

# Випробування жорсткої полімерної упаковки

В.М. Кривошей, к.х.н., ІАЦ «Упаковка», м. Київ

Сьогодні упаковка з полімерів за обсягами використання вийшла на перше місце порівняно з упаковкою з інших матеріалів. Важко знайти на ринку промислової чи харчової продукції, для якої не використовується м'яка або жорстка полімерна упаковка. Цьому сприяють як унікальні властивості полімерних матеріалів, так і їх численні технологічні можливості для виготовлення упаковки. Значна різноманітність полімерних матеріалів завжди надасть виробнику можливість обрати пакувальний матеріал для пакування конкретної продукції. Крім того, саме полімерна упаковка найбільше відповідає сучасним трендам розвитку упаковки. Враховуючи наведене, виробництво якісної упаковки набуває особливого значення. А для цього потрібно знати методи, а також лабораторне обладнання та прилади для визначення властивостей та інших характеристик як полімерної сировини, так і готової полімерної упаковки.

Взагалі всі методи випробування якості та інших властивостей полімерної упаковки, згідно з вимогами до неї від користувачів упаковки та споживачів продукції в упаковці, можна умовно поділити на три групи. До першої належать методи визначення властивостей полімерної сировини, тобто самих полімерних матеріалів. Серед них виділимо найважливіші властивості: густина, фізико-механічні (міцність на розтягнення, на удар, розрив, відносне видовження та ін.), фізико-хімічні (хімічна стійкість, горючість, прозорість, проникність щодо різних речовин), теплофізичні (теплостійкість, морозостійкість, теплопровідність та ін.) [1–3].

До другої групи належать технологічні властивості полімерних матеріалів та напівпродуктів на їх основі, які визначають у процесі виготовлення упаковки. Серед них сипучість, гранулометричний склад, плинність, індекс розплаву, диференційний термічний аналіз, ступінь усадки та ін. [4–6].



Нарешті, третя група методів об'єднує ті, які визначають якість і властивості безпосередньо полімерної упаковки – зовнішній вигляд, місткість, маса, геометричні розміри, герметичність, міцність на стискання, на удар, стійкість до статичних і динамічних навантажень, стан поверхні й деякі інші. Якщо першу групу методів використовують при виборі пакувального матеріалу, розробці конструкції упаковки та виборі технології її виготовлення, а другу – для контролю та регулювання технологічного процесу виробництва упаковки, то методи, які належать

до третьої групи випробувань, відповідають насамперед за якість упаковки, за її споживчі властивості. Цим методам та їх лабораторному оснащенню присвячена дана стаття. Вона є продовженням матеріалу в попередньому номері, де було наведено методи визначення властивостей м'якої полімерної упаковки [7].

Зовнішній вигляд, прозорість або колір упаковки в більшості випадків визначають візуально, порівнюючи зі зразком-еталоном. Іноді для цих цілей застосовують прості оптичні прилади. При цьому виявляють напливи, чужорідні вclusions, тріщини, набряки, раковини тощо.

Масу упаковки визначають зважуванням на технічних або аналітичних вагах. Точність при цьому задають залежно від розміру упаковки та технічних можливостей використовуваних ваг. Місткість вимірюють при заповненні упаковки водою певної температури, визнаючи об'єм води мірним циліндром. Геометричні розміри упаковки вимірюють встановленим інструментом та калібрами. Вибір їх залежить від розмірів, умов вимірювання та допустимої похибки. Для вимірювання розмірів упаковки з поліпропіле-

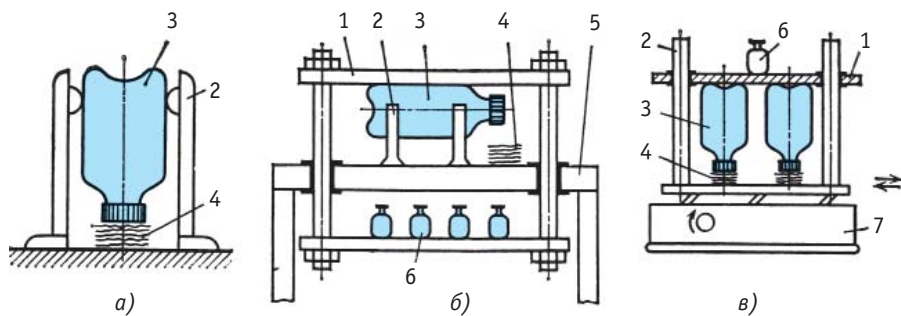


Рис. 1. Пристрої для визначення герметичності жорсткої полімерної упаковки: під тиском стовпа рідини (а); під навантаженням (б); з використанням вібраційної установки (в), де 1 – перекладина, 2 – стійка, 3 – упаковка, 4 – фільтрувальний папір, 5 – опора, 6 – навантаження, 7 – вібраційна установка

ну, полікарбонату, поліаміду та інших жорстких матеріалів використовують контактні вимірювальні інструменти, а для еластичних – безконтактні. Герметичність жорсткої упаковки перевіряють кількома методами, які базуються на створенні надлишкового тиску в упаковці або через розрідження в об'ємі поза нею. За одним з них надлишковий тиск створюють за допомогою стовпа рідини безпосередньо в упаковці. При цьому використовують забарвлену рідину, а саму упаковку встановлюють так, щоб можливі місця її розгерметизації були над аркушами фільтрувального

Випробування на герметичність за допомогою надлишкового внутрішнього тиску проводять на спеціальному пристрої (рис. 2). На горловині жорсткої полімерної упаковки закріплюють насадку, через яку подають стиснуте повітря. Для визначення герметичності упаковку занурюють під воду та витримують у такому положенні певний час. Відсутність бульбашок або падіння вакууму свідчать про герметичність упаковки. Формостійкість жорсткої полімерної упаковки характеризує її можливість протистояти тривалому статичному навантаженню при зберіганні та

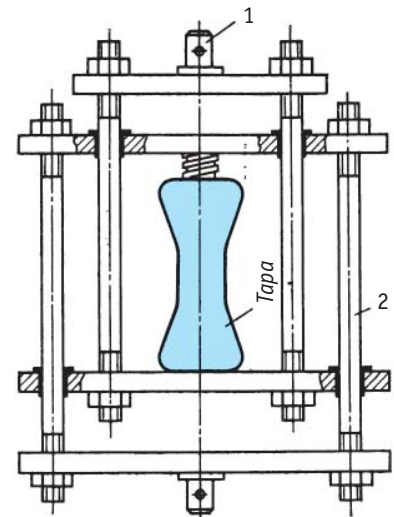


Рис. 3. Пристрій для випробування упаковки на стискання: 1 – затискачі розривної машини, 2 – рухома рамка

Таблиця. Параметри випробування упаковки на вібростійкість за видами транспортування					
Вид транспорту	Висота штабеля, м	Амплітуда коливань, мм		Частота коливань, Гц	
		горизонтально	вертикально	горизонтально	вертикально
Залізничний	2,5	20	30	90	200
Автомобільний	2,0	15	–	200	–
Авіаційний	1,0	0,2	0,3	100	3000

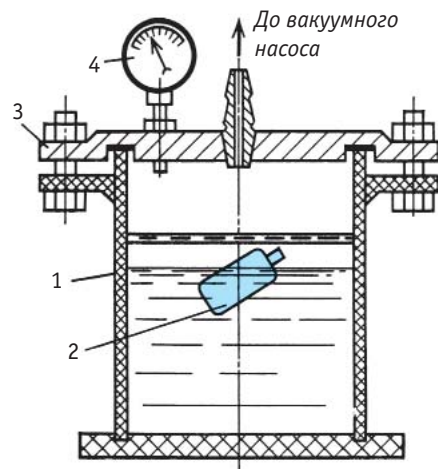


Рис. 2. Пристрій для контролю герметичності полімерної упаковки: 1 – випробувальна ємність, 2 – упаковка, 3 – кришка, 4 – вакуумметр

паперу. Використовують різні варіанти, які передбачають вільне витікання рідини (рис. 1а), під навантаженням (рис. 1б) та з використанням вібраційної установки (рис. 1в). Упаковка вважається негерметичною, якщо після випробування протягом 1–12 годин у ній виникне протікання та буде встановлена значна втрата рідини, яку можна виміряти зважуванням.

транспортуванні продукції. Випробування на формостійкість можна проводити в натуральних умовах, моделюючи навантаження на нижній ряд продукції в упаковці. Тривалість таких випробувань залежить від терміну зберігання продукції, а її огляд проводиться 2–3 рази на місяць. Міцність упаковки на стискання визначають за допомогою спеціальних пристроїв (рис. 3), які використовують у розривних машинах. Упаковка вважається такою, що витримала випробування, якщо при досягненні певного навантаження за швидкості  $10 \pm 3$  мм/хв не відбудеться її руйнування, втрата форми, значні зміни місткості, або ж лінійна деформація не вийде за межі встановленого значення. Статичне навантаження на полімерну упаковку з продукцією при транспортуванні супроводжується динамічними навантаженнями. Для визначення стійкості упаковки до таких навантажень використовують вібростенди з вантажопідйомністю не менш ніж 150 кг, які забезпечують вимірювання в межах 0,5–10 г за частоти коливань 1–80 Гц. Навантаження, амплітуду коливань та їх частоту вибирають залежно від умов транспортування продукції (таблиця).

Важливим показником полімерної тари є її стійкість до ударних навантажень. При цьому виділяють три види таких навантажень: удар при вільному падінні на жорстку основу, удари упаковки одна об одну, удар при падінні важких предметів на упаковку. На підставі такого характеру ударних навантажень проводять три види випробувань: при вільному падінні, випробування на похилій площині, при ударі на пробій.

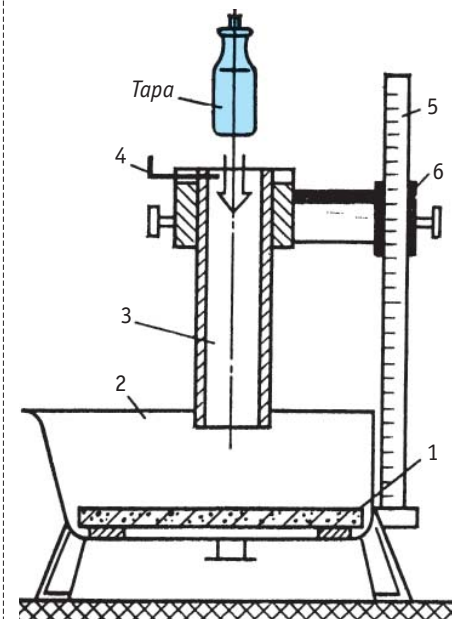


Рис. 4. Стенд для випробування упаковки на удар при вільному падінні: 1 – плита, 2 – піддон, 3 – напрямна труба, 4 – заслінка, 5 – штатив, 6 – кронштейн

Опір удару при вільному падінні упаковки визначають на спеціальному стенді (рис. 4). Упаковку заповнюють продукцією або водою (коефіцієнт заповнення 0,8-0,9) та скидають з висоти 0,8–1,3 м. Випробування проводять при різних температурах: 20 °С, –25 °С або 50 °С. При цьому удар може припасти на будь-яку частину упаковки. Самі випробування проводять трьома методами.

Кумулятивний метод передбачає випробування кожного зразка упаковки до пошкодження з висоти, що постійно зростає на однаковий інтервал. Як норму встановлюють висоту, за якої 50 % зразків залишаються непошкодженими.

Згідно з методом вибіркового випробування, зразок упаковки скидають один раз із певної висоти (наприклад, 1,2 м). Якщо він не зруйнувався, то наступний скидають з висоти, на 0,2 м більшої. І так до руйнування упаковки.

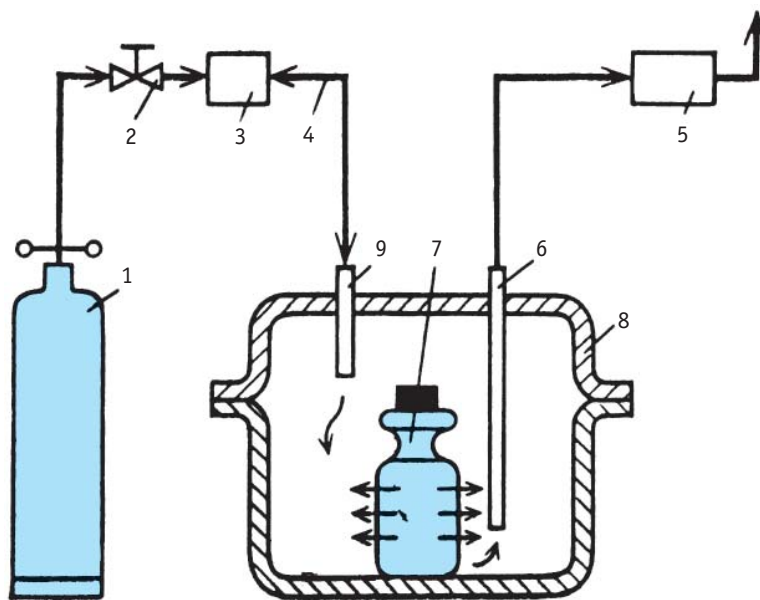


Рис. 6. Схема пристрою для визначення проникності речовин крізь стінки реальної упаковки: 1 – балон, 2 – редуктор, 3 – осушувач, 4 – осушений газ-носіє, 5 – реєстраційний прилад, 6 – трубка для відведення суміші, 7 – упаковка з продуктом, 8 – вимірювальна посудина, 9 – трубка для підведення газу-носія

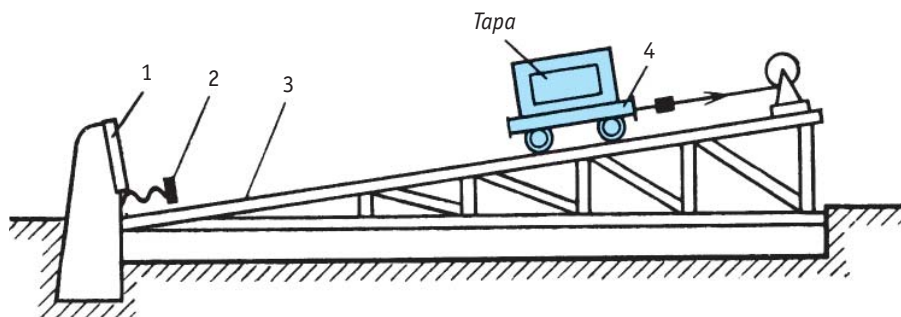


Рис. 5. Схема стенда для випробування упаковки на удар на похилій площині: 1 – опорна стінка, 2 – амортизатор, 3 – напрямні, 4 – візок

За методом роздільного падіння, різну кількість зразків упаковки один раз скидають із різної висоти. Нормою вважають висоту, при скиданні з якої зруйнувалося менш ніж 50 % зразків.

На опір удару при вільному падінні впливають ударна в'язкість полімерного матеріалу, товщина стінки упаковки, її місткість, форма та конструкція. При цьому важливо враховувати, що в реальних умовах висота можливого падіння упаковки складає: при фасуванні продукції – 0,7–0,9 м, при розкладанні продукції на торговельних полицях – 1,2–1,5 м, при використанні продукції в упаковці – 0,8–1,0 м. Вважають, що при

середній нормі висоти в 0,9–1,2 м можливість пошкодження упаковки в реальних умовах виключена.

Опір ударним навантаженням, що є важливою характеристикою транспортної полімерної тари, випробовують на спеціальному стенді – похилій площині (рис. 5), нахил якої становить не більш ніж  $10 \pm 1^\circ$  до горизонту, а жорсткість опорної стінки повинна забезпечувати мінімальну деформацію – до 0,25 мм при навантаженні 16 МПа. Опір удару на пробій визначають методом падаючого бойка або кулі. В обох випадках опір визначають енергією, тільки в першому – тією, яка спричиняє руйнування упаковки, а в другому – яка не руйнує упаковку.

Важливими випробуваннями полімерної упаковки є визначення впливу на неї упакованої продукції. Їх, як правило, проводять на натурних випробуваннях разом із продуктом. Таку упаковку витримують 2–6 місяців за нормальної температури (20 °С) і визначають можливі зміни маси, кольору, зовнішнього вигляду, запаху та смаку продуктів, виявляють можливі деформації, пошкодження, зміну кольору або ж руйнування самої упаковки. За результатами таких випробувань приймають рішення про можливість використання упаковки для того чи іншого продукту. Іноді проводять прискорені випробування протягом двох місяців за певних температурних умов із визначенням фактичних втрат продукції та екстраполюванням їх на час гарантованого зберігання.

Для прискореного визначення проникності різних речовин, які входять до складу упакованої продукції, через стінки реальної упаковки використовують спеціальний пристрій (рис. 6). Упаковку з продукцією розміщують у спеціальній посудині 8. Газ-носіє надходить до посудини через трубку 9, змішується з речовинами, які проходять крізь стінки упаковки 7.

Суміш через трубку виводиться на аналіз. Склад і кількість речовин, які проникли, встановлюють за допомогою хроматографа, мас-спектрометра або інших приладів.

Важливе значення для використання полімерної упаковки має стан її поверхні. Якщо упаковка має підвищений блиск, то це надає їй більш естетичного вигляду. Крім того, стан поверхні є важливим фактором для художнього оформлення упаковки, ефективного проходження через вузли фасувальних та пакувальних автоматів.

Стан поверхні визначають через її шорсткість, яку вимірюють на профілографі-профілометрі або за допомогою мікроскопа Линника МІС-11. Шорсткість визначає показник, який є сумою середніх арифметичних значень абсолютних точок п'яти найменших мінімумів та п'яти найбільших максимумів профілю в межах базової довжини.

Для поліграфічного оформлення полімерної упаковки важливим є певне значення поверхневої енергії, яку часто визначають через крайовий кут змочування між краплею рідини та поверхнею полімерної упаковки або за кутом скочування краплі дистильованої води по поверхні упаковки. Ці кути вимірюють за допомогою мікроскопа та проектування зображення краплі води на поверхні упаковки на екран.

Безпосередньо адгезію друкарських фарб до поверхні полімерної упаковки оцінюють різними способами. Наприклад, використанням липкої стрічки, відшаровуванням шару фарби під час згинання зафарбованої поверхні, способом ґратчастого надрізу або через ступінь стирання друкарських фарб. Усі вони дають певні непрямі результати, за якими можна оцінювати рівень адгезії, наприклад, фарб до поверхні полімерної упаковки.

**Шелкотрафаретная печать**

**Тампопечать**

**Упаковка для косметической продукции**

**leko-print.com.ua**

В рамках своей социальной ответственности за продвижение пластиковой упаковки принимаем использованную тару своих клиентов для переработки

**+38 044 583 14 21**

Усі наведені методи визначення різноманітних властивостей жорсткої полімерної упаковки дають змогу забезпечити якісне зберігання різноманітної продукції.

### Література

1. Соломенко М.Г., Шредер В.Л., Кривошея В.Н. Тара из полимерных материалов. Справочное издание. М. : Химия, 1990. 400 с.
2. Басов Н.И., Любартович В.А., Любартович С.А. Контроль качества полимерных материалов. М. : Химия, 1986. 96 с.
3. Полимерная тара и упаковка / Под ред. С.В. Генеля. М. : Химия, 1980. 272 с.
4. Кривошея В.Н., Соломенко М.Г., Шредер В.Л. Справочник по полимерной упаковке. Киев : Техніка, 1982. 232 с.
5. Кривошея В.Н., Соломенко М.Г., Степанова Р.Н., Шредер В.Л. Производство полимерной тары. М. : Химия, 1989. 56 с.
6. Шредер В.Л., Гавва А.Н., Кривошея В.Н. Упаковка из полимерных пленок. Киев : ИАЦ «Упаковка», 2015. 184 с.
7. Кривошея В.М. Дефекты та випробування м'якої упаковки // Упаковка. 2018. № 1. С. 31–33.

### Испытания жесткой полимерной упаковки

В.Н. Кривошея, к.х.н.

В статье приведена информация о различных методах испытания упаковочных полимерных материалов, способах контроля качества полу-продуктов при изготовлении полимерной упаковки и методах испытания непосредственно самой полимерной упаковки.

При этом приведены методы оценки внешнего вида упаковки, ее герметичности, прочности на сжатие, удар при свободном падении, а также проницаемости реальной полимерной упаковки по отношению к компонентам упакованной продукции. Отдельно приведены методы оценки адгезии печатных красок к поверхности полимерной тары.

**Ключевые слова:** полимерная тара; прочность тары на удар; герметичность упаковки.

### Tests of rigid polymer packaging

V.N. Krivoshey, PhD

This article is contains information on various methods for testing packaging polymeric materials, methods for controlling the quality of intermediates in the manufacture of polymer packaging, and methods for testing directly the polymer package.

In this article, the author gives methods for evaluating the appearance of the package, its tightness, compressive strength, free fall impact, and the permeability of a real polymer package in relation to the components of packaged products. Separately, the author describes methods for evaluating the adhesion of printing inks to the surface of a polymer container.

**Key words:** polymer packaging; the strength of the container for impact; tightness of packaging.