

РОЗРЯДНІ ПРОЦЕСИ В ЗЕРНОВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ СИЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ІМПУЛЬСНОГО СТРУМУ

*С. М. Усенко, кандидат технічних наук
О. В. Науменко, асистент
e-mail: virf750@mail.ru*

Анотація. *Наведено результати досліджень щодо впливу вологості на інтенсивність розрядних процесів у зерновій масі. Встановлено, що частота розрядів у зерновій масі залежить від вологості зерна і має частотну залежність.*

Ключові слова: *зернова маса, комірні шкідники, сильне електричне поле, розрядні процеси*

Одним із основних шляхів поліпшення стану зернової галузі нашої держави є зменшення втрат і підвищення якості зерна під час зберігання. Суттєвим фактором, що призводить до втрат при зберіганні є діяльність комах-шкідників зернових запасів. Для знищення шкідників переважно застосовують фуміганти, які є достатньо токсичними. Як альтернатива застосовується озонування, але сучасні способи використання озону є енергозатратними та неефективними у зв'язку з втратами озону при його подачі від генератора озону до зерна та нерівномірністю обробки [7, 8, 10, 11, 12].

На кафедрі електроприводу та електротехнологій розроблюються засоби та пристрої [1, 2, 3, 4], в яких утворення озону відбувається безпосередньо в зерновій масі під дією сильного електричного поля (СЕП). Розроблено установку для обробки зерна в потоці під дією СЕП (рис. 1). Дослідження показали можливість застосування даного методу для боротьби зі шкідниками зернових [6, 9].



Рис. 1. Установка для знешкодження комах-шкідників у сильному електричному полі

Концентрація озону в повітряних проміжках зернової маси залежить від інтенсивності іонізаційних процесів, у першу чергу, частоти часткових розрядів у повітряних включеннях. Інтенсивність іонізаційних процесів змінюється залежно від напруженості СЕП. Напруженість СЕП можна збільшувати до певного значення, перевищення якого може призвести до пробою у зернової масі [3, 4].

Відомо, що інтенсивність іонізаційних процесів залежить від вологості зернової маси. У розробленій установці передбачено можливість зміни частоти імпульсів імпульсного джерела високої напруги (ІДВН). Тому виникла необхідність дослідження розрядних процесів у зернової масі залежно від вологості зернової маси та частоти імпульсів ІДВН.

Мета досліджень – аналіз розрядних процесів у зернової масі та встановлення їх закономірності залежно від вологості зернової маси та частоти імпульсів імпульсного джерела високої напруги.

Матеріали та методика досліджень. У запропонованому методі обробки зерно розміщується між плоско-паралельними пластинчастими електродами, до яких підводиться висока напруга. Особливістю такого виду обробки є те, що на зернову масу, мікрофлору та комах-шкідників діють такі фактори впливу, як сильне електричне поле, поверхневий та об'ємний струм, іонізаційні процеси, що відбуваються в повітряному просторі зернової маси, аероіони та озон, які утворюються під дією часткових розрядів [2].

Для дослідження розрядних процесів у зернової масі було виготовлено дослідну установку (рис. 2).

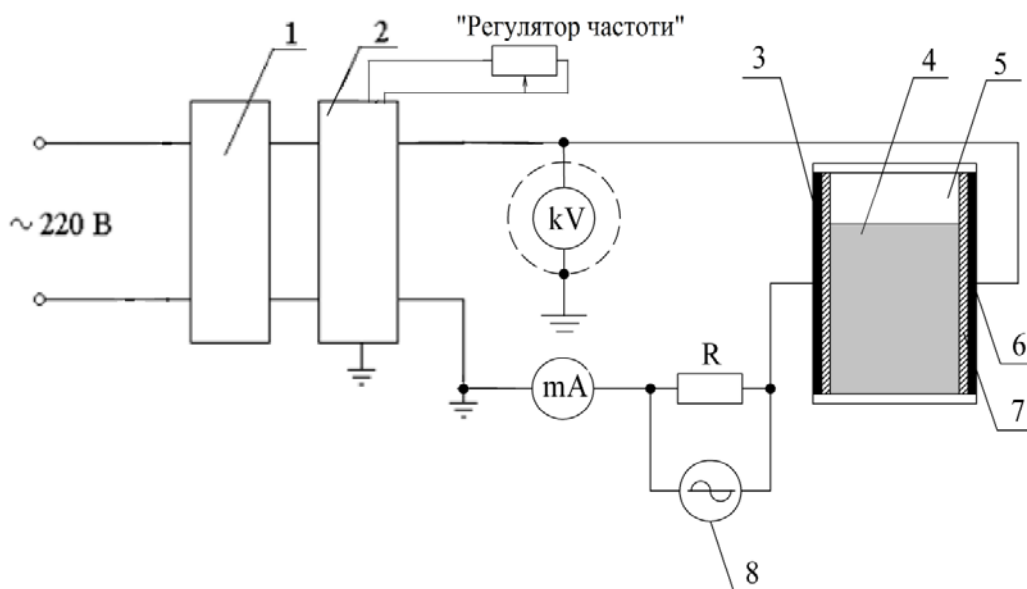


Рис. 2. Схема лабораторної установки для дослідження розрядних процесів у зернової масі: 1 – автотрансформатор; 2 – імпульсне джерело високої напруги; 3, 6 – плоскопаралельні пластинчасті електроди; 4 – оброблюване зерно; 5 – камера обробки; 7 – діелектричні пластини; 8 – осцилограф

Від імпульсного джерела високої напруги 2 напруга подається до плоскопаралельних електродів 3, 6. Стінки камери обробки виготовлено з діелектричного матеріалу (оргскло). Регулювання напруги живлення передбачено за допомогою автотрансформатора 1. У камеру обробки 5 встановлено діелектричні пластини 7, які відокремлюють зерно 4 від електродів. У коло нульового проводу введено резистор, який фіксує розрядні струми, що проходять у зерні. Сигнал знімається за допомогою осцилографа 8. Контроль напруги здійснюється кіловольтметром, струм контролюється міліамперметром. У схемі передбачено регулювання частоти ІДВН.

Результати досліджень. Для досліджень взято зразки зерна сорту «Вакула» вологістю 12,7%, 13,3%, 14%, 14,7%. Розміри камери обробки: відстань між електродами – 3 см; довжина електрода – 10 см; висота засипки зерна – 6 см.

Результати досліджень наведено в таблиці та на рис. 3.

Частота розрядів у зерні під дією сильного електричного поля імпульсного струму

Частота імпульсів, кГц	Напруженість електричного поля, кВ/см	Частота розрядів при вологості зерна 12,7 %	Частота розрядів при вологості зерна 13,3 %	Частота розрядів при вологості зерна 14 %	Частота розрядів при вологості зерна 14,7 %
3	5	1,187	18,4	3,1	6,2
5	5	0,947	2,383	4,2	0,473
6	5	1,503	3,133	4,8	0,513
8	5	0,901	4,5	4,7	0,726
15	5	1,49	12,533	4	0,811

Залежність частоти розрядів у зерновій масі під дією СЕП залежить від вологості зерна та частоти імпульсів джерела високої напруги. Залежність описується виразом:

$$f_p = f_{max} \cdot e^{\frac{-(w-w_0)}{2 \cdot c^2}}, \quad (1)$$

де f_p – частота розрядів у зерновій масі, кГц;

f_{max} – максимальне значення частоти розрядів, кГц;

w_0 – вологість зерна, при якій досягається максимальне значення частоти, %;

w – вологість зерна, яке оброблюється, %;

c – коефіцієнт, який залежить від частоти імпульсів та вологості зернової маси.

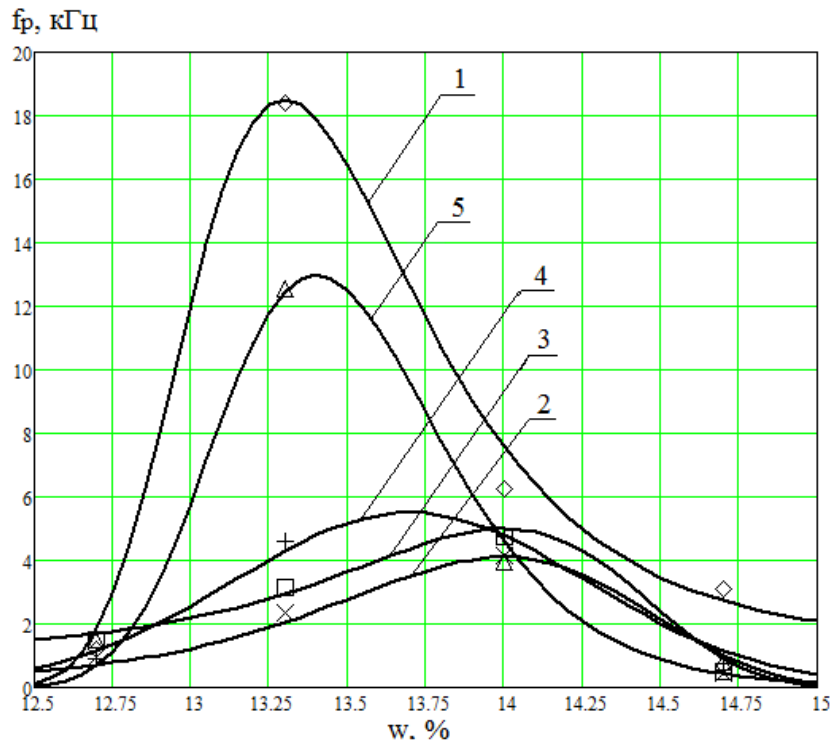


Рис. 3. Залежність частоти розрядів у зерновій масі ячменю залежно від вологості зерна при частоті імпульсів:
 1 – 3 кГц; 2 – 5 кГц; 3 – 6 кГц; 4 – 8 кГц; 5 – 15 кГц.

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що частота розрядів у зерновій масі залежить від вологості зерна і має частотну залежність. Максимальні значення частоти розрядів отримуємо при значеннях вологості, близьких до кондиційної (13,3...14%). Отримана залежність дасть змогу визначати режими обробки залежно від вологості зернової маси.

Список літератури

1. Берека О. М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруги : дис. доктора технічних наук : 05.09.03 / Берека Олег Миколайович. – К., 2010. – 322 с.
2. Берека О. М. Озонування насіннєвого матеріалу в сильних електричних полях / О. М. Берека, Л. С. Червінський, С. М. Усенко // Праці Таврійського держ. агротехн. ун-ту. – 2008. – Т. 2, вип. 8. – С. 103–108.
3. Берека О. М. Сильні електричні поля в зерновій галузі рослинництва : монографія / О. М. Берека. – К. : НУБіП України, 2011. – 400 с.
4. Берека О. М. Часткові розряди в зерновій масі під дією сильного електричного поля / О. М. Берека, С. М. Усенко, С. В. Петриченко // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – Т. 6, вип. 11. – С. 184–191.
5. Берека О. М. Установка для знешкодження комах-шкідників зерна у сильному електричному полі / О. М. Берека, О. В. Науменко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – К., 2014. – Вип. 194, ч. 3. – С. 185–192.

6. Берека О. Н. Дезинсекция зерновой массы в сильном электрическом поле / О. Н. Берека, А. В. Науменко // Инновации в сельском хозяйстве. М. : ГНУ ВИЭХ Россельхозакадемии, 2014. – № 4 (9). – С. 133–138.
7. Ловкіс З. В. Дезинсекція комах-шкідників озонем / З. В. Ловкіс, Т. П. Троцька // Зерно і хліб. – 2005. – № 2. – С. 34–35.
8. Обработка и хранение зерна / [А. Аккман, В. Берндт, В. Эккс и др.] ; пер. с нем. А. М. Мазурицкого ; под ред. и предисл. А. Е. Юкиша. – М. : Агропромиздат, 1985. – 320 с.
9. Патент на винахід № 105984 Україна, МПК А23L 3/32 (2006.01), А01F 25/14 (2006.01). Пристрій для знешкодження комах-шкідників зерна у сильному електричному полі / Берека О. М., Науменко О. В. Заявник і патентовласник НУБіП України. – № а201303445 ; заяв. 20.03.2013 ; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.
10. Шевченко Н. Г. Шкідники запасів зерна та контроль їх чисельності / Н. Г. Шевченко, Т. П. Гордієнко // Посібник українського хлібороба. – 2008. – С. 41–44.
11. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize / Kells S. A., Mason L. J., Maier D. E., Woloshuk C. P // Journal of Stored Products. – 2001. – Vol. 37. – Iss. 4. – P. 371–382.
12. Shadia E. AbdEl-Aziz. **Control Strategies of Stored Product Pests** / Shadia E. AbdEl-Aziz // **Journal of Entomology**. – 2011. – № 8 (2). – P. 101–122.

РАЗРЯДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗЕРНОВОЙ МАССЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА

С. М. Усенко, О. В. Науменко

Аннотация. *Представлены результаты исследований по влиянию влажности зерна на интенсивность разрядных процессов в зерновой массе. Установлено, что частота разрядов в зерновой массе зависит от влажности зерна и имеет частотную зависимость.*

Ключевые слова: *зерновая масса, амбарные вредители, сильное электрическое поле, разрядные процессы*

DISCHARGE PROCESSES IN THE GRAIN MASS UNDER APPLYING OF HIGH ELECTRIC FIELD OF PULSE CURRENT

S. Usenko, O. Naumenko

Annotation. *The article presents the results of research on the effects of humidity on intensity discharge processes in the grain mass. It was established that the frequency of discharges in the grain mass depends on the moisture content of grain and has a frequency dependence.*

Key words: *grain mass, granary pests, high electric field, discharge processes*