

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ВИЩИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКРАЇНИ  
«БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



## **МАТЕРІАЛИ**

**100 – ї**

**підсумкової наукової конференції**

**професорсько-викладацького персоналу**

**Вищого державного навчального закладу України**

**«БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**11, 13, 18 лютого 2019 року**

**(присвячена 75 - річчю БДМУ)**

**Чернівці – 2019**

УДК 001:378.12(477.85)

ББК 72:74.58

М 34

Матеріали 100 – ї підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького персоналу вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», присвяченої 75-річчю БДМУ (м. Чернівці, 11, 13, 18 лютого 2019 р.) – Чернівці: Медуніверситет, 2019. – 544 с. іл.

ББК 72:74.58

У збірнику представлені матеріали 100 – ї підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького персоналу вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», присвяченої 75-річчю БДМУ (м.Чернівці, 11, 13, 18 лютого 2019 р.) із стилістикою та орфографією у авторській редакції. Публікації присвячені актуальним проблемам фундаментальної, теоретичної та клінічної медицини.

Загальна редакція: професор Бойчук Т.М., професор Івашук О.І., доцент Безрук В.В.

Наукові рецензенти:

професор Братенко М.К.

професор Булик Р.Є.

професор Гринчук Ф.В.

професор Давиденко І.С.

професор Дейнека С.Є.

професор Денисенко О.І.

професор Заморський І.І.

професор Колоскова О.К.

професор Коновчук В.М.

професор Пенішкевич Я.І.

професор Сидорчук Л.П.

професор Слободян О.М.

професор Ткачук С.С.

професор Тодоріко Л.Д.

професор Юзько О.М.

д.мед.н. Годованець О.І.

ISBN 978-966-697-543-3

© Буковинський державний медичний  
університет, 2019



*A-10A, McDonnell Douglas F-15, McDonnell Douglas F-4G, Dassault/Dornier Alpha Jet, Embraer EMB-314. Гелікоптери: Ми-24, Ми-8АМТШ, Bell OH-58 Kiowa, Bell AH-1 Cobra, Bell AH-1J Super Cobra, McDonnell Douglas AH-64 Apache, Denel AH-2 Rooivalk, HAL LCH, AugustaWestland AW129.*

**Kulchynsky V.V.**

## **ELECTRICAL SENSORS OF HUMIDITY BASED ON POLYMER FILMS**

*Biological physics and medical informatics department*

*Higher state educational establishment of Ukraine*

*«Bukovinian State Medical University»*

Information about condition of the environment is very important both for medical equipment functioning, and human body. Among other physical parameters of the environment, temperature and relative humidity values are most required for the quality of end products in many modern technological processes, e.g. in semiconductor industry, pharmaceutical processing, or chemical gas purification.

The amount of water vapors in the environment can be represented by means of two quantities: absolute humidity (mass of water in unit volume of gas mixture) and relative humidity (ratio of water mass in gas mixture to water mass at dew point at given temperature). Generally, humidity sensors are relative humidity sensors. Relative humidity (RH) value can be determined by means of measuring of physical parameter, which got tendency to change while surrounding amount of water vapors changes.

The variation of electrical sensitive element parameters of the device are object to measure. Humidity sensors based on the variation in electrical properties with humidity can be classified into two general categories, that is, the resistive-type and the capacitive-type. In point of view of general operation mechanism RH sensors can be classified into ceramic, semiconductor, and polymer humidity sensors. This report concern polymer based relative humidity sensors.

Organic polymers are macromolecules with repeatable structure of elemental monomer. The functional groups, along with the basic structure of the polymer backbone, determine the chemical and physical properties of the polymers. Contact with water molecules due to condensation of it at surface of polymer changes the properties of polymer film.

Some of the RH sensors are based on porous polymer films thinner than millimeters and their sensing principles following the film is filled with micro-pores for water vapor condensation and some of the measurable electric properties change due to the water absorption.

Other RH sensors type change its dielectric constant value while interacting with surrounding water vapors molecules. Change of dielectric constant means changes of capacitance of the device. So it can be detected by common measurement techniques.

However, using polymer films as base for relative humidity sensor reveals some kinds of practical problems. On the one side, hydrophilic polymer is required to adsorb water molecules to form changes in conduction. On the other hand, measurement of high level of moisture causes partial dissolving of polymer film in water, so other requirement is to modify polymer to insoluble state by chemical reactions.

In order to avoid this contradiction cross-linking polymers are used. In this case, hydrophilic polymer chains penetrate into hydrophobic polymer chains forming interpenetrating polymer network. Hence, this chemical procedure decrease solubility of hydrophilic polymer at high water content in gas mixture. Otherwise, presence of hydrophobic polymer (mostly dielectric) causes change of measured quantity to impedance not only conductivity.

The capacitive-type humidity sensor are made mostly of hydrophobic polymers. To avoid forming clusters of absorbed water molecules in polymer it should have minimum of micro-voids or cavities. In case of clusters formation one can observe appreciable hysteresis. Cross-linking of the polymer chains increase possibility to depress the clustering of water, separating it in grid cells.



Among high expensive conductive polymers, like PANI etc., low cost and common available polymers polyvinyl alcohol (PVA) and polyvinyl pyrrolidone (PVP) are promising base for RH sensors also.

**Микитюк О.Ю.**

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕРМОПАРИ НА РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ В НАГРІВНИКУ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧА**

*Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики  
Вищий державний медичний заклад України  
«Буковинський державний медичний університет»*

Підвищення ефективності використання тепла в термоперетворювачах (ТП) є одним з актуальних завдань в області термоелектрики, оскільки ТП широко застосовуються у метрології змінних струмів, при створенні приладів захисту електричних кіл в бортових системах літальних апаратів та ін.

Ефективність ТП суттєво залежить від розподілу температури в його конструктивних елементах. На даний час не розглядалося питання про вплив термопари на розподіл температури в нагрівнику ТП. Цей вплив є особливо важливим у випадку ідентичних за геометричними розмірами термопари і нагрівника.

Вплив термопари на розподіл температури в нагрівнику вимірювального термоперетворювача визначається з умови теплового балансу, яка враховує теплопровідність, ефект Джоуля та теплообмін з оточуючим середовищем для нагрівника. Оцінка вкладу різних механізмів теплообміну проводиться на основі врахування максимального перепаду температури для таких механізмів теплових втрат як теплопровідність і конвективний теплообмін.

Для  $\Delta T_{max}$  врахування теплових втрат шляхом теплопровідності термопари і нагрівника описується виразом:

$$\Delta T_{max} = \frac{U_H^2}{8\chi_H \rho_H} \cdot \left( \frac{1}{1 + \frac{R_H \chi_m \rho_m}{R_m \chi_H \rho_H}} \right),$$

де  $U_H$  – електрична напруга, прикладена до нагрівника,  $\chi_H$  і  $\chi_m$  – коефіцієнти теплопровідності нагрівника і термопари відповідно,  $\rho_H$  і  $\rho_m$  – питомі опори нагрівника і термопари,  $R_H$  і  $R_m$  – активні опори нагрівника і термопари.

Врахування теплових втрат шляхом конвективного теплообміну для  $\Delta T_{max}$  характеризується виразом:

$$\Delta T_{max} = \frac{b_H}{a_H} \cdot \left( \frac{1 - ScHx_H}{1 - k \frac{thx_H}{thx_m}} \right), \text{ де}$$

$$a_H = \frac{\pi d_H}{\chi_H S_H}; b_H = \frac{\rho_H I_H^2}{\chi_H S_H^2}; k = \frac{\chi_m S_m N_m}{\chi_H S_H N_H}, I_H - \text{сила струму в нагрівнику}; S_H \text{ і } S_m - \text{площі перерізу}$$

$$\text{нагрівника і термопари}; N_H = \sqrt{\frac{C_{0H} \rho_H}{\chi_H S_H}}, N_m = \sqrt{\frac{C_{0m} \rho_m}{\chi_m S_m}}; x_H = \sqrt{a_H l_H}, x_m = \sqrt{a_m l_m}; a_m = \frac{\pi d_m C_{0m}}{\chi_m S_m}$$

;  $C_{0m}$  і  $C_{0H}$  – коефіцієнти теплообміну термопари і нагрівника з зовнішнім середовищем;  $l_H$  і  $l_m$  – половина довжини нагрівника і термопари відповідно.

Аналіз отриманих аналітичних виразів показує, що врахування втрат тепла внаслідок теплопровідності термопари призводить до зменшення максимальної температури в центрі нагрівника приблизно в 1,5 рази. Проте, основною частиною теплових втрат є конвективний теплообмін термопари з оточуючим середовищем. Тому для підвищення ефективності використання тепла в ТП необхідно зменшувати теплові втрати, що виникають внаслідок конвективного теплообміну, наприклад вакуумуванням або використанням інертного газу для заповнення робочого об'єму ТП.