

# MATERIÁLY

**X MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ  
KONFERENCE**

## **«VĚDECKÝ PRŮMYSL EVROPSKÉHO KONTINENTU - 2014»**

27 listopadu - 05 prosinců 2014 roku

**Díl 20  
Technické vědy**

Praha  
Publishing House «Education and Science» s.r.o  
2014

## ENERGETIKA

Бахтияр Б.Т. Жылу электр станцияларының ішкі мұқтаждықтарына жұмсалатын электр энергиясын үнемдеу шаралары .....	47
Бергенжанова Г.Р. Глубокое охлаждение продуктов сгорания в конденсационных теплоутилизаторах .....	50
Бергенжанова Г.Р., Елеманова А.А. Регулирование тепловой мощности систем теплоснабжения и кондиционирования с использованием ТНУ .....	53
Бергенжанова Г.Р., Елеманова А.А. Перевод существующих паросиловых установок ТЭС на парогазовые установки.....	56
Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Анализ опыта использования информационных систем для поддержки функционирования электрооборудования.....	59
Матвийчук В.А., Рубаненко Е.А., Дмитришен А.Н. Генерация тепловой энергии в сельском хозяйстве из твердого биотоплива .....	63
Мехтиев А.Д., Таткеева Г.Г., Таранов А.В., Баландин В.С., Биличенко А.П., Югай В.В., Эйрих В.И. Разработка информационно-измерительной системы для определения концентрации метана с помощью сенсорных сетей .....	67

## ELEKTROTECHNIKA A RADIOELEKTRONIKA

Мирзакулова Ш.А. Исследование сетевого трафика методом FNN.....	70
Гуцул О.В., Слободян В.З. Безелектродне дослідження опору рідин для трьох фіксованих частот .....	72
Куцевол О.М., Куцевол М.О. Метод контролю вологості зерна .....	75
Митюков В.А. повышение эффективности передачи видеоданных в каналах спутниковой связи.....	79

## ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLŮ VE STROJÍRENSTVÍ

Кузьминов И.И., Панин Е.А., Толкушкин А.О., Хасымхан Ж. Развитие и совершенствование технологий получения высококачественных длинномерных заготовок путем совмещения непрерывного литья и интенсивной пластической деформации.....	83
--	----

## HORNICTVÍ

Нурабаев М.Б. Анализ существующих методов и обобщение литературных данных по разработке трудноизвлекаемых высоковязких месторождений.....	87
---	----

який добре узгоджується із літературними даними для скін-ефекту для визначення глибини скін-шару, при наявності скін-ефекту.

Література:

1. Гуцул О. В. Особливості електрофізичних методів дослідження реологічних параметрів електролітів та біологічних рідин / О. В. Гуцул, М. В. Шаплавський, В. З. Слободян // Вісник Запорізького національного університету. Серія: Фізико-математичні науки. – 2012. – № 1. – С. 84–91.

2. Гуцул О. В. Особливості дослідження параметрів рідин електродним та безелектродним методами / О.В. Гуцул, В. З. Слободян // Вісник Запорізького національного університету. Серія: Фізико-математичні науки. – 2013. – № 2. – С. 21-28.

**К.т.н. Куцевол О. М., к.т.н. Куцевол М. О.**  
*Вінницький національний аграрний університет, Україна*

## **МЕТОД КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА**

Одним із характерних представників матеріалів із нестабільними діелектричними втратами є зерно.

Зерно пшениці та інших злакових культур є складною капілярно-пористою системою зі значним вмістом натуральної білкової речовини. В таких системах волога знаходиться як у вільному, так і в зв'язаному станах. Це, а також те, що зерно як об'єкт контролю характеризується нестабільністю діелектричних втрат, не дає можливості ефективно застосувати існуючі нині напіваавтоматизовані та автоматизовані засоби контролю вологості, похибки яких значно перевищують задекларовані значення.

Саме ця обставина призводить до того, що в переважній більшості галузевих лабораторій для контролю вологості донині використовують трудомісткий та енергозатратний термогравіметричний метод як метод, що дає результати, близькі до об'єктивних. Стандартний термогравіметричний метод контролю вологості [1] передбачає на одне вимірювання мінімум 80 хвилин часу, при цьому абсолютна похибка вимірювання дорівнює  $\pm 0,5\%$  при споживаній потужності вологометричної системи 2 кВт. Окрім цього, метод можна використовувати тільки в лабораторних умовах.

Відомий електричний метод контролю вологості передбачає вимірювання фазового зсуву між напругами на зразковому елементі і смісному давачі та подальшому визначенні вихідної напруги, пропорційної вологості, реалізований в

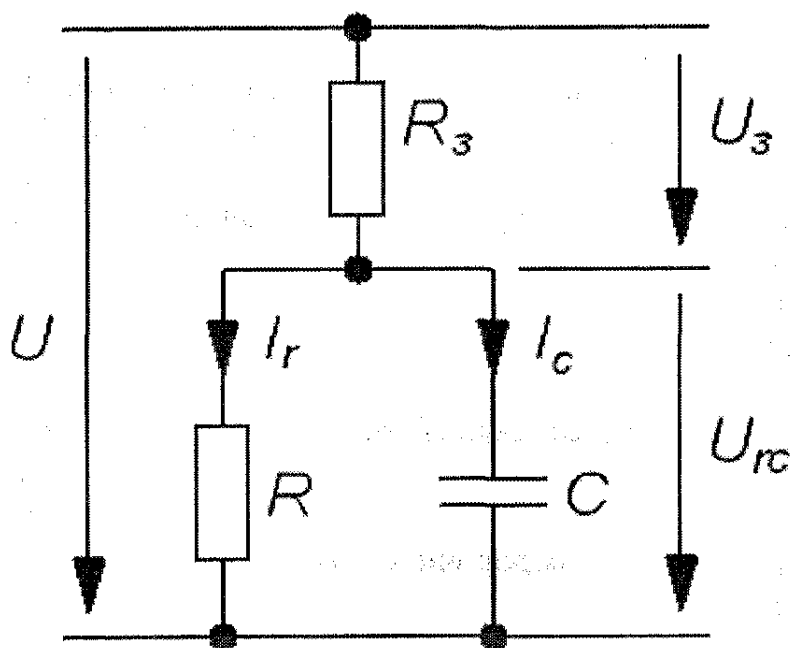
ємнісному вологомірі [2]. Недоліком методу є залежність фазового зсуву між напругами на зразковому елементі і ємнісному давачі вологості від нестабільності діелектричних втрат.

Значно кращі результати дає метод, у якому додатково вимірюють напругу на зразковому елементі, що дає можливість визначити ємнісну складову струму досліджуваного матеріалу, пропорційну вологості [3]. Недоліком вказаного методу є залежність ємнісного струму від нестабільної пористості матеріалу, що зменшує точність вимірів.

Таким чином цілком очевидною є задача зменшення похибки вимірювання вологості не тільки від нестабільних діелектричних втрат, але й від нестабільної пористості (гранулометричного складу) досліджуваного капілярно-пористого матеріалу.

Поставлена задача вирішується в методі, у якому в послідовному колі з ємнісного давача вологості і зразкового елемента вимірюють напругу на зразковому елементі, а також додатково вимірюють напруги на вході первинного перетворювача і ємнісному давачі вологості та знаходять відносне значення ємнісного струму матеріалу, яке пропорційне вологості та незалежне від нестабільних діелектричних втрат і пористості [4].

На рис.1 наведена еквівалентна схема послідовного кола з ємнісного давача вологості і чутливого елемента, а на рис.2 – його векторна діаграма, яка пояснює принцип методу контролю.



**Рис.1**

Метод полягає у тому, що в послідовному колі, яке складається зі зразкового опору і ємнісного давача вологості, вимірюють напруги на зразковому елементі

і ємнісному давачі вологості, а потім додатково вимірюють напругу на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента.

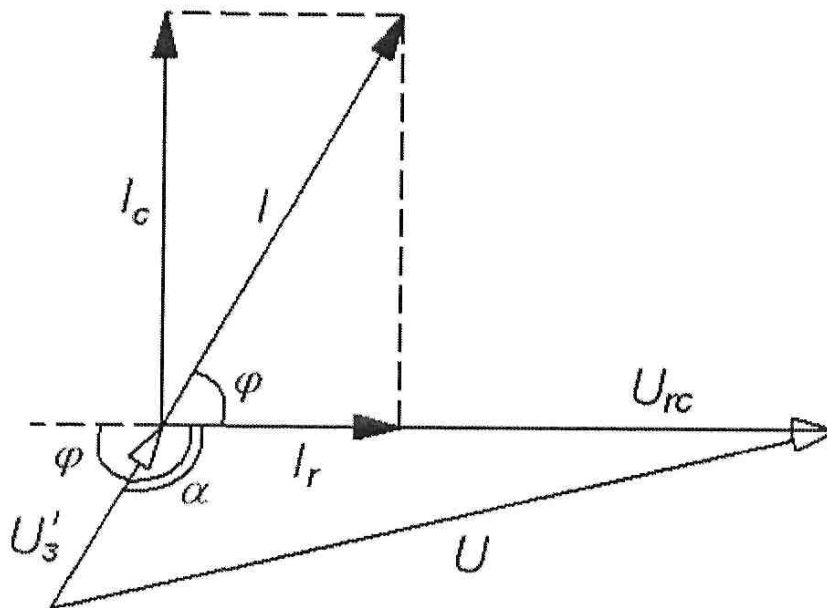


Рис.2

Зміна вологості матеріалу призводить до зміни довжини векторів  $I_c$  та  $I_r$  (рис.2), тому ці величини можуть бути інформативними параметрами при контролі вологості. Проте сильна температурна залежність  $I_r$  призводить до того, що ця складова загального струму ємнісного давача вологості значним чином впливає на похибку вимірювання вологості. Незалежною від зміни температури є ємнісна складова струму ємнісного давача вологості, яка визначається за виразом:

$$I_c = I \cdot \sin \varphi = \frac{U_3}{R_s} \cdot \sin \varphi$$

де  $R_s$  – опір зразкового елемента;

$\varphi$  – фазовий зсув між напругами на зразковому елементі та ємнісному давачі вологості.

Зміна пористості призведе до зміни ємнісної складової струму ємнісного давача вологості, а це в свою чергу призведе до збільшення похибки виміру вологості.

Для вирішення поставленої задачі пропонується знаходити не ємнісний струм ємнісного давача вологості, а його відносне значення, яке незалежне від зміни пористості.

Як видно з рис.2 додатково виміряна напруга  $U$  дозволяє знайти кут  $\varphi$ :

$$\varphi = \arccos \frac{U_3^2 + U_{rc}^2 - U^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}}$$

Це, в свою чергу, дозволяє знайти ємнісну складову струму:

$$I_c = I \cdot \sin \varphi = \frac{U_3}{R_3} \cdot \sin \varphi = I \cdot \sin \left( \arccos \frac{U_3^2 + U_{rc}^2 - U^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right)$$

і її відносне значення, пропорційне вологості:

$$W = k \cdot \frac{I_c}{I} = k \cdot \sin \left( \arccos \frac{U_3^2 + U_{rc}^2 - U^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right),$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності;

$I_c$  – модуль ємнісної складової струму ємнісного давача вологості;

$I$  – модуль струму через зразковий елемент;

$U$  – модуль напруги на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента;

$U_3$  – модуль напруги на зразковому елементі;

$U_{rc}$  – модуль напруги на ємнісному давачі вологості.

Аналізуючи вираз для визначення вологості за допомогою еквівалентної схемм рис.1 та векторної діаграми вологого зерна, можна зробити висновок, що точність вимірювання вологості залежить від точності зразкового резистора  $R_3$ , та точності вимірювання напруг на елементах перетворювача і його вході.

Враховуючи стан сучасної прецезійної елементної бази, забезпечення необхідної точності опору  $R_3$  не є складним завданням, адже існують прецезійні резистори, точність яких складає 0,01% і вище. З такою ж точністю можна вимірювати і напругу. Таким чином запропонований метод дає можливість визначати вологість з високою точністю.

Коефіцієнт пропорційності  $k$  визначається при градуюванні і залежить від особливостей досліджуваного матеріалу (втрат від активної провідності, діелектричних втрат, нестабільної пористості).

#### Література:

1. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. –К.: Госстандарт Украины, 1997. – 9 с.
2. Ёмкостный влагомер: А.с. 734548 СССР, МКИ G01N27/22. / Б. А. Баховец, В. В. Васин, Г. П. Горюнов, В. И. Пастушенко, Я. В. Ткачук (СССР). – № 2465253/18-25; заявлено 16.03.77; опубл. 15.05.80, Бюл. №18. – 6 с.
3. Способ измерения влажности: А.с. 1718089 СССР, МКИ G01N27/22. / Н. А. Куцевол, Ю. В. Крушевский, В. Я. Сутьян (СССР). – № 4775221/25; заявлено 04.11.89; опубл. 07.03.92, Бюл. №9. – 4 с.
4. Патент 75700 UA, МКИ G01N 27/22. Спосіб вимірювання вологості / Поджаренко В. О., Куцевол М. О., Куцевол О. М. – №2004032000; Заявл. 18.03.2004; Опубл. 15.05.2006. Бюл. №5. – 2 с.