

Krutovoy Georges, registration and financial faculty, PhD. Sc. Associate Professor, Professor, Kharkov state university of feed and trade. Address: Klochkovska str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel. 349-45-63.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 681.3

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРУ РОЗПОДІЛУ ПОР У ШКІРЯНИХ ВИРОБАХ

В.О. Захаренко, О.Г. Дьяков, Ж.В. Воронцова, О.Ф. Даніленко

Визначено та обґрунтовано основні вимоги до виміральної системи на базі сучасних комп'ютерних технологій. Розглянуто питання побудови вимірального комплексу апаратно-програмних засобів для проведення вимірювання та побудови графіків диференційного розподілу пор у шкіряних виробих із використанням комп'ютерних технологій.

***Ключові слова:** диференційний розподіл пор, шкіра, аналого-цифровий перетворювач, програмно-математичне забезпечення.*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОР В КОЖАНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

В.А. Захаренко, А.Г. Дьяков, Ж.В. Воронцова, А.Ф. Даниленко

Определены и обоснованы основные требования к измерительной системе на базе современных компьютерных технологий. Рассмотрены вопросы построения измерительного комплекса аппаратно-программных средств для проведения измерений и построения графиков дифференциального распределения пор в кожаных изделиях с использованием компьютерных технологий.

***Ключевые слова:** дифференциальное распределение пор, кожа, аналого-цифровой преобразователь, програмно-математическое обеспечение.*

AUTOMATED MEASUREMENT OF PORE DISTRIBUTION IN LEATHER PRODUCTS

V. Zakharenko, A. Diakov, Zh. Vorontsova, A. Danilenko

The aim of this article is the definition and justification of the main measuring system requirements on the basis of modern computer technologies.

The basic measuring parameter is the change of pressure in the experimental facility in the course of time. The research was carried out by observing the change of pressure measured by a manometer with simultaneous timing. A complete change of pressure in the chamber with the prototype has occurred in a short period of time, so it was impossible to record the value of pressure. This limited the nomenclature of the research samples. To improve the accuracy of the research values determination, the experimental facility was supplemented by a computer measuring system, which could precisely determine the decrease of pressure in time during the research.

The structure of the automatized system for the measurement of pore distribution in leather products is proposed and substantiated. It is experimentally proved that the measurement system allows to record experimental signals, to create the required text file and to exercise further information processing with a standard software. The developed measurement system can be used with a desktop computer and laptop, which extends the scope of its use. Preliminary operation confirmed, the efficiency of the measuring system functioning; the validity of the assumptions and technical solutions regarding the proposed system structure and the processing methods of the received information.

Keywords: *differential pore distribution, leather, analog-to-digital converter, mathematical software.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. У наш час велика увага приділяється як удосконаленню технології високоякісних виробів із природної шкіри, так і розробкам їх нових видів із природної та штучної сировини. Натуральна шкіра є колоїдним капілярно-пористим тілом, тобто має розвинену пористу структуру, а основна складова шкіри – колаген – гідрофільні властивості. Ці особливості побудови натуральної шкіри зумовлюють її унікальні властивості: високу паропроникність, гігроскопічність, гідрофільність складових. Унікальні гігієнічні властивості натуральної шкіри обумовлені широким спектром радіусів пор, який складається з мікропор (радіус пор менше 10^{-7} м) і макропор (радіус пор більше 10^{-7} м). Такий поділ пористої структури є умовним і відповідає різним механізмам взаємодії шкіри з водяною парою: якщо мікропори сорбують вологу з повітря в разі збільшення в ньому відносної вологості й віддають вологу в повітря при зменшенні його відносної вологості, то макропори завжди віддають вологу в повітря, незалежно від його відносної вологості. Отже, для підвищення якості шкіри та виробів із неї необхідно розробити нові методи контролю, модернізувати технологічні процеси створення нових методів попереднього контролю шкіри з використанням сучасних комп'ютерних технологій. Це завдання також актуальне для розробки нових зразків штучної шкіри. Це зумовлено тим, що виробництво

шкіряних виробів із технологічної точки зору належить до багатостадійного процесу, у якому кожна подальша стадія залежить від попередньої. Таким чином, недоліки контролю на початковій стадії технологічного процесу не дозволяють скорегувати якісні недоліки сировини на подальших технологічних етапах, що позначається на якості готових виробів. Крім того, суттєвою проблемою є випуск якісних шкірозамінників, які за своїми якісними показниками наближалися б до природної сировини і які за показниками поступаються якості природної шкіри. Однією з причин такого становища є недостатнє знання властивостей пористої структури природної шкіри та її впливу на основні експлуатаційні властивості. Це перешкоджає розробці прогресивних технологій виробництва штучної шкіри, яка мало відрізняється за основними властивостями від природної шкіри. Так, наприклад, ще недостатньо вивчена проблема з використанням методів об'єктивного контролю за щільністю ділянок шкіри; актуальні питання побудови функції розподілу пор за їх розмірами, що визначають різні експлуатаційні властивості шкіри. Таким чином, проведення досліджень із цього напрямку є доцільними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наш час велика увага зарубіжних та українських дослідників приділяється вдосконаленню методик визначення пор у різноманітних речовинах [1–4]. У Харківському державному університеті харчування та торгівлі проводиться робота з розробки нових методик вирішення цієї проблеми. Так, у працях [5; 6] розв'язано завдання з розширення діапазону радіусів пор, що підлягають вимірюванню в ході визначення диференціальної пористості шкіри, шляхом створення нового пристрою, де перепад тиску по обидва боки зразка, просоченого інертною рідиною (гас), створюється за рахунок надмірного тиску. Відмінність цього способу полягає в тому, що за прототипом, перепад тиску по обидва боки зразка утворюється розрідженням повітря з внутрішнього боку зразка, тоді як згідно винаходу, перепад тиску повітря з внутрішнього боку зразка створюється за рахунок надмірного тиску. Результат досягається за рахунок того, що із внутрішнього боку зразка створюється надлишковий тиск до $5 \cdot 10^5$ Па. Проте недоліком цього способу визначення диференціальної пористості шкіри є значна похибка (особливо за умови граничних тисків) під час експериментального визначення залежності $\sqrt{P} = f(\dots)$. Особливо якщо шкіра має значну загальну пористість (0,5...0,7). Якщо розглядати шкіру, що використовується на практиці для верху взуття або для одягу, то якраз вона й має такі значення пористості, а це створює умови для швидкого зниження тиску повітря, яке витискає гас із пор

шкіри, і призводить до збільшення похибки вимірів експериментальної залежності $\sqrt{P} = f(C)$. Отже, актуальним завданням є вдосконалення розроблених методик шляхом упровадження комп'ютерних технологій, які дозволяють покращити точність проведення експериментів та підвищити їх об'єктивність.

Мета статті – визначення та обґрунтування основних вимог до вимірювальної системи на базі сучасних комп'ютерних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході досліджень основним вимірювальним параметром є зміна тиску у експериментальній установці з часом. Попередні дослідження проводилися шляхом спостереження за змінами тиску, що вимірювався манометром із одночасною фіксацією часу. Ці дві величини були основою для подальших розрахунків. Однак, урахувавши те, що повна зміна тиску в камері, де знаходився дослідний зразок, відбувалась за короткий термін часу (1–3 с) неможливо було точно зафіксувати значення тиску, що обмежувало номенклатуру зразків дослідження. Для підвищення точності визначення величин дослідження експериментальна установка була доповнена комп'ютерною вимірювальною системою, що дозволяла точно фіксувати спад тиску в часі в ході досліджень.

На рис. 1 наведено графік зміни тиску, який треба фіксувати, під час дослідження. Сигнал, що надходить із датчика тиску, має розмірність Р·100, В.

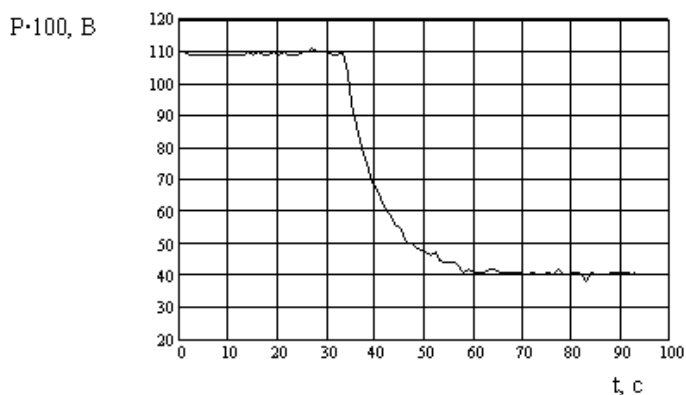


Рис. 1. Графік зміни тиску P(t) в часі у ході досліджень

Із цього графіка була виділена ділянка, що відтворює безпосередню зміну тиску залежно від часу (рис. 2).

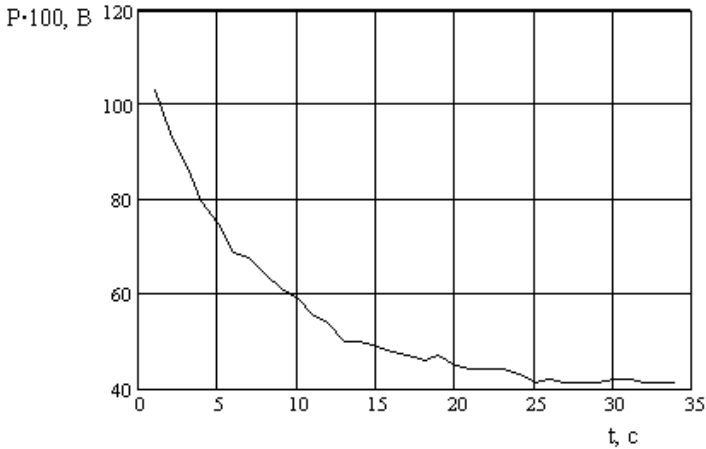


Рис. 2. Графік зміни тиску для подальшого дослідження

Далі було створено два вектори: вектор тиску P , у якому відтворено значення тиску в $\text{кг}/\text{см}^2$, та вектор часу t в секундах. Ці данні використовуються в подальших розрахунках.

Згідно з [3; 4] площа ΔS пор, які зайняті у відповідних інтервалах радіусів Δr , визначається за формулою

$$\Delta S = K_{уст} \frac{\Delta \sqrt{P}}{\Delta t}, \text{ (м}^2\text{)}, \quad (1)$$

де $K_{уст}$ – постійна установки ($\text{м}^2 \cdot \text{с} / \sqrt{\text{Па}}$); $\Delta P = \sqrt{P_i} - \sqrt{P_{i+1}}$ – інтервали тисків у відповідні моменти часу ($i, i+1$), що відповідають інтервалам радіусів Δr пор; $\Delta t = t_i - t_{i+1}$ – відповідні інтервали часу.

Згідно з формулою (1) алгоритм подальшої обробки має такий вигляд:

1. Знаходимо величини P та $\Delta \sqrt{P}$ на основі експериментальних даних, відповідно за часом вимірювання. Знаходимо значення Δt за експериментальними даними.

2. Знаходимо радіуси пор за формулою

$$r = \frac{2 \cdot \sigma}{P}, \quad (2)$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини, що використовується під час проведення дослідів; P – значення тиску в камері дослідження.

Визначаємо величини Δr .

3. Визначаємо площі фільтрувальних пор за формулою (1).

4. Знаходимо загальну суму всіх фільтрувальних пор за формулою

$$S_{\Pi} = \sum \Delta S_i .$$

5. Будуємо диференційну функцію розподілу пор за радіусами, яка має такий вигляд: $f(r) = \Delta S / S_n \cdot \Delta r$.

Мета роботи з визначення та обґрунтування основних вимог до вимірювальної системи на базі сучасних комп'ютерних технологій досягається вирішенням завдань, які розподілено на два етапи:

– на першому етапі, ураховуючи частотні характеристики сигналів, що треба виміряти, обирають технічні засоби з урахуванням сучасної елементної бази; розробляють структурну схему апаратної частини, що дозволить здійснити прийом сигналу тиску, попереднє його посилення, перетворення в цифровий код та запис у пам'ять комп'ютера для наступної обробки відповідними програмними засобами;

– на другому – розробляється прикладне програмно-математичне забезпечення (ПМЗ) на основі сучасних програмних засобів, адекватне техніці вимірювання, з урахуванням обраної структурної схеми вимірювальної системи.

Під час приєднання персонального комп'ютера та вимірювальної системи розподілу пор необхідно було виконати низку вимог, зумовлених структурною схемою комп'ютера та його програмним забезпеченням [7; 8]. Основним етапом, що потребує ретельного аналізу з урахуванням можливої побудови програмно-математичного забезпечення вимірювальної системи, є вибір аналого-цифрового перетворювача (АЦП). З одного боку, він повинен забезпечувати перетворення сигналу в заданому частотному діапазоні з необхідною дискретністю, а з іншого – не повинен мати складного алгоритму керування. Після попереднього аналізу сигналу тиску, який має реєструватися, і можливих технічних рішень та з урахуванням наведених вимог було прийнято рішення про використання 12-розрядного аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та застосування каналу USB для передавання інформації в комп'ютер із

наступним створенням текстового файлу. Ураховуючи незначний діапазон сигналу датчика тиску, також було прийнято рішення про необхідність підсилення цього сигналу перед подачею його на АЦП. Під час розробки структурної схеми вимірювальної системи використовувались дані з наступних джерел [7; 8]. Для прикладного ПМЗ застосовано програму «MathCAD», яка дозволяє використовувати інформацію, подану текстовим файлом. Структурну схему апаратної частини вимірювальної системи наведено на рис. 3.

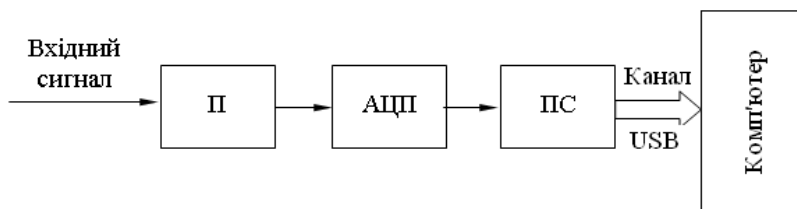


Рис. 3. Структурна схема вимірювальної системи

Вхідний сигнал із датчика тиску надходить на підсилювач (П), що посилює цей сигнал (сигнал датчика може змінюватись у діапазоні 0...99 мВ) до рівня, потрібного для роботи АЦП (рівень сигналу 0...1,25 В). Перетворений сигнал у вигляді 12-розрядного послідовного коду з АЦП надходить на перетворювач сигналу (ПС), що створює необхідні інформаційні комбінації сигналів, які можна передавати каналом USB в комп'ютер. Потім на основі інформації, що надходить, створюється текстовий файл, який складається з двох колонок: величини тиску та часу вимірювання. Крім того, у файл автоматично записується час і дата проведення дослідження. Цей файл запам'ятовується у відповідному каталозі.

Після завершення експериментальних досліджень подальша обробка здобутої інформації здійснюється за допомогою програми «MathCAD», яка використовує попередньо записану інформацію відповідних файлів. Розрахунки розподілу пор подано у вигляді відповідних графіків. На рис. 4 наведено приклад графіка розподілу пор f_1 як функція середнього значення радіуса пор $R1_{cp}$, мкм.

Час безпосереднього проведення досліджуваного зразка залежить від структурно-механічних властивостей зразків дослідження та геометричних показників і може становити від декількох секунд до одиниць хвилин. Вимірювальна система має можливість проводити запис вимірюваного сигналу через 1, 3, 10 секунд. Загальний час запису необмежений.

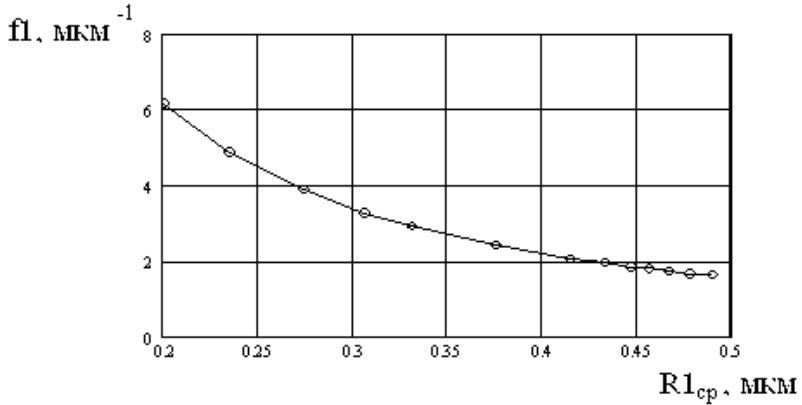


Рис. 4. Графік розподілу пор f_1 як функція середнього значення радіуса пор R_{1cp} , мкм

Висновки. Запропоновано та обгрунтовано структуру автоматизованої системи вимірювання розподілу пор у шкіряних виробках. Система вимірювання дозволяє реєструвати експериментальні сигнали, створювати необхідний текстовий файл та проводити подальшу обробку інформації стандартними програмними засобами. Розроблена система вимірювання може експлуатуватися як із стаціонарним комп'ютером, так і з ноутбуком, що розширює сферу її використання. У ході попередньої експлуатації доведено ефективність функціонування вимірювальної системи, правильність прийнятих допущень та технічних рішень відносно запропонованої структури системи та методів обробки здобутої інформації.

Список джерел інформації / References

1. "Pore size measurement using new NIST traceable microsphere standards, 2014", available at: <http://www.pharmaceutical-int.com/article/pore-size-measurement-using-new-nist-traceable-microsphere-standards.html>
2. Roohollah Bagherzadeh (2013), "A theoretical analysis and prediction of pore size and pore size distribution in electrospun multilayer nanofibrous materials", *Journal of Biomedical Materials Research. Part A* (Impact Factor: 2.83). 07/2013; 101A(7):2107-2117. DOI: 10.1002/jbm.a.34487.
3. Пат. 24214 Україна, МПК (2006) А43В 23/00. Модифікований спосіб визначення диференціальної пористості шкіри в макропорівній зоні / Захаренко В. А., Михайлов В. М. – № 200700658 ; заявл. 22.01.2007 ; опубл. 22.06.2007, Бюл. № 9.

Zakharenko, V.A., Mikhailov, V.M. (2007), "Modified method of determining the differential porosity of the skin in macroporous zone": Declarative patent of Ukraine ["Modyfikovanyj sposib vyznachennja dyferencial'noi' porystosti shkiry v makroporovij zoni": *Deklaracijnyj patent Ukrainy*], No. 24214, IPC (2006) AV 23/00/, No. 200700658; Appl. 22.01.2007; Publ. 22.06., bull. No. 9.

4. Пат. 17613 Україна, МПК (2006) А43В 23/00. Спосіб визначення диференціальної пористості натуральної та штучної шкіри в макропоровій зоні / Захаренко В. А., Михайлов В. М. – №200600835 ; заявл. 30.01.2006; опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10.

Zakharenko, V.A., Mikhailov, V.M. (2006), "Method of determining differential porosity of natural and artificial leather in macroporous zone", : *Declarative patent of Ukraine* ["Sposib vyznachennja dyferencial'noi' porystosti natural'noi' ta shtuchnoi' shkiry v makroporovij zoni" : *Deklaracijnyj patent Ukrainy*], No 17613, IPC (2006) AV 23/00, No. 200600835; Appl. 30.01.2006; Publ. 16.10.2006, bull. No. 10.

5. Ринок взуття в Україні та аналіз двогодинної вологовмісності натуральної шкіри / М. П. Головка, В. О. Захаренко, О. Р. Сахедова, В. В. Циганенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2013. – Вип. 1 (17). – С. 202–207.

Golovko, N.P., Zakharenko, V.A., Sahadeva, A.R., Tsyganenko, V.V. (2013), "The footwear Market in Ukraine and analysis of two-hour valorousness natural leather", *Progressive techniques and technologies of food production in the restaurant industry and trade* ["Rynok vztutja v Ukraini ta analiz dvogodynnoi' vologovmisnosti natural'noi' shkiry", *Progresyvnna tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv restoranogo gospodarstva i torgivli*], Issue 1 (17), Kharkov, pp. 202-207.

6. Захаренко В. О. До питання дослідження пористої будови тканин / В. О. Захаренко, Л. О. Чуйко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – Харків, 2011. – Вип. 2 (14). – С. 120–125.

Zakharenko, V.A., Chuiko, L.A. (2011), "To the research question of the porous structure of the tissues", *Progressive techniques and technologies of food production in the restaurant industry and trade* ["Do pytannja doslidzhennja porystoi' budovy tkanyn", *Progresyvnna tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv restoranogo gospodarstva i torgivli*], Issue 2 (14), Kharkov, pp. 120-125.

7. Гук М. Аппаратные средства IBM PC : энциклопедия / М. Гук. – 2 изд. – СПб. : Питер, 2003. – 928 с.

Huk, M. (2003), *Hardware IBM PC: The encyclopedia* [*Apparatnye sredstva IBM PC: encyklopedyja*], 2, ed. Peter, SPb., 928 p.

8. Пей Ан. Сопряжение ПК с внешними устройствами : [пер. с англ.] / Ан. Пей. – М. : ДМК Пресс, 2003. – 320 с.

Pei, En (2003), *Interfacing PC with external devices* [*Soprjazhenie PK s vneshnimi ustrojstvami*], DMK Press, Moscow, 320 p.

Захаренко Віталій Олександрович, д-р техн. наук, проф., факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-60.

Захаренко Віталій Олександрович, д-р техн. наук, проф., факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-60.

Zakharenko Vitalya, faculty of merchandizing and trade business, Dr. og technical sciences, Professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska st., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-60.

Дьяков Александр Георгиевич, канд. техн. наук, доц., кафедра енергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-00; e-mail: dyakov_ag@mail.ru.

Дьяков Александр Георгиевич, канд. техн. наук, доц., кафедра енергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-00; e-mail: dyakov_ag@mail.ru.

Diakov Alexandr, PhD, associate professor, Department of energetics and physics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska st., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-00; e-mail: dyakov_ag@mail.ru.

Воронцова Жанна Вадимівна, канд. пед. наук, доц., кафедра енергетики та фізики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

Воронцова Жанна Вадимовна, канд. пед. наук, доц., кафедра енергетики и физики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

Vorontsova Zhanna, PhD, associate professor, Department of energetics and physics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska st., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-00; e-mail: zhvorontsova@mail.ru.

Даниленко Александр Федорович, канд. техн. наук, доц., кафедра обчислювальної техніки та програмування НТУ „ХПІ”, Харківський національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Адреса: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. Тел.: (0572)7076165; e-mail: aleksdanilenko@gmail.com.

Даниленко Александр Федорович, канд. техн. наук, доц., кафедра вычислительной техники и программирования НТУ „ХПИ”, Харьковский национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». Адрес: ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: (0572)7076165; e-mail: aleksdanilenko@gmail.com.

Danilenko Aleksandr, PhD, associate professor, Department of computing and programming of the NTU "KHPI", Kharkiv national technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Address: Frunze st., 21, Kharkiv, Ukraine, 61002. Tel.: (0572)7076165; e-mail: aleksdanilenko@gmail.com.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 621.357:620.193

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ АЛЮМІНІЄВОЇ ФОЛЬГИ В РОЗЧИНАХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

С.О. Самойленко, І.М. Гурікова

Проведено корозійні випробування зразків алюмінієвої фольги у водних розчинах промислових поверхнево-активних речовин (ПАР). Визначено глибинний показник і швидкість корозії фольги в розчинах аніоноактивних та неіоногенних ПАР. Установлено ПАР, розчини яких не виявляють помітної корозійної дії на блискучу поверхню фольги.

Ключові слова: корозійна стійкість, випробування, алюмінієва фольга, поверхнево-активні речовини, швидкість корозії.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГИ В РАСТВОРАХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

С.А. Самойленко, И.Н. Гурикова

Проведены коррозийные испытания образцов алюминиевой фольги в водных растворах промышленных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Определены глубинный показатель и скорость коррозии фольги в растворах анионоактивных и неионогенных ПАВ. Установлены ПАВ, растворы которых не проявляют заметного коррозийного воздействия на блестящую поверхность фольги.

Ключевые слова: коррозийная стойкость, испытания, алюминиевая фольга, поверхностно-активные вещества, скорость коррозии.

CORROSION RESISTANCE OF ALUMINIUM FOIL IN THE SOLUTIONS OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES

S. Samoylenko, I. Gurikova

Application of surface-active substances in food technologies requires the need for corrosion testing of aluminum foil in aqueous solutions of industrial SAS