

MATERIAŁY
XI MIĘDZYNARODOWEJ
NAUKOWI-PRAKTYCZNEJ KONFERENCJI

«STRATEGICZNE PYTANIA
ŚWIATOWEJ NAUKI - 2015»

07-15 lutego 2015 roku

Volume 19
Techniczne nauki

Przemysł
Nauka i studia
2015

| | |
|---|----|
| Лянденбургский В.В., Посыпкин Д.А., Бердников А.А. Классификация методов диагностирования автомобилей..... | 43 |
| Степанов О.В. Вплив людського фактора на безпеку транспортних засобів ... | 45 |

ENERGETYKA

| | |
|--|----|
| Bakhtiyar Balzhan Torepashkyzy Thermodynamic bases of regenerative heating of feed water on thermal power plant..... | 48 |
| Мехтнев А.Д., Цуприков В.В., Югай В.В. Экспериментальная солнечная электростанция на основе двусторонних модулей с системой позиционирования..... | 50 |
| Ташим Ш.А., Сундет Г.Е., Смагулова К.К. Причины потерь электроэнергии в сетях | 52 |
| Сундет Г.Е., Ташим Ш.А., Смагулова К.К. АСКУЭ для предотвращения потерь электроэнергии..... | 57 |
| Телегин В.В. Программное моделирование систем электроснабжения на базе альтернативных источников энергии..... | 64 |

ELEKTROTECHNIKA I RADIOELEKTRONIKA

| | |
|---|----|
| Куцевол О.М., Куцевол М.О. Синтез еквівалентної моделі зерна пшениці | 67 |
| Artyushenko V.M., Volovach V.I. Research and analysis of statistical characteristics of signal reflected from extended object | 73 |
| Кохреидзе Г.К., Прангишвили Г.В., Лаошвили Д.П., Пхакадзе Ш.А., Курашвили И.А. Электромагнитные переходные процессы при параллельной работе двигателя постоянного тока и трехфазного мостового выпрямительно-инверторного преобразователя тяговой подстанции | 78 |

OBRÓWKA MATERIAŁÓW W BUDOWIE MASZYN

| | |
|--|----|
| Цитович Б.В., Капица М.С. Проблемы рационального назначения общих допусков..... | 85 |
| Латыпов О.Р., Боев Е.В. Исследование электрокинетического потенциала стали в нефтепромысловой среде | 87 |

ELEKTROTECHNIKA I RADIOELEKTRONIKA

К.т.н. Куцевол О. М., к.т.н. Куцевол М. О.

Вінницький національний аграрний університет, Україна

СИНТЕЗ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ МОДЕЛІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Узагальнена еквівалентна схема вимірювального перетворювача (рис.1) складається із зразкового конденсатора C_3 і чутливого елемента ЧЕ у вигляді двополюсника. Метою синтезу є одержання еквівалентної електричної моделі чутливого елемента із досліджуванним зерном для конкретної вологості у вузькому частотному діапазоні, яка може бути використана для точного градуювання діелектрометричних вологомірів.

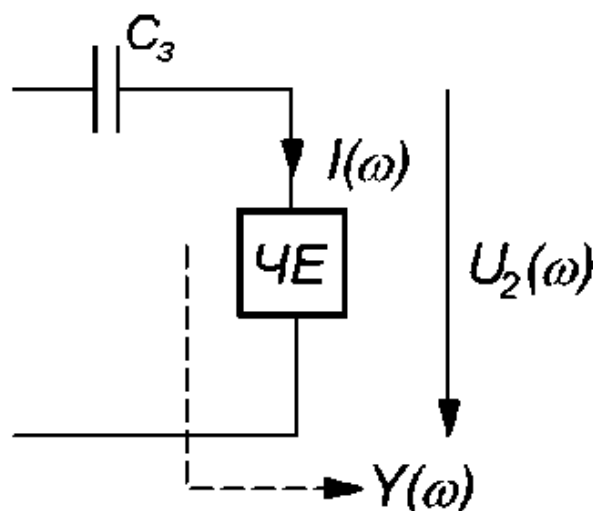


Рис. 1. Узагальнена еквівалентна схема вимірювального перетворювача

Аналіз частотно-вологісних характеристик зерна пшениці показує, що їх зміна характерна для еквівалентного RC -кола, різниця тільки у абсолютному значенні вихідного сигналу $U_2(\omega)$ вимірювального перетворювача. Це дозволяє будувати електричні аналоги зерна пшениці різних сортів (а також інших злакових культур) за однією методикою та реальними частотними характеристиками.

Залежність електричних параметрів чутливого елемента з вологим зерном пшениці наведено у табл. 1.

Залежність електричних параметрів чутливого елемента

| Електричний параметр | Частота f , кГц | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| I , мкА | 28.3 | 56.6 | 84.9 | 113.1 | 141.3 | 169.3 | 197.5 | 225.4 | 253.5 |
| U_2 , В | 0.8 | 1.1 | 1.45 | 1.8 | 2.05 | 2.3 | 2.56 | 2.81 | 3.1 |
| Y , мкСм | 35.37 | 51.48 | 58.55 | 62.81 | 68.92 | 73.64 | 77.16 | 80.19 | 81.77 |

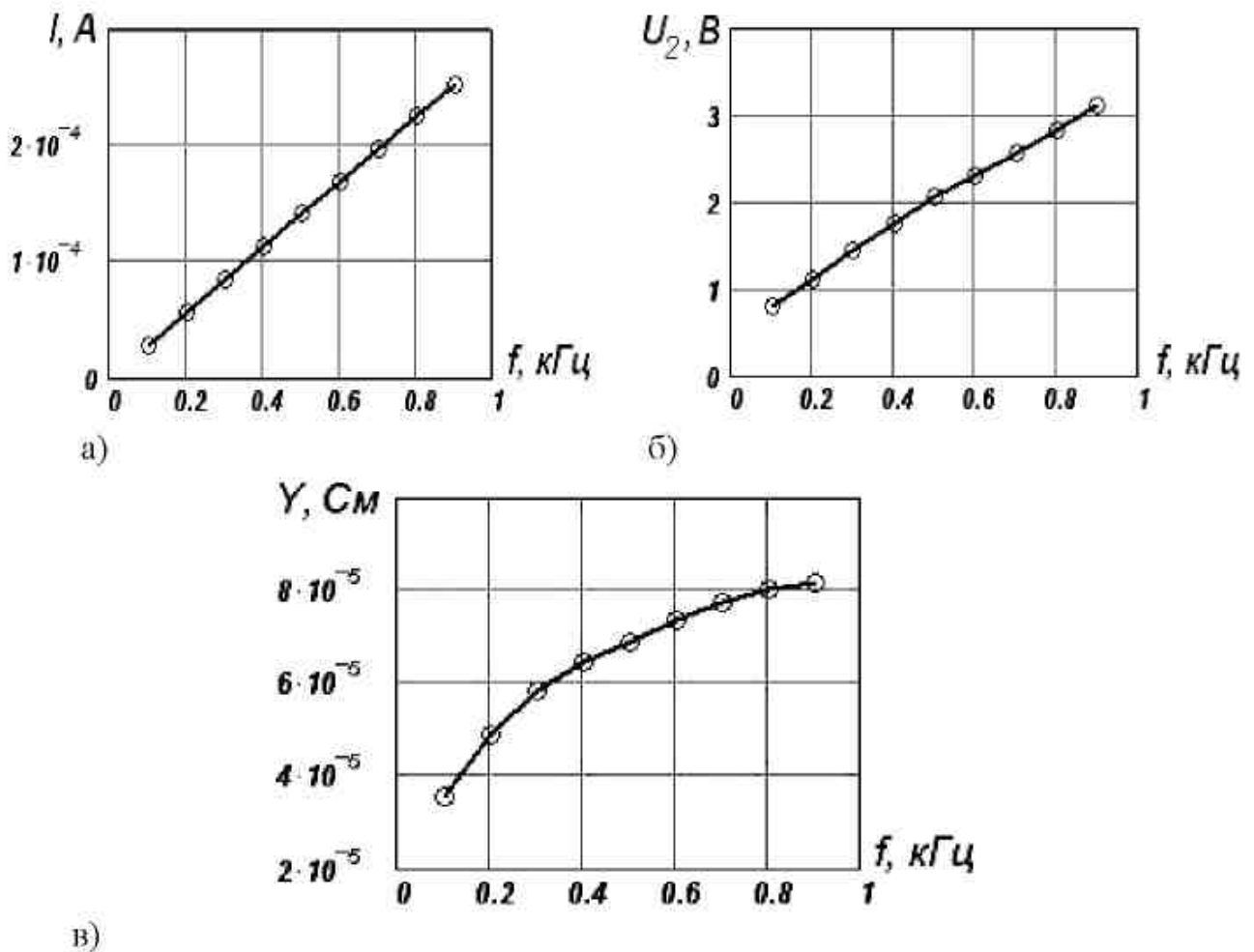


Рис.2. Частотні залежності вимірювального перетворювача:
 а) струму через чутливий елемент; б) напруги на чутливому елементі;
 в) провідності чутливого елемента

Аналітичні вирази $I(f)$ та $U_2(f)$ знаходяться шляхом регресійного аналізу. Оскільки зміна аргумента відбувається у вузькому діапазоні, можна обмежитись поліномом першого ступеня:

$$y = a \cdot x + b. \quad (1)$$

Використовуюючи результати дев'яти вимірювань випадкових величин I_i та f_i , знаходиться середньоквадратична регресія [1-3] першого порядку.

Коефіцієнти a та b залежності (1) знаходяться з умови досягнення функціоналом

$$\Phi(a, b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)^2$$

свого мінімального значення.

Необхідно знайти окремі похідні Φ по a та b :

$$\frac{\partial \Phi}{\partial a} = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b) \cdot x_i,$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial b} = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)$$

Прирівнявши дані вирази до нуля, отримуємо систему лінійних рівнянь для знаходження a та b :

$$\left. \begin{aligned} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i &= \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i, \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot n &= \sum_{i=1}^n y_i. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Із системи (2) знаходяться коефіцієнти a та b :

$$a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad (3)$$

$$b = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i - a \cdot \sum_{i=1}^n x_i \right). \quad (4)$$

Замінивши y на $I(f)$ та x на f , отримуємо вираз (1) у вигляді:

$$I(f) = a_1 \cdot f + b_1.$$

Для вихідної напруги цей вираз можна записати:

$$U_2(f) = a_2 \cdot f + b_2.$$

Скориставшись виразами (6) та (1), а також даними табл.1 та прийнявши $n = 9$:

$$I(f) = 2,871 \cdot 10^{-7} \cdot f + 3,883 \cdot 10^{-7},$$

$$U_2(f) = 2,842 \cdot 10^{-3} \cdot f + 0,576.$$

Залежності $I(\omega)$ та $U_2(\omega)$:

$$I(\omega) = 1,804 \cdot 10^{-6} \cdot \omega + 3,883 \cdot 10^{-7},$$

$$U_2(\omega) = 1,786 \cdot 10^{-2} \cdot f + 0,576.$$

Враховуючи те, що вхідний сигнал вимірювального перетворювача – гармонічна функція часу, вирази для струму і напруги в комплексній формі:

$$I(p) = 1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7},$$

$$U_2(p) = 1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576,$$

де $p = j\omega$.

З огляду на традиційне уявлення електричних властивостей капілярно-пористих діелектричних матеріалів [4,5] та характер частотних залежностей (рис.2) можна стверджувати, що заповнений зерном пшениці чутливий елемент виявляє електричні ознаки RC -кола. Його еквівалентна провідність:

$$Y(p) = \frac{1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7}}{1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576}. \quad (5)$$

Виходячи із рекомендацій [6,7], розкладання виразу (5) на прості дроби доцільно робити за другим методом Фостера.

За другим методом Фостера використовується вираз (5), домножений на $\frac{1}{p}$:

$$\frac{1}{p} Y(p) = \frac{1}{p} \frac{1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7}}{1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576}. \quad (6)$$

Знаходяться полюси і нуль функції (6):

$$p(1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576) = 0; p_{n1} = 0; p_{n2} = -32,251;$$

$$1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7} = 0; p_0 = -0,215.$$

Вираз (6) у відповідності із

$$Y(p) = k'_\infty p + k'_0 + \sum_{i=1}^N \frac{k'_i p}{p + \sigma'_i}$$

має вигляд:

$$Y(p) = k'_\infty p + k'_0 + \frac{k'p}{p + \sigma} \quad (7)$$

Визначаємо коефіцієнти k'_0 та k' :

$$k'_0 = \left[\operatorname{Res} \frac{1}{p} Y(p) \right]_{p=0} = \left[\frac{1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576} \right]_{p=0} = 6,741 \cdot 10^{-7}.$$

$$k' = \left[\operatorname{Res} \frac{1}{p} Y(p) \right]_{p=\sigma} = \left[\frac{1,804 \cdot 10^{-6} \cdot p + 3,883 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1,786 \cdot 10^{-2} \cdot p + 0,576} \right]_{p=-32,251} = 1,003 \cdot 10^{-4}.$$

Підставивши знайдені значення k'_0 та k' у вираз (5) та врахувавши, що показник ступеня полінома знаменника більший показника ступеня чисельника і при цьому $k'_\infty = 0$, а також домноживши ліву і праву частини рівняння на p , отримується вираз для $Y(p)$ у вигляді двох складових:

$$Y(p) = 6,741 \cdot 10^{-7} + \frac{1,003 \cdot 10^{-4}}{p + 32,251} \quad (8)$$

Перша складова виразу (8) – активна провідність

$$g_0 = 0,1 \cdot k'_0 = 6,741 \cdot 10^{-8} \text{ См},$$

а друга – послідовне з'єднання активного опору R і ємності C :

$$R = \frac{1}{0,1 \cdot k'} = 99,7 \cdot 10^3 \text{ Ом}; C = \frac{0,1 \cdot k'}{\sigma} = 310,998 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}.$$

Схема синтезованого за другим методом Фостера електричного аналога чутливого елемента із вологим зерном пшениці показана на рис.3.

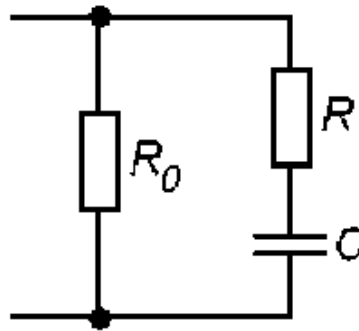


Рис.3. Електричний аналог зерна пшениці, синтезований за другим методом Фостера

Значення опору R_0 :

$$R_0 = \frac{1}{g_0} = 14,835 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Висновки

Таким чином, в результаті проведеного синтезу за експериментальними виразами $Y(p)$ із використанням другого методу Фостера отримано еквівалентний електричний аналог зерна пшениці в діапазоні частот.

Еквівалентна електрична модель зерна може бути використана для градування вологомірів.

Викладена методика отримання електричних аналогів зерна пшениці є універсальною та може також застосовуватись для інших капілярно-пористих матеріалів та інших частотних діапазонів.

Література:

1. Дрейпер Норман. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х кн. Кн. 1 : монография / N. R. Draper, H. Smith [перев. с англ. Ю. П. Адлера и В. Г. Горского]. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 366 с.
2. Себер Джордж. Линейный регрессионный анализ / G. A. F. Seber [перев. с англ. В. П. Носко]. – М. : Мир, 1980. – 456 с.
3. Дрейпер Норман. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х кн. Кн. 2 : монография / N. R. Draper, H. Smith [перев. с англ. Ю. П. Адлера и В. Г. Горского]. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 366 с.

www.rusnauka.com



**Участника
международной научной
конференции**

STRATEGICZNE PYTANIA
ŚWIATOWEJ NAUKI

Przemysl , Poland

07 - 15 февраля
2015

Секция:

Технические науки

Авторы:

Куцевол О.М., Куцевол М.О.

Доклад на тему:

Синтез эквивалентной модели зерна
пшениці

Председатель оргкомитета
dr hab. Jerzy Ciborowski

J. Ciborowski

NAUKA I STUDIA Spółka z o.o.
ul. Łukasieckiego 7, 37-700 Przemysł
NIP 782232465 PL, tel. 71 675 730 12