УДК 621.3: 631.53.027.33

ЧАСТКОВІ РОЗРЯДИ В ЗЕРНОВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ СИЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Берека О.М., д.т.н.,
Усенко С.М., інженер
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Петриченко С.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел.: (0619) 42-13-06

Анотація **– в роботі представлено результати досліджень виникнення часткових розрядів та проходження іонізаційних процесів в зерновій масі під дією сильних електричних полів. Доведено можливість генерування озону безпосередньо в зерновій масі під дією цих процесів.**

Ключові слова **- сильне електричне поле, часткові розряди, іонізаційні процеси, озон, зернова маса, установка.**

Постановка проблеми. Одним з основних шляхів покращення стану зернової галузі нашої держави є комплексний захист зернових від шкідливої мікрофлори, тобто фітопатогенів, спори яких у значній кількості знаходяться на поверхні зернин. До найбільш шкідливих з них можна віднести тверду сажку, кореневі гнилі та різні види фузаріозів. В результаті діяльності цих мікроорганізмів погіршується якість зерна і втрати врожаю зернових культур досягають 20-35%, а інколи і повністю знищуються партії зерна, що зберігаються. В Україні потенційні втрати зернових колосових культур при зберіганні досягають 20% валового збору [1]. Саме тому проблема захисту зернової маси при зберіганні від втрат є актуальною.

Аналіз основних досліджень. На теперішній час обробка зернових здійснюється переважно хімічними засобами, які передбачають його протруювання фунгіцидами контактної або системної дії [2]. Але разом з досягненням позитивних результатів, використання хімічних засобів захисту має ряд негативних наслідків, серед яких забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами і їх накопичення як у ґрунті, так і у продукції рослинництва. Виробництво препаратів високовартісне і наносить істотну шкоду навколишньому середовищу.

© Берека О.М., д.т.н., Усенко С.М., інженер, Петриченко С.В., к.т.н.

Зважаючи на ці недоліки все більше уваги приділяється розвитку електрофізичних методів, які передбачають обробку зернових електромагнітним, іонізуючим, світловим, ультрафіолетовим або лазерним випромінюванням, а також мікрохвильовим полем [3, 4, 5].

Аналіз різних альтернативних розробок в технологіях обробки зернових, дає можливість зробити висновок, що велика уваги приділяється технологіям з використанням озону. Завдяки властивостям озону зерно піддається знезаражуючій дії.

Озон є одним із найсильніших окислювачів. Він здатен вступати у взаємодію з більшістю органічних молекул, у тому числі і з основними компонентами мембран – білками й ліпідами, а також амінокислотами, азотистими основами, цукром. Згідно сучасним уявленням, механізм озонної токсичності на рівні клітин комплексний. Він може включати утворення вільних радикалів і активних інтермедіатів, ініціацію реакцій перекісного окислення ліпідів, окислювальну інактивацію функціональних груп і ферментів, зміну мембранної проникності й функцій мембранозв'язаних ферментів, інактивацію вторинних процесів [6]. До переваги озонової обробки треба віднести і те, що озон виробляється з атмосферного повітря безпосередньо на місці його застосування, а незасвоєний озон розкладається на молекулярний кисень, не утворюючи при цьому ніяких побічних забруднень навколишнього середовища і сировини.

Існуючі технологічні засоби озонової обробки зерна, які крім озонаторів мають допоміжне устаткування: систему очищення та сушки повітря, систему охолодження, компресор, кисневу станцію, систему повітропроводів, вимірювальні пристрої поки що не знайшли широкого застосування. Це пов'язано з високою матеріалоємністю, а відповідно і вартістю цих засобів, а також низьким ККД, оскільки при подачі озону від генератора до матеріалу обробки він частково розкладається, що призводить до значних втрат. Крім того озон у значній кількості розкладається у перших шарах зернової маси, що не дозволяє рівномірно та ефективно обробляти її.

Формування цілей статті та постановка задач. З цієї точки зору перспективним напрямом, є обробка в сильному електричному полі під дією якого у повітряних включеннях зернової маси будуть відбуватися часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами. В результаті чого, у всьому об'ємі зернової маси, яка знаходиться між електродами, буде утворюватися O_3 (озон) і все зерно буде ним рівномірно оброблятися.

Для ефективної електрофізичної обробки зернових необхідне мати чітке уявлення про процеси розвитку часткових розрядів, а відповідно і утворення озону в зерновій масі під дією сильного

електричного поля.

Матеріали та методика досліджень. Зернова маса являє собою гетерогенну систему, тобто двокомпонентну суміш (насіння – повітря). Коефіцієнт заповнення об'єму зерном має значення K=0,5...0,7 [7]. При прикладенні до неї відповідної величини напруги у повітряних проміжках зернової маси будуть проходити часткові розряди і відповідно іонізаційні процеси з утворенням озону. При обробці зернової маси в сильних електричних полях цей процес набуває важливого значення. Оскільки при такому заповненні об'єму можна сказати, що практично кожна зернина знаходиться в контакті з оточуючим повітрям.

Розглянемо зернову масу, розміщену між двома паралельними пластинчатими електродами, до яких підведена висока напруга рис. 1.

При підключенні електродів до джерела високої напруги повітряні включення, що по суті являють собою повітряні конденсатори почнуть заряджатися. Із зростанням напруги, яка прикладена до зернової маси, зростає напруга у повітряних включеннях. Якщо напруга в повітряному включенні досягає величини значення пробивної напруги даного проміжку, то відбувається частковий розряд і продовжується поки напруга в повітряному включенні впаде до напруги згасання розряду [8].

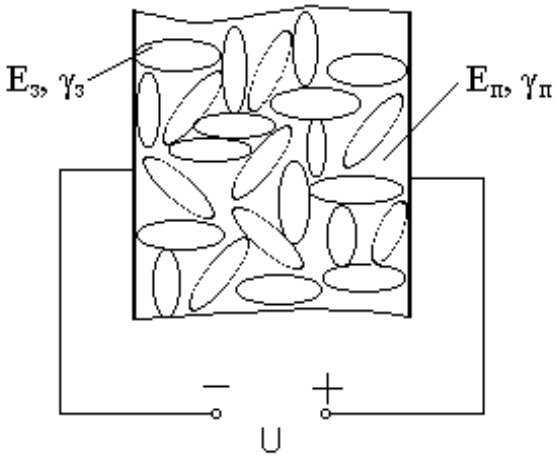


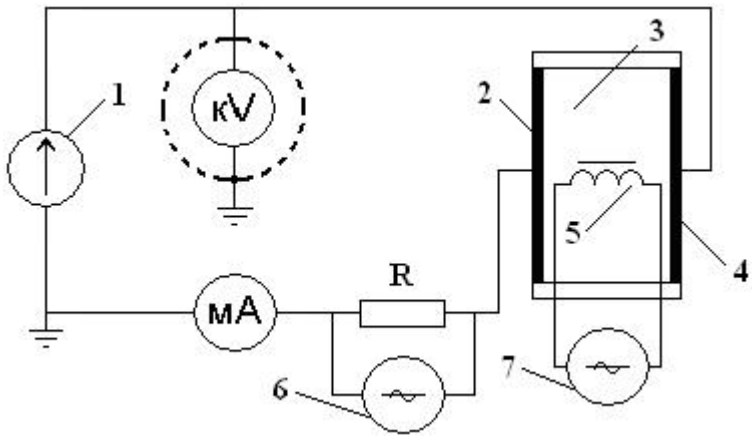
Рис.1. Камера обробки з двокомпонентним діелектриком (зерно – повітря).

Газорозрядні процеси в повітряному включенні супроводжуються утворенням вільних заряджених частинок позитивного і від'ємного знаку (електронів і іонів), які під дією електричного поля рухаються у зворотних напрямках до границь повітряного включення. Заряджені частки адсорбуються на поверхнях зернин у повітряному включенні, утворюючи малорухомий (в залежності від вологості насіння) шар зарядів. Ці заряди утворюють

внутрішнє поле, яке спрямовано протилежно основному полю в зерновій масі, що зменшує результуюче поле в повітряному включенні і перешкоджає розрядному процесу в ньому. У подальшому, після згасання розряду, завдяки електропровідності зернової маси, адсорбовані заряди поступово стікають у напрямку електродів. Чим більше час релаксації, тим рідше відбуваються розряди. По мірі зменшення поля, утвореного адсорбованими зарядами, результуюче поле в повітряному включенні зростає. Коли напруженість результуючого поля досягне пробивного значення в повітряному включенні знову виникає розряд.

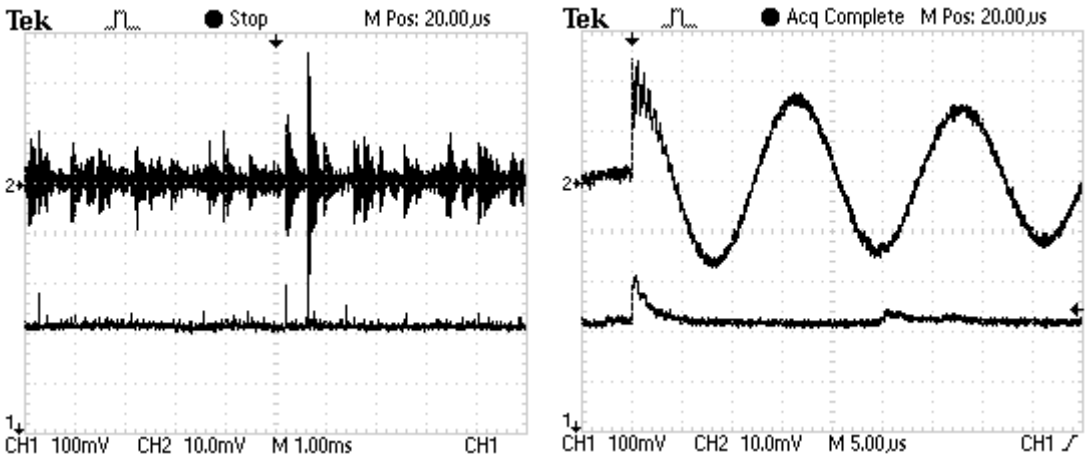
В загальному об’ємі проходження іонізаційних процесів виглядає наступним чином: при прикладенні до зернової маси високої напруги відбувається частковий розряд у повітряних включеннях, де нерівномірність розподілу напруженості електричного поля найбільша. Із збільшенням прикладеної напруги іонізація відбувається у все більшій кількості повітряних включень, причому величина імпульсу часткового розряду у наступних буде більше ніж у попередніх. Крім того, буде підвищуватися інтенсивність іонізації у включеннях, де вона почалася при меншій напрузі. Таким чином, чим менше коефіцієнт заповнення об’єму насінням, а відповідно більше повітряних включень, тим більше інтенсивність іонізації при підвищенні напруги, а відповідно і концентрація озону.

Результати досліджень. Для перевірки достовірності приведених даних були проведені експериментальні дослідження. Електрична схема установки для проведення досліджень наведена на рис. 2.

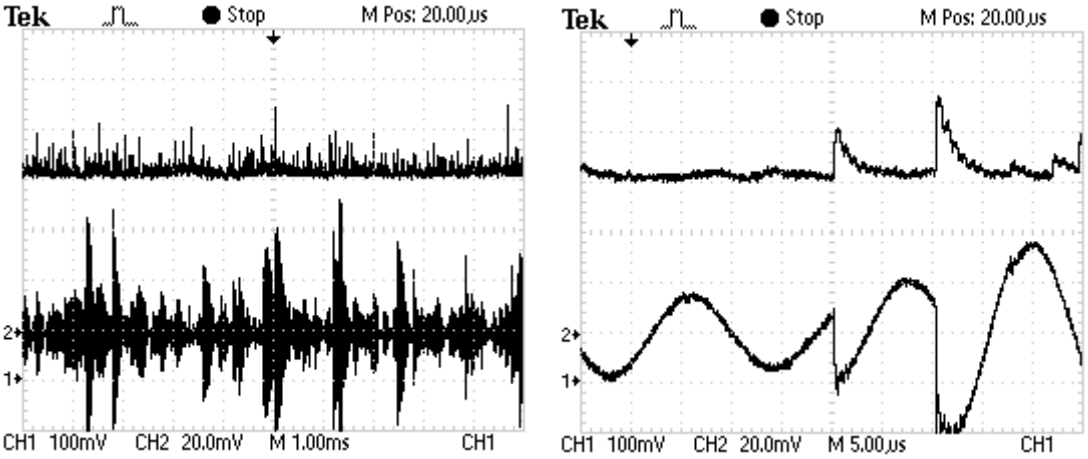


1 – джерело високої напруги; 2, 4 – плоско-паралельні пластинчасті електроди; 3 – камера обробки; 5 – індуктивний датчик ; 6 – осцилограф (1 канал); 7 – осцилограф (2 канал).

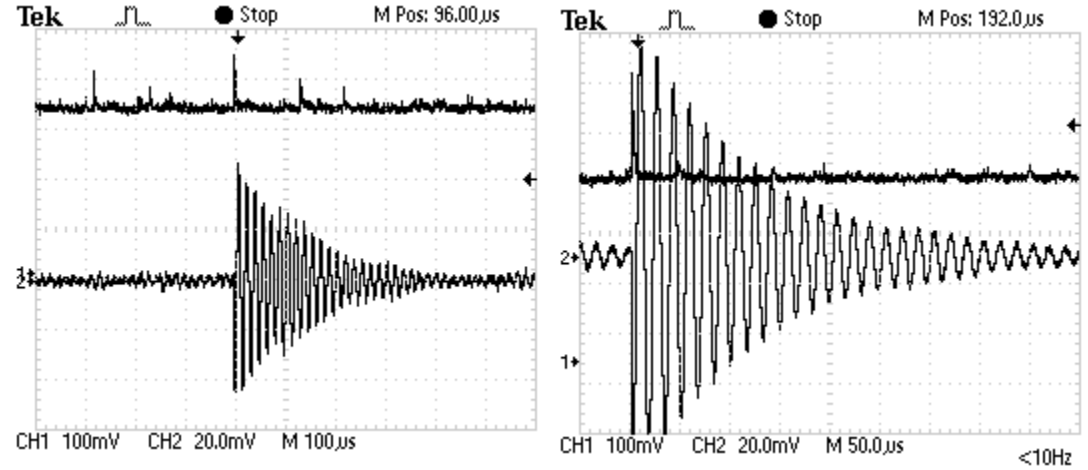
Рис.2. Принципова електрична схема для зняття осцилограм часткових розрядів в зерновій масі.



а1 б1



а2 б2



а3 б3

Рис.3. Осцилограми імпульсів у зерновій масі ячменю: а1, б1 – напруженість 3,4 кВ/см; а2, б2 – напруженість 4,5 кВ/см.

При дослідженні використовували зернову масу ячменю сорту „Скарлет”. Дослідження осцилограм проводили на двоканальному осцилографі “Tektronix TDS 1012”. На першому каналі осцилографа знімалися втрати напруги на активному опорі (R) при проходженні

розрядних струмів, а на другому індуковані імпульси в датчику реєстрації відносної інтенсивності розрядних процесів. Напруга прикладена до електродів у наведених осцилограмах становила 10,4 (рис. а1; б1) і 13,5 кВ (рис. а2; б2).

На рис. 3 представлено вид осцилограм, отриманих на двоканальному осцилографі.

На рис. а3 та б3 представлено розгорнутий вигляд імпульсу, наведеного в індуктивному датчику. Представлені осцилограми мають різні параметри, які позначені на них. Наприклад, на рис. а1 для першого каналу ціна поділу квадрата дорівнює 100мВ з часом розверстки 1мс, а для другого каналу 10мВ з часом розверстки 1мкс. На всіх осцилограмах видно, що при проходженні імпульсу струму відповідно наводиться імпульс в індуктивному датчику.

При іонізаційних процесах у зерновій суміші при збільшенні напруги іонізаційний струм збільшується, як за рахунок збільшення амплітуди струму в імпульсах, так і за рахунок збільшення частоти імпульсів, що спостерігається на осцилограмах а1 і а2.

Таким чином з наведених осцилограм видно, що в повітряних включеннях зернової маси, яка знаходиться під дією сильного електричного поля, відбуваються розряди, частота і амплітуда яких залежить від напруженості поля.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити, що під дією сильного електричного поля у повітряних включеннях зернової маси, яка розташована між пластинчастими електродами, залежно від напруженості електричного поля відбуваються часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами і утворенням озону (O_3). Завдяки властивостям озону відбувається знезараження поверхні зерна від шкідливої мікрофлори.

Література:

1. *Кириченко В.В.* Озонова технологія передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / В.В. Кириченко, В.Г. Діндорого, В.П. Петренкові [и др.]. // Посібник українського хлібороба. Науково-практичний збірник. – К. 2009. – С. 128 – 131.

2. Довідник із захисту рослин. – Київ: “Урожай”. 1999. – 743 с.

3.*Савельев В.А.* Физические способы обработки семян и эффективность их использования / В.А. Савельев //Сиб. вестн. с./х. науки. – 1981. – № 5. – С. 26 – 29.

4. *Андрейчук В.К.* Электрофизические методы предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур / В.К. Андрейчук, А.Е. Реднев, И.А. Потапенко // Применение электротехнических устройств в АПК. Научные труды КГАУ. – 2000. – Вып. 381 (409). – С. 74 – 78.

5. *Калинин Л.Г.* Результаты повышения урожайности колосовых культур при обработке семян микроволновым полем / Л.Г. Калинин, В.П. Тучный, Е.А. Левченко [и др.]. // Хранение и переработка зерна. – 2002. – №1, С. 28–31.

6. Биофизика живых систем: от молекулы к организму/ под. ред. И.Д. Волотовского. – Мн.Белсэнс.2002. – 204 с.

7. *Шмигель В. Н.* Определение напряженности поля внутри зернового слоя / В.Н. Шмигель, В.Г. Рахманин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – М., 1966. – № 2. – С. 30 – 32.

8. *Иерусалимов М.Е.* Расчет и конструирование электрической изоляции / Иерусалимов М.Е., Ильченко Н.С., Кириленко В.М. – К.: КПИ, 1980. – 111 с.

ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Берека О.М., Усенко С.М., Петриченко С.В.

Аннотация – в работе представлены результаты исследований возникновения частичных разрядов и прохождения ионизационных процессов в зерновой массе под действием сильных электрических полей. Обоснована возможность генерирования озона непосредственно в зерновой массе под действием этих процессов.

PARTIAL DISCHARGES IN GRAIN MASS UNDER THE INFLUENCE OF STRONG ELECTRIC FIELD

O. Bereka, S. Usenko, S. Petrichenko

Summary

In work the results of studies of partial discharges and the passage of ionization processes in the grain mass under the action of strong electric fields. Proved the possibility of generating ozone directly into the grain mass under the influence of these processes.