

УДК 621.311:631.3

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРООЗОНУВАННЯ КАРТОПЛІ В СХОВИЩІ

Овчаров В.В., д.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Чапний М.В., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України.

E-mail: charnijj@rambler.ru

Анотація - Розглянута схема автоматизації процесу озонування насипу картоплі заданою концентрацією озону в повітрі. Досліджено залежність ступеню очистки повітря від концентрації озону.

Ключові слова: автоматизація, іонізація, озонування, картопля.

Постановка проблеми. Проблема підвищення збереженості картоплі під час довготривалого зберігання потребує використання озону для обробки картоплі та повітря в помірній бульбовому просторі. Вирішення проблеми пропонується досягти застосуванням обладнання, що використовується при зберіганні сільгосппродукції та додаткового введення іонізатора повітря, за допомогою якого виробляється озон і подається в насип картоплі [1, 2, 3]. Під час довготривалого періоду зберігання картоплі виникають проблеми, пов'язані з втратами продукції через хвороби та гнилі [4,5].

Аналіз останніх досліджень. Аналіз літературних джерел показав, що існуючі системи озонування плодоовочевої продукції [6, 7] передбачають тільки ручний режим управління електроозонуванням картоплі під час зберігання, що призводить до перевитрати енергоресурсів.

Формулювання мети статті. Метою досліджень є зменшення непродуктивних витрат енергії шляхом виявлення факторів, які треба оптимізувати при озонуванні картоплі під час зберігання.

Основна частина. Створено електротехнічний комплекс для озонування картоплі під час зберігання за допомогою коронного розряду. При іонізації повітря одночасно з озоном може утворюватися азот, який осідає на поверхні бульб і викликає утворення перекисі водню, чим сприяє гальмуванню утворення гнилі. Окрім того, азот може реагувати з молекулами озону, утворюючи окис азоту.

При цьому перекис водню обмежує доступ озону до поверхні бульб. Але озон має більше ефективних факторів впливу на картоплю, таких як: ширший спектр знищення фітопатогенних мікробів, дезактивація отрутохімікатів накопичених в бульбах під час вирощування, затримка проростання бульб, зниження вмісту цукрів та інш. Тому електротехнічний комплекс повинен працювати в режимі, коли буде відбуватися іонізація кисню з утворенням озону і при цьому зведеться до мінімуму іонізація азоту. А це цілком можливе з огляду на те, що при напруженості електричного поля до 20 кВ (перша ступінь іонізації) енергія іонізації азоту складає 15,58 еВ, а кисню – 12,08 еВ. В той же час при напруженості електричного поля вище 20 кВ (друга ступінь іонізації) енергія іонізації азоту складає 29,6 еВ, а кисню – 35,12 еВ. Тобто, можна зробити наступний висновок по визначенню першого фактору, який необхідно оптимізувати: для обмеження іонізації атомів азоту та іонізації атомів кисню для отримання необхідної концентрації озону, необхідно обмежити напругу на іонізаторі повітря величиною до 20 кВ. Або знайти спосіб поглинання іонів азоту до моменту його попадання в насип картоплі, що зберігається.

Експериментальна установка для створення і перевірки системи автоматичного управління процесом озонування наведена на рис. 1.



Рис. 1. Експериментальна установка для перевірки роботи САУ.

Схема працює в імпульсному режимі, коли імпульс струму в залежності від між електродної відстані триває 1...3 мікросекунди, амплітуда імпульсу струму – 30 мА, а частота послідовності імпульсів – 50 кГц. Застосована система електродів вістря - площина. Швидкість повітря – 5 м/с необхідна для того, щоб іони, які не встигли вступити в реакцію з молекулами повітря, осідали на катоді. Вище названі умови обов'язково необхідно враховувати при створенні системи управління роботою електротехнічного комплексу, тому що при надходженні малої кількості іонів в насип картоплі викличе передчасне проростання бульб. Передчасне проростання бульб потребує його сортування, а це додаткові витрати.

В залежності від кількості озону, введеного в середовище, що обробляється буде досягнута у встановленому режимі конкретна ступінь очистки за будь-яким забрудненням. При конкретному кількісному значенні величини озону, котра загалом може прямувати до нескінченності, подальше збільшення ступені очистки не буде відбуватися в силу фізико-хімічних закономірностей. Тобто, подальше збільшення кількості озону приведе до його непродуктивних витрат.

Ступінь очистки, яка відповідає дозі озону, вище якої не відбувається підвищення очистки, назовемо граничним ступенем очистки η_c для конкретної реалізації процесу.

На рис. 2 представлені залежності ступеню очистки від доз озонування: $q_1 = 5\text{мг/м}^3$, $q_2 = 8\text{мг/м}^3$, $q_3 = 10\text{мг/м}^3$.

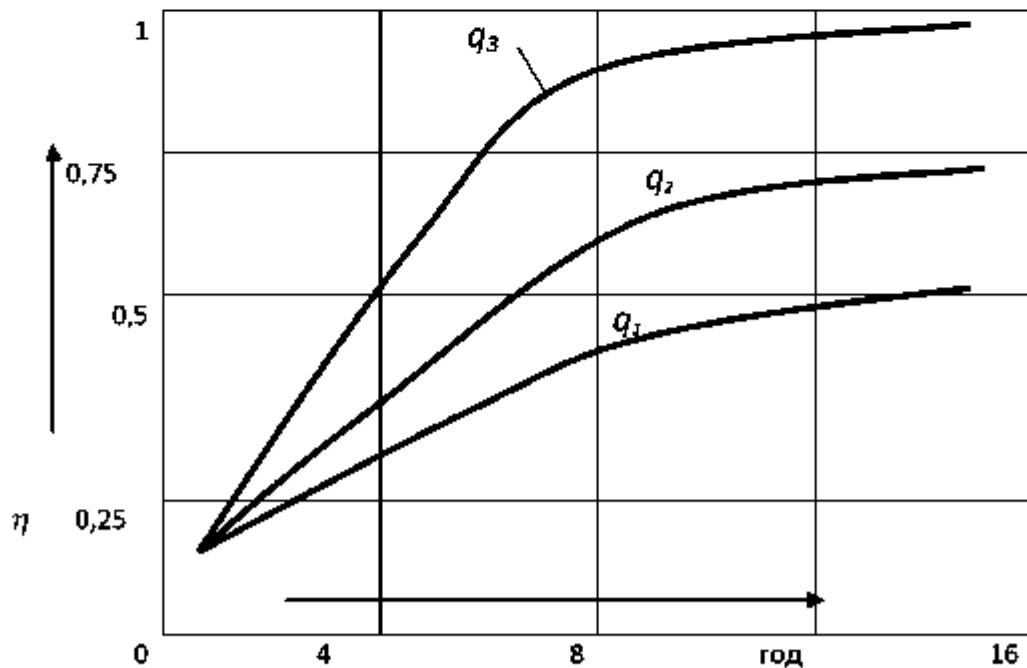


Рис. 2. Графіки зміни ступеню очистки повітря в сховищі при різних дозах озонування.

З наведеного рисунку можна побачити, що при збільшені дози озону ступінь очистки повітря підвищується. Звідси вимальовується другий фактор, який треба оптимізувати: доза озонування.

Досягти оптимізації вищезазначених факторів можна використовуючи автоматичне управління величиною технологічних параметрів, таких як напруженість електричного поля та доза озонування.

Тому виникає необхідність впровадити систему автоматичного управління напругою іонізації та дозою озонування для оптимізації роботи електротехнічного комплексу.

З літературних джерел відомо, що на продуктивність іонізатора впливають також температура і вологість повітря, яке іонізується, але ці параметри задаються технологією зберігання коли $\Theta = 2..4^{\circ}\text{C}$, а $\omega = 90..95\%$.

Структурна функціональна схема системи автоматичного управління озонуванням картоплі представлена на рис. 3.

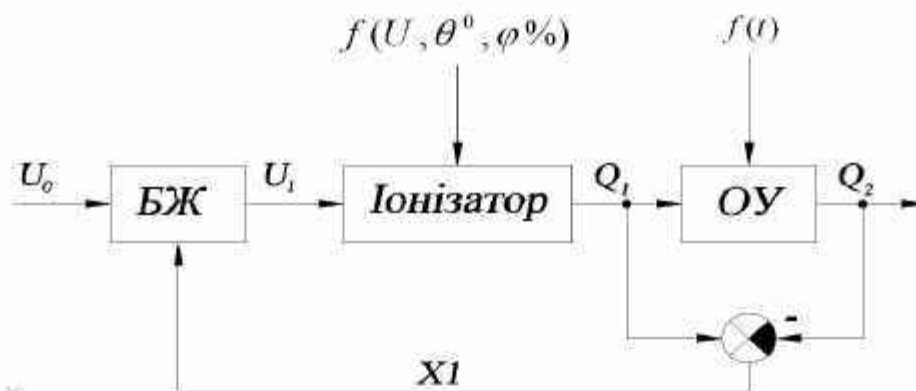


Рис. 3. Структурно-алгоритмічна схема САУ роботою іонізатора повітря.

На роботу іонізатора впливають температура і вологість повітря, що продувається крізь іонізатор, а також коливання напруги мережі електроживлення від якої живиться іонізатор. В той же час на об'єкт управління, яким є насип картоплі, діє задана концентрація озону та випадкова величина в ролі збурення – шкідливі мікроорганізми.

В наведеній системі автоматичного управління озонуванням картоплі присутній місцевий зворотній від'ємний зв'язок об'єкта управління, який дасть змогу слідкувати за концентрацією озону в насипі картоплі і при досягненні рівноваги кількості озону на вході в насип картоплі та кількості озону на виході завдяки наявності в системі одного головного зворотного зв'язку по сигналу розбігу показань концентрації озону (X1) подасть команду на відключення блока живлення (БЖ) іонізатора повітря.

Схематична реалізація системи автоматичного підтримання концентрації озону на заданому рівні зображена на рис. 4.

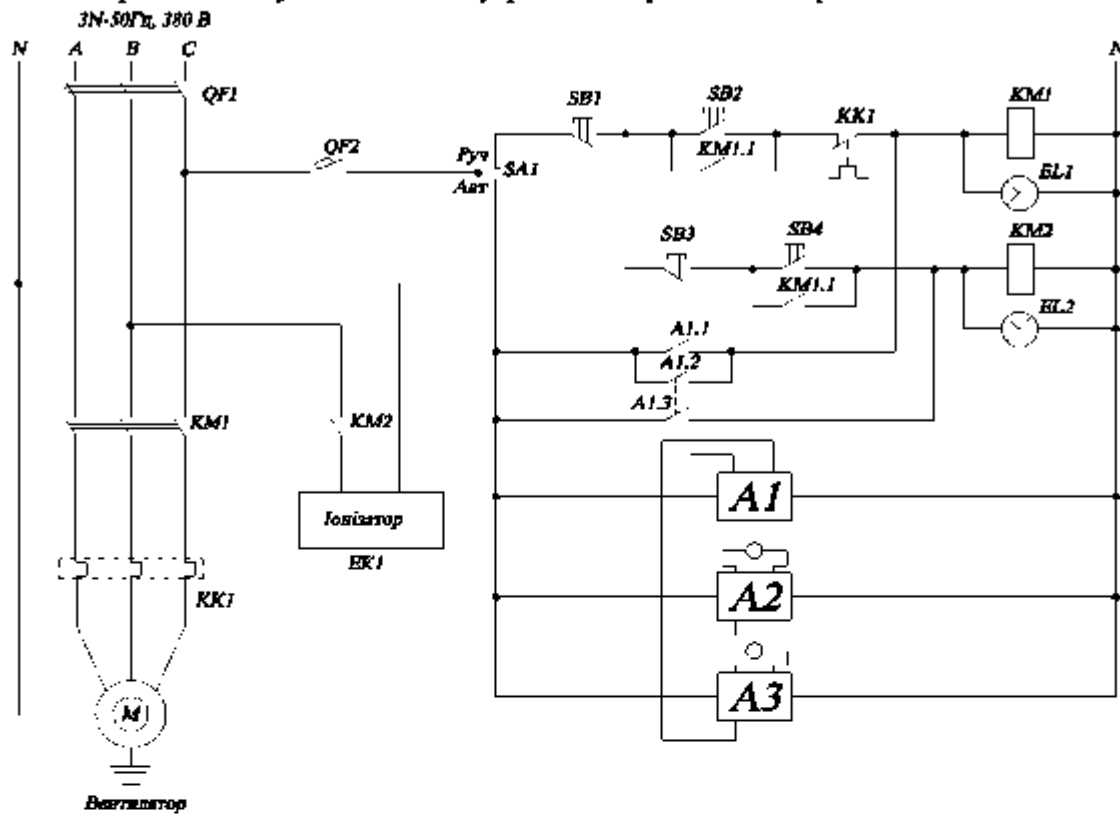


Рис. 4. Електрична принципова схема управління роботою електротехнічного комплексу.

Електрична принципова схема САР іонною обробкою картоплі (рис.5) складається з щита управління в якому встановлено кнопки SB1-SB4 для управління системою в ручному режимі, перемикача режимів роботи (ручний, автоматичний) системи SA1, магнітних пускачів KM1 та KM2 для запуску вентилятора та іонізатора. Також в щиті встановлюється мікроконтролер A1 для управління виконавчими механізмами в автоматичному режимі за допомогою релейних виходів контролера A1.1 – A1.3. Контакт A1.1 використовується для ввімкнення тільки вентилятора в ручному чи автоматичному режимі для перевірки системи вентиляції чи для виконання вентиляції по сигналу систем контролю вологості та температури.

Контакти A1.2 та A1.3 замикаються разом, тому, що система озонування може працювати правильно тільки при одночасній роботі вентилятора та іонізатора.

Датчики вимірювачів концентрації озону A2 та A3 встановлюють у вентиляційних каналах сховища і під'єднуються до інформаційних входів контролера A1 в щиті.

Електрична схема працює в автоматичному режимі по такому алгоритму: при ввімкненні системи контролер вмикає іонізатор та вентилятор, замикаючи контакти А1.2 та А1.3. На контролері задано значення концентрації озону на вході та виході бункера, і при досягненні заданих значень контролер розмикає контакти А1.2 та А1.3.

В електричній схемі передбачено захист від короткого замикання в колі управління QF1, в силовому колі QF2, від перевантаження двигуна вентилятора КК1 та сигналізація.

При роботі електроозонаторних установок в сільськогосподарських приміщеннях на некоронуючому електроді осідає шар пилу. Наявність пилу в розрядному проміжку і на некоронуючому електроді призводить до зміни параметрів вольт-амперної залежності. Це відображається на якості протікання технологічного процесу.

У зв'язку з цим виникає необхідність враховувати вплив пилу на вольт-амперну характеристику. В праці [8] отримана наближена вольт-амперна залежність, яка враховує об'ємний електричний опір шару пилу:

$$I = \left\{ \frac{1}{C} + (2U - U_0) \cdot R - \left[\left(\frac{1}{C} + (2U - U_0) \cdot R \right)^2 - 4(U^2 - U \cdot U_0) \cdot R^2 \right] \right\} \cdot (2R^2)^{-1}, \quad (1)$$

де C – постійна, яка залежить від геометрії між електродного проміжку;

$$R = \frac{\rho \cdot d}{S} \text{ - об'ємний електричний опір шару;}$$

ρ - удільний електричний опір шару;

d – товщина шару;

S – площа поверхні некоронуючого електрода.

В діапазоні напруг від 15 до 20,0 кВ співпадання експериментальних та розрахункових значень струмів має задовільну похибку. Проте цей вираз не враховує геометричних параметрів розрядного проміжку, а також використовується тільки для дротових коронуючих електродів.

У зв'язку з цим було проведено експериментальні дослідження по впливу пилу на вольт-амперну характеристику електроозонатора (рис.5). Характеристики знімалися з електроозонатора, який протягом періоду зберігання працював в картоплесховищі. Із графічних залежностей при ввімкненому (1 і 1') та вимкненому (2 і 2') вентиляторі можна побачити, що при робочій напрузі (15,0 – 18,0 кВ) зниження струму відбулося в 2...4 рази. Це призвело до зниження потужності і

продуктивності електроозонаторів. На основі цих дослідів встановлена періодичність очистки електроозонаторів від пилу, яка складає 3,0 місяця.

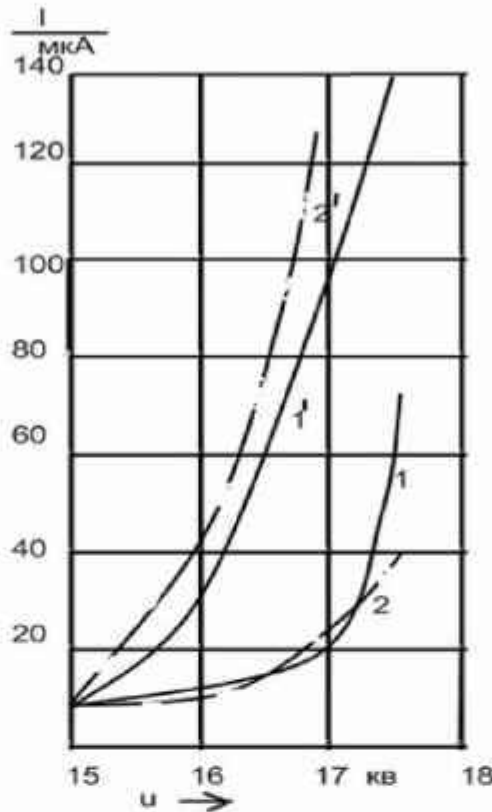


Рис. 5. Вольт-амперні характеристики виробничих електроозонаторів: 1, 2 – заповнені; 1', 2' - очищені від пороху.

Висновки.

1. До факторів оптимізації, які необхідно автоматизувати при озонуванні картоплі під час зберігання з використанням зазначеного електротехнічного комплексу відносяться: напруга живлення іонізатора та доза озонування.

2. Показники фактора забруднення некородуючого електроду автоматизувати в промислових умовах неможливо, тому очищення некородуючого електроду необхідно виконувати вручну через 3 місяця.

Література

1. Божко И.В. Исследование разрядного промежутка для плазмо-химического реактора на положительной стримерной короне / И.В. Божко, И.С. Петухов // Техн. электродинамика. – К. : ІЕД НАНУ, 2005. – №3. – С.17–21.

2. Божко И.В. Влияние конфигурации электродной системы на образование стримеров коронного разряда / И.В. Божко, И.С. Петухов // Техн. электродинамика. – К. : ІЕД НАНУ, 2005. – №3. – С.22–26.

хов, Н.И. Фальковский // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2005. – №2(11). – С.41–44.

3. Божко И.В. Электродная система для разрядных устройств с положительной стримерной короной / И.В. Божко, И.С. Петухов, Н.И. Фальковский // Техн. електродинаміка. – К. : ІЕД НАНУ, 2006. – №3. – С. 9–12.

4. Дементьева М.И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении / М.И. Дементьева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 178 с.

5. Мелихов А.А. Хранение и переработка плодов и овощей: Учебное пособие / А.А. Мелихов. – Мн. : Урожай, 2000. – 160 с.

6. Иноземцев Г.Б. Установка аероіонізації плодоовочевої продукції при її збереженні / Г.Б. Иноземцев, О.В. Окушко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства, 2002. - №1. – С 49-53.

7. Мартиненко І.І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва / І.І. Мартиненко, Б.Л. Головінський та інш. // Урожай, 1995 – С. 63-68.

8. Голего А.Н. Теоретическое изучение влияния аэрозольных частиц на характеристики коронного разряда / А.Н. Голего, В.В. Ушаков // Сборник научных трудов. – К. : КИИГА, 1971. – Вып. 7. – С.27-33.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ХРАНИЛИЩЕ

В.В. Овчаров, М.В. Чапный

Аннотация - рассмотрена схема автоматизации процесса озонирования насыпи картофеля заданной концентрацией озона в воздухе. Исследована зависимость степени очистки воздуха от концентрации озона.

AUTOMATION OF ELEKTROOZONIROVANIYA KARTOFELYA IN DEPOSITORY

V. Ovcharov, M. Chapnyu

Summary

It is considered the scheme of automatization of ozonation process of pile of potatoes by specified concentration of ozone in air. It is researched the dependence of the purification efficiency of air from the concentration of ozone.