

УДК 66.086.2

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОННОГО ГЕНЕРАТОРА АЕРОІОНІВ

Волошина А.А., д.т.н.,

Лобода О. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619)42-11-74

Анотація - в роботі представлені результати досліджень коронного розряду в генераторі аероіонів для фруктосховищ, а також інженерні розрахунки закономірностей розподілу коронного розряду для подальшого моделювання поля коронного розряду.

Ключеві слова – іони, коронний розряд, напруга, струм, електрод, електричне поле.

Постановка проблеми. Найважливіше значення для забезпечення схоронності біологічної продукції має підтримка оптимального мікроклімату у приміщеннях зберігання. Варто мати на увазі, що в ряді сховищ підтримуються не тільки необхідні температуро-вологісні параметри середовища, але і зміна його хімічного та іонного складу. Забезпечити підтримку необхідних технологічних параметрів повітряного середовища в приміщеннях для зберігання й у масі біологічної продукції можна тільки за рахунок спільного функціонування систем вентиляції, обігріву (охолодження), зволоження (сушіння), озонування та іонізації. Одним з шляхів вирішення проблеми зниження втрат плодів при збереженні є вдосконалення технологій створення мікроклімату, зокрема, використання електротехнологічних методів для створення озонно-іонного середовища [1].

Аналіз останніх досліджень. Необхідні рівні щільності об'ємного заряду іонів обох знаків в зоні зберігання рослинної сировини створюється генераторами іонів. Джерелами атмосферних іонів є радіоактивне випромінювання, коронний розряд і баллелектричний ефект. Основними вимогами, що висуваються до джерел штучної іонізації (генераторів аероіонів) є висока іонізаційна здатність, можливість її зміни в широких межах, генерування іонів одного або обох знаків і ін. Іонізація виявляє бактерицидну дію, тобто здатність знищувати мікроби. У роботі [2] розроблена установка для обробки продуктів іонами. Установка складається з високовольтного трансформатора 11 кв, випрямляча і подвоювача напруги, а також обмежувального опору,

встановленого в колі електроду, який створює корону. У дослідженнях обробкою іонами піддавалися свіжозібрані без попередньої обробки плоди абрикосу, малини і сливи.

Були отримані залежності, які показали, що попередня іонізація плодів, що закладається на зберігання в холодильні камери, уповільнює ферментативні процеси в плодах і овочах і, відповідно, приводить до збільшення терміну їх зберігання.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Завданням дослідження є отримання придатних для інженерних розрахунків закономірностей коронного розряду. Вирішення цього завдання можливе шляхом моделювання поля коронного розряду та експериментальних досліджень.

Основна частина. Для дослідження обрана система електродів, що являє собою зовнішній циліндр діаметром 50 мм та внутрішні вісьосиметричні коронуючі електроди діаметром 0,5 мм. Досліджено системи з одним, двома, трьома та чотирма коронуючими електродами. Лабораторна установка (рис.1) вміщує металевий циліндр 2 на торцях якого закріплені діелектричні накладки з отворами для коронуючих електродів 1. Живлення на циліндр та коронуючі електроди подається від джерела регульованої напруги. Джерело являє собою ЛАТР та підвищувальний трансформатор ТГМ 1200 з діючою вторинною напругою до 10 кВ та струмом короткого замикання 26 мА. Застосування випрямляча на високовольтних діодних стовпах Д1010 (VD1, VD2) та високовольтних конденсаторах К75-25 (C1, C2) дозволило отримати постійну напругу до 28 кВ.

З метою отримання даних для побудови вольт - амперних характеристик коронних розрядів в коло підключено електростатичний вольтметр С-96 (pV) та мікроамперметр М265 (pA).

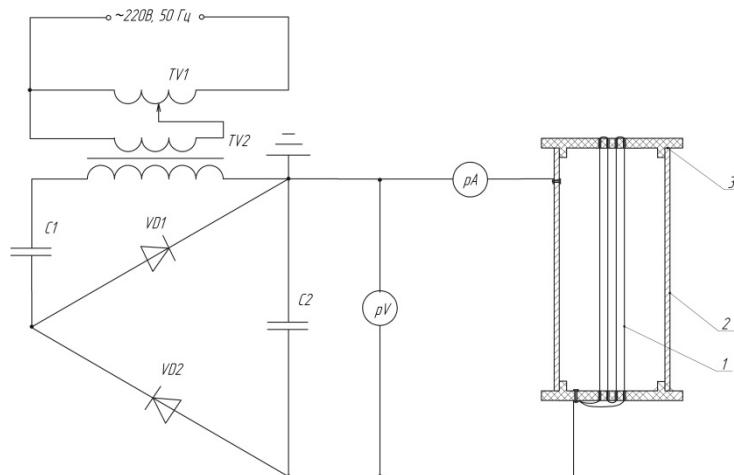


Рис.1. Схема лабораторної установки: 1- коронуючі електроди; 2 - металевий циліндр; 3 - діелектрична накладка

Попередньо були визначені критичні напруги коронного розряду для 4 випадків (1, 2, 3 та 4 коронуючих електроди). Для цього було проведено імітаційне моделювання електричного поля вказаних чотирьох варіантів електродних систем за допомогою програмних засобів ELCUT [3]. При моделюванні напруга на електродах приймалась 1 В.

Отримані топології електричного поля та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусів циліндрів (рис. 2...5) дозволили розрахувати критичні напруги коронного розряду за формулою:

$$U_{0i} = E_0 \cdot \frac{U_i}{E_i}, \quad (1)$$

де U_{0i} - критична напруга коронного розряду для ікоронуючих електродів, В;

U_i - напруга на електродах, що прийнята при моделюванні поля ($U_i = 1$ В);

E_i - напруженість електричного поля на поверхні коронуючих електродів, що розрахована за результатами моделювання, В/м.

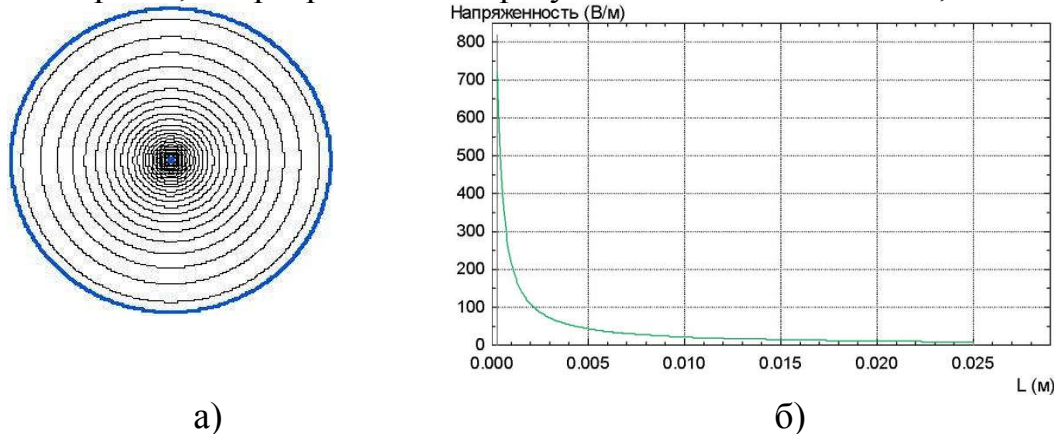


Рис. 2. Топології електричного поля (а) та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусу циліндру (б) системи з одним коронуючим електродом

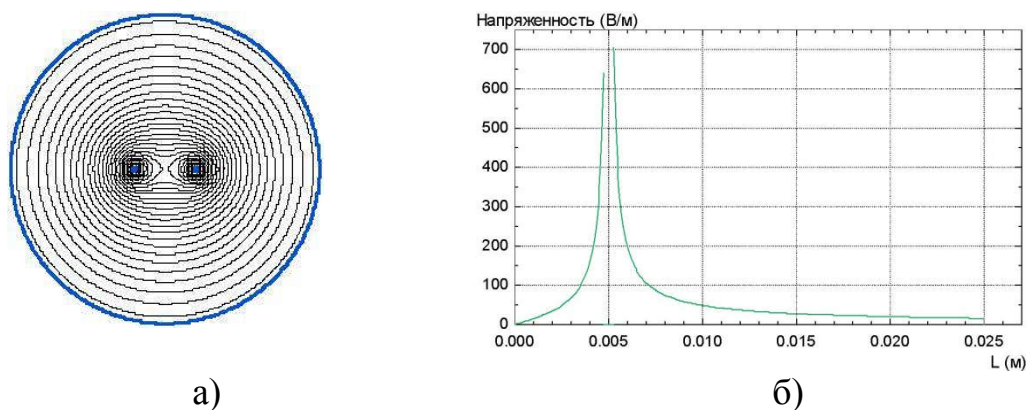


Рис. 3. Топології електричного поля (а) та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусу циліндру (б) системи з двома коронуючими електродами

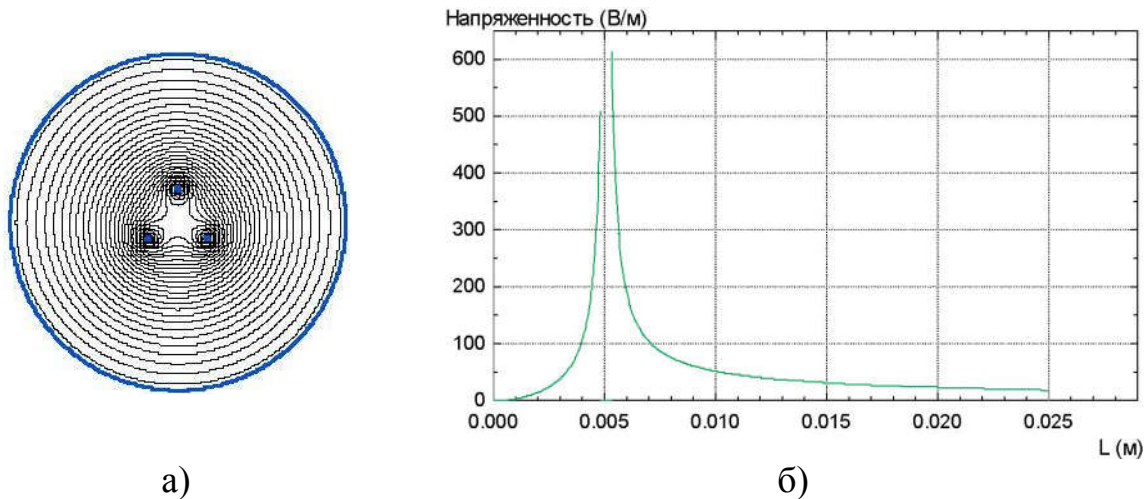


Рис. 4. Топології електричного поля (а) та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусу циліндру (б) системи з трьома коронуючими електродами

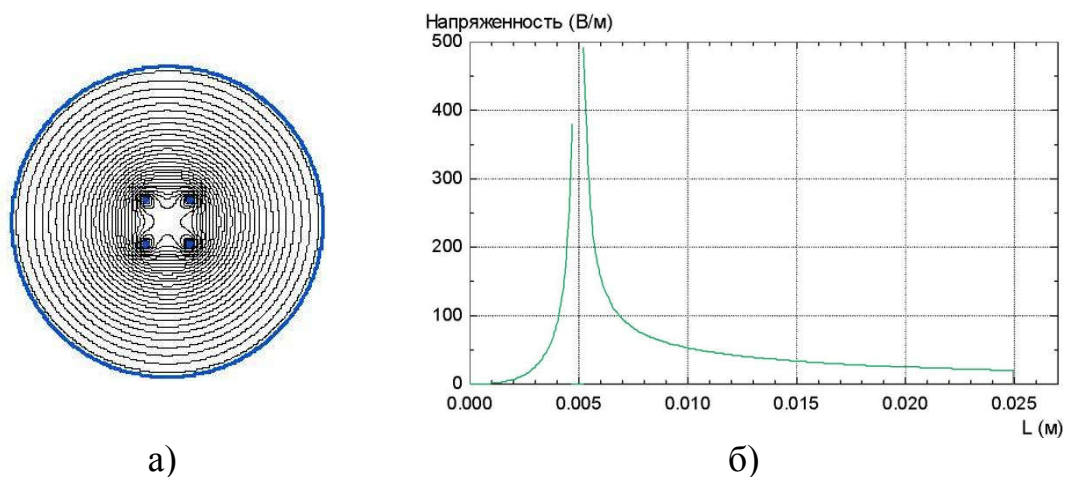


Рис. 5. Топології електричного поля (а) та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусу циліндру (б) системи з чотирма коронуючими електродами

Критична напруженість коронного розряду визначається емпіричною формулою Піка [4,5]:

$$E_0 = 30,3 \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{0,0298}{\sqrt{\rho \cdot r_0}} \right) \cdot 10^5, \quad (2)$$

де E_0 – критична напруженість коронного розряду, В/м;
 ρ – відносна щільність газу, кг/м^3 (по відношенню до щільності повітря при нормальних умовах $\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$);

r_0 – радіус коронуючого електроду, м.

Для коронуючих електродів у вигляді ніхромового дроту радіусом 0,25 мм та циліндричного електроду радіусом 25 мм критична напруженість поля коронного розряду за формулою (2):

$$E_0 = 30,3 \cdot I \cdot \left(1 + \frac{0,0298}{\sqrt{1 \cdot 0,00025}} \right) \cdot 10^5 = 8,8 \cdot 10^6 \text{ В/м.}$$

Відповідно до графічних залежностей рис. 2...5 напруженість електричного поля на поверхні коронуючих електродів складає: 820 В/м - для одноелектродної системи; 700 В/м - для двоелектродної системи; 620 В/м - для трьохелектродної системи; 490 В/м - для чотирьохелектродної системи. Враховуючі ці результати за формулою (1) була отримані значення критичних напруг поля коронного розряду (рис.6).



Рис. 6. Критична напруга коронного розряду

Для побудови ділянок вольт - амперних характеристик від визначених критичних напруг до напруг пробою були проведені експериментальні дослідження на лабораторній установці (рис. 1). Схема дозволила плавно змінювати напругу на електродах лабораторним автотрансформатором TV1. Максимальна амплітудна напруга високовольтного трансформатора TV2 складає 14000 В, тому в схемі передбачений помножувач напруги на діодах VD1, VD2 та конденсаторах C1, C2.

Вольт - амперні характеристики рис. 7 побудовані на інтервалах

від критичної напруги до напруги пробую.

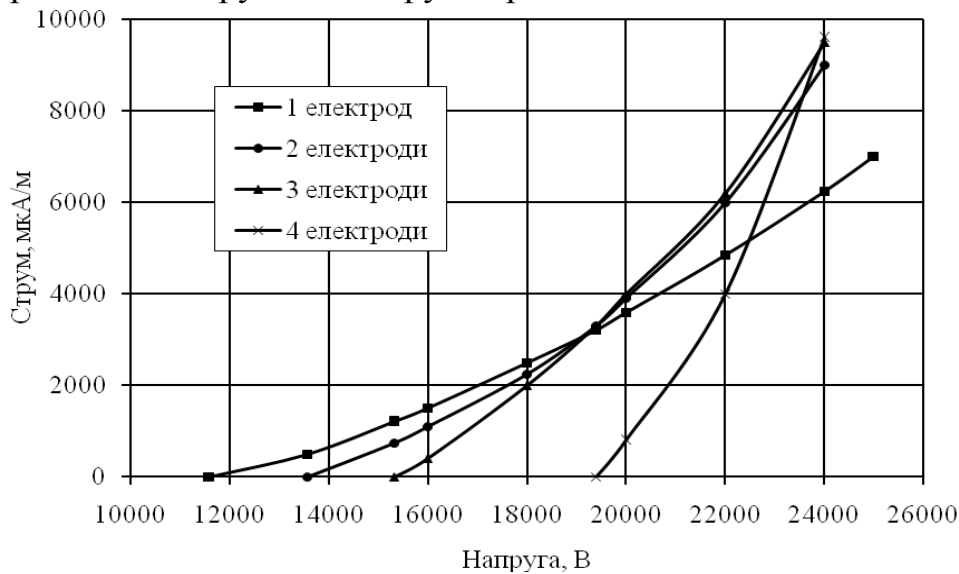


Рис. 7. Вольт-амперні характеристики коронного розряду

Висновки. В результаті виконаної роботи запропонована принципова електрична схема джерело живлення коронного розряду, а також топології електричного поля та розподіли напруженості електричного поля вздовж радіусу циліндру систем з різною кількістю коронуючих електродів. На підставі отриманих характеристик можна зробити висновок, що збільшення кількості коронуючих електродів понад 2, не приводить до суттєвого збільшення результуючого струму, що обумовлено виникненням пробую між електродного проміжку. Отримані залежності дозволяють розрахувати електродну систему генератору іонів.

Література:

1. Мартыненко И. И. Исследование режимов работы генератора для озонно-аэроионной обработки воздуха в овощехранилище.- В кн.; Тез. докл. Всесоюз. конф. "Применение электронно-ионной технологии в народном хозяйстве" 25-27 ноября 1981 г. Тбилиси / И. И. Мартыненко, Н. Н. Будько, 1981, с. С. 89-190.

2. Буденко С. В. Разработка ионизирующего устройства для предварительной обработки плодов и овощей при длительном хранении / С. В. Буденко, В. Ф. Ялпачик // Научно-теоретический фаховий журнал "Вісник аграрної науки Причорномор'я "Миколаївського державного аграрного університету. – Миколаїв, 203 . – 264 с. с. 230-234

3. ELCUT. Комплекс программ моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 3.4. Руководство пользователя. - СПб.: НПМК «ТОР», 1995. - 212с.

4. Басов А. М. Электротехнология / А. М. Басов, В. Г. Быков, А.

В. Лантев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

5. *Поляков В.* Физика аэроионизации / *В.Поляков* // Радио. - 2002. - №3. - С. 36-38.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОННОГО ГЕНЕРАТОРА АЭРОИОНОВ

Волошина А.А., Лобода А.И.

Аннотация - в работе представлены результаты исследований коронного разряда в генераторе аэроионов для фруктохранилищ, а также инженерные расчеты закономерностей распределения коронного разряда для дальнейшего моделирования поля коронного разряда.

STUDY CORONA GENERATOR OF AIR ION

A. Voloshina, O. Loboda

Summary

The paper presents the results of studies of corona discharge in the generator of air ions for storage facilities, as well as engineering calculations of the distribution of corona discharge to further model the field of a corona discharge.