

ми енергозабезпечення.

Ключові слова: щільність потоку енергії, цінність енергетичного процесу, вектор Умова – Пойнтінга, парціальна цінність параметра.

TO THE QUESTION OF EFFICIENT OF ENERGY SYSTEMS

B. Draganov

Annotation. *The method used for evaluating the effectiveness of energy. Displayed closest approach to solving problems of energy supply.*

Key words: *energy flux density, the energy value of the process, the vector Uмова – Poynting, partial value of the parameter.*

УДК 674.047: 621.3

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ Й ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАСІННЄВІЙ СУМІШІ ПІД ВПЛИВОМ СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ

О. М. Берека, доктор технічних наук
О. В. Шеліманова, кандидат технічних наук
В. О. Берека, студент
e-mail: shelemanova@ukr.net

Анотація. *Наведено результати теоретичних досліджень процесів у насіннєвій суміші при сушінні зерна електроактивованим сушильним агентом.*

Ключові слова: *насіннєва суміш, озоноване повітря, тепловий баланс, температура нагріву насіння.*

У системі технологічних операцій з післязбиральної обробки зерна важливе місце належить сушінню. Своєчасно і правильно висушене зерно має не тільки підвищену стійкість при зберіганні, але й покращені продовольчі та насіннєві властивості.

Одним із перспективних шляхів підвищення повноти та ефективності сушіння зерна є застосування озонованого повітря. За дослідженнями деяких учених [2, 3, 5], застосування при сушінні зерна навіть невеликої концентрації озону дозволяє знизити питому витрату електроенергії та значно прискорити процес сушіння, порівняно із сушінням у теплових сушарках.

Важливою складовою електрофізичної стимуляції насіння є зміна його температури під час обробки, оскільки підвищена температура спричинює окислення інгібіторів проростання.

Мета досліджень – отримання аналітичної залежності для визначення температури насінневої суміші при сушінні електроактивованим сушильним агентом.

Матеріали та методика досліджень. При проходженні струму під час обробки насінневої суміші температура її буде збільшуватися. Виходячи із закону Джоуля – Ленца, кількість тепла, яке виділяється, буде пропорційне опору насінневої суміші, квадрату сили струму й часу. Якщо сила струму змінюється з часом, то можна записати:

$$Q_c = \int_0^t R_{zc} i_{zc}^2 dt, \quad (1)$$

де Q_c – кількість теплоти, Дж;
 R_{zc} – опір насінневої суміші, Ом;
 i_{zc} – струм насінневої суміші, А;
 t – час обробки, с.

Кількість тепла, віднесена до одиниці часу і одиниці об'єму, будемо називати питомою кількістю теплоти (q_c). Виходячи з відомих співвідношень між густиною струму (j), напруженістю електричного поля (E), питомим опором і питомою електропровідністю можна записати вираз для питомої кількості теплоти:

$$q_c = j \cdot E, \quad (2)$$

де q_c – питома кількість теплоти, Дж/(м³·с);
 j – густина струму, А/м²;
 E – напруженість електричного поля, В/м.

Щоб отримати кількість теплоти, яка виділиться у всьому об'ємі за час t , необхідно проінтегрувати q_c по об'єму оброблюваного насіння, а потім отриманий вираз проінтегрувати по часу:

$$Q_c = \int_0^t \int_{0V} j \cdot E \cdot dt \cdot dV. \quad (3)$$

Теплота, яка виділяється внаслідок проходження струму, буде розподілятися на нагрів насінневої суміші та втрати:

$$Q_c = Q_{zc} + Q_e, \quad (4)$$

де Q_{zc} – теплота, яка витрачається на нагрів зернової суміші;
 Q_e – теплота, яка втрачається через поверхні камери обробки.

При обробці насінневої маси режимом, коли відсутні іонізаційні процеси (напруженість електричного поля менша від напруженості початку часткових розрядів), нагрів насіння відбувається тільки за рахунок проходження струму. І в цьому випадку будуть прийнятні аналітичні вирази (3) і (4). При режимах, коли відбуваються іонізаційні процеси у повітряних включеннях насінневої суміші, буде виділятися теплота, завдяки частковим розрядам. Крім того, буде утворюватися озон, який, у свою чергу, теж буде додатковим джерелом тепла. Чистий озон вибухонебезпечний, оскільки при його розкладанні вивільнюється значна кількість теплоти, яка сприяє процесу розкладання озону:



Але при технологічних концентраціях до 200 мг/л озон практично безпечний, тому вибухів не відбувається ні під час його нагрівання, ні у разі удару.

Результати досліджень. Отже, якщо при обробці насінневої маси мають місце іонізаційні процеси, тобто, відбуваються часткові розряди й утворюється та розкладається озон, теплота, яка буде виділятися в насінневі масі, буде складатися з теплоти, утвореної внаслідок проходження струму через насінневу масу, теплоти утвореної за рахунок часткових розрядів і теплоти, утвореної завдяки розкладанню озону.

У цьому випадку рівняння теплового балансу можна подати виразом:

$$Q_c + Q_{in} = Q_{zc} + Q_e, \quad (6)$$

де Q_c – теплота, яка виділяється внаслідок проходження струму;

Q_{in} – теплота, яка виділяється внаслідок іонізаційних процесів (часткові розряди й розкладання озону);

Q_{zc} – теплота, яка витрачається на нагрів насінневої суміші;

Q_e – теплота, яка втрачається через поверхні камери обробки.

Теплоту, яка витрачається на нагрів насінневої суміші, можна визначити за відомим виразом [4]:

$$Q_{zc} = mC(T_k - T_n), \quad (7)$$

де m – маса насінневої суміші, кг;

C – питома теплоємність насіння, Дж/(кг·°С);

T_n і T_k – початкова й кінцева температура насінневої суміші, °С.

Питома теплоємність насіння можна визначити за формулою [1]:

$$C = 1549 + 26,4W, \quad (8)$$

де W – вологість насіння, %.

Теплота, яка втрачається через поверхні камери обробки, залежить від товщини й теплопровідності матеріалу стінок. Оскільки матеріал камери обробки, при використанні сильних електричних полів, повинен бути з дуже малою електропровідністю, а відповідно, і малою теплопровідністю, то втрати через стінки камери обробки будуть дуже малі і їх можна не враховувати в практичних розрахунках. Тому враховуємо втрати теплоти тільки через металеві електроди. Беручи до уваги, що різниця між температурами насінневої суміші та зовнішнього середовища змінюється з часом обробки, ці втрати можна визначити за виразом:

$$Q_e = \int_0^t \frac{2S\Delta T}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_3}} dt, \quad (9)$$

де ΔT – різниця між температурами насінневої суміші і зовнішнього середовища, °С;

S – площа електрода, м²;

α_e – коефіцієнт тепловіддачі від насінневої суміші до внутрішньої поверхні електродів, Вт/(м²·°С);

α_{i3} – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні електродів до навколишнього середовища, Вт/(м²·°С);

δ – товщина електродів, м;

λ – теплопровідність матеріалу електродів, Вт/(м·°С).

Таким чином, рівняння теплового балансу можна подати виразом:

$$\int_0^t \int_{0V} j \cdot E \cdot dt \cdot dV + Q_{in} = m(1549 + 26,4W)(T_k - T_n) + A \int_0^t \Delta T dt, \quad (10)$$

$$\text{де } A = \frac{2S}{\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_3}}. \quad (11)$$

Виконавши прості перетворення, отримаємо рівняння для визначення температури насінневої суміші:

$$T_k = T_n + \frac{\int_0^t \int_{0V} j \cdot E \cdot dt \cdot dV + Q_{in}}{m(1549 + 26,4W) + A \cdot t}. \quad (12)$$

Висновки

Отримана аналітична залежність (12) дає змогу визначити режим обробки насінневого матеріалу за температурою нагріву насіння.

Для розв'язання рівняння (12) необхідно знати закономірності зміни густини струму та зміни різниці температур між температурами зернової суміші та навколишнього середовища від часу обробки. Також необхідно визначити закономірності утворення теплоти від іонізаційних процесів Q_{in} .

Список літератури

1. Драганов Б. Х. Теплотехніка / [Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб та ін.]. – К. : Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
2. Ксенз Н. В. Интенсификация процесса сушки зерновых материалов электроозонированием / Н. В. Ксенз, В. Н. Тимошенко, А. И. Андреев // Результаты исследования и разработок по механизации производственных процессов в животноводстве. – зерноград, 1991. – С. 93–99.
3. Ксенз Н. В. Выбор производительности и мощности электроозонатора вентиляционной установки для сушки зерна / Н. В. Ксенз, Р. И. Штанько // Совершенствование процессов и технических средств в АПК. – зерноград, 2000. – С. 66.
4. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидравлическое сопротивление : справ. пособие / С. С. Кутателадзе. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
5. Троцкая Т. П. Энергосберегающая технология сушки сельскохозяйственных материалов в озono-воздушной среде / Т. П. Троцкая. – Препринт, Минск : БелНИИМСХ, 1997. – 750 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕМЕННОЙ СМЕСИ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

О. Н. Берека, Е. В. Шелиманова, В. О. Берека

Аннотация. Приведены результаты теоретических исследований процессов в семенной смеси при сушке зерна электроактивированным сушильным агентом.

Ключевые слова: *семенная смесь, озонированный воздух, тепловой баланс, температура нагрева семян.*

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS AND THEORETICAL ANALYSIS OF THERMOPHYSICAL PROCESSES IN THE SEED MIXTURE UNDER THE INFLUENCE OF STRONG ELECTRIC FIELDS

O. Bereka, O. Shelimanova, V. Bereka

Annotation. *The results of theoretical studies of processes in the seed mixture in drying grain electroactivated drying agent.*

Key words: *seed mixture, ozonated air, heat balance, temperature of seed's heating.*

УДК 621.3.086

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ СПЕЧЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОЦЕСІ КОМУТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

*I. П. Радько, кандидат технічних наук
e-mail: nni.elektrik@gmail.com*

Анотація. *Розглянуто мікроструктуру контактних матеріалів на основі срібла з оксидними добавками та їх зміни в процесі комутації струму.*

Ключові слова: *порошкова металургія, контактний матеріал, мікроструктура, електричний струм, масоперенос.*

Відмова електрообладнання в електроустановках сільського господарства приводить до великих втрат продукції та зниження її якості. Тому підвищення надійності роботи електричних апаратів є однією зі складних і багатогранних технічних проблем. Це пов'язано зі створенням та впровадженням нових контактних матеріалів, які можуть забезпечити задані показники надійності, зниження матеріальних затрат на виробництво, ремонт і економію благородних металів. Аналіз результатів ерозійних випробувань і структурно-морфологічних досліджень поверхонь контактів дають змогу виявити важливі значення масопередачі як критерію оцінки електроконтактного матеріалу. Робота контактів у зоні інверсії дозволяє значно знизити втрати дорогоцінних металів у процесі ерозії, що важливо в економічному аспекті [1].

Мета досліджень – вивчення механізму масопереносу та закономірностей ерозійного руйнування контактних пар, виготовлених із матеріалів на основі срібла з введенням до їх складу добавок оксидів і тугоплавкого металу.