

**МАТЕРИАЛИ**  
**ЗА XI МЕЖДУНАРОДНА**  
**НАУЧНА ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«НАЙНОВИТЕ НАУЧНИ**  
**ПОСТИЖЕНИЯ - 2015»**

17 - 25 март 2015 година

**Том 15**  
**Технологии**

София  
«Бял ГРАД-БГ» ООД  
2015

## СЪДЪРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИИ

#### НА ОПРЕДЕЛЕН КЛОН ПРОЕКТИРАЙТЕ

<b>Дудников В.С.</b> Передачи винт-гайка трения качения в составе устройств поворота лопастей ветроколес .....	3
<b>Дудніков В.С., Кукушкін О.Е.</b> Установка для навантаження оболонок .....	8

### ТРАНСПОРТЪТ

<b>Бектурсунова Г.С.</b> О повышении требуемых модулей упругости на дорожных конструкциях автомобильных дорог Казахстана местного значения .....	13
<b>Stepanov O.V.</b> Traffic safety in geo-pathogenic zone .....	19
<b>Славич В.П.</b> Моделирование процесса обгона транспортных средств .....	22
<b>Мурсалыкова М.Т.</b> Транспортные аспекты в логистической системе .....	25

### ЕНЕРГИЯТА

<b>Идрисов А.А., Булатбаев Ф.Н.</b> Перспективы развития ветряных электростанций в Казахстане .....	27
<b>Айдарханова Э.М.</b> Тенденции формирования энергетической безопасности стран Евразийского Союза .....	30
<b>Сулейменов О.А.</b> Поведение частиц в камерном электростатическом сепараторе .....	33

### ЕЛЕКТРОИНЖЕНЕРСТВО И ЕЛЕКТРОНИКА

<b>Куцевол О.М., Куцевол М.О.</b> Удосконалення методу діелектрометричного контролю вологості зерна .....	36
<b>Кравченко Ю.С., Селецька О.О.</b> Підвищення ефективності емісійно-спектрального контролю в плазмовій технології .....	40
<b>Сулейменов О.А.</b> Применение электронно-ионных процессов в переработке дисперсных твердых материалов .....	44

### РАЗРАБОТКАТА НА МАТЕРИАЛИТЕ Е НА ИНЖЕНЕР

<b>Лапковський С.В., Бецко Ю.М., Бакало О.М., Кашин О.Д.</b> Зручність доступу до паспортних даних металорізальних верстатів .....	46
--	----

## ЕЛЕКТРОИНЖЕНЕРСТВО И ЭЛЕКТРОНИКА

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

Вінницький національний аграрний університет, Україна

### УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДІЕЛЕКТРОМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА

Нині виробництво сільськогосподарської продукції як ніколи потребує контролю вологості на всіх етапах технологічного процесу і здійснюється здебільшого енергозатратним та трудомістким термогравіметричним методом [1].

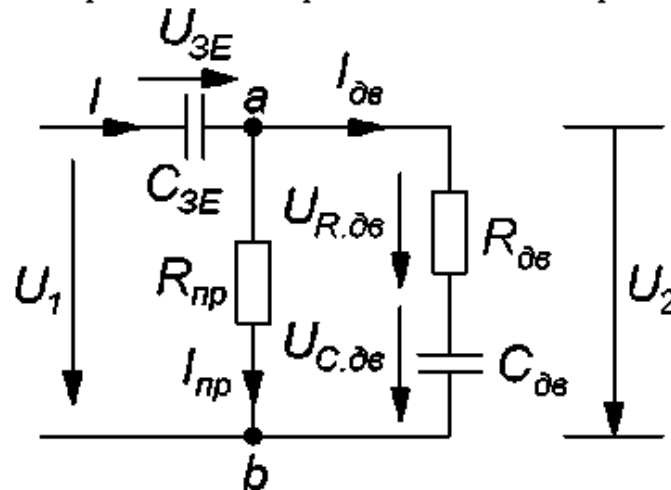
Розвиток сільськогосподарського виробництва вимагає створення напівавтоматичних та автоматичних засобів контролю вологості, які можна використовувати як в польових умовах, так і в галузевих лабораторіях.

Одним з напрямків автоматизації процесу контролю вологості є використання електричних методів, серед яких найчастіше використовують метод діелектровологометрії. Цей метод характеризується високою чутливістю, легко реалізується як в лабораторних, так і в польових умовах. Сучасні методи вологометрії викладені в роботі Ю. П. Секанова [2]. Для підвищення точності і достовірності контролю розробляються нові та удосконалюються відомі методи.

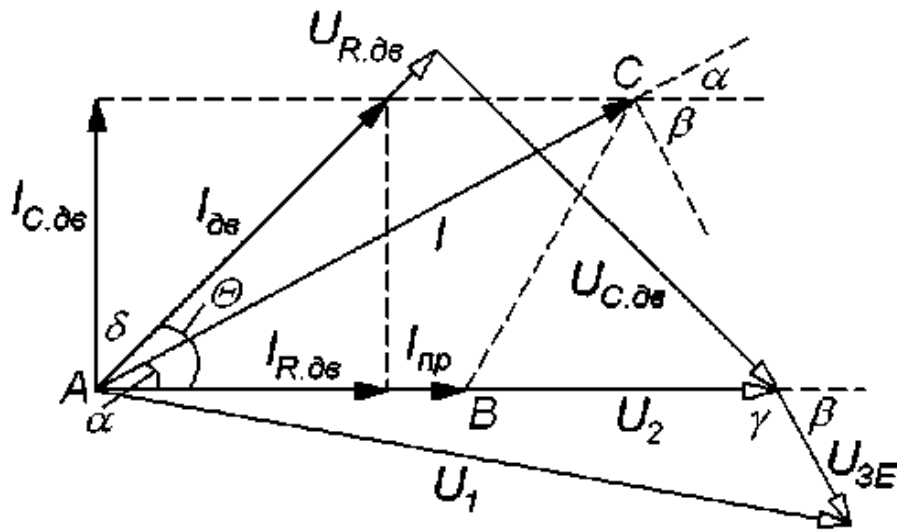
Підвищення точності контролю можливе завдяки використанню багатопараметричного визначення вологості та знаходження інформативних параметрів, незалежних від збурювальних факторів, до яких відносять нестабільність діелектричних втрат і пористості.

Еквівалентна схема електричного аналога (рис. 1, а) дозволяє застосувати інформативні параметри вимірювального перетворювача для знаходження діелектричних характеристик зерна.

В основу методу покладено патент [3], отриманий на спосіб вимірювання вологості капілярно-пористих матеріалів. Метод передбачає дослідження



а)



б)

**Рис.1. Еквівалентна схема вимірювального перетворювача (а) і суміщена векторно-топографічна діаграма напруг та векторна діаграма струмів еквівалентного аналога вимірювального перетворювача (б):  $C_{3E}$  – зразкова ємність;  $R_{np}$  – опір прямої провідності;  $R_{\delta\epsilon}$  – опір діелектричних втрат;  $C_{\delta\epsilon}$  – поляризаційна ємність;  $I_{\delta\epsilon}$  – струм діелектричних втрат;  $I_{np}$  – струм прямої провідності;  $U_{C_{\delta\epsilon}}$  – напруга на поляризаційній ємності;  $U_1, U_2, U_{3E}$  – інформативні параметри вимірювального перетворювача**

інформативних параметрів вимірювального перетворювача на постійному та змінному струмах. На постійному струмі між точками *a* та *b* (чутливий елемент) вимірюється опір прямої провідності  $R_{np}$ .

Струм прямої провідності

$$I_{np} = \frac{U_2}{R_{np}}$$

Сумарний струм при цьому дорівнює

$$I = \frac{U_{3E}}{X_{C_{3E}}}$$

З рис.1, б знаходиться кут  $\gamma$

$$\gamma = \arctg \frac{U_2^2 + U_{3E}^2 - U_1^2}{2 \cdot U_2 \cdot U_{3E}}$$

При цьому кути  $\beta$  і  $\alpha$  приймають значення

$$\beta = 180^\circ - \gamma; \quad \alpha = \gamma - 90^\circ.$$

Очевидно, що для вузла  $a$  справедливе рівняння

$$\dot{I} = \dot{I}_{\partial\epsilon} + \dot{I}_{np}. \quad (1)$$

Із виразу (1) знаходиться

$$\begin{aligned} \dot{I}_{\partial\epsilon} &= \dot{I} - \dot{I}_{np} = I \cdot e^{-j\alpha} - I_{np} = I \cdot \cos \alpha + jI \cdot \sin \alpha - I_{np} = \\ &= \sqrt{(I \cdot \cos \alpha - I_{np})^2 + (I \cdot \sin \alpha)^2} \cdot e^{j \arctg \frac{I \sin \alpha}{I \cdot \cos \alpha - I_{np}}} = I_{\partial\epsilon} \cdot e^{j\Theta}. \end{aligned} \quad (2)$$

Із виразу (2) можна отримати модуль та аргумент струму діелектричних втрат

$$I_{\partial\epsilon} = \sqrt{(I \cdot \cos \alpha - I_{np})^2 + (I \cdot \sin \alpha)^2}; \quad \Theta = \arctg \frac{I \cdot \sin \alpha}{I \cdot \cos \alpha - I_{np}}. \quad (3)$$

Якщо відомі  $U_2$  та  $\Theta$  можна знайти  $U_{C,\partial\epsilon}$

$$U_{C,\partial\epsilon} = U_2 \cdot \sin \Theta.$$

З попереднього виразу знаходиться реактивний опір поляризаційної ємності

$$X_{C,\partial\epsilon} = \frac{U_{C,\partial\epsilon}}{I_{\partial\epsilon}}. \quad (4)$$

Із виразу (4) знаходиться поляризаційна ємність для будь-якої з досліджуваних частот:

$$C_{\partial\epsilon} = \frac{1}{\omega \cdot X_{C,\partial\epsilon}}. \quad (5)$$

Уявна складова комплексної діелектричної проникності

$$\varepsilon'' = \frac{C_{\partial\epsilon}}{C_0}, \quad (6)$$

де  $C_0$  – ємність незаповненого чутливого елемента.

Кут діелектричних втрат та його тангенс

$$\delta = 90^\circ - \Theta; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}.$$

Дійсна складова комплексної діелектричної проникності

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon''}{\operatorname{tg} \delta}. \quad (7)$$

За відомих дійсної та уявної складових комплексної діелектричної проникності можна знайти її модуль

$$\varepsilon = \sqrt{(\varepsilon')^2 + (\varepsilon'')^2}. \quad (8)$$

Таким чином, вимірявши інформативні параметри  $U_1$ ,  $U_2$  та  $U_{3E}$ , без зусиль знаходяться діелектричні характеристики зерна пшениці на будь-якій частоті.

Для зменшення похибки вимірювання необхідно застосувати двочастотний багатопараметричний метод. Аналізуючи частотні характеристики діелектричних параметрів пшениці, можна застосувати в якості інтегрованого інформативного параметра під час контролю вологості кут нахилу частотної характеристики  $\alpha$  [4].

Кут нахилу характеристик  $\varepsilon(f)$ ,  $\varepsilon'(f)$ ,  $\varepsilon''(f)$

$$\alpha_\varepsilon = \operatorname{arctg} \frac{m_1(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{m_2(f_2 - f_1)}, \quad (9)$$

$$\alpha_{\varepsilon'} = \operatorname{arctg} \frac{m_3(\varepsilon'_1 - \varepsilon'_2)}{m_4(f_2 - f_1)}, \quad (10)$$

$$\alpha_{\varepsilon''} = \operatorname{arctg} \frac{m_5(\varepsilon''_1 - \varepsilon''_2)}{m_6(f_2 - f_1)}, \quad (11)$$

$$\alpha_I = \operatorname{arctg} \frac{m_7(I_{\partial s2} - I_{\partial s1})}{m_8(f_2 - f_1)}, \quad (12)$$

де  $m_1 \dots m_8$  – масштабні коефіцієнти.

Для підвищення достовірності контролю вологості вводиться інтегральний інформативний параметр

$$K_i = \frac{1}{4} (\alpha_{\varepsilon} + \alpha_{\varepsilon'} + \alpha_{\varepsilon''} + \alpha_I), \quad (13)$$

Вологість досліджуваного зразка зерна знаходиться з виразу

$$W = A \cdot K_i, \quad (14)$$

де  $A$  – коефіцієнт пропорційності, що визначається експериментальним шляхом.

### Висновок

Таким чином, за рахунок складових  $\alpha_{\varepsilon}$ ,  $\alpha_{\varepsilon'}$  та  $\alpha_{\varepsilon''}$  усувається вплив нестабільної пористості та гранулометричного складу зерна, а за рахунок  $\alpha_I$  – нестабільність діелектричних втрат.

### Література:

1. Зерно. Метод определения влажности : ГОСТ 13586.5-93 [Действителен от 1993–10–21]. – М. : Межгосударственный стандарт, 1993. – 9 с.
2. Секанов Юрий Петрович. Влагометрия сыпучих и волокнистых растительных материалов : монография / Ю. П. Секанов. – М. : ВИМ, 2001. – 190 с. – ISBN-5-7010-0283-7.
3. Пат. 75699 Україна, МПК G 01 N 27/22. Спосіб вимірювання вологості / Поджаренко В. О., Куцевол М. О., Куцевол О. М. ; заявник патентовласник Вінницьк. націон. техн. унів. – №2004031999 ; заявл. 18.03.04; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5. – 3 с.
4. Поджаренко В. О. Високочастотні методи та засоби вимірювання вологості капілярно-пористих матеріалів / Володимир Олександрович Поджаренко, Олег Миколайович Куцевол // Вісник національного університету «Львівська політехніка». – 2003. – № 64. – С. 147–152.

# СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Международной  
научной конференции  
НАЙНОВИТЕ НАУЧНИ  
ПОСТИЖЕНИЯ

Г. София

15- 22 марта

2015



[www.rusnauka.com](http://www.rusnauka.com)

## Секция:

Технически науки

## Авторы:

Куцевол О.М., Куцевол М.О.

## Доклад на тему:

Удосконалення методу  
діелектрометричного  
контролю вологості  
зерна

Председатель оргкомитета  
Эмилко Тодоров Петков

*Петков*

