

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В ПЛОСКОМУ ШАРІ ЗЕРНА ПРИ ОПРОМІНЮВАННІ ПЛОСКОЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЮ ХВИЛЕЮ

Яконюк А.В.

(Науковий керівник — к.т.н., доц. Сидорук Ю.К.)

При опроміненні зерна електромагнітним полем з метою знезараження або сушіння важливою характеристикою є рівномірність розподілу поля в об'ємі зерна.

В даному варіанті пристрою розглядається плоский однорідний шар зерна, розташований на стрічці конвеєра, що опромінюється плоскою електромагнітною хвилею. Плоска хвиля формується дзеркалом, яке має форму параболічного циліндра рис.1, і опромінюється лінійним опромінювачем.

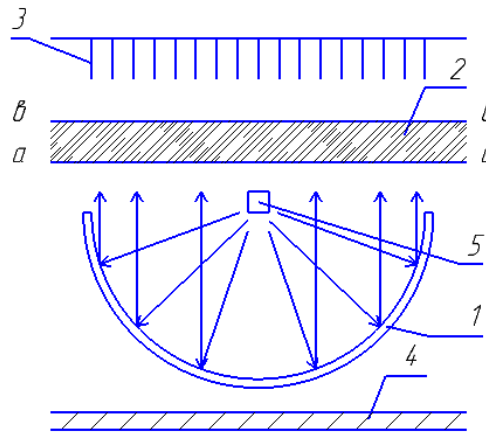


Рис. 1 Пристрій опромінення зерна. 1–дзеркало; 2–шар зерна;
3–фоторефлектор; 4–металева пластина; 5–лінійний опромінювач

При проходженні через шар зерна енергія електромагнітної хвилі витрачається не повністю, до того ж відбувається згасання енергії, так що зерно, розташоване з боку опромінювача має більшу щільність енергії ніж протилежна їй, тому бажано щоб залишкова електромагнітна хвиля поверталася в шар зерна і багаторазова (при необхідності) проходила через нього. При цьому електромагнітна хвиля буде відбиватися від границь повітря-зерно, зерно-повітря і спеціальних відбивачів, що завдяки певних фазових співвідношень падаючої і відбитої хвиль приведені до наявності мінімумів і максимумів розподілу поля, тобто до неоднорідності розподілу енергії поля в зерні [1].

В даній роботі проводиться теоретичне дослідження цих ефектів, оцінки ступеня неоднорідності та методів зменшення їх.

Вихідним матеріалом для даних досліджень є графік залежності ϵ' – діелектричної сталої та ϵ'' – сталої втрат від вологості зерна кукурудзи рис.2.

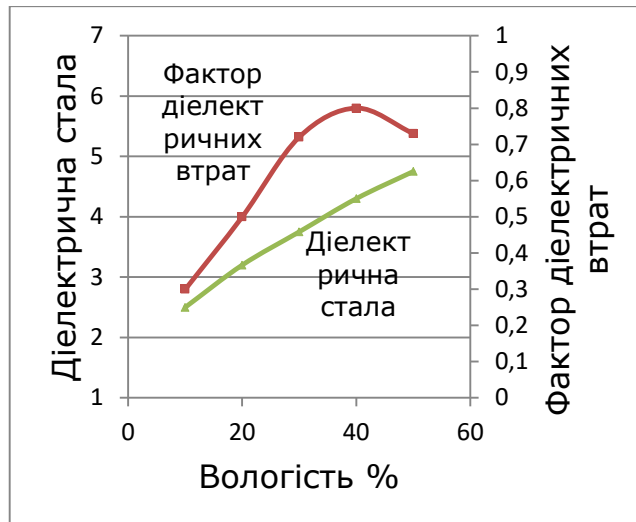


Рис. 2 Графік залежності діелектричної сталої та сталої втрат від вологості зерна кукурудзи

Так як вологе зерно це середовище з втратами, то необхідно з'ясувати, як втрати впливають на граничні умови, на розподіл поля та за якими формулами проводити розрахунки основних параметрів середовища зерна.

Було з'ясовано, що основні параметри можна розрахувати за наближеними формулами.

Постійна загасання:

$$\alpha \approx g/2 \sqrt{\mu/\epsilon},$$

де g – провідність середовища; μ – магнітна проникність; ϵ – діелектрична проникність.

Фазова постійна:

$$\beta \approx \omega \sqrt{\mu \epsilon} = 2\pi/\lambda_z,$$

де ω – кутова частота сигналу; λ_z – довжина хвилі в зерні.

Хвильовий опір:

$$z_0 \approx \sqrt{\mu/\epsilon} \quad (1).$$

Фазовий зсув між E та H :

$$\alpha \approx \arctg(g/2\epsilon\omega) \quad (2).$$

Через параметри приведені на рис.2:

$$\alpha \approx \omega/2 (\epsilon''/\epsilon') \sqrt{\mu \epsilon'} \quad (3),$$

$$\beta \approx \omega \sqrt{\mu \epsilon'} \quad (4).$$

Похибки розрахунків за наближеними формулами не перевищують 1%, що дає підстави використовувати їх в оціночних розрахунках без застережень.

Криві зміни напруженості електричного поля рис.3 розраховані за формулою:

$$E_2''(y) = \frac{E_{np}(y)}{E_{np}(h_m)} \cdot e^{-\alpha(h_m-y)} \quad (5),$$

де y – поточна координата; h_m – товщина шару зерна; α – постійна згасання.

Залежність α від вологості $m\%$ приведено в таблиці 1.

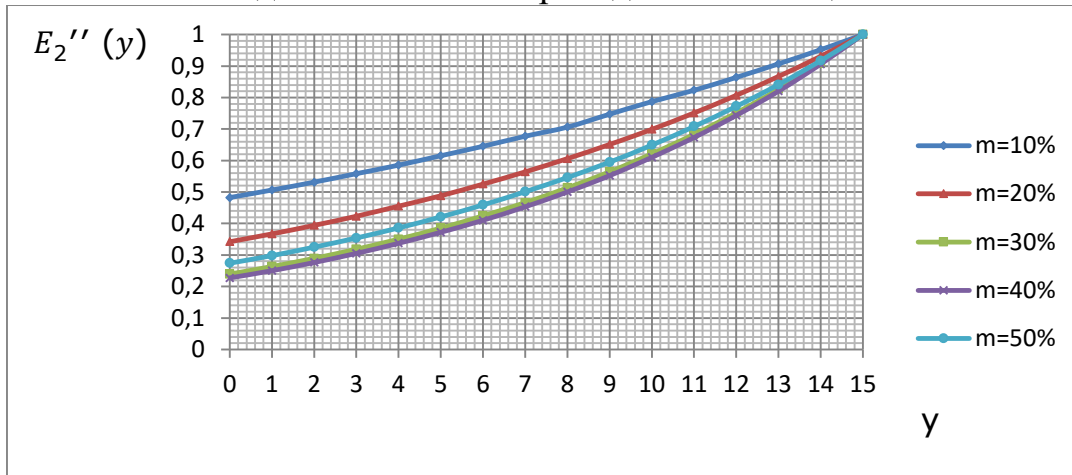


Рис. 3 Графіки зміни напруженості електричного поля залежно від глибини проникнення електромагнітної хвилі в зерно і вологості зерна

Таблиця.1

Вологість %	10	20	30	40	50
α	4,868	7,160	9,539	9,895	5,642

Коефіцієнти відбиття і проходження залежать від хвильових опорів середовищ:

$$p_{\text{вб}} = \frac{z_{02} - z_{01}}{z_{02} + z_{01}} \quad (6)$$

$$p_{\text{пр}} = \frac{2z_{02}}{z_{02} + z_{01}} \quad (7)$$

Відбита також згасаюча хвиля, накладаються на падаючу і в сумі дають результуючу, що описується виразом:

$$|E_{2c}(y)| = e^{-\alpha h_m} \sqrt{(e^{\alpha y} + p_{\text{вб}} e^{-\alpha y})^2 \cos^2 \beta y + (e^{\alpha y} - p_{\text{вб}} e^{-\alpha y})^2 \sin^2 \beta y} \quad (8)$$

Графічні залежності, розраховані за виразом (8) в даних тезах не приводиться через їх громіздкість і обмеженим об'ємом тез, але вони показують, що відбита від границі зерно-повітря хвиля має значний вплив на однорідність поля в зерні, який необхідно враховувати.

Література

1. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В. Электромагнитные поля и волны. - Изд. "Сов. радио". 1971.