

Колотило Данило  
магістрант  
Науковий керівник  
к.т.н., *Думанський О.В.*  
Подільський державний  
аграрно-технічний університет  
м. Кам'янець-Подільський

## ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НВЧ ДІАПАЗОНУ ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Для електромагнітних хвиль суха складова зернини не створює перешкод для проходження. Сушіння зерна з використанням імпульсного електромагнітного поля (ІЕМП) полягає в тому, що електромагнітні хвилі певної довжини активно поглинається водою в зерні, а суха частина матеріалу під час впливу електромагнітного випромінювання не нагрівається [1, 2, 3].

Волога, нагріта при впливі електромагнітного поля НВЧ, віддає частину теплоти сухій складовій матеріалу, проте кількість цієї енергії досить мала. Тому виготовлення сушарок, принцип роботи яких оснований на використанні електромагнітного поля, є досить перспективним.

В основі представленого способу сушіння зерна лежить вплив інтенсивного електромагнітного поля надвисоких частот на матеріал.

Під час впливу електромагнітного поля НВЧ на молекули води, включаючи вологу в зернині, спостерігається ефект, що отримав назву «молекулярне тертя». В результаті даного ефекту, волога що зв'язана в матеріалі, виділяє теплову енергію, при цьому відбувається нагрів матеріалу з середини. При підвищенні температури, в шарах зернини виникає градієнт вологовмісткості і розпочинається випаровування води (рис. 1), волога рухається до поверхні зернини. Сушіння продукту не зупиняється навіть при зниженні вологості матеріалу, а на завершальних стадіях значно ефективніший порівняно з традиційними методами сушки.

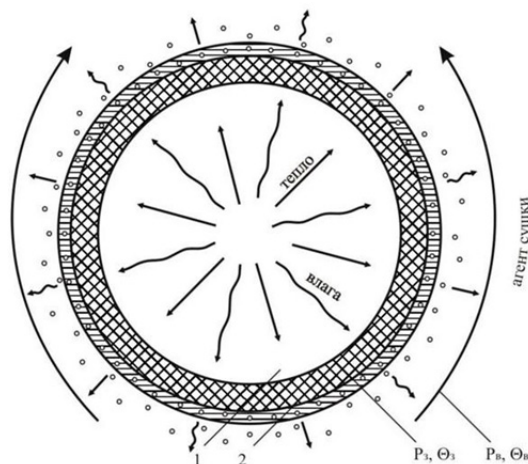


Рисунок 1 — Механізм видалення вологи із зерна при сушінні електромагнітним полем НВЧ.

Мікрохвильова обробка досить перспективна. НВЧ енергія виробляється генераторами, які працюють завдяки електричній енергії що являється екологічно чистою. Електромагнітне поле проникає крізь весь об'єм матеріалу, а інтенсивність опромінення залежить лише від діелектричних властивостей матеріалу та значення напруженості електромагнітного поля.

За законом Джоуля-Ленца можна розрахувати потужність, що виділяється при нагріві зерна полем НВЧ:

$$P=0,556 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot f \cdot E^2$$

де,  $P$  — потужність, Вт/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon'$  — діелектрична проникність матеріалу;

$E$  — напруженість електричного поля, В/м.

$\operatorname{tg} \delta$  — тангенс кута діелектричних втрат;

$f$  — частота випромінювання електромагнітного поля, Гц;

Процес сушіння діелектричних матеріалів з використанням електромагнітного поля визначається як параметрами поля — напруженістю  $E$  та частотою  $f$  так і діелектричними властивостями опромінюваного матеріалу  $\varepsilon'$  та  $\operatorname{tg} \delta$ . Це дозволяє досягнути високої продуктивності, рівномірного нагрівання матеріалу по всьому об'єму робочої камери, а також екологічно чистого підведення енергії до оброблюваного матеріалу. В основі нагрівання і подальшої сушки матеріалів за допомогою електромагнітного поля НВЧ лежить явище діелектричної поляризації, тобто переміщення зв'язаних електричних зарядів в певних межах. При впливі надвисокої частоти на матеріал, в ньому спостерігаються коливання та зміна положення зарядів, внаслідок чого з'являються струми провідності та струми зміщення.

Приведений спосіб не потребує затрат великої кількості енергії і являється більш ефективним порівняно з традиційними методами сушки. Наприклад, сушіння активною вентиляцією з використанням гарячого повітря потребує значних затрат природного газу, який є не з дешевих, в порівнянні з електричною енергією, яка використовується в НВЧ-сушарках. До того ж, НВЧ-сушарки дозволяють затратити значно менше часу на просушування необхідного матеріалу.

При впливі електромагнітної енергії на зернину, сушіння розпочинається зсередини і тиск пари в зернині направлений до поверхні, що дозволяє рівномірно просушувати матеріал і зберегти зародок насінини.

Під час сушіння зерна електромагнітним полем, волога з середини матеріалу переноситься до поверхні через капілярну систему і, відповідно, швидкість сушіння залежить від розмірів капілярів. В зерні макрокапіляри (капіляри радіус яких перевищує  $10^{-7}$  м) відсутні.

Через велику швидкість нагріву матеріалу зернини виникає потужне джерело тепла всередині зернини та підвищення значення тиску водяної пари. Спостерігається перенесення вологи на молекулярному рівні типу фільтрування газоподібної речовини крізь дисперсне середовище, так як інші види дифузійного перенесення вологи придушуються. Тому, використання електромагнітного поля НВЧ дозволяє суттєво зменшити енергетичні витрати, не погіршуючи якість.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цугленок, Н.В. Функціональне опис процесу сушіння зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусів // Укр. КрасГАУ. - 2005. - № 8. - С. 217-221.
2. Цугленок, Н.В. Імітаційна модель функціонування сушильних установок / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демський та ін. // Вестн. КрасГАУ. - 2007. - № 3.-С.196-200.
3. Манасян, С.К. Принципи конвективного сушіння зерна / С.К. Манасян // Укр. КрасГАУ. - 2008.-№ 6. - С. 145-150.
4. А.с. 1483218 СРСР, МКІЗ F 26 В 25/22. Спосіб сушіння зерна та пристрій для його здійснення / Л.В. Колесов, Н.М. Андріанов, С.К. Манасян, С.Г. Гусєв, Ю.І. Заборо, В.В. Іванов, Е.Ф. Гришин. - Опубл. 30.05.1989, Бюл. № 20. в інших виданнях
5. Собінов О.Г. Автоматизація управління Баштовий сушарки ТОВ "Астра" .// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. -2011. Т. 41. Частина 2.- С.237-245.
6. Васильєв О.М. Використання теорії подібності для опису СВЧ сушки зерна / Васильєв О.М., Будніков Д.А., Смирнов Б.Г. // Електротехнології та електрообладнання в сільськогосподарському виробництві: зб. науч. тр. / АЧГАА. - зерноград, 2007. - С.72-77.
7. Беляєв О.О. Дослідження розподілу НВЧ поля в просторі робочої камери / А.А. Беляєв, А.Л. Андержанов, С.А. Андрєєв, А. І. Соколов // Електропривод та електротехнології на об'єктах АПК: зб. науч. тр. / МПСІ імені В.П. Горячкіна.- М., 1989.- С. 12-20.
8. Taras Hutsol. Theoretical analysis of the adaptive system for suppression of the hindrance concentrated on a spectrum / Т. Hutsol, N. Kosulina, A Cherenkov //Technology audit and production reserves. – 2018. – No. 2 (40). – pp. 32 – 36.

**Корольков Олександр**

Науковий керівник:

к.т.н. **Торчук М.В.**

Подільський державний університет

м. Кам'янець-Подільський

## УТЕПЛЕННЯ СТІН БУДІВЛІ НА ПРИКЛАДІ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБІВ З МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ

Постійне підвищення цін на енергоносії, а також різке зниження доходів населення і рентабельності підприємств призвели до того, що все більш актуальною стає проблема зниження витрат на опалення житлових та виробничих приміщень.

Загальновідомо, що витрати на теплоізоляцію (термомодернізацію) приміщень є високорентабельною інвестицією і окупаються в короткий термін, так як призводять до значного зниження (в два і більше разів) витрат на опалення. При будівництві нового будинку всі витрати на хорошу теплоізоляцію становлять 3-5% від загальної вартості будівлі та окупаються протягом 3-5 років експлуатації.

Крім того, хороша теплоізоляція:

- збільшує термін експлуатації існуючої конструкції (усуває температурні напруги, конденсацію, промерзання, цвіль, неприємний запах.) при утепленні із зовнішнього боку;