою стороною внутрішньої трубки і внутрішньою стороною середньої становить собою розрядний проміжок. Звичайні озонатори мають розрядний проміжок 1-3 мм. Діаметр внутрішньої трубки - 10-20 см, довжина проміжку - 20-40 см.

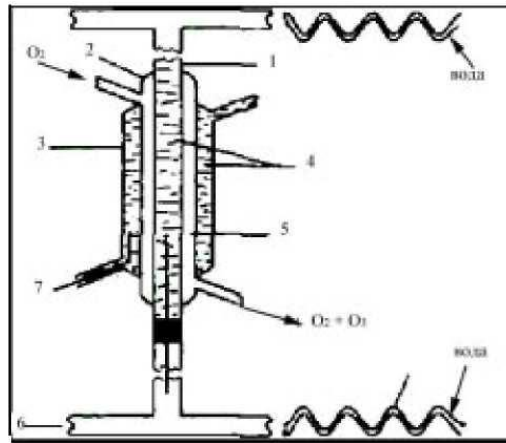


Рис. 2.3. Скляний озонатор: 1-3 - скляні трубки; 4 - вода; 5 - розрядний проміжок; 6 - трійник; 7 - спіралі охолодження

Напруга, при якій розряд стабільно працює, залежить від ширини проміжку і товщини трубок 7 і 2 (товщина бар'єрів) та коливається в межах 7-12 кВ. Сила струму при частоті 50 Гц складає одиниці міліамперів чи й менше, активна потужність - кілька ват. При невеликих потужностях озонатор можна не охолоджувати, оскільки тепло, що виділяється, виноситься з потоком кисню й озону. Газ (кисень, повітря) подається в зазор із балона чи через компресор. При роботі на такому озонаторі з осушеним киснем реально отримати до 1-2 г O_3 за годину при концентрації до 1%; концентрація може сягати й значно більших величин (10-14%), але тоді вихід озону буде нижчим.

Для отримання більшого виходу (до 20 г O_3 за годину) можна використати такий же озонатор, але бар'єри необхідно охолоджувати проточною водою. Тоді живлення здійснюється від генератора з підвищеною частотою (звичайно 1000-10000 Гц), потужність значно зростає, збільшується й вихід озону.

Для успішної роботи озонатора необхідне дотримання деяких умов.

Зазор, у якому відбувається розряд, повинен бути рівномірним по всій довжині озонатора, інакше робочою буде тільки частина озонатора, що відіб'ється на ефективності виходу озону. При підвищенні напруги можливі також пробої окремих дільниць.

Нагрівання озонатора недопустиме. Зі збільшенням температури різко збільшується швидкість третьої групи реакцій, що веде до розкладу озону. Швидкість дисоціації кисню не залежить від температури, а швидкість тримолекулярної реакції навіть дещо падає при нагріванні газу. Усе це веде до різкого падіння концентрації озону на виході і нестабільності роботи озонатора. Окрім того, при нагріванні скла зростає ймовірність пробою бар'єрів. При роботі з киснем дуже бажана, а при роботі з повітрям необхідна осушка газу.

Вихід озону з невеликого озонатора може перевищувати пік в 104-105 і більше разів. Перед викидом в атмосферу невикористаний озон зазвичай розкладають на гетерогенних каталізаторах.

2.3 Аналіз стану виробництва озонаторного обладнання

На протязі багатьох років виробництво озонаторного обладнання в СНД було монополізовано одним підприємством - Курганським заводом хімічного машинобудування "Курганхіммаш". Розробником обладнання для цього заводу виступав Дзержинський філіал Ленхіммаш. Як наслідок, існувала крайньо обмежена номенклатура озонаторного обладнання, до того ж його модернізація своєчасно не здійснювалася.

За останні кілька десятиліть ситуація поліпилася, виробниками озонаторного обладнання в Росії стали АТ "Курганхіммаш", ракетно-космічний завод ім. М. В. Хрунічева, підприємство "Озоніт", АТ "Ескіс", ТОВ "Озонія", АТ "Техозон", нижньоновгородське ТОВ "Медозонс", Арзамаський

приладобудівний завод, в Україні - Український фізико-технічний інститут, Київський науково-дослідний інститут експериментальної інформатики і метрології, Харківський інститут озонотерапії і медобладнання та ін.

Продукція представлена також різними виробниками з Німеччини й Італії. Досить широким став і типорозмірний ряд розроблюваного обладнання.

Нині для можливого споживача складність полягає в тому, щоб вибрати обладнання, яке задовольняє всі його вимоги. При цьому найчастіше споживачами є підприємства, співробітники яких не знайомі з усіма деталями конструкції озонаторів, можливими складнощами експлуатації обладнання та ступенем його надійності.

Озонаторна установка (станція) великої продуктивності становить собою складний прилад, що включає цілий комплекс різних елементів. Озонаторна установка, що працює на осушеному повітрі, має ряд додаткових елементів. Для пояснення нижче (Рис. 2.4) подається короткий опис озонаторної установки, що працює на осушеному повітрі, та основні особливості генератора озону (озонатора). Слід мати на увазі, що часто озонатором називають усю озонаторну установку, особливо при невисокій продуктивності.

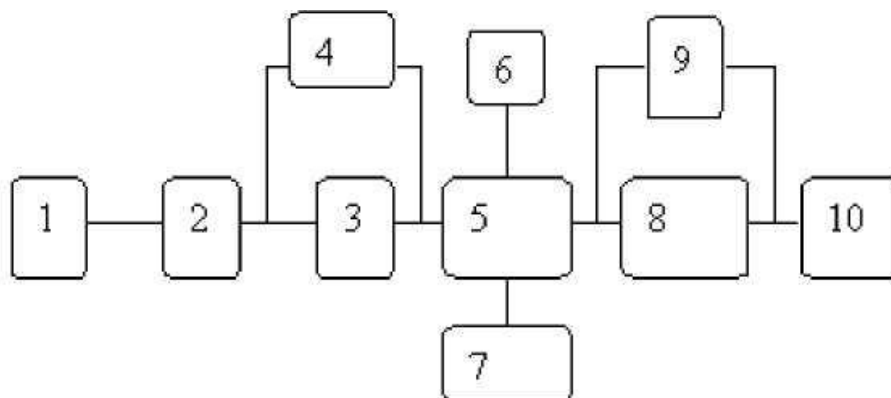


Рис. 2.4. Структурна схема озонаторної станції.

На рисунку 2.4 представлені наступні блоки:

- компресор;

- блок осушки повітря. Блоки 1 і 2 разом складають систему повітропідготовки;
- вимірювач витрати газу;
- вимірювач вологості газу;
- генератор озону;
- система охолодження електродів генератора;
- джерело живлення генератора озону;
- контактна камера;
- вимірювач концентрації озону в газовій суміші, котра виходить;
- деструктор залишкового озону.

Озонатор (озонаторну установку) прийнято характеризувати наступними параметрами:

- продуктивність за виходом озону, г/год. чи кг/год.;
- концентрація озону, г/м³ чи мг/л;
- потужність, яку споживає генератор озону (активна потужність, що йде на утворення озону), кВт;
- повна потужність, яку споживає озонаторна установка, кВт;
- питомі енерговитрати на виробництво озону при встановленій його концентрації, кВт/год./кг. Ця величина залежить від того, за якою потужністю розраховуються енерговитрати: за повною потужністю установки чи за потужністю, яку споживає генератор озону.

Окрім того, ця величина визначається й концентрацією озону на виході генератора;

- витрата робочого газу, м³/год.;
- вологість робочого газу, °С точки роси;
- робоча напруга генератора озону, кВ;
- частота джерела живлення генератора озону, Гц;
- габарити установки, вага, необхідна площа.

Основою озонаторної установки є генератор озону, що називається також просто озонатором.

Загалом розробка і виробництво озонатора є дуже складною проблемою. Незважаючи на зовнішню простоту конструкції, створення працездатної високопродуктивної, але й надійної в роботі установки вимагає розвиненої технічної бази й високої культури виробництва. Однією з найважливіших проблем при створенні озонатора є забезпечення високої рівномірності по ходу газу зазору між електродами, високої точності установки електродів, використання матеріалів, що забезпечують не тільки високу механічну й електричну міцність, але й добру теплопередачу від газу до охолоджуваної рідини.

Не меншою проблемою є і створення надійно працюючого джерела живлення. Тут слід зазначити, що висока ефективність установки в цілому забезпечується лише тоді, коли джерело живлення створюється для спільної роботи з конкретним генератором озону. Електричний розряд у газі, який є джерелом утворення озону, становить собою складне навантаження для джерела живлення, що спільно з місткішим характером навантаження створює спеціальні вимоги до джерела високої напруги.

Треба сказати, що від ступеня узгодженості роботи джерела живлення і генератора озону залежить і значення питомих енерго-витрат на виробництво озону. Тут додатковою складністю є вибір і використання надійного методу вимірювання енерговитрат, що особливо необхідно враховувати при оцінці обладнання.

Складною проблемою при створенні озонатора високої продуктивності є якісна система повітропідготовки. Для отримання високих концентрацій озону вимагається високий ступінь осушки повітря при досить великих його витратах, а також постійний контроль як вологості робочого газу, так і концентрації озону на виході генератора.

2.3.1 Науково-виробниче підприємство "Техозон"

Підприємство "Техозон" володіє технологією нанесення металізованих покриттів на внутрішню поверхню скляних трубок і постачає озонатори класичного типу з металізованими склоелектродами, які отримали найбільш широке розповсюдження у світовому озонобудівництві як найпростіші й найнадійніші в експлуатації. Як діелектрик у цих озонаторах використовується високоякісне, електрично міцне термостійке скло. НІШ "Техозон" виробляє й постачає:

- озонатори середньої продуктивності серії ТС від 1,2 до 5,0 кг озону за годину (табл. 2.5).

- озонатори малої продуктивності серії ТМ продуктивністю від 10 до 600 г озону за годину (табл. 2.6);

Таблиця 2.1

Озонатори середньої продуктивності ТС і ТСК

Найменування	Продуктивність по озону, кг/год	Споживана потужність, кВт	Концентрація озону, г/м ³	Витрата газу, м ³ /год	Витрата води, м ³ /год	Маса, кг	Габарити: довжина x ширина x висота, мм
ТС-1.2	1,2	25	0...25	80	6	1200	24 00 x 14 00 x 23 00
ТС-1.7	1,7	34	0...25	100	8	1500	24 00 x 17 00 x 25 00
ТС-2.5	2,5	50	0...25	150	14	2000	24 00 x 18 00 x 27 00
ТС-3.5	3,5	70	0...25	190	20	3000	24 00 x 20 00 x 30 00
ТС- 5 ρ	5,0	120	0...25	250	40	4000	26 00 x 26 00 x 27 00
ТСК-2.5	2,4	25	0...70	48	6	1200	24 00 x 14 00 x 23 00
ТСК-3.5	3,4	34	0...70	68	8	1500	24 00 x 17 00 x 25 00
ТСК-5.0	5,0	50	0...70	100	20	2000	24 00 x 18 00 x 27 00
ТСК-10	10 ρ	120	0...70	200	40	4000	26 00 x 26 00 x 27 00

Озонатори малої продуктивності

Найменування	Продуктивність по озону, кг/год	Спожива на потужність, кВт	Концентрація озону, г/м ³	Витрата газу, м ³ /год	Витрата води, м ³ /год	Маса, кг	Габарити: довжина x ширина x висота, мм
ТМ-10	10	0,3	0...30	1	0,07	150	1000x600x1700
ТМ-20	20	0,6	0...30	2	0,15	200	1000x600x1700
ТМ-30	30	0,8	0...30	3	0,21	230	1000x600x1700
ТМ-50	50	1	0...30	5	0,25	250	1000x600x1700
ТМ-100	100	2	0...25	10	0,5	450	1200x600x1700
ТМ-300	300	6	0...25	20	1,5	600	1500x600x1700
ТМ-600	600	12	0...25	40	3	800	2000x600x1900

- озонатори ТСК і ТЛК призначені для роботи на чистому кисні, озонатори ТС, ТМ, ТЛ - на повітрі;

- продуктивність озонаторів ТС, ТМ, ТЛ вказана при робочому тискові 1 кг/см² і концентрації озону 20 г/м³;

- продуктивність озонаторів ТСК і ТЛК вказана при робочому тискові 1 кг/см² і концентрації озону 50 г/м³.

2.3.2 Український фізико-технічний інститут (УФТТ, м. Харків)

Давно і плідно займається розробкою широкого спектру технічних озонаторів для найрізноманітнішого застосування. Інститутом розроблені озонатори марок "Озончик" та інших продуктивністю від 3 до 10 г/м³ для озонування води і для інших призначень. Починаючи з 1995 року, УФТТ на різних підприємствах і в інститутах упроваджує зовсім нову конструкцію генератора озону, засновану на безбар'єрному розряді. Озоногенератори, що використовують метод безбар'єрного розряду, ще недостатньо вивчені у світі, а тому не знайшли широкого застосування, хоча й привертають велику увагу спеціалістів та вчених різних країн.

Озонатори, що використовують безбар'єрний розряд, економічно менш

вигідні за бар'єрні, споживають більше питомої електроенергії і конструктивно для нормальної роботи вимагають більших витрат повітря чи кисню, унаслідок чого на виході генератора відповідно знижується концентрація озону, що для таких напрямків застосування, як медицина, є визначальним.

Окрім того, у медицині надзвичайно важливо з допомогою автоматики регулювати й контролювати діапазон отримуваних концентрацій озону. Подібна автоматика на озонаторах УФТІ відсутня, а такий параметр, як кількість озону, напрацьованого за годину, запозичений із водоочистки і в медицині неприйнятний, оскільки при озонотерапії потрібне тонке регулювання наробок озону за мінімально встановлений на озонаторі час - 1 хвилину.

2.3.3 Київський науково-дослідний інститут експериментальної інформатики і метрології

У ньому розроблені і впроваджені комплекси з широким діапазоном параметрів, які отримали назву - активатори кисню (табл. 2.3 та 2.4).

Приладовий блок активатора виконаний у вигляді настільного приладу в металічному корпусі. Приладовий блок містить пневмосистему, яка складається з ре'улятора потоку з вентилем, розрядної камери, ротаметра і манометра. Пневмосистема активатора виконана з матеріалів, стійких до дії кисню, і герметична. Як джерело кисню для роботи активатора може бути використана стаціонарна киснева ма'істраль медичної установи чи балон високого тиску.

Таблиця 2.3

Технічні характеристики активатора кисню КНДІЕІМ

Діапазон об'ємних витрат кисню, що подається на вхід приладу при надлишковому тиску на вхід до приладу від 0,8 до 2 МПа	от 1 до 10 л/хв
Діапазон регулювання масової концентрації озону в газовій суміші	от 2 до 250 мг/л ³
Діапазон установлення часу	от 5 до 30 хв
Час роботи приладу в повторно-короткочасному режимі не менше	8 годин
Живлення приладу від мережі перемінної напруги, напруга, частота	220±22 В, 50±1 Гц
Потужність, споживана приладом від мережі, не більша	60 ВА
Маса приладу не більша	12,5 кг
Габаритні розміри не більші, мм	515x220x335
Камери-вольтери виготовлені з ливки ПЕХ ГОСТ 9998 марки ПІ, дозволені до застосування Мінюромні здоров'я	

Таблиця 2.4

Технічні характеристики озонотерапевтичних приладів

Тип приладу	Витрата O_3 , л/хв	Концентрація озону, мг/л	Продуктивність по озону, мг/хв	Струм розряду, мкА	Напруга живлення, В	Споживана потужність, Вт	Габарити, мм х мм х мм	Маса, кг
АК-1	1,5-6,0	30-50	0,08-0,18	40	220 +10% -15%	30	515х210х335	12,5
АК-2	1,5-6,0	15-125	0,08-0,45	50-200	220 +10% -15%	35	480х185х355	12,5
АК-3	1,5-6,0	40-210	0,1-0,65	50-200	220 +10% -15%	60	345х365х160	10,0

Приладовий блок активатора може працювати у двох режимах: "ручному" і "автоматичному".

У режимі "Ручний" висока напруга подається на розрядну камеру таймером безпосередньо, і активація кисню відбувається постійно.

У режимі "Автоматичний" висока напруга подається на розрядну камеру таймером на певний час.

2.3.4 ВАТ електромашинобудівний завод "Лепсе"

Генератор озону "Озон М-50" призначений для одержання озono-кисневої суміші з масовою концентрацією озону на виході від 1,0 до 50,0 мг/л при заданій витраті кисню від 1,0 до 0,2 л/хв.

Генератор озону виробляє озono-кисневу суміш при максимальній витраті кисню 1 л/хв. з чотирма масовими концентраціями озону з ряду 1; 2; 5; 10 мг/л.

При витраті кисню 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 л/хв. у генераторі озону передбачена можливість установки ще чотирьох фіксованих показників концентрації озону на кожному з вказаних значень витрати кисню. Ці показники концентрації озону не нормуються, а встановлюються виробником індивідуально для кожного приладу та фіксується на лицевій панелі і в паспорті на генератор.

У генератор озону вбудовані такі пристрої:

- пристрій для забору озону у шприц;
- ротаметр, який дозволяє плавно регулювати швидкість подавання та використання кисню;
- чотири тумблери, які дозволяють встановлювати показники відповідних концентрацій озону на кожному з фіксованих значень витрати кисню.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики озонатора "Озон-М-50".

Діапазон регулювання масової концентрації озону у газовій суміші	0,1-50,0 мг/л
Напруга	220 В
Частота	50 Гц
Застосовувана потужність	250 ВА
Габарити	130x420x210 мм
Маса	10 кг



Рис. 2.5. Медичний озонатор "ОзонМ-50"

2.4.5 Інститут озопотерапії і медобладнання (м.Харків)

Представляє нову й найсучаснішу розробку - універсальний медичний апарат озопотерапії (далі - озонатор) нового покоління "Озон УМ-80", який дозволяє отримувати гарантовано чистий медичний озон, точно його дозувати і регулювати, а також одночасно і миттєво в автоматичному режимі контролювати

концентрацію вироблюваного озону за допомогою вбудованого газоаналізатора (вимірювача концентрації озону).

Генератор озону призначений для одержання озono-кисневої газової суміші і проведення озонотерапевтичних процедур на зовнішніх поверхнях та у порожнинах тіла пацієнта, парентерального (найчастіше внутрішньовенного) введення терапевтичних доз озону та його розчинення у фізіологічних розчинах, дистильованій воді або в крові, а також у косметології.

За своїми технічними характеристиками і лікувальними можливостями медичний озонатор "Озон УМ-80" є найкращим серед вироблених у країнах СНД і не має аналогів у світі.

Використання різних методів застосування медичного озону необхідно здійснювати у суворій відповідності з методичними рекомендаціями "Методики озонотерапії", затвердженими Міністерством охорони здоров'я України 11.01.2001 р. та навчальним посібником "Основні принципи і методи озонотерапії в медицині", затвердженим Міністерством освіти і науки України 21.06.2001 р.



Рис. 2.6. Медичний озонатор "Озон УМ-80"

Конструкція універсального медичного озонатора розроблена Інститутом озонотерапії і медобладнання сумісно з Інститутом фізики плазми Національного Наукового Центру Харківського фізико-технічного інституту (розробник електронних прискорювачів, термоядерних установок "Ураган", атомних реакторів) і науково-виробничим підприємством "Хартрон-Енерго" (ведучий розробник електронного обладнання, програм і систем керування для ракетно-космічної техніки).

Медичний озонатор "Озон УМ-80" створений на елементній базі провідних зарубіжних фірм, керування ним здійснюється на базі зарубіжних мікропроцесорів, а інформація відтворюється в АРМ лікаря будь-якого фаху, має вбудований стандартний роз'єднувач, за допомогою якого може підключатися до персонального комп'ютера.

Озонатор використовується у медичних закладах при температурі навколишнього повітря від +10 до +35° С при відносній вологості повітря до 80%.

Важливі якості медичного озонатору "Озон-УМ-80":

- безпека лікування, що включає захист від токсичного впливу, точність дозування при лікуванні, захист від помилкових дій оператора. Алгоритм роботи озонатора встановлюється і контролюється процесорною системою керування, яка блокує роботу озонатора при виникненні аварійних і нештатних ситуацій;

- великий ресурс розрядної камери (не менш 10000 годин);

- тривалий строк (на протязі 10 років) експлуатувати генератор озону.

- виробник забезпечує гарантійний ремонт на протязі 1 року і післягарантійне обслуговування медичного озонатора на протязі всього строку експлуатації;

- ризик випадкового інгаляційного впливу зведений до мінімуму за

рахунок використання надійного каталітичного деструктора, озоностійких матеріалів, надійного виконання всіх з'єднань. Деструктор невикористаного озону забезпечує при тривалій роботі генератора озону концентрацію озону на робочому місці нижче ГДК (0,1 мг/м³);

- укомплектованість озонатора всім необхідним оснащенням і приладдям для використання 30 різних методик озонотерапії, а також науково-методичною літературою, включаючи різні методики озопотерапії, затверджені Міністерством охорони здоров'я України;

- конструктивне рішення розрядної камери генератора озону.

Це дуже важливий показник, бо мова йде, насамперед, про гарантії безпеки, оскільки парентеральне використання озонотерапії можливе тільки в тому випадку, якщо озонатор виробляє чистий медичний озон.

У лікаря не повинно бути ні тіні сумніву в чистоті використовуваної озono-кисневої суміш (відсутності в ній домішок).

Ця проблема актуальна, бо практика свідчить, що:

- застосований кісень не відповідає вимогам ГОСТу, він містить у мікрокількостях технічні масла, які у розрядній камері у ході озонолізу можуть перетворитися на небажані токсичні продукти (жирні кислоти, кетони, альдегіди та інш.).

Цілком очевидно, що для парентерального застосування можна використовувати тільки ті озонатори, які виробляють абсолютно чисту озono-кисневу суміш, бо в іншому випадку наслідки лікування можуть бути непередбачуваними, особливо при використанні методики внутрішньовенного введення ОФР, який є ідеальним капканом для токсичних мікродомішок.

Управління озонатором і інформація про роботу усіх його систем відображається на багатофункціональному дисплеї.

Озонатор має відповідний вихід-роз'єднувач, що дозволяє підключатися до персонального комп'ютера і легко вмонтовується в АРМ лікаря будь-якого

фаху для дистанційного управління і реєстрації виконуваних процедур.

Системи автоматики озонатора передбачають його блокування або відключення при помилкових діях оператора, а також автоматичний захист проти заливу системи фізрозчином.

Озонатор на вході оснащений власним редуктором тиску кисню та багатоступеневим додатковим фільтром доочищення і осушення кисню.

Споживана потужність не перевищує 100 ВА при використуванні напрузі 220 В.

2.4.7 Озонатори виробництва Німеччини

Принцип роботи медичного німецького озоногенератора "Озоносан".

Медичний кисень надходить у дві послідовно з'єднані високовольтні трубки, які знаходяться під напругою від 4 000 до 14 000 вольт.

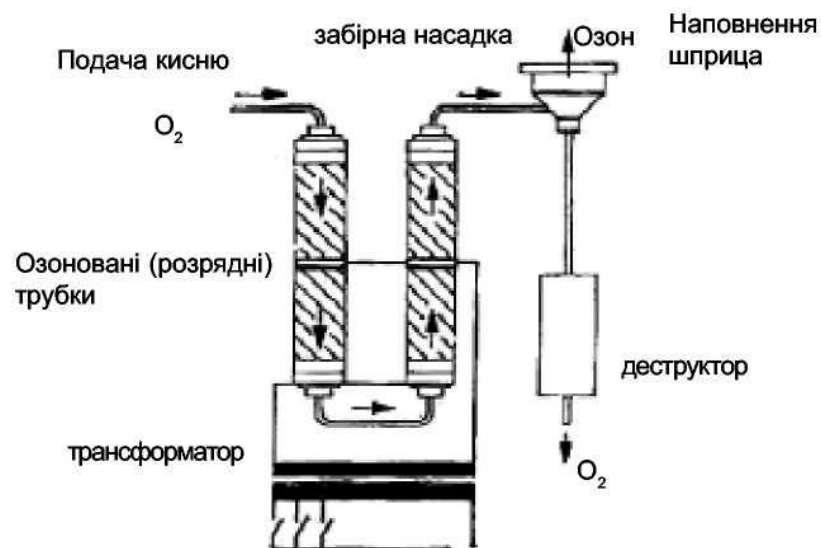


Рис. 2.8. Принцип роботи медичного німецького озоногенератора "Озоносан".

За рахунок потужного поля деякі молекули O_2 розкладаються на атоми й утворюють з іншими молекулами кисню молекули озону (O_3). Зайвий чи невикористаний озон каталітично знову перетворюється на кисень. При цьому

на атомарному рівні відбувається наступний процес: частина молекули кисню під впливом електричного поля розкладається на атоми кисню (O), потім окремі атоми кисню вступають у реакцію з молекулярним киснем і утворюють озон.

Озоно-киснева суміш, отримувана при цьому процесі, поступаючи через забірну насадку, використовується з медичною метою чи з допомогою деструктора знову перетворюється каталітичним шляхом на кисень. Для того, щоб отримати медичну озоно-кисневу суміш, "Озоносан" повинен заряджатися надчистим киснем, а не повітрям, яке містить приблизно 80% азоту, котрий використовується звичайно в технічних озоногенераторах. Молекулярний азот, підданий екстремальним умовам високої напруги, почав би також розкладатися на атоми, що привело б до утворення високотоксичного окису азоту.

Це не треба плутати з інертною поведінкою азоту поза областю розряду. За нормальних умов азот і озон у реакцію не вступають.

Три фактори визначають отримувану кількість озону:

Напруга. Чим вища прикладена напруга, тим вища концентрація озону.

Газовий потік. Чим вищий потік газу, тобто чим швидше кисень долає розрядний проміжок, тим менша кількість розкладених молекул O₂, тим нижча концентрація озону.

Відстань між електродами. Для різноманітних форм застосування необхідна сукупна концентрація як при малому, так і при високому потоці газу, що суперечить закономірності розрядних трубок. Тому вводиться третій параметр - відстань між електродами.

Характерна діаграма залежності концентрації озону від потоку газу подана на рис. 2.9 у подвійному логарифмічному масштабі при трьох різних напругах і відстані між електродами в 1 мм. Чим нижчий потік кисню і чим вища прикладена напруга, тим вища концентрація озону. На практиці зазвичай застосовуються межі швидкості потоку приблизно 1-10 л/хв.

Максимальна концентрація озону знижується зі збільшенням відстані між

електродами, однак при високих швидкостях потоку газу знижується і концентрація озону, і продуктивність апарату.

Об'єднання систем за рахунок послідовного включення дає можливість отримати високий рівень концентрації озону також при високій швидкості потоку газу і водночас зберегти відносно високу концентрацію озону навіть при швидкості 10 л/хв.

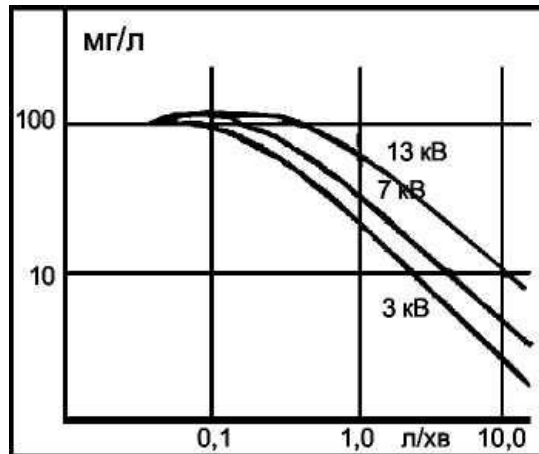


Рис. 2.9. Діаграма концентрації О₃ в потоці газу в залежності від напруги при відстані між електродами в 1 мм.

Українська асоціація озонотерапевтів і виробників медобладнання, заснована Харківським державним медичним університетом, Харківською державною медичною академією післядипломної освіти, медичними науково-дослідними інститутами, різними клініками та організаціями, зареєстрована у квітні 2000 року з метою поширення нових методів лікування та діагностики, об'єднання та координації науково-дослідної, навчальної, лікувальної та інформаційної діяльності. Асоціація, згідно зі статутними документами, податковими зобов'язаннями та конкретної діяльності, є неприбутковою організацією і комерцією не займається.

Членами Української асоціації є медичні заклади, науково-дослідні інститути, лікувальні клініки особистих форм власності, фонди та організації з усіх регіонів України, в тому числі Києва, Криму, Одеси та Одеської області, що

працюють на різних озонаторах виробництва України, Росії, Німеччини, Польщі та Італії.

Узагальнюючи європейський і російський досвід за останні 30 років, а також напрацювання, наукові дослідження, випробування та практичний досвід українських лікарів, в тому числі членів нашої асоціації, за останні 10 років, асоціація намагається виробити спільне колективна думка, що пред'являється до медичних озонотерапії на Україні незалежно від їх виробників.

Вибираючи озонатор, лікарі найчастіше керуються цінovими показниками обладнання та загальними характеристиками, не приділяючи належної уваги технічній стороні і питань безпеки його застосування. На жаль, деякі продавці, користуючись тим, що відсутні рекомендації щодо вибору обладнання, вводять покупців в оману щодо технічних характеристик і експлуатаційних можливостей обладнання.

Враховуючи вищевикладене, Українська асоціація озонотерапевтів і виробників медобладнання спільно з Харківською медичною академією післядипломної освіти сформулювала і затвердила наступні основні медико-технічні вимоги та рекомендації, коменту, котрим повинні відповідати сучасні медичні озонатори:

Надійність і безпека експлуатації озонаторів.

Безпека лікування, яка включає захист від токсичного впливу, точність дозування при лікуванні, захист від помилкових дій оператора. Алгоритм роботи озонатора повинен встановлюватися і контролюватися процесорної системою управління, яка повинна автоматично блокувати роботу озонатора при виникненні аварійних і позаштатних ситуацій, а також при помилкових діях персоналу.

Стабільність роботи озонатора і можливість автоматичної підтримки різних концентрацій озону з високим ступенем точності у великому діапазоні. Гарантовано чиста озono-киснева суміш за рахунок додаткового використання

попередньої осушки кисню, багатоступінчастого фільтра доочистки кисню і спеціальної конструкції розрядної камери. Недоочищеними кисень містить домішки мікрочастинок технічних масел та інших речовин, що в процесі озоноліза призводить до утворення в озono-кисневої суміші токсичних продуктів (жирні кислоти, кетони, альдегіди та ін.)

Великий ресурс розрядної камери (не менше 10 000 годин), який дає тривалий термін (протягом 10 років) експлуатувати озонатор.

Фірма-виробник, що продає медичну апаратуру, зобов'язана забезпечувати гарантійний ремонт протягом не менше 1 року та післягарантійне обслуговування протягом всього терміну експлуатації, не дивлячись на митні бар'єри і кордони. Дуже важливо, як виробник обладнання відображає в договорах на поставку свої гарантійні зобов'язання, яким чином їх здійснює, як здійснюється політика повернень, як все це гарантується посередницькою фірмою-продавцем.

Ризик випадкового інгаляційного впливу повинен бути зведений до мінімуму за рахунок використання надійного каталітичного деструктора, озоностойкості матеріалів, надійного виконання всіх з'єднань. Деструктор невикористаного озону повинна забезпечити при безперервній багатогодинній роботі озонатора концентрацію озону на робочому місці нижче ГДК (0,1 мг/м³).

Управління озонатором та інформація про роботу всіх його систем повинна відображатися на багатофункціональному дисплеї.

Озонатор повинен мати відповідний вихід-роз'єм, що дозволяє підключатися до персонального комп'ютера і легко вбудовуватися в АРМ лікаря будь-якої спеціальності.

Генератор озону зобов'язаний мати вбудовані системи автоматики, що передбачають його зупинку або вимикання при помилкових діях обслуговуючого його оператора і автоматичний захист проти затоки системи фізіологічним розчином. Для більшої безпеки експлуатації генератора озону на

вході кисню повинен бути встановлений власний редуктор тиску. Всі лікарі, які використовують у своїй практиці методи озонотерапії, повинні бути навчені теорії та практиці застосування озонотерапії на спеціальних курсах підвищення кваліфікації лікарів (тематичне удосконалення з озонотерапії, яке здійснює Харківська державна медична академія післядипломної освіти з видачею відповідного сертифіката). Медичні сестри та оператори, обслуговуючі апаратуру, також повинні пройти відповідні курси, включаючи і техніку безпеки при роботі з апаратами, що використовують високий тиск і при роботі з електричними приладами. Коментарі, рекомендації та роз'яснення з актуальні питання.

а) Наші рекомендації щодо необхідності доочищення в медичному озонаторе вступника кисню дуже актуальні. Кисень, застосовуваний лікарями, виробляється на різних підприємствах з різною технологією виробництва і не завжди відповідає вимогам ГОСТу, що пред'являються до медичного кисню. Озонатори перевозяться покупцями на різні відстані в різних умовах, дуже часто озонатори коштують не підключені до кисню у разі їх ремонту, профілактики або при заміні кисневих балонів. Під час ремонту озонаторів і в генераторі озону, і у трубопроводах виявляються різні домішки, піщинки і навіть мошки, що є неприпустимим. Усі зарубіжні і багато російських фірми, що виробляють медичні озонатори, встановлюють фільтри доочистки кисню. Тому ми наполягаємо, щоб всі медичні озонатори, використовувані на Україні, були обладнані набором фільтрів для зменшення вологості та очищення кисню від мікродомішок і різних частинок. Очевидно, що для парентерального застосування можна використовувати тільки ті озонатори, які виробляють абсолютно чисту озоно-кисневу суміш, інакше наслідки лікування можуть бути непередбаченими, особливо при використанні методики внутрішньовенного введення озонованого фізрозчину, який є ідеальним капканом для токсичних домішок.

б) Щодо вимог до конструкції реактора для електросинтезу озону. У 1857 році була створена перша в світі установка для озону на базі "індукційних трубок", розроблених Вернером фон Сіменсом. З тих пір були розроблені різні конструкції установок для отримання озону, але трубчасті генератори озону досі широко застосовуються у всьому світі і в медицині, і в техніці, тому ми і називаємо цю конструкцію класичною. Чистота озono-кисневої суміші і використання для медичних цілей різного безлічі конструкцій генераторів, ми наполягаємо на застосуванні подвійного бар'єру і ні про яке обмеження технічного прогресу мова не йде, тому що генератори з подвійним бар'єром можуть мати трубчасту або пластинчасту (плоску) конфігурацію, а застосовуватися можуть будь-які матеріали, що не окислюються і не руйнуються під дією озону. З приводу "... перенесення іонів металу з поверхні електрода, окислення металів, появи токсичних домішок у процесі озоноліза ..." У монографії академіка РАН Луніна В.В., Поповича М.П., Ткаченко С.Н. Фізична хімія озону, М; МГУ, 1998 прямо указано, що нагрівання газової суміші в газовому зазорі при охолодженні електродів становить 20-50 ° С. У каналах розряду температура, виміряна спектральним методом (згідно роботі Джуварли Ч.М., Вечхайзера Г, В., Леонова П.В. Ж, Фіз. Хім. 1973. Т. 47, № 2), при ширині розрядного проміжку 0,1 мм складає 400 К, при його розширенні до 1 мм становить 700 К. Таким чином, ступінь осушки кисню і його вологість значно впливають на температуру електродів і, в кінцевому підсумку, можуть привести і до переносу іонів, і до окислення металу електродів, і до утворення кислот і токсичних з'єднань.

Відповідно до методичних рекомендацій "Методики озонотерапії", затверджених МОЗ України 11.01.2001 г, для внутрішньовенних ін'єкцій фізрозчин повинен насичуватися протягом 10 хв. озono-кисневою сумішшю з концентрацією озону 0,4 -1,6 мг / л, для великої аутогемотерапії - концентрацією 0,5 -12 мг/л. Вимірювач концентрації озону при низьких

концентраціях визначав концентрацію озону з точністю до десяткового знака, а не так, як в установці «Уота-60-01» виробництва ТОВ "Медозон", м. Москва, де вимірюються лише цілі значення: 1 мг/л, 2 мг/л і т.д. по зростаючій.

Як видно з пояснення, на зазначеній установці «Уота-60-01» такі основні і найбільш широко застосовуються в медичній практиці процедури, як внутрішньовенні ін'єкції, велику і малу аутогемотерапію взагалі не проведеш, а застосування більшості медичних методик просто неможливо.

2.4 Висновки до розділу 2

Проаналізовано принципи роботи генераторів озону та методів отримання медичного озону. Озоно-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 унеможлиблює попадання часточок металу електродів в суміж озону з киснем.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЗОНОГЕНЕРАТОРІВ

3.1 Схемо-технічні методи підвищення продуктивності озоногенераторів

Представимо блок у вигляді чорного ящика (рис. 3.1).

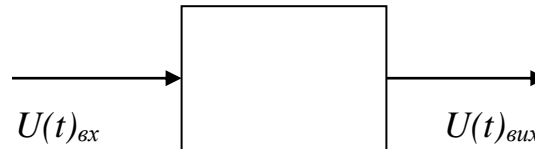


Рис. 3.1. Зображення блока у вигляді системи вхід-вихід

Відповідно до рис. 3.1 $U(t)_{вх}$ – вхідна напруга, $U(t)_{вх} = U_0 \cdot \sin(\omega t)$, де $U_0 = 380V$ $\omega = 2\pi f$, $f = 50Гц$.

$U(t)_{вих}$ – вихідна напруга – послідовність прямокутних імпульсів з амплітудою 6 кВ, щільністю 2 і частотою, що може регулюватись в межах 15-25 кГц.

Оскільки вхідна напруга є гармонічною функцією синуса, а вихідна – послідовністю однополярних прямокутних імпульсів, то логічно було б спочатку перетворити змінну напругу в постійну, потім в послідовність прямокутних імпульсів, і в кінці підсилити по амплітуді до необхідного значення. Математично такі перетворення можна описати наступним чином (відповідні часові діаграми подані на рис. 3.2):

Перетворення $|U(t)_{вх}|$ описує процес випрямлення вхідної напруги (див. рис. 3.2, б);

Перетворення $\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt$ описує процес фільтрації (виділення постійної складової) випрямленої напруги (див. рис. 3.2, в). T – період вхідної напруги.

Функція $g(t)$ – послідовність прямокутних імпульсів, з амплітудою, що рівна 1, щільність рівна 2, частота регулюється в межах 15-25 кГц

Множення $\left(\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt \right) * g(t)$ описує генерування прямокутних імпульсів з щільністю 2, відповідною частотою і амплітудою, що рівна $\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt$ (див. рис. 3.2, г)

Множення $\left[\left(\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt \right) * g(t) \right] * A$ описує процес підсилення послідовності прямокутних імпульсів $\left(\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt \right) * g(t)$ по амплітуді в A разів (див. рис. 3.2, д). $A = \text{const}$.

Відповідно математична модель блока, яка описує перетворення вхідної гармонічної напруги в вихідну послідовність прямокутних імпульсів, матиме вигляд:

$$U(t)_{\text{вих}} = \left[\left(\int_0^T |U(t)_{\text{вх}}| dt \right) * g(t) \right] * A \quad (3.1)$$

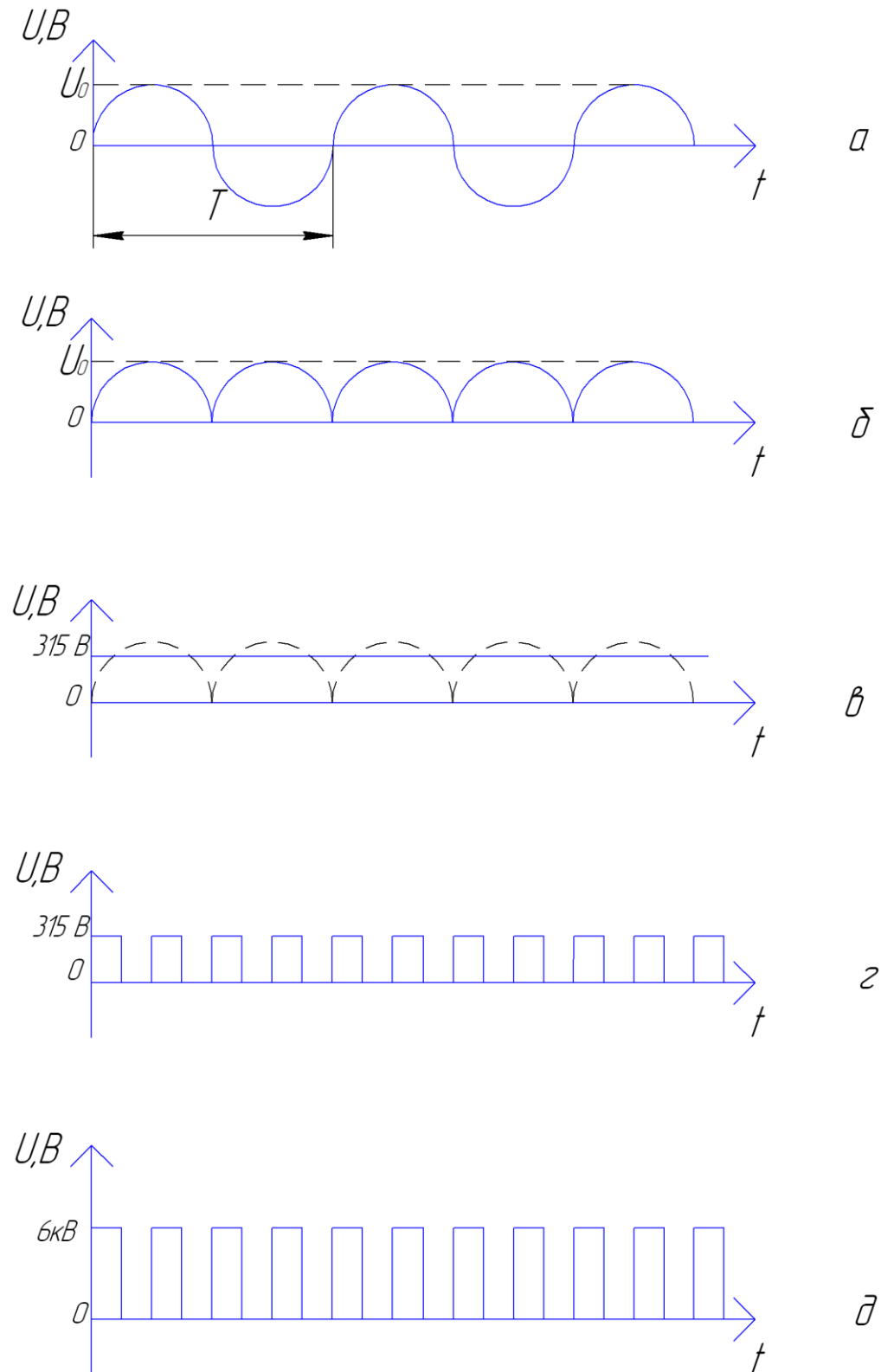


Рис. 3.2. Діаграми до ілюстрації моделі джерела живлення озоногенератора

За способом перетворення рівня напруги блоки живлення поділяються на

трансформаторні блоки живлення та імпульсні блоки живлення.

За конструктивним виконанням: вбудовані; зовнішні.

За областю використання: побутові; промислові.

Оскільки в порівнянні з трансформаторними імпульсні блоки живлення мають кращі масо-габаритні показники та способи реалізації кіл зворотнього зв'язку, використаємо при проектуванні структуру саме імпульсних блоків живлення.

На рис. 3.3 показані основні елементи силової частини «чопера».

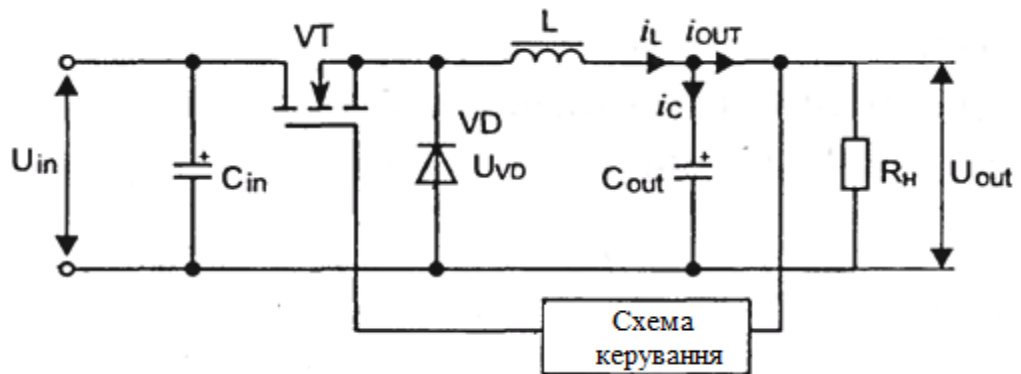


Рис. 3.3. Базова схема чоперного стабілізатора

Вхідна напруги U_{in} подається на вхідний фільтруючий кон конденсатор C_{in} . Ключовий елемент VT , в якості якого може бути використаний транзистор якого типу (біполярний, MOSFET, IGBT), здійснює високочастотну комутацію струму. Крім цього, у складі конвертора повинні бути розрядний діод VD , дросель L , конденсатор C_{out} , що утворюють вихідний LC-фільтр, а також схема управління, що здійснює стабілізацію напруги або струму навантаження з опором R_n . Як видно з малюнка, ключовий елемент VT , дросель і навантаження включені послідовно, тому цей стабілізатор відносять до класу послідовних схем.

Як відомо з попередніх розділів, ключовий елемент може стабільно

перебувати тільки в двох станах – повної провідності і відсічення . Якщо вказані стани змінюють один одного з постійною періодичністю , рівною T , то, позначивши час знаходження ключа в провідному стані – як час провідності (t_u), а час знаходження ключа в стані відсічення – як час паузи (t_n), можна ввести поняття коефіцієнта заповнення, рівного:

$$D = \frac{t_u}{t_u + t_n} = \frac{t_u}{T} = t_u f,$$

де f – частота комутації.

На рис. 3.4 показана графічна інтерпретація нововведеного параметра. Нульове значення D характеризує постійне знаходження ключового елемента в стані відсічення, в той час як рівність його одиниці показує режим постійної провідності. В стані відсічення напруга на навантаженні дорівнює нулю, в стані повної провідності спостерігається рівність вхідної і вихідної напруг. У проміжку між «нулем» і «одиницею» робота чоппера складається з двох фаз: накачування енергії та розряду. Отже, фаза накачування енергії протікає протягом часу t_u , коли ключовий елемент VT відкритий, тобто проводить струм (рис. 1.3, а). Цей струм далі проходить через дросель L до навантаження, що шунтується конденсатором C_{out} . Накопичення енергії відбувається як в дроселі, так і в конденсаторі. Струм i_L збільшується.

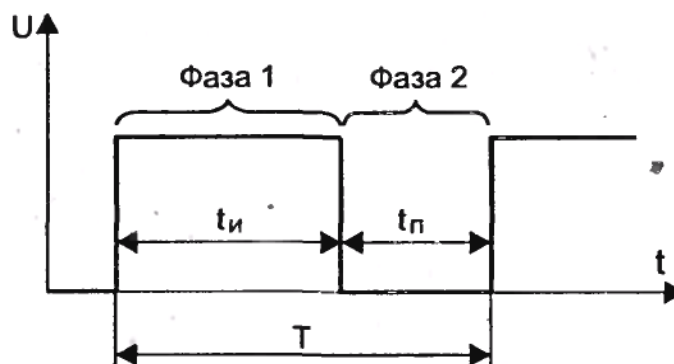


Рис. 3.4. Визначення коефіцієнта заповнення

Після того, як ключовий елемент VT переходить у стан відсічки, настає фаза розряду (рис. 3.5, б), що триває час t_n . Оскільки любий індуктивний елемент прагне перешкодити зміні напрямку та величини струму, що протікає через його обмотки, в даному випадку струм дроселя i_L миттєво зменшитися до нуля не може, і він замикається через розрядний діод VD. Джерело живлення у фазі розряду відключений, і дроселю нізвідки поповнювати спад енергії, тому розряд відбувається по колу «діод-навантаження». Звідси народилася назва діода – «розрядний».

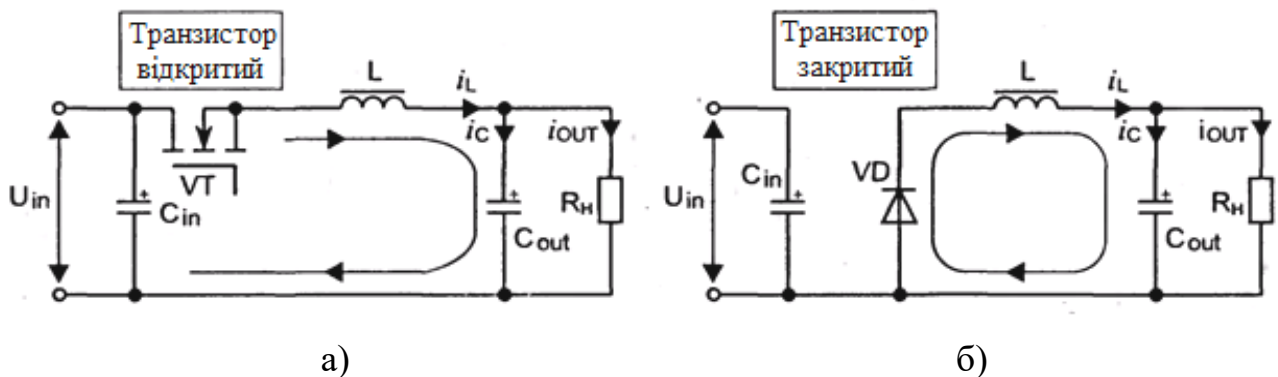


Рис. 3.5. Фази роботи чоперного стабілізатора: а) – фаза накачування енергії; б) – фаза розряду

Після закінчення часу T процес повторюється – знову настає фаза накачування енергії.

Розглянемо, як буде мінятися характер процесів в чоперному стабілізаторі при зміні величини індуктивності L . Можна зробити цю індуктивність достатньо великою, тоді струм, що протікає через неї, може не закінчитися до моменту початку наступної фази накачування енергії. Або вибрати індуктивність маленькою - в цьому випадку струм кожного разу буде «набиратися» від нульового значення. Перший режим роботи називається

режимом нерозривних струмів, а другий – режимом розривних струмів. У навантаженні струм не переривається ніколи в силу того, що конденсатор, виділяючи постійну складову, виконує роль джерела ЕРС. На рис. 3.6 показані діаграми напруги на розрядному діоді U_{VD} і струми в індуктивному елементі i_L для обох режимів.

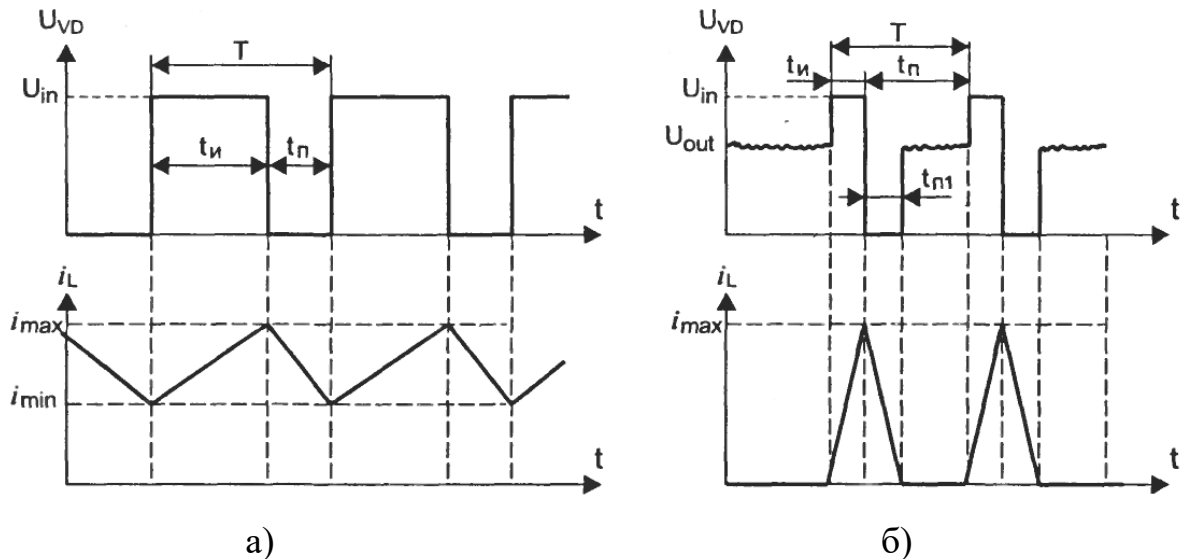


Рис. 3.6. Характеристики чоперного стабілізатора: а) в режимі нерозривних струмів дроселя; б) в режимі розривних струмів дроселя

Пояснимо необхідність наявності в схемі згладжуючого LC-фільтра. Уявімо, що ми на час виключили фільтр з схеми і підключили навантаження до точки з'єднання ключового елемента і розрядного діода, спостерігаємо по осцилографу за формою напруги живлення. У такому випадку напруга на навантаженні буде мати характер прямокутних імпульсів з амплітудою U_{in} , що повторює характер імпульсів напруги U_{VD} , зображених на рис. 3.7, а. Живити апаратуру такою напругою не можна.

Справа в тому, що любий однополярний сигнал, як окремий випадок несиметричного двополярного сигналу, має властивість: наявність у спектрі постійної складової, яку можливо виділити, пропустивши цей сигнал через

низкочастотний фільтр. На сьогоднішній день відомо безліч фільтрів різної якості та складності. У нашому випадку ми використаємо класичну Г-подібну схему LC-фільтра.

Операція виділення постійної складової еквівалентна визначенню середнього значення сигналу. Напряга на вході фільтра має імпульсний характер. Виділяючи постійну складову, ми як би усереднюємо сигнал. Математично операція згладжування виглядає наступним чином:

$$U_{out} = \frac{1}{T} \int_0^T U_{in}(t) dt, \quad (3.2)$$

де $U_{in}(t)$ – миттєве значення напруги, що подається на вхід фільтра.

Обчисливши миттєві значення вхідної напруги для кожного моменту часу усередині періоду, необхідно потім скласти їх і усереднити за часом періоду .

Практично, згладжуючі фільтри проектуються так, щоб на їх виході залишкові пульсації напруги були якомога менше. Припускаючи , що наш фільтр повністю пригнічує пульсації, обчислимо середнє значення напруги на навантаженні. Оскільки протягом фази накачування енергії до фільтру підводиться постійно вхідна напруга величиною U_{in} а у фазі розряду вхідна напруга дорівнює нулю, вираз (3.2) приводиться до наступного вигляду :

$$U_{out} = \frac{t_u}{T} U_{in} = D \cdot U_{in}.$$

Як видно, напруга на навантаженні прямо пропорційна ширині імпульсу t_u , а значить, і величині коефіцієнта заповнення D .

Таким чином, за наявності хорошого згладжуючого фільтра, керуючи тільки коефіцієнтом заповнення, тобто збільшуючи або зменшуючи тривалість

відкритого стану ключа, ми можемо легко регулювати напругу на навантаженні. Попутний висновок, який можна зробити, прочитавши цей розділ, такий: в даній схемі принципово неможливо отримати напругу на навантаженні більшою, ніж напруга живлення стабілізатора.

Однотактними перетворювачі називають тому, що електрична енергія передається на вихід перетворювача на протязі одної частини періоду перетворення. Якщо енергія передається в той момент, коли силовий ключ замкнутий, такий перетворювач називається прямо ходовим (forward). Якщо ж енергія передається, коли ключ розімкнутий, перетворювач називають зворотньоходовим (flyback). Цикл роботи прямоходової схеми складається із двох частин: передачі енергії (I), і холостого ходу (II), які, відповідно, зображені на рис. 3.7. В фазі I струм i_1 індукує струм i_2 в вторинній обмотці трансформатора Т. Оскільки діод VD в цьому випадку є включеним в прямому напрямку, струм i_2 заряджає ємність С. При розмиканні ключа, самоіндукція “перевертає” полярність на виводах трансформатора, діод VD блокується, струм навантаження підтримується виключно за рахунок розрядження ємності С.

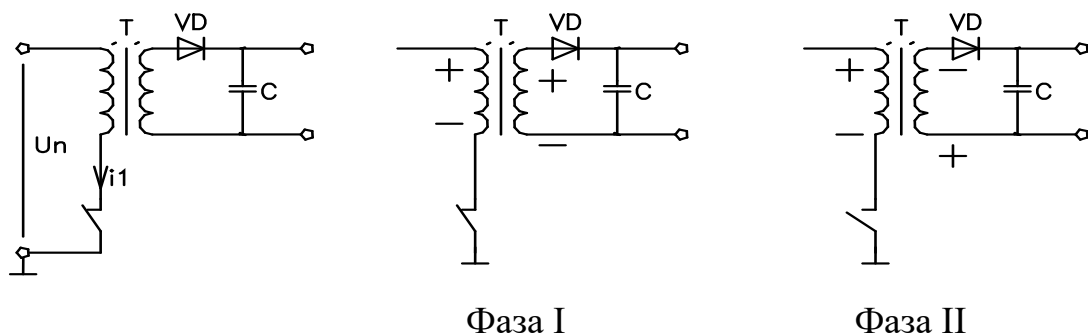


Рис. 3.7. Прямоходова схема перетворювача

Дана схема має ряд недоліків. По перше, робота з однополярними струмами в обмотках трансформатора вимагає заходів по зниженню одностороннього намагнічування сердечника. По друге, при розмиканні ключа

енергія, що накопичилась в індуктивності трансформатора, не може “розрядитись” самостійно, оскільки всі виводи трансформатора “висять в повітрі”. В цьому випадку виникає індуктивний викид–підвищення напруги на електродах ключового транзистора, що може призвести до його пробою. По третє, коротке замикання вихідних клем перетворювача обов’язково виведе силову частину з ладу, відповідно, необхідно приймати міри по захисту від короткого замикання.

Недолік, пов’язаний з намагнічуванням сердечника одно полярними струмами, присутній в всіх однотактних схемах, і його успішно усувають введенням немагнітного зазору. Для боротьби з ростом напруги використовують додаткові обмотки.

Однак більш поширеними є зворотньоходові флі-бак перетворювачі. Вони є надійними в роботі, не бояться коротких замикань на виході, схемотехнічно прості.

Зворотньоходова схема дуже подібна на прямоходову, з тою лише різницею, що “початки” і “кінці” вторинних обмоток трансформатора Т включені навпаки, що можна побачити з рис. 3.9. В даному випадку фаза накопичення енергії і передачі її в навантаження розділені в часі, тому, по великому рахунку, електротехнічний виріб Т не можна назвати трансформатором. Це скоріше двохобмоточний накопичувальний дросель. Однак по старій термінології його називають трансформатором.

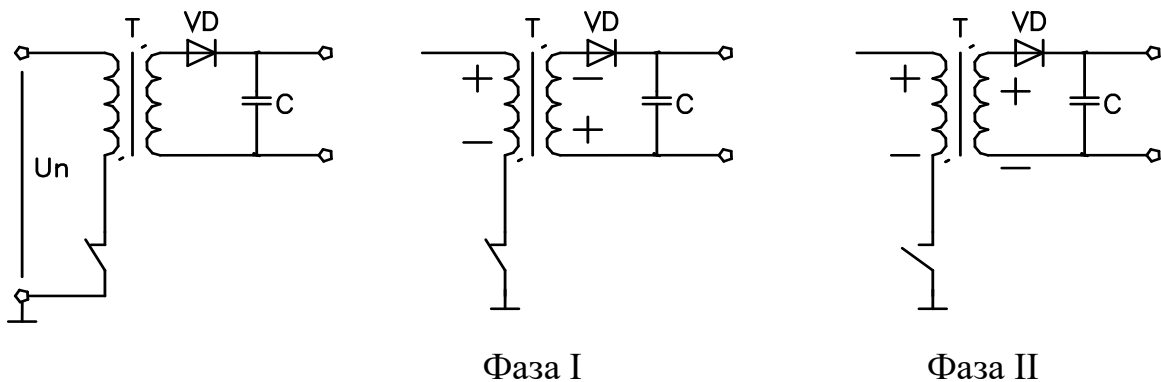


Рис. 3.9. Зворотньоходова схема перетворювача

Під час накопичення енергії трансформатором (фаза I), ключ замкнутий, в первинній обмотці тече струм i_1 . Закон накопичення енергії ми можемо записати наступним чином:

$$i_1(t) = \frac{U_n t}{L_1} \quad (3.13)$$

де L_1 - індуктивність первинної обмотки.

Фаза передачі енергії (фаза II) настає при розмиканні ключа. В цьому випадку полярність на виводах трансформатора завдяки явищу самоіндукції міняється на протилежну. Відкривається діод VD, струм i_2 заряджає конденсатор фільтра С. Закон спаду струму вторинної обмотки подібний на закон зростання струму в первинній обмотці:

$$i_{21}(t) = i_1^* - \frac{U_n t}{L_2} \quad \text{и} \quad (3.14)$$

де i_1^* - струм первинної обмотки, перерахований в вторинну. Його величина визначається в той момент, коли відбувається розмикання ключа.

L_2 - індуктивність вторинної обмотки.

Двохтактні перетворювачі поділяють на пуш-пульні двохфазні, двохтактні півмостові і двохтактні мостові перетворювачі. Всі двохтактні перетворювачі рекомендується використовувати при потужностях, більше 200 Вт, тоді як однотактні чудово працюють при нижчих потужностях. Тому, враховуючи параметри навантаження, для схемотехнічної реалізації джерела живлення

генератора озону використаємо схему однотактного зворотньоходового імпульсного перетворювача постійного струму.

Найбільшого поширення серед двотактних перетворювачів набули три схеми: двофазна пуш-пульна (push-pull), напівмостова (half-bridge) і мостова (full-bridge). Перевага цих схем полягає в тому, що при необхідності розробник може легко ввести в конструкцію вузол стабілізації вихідної напруги, або відмовитися від нього. У першому випадку перетворювач буде повноцінним джерелом живлення, до якого можна підключати будь-яке навантаження. У другому випадку вийде простий перетворювач електричної енергії, що вимагає додаткової стабілізації по виходу. У ряді випадків такий простий перетворювач цілком влаштує розробника. Оскільки всі три схеми двотактних перетворювачів мають безліч аналогій, ми розповімо про них в одному розділі, акцентуючи увагу на індивідуальних особливостях і проводячи порівняльний аналіз.

Базова двохтактна пуш-пульна схема перетворювача (рис. 3.10).

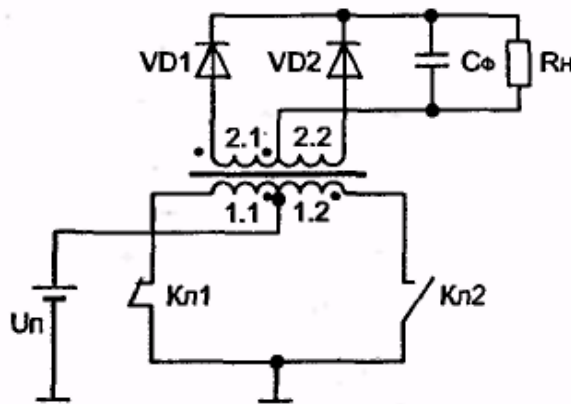


Рис. 3.10. Базова двохтактна пуш-пульна схема перетворювача

Ця схема складається з двох ключових елементів Кл1 і Кл2, в якості яких використовуються потужні біполярні або польові транзистори. Трансформатор Тр має первинну і вторинну обмотки, розділені на півобмотки. До середньої точки первинної обмотки підключено вивід джерела живлення. Вторинний

ланцюг являє собою двофазний двонапівперіодний випрямляч VD1, VD2, а також фільтр пульсацій (у цій схемі елементом фільтру є конденсатор C_{ϕ}).

У першому такті, як показано на рисунку 3.11, КЛ1 замкнутий, КЛ2 розімкнений, струм тече по напівобмотці 1.1 і трансформується в напівобмотку 2.1. Діод VD1 відкритий і проводить струм $i_{2.1}$ заряджаючи конденсатор C_{ϕ} . У другому такті, зображеному на рисунку 1.3, ключ КЛ1 закривається і відкривається ключ КЛ2. Відповідно струм $i_{1.2}$ тече по напівобмотці 1.2 і трансформується в напівобмотку 2.2. Діод VD1 замкнутий, діод VD2 проводить струм $i_{2.2}$, заряджаючи конденсатор C_{ϕ} . Таким чином, передача енергії в навантаження здійснюється під час обох тактів.

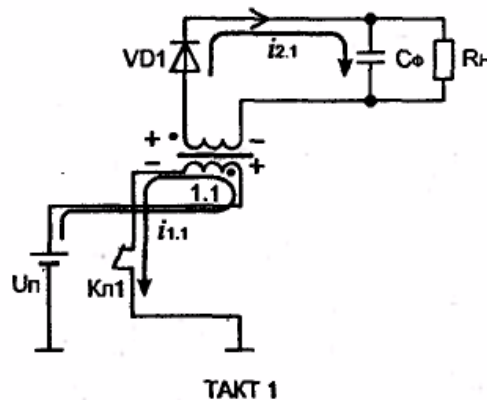


Рис. 3.11. Перший робочий такт пуш-пульної схеми

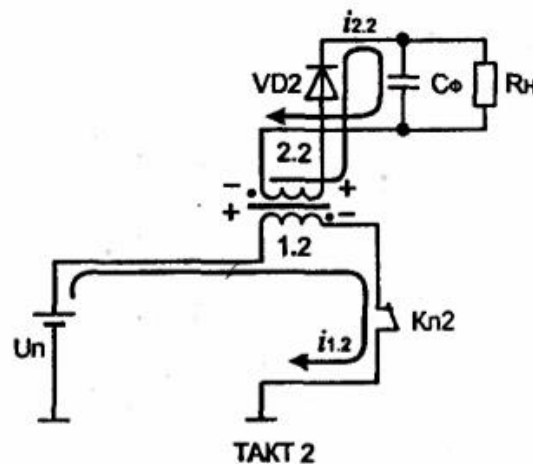


Рис. 3.12. Другий робочий такт пуш-пульної схеми

На рисунку 3.13 показано комутаційні процеси в реальній пуш-пульній схемі.

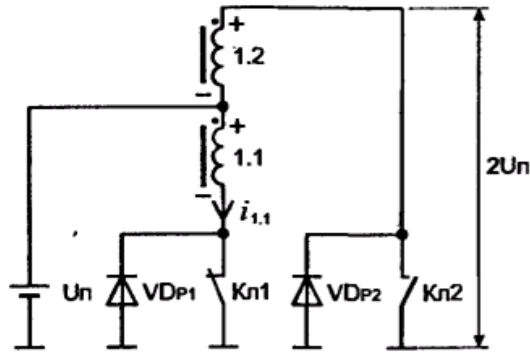


Рис. 3.13. До пояснення комутаційних процесів в реальній схемі пуш-пульного перетворювача

При розмиканні Кп1 накопичена в магнітопроводі енергія прагне підтримати струм. Якби в схемі не було захисного діода VD_{p2} , показаного на рисунку 3.13, на Кп2 виник би кидок негативної напруги. Здатність біполярних транзисторів витримувати негативні кидки напруги невелика (одиниці вольт), тому розрядний струм i_{μ} необхідно замкнути через діод VD_{p2} . При розряді виділяється теплова енергія, врахувати яку можна через наступне співвідношення:

$$P_{VDp} = \frac{U_n^2 t_{on}^2}{2L_{\mu}} f = \frac{U_n^2 \gamma_{max}^2}{2L_{\mu} f} . \quad (3.15)$$

Важливим кроком є вибір схеми управління двотактним імпульсним перетворювачем. Мікросборки, що застосовуються для управління однотоктними схемами стабілізаторів і перетворювачів, не годяться для використання в двотактних схемах, оскільки потрібно мати два парафазні виходи, керовані одним генератором. Крім того, мікросхема повинна містити

спеціальний вузол для гарантованого обмеження коефіцієнта заповнення, щоб не допустити аварійних ситуацій і крізних струмів. Бажана наявність додаткових входів захисного відключення. Останнім часом було розроблено велику кількість спеціалізованих мікросхем, в яких вже є практично всі необхідні вузли.

На рис. 3.14 показані основні елементи півмостової схеми. Транзистори VT1 і VT2 утворюють півмостовий каскад, який комутує верхній вивід первинної обмотки трансформатора Т або до шини напруги живлення (U_{in}), або до «спільного» виводу схеми. Діоди VD1 і VD2 захищають транзистори від залишкових струмів трансформатора Т при зміні режиму комутації. Конденсатори C_{g1} , C_{g2} зазвичай мають однакову ємність і задають «середню потенційну точку» для нижнього виводу первинної обмотки трансформатора Т.

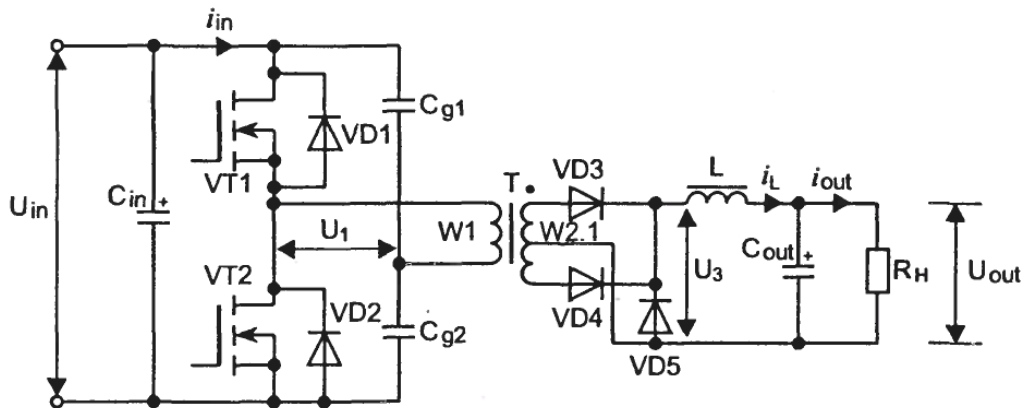


Рис. 3.14 – Схема half-bridge (півмостового) перетворювача

У вторинній обмотці трансформатора включений випрямляч VD3, VD4 і LC-фільтр, на виході якого наводиться напруга U_{out} .

Вважатимемо, що транзистори представляють собою ідеальні ключі, а діоди мають нульове падіння напруги. У разі, якщо індуктивний струм i_L не переривається, вихідна і вхідна напруги перетворювача будуть пов'язані наступним співвідношенням:

$$U_{out} = 0,5 \cdot U_{in} \frac{w_2}{w_1} \cdot D, \quad (3.16)$$

де

$$w_2 = w_{21} = w_{22}. \quad (3.17)$$

У режимі неперервного струму дроселя вихідна напруга залежить тільки від значення коефіцієнта заповнення та величини вхідної напруги. Зміна струму дроселя L в режимі неперервного струму визначається за формулою:

$$\Delta i_L = \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{1}{2} U_{in} \cdot \frac{w_2}{w_1} - U_{out} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot U_{out}}{U_{in}} \cdot \frac{w_1}{w_2} \right) \cdot \frac{1}{f}. \quad (3.18)$$

Відповідно розрізняють два режими роботи півмостового каскада: з трапецеїдальним вхідним струмом (за умови неперервності струму дроселя L) і з трикутним вхідним струмом (за умови переривання струму дроселя L). Зазвичай трикутний струм i_{in} спостерігається при малому навантаженні на виході перетворювача. Трапеція характерна для режиму 10...100% навантаження.

При виборі схеми побудови імпульсного джерела електроживлення потрібно керуватися очікуваними габаритними розмірами і простотою схемотехнічних рішень. Мережеві джерела, які живлять навантаження невеликої потужності (до 50 Вт), що вбудовуються в достатньо габаритну апаратуру, краще будувати за однократною fly-back схемою. Для стабілізаторів, в яких не вимагається гальванічної розв'язки навантаження від живлячої мережі, застосовують чоперну схему. При живленні від гальванічних елементів або акумуляторів можна використовувати бустерну схему. Проте не виключені ситуації, в яких перераховані перетворювачі і стабілізатори використовувати не

можна.

Випадок перший - прилад, що живиться від мережі змінного струму, має обмежені габарити (наприклад, в корпусі блоку не вдається розмістити достатньо крупний накопичувальний трансформатор fly-back перетворювача).

Другий випадок - споживана потужність блоку перевищує 50...100Вт.

Третій випадок - окремі частини схеми блоку вимагають додаткового живлення, гальванічно розв'язаного від решти схеми.

3.2 Висновки до розділу 3

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.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Методи підвищення ефективності озоногенераторів

Таким чином, 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 озоногенератора 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.

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, якає постідовністю прямокутних імпульсів.

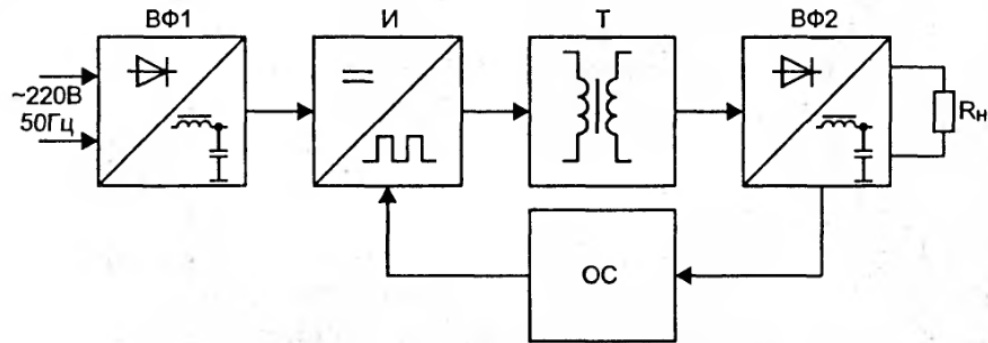


Рис. 4.1. Функціональна схема імпульсного джерела живлення

Розрізняють одноктні та двоктні імпульсні перетворювачі постійного струму

Одноктними перетворювачі називають тому, що електрична енергія передається на вихід перетворювача на протязі одної частини періода перетворення. Якщо енергія передається в той момент, коли силовий транзисторний ключ замкнутий, такий перетворювач називається прямоходовим. Якщо ж енергія передається, коли ключ розімкнутий, перетворювач називають зворотньоходовим.

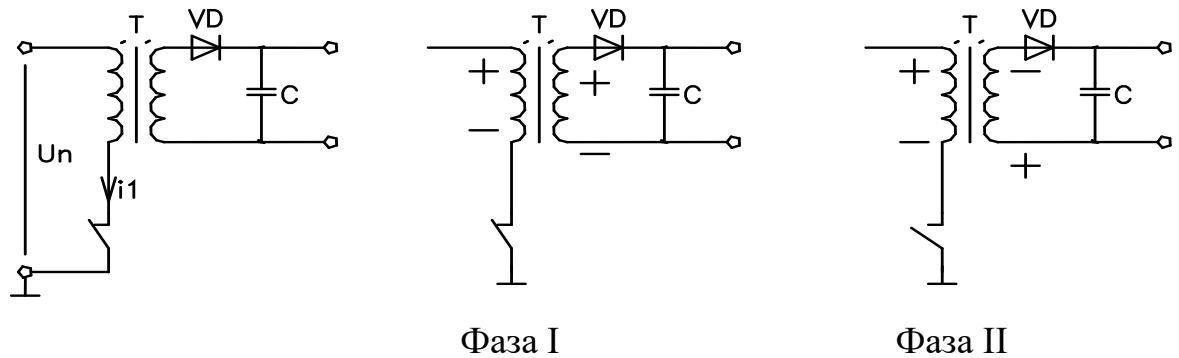


Рис. 4.2. Цикли роботи прямоходової схеми перетворювача

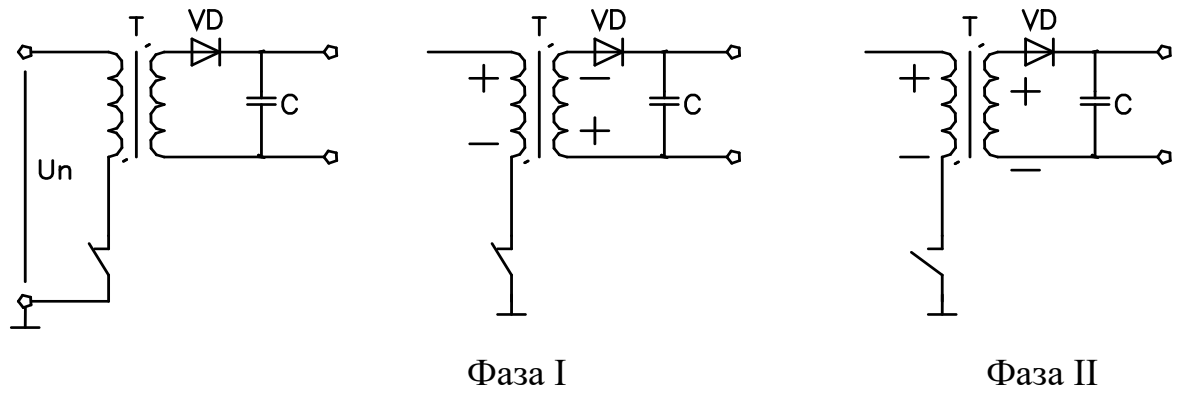


Рис. 4.3. Цикли роботи зворотноходової схеми перетворювача

В роботі пропонується використати схемні рішення побудови прямоходових перетворювачів

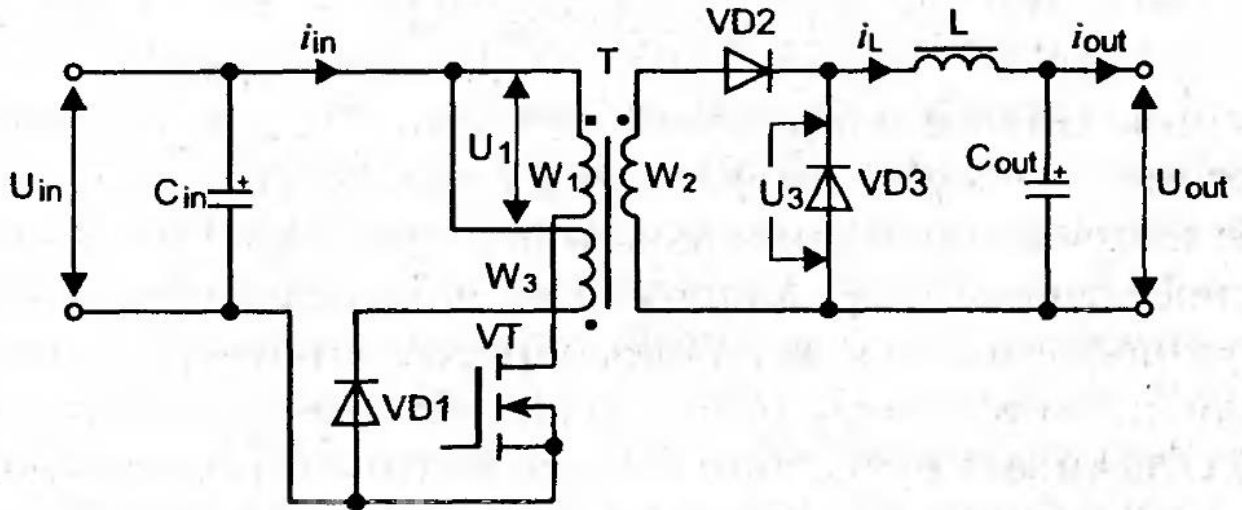


Рис. 4.4. Прямоходова однострижкова схема перетворювача

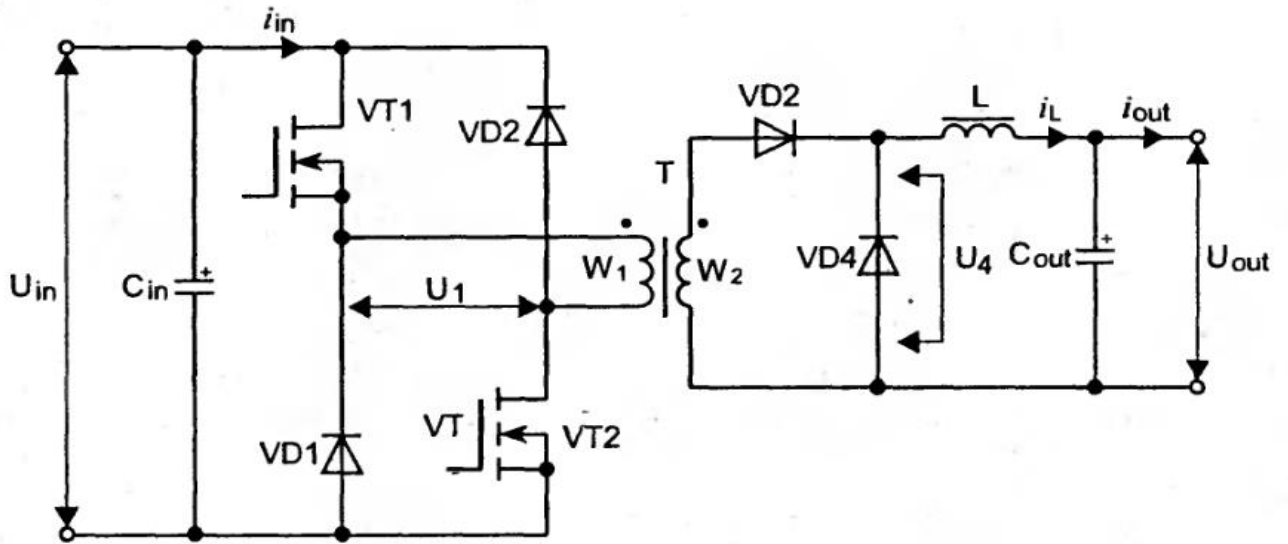


Рис. 4.5. Прямоходова двохранзисторна схема перетворювача

На рис. 4.6 наведено запропоновану схему електричну принципову високовольтного джерела живлення.

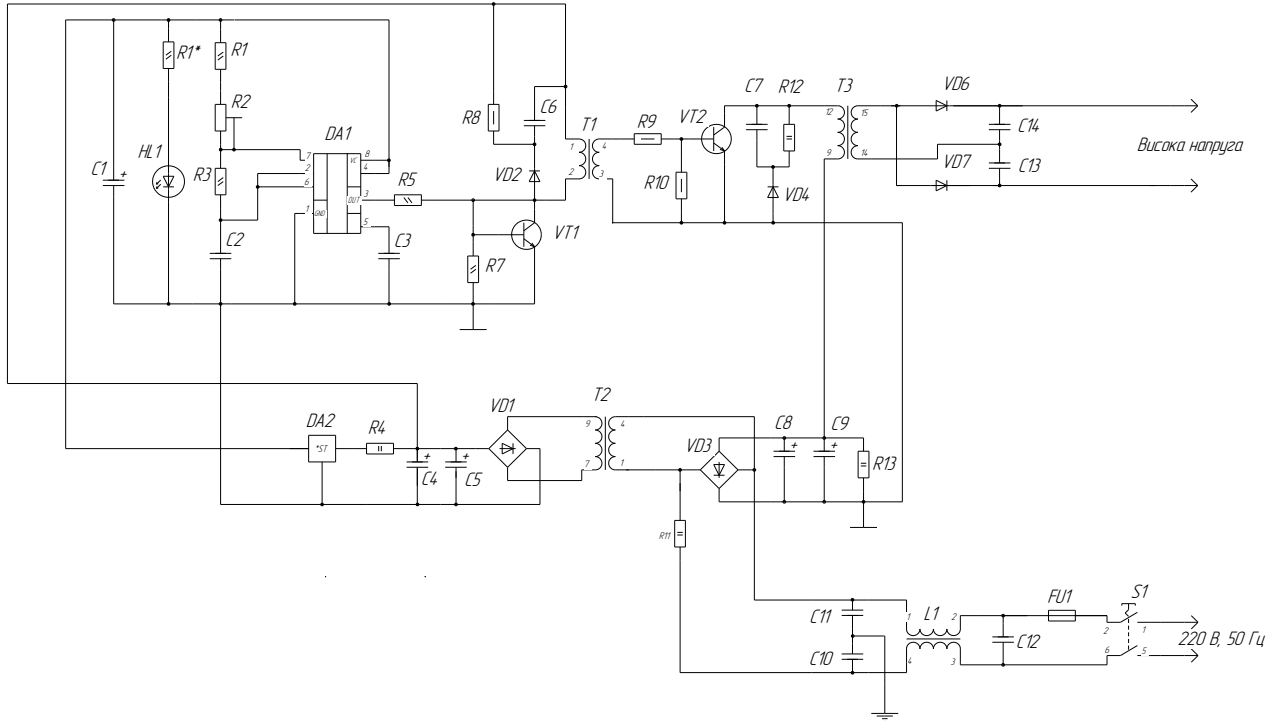


Рис. 4.6. Схема електрична принципова джерела високовольтного живлення озоногенератора

Мережева напруга подається на роз'єм X1. Далше через фільтр електромагнітної сумісності (елементи C10 C11 C12 L1) подається на мережевий випрямляч VD3 і ємнісний фільтр C8C9. З нього вже постійна напруга амплітудою близько 310 В поступає на високовольтний трансформатор Т3, в коло первинної обмотки якого включений транзисторний ключ VT3. Керується ключ послідовністю прямокутних імпульсів, які поступають в коло бази через розв'язуючий трансформатор Т1 з генератора прямокутних імпульсів, зібраного на мікросхемі DA1. Резистором R2 здійснюється регулювання частоти в необхідних межах.

Трансформатор Т2 а також елементи VD1C4C5DA2R4 утворюють джерело живлення стерилізатора і розв'язуючого трансформатора.

Як згадувалось в попередньому розділі, напруга пробою діелектрика, у нашому випадку повітря, буде залежати від частоти напруги живлення електродів, та розраховується за виразом:

$$U_{np} = K \sqrt{\frac{\sigma h}{f \varepsilon \alpha g \delta_0}}, \quad (4.1)$$

де K - числовий коефіцієнт, рівний $1,15 \cdot 10^5$, якщо усі величини, що мають розмірності, виражені в системі СІ.

Якщо тепер прийняти що одна і та ж система електродів буде живитись напругою з різною частотою, тобто в виразі (4.1) всі величини будуть константами, а змінюватиметься лише частота напруги живлення, то можна знайти значення напруги пробою для випадку застосування напруги з мережевою частотою (50 Гц) та з підвищеною частотою – 100 кГц.

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.

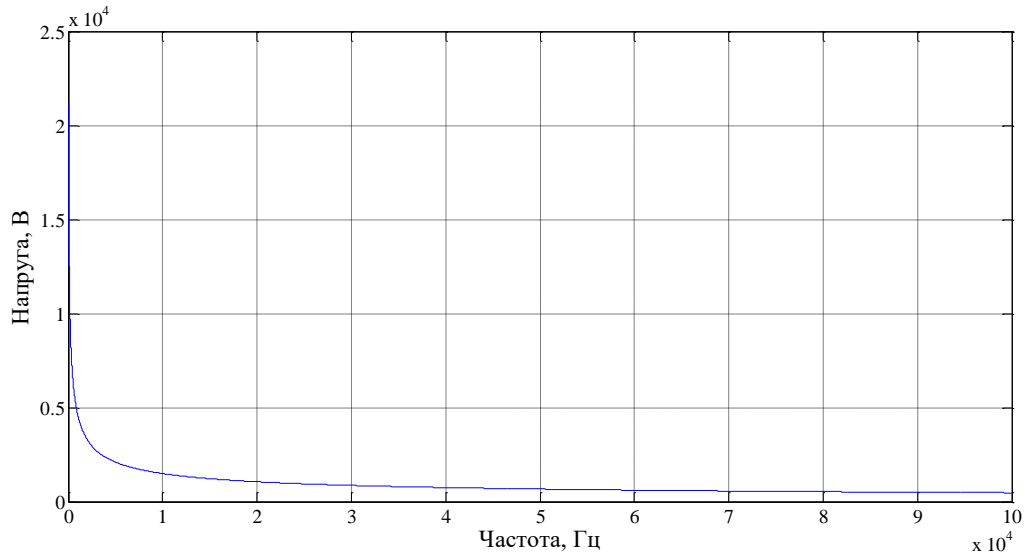


Рис. 4.7. Залежність значення напруги пробою повітряного діелектрика від частоти напруги живлення

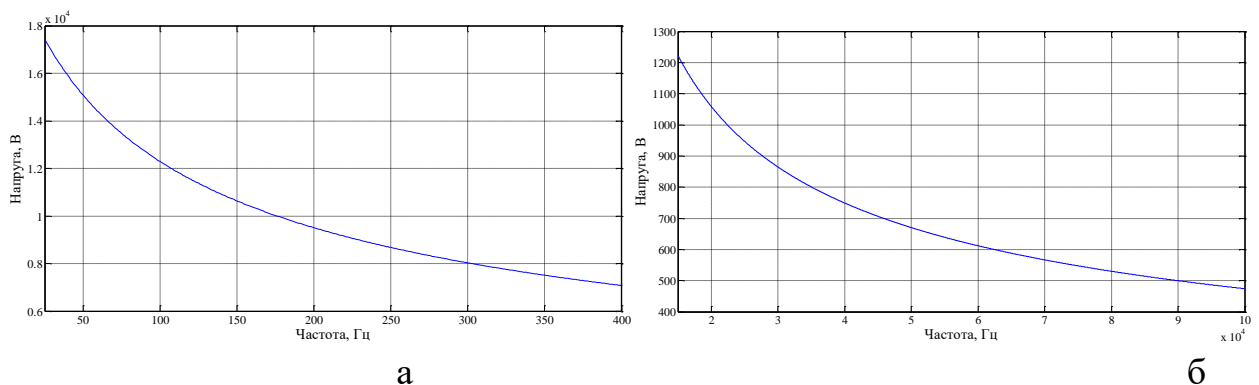


Рис. 4.8. Залежність значення напруги пробою повітряного діелектрика від частоти напруги живлення: а – діапазон частот 0...400 Гц; б – діапазон частот 10...100 кГц

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.

4.2 Висновки до розділу 4

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 пробую між електродами в середовищі Matlab.

В роботі було змодельовано електричний пробій та визначено значення напруги пробую 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 пробую 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 пробую 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.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень

Метод дослідження нервово-м'язової системи шляхом оцінки електричної активності м'язів і периферичних нервів. Під нервово-м'язовою системою розуміють комплекс скелетних м'язів і сегментарно-периферичних утворень нервової системи (мотонейрони і периферичні рухові волокна). Функціональною одиницею нервово-м'язової системи є рухова одиниця, що складається з одного мотонейрона, його аксона і іннервіруємих їм м'язових волокон (екстрафузальних). М'язові волокна, що відносяться до території однієї рухової одиниці, функціонують як єдине ціле за принципом «все або нічого».

Електронейроміографія підрозділяється на голкоподібну і поверхневу електроміографію, а також стимуляційних електронейроміографом.

Голчаста електроміографія – метод вивчення біоелектричної активності м'язів за допомогою введення голчастого електрода в досліджувану м'яз з подальшою реєстрацією і оцінкою параметрів потенціалів рухових одиниць. Потенціал рухової одиниці являє собою сумарний потенціал активності м'язових волокон, що належать до однієї рухової одиниці.

Запис і аналіз міограми складається з чотирьох етапів: введення голки; стан спокою; мінімальне м'язове скорочення; максимальне м'язове скорочення.

При введенні голки виникає посилена інсерційно активність – залп потенціалів внаслідок механічного подразнення м'язових волокон голкою. У здорових людей тривалість посиленою інсерційно активності становить до 200 мс, при первинних м'язових захворюваннях, захворюваннях периферичної нервової системи цей показник збільшується.

У стані спокою проводиться оцінка спонтанної активності м'язових волокон. У нормі ніякої спонтанної активності не реєструється. Розрізняють декілька видів потенціалів спонтанної активності, що вказують на патологічний процес у м'язі.

– Потенціали фібриляції – це електрична активність одиночного м'язового волокна (групи волокон), що не викликана нервовим імпульсом і виникає повторно (середня тривалість – 1-5 мс, амплітуда – 10- 300 мкВ). Потенціали фібриляції є типовою ознакою денервации м'язи. Виникають через 15-21 день після перерви нерва, провокуються механічним подразненням або согреванием м'язи. Відсутність фібриляції через 3 тижні. від моменту поразки периферичного нерва виключає наявність повної денервации.

– Позитивні гострі хвилі вказують на грубу денервацию м'язи і дегенерацію м'язових волокон (середня тривалість – 2-30 мс, амплітуда – 10-4000 мкВ), виникають через 14-21 день після денервации.

– Потенціали фасцикуляцій схожі з потенціалами дії рухової одиниці, але з'являються в повністю розслабленому м'язі. Характерні для захворювань, пов'язаних з ураженням мотонейронів передніх рогів, проте зустрічаються і при інших захворюваннях.

– Міотоніческіє розряди складаються з потенціалів фібриляції, позитивних гострих хвиль, потенціалів рухових одиниць, амплітуда і частота яких наростають і потім знижуються. Характерні для різних видів Міотонія.

– Псевдоміотоніческіє розряди – високочастотні повторювані розряди потенціалів м'язових волокон, реєстровані при різних формах первинно-м'язових захворювань, запальному ураженні м'язових волокон.

При мінімальному м'язовому напрузі оцінюються параметри окремих потенціалів рухових одиниць (тривалість, амплітуда, фазність та ін.). Для кожного м'яза є свої нормативні показники (допустимі відхилення $\pm 13\%$).

При максимальній напрузі м'язи утворюється інтерференційна крива: при активації всіх рухових одиниць м'язи частота потенціалу дії збільшується настільки, що потенціали нашаровуються один на одного, і вже неможливо визначити їх приналежність до конкретної рухової одиниці. Проводиться оцінка амплітуди і частоти осциляцій.

Поверхнева електроміографія. При використанні нашкірних електродів в нормі при активированні м'язи відразу ж реєструється інтерференційний тип електроміографії як результат складання коливань потенціалу багатьох рухових одиниць. Виділяють чотири типи поверхневої електроміограма.

Перший тип – інтерференційна електроміограма – високочастотна (50-100 коливань в секунду) поліморфна активність, що виникає при довільному скороченні м'яза або при напрузі інших м'язів. Цей тип характерний для здорової м'язи. Інтерференційна електроміограма зниженою амплітуди спостерігається при первинних м'язових ураженнях, а також при Аксональна поразці. Візуально по поверхневої електроміограмі диференціація неврального і первинного м'язового ураження неможлива через відсутність даних про частоту коливань.

Другий тип – уражень електроміограма – рідкі (до 20-40 в секунду), виразні за ритмом коливання потенціалів у вигляді «частоколу», а також спонтанні потенціали фасцикуляцій, реєстровані в стані спокою. Цей тип електроміограма характерний для ураження передніх рогів спинного мозку. Коливання з частотою 20-40 в секунду високої амплітуди (3-5 мкВ) спостерігаються при відносно негрубою поразці. Ці коливання відповідають гігантським потенціалам рухової одиниці, що реєструється при голчастою електроміографії. Дуже рідкісні (5-15 в секунду) коливання зі зниженою амплітудою (50-150 мкВ), відносно постійні за ритмом, реєструються при більш грубої патології, відповідають поразці більшості нейронів передніх рогів і зменшенню числа функціонуючих м'язових волокон.

Третій тип – високі по амплітуді в стані спокою і при тонічному напрузі м'язів, ритмічно повторюються «залпи» частих коливань (частотою 4-10 в секунду, тривалістю 80-100 мс). Цей тип поверхневої електроміограма характерний для різного роду супраспінальних розладів рухової системи.

Четвертий тип – повне біоелектричний мовчання у спокої, при тонічному напруженні або спробі до довільного скорочення. Характеризує повний параліч м'язи як при повній атрофії м'язових волокон, так і при блоці проведення по периферичного нейрона.

Стимуляційная електронейроміографія – неінвазивний метод дослідження, який заснований на оцінці електричних потенціалів м'язи, викликаних шляхом електричної стимуляції периферичного нерва. Методика дозволяє визначити характер (аксональний, демієлінізуючий), рівень, ступінь ураження нерва, оцінити стан іннервуємого їм м'язи. Дослідження проводиться нашкірними електродами: активний електрод накладається на моторну точку м'язи, референтний електрод – на 2-3 см, заземлюючий електрод розташовується між стимулюючим і отводящими електродами. Стимулюючим електродом дратують нерв, іннервуючий дану м'яз, з поступовим збільшенням сили струму до найбільшої амплітуди моторного відповіді (М-відповідь).

М-відповідь – сумарний синхронний розряд рухової одиниці м'язи у відповідь на подразнення рухових волокон нерва. При ураженні нерва або м'язи, як правило, спостерігається виражене підвищення порогу викликання М-відповіді. При ураженні аксона нерва, а також при ураженні самої м'язи спостерігається зниження амплітуди М-відповіді. Для оцінки стану мієлінової оболонки нерва використовують показники термінальної латентності, швидкості проведення електричного імпульсу. Термінальна латентність – час про ходіння імпульсу від дистальної точки стимуляції до М-відповіді. Визначення швидкості проведення електричного імпульсу по руховим або

чутливих волокон нерва ґрунтується на зіставленні відстані між дистальної і проксимальної точками стимуляції нерва з різницею латентних періодів викликаних відповідей при подразненні двох точок. Стимуляція рухових і чутливих волокон периферичних нервів дозволяє отримати хвилі з більшою латентністю, ніж М-відповідь, – так звані «пізні відповіді».

При переднерогового ураженнях біоелектричну активність нервово-м'язової системи характеризують такі ознаки:

- Наявність потенціалів фасцикуляцій, іноді й фібриляцій, у спокої при відведенні голчастими електродами;

- Другий тип електроміограма при відведенні поверхневими електродами або розрідження електроміограма при голкоподібному відведенні при довільному м'язовому скороченні;

- Наявність нормальних мінімальних і максимальних швидкостей проведення електричного імпульсу;

- Значне підвищення амплітуди потенціалу дії нерва;

- Виражене зниження максимальної амплітуди М-відповіді;

- Виражене падіння числа функціонуючих рухових одиниць;

- Збільшення тривалості потенціалів рухових одиниць більше 12 мс;

- Збільшення амплітуди потенціалів рухових одиниць.

При ураженні корінців, сплетінь і нервів біоелектричну активність нервово-м'язової системи характеризують:

- Спонтанна активність (фібриляції, фасцикуляції, позитивні денерваційне потенціали);

- Інтермедіарний тип електроміограма при максимальному м'язовому скороченні (характерна ознака часткової денервації);

- Зниження еферентних і аферентних швидкостей проведення електричного імпульсу;

- Зменшення амплітуди потенціалу дії нерва;

– Зменшення амплітуди М-відповіді.

При цьому діагностичним критерієм неврального поразки є поєднане зниження швидкостей проведення електричного імпульсу по нерву і амплітуд неврального і м'язового викликаних потенціалів більш ніж на 20%.

Диференційно-діагностичною відмінністю переднерогового процесу від неврального є диссоціювання зниження максимальної амплітуди М-відповіді і падіння числа рухових одиниць при нормальних (або підвищених) швидкостях проведення імпульсів і амплітуд невральних викликаних потенціалів.

При первинному м'язовому поразку біоелектрична активність нервово-м'язової системи характеризується:

– Низькоамплітудної поверхневої інтерференційної електроміограма при помірному або навіть слабкому м'язовому скороченні;

– Укороченням тривалості потенціалів дії рухових одиниць більш ніж на 20%;

– Збільшенням числа поліфазних потенціалів;

– Зниженням амплітуди потенціалів дії рухових одиниць;

– Зниженням максимальної амплітуди М-відповіді;

– Зменшенням числа рухових одиниць при підвищенні амплітуди мінімального М-відповіді і близьких до норми швидкості проведення імпульсу і амплітудах невральних викликаних потенціалів.

Таким чином, диференційно-діагностичними ознаками електро-нейроміографія для розмежування спинномозкового, неврального і м'язового ураження є величини швидкостей проведення імпульсів і амплітуди невральних потенціалів дії:

– При первинному м'язовому поразку ці показники нормальні;

– При невральній – зниження амплітуд невральних викликаних потенціалів поєднується з уповільненням швидкості проведення імпульсу по нерву;

– При переднерогового процесі швидкості проведення імпульсу нормальні, амплітуди невральних викликаних потенціалів різко зростають, досягаючи гігантської величини.

5.2 Обґрунтування вибору УДК на пряму наукового дослідження

Універсальна десяткова класифікація (УДК) є міжнародною системою класифікації документів. Вона відповідає найістотнішим вимогам до класифікації (міжнародність, універсальність) та надає можливість відобразити новітні досягнення науки й техніки без будь-яких суттєвих змін в її структурі. Такої гнучкості не має жодна з існуючих систем класифікації.

Наявність детально розробленої системи допоміжних таблиць визначників, здатність відобразити нові поняття за допомогою розподілу рубрик від загального до конкретного також роблять систему УДК гнучкою. Це дає змогу багатоаспектно розкривати зміст матеріалів за допомогою комбінування індексів. Застосування визначників безмежно розширює можливості класифікації та відкриває нові для детальної класифікації матеріалу.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення рубрик застосовують арабські цифри, зрозумілі в усіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дає змогу безмежно розширювати її за допомогою приєднання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи системи загалом.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, позначаючи конкретніше поняття.

Отже, тема наукового дослідження включає у своїй структурі дві сторони:

Тема включає у своїй структурі дві сторони:

- 1) Медична

2) Метод статистичного опрацювання

Згідно з класифікатором УДК (сайт - <http://teacode.com/online/udc/>), **медична сторона** класифікується наступною послідовністю дій, при виборі номера:

1) УДК 61 - Медицина. Охорона здоров'я. Пожежна справа;

2) УДК 614 - Соціальна гігієна. Організація охорони здоров'я. Санітарія.

Захист від нещасних випадків і їх попередження. Пожежна охорона;

3) УДК 614.71 – Санітарна охорона повітря, води і ґрунту (комунальна гігієна і санітарія);

4) УДК 614.71 – Санітарна охорона повітря.

А технічна сторона класифікується наступною послідовністю:

1) УДК 51 - математика

2) УДК 519.2 - Теорія ймовірностей і математична статистика

3) УДК 519.21 - Теорія ймовірностей і випадкові процеси

4) УДК 519.218 - Випадкові процеси спеціального виду

Отже, загальний номер УДК буде мати наступний номер: УДК 614.71:519.218

Отже, у розділі описано методіку проведення медико-біологічного дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом наукового дослідження

РОЗДІЛ 6

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Наукові дослідження, які є основою наступних стадій інноваційних процесів, класифікують по трьом видам: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні дослідження проводять з метою отримання систематизованих даних щодо певної науково-технічної проблеми, виявлення нових закономірностей і принципів розвитку світу, обґрунтування нових понять, створення нових теорій.

Пошукові дослідження розвивають фундаментальні розробки з метою їх практичної використання, тобто вони спрямовані на конкретний науково-технічний результат.

Прикладні наукові дослідження, в свою чергу, базуються на пошукових і проводяться для розробки нових чи удосконалення існуючих технологічних процесів; створення матеріалів з особливими властивостями; принципово нових зразків машин, обладнання, приладів, оснащення, високотехнологічних наукомістких виробництв.

І, нарешті, розробки – технологічні, дослідно-конструкторські, проектні, організаційні роботи, які включають створення техніко-економічної документації для освоєння нововведень (нових технологій, нової продукції та виробництв, споруд, прогресивних методів організації та управління виробництвом) та їх дослідно-експериментального випробування.

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує магістрант, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим

зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають дослідження по темі магістерської роботи.

Ця частина економічного розділу повністю формується на основі критичного опрацювання фахових публікацій останніх років, які присвячені питанням, що стосуються теми дослідження. Всі викладки цієї частини повинні спиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо з відповідним посилками в тексті на першоджерела.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує

фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

6.2.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом відповідного напрямку підготовки.

Таблиця 6.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	2	2	1	—	—	2
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	2	3	—	—	7
3. Розроблення математичної моделі сигналу	3	3	4	—	—	5

4. Розроблення Компонентного методу опрацювання сигналу	3	3	4	–	–	5
5. Експериментальні дослідження сигналу	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	5	7	7	7	7	7
Разом за виконавцями теми	16	20	21	9	9	28

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1. Провідний науковий співробітник	15	4289,70	202,34	3035,10
2. Старший науковий співробітник	18	3334,80	157,30	2831,40
3. Молодший науковий співробітник	19	1802	85	1615
4. Інженер	8	1683	79,39	635,12
5. Лаборант	8	1302	61,42	491,36
6. Студент	28	1302	61,42	1719,76
Разом оплата праці з теми				10327,74

6.2.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 3848,12 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.2.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті контрольно-вимірювальних та радіокомп'ютерних систем, передбачає використання, перш за все, комп'ютерної діагностичної системи, комп'ютерів для опрацювання кардіосигналів сигналів та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	8200	8200
2. Принтер лазерний	шт	1	1800	1800
3. Кабель для підключення до ПК	шт	1	200	200
Загальні витрати на матеріали				10200

6.2.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, живлення медобладнання, комп'ютерної техніки та оргтехніки.

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де P_i – витрата i -го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

C_i – ціна за одиницю i -го виду матеріального ресурсу, грн;

k_i – коефіцієнт використання потужності i -го виду матеріального ресурсу;

t_i – час роботи i -го виду матеріального ресурсу;

i – вид матеріального ресурсу;

n – кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формуою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	250	0,15	100	1,72	6562,5
Принтер лазерний	700	0,25	3	1,72	918,75
Лампи розжарювання (освітлення)	150	0,85	10	1,72	2231,25
РАЗОМ витрати на електроенергію					9730,88

6.2.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язанні із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	5	1000
Здача звітів НДР	1	200
Впровадження результатів НДР	3	300
Всього	–	1500

6.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	10327,74	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	3848,12	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	10200	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	9730,88	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	1500	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	3560,67	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	39167,41	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводить до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (6.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами і-му фактору;

B_{ij}^{\max} – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів
науково-технічної ефективності

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна A_{ij}^{\max}
1	2	3	4
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтвержені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стіпень ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як

середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок B_{ij}			B_{ij}^{\max}
		Експертні оцінки		B_{ij}	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	3	3	3	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	6	6	6	10
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 6.2 значення $E_{нт}$ буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{нт} = \frac{0.25 \cdot 3 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,685 .$$

Загальну оцінку магістерської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності
фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
0,61-0,75	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

6.4 Висновки до розділу 6

У розділі 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.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охорона праці

Під час виконання магістерської роботи на тему: «Підвищення продуктивності медичних генераторів озону» використовується озоногенератор OZCC12, при роботі з яким потрібно забезпечити його безпечну експлуатацію.

Вимоги техніки безпеки при роботі з озоногенератором OZCC12.

1. Перед початком експлуатації уважно вивчіть паспорт озоногенератора OZCC12.

2. При використанні озоногенератора OZCC12 його дозволяють обслуговувати персоналу, пройшовши спеціальний інструктаж.

3. Озоногенератор OZCC12 по способу захисту від ураження електричним струмом повинен відповідати класу 1 ДСТУ 12.025-76 і по степені захисту В ДСТУ 12.2.025-76.

4. Приміщення, де буде експлуатуватися озоногенератор, повинно мати окрему розетку.

5. Ремонт озоногенератора OZCC12 і заміну окремих елементів схеми необхідно проводити, від'єднавши від мережі.

6. Регулювання і налаштування параметрів озоногенератора при ремонті і профілактиці повинні проводити спеціально підготовлені робітники.

Порядок установки озоногенератора OZCC12.

1. При отриманні озоногенератора в експлуатацію необхідно перевірити комплектність згідно паспорта.

2. Зовнішні частини озоногенератора необхідно протерти м'якою фетровою серветкою і оглянути його на відсутність видимих пошкоджень.

3. Перевірте озоногенератор на функціонування.

4. При знаходженні дефектів чи неполадок зверніться за рекомендаціями з паспорта приладу.

5. Після перевірки озоногенератора на функціонування проведіть дезинфікацію.

Підготовка до роботи озоногенератора OZCC12.

Перед першим включенням чи після тривалої без дії проведіть наступні операції:

- продезінфікуйте збірні частини;
- перевірте стан лавсанової плівки, при необхідності замініть її;
- візуально переконайтеся в цілісності елементів;
- з'єднайте між собою блоки озоногенератора OZCC12;
- приєднайте озоногенератор до мережі;

Порядок роботи

1. Включіть озоногенератор натискаючи кнопку “Мережа”. При цьому загориться індикаторна лампочка.

2. За допомогою кнопкового перемикача “Продуктивність” встановіть необхідну продуктивність.

3. Після закінчення роботи виключіть озоногенератор натискаючи кнопку “Мережа”.

Періодична перевірка проводиться з метою забезпечення роботоздатності озоногенератора на протязі терміну експлуатації.

2. Візуальний огляд стану озоногенератора повинен проходити один раз в місяць. При цьому перевіряється:

- кріплення органів управління, чіткість фіксації,
- стан лакофарбових і гальванічних покриттів,
- надійність контактних зв'язків,
- відсутність відколів і тріщин на деталях з пластмаси чи кераміки,
- комплектність озоногенератора.

3. Очистка повинна проводитися один раз в три місяці.

Пил на зовні можна усунути м'якою ганчіркою чи щіткою, а на всередині продути сухим повітрям.

4. Методика перевірки озоногенератора OZCC12.

- робота озоногенератора повинна проходити в нормальних умовах при температурі навколишнього середовища $20 \pm 5^\circ\text{C}$, атмосферний тиск $100 \pm 4 \text{Кн}$ $730 \pm 30 \text{ мм рт.ст.}$, відносна вологість $65 \pm 15\%$, при напрузі мережі $220 \text{ В} \pm 10\%$.

5. При перевірці озоногенератора на відповідність технічним характеристикам використовується наступна апаратура:

- частотомір цифровий ЧЗ-54,
- амперметр ЦЧЗ15,
- регулятор напруги РНШ-210-2М,
- ваги технічні з точністю $\pm 0,1\%$

Правила зберігання

В цілях забезпечення цілісності озоногенератор OZCC12 повинен зберігатися в сухому місці, закритому вентиляційному приміщенні. Температура повітря в складському приміщенні повинна бути не вище 5°C , відносна вологість повітря не вище 75% . В процесі зберігання потрібно проводити планові огляди комплектування озоногенератора не частіше чим через шість місяців. При довшому зберіганні озоногенератор OZCC12 повинен знаходитися в своїй упаковці і в поліетиленовому мішку і загеметизований. Загальний термін зберігання озоногенератора OZCC12 на складі не повинен перевищувати 5 років.

Отже, при виконанні магістерської роботи необхідно дотримуватись правил охорони праці при роботі з озоногенератором OZCC12, а саме: вимог безпеки перед початком роботи за озоногенератором OZCC12, вимог безпеки під час роботи, вимог безпеки при закінченні роботи.

7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.2.1 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок

Для формуванні вимог пожежної безпеки при гасінні електроустановок використовують «Інструкцію з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України» НАПБ В.05.024-2005/111.

У цій інструкції викладено основні вимоги щодо розроблення, затвердження та коригування планів і карток пожежогасіння з урахуванням специфіки енергетичних об'єктів Мінпаливенерго України й рекомендації щодо гасіння пожеж на електроустановках, що перебувають під напругою.

Під час гасіння пожеж на електроустановках слід використовувати вимоги ГКД 34.03.303-99 (НАПБ В.01.034-99/111) (розділ 14 "Порядок дій при пожежі").

1. Як вогнегасні речовини під час гасіння пожеж в електроустановках під напругою доцільно використовувати компактні та розпилені струмені води, газові вогнегасні речовини - інертні розріджувачі (на основі інертних газів), вогнегасний порошок.

2. Застосовувати усі види піни під час гасіння пожеж на електроустановках під напругою ручними засобами за участю людей забороняється.

3. Під час пожежі в дослідній лабораторії перша особа, яка виявила загоряння, зобов'язана негайно повідомити телефоном пожежну охорону, начальника зміни станції (чергового або диспетчера станції), старшого зміни і приступити до гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння, дотримуючись правил техніки безпеки.

4. До прибуття відомчої пожежної охорони начальник зміни особисто або із залученням чергового персоналу зобов'язаний виконати такі роботи:

- визначити місце осередку вогнища, оцінити ситуацію на пожежі, спрогнозувати поширення пожежі і можливість утворення нових осередків горіння на іншому електрообладнанні;
- розпочати гасіння пожежі і охолодження будівельних конструкцій силами і засобами дослідної лабораторії;
- за можливості зняти напругу з установки, яка горить, або сусіднього з нею електрообладнання, якщо це не спричинить більш тяжких наслідків;
- перевірити вмикання системи автоматичного пожежогасіння, а у випадку відмови - задіяти її в ручному режимі;
- організувати зустріч пожежних підрозділів і визначити місця заземлення пожежної техніки і розташування пожежних гідрантів;
- проінформувати відомчу пожежну охорону про безпечні маршрути прямування пожежників на бойові позиції.

5. Загоряння (займання) в електроустановках під напругою ліквідується персоналом дослідної лабораторії за допомогою переносних і пересувних вогнегасників: порошкових – при напрузі до 1,0 кВ, вуглекислотних - при напрузі до 10 кВ.

Відстань від насадки (розтруба) вогнегасника до струмопровідних частин електроустановок не може бути менше ніж 1 м. Застосування пінних вогнегасників не допускається.

6. Гасіння пожежі в приміщеннях на електроустановках, які знаходяться під напругою до 10 кВ, всіма видами піни за допомогою ручних засобів забороняється, оскільки піна і розчин піноутворювача мають підвищену електропровідність порівняно з розпиленою водою.

7. Для гасіння пожеж електроустановок, які знаходяться під напругою, допускається використовувати воду з водопровідних мереж, а також з природних і штучних водойм.

Розроблений блок живлення працює від мережі 220 В тому існує імовірність його загоряння внаслідок несправності. В разі загоряння блок живлення потрібно гасити порошковим вогнегасником ОП-1, який знаходиться на пожежному щиті у дослідній лабораторії.

7.2.2 Здійснення заходів щодо зниження дії радіоактивних випромінювань на імпульсний лабораторний блок живлення з цифровою індикацією

Оцінка уразливості лабораторного блока живлення від радіоактивного забруднення і проникаючої радіації починається з визначення максимальних очікуваних значень рівня радіації і дози проникаючої радіації. За показник стійкості об'єкта приймається допустима доза радіації, яку можуть одержати люди за час робочої зміни.

Для характеристики радіоактивного забруднення застосовують ступінь (щільність) забруднення, який характеризується поверхневою щільністю забруднення радіонуклідами і вимірюється активністю радіонукліда на одиницю площі (об'єму). Основною дозиметричною величиною, за допомогою якої оцінюється дія радіації, є доза випромінювання – кількість енергії, яка поглинута одиницею маси опроміненого середовища. Експозиційна доза визначається тільки для повітря при гама і рентгенівському випромінюванні. Поглинута доза визначається для речовин. Місцевість, що забруднюється внаслідок радіаційної аварії, за щільністю забруднення радіонуклідами умовно поділяють на зони: зону відчуження, зону безумовного (обов'язкового) відселення, зону гарантованого (добровільного) відселення і зону підвищеного радіоекологічного контролю.

За дозами опромінення зону забруднення поділяють на наступні зони: надзвичайно-небезпечного забруднення, небезпечного забруднення, сильного забруднення, помірного забруднення, і зону радіаційної небезпеки.

Також радіоактивне забруднення буде безпосередньо впливати лабораторного блока живлення, але і на його конструкцію, оскільки, до його

складу входять метічні провідники з ізоляційним покриттям, металічний корпус, пласмасові роз'єми і самі радіоелементи (резистори, транзистори, мікросхема, конденсатори, діод).

Органічні речовини вельми чутливі до радіації. Вплив радіації призводить до перетворення молекул, що супроводжується хімічними реакціями, що викликають незворотні зміни природи речовини і її механічних властивостей.

Перетворення супроводжується виділенням газів, які в поєднанні з вологою утворюють кислоти, які здійснюють шкідливий вплив на ізоляційні матеріали. Більшість пластмас отримує механічне пошкодження навіть при малих дозах радіації.

Фенолформальдегід і метилметакрилат стають крихкими і деформуються. Поліетилен і полістирол - спочатку збільшується опір розриву і твердість, а потім вони стають крихкими. Більшість пластмас темніє і знебарвлюється. Просочення і ізоляційні масла псуються, як і оргматеріали. Синтетичний каучук і кремнійорганічна гума твердіють

Зміна електричних властивостей органічних речовин (провідність, діелектрична проникність, кут втрат) має оборотний характер. Час відновлення залежить від природи матеріалу та умов опромінення.

На неорганічні речовини (матеріали) радіація впливає менше, ніж на органічні. При опроміненні нейтронами можливо об'ємне розширення. Кварц і скло втрачають прозорість при великих дозах.

Вплив радіації на напівпровідниковий діод залежить від того, який ефект використаний в основі його роботи, виду матеріалу, питомого опору його, а також конструктивних особливостей діода. Оскільки в підсилювачі використані лише кремнієві діоди то розглянемо лише їхню реакцію.

Під впливом нейтронної радіації провідність точково-контактних діодів зменшується в прямому і зворотному напрямках; у площинних діодів провідність у прямому напрямку також зменшується. Пошкодження діодів

обумовлюється зміною характеристик провідності в прямому напрямку. Вплив γ - опромінення викликає оборотні зміни зворотного струму.

Характеристика впливу радіоактивного забруднення на транзистор. Вплив опромінення викликає порушення кристалічної решітки матеріалу (основний ефект) і іонізацію (вторинний ефект). Внаслідок цього змінюються параметри напівпровідникових матеріалів – час життя основних носіїв, питома провідність, швидкість поверхневої рекомбінації дірок з електронами. Внаслідок зміни вищевказаних параметрів зменшується коефіцієнт підсилення по струму, збільшується зворотний струм колектора, зростають шуми транзистора.

Іонізація, створювана радіацією, інжектуються надлишок носіїв у транзистор, внаслідок чого виникають значні шуми. Зміна коефіцієнта посилення є незворотнім, а зміни зворотного струму можуть бути оборотними і необоротними. Як бачимо змінюється основний із електричних параметрів підсилювача – коефіцієнт підсилення, а отже вихідна потужність.

Потрібно зазначити, що більшу радіаційну стійкість мають германієві транзистори в порівнянні з кремнієвими.

До основних методів захисту радіоелектронної апаратури відносять такі конструктивні рішення:

- правильно підбирати і розташовувати елементи;
- ширше використовувати керамічні ізолятори в частинах перемикачів, роз'ємах, гніздах і т.д.;
- застосовувати склотканина та інші неорганічні матеріали для манжет, кабельної ізоляції тощо;
- застосування елементів з неорганічних матеріалів, слюдяних і керамічних конденсаторів;
- застосовувати плівкові і металлопленочні опору;

- ретельно продумувати схему розташування, для зменшення струмів витоку і пробою;
- екранувати найбільш чутливі елементи;
- правильно вибирати матеріали деталей конструкції;
- правильно вибирати напівпровідникові прилади (надавати перевагу германієвим).

для захисту від γ -променів добре екранують, захищають - свинець, вісмут, вольфрам, золото, платина, ртуть і деякі інші важкі матеріали.

РОЗДІЛ 8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

В наш час вплив на природу антропогенних факторів різко зріс. Внаслідок цього відновлюваний потенціал природи став меншим, що викликало початок необоротної зміни навколишнього середовища. Зацікавлення наукою про довкілля є результатом поглиблення кризи навколишнього середовища. Криза виникла в результаті діяльності людини. В цих умовах зростає увага до наук, що вивчають довкілля, його структуру і взаємозв'язки.

Взаємодія виробничо-господарських та природних процесів привела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи. Високий рівень концентрації промисловості і сільського господарства, непродумана, екологічно необґрунтована господарська діяльність керівних структур привела до того, що Україна стала належати до числа країн неблагополучних в екологічному відношенні. Україна перенасичена хімічними, металургійними, гірничорудними виробництвами із застарілими технологіями. Великої гостроти набула проблема радіоактивних відходів.

8.2 Основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення озоногенераторів

До забруднень довкілля відносяться:

-Викиди в атмосферу забруднюючих речовин при виконанні базових отворів на платі свердлильними верстатами (виділяється велика кількість пилу, текстоліт і гетинакс виділяє при контакті з розжареним свердлом токсичні речовини).

- Різні енергетичні забруднення: шум, вібрації, електромагнітні поля.

Їх створюють механізми для розкроювання плат (преси, механічні ножиці, свердлувальні верстати). Шум виникає при механічних коливаннях в твердих, рідких і газоподібних середовищах. Шумом є різні звуки, що заважають нормальній діяльності людини.

- Скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водний об'єкт (стічні води).

- Викиди в навколишнє середовище токсичних речовин при паянні або лудженні.

Олов'яно-свинцеві малосурм'яністі припої - металеві сплави, які складаються з олова 61-18 %, сурми до 0,5 %, а решта - свинець. Ці складові залежать від марки припою.

У процесі пайки або лудження цими припоями в повітря робочої зони виділяються токсичні випари свинцю та сурми.

Свинець є однією з небезпечних складових цих припоїв. Він має властивість проникати і накопичуватися в організмі людини при вдиханні забрудненого його випарами повітря, з водою та їжею і практично не виводиться з організму.

Своєю дією на організм людини свинець може призвести до ураження нервової системи, крові, судин і в тяжких випадках - отруєння.

Гранично допустима концентрація аерозольних випарів свинцю у повітрі робочої зони 0,01 мг/м . Другим небезпечним чинником припоїв є сурма. Вдихання аерозолів сурми спричиняє подразнення органів дихання, травлення, слизових оболонок очей. Може викликати алергічні захворювання шкірного покриву людини. Тривала дія аерозолу сурми на організм людини може спричинити хворобу легенів - антимоніоз, не прогресуючий після переривання контакту з аерозолем. Сурма своєю дією на організм людини уражає нервову систему, порушує обмінні процеси.

Гранично допустима концентрація аерозолів сурми в повітрі робочої зони 0,5 мг/м.

- Викиди в навколишнє середовище шкідливих речовин під час склеювання деталей і вузлів.

Підготовку [поверхні](#) елементів до склеювання проводять за допомогою механічної або хімічної обробки. Найбільш часто при склеюванні деталей використовують клеї на основі фенолформальдегідних, кремнійорганічних та епоксидних смол. Фенолформальдегідні смоляні клеї вогнебезпечні, виділяють пари фенолу, формальдегіду, розчинників, пил також токсична (містить фенол); при роботі з клеєм можливе захворювання шкіри рук, подразнення дихальних шляхів, розлад [травлення](#). Гранично допустима концентрація фенолу – 0,3 мг / м³; формальдегіду - 0,5 мг / м³.

Кремнійорганічний клей являє собою розчин кремнійорганічних смол в органічних розчинниках, таких як толуол, який є токсичним, діє на [кров](#), кровотворні органи і центральну нервову систему. До цієї групи клеїв відноситься клей КТ-17. Шкідливими є клеї БФ, БФ-2, БФ-4, що складаються з спиртового розчину фенольних і полівінілової смол; термопренового клей; представляє собою натуральний [каучук](#), розчинений у бензині; перхлорвінілової - розчин перхлорвінілової смоли в діхлоритані і багато інших.

При виробництві радіоелектронної апаратури застосовується велика кількість деталей з ізоляційних матеріалів. Деталі виготовляються механічно (різкою), при цьому виділяється велика кількість пилу і продуктів розкладання матеріалів у газоподібній формі. При дії пилу і газів можуть з'явитися профзахворювання. Крім того, при обробці матеріалів можливі механічні травми (порізи, удари).

В результаті виготовлення друкованих плат, корпусів в навколишнє середовище викидається безліч шкідливих речовин.

У процесі зачистки, обдування і шліфування може виділятися багато пилу та інших аерозолів, несприятливо впливають на організм працюючих.

8.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля

В області захисту навколишнього середовища щодо зменшення забруднення в результаті виготовлення друкованих плат, можна виділити інженерно – технічний напрям.

Інженерно - технічний напрям – ставить перед виробничо-екологічною безпекою завдання неухильного підвищення ефективності інженерно - технічних заходів по охороні природи: широким впровадженням безвідходних і маловідхідних технологій, комбінованих виробництв, що забезпечують комплексне використання природних ресурсів, сировини і матеріалів. Особлива увага повинна приділятися охороні водних ресурсів, атмосферного повітря, надр, а також розробки засобів їх захисту.

Для усунення шкідливих виділень при роботі з клеями, при виготовленні виробів із пластмаси ділянки механічної обробки необхідно ізолювати від інших ділянок цеху, для видалення пилу безпосередньо із зони [дихання](#), [верстати](#) повинні обладнуватися місцевою витяжною [вентиляцією](#) на робочому місці.

Місцева витяжна вентиляція здійснюється за допомогою місцевих витяжних зонтів, всмоктуючих панелей, витяжних шаф, бортових відсмоктувачів.

Конструкція місцевої витяжки повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громадкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом.

Для очищення стічних вод від хімічних речовин використовується фізико-

хімічний метод, який базуються на зміні фізичного стану забруднювачів і включає флотаційні, екстракційні, електрохімічні (даний спосіб очистки стічної води має ряд переваг перед іншими: малий об'єм очистки споруд, простота експлуатації внаслідок високої степені автоматизації електрохімічних процесів) методи. Як результат, одержується нетоксичні або менш токсичні сполуки. Розчинні у воді сполуки перетворюються у не-розчинні і легко відокремлюються, кислі й лужні стоки нейтралізуються. Після очистки вода скидається у водойми або каналізацію.

Найбільш ефективними заходами, які попереджують [професійні захворювання](#) при пайці, є [механізація](#) і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних [процесів](#): лудження методом занурення, виборча [пайка](#) і [пайка](#) хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри працюють зі свинцем і флюсами .

Для запобігання забрудненню навколишнього середовища слід направляти зусилля на використання процесів, матеріалів, практичних прийомів або продукції так, щоб уникати, скорочувати або регулювати викиди, скидання, утворення входів, застосовуючи для цього весь арсенал сучасних досягнень: зміни у виробничому процесі, в механізмах управління, ефективне ресурсовикористання і заміну матеріалів, очищення відходів і вторинне використання матеріалів.

ЗАГАЛЬНІ 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 послідовності 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.

Бібліографія

1. Тондій Л.Д., Ганічев В.В. Методики озонотерапії. Методичні рекомендації - Київ – 2001. – 22 с.
2. Хвисяк М.І., Малахов В.О., Ганічев В.В. Озонотерапія – Харків – 2002. – 189 с.
3. Влияние озона на организм человека и механизмы его лечебного действия. magericmed.ru
4. Уильям Конверс. Здоровье и озон: сущность озона. ozones.net.ru
- Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.
5. Ю. В. Филиппов, В. А. Вобликова, В. И. Пантелеев. Электросинтез озона // МГУ им. М. В. Ломоносова. — Москва: Издательство МГУ, 1987.
6. В. Г. Самойлович, В. И. Гибалов, К. В. Козлов. Физическая химия барьерного разряда. — Москва: Издательство МГУ, 1989. — ISBN 5-211-00415-9.
7. В.И Гибалов, А. Т. Рахимов, А. Б. Савельев, В. Б. Саенко// Особенности электросинтеза озона в поверхностном барьерном разряде. Препринт НИИЯФ МГУ — № 99 — 18/576. 1999. 28 с.
8. Скадченко О. Е., Вендилло В. П., Филипов Ю. В.//Вестн. Моск. Ун-та. Сер. Химия. 1972. Т. 13, № 5. С. 594.
9. Скадченко О. Е. Исследование образования озона в струе низкотемпературной плазмы: Автореф. дисс... канд. хим. наук.. — М., 1972.
10. Познизовский А. З. Познизовский Л. З. Шведчиков А. П.// Проблемы использования импульсного коронного разряда в экологии. Мин-во науки и технической политики РФ, координационный межведомственный совет по проблеме «Озонаторостроение и применение озона в народном хоз-ве», Информационный центр «Озон». Информационные материалы. Вып. 3. М.,

1994. С. 29.

11. Белоусова Э. В., Понизовский А. З., Гончаров В. А. и др. // Химия выс. энергий. — Наука, 1991. — Т. 25. — № 5. — С. 556. — [ISSN 0023-1197](#).

12. Белоусова Э. В., Понизовский А. З., Гончаров В. А. и др. Исследование процесса образования озона в воздухе под действием импульсного коронного разряда и УФ-облучения // Химия выс. энергий. — Наука, 1992. — Т. 26. — № 4. — С. 317. — [ISSN 0023-1197](#).

13. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. — 2-е изд. — М.: Наука, 1992. — 536 с. — [ISBN 5-02014615-3](#)

14. <http://www.energo-info.ru/images/pdf/Kutuzova.pdf>

15. Семенов В.Ю. “Силовая электроника для любителей и профессионалов” / В.Ю.Семенов – М.: СОЛОН-Р, 2001р.

16. Гершунський Б.С. “Справочник по расчету электронных схем” / Б.С.Гершунський– Київ: Вища школа, 1983р.

ДОДАТКИ

УДК 612.843.363

Р. Самець

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗОНОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ОЗОНОТЕРАПЕВТИЧНИХ СИСТЕМ

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 озono-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 – озono-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 озono-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.

Запропоновано для живлення електродів генератора озону використати напругу у вигляді постідовності прямокутних імпульсів підвищеної частоти, що при однаковій відстані між електродами дозволить зменшити значення пробивної напруги та кількості виділеного тепла на електродах. Шляхом аналізу результатів моделювання формування коронного розряду запропоновано значення частоти напруги живлення електродів генератора озону – 50 кГц.

Література

1. Белоусова Э.В. Исследование процесса образования озона в воздухе под действием импульсного коронного разряда и УФ-облучения / Э.В. Белоусова, А.З. Понизовский, В.А. Гончаров и др. // Химия выс. энергий. — Наука, 1992. — Т. 26. — № 4. — С. 317.
2. Тондій Л.Д. Методики озонотерапії. Методичні рекомендації / Л.Д. Тондій, В.В. Ганічев. - Київ – 2001. – 22 с.
2. Хвисюк М.І. Озонотерапія / М.І. Хвисюк, В.О. Малахов, В.В. Ганічев – Харків – 2002. – 189 с.