

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАСІННЄВІЙ
МАСІ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ
НАПРУЖЕНОСТІ**

С. М. Усенко, кандидат технічних наук

О. В. Науменко, асистент

О. Д. Мельник, аспірант

e-mail: usenko2@bigmir.net

Анотація. *Наведено результати досліджень температурних процесів, що відбуваються в насіннєвій масі під дією сильного електричного поля. Встановлені залежності зміни температури зерна залежно від часу обробки та від питомої потужності, що виділяється в зерновій масі під час обробки.*

Ключові слова: *насіннєва маса, електричне поле, часткові розряди, озон*

Електричні поля високої напруженості є одним із перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур. Одним із напрямків використання електричних полів високої напруженості є передпосівна обробка насіння з метою стимуляції ростових процесів [1, 3].

Важливою складовою передпосівної обробки насіння в електричному полі високої напруженості є зміна його температури під час обробки [1]. Крім того, відомо, що основний період спокою насіння може бути перервано за рахунок його нагрівання. Наприклад, для ячменю температура нагрівання становить 40 – 50 °С. Вважається, що підвищена температура викликає окислення інгібіторів проростання [4]. При проходженні струму під час обробки температура насіннєвої суміші буде збільшуватися згідно закону Джоуля-Ленца.

В літературі [1] приведені теоретичні та експериментальні дані досліджень процесів нагріву насіння. Але цих даних недостатньо для визначення залежності температури нагрівання зерна від часу обробки.

Мета досліджень – вивчення теплофізичних процесів, що відбуваються в насіннєвій масі під дією електричного поля високої напруженості.

Матеріали та методика досліджень. Для дослідження теплофізичних процесів у насіннєвій масі на кафедрі електроприводу та електротехнологій Національного університету біоресурсів та природокористування України розроблено лабораторну установку (рис. 1).

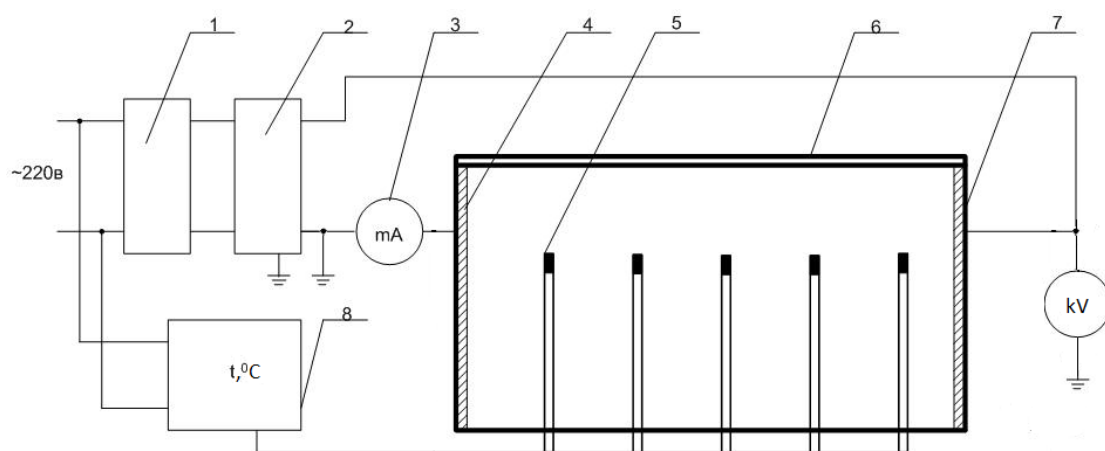


Рис.1 Схема установки для дослідження теплофізичних процесів у насіннєвій масі:

1– регулятор напруги; 2 – джерело високої напруги; 3 – міліамперметр;
4 –електроди; 5 – термодатчики; 6 – кришка камери; 7 – камера; 8 – термометр

Основним елементом установки є камера обробки 7 з кришкою 6, які виготовлені з фторопласту для зменшення втрат тепла при нагріванні зерна. В камеру введені термодатчики 5, які призначені для визначення температури зернової маси в різних її точках. Інформація від термодатчиків подається на електронний термометр 8, який виводить значення температури на дисплеї. Напруга подається від джерела високої напруги 2 до електродів 4. Регулювання напруги здійснюється регулятором напруги 1. Контроль напруги здійснюється кіловольтметром, а струму – міліамперметром 3.

Параметри камери обробки: висота камери – 10 см; ширина електрода – 10 см; відстань між електродами – 10 см.

Дослідження проводилися за таких параметрів навколишнього середовища: тиск повітря – 750 мм. рт. ст.; вологість повітря – 78 %; температура повітря – 19 °С.

Під час досліджень визначали напруженість електричного поля у зерновій масі, густину струму, що проходить через зерно, питому потужність, що виділяється у зерновій масі, а також температуру зерна та перевищення температури зерна над температурою навколишнього середовища. Досліди проводилися в трикратній повторності.

Результати досліджень. У таблиці наведені результати досліджень процесу нагрівання зернової маси ячменю під дією електричного поля високої напруженості постійного струму. На рис. 1 та рис. 2 представлено відповідно графічні залежності перевищення температури від часу обробки зерна та від питомої потужності, що виділяється всередині зернової маси.

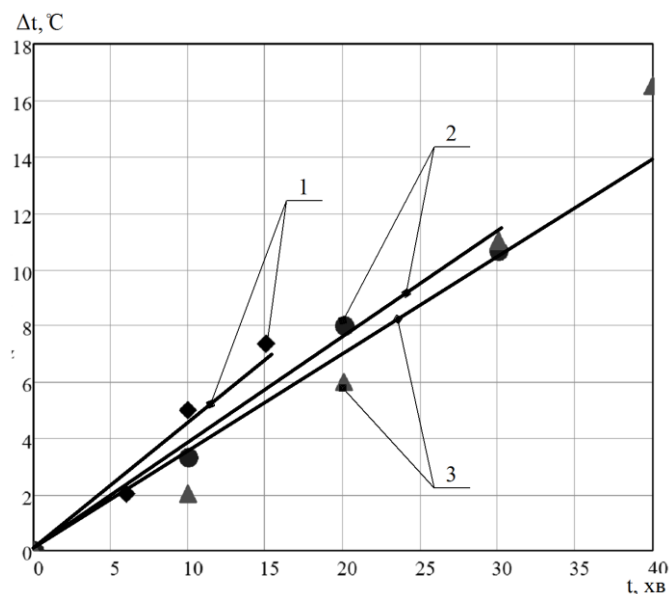


Рис. 1. Динаміка нагрівання зернової маси ячменю в електричному полі високої напруженості:

1 – тривалість обробки 15 хв; 2 – тривалість обробки 30 хв; 3 – тривалість обробки 40 хв

Результати досліджень теплових процесів у зерновій масі ячменю

Час обробки, хв	Напруженість електричного поля, кВ/см	Густина струму, А/м ²	Питома потужність, Вт/м ³	Температура зерна, °С	Перевищення температури зерна над температурою навколишнього середовища, °С
Тривалість обробки – 15 хв					
0	5,33	0,018	9594	19	0
6	5,33	0,025	13150	21	2
10	5,33	0,05	26650	24	5
15	5,33	0,082	43710	26,3	7,3
Тривалість обробки – 30хв					
0	5,33	0,017	8883	19	0
10	5,33	0,022	11550	22,3	3,3
20	5,33	0,068	36240	27	8
30	5,33	0,164	80723	29,7	10,7
Тривалість обробки – 40 хв					
0	5,33	0,021	11190	19	0
10	5,33	0,023	11990	21	2
20	5,33	0,029	15460	25	6
30	5,33	0,074	39440	30	11
40	5,33	0,131	69820	35,5	16,5

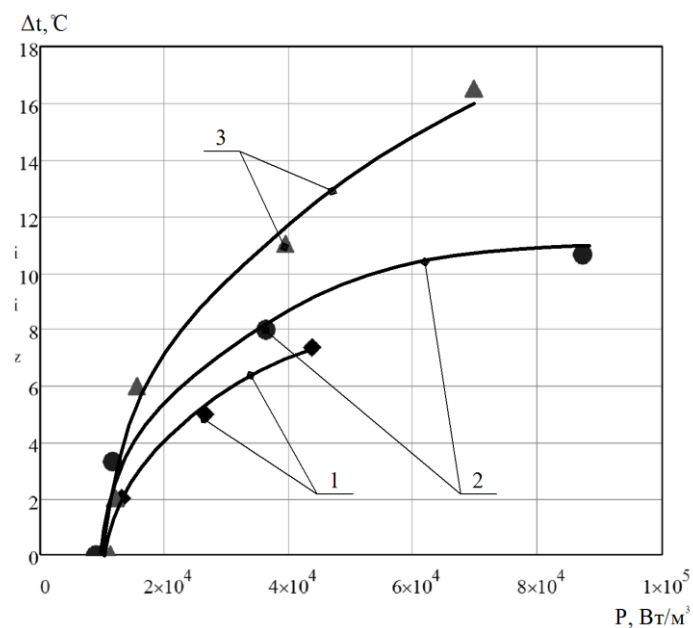


Рис. 2. Залежність перевищення температури зерна над температурою навколишнього середовища від питомої потужності, що виділяється в зерновій масі:

1 – тривалість обробки 15 хв; 2 – тривалість обробки 30 хв; 3 – тривалість обробки 40 хв

За результатами досліджень можна зробити висновок, що динаміка нагрівання має лінійний характер. А залежність перевищення температури зерна над температурою навколишнього середовища від питомої потужності, що виділяється в зерновій масі, має нелінійний характер. Це можна пояснити, розглянувши процес нагрівання зернової маси в електричному полі.

При прикладанні до електродів камери обробки електричного поля напруженістю E через зерно проходить струм густиною J , що залежить від значення питомої провідності зернової маси γ :

$$J = E \cdot \gamma, \quad (1)$$

де J – густина струму, А/м²; E – напруженість електричного поля, В/м; γ – питома провідність зернової маси, См/м.

У зерновій масі виділяється енергія питомою потужністю P :

$$P = E \cdot J = E^2 \cdot \gamma, \quad (2)$$

Тобто, значення питомої потужності електричного поля прямо пропорційне значенню питомої провідності зернової маси при незмінному значенні напруженості електричного поля.

У результаті виділення енергії зерно нагрівається. Зі збільшенням температури зерна збільшується значення його питомої провідності, а відповідно і питомої потужності, що виділяється в зерні. Це призводить до ще більшого нагрівання зерна, що призводить до збільшення значення питомої провідності та питомої потужності. За даними [1] при збільшенні температури зерна від 18 °С до 25 °С при напруженості електричного поля 3,33 кВ/см значення питомої провідності змінюється від $1,9 \times 10^{-7}$ См/м до $4,1 \times 10^{-7}$ См/м (збільшується більше, ніж у 2 рази). Відповідно збільшується питома потужність електричного поля і виділення тепла в зерновій масі. При зміні температури зерна від 19 °С до 24 – 27 °С питома потужність, що виділяється в зерновій масі, збільшилася у 1,4 – 4 рази при напруженості електричного поля 5,33 кВ/см. Цей процес буде продовжуватися до того значення температури, при якій втрати тепла через стінки камери обробки зрівняються з виділенням тепла у зерновій масі, або до моменту настання електричного пробоя у зерновій масі.

Висновки

Встановлено, що при початкових значеннях питомої потужності обробки 8883 – 11190 Вт/м³ та напруженості електричного поля 5,33 кВ/см температура зерна при тривалості обробки 15 хв збільшується на 7,3 °С, 30 хв – на 10,7 °С, 40 хв – на 16,5 °С. При даних значеннях тривалості обробки насіння динаміка нагріву насінневої маси ячменю має лінійну залежність.

Список літератури

1. Берека О.М. Сильні електричні поля в зерновій галузі рослинництва: монографія / О.М. Берека. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011 – 400 с.

2. 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. – Вип. 11. – Том 6. – С. 184-191.

3. Электротехнология / [Басов А. М., Быков В. Г., Лаптев А. В., Файн В. Б.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

4. Sehuster, Weinfurtner, Narziss. Die bierbrauerei. Erster Band. Die technologie der malzbereitung. FerdinnandEnkeVerlaq. Stuttgart, 1976. – 504 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕМЕННОЙ МАССЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

С. М. Усенко, А. В. Науменко, А. Д. Мельник

***Аннотация.** Приведены результаты исследований температурных процессов, происходящих в семенной массе под действием сильного электрического поля. Установлены зависимости превышения температуры зерна над температурой окружающей среды в зависимости от времени обработки и от удельной мощности, что выделяется в зерновой массе во время обработки.*

***Ключевые слова:** семенная масса, электрическое поле, частичные разряды, озон*

RESEARCH OF THERMAL PROCESSES IN SEED WEIGHT UNDER UNDER AN ELECTRIC FIELD OF HIGH TENSION

S. Usenko, O. Naumenko, O. Melnik

***Annotation.** The results of investigations temperature processes occurring in a seed mass under the influence of a high electric field. It is established excess temperature dependence of grain over the ambient temperature depending on the time of processing and power density released in the grain mass during processing.*

***Key words:** seed mass, electric field, partial discharges, ozone*