

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 621.798.1

**Антоніна ДУБІНІНА,
Світлана ЛЕНЕРТ,
Ольга КРУГЛОВА**

ПАРОПРОНИКНІСТЬ КОМБІНОВАНОГО ПАКУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Розглянуто можливість використання комбінованого пакувального матеріалу на основі відновлюваної сировини як заміну синтетичним аналогам. Досліджено особливості змін його паропроникності під впливом зовнішніх механічних дій. Експериментально підтверджено можливість надання пакуванню різної геометричної форми.

Ключові слова: пакування, паропроникність, зовнішні механічні дії.

Дубинина А., Ленерт С., Круглова О. Паропроницаемость комбинированного упаковочного материала из возобновляемого сырья. Рассмотрена возможность использования комбинированного упаковочного материала на основе возобновляемого сырья в качестве замены синтетических аналогов. Исследованы особенности изменений его паропроницаемости под действием внешних механических влияний. Экспериментально подтверждена возможность придания упаковке различных геометрических форм.

Ключевые слова: упаковка, паропроницаемость, внешние механические действия.

Постановка проблеми. Незважаючи на значний прогрес у технологіях виробництва пакування, на сьогодні не існує ідеального пакувального матеріалу, в якому б було досягнуто збалансоване співвідношення усіх вимог, які до нього висуваються. Саме тому найбільш універсальні характеристики мають багатошарові та комбіновані матеріали.

© Антоніна Дубініна, Світлана Ленерт, Ольга Круглова, 2013

Удосконалення якості пакування, його споживчих властивостей в останні десятиріччя привело до створення широкого асортименту комплексних матеріалів на основі паперу, які уможливають покращити захист, збереженість продовольчих товарів і одночасно підвищити його естетичні властивості [1–4].

Водночас сучасні комбіновані пакувальні матеріали (КПМ) створили гостру проблему ліквідації відходів синтетичних аналогів [5].

При виборі пакування однією з важливих вимог є його бар'єрні властивості. Бар'єрність в цілому забезпечується не тільки непроникністю пакувального матеріалу, а й здатністю не втратити її під час зовнішніх механічних дій. Останні можуть виникати як при формуванні пакування, так і під час його транспортування та експлуатації [5–8].

Основну частку робіт вчених присвячено розробці багат шарових і комбінованих пакувальних матеріалів і вивченню їх бар'єрних властивостей [6, 9–11]. Проте у відкритій пресі недостатньо висвітлено результати досліджень впливу механічних дій на бар'єрні властивості пакувальних матеріалів.

Мета роботи – дослідження впливу зовнішніх механічних дій на паропроникність розробленого пакувального матеріалу на основі відновлюваної сировини.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – розроблений комбінований пакувальний матеріал, який уможливує вирішення проблеми забруднення оточуючого середовища за рахунок використання в його складі виключно природних складових – целюлози, хітозану, воску. Основа матеріалу – картон марки *SBB* за європейською класифікацією (однобічне крейдування); плівкове покриття – з хітозану харчового низькомолекулярного зі ступенем діацетилювання 79 % виробництва ЗАТ "Біопрогрес", Росія; пластифікатор плівкоутворювального розчину – гліцерин. Оскільки хітозанове покриття гідрофільне, для створення гідрофобності на поверхню матеріалу нанесено тонкий шар бджолиного воску.

Досліджено вплив геометрії, якої набуває матеріал при формуванні пакування, на паропроникність. Виходячи з видів пакування, обрано два види дії: вигин і злам.

Вимірювання паропроникності зразків КПМ проведено гравіметричним методом за ГОСТ 25898–83 [12], сутність якого полягає у визначенні кількості водяної пари, яка проходить через зразок, шляхом вимірювання маси ємності й подальшим розрахунком коефіцієнта паропроникності.

Результати дослідження. Вигин змодельовано, надаючи матеріалу циліндричної форми. Він характеризується кривизною R^{-1} , m^{-1} . Результати представлено на *рис. 1*, з якого видно, що радіус кривизни вигину пакувального матеріалу впливає на паропроникність особливо для одношарового покриття. При цьому для кривизни до $100 m^{-1}$ цей

вплив можна вважати незначним (до 20 %). За кривизни в межах $100 < R^{-1} < 360 \text{ (м}^{-1}\text{)}$ паропроникність цього зразка зростає достатньо суттєво й наближається до величини паропроникності чистого картону.

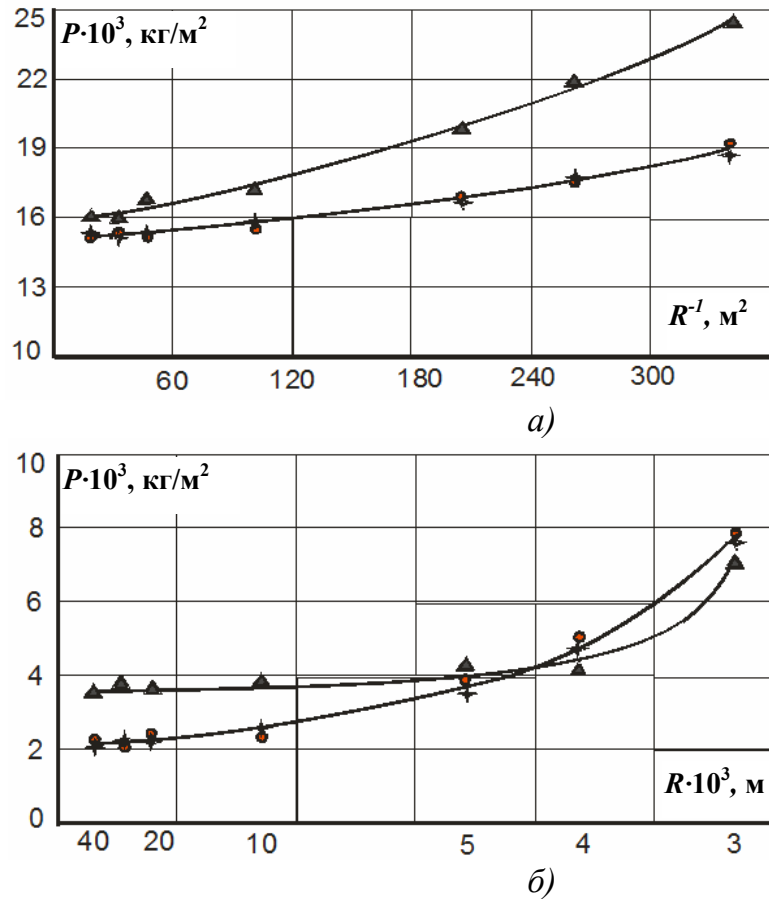


Рис. 1. Паропроникність при різній кривизні вигину пакувального матеріалу з хітозановим (а) і додатковим восковим покриттям (б):

▲ – одношарове покриття; ● – двошарове покриття; ★ – тришарове покриття

Такий самий характер збільшення паропроникності з кривизною вигину спостерігається і для інших зразків із хітозановим покриттям. Відмінність полягає в тому, що відносне збільшення паропроникності менше, ніж для першого зразка, а абсолютні величини не відрізняються одна від одної в межах 5-процентної похибки. Однак найсуттєвішою відмінністю слід вважати, що аж до $R^{-1} = 200 \text{ м}^{-1}$ паропроникність цих зразків залишається практично незмінною. Очевидно це зумовлено тим, що нанесення хітозанового покриття сприяє наданню деякої еластичності пакувальному матеріалу. Це зменшує напруження розриву через демпфірування прикладеного напруження еластичністю. Крім того, кількість шарів хітозанового покриття впливає на саму проникність матеріалу, яка навіть при значних вигинах залишається меншою, ніж для одношарового покриття.

Додаткове покриття воском (див *рис. 1 б*) приводить до зменшення проникності матеріалу в усьому діапазоні вивченої кривизни вигину. Проте характер змін паропроникності відрізняється від такого з хітозановим покриттям. У цьому випадку навпаки: збільшення кількості шарів воскового покриття обумовлює зміну паропроникності за менших значеннях кривизни. Так, якщо для одношарового покриття паропроникність починає зростати лише за $R^{-1} > 200 \text{ м}^{-1}$, то для дво- і тришарового це спостерігається, починаючи з $R^{-1} > 100\text{--}120 \text{ м}^{-1}$. Очевидно це пов'язано з тим, що на відміну від хітозанового покриття віск у меншому ступені володіє еластичністю і внаслідок цього зазнає руйнування при менших механічних напруженнях.

Встановлено, що кривизна до $R^{-1} = 120 \text{ м}^{-1}$ суттєво не впливає на паропроникність усіх дослідних зразків.

Під зломом мали на увазі частину поверхні матеріалу, утворену лінією згинання двох будь-яких частин поверхні на кут 180° відносно одна одної. Вводимо безрозмірну величину C , яка характеризуватиме наявність зламів, вважаючи, що вони розташовуються через деякий постійний період відносно один одного (*рис. 2*).

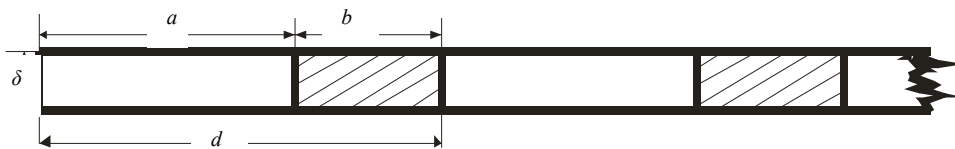


Рис. 2. Визначення величини C як характеристики "зламів" на поверхні пакувального матеріалу:

a – ділянка поверхні без зламу; δ – товщина матеріалу;
 b – ділянка поверхні зі зломом

Тоді:

$$C = \frac{b}{a} = \frac{b}{a + b}, \text{ м/м.} \quad (1)$$

Оскільки злам представлено у вигляді *рис. 3*, то можна вважати, що $b \approx 2\delta$, або:

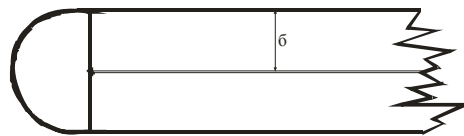


Рис. 3. Зображення зламу

$$C = \frac{2\delta}{a + 2\delta} = 1 - \frac{a}{2\delta + a}. \quad (2)$$

При $a \rightarrow 0$; $C \rightarrow 1$, тобто уся поверхня у зламах (вм'ятинах, потертості тощо); а при $a \gg \delta$, $C \rightarrow 0$, тобто поверхня зламів не має.

Таким чином, ступінь зламів можна характеризувати величиною C , яка змінюється в межах $0 \leq C \leq 1$, м/м.

Використовуючи формулу, можна встановити число N , яке припадає на довжину матеріалу:

$$N = \frac{l}{a\delta + a} = \frac{l \cdot C}{2\delta}, \text{ м}^{-1} \quad (3)$$

або на одиницю довжини n :

$$n = \frac{N}{l} = \frac{C}{2\delta}, \text{ м}^{-1}. \quad (4)$$

При $C = 1$ (4) уся поверхня має вм'ятини й злами, а кількість n визначається товщиною матеріалу. Таким чином, зміна функціональних властивостей пакувального матеріалу від верхніх характеристик C і n потребує вивчення з метою підвищення якості товарознавчої оцінки розроблених пакувальних матеріалів.

Дослідженнями встановлено, що для товщини зразка картону 0.5×10^{-3} м паропроникність практично не змінювалася для всіх видів пакувальних матеріалів за умови $C < 0.1$. Верхнє значення C визначено з практичних міркувань: гофрувати поверхню з кроком меншим за 2×10^{-3} м було важко. За $a \approx 2 \times 10^{-3}$ м, як видно, $C_{\max} \approx 0.35$. Крім того, оскільки паропроникність до $C < 0.1$ у зразків не змінювалась, розраховано відносну зміну P^* :

$$P^* = \frac{P_c}{P_{0,1}}, \text{ відн. од.} \quad (5)$$

Кількість зламів на одиницю довжини (4) була в межах $100 < n < 350, \text{ м}^{-1}$.

Із *рис. 4* видно, що відносна паропроникність зразків з хітозановим покриттям змінюється лінійно та збільшується в 1.4 раза. При цьому для дво- й тришарового покриття, як і у випадку випробування на вигин, ці зміни фактично співпадають. Проте, як показано вище, обробка картону хітозановим розчином менше впливає на P порівняно із суттєвим впливом на цей показник покриття воском. Відмічено, що в межах $0.10 < C < 0.20$ вплив зламів для зразків із восковим покриттям, як і для зразків із хітозановим покриттям, до максимальної величини $C = 0.35$. У подальшому збільшення C обумовлює розбіжний характер нелінійної залежності $P^*(C)$.

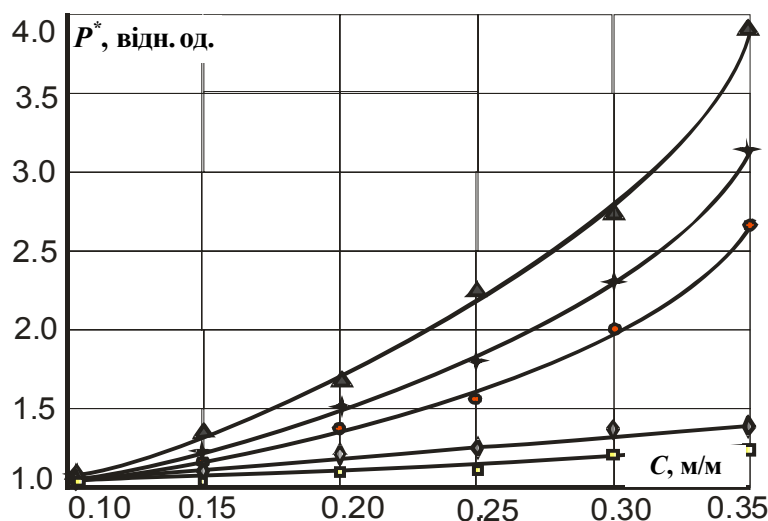


Рис. 4. Відносна паропроникність зразків пакувального матеріалу за різних C : з хітозановим покриттям (♦ – одне нанесення; ■ – дво- і триразове нанесення); з восковим покриттям (● – одне нанесення; ★ – два нанесення; ▲ – три нанесення)

Очевидно, це обумовлено тими ж причинами, що і вплив кривизни вигину на зразки з восковим покриттям: механічні напруження значно руйнують восковий шар, що призводить до збільшення паропроникності пакувального матеріалу.

Висновки. Встановлено, що для вигинання до 100 м^{-1} зміну паропроникності комбінованого пакувального матеріалу можна вважати незначною (до 20 %). За кривизни в межах $100 < R^{-1} < 360\text{ м}^{-1}$ паропроникність зростає достатньо суттєво. Доведено, що злами повинні бути не більше одного на кожні 5 мм. Отримані результати підтверджують можливість надання пакуванню різної геометричної форми, виходячи з естетичних міркувань. При транспортуванні продукції, упакованої в нове пакування, можливі деформації і злами не будуть знижувати її якість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бут О. Картон с многоточием / О. Бут, В. Герасимчук // Мир упаковки. — 2009. — № 6 (70). — С. 10—13.
2. Иванова Л. А. Композиционные материалы / Л. А. Иванова, А. Е. Сергеева, Н. О. Косицын. — О. : ТЭС, 2010. — 190 с.
3. Сноб В. В. Аналитическое обозрение потребительского рынка комбинированной упаковки / В. В. Сноб // Петербургское качество. — 2007. — № 6 (150). — С. 2—3.
4. Коулз Р. Упаковка пищевых продуктов / Р. Коулз, Д. МакДауэлл, М. Дж. Кирван ; пер. с англ. под науч. ред. Л. Г. Махотиной. — СПб. : Профессия, 2008. — 416 с.
5. Упаковка харчових продуктів з полімерних матеріалів : монографія / [Дубініна А. А., Синицина Г. А., Мошник О. Г. та ін.]. — Х. : Факт, 2011. — 399 с.

6. Ткаченко Е. "Конструктор упаковки" и современные барьерные материалы / Е. Ткаченко, О. Коваленко, М. Ковальчук // Переработка молока. — 2008. — № 3. — С. 30—31.
7. A new kind of multilayer films with low cost and improved barrier action // Food. Manuf. — 2004. — N 1. — P. 19.
8. Бут О. Пакеты из многослойных пленок для пищевой промышленности / О. Бут // Мир упаковки. — 2012. — № 1 (83). — С. 8—10.
9. Розанцев Э. Г. Защитные материалы для пищевой продукции / Э. Г. Розанцев, Т. В. Иванова // Пищевая пром-сть. — 2000. — № 12. — С. 40—41.
10. Гавва О. О. Особливості пакування харчових продуктів / О. О. Гавва, М. А. Масло // Упаковка. — 2001. — № 3. — С. 35—37.
11. Сухарева Л. А. Тароупаковочные материалы в производстве и хранении пищевой продукции / Л. А. Сухарева, В. С. Яковлев, Е. И. Мжачих. — М. : Пищепромиздат, 2003. — 559 с.
12. ГОСТ 25898–83. Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию. — [Введ. 1974—01—01]. — М. : Изд-во стандартов, 1984. — 9 с.

Стаття надійшла до редакції 04.09.2013.

Dubinina A., Lehnert S., Kruhlova O. Permeability of combined packaging material from the renewable resources.

Background. There is no ideal packaging material, which would undergo with a balanced ratio of all claims that it has put forward. This is why the laminated and composite materials have the most universal characteristics though there is acute problems of eliminating waste synthetic analogues.

Purpose of the work is to study the influence of external mechanical effects (bend and break) on the permeability of the packaging material developed from renewable raw materials: cellulose, chitosan, wax.

Material and methods. The basis of combined packaging material (CPM) – Cardboard brand SBB; film coating – with chitosan with a degree of low food distillation 79 % (by " Bioprohes", Russia), plasticizer film-forming solution – glycerol. To create the hydrophobia of chitosan coating on its surface coated with a thin layer of beeswax.

The influence of geometry, which takes in the formation of packaging material, on permeability. Measurement of the samples CPM was held by gravimetric method according to GOST 25898–83 [12].

Results. It is proved that the application of chitosan coating helps to provide some flexibility for CPM. This reduces stress rupture due to damping applied stress elasticity. The number of layers of chitosan coating affects the permeability of the material itself, which even at large bending is less than the single-layer coating. Conversely, increasing the number of layers of wax coating makes changing permeability at lower values of curvature as the wax has less elasticity. As a result, it is damaged with less mechanical stress.

Conclusion. It was determined that for bending up to 100 m^{-1} effect on permeability can be considered slight (20 %). For curvature within $100 < R^{-1} < 360\text{ m}^{-1}$ water vapor permeability increases rather significantly. It is also found that the kinks should be no more than one in every 5 mm. Results confirm the possibility of packaging of various geometries and during transporting the products packed in new packaging deformation is possible and kinks will not reduce its quality.

Key words: packing, permeability, external mechanical action.

REFERENCES

1. *But O.* Karton s mnogochoyem / O. But, V. Gerasymchuk // *Myr upakovky.* — 2009. — № 6 (70). — S. 10—13.
2. *Yvanova L. A.* Kompozycionnye materyaly / L. A. Yvanova, A. E. Sergeeva, N. O. Kosyyn. — O. : TЭС, 2010. — 190 s.
3. *Snob V. V.* Analytycheskoe obozrenye potrebytel'skogo rыnka kombynyrovannoj upakovky / V. V. Snob // *Peterburgskoe kachestvo.* — 2007. — № 6 (150). — S. 2—3.
4. *Koulz R.* Upakovka pyshhevьh produktov / R. Koulz, D. MakDauэлл, M. Kyrvan Dzh. ; per. s angl. pod nauch. red. L. G. Mahotynoj. — SPb. : Professyja, 2008. — 416 s.
5. *Upakovka harchovyh produktiv z polimernyh materialiv : monogr.* / [Dubinina A. A., Synycyna G. A., Moshnyk O. G. ta in.]. — H. : Fakt, 2011. — 399 s.
6. *Tkachenko E.* "Konstruktor upakovki" i sovremennye bar'ernye materialy / E. Tkachenko, O. Kovalenko, M. Koval'chuk // *Pererabotka moloka.* — 2008. — № 3. — S. 30—31.
7. *A new kind of multilayer films with low cost and improved barrier action* // *Food. Manuf.* — 2004. — N 1. — R. 19.
8. *But O.* Pakety iz mnogoslojnyh plenok dlja pishhevoj promyshlennosti / O. But // *Mir upakovki.* — 2012. — № 1 (83). — S. 8—10.
9. *Rozancev Je. G.* Zashhitnye materialy dlja pishhevoj produkcii / Je. G. Rozancev, T. V. Ivanova // *Pishhevaja prom-st'.* — 2000. — № 12. — S. 40—41.
10. *Gavva O. O.* Osoblyvosti pakuvannja harchovyh produktiv / O. O. Gavva, M. A. Maslo // *Upakovka.* — 2001. — № 3. — S. 35—37.
11. *Suhareva L. A.* Taroupakovochnye materyaly v proyzvodstve y hranenyy pyshhevoj produkcyy / L. A. Suhareva, B. C. Jakovlev, E. Y. Mzhachyh. — M. : Pыshhepromyzdat, 2003. — 559 s.
12. GOST 25898–83. Materyaly y yzdelyja stroytel'nye. Metody opre-delenyja soprotyvlenyja paropronycanju. — [Vved. 1974—01—01]. — M. : Yzd-vo standartov, 1984. — 9 s.