

**Київський національний торговельно-економічний  
університет**

**В. А. Осика, Л. А. Коптюх**

**ПАПЕРОВІ ПАКУВАЛЬНІ  
МАТЕРІАЛИ**

*Монографія*

**Київ 2018**

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ  
заборонено**

УДК 676.24  
О-73

Автори: В.А. Осика, канд. техн. наук, доц.;  
Л.А. Коптюх, д-р техн. наук, проф.

Рецензенти: Я.М. Корнієнко, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри машин і апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»;  
В.П. Плаван, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри прикладної екології, технології полімерів та хімічних волокон Київського національного університету технологій та дизайну;  
Н.В. Мережко, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри товарознавства та митної справи Київського національного торговельно-економічного університету

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Київського національного торговельно-економічного університету  
(протокол № 5 від 21 грудня 2017 р.)*

**Осика В.А.**

О-73 Паперові пакувальні матеріали : монографія /  
В.А. Осика, Л.А. Коптюх. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т,  
2018. – 464 с.

ISBN 978-966-629-855-6

DOI: 10.31617/m.knute.2018-302

Монографія є науковою працею, котра містить результати досліджень властивостей пакувальних матеріалів для харчових продуктів на основі паперу і картону, у тому числі комбінованих та композиційних, різноманітного асортименту, розкриває науково-технічні засади покращання їхніх структурно-фізичних, бар'єрних, санітарно-гігієнічних, хімічних, друкарських властивостей залежно від призначення, сфер та умов застосування, особливостей технологій виробництва й перероблення, визначає перспективні напрями виробництва.

Видання розраховане на науковців, викладачів, студентів, фахівців паперової, поліграфічної, таропакувальної, харчової галузей промисловості та спеціалістів із розроблення картонно-паперової продукції для пакувальної індустрії.

**УДК 676.24**

ISBN 978-966-629-855-6

© Осика В.А., Коптюх Л.А., 2018

© Київський національний торговельно-  
економічний університет, 2018

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів .....</b>	<b>10</b>
1.1. Наукове обґрунтування вимог до паперового пакування для харчових продуктів .....	10
1.2. Характеристика та регламентування основних функцій паперового пакування .....	41
1.3. Особливості виробництва, асортименту і застосування паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів .....	49
<b>Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей.....</b>	<b>69</b>
2.1. Історичні відомості щодо розвитку виробництва паперу і картону .....	69
2.2. Характеристика сировини для виробництва паперу і картону .....	76
2.2.1. Деревина як сировина для виробництва целюлози .....	76
2.2.2. Види волокнистої сировини для виробництва паперу і картону .....	99
2.2.3. Мінеральні наповнювачі у композиції паперу .....	114
2.3. Вплив технології на формування структури та властивостей паперу і картону .....	122
2.4. Характеристика асортименту та номенклатура показників якості паперу і картону .....	156
<b>Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів .....</b>	<b>190</b>
3.1. Особливості виробництва пакування методом паперового лиття .....	192

## Паперові пакувальні матеріали

---

---

3.2. Класифікація паперового і картонного пакування .....	199
3.3. Паперові пакувальні матеріали для харчових продуктів .....	204
3.4. Пакувальні матеріали для харчових продуктів на основі картону .....	239
<b>Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів .....</b>	<b>256</b>
4.1. Волого-, паро- та газонепроникні пакувальні матеріали на основі паперу і картону .....	256
4.2. Жиростійкі паперові пакувальні матеріали для харчових продуктів .....	305
4.3. Комбіновані пакувальні матеріали для харчових продуктів .....	327
<b>Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів .....</b>	<b>364</b>
5.1. Оцінка якості пакування для харчових продуктів .....	364
5.2. Вимоги до безпечності пакування для харчових продуктів .....	374
5.3. Пакування як фактор обліку та ідентифікації продукції .....	387
5.4. Законодавчі вимоги країн ЄС щодо екологічності пакування .....	393
5.5. Інноваційне пакування для харчових продуктів .....	419
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>431</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>435</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

**Å** – ангстрем – позасистемна одиниця довжини, дорівнює  $10^{-10}$  м або одній десятимільйонній міліметра.

**БХТММ** – білена хіміко-термомеханічна маса.

**ВВП** – внутрішній валовий продукт.

**ВТО** – Всесвітня торговельна організація.

**ВХД** – вінілхлорид.

**ГК** – гофрований картон.

**ГМО** – генетично-модифіковані організми.

**ДМ** – деревна маса.

**ДООП** – двовісно-орієнтована плівка.

**ДПЗ** – допоміжні пакувальні засоби.

**КМЦ** – карбоксиметилцелюлоза.

**МАФАМ** – показник кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів.

**НД** – нормативна документація.

**нм** – нанометр, позасистемна одиниця довжини,  $1 \text{ нм} = 10^{-9}$  м.

**ПА** – поліамід.

**ПАА** – поліакриламід.

**ПААЕ** – поліамідамін.

**ПАЕ** – поліамін.

**ПАЕХ** – поліамідамініепіхлоргідринова смола.

**ПВС** – полівініловий спирт.

**ПВХ** – полівінілхлорид.

**ПВХД** – полівініліденхлорид.

**ПЕ** – поліетилен.

**ПЕВЩ** – поліетилен високої щільності.

**ПЕНЩ** – поліетилен низької щільності.

**ПЕТФ** – поліетилентерефталат.

**ПП** – поліпропілен.

**ПРМ** – папероробна машина.

**ПС** – полістирол.

**СП** – ступінь полімеризації хімічної реакції сполучення однакових мономерів у складі молекули великої молекулярної маси.

**СФА** – сульфатна целюлоза.

**СФІ** – сульфітна целюлоза.

**ТММ** – термомеханічна деревна маса.

**ХТММ** – хіміко-термомеханічна маса.

**Ц** – целюлоза.

**ЦВВ** – целюлоза високого виходу.

**ЦПВ** – целюлозно-паперове виробництво.

**ЦПП** – целюлозно-паперова промисловість.

**°ШР** – градус Шоппера-Ріглера, ступінь млива целюлозного волокна.

**EAN International** – Європейська асоціація товарної нумерації.

**UPC** – універсальний код продукту.

**RFID** – система радіочастотної ідентифікації товарів.

**REACH** – правила Європейського Союзу щодо реєстрації і використання безпечних для здоров'я людини і навколишнього середовища хімічних речовин.

**NaКМЦ** – натрій карбоксиметилцелюлоза.

**QR-код** – матричний код товару.

## ВСТУП

Папір і картон, залежно від сфери застосування, мають різноманітні структурно-фізичні, хімічні, механічні, оптичні, бар'єрні, захисні, друкарські, сорбційні, фільтрувальні та інші властивості, що визначаються і залежать від вмісту та виду волокнистої сировини у їхній композиції, мінеральних наповнювачів і волокон, проклеювальних і зміцнювальних речовин, а також від технологій і процесів виробництва.

Унікальність цих матеріалів полягає у тому, що для їхнього виробництва використовуються рослинні волокна целюлози як високомолекулярного природного полімера – самовідновлювальної природної сировини, яка після використання та рециклінгу може бути повторно використаною.

Сучасний етап розвитку суспільства не можна уявити без використання паперу. Папір і картон залишаються основними матеріалами для виробництва широкого асортименту товарів – це навчальні підручники і посібники, зошити й книги, газети і журнали, пакувальні матеріали, пакування й тара, фільтрувальні та санітарно-гігієнічні матеріали, а також матеріали для використання в електротехнічній, електронній, машинобудівній та інших галузях економіки.

За показником середнього споживання паперу й картону на душу населення Україна значно поступається країнам Європи, причинами чого є: відсутність у країні власних волокнистих напівфабрикатів необхідної якості, дефіцит капіталовкладень у розвиток целюлозно-паперової галузі, відсутність сучасного папероробного і технологічного обладнання та устаткування для виготовлення й оброблення паперу, що має витримувати конкуренцію з аналогічною продукцією країн із високорозвинутою целюлозно-паперовою індустрією.

Саме тому одним із стратегічних і пріоритетних напрямів розвитку вітчизняної паперової галузі є розроблення та впровадження нових спеціальних екологічно-безпечних видів паперу і ресурсощадних технологічних процесів його виробництва.

У монографії наведено характеристику основних видів волокнистих напівфабрикатів целюлози, деревної маси,

вторинної сировини, способів їхнього отримання та використання у виробництві різних видів паперу для таропакувальної галузі. Наведено технологічні схеми й особливості виробництва пакувальних видів паперу та гофрованого (профільно-орієнтованого) картону з характеристикою основних стадій, показників і технічних вимог.

Узагальнено результати багаторічних досліджень зі створення пакувальних матеріалів на основі паперу з комплексом бар'єрних властивостей (жиро-, водо-, газо-, ароматонепроникність, вологоміцність), їхньої залежності від різних чинників і впливів (вид сировини, вміст наповнювачів, способи розмелювання та приготування паперової маси, виливання і формування паперового полотна та його поверхнєве оброблення). Викладено основні аспекти й положення дослідження та забезпечення рівномірності показників якості по усій площі паперу.

Наведено результати досліджень і впровадження у промислове виробництво пакувальних матеріалів на основі паперу для харчової промисловості, розроблення на їхній основі комбінованих пакувальних матеріалів – сполучення з полімерами, фольгою, металізованим покриттям у вакуумі.

Розроблено комбіноване пакування, поєднуючи специфічні властивості паперу (картону), плівки полімеру і металевого покриття, дає можливість забезпечити тривалий термін збереження якості упакованих харчових продуктів, у тому числі в рідкому та пастоподібному станах.

Проаналізовано та узагальнено досвід країн Європейського Союзу щодо впровадження екологічно безпечних матеріалів і пакування, застосування екомаркування, штрих кодової й радіочастотної ідентифікації упакованої продукції, рециркуляції та регенерації використаного пакування і зниження його негативного екологічного навантаження на природне середовище.



У монографії значне місце відведено перспективним технологіям і процесам виробництва паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів, контролю якості пакування і тари, виготовлених на їхній основі, та методам випробування з метою встановлення відповідності технічним, споживчим і експлуатаційним вимогам.

Видання призначено для науковців, аспірантів, викладачів, студентів та інших спеціалістів у сфері товарознавства пакувальних матеріалів і тари, фахівців з розроблення картонно-паперової продукції для пакувальної індустрії, паперової, поліграфічної, таро-пакувальної, харчової галузей промисловості та спеціалістів.

Автори висловлюють глибоку й щиру подяку ректору Київського національного торговельно-економічного університету, доктору економічних наук, професору, дійсному члену Національної академії педагогічних наук України Анатолію Антоновичу Мазаракі та завідувачу кафедри «Машини і апарати хімічних та нафтопереробних виробництв» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», доктору технічних наук, професору Ярославу Микитовичу Корнієнку.

# Розділ 1

## НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА АСОРТИМЕНТРУ ПАПЕРОВИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 1.1. Наукове обґрунтування вимог до паперового пакування для харчових продуктів

Пакування – невід’ємна складова життєдіяльності людини. Перехід до вільної ринкової економіки без розвиненої таропакувальної галузі не може бути легким, оскільки вільний ринок потребує від виробників професійно запакованої конкурентоспроможної продукції. За словами президента Європейського інституту пакування: «Пакування – це серце торгової марки, бренда, оскільки саме воно є німим продавцем товарів, що лежать на полицях магазинів».

Згідно з термінологією нормативних документів під пакуванням розуміють засіб або комплекс засобів, які забезпечують захист продукції (товарів, виробів) від пошкоджень і втрат, негативного впливу навколишнього середовища й забруднення, а також сприяють процесам ефективного транспортування, зберігання, розподілу, ідентифікування, інформування, реалізації та споживання продукції на усіх стадіях життєвого циклу. Можна стверджувати, що пакування є відповідним набором засобів, які утворюють єдиний комплекс багатоцільового призначення – від первинного споживного пакування до крупногабаритних транспортних видів тари і пакувань різних конструкцій.

Пакування, це не тільки засіб для захисту продукції, але й спосіб об’єднання і комплектування матеріальних та інформаційних цінностей, засіб доставки й розподілу, невід’ємний елемент логістики, посередник між виробником, продукцією і споживачем, комутаційний засіб, який передає інформацію про товар та демонструє його переваги. Окрім зазначеного, пакування – важлива складова оточуючого нас навколишнього середовища, оскільки воно є продуктом промислового виробництва, використовується практично у всіх сферах

## **Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

---

життєдіяльності людини та суспільства, безперервно розвивається й удосконалюється, створюючи необмежену і різнобічну кількість видів, марок, матеріалів, пакувань, тари, обладнання, технології та процеси їхнього виробництва, задовольняючи постійно зростаючі вимоги та смаки споживачів. Виходячи із цього, можна зазначити, що пакувальна галузь – це галузь, яка, на думку світових експертів і авторитетів цього сектору економіки, визначає рівень розвитку тієї або іншої країни, інтелектуальної культури нації.

У світі постійно з'являються нові пакувальні матеріали і вироби, покращується дизайн пакування, його зовнішнє оформлення, удосконалюються технології, оновлюються машини та обладнання.

Сучасна пакувальна індустрія перетворилася в категорію економіки, що об'єднує спеціалістів та підприємців багатьох галузей виробництва і тісно пов'язана з лісопромисловим комплексом, целюлозно-паперовою, хімічною, нафтохімічною, металургійною, харчовою, переробною галузями, поліграфією, машинобудуванням, дизайном, логістикою, транспортом і, звичайно, господарством для транспортування та зберігання продукції, товарів, виробів, матеріалів.

Переконані, що розширення виробництва та асортименту пакування й пакувальних матеріалів має серйозну перспективу розвитку. Це твердження ґрунтується на високому рівні розвитку вітчизняних харчової та переробної галузей промисловості, високій якості продукції, що відповідає, а, у багатьох випадках, і перевищує зарубіжний рівень якості, передбачуваному підвищенні експорту вітчизняної продукції, що, логічно, визначається приєднанням України до Всесвітньої торговельної організації (ВТО). Вхідження України до ВТО сприяє зростанню виробничих потужностей з випуску продукції, у тому числі пакування, яке задовольняє сучасні вимоги ринку та конкурентоспроможну собівартість.

На сьогодні українські підприємства, компанії і фірми конкурують із зарубіжними виробниками, пропонуючи продукти харчування високого рівня та отримуючи нагороди

й визнання, що іще раз підтверджує високу якість продукції, яка відповідає вимогам і вишуканим смакам споживачів, є конкурентоспроможною по відношенню до міжнародних та європейських брендів.

За умов гострої конкуренції на внутрішньому і, особливо, на зовнішньому ринках необхідно, щоб кожен вид продукції, бренд постійно розвивалися, а для цього вони мають відповідати сучасним запитам і залишатися цікавими для споживача.

Виробники повинні робити усе для того, аби бренд продукції став якісно новим: здивував ринок комплексними змінами – як зовнішніми, так і внутрішніми – і черговим етапом на шляху удосконалення.

Харчова продукція потребує високоефективного, сучасного дизайну пакування з необхідним комплексом бар'єрних і захисних властивостей, що відповідає також санітарно-гігієнічним вимогам і нормам екологічної безпеки довкілля.

Важливо зазначити, що 18 вересня 2012 р. Верховна Рада ухвалила Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини». Цей Закон визначає правові, економічні, соціальні, організаційні основи виробництва й обігу органічної сільськогосподарської продукції, сировини, заходи контролю та нагляду за такою діяльністю. Він спрямований на забезпечення справедливої конкуренції, належного функціонування ринку органічної продукції та сировини, поліпшення основних показників стану здоров'я населення, збереження природного навколишнього середовища, забезпечення раціонального використання ґрунтів і відтворення природних ресурсів, а також гарантування впевненості споживачів у продуктах і сировині, маркованих як органічні, оскільки вони задовольняють вимоги до вирощування, виробництва, перероблення, сертифікації, маркування, перевезення, зберігання та реалізації цієї продукції.

Саме тому однією з актуальних проблем підвищення ефективності розвитку та функціонування харчової промисловості в умовах формування і дії ринкових відносин,

## **Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

---

підвищення конкурентоспроможності вітчизняних продуктів харчування не лише на внутрішньому, але й на зовнішньому ринках, є створення і прискорене впровадження високоякісних вітчизняних пакувальних матеріалів і пакування сучасного дизайну, що відповідають вимогам світових стандартів за комплексом бар'єрних, санітарно-гігієнічних, захисних, споживних, технологічних, експлуатаційних властивостей та можливістю повного використання без шкідливого впливу на екологію довкілля.

Важливою наукоємною та технологічною проблемою є розвиток в Україні пакувальної галузі, про яку за часів колишнього СРСР була відсутня будь-яка інформація в міністерських структурах та у довідниках. Органи соціалістичної статистики не чітко окреслювали дані щодо розроблення обсягів виробництва та споживання тари, пакування і пакувальних матеріалів, які використовувалися в різних галузях економіки, а витрати на їхнє створення й промисловий випуск багатьма чиновниками міністерств і відомств завжди розглядалися як зайві.

У багатьох економістів соціалістичного періоду сформувався чітке переконання, що тара й пакування тільки сприяють зростанню вартості продукції, не змінюючи її споживної цінності. Таке відношення до вирішення цієї важливої проблеми призвело до того, що для розвитку пакувальної індустрії капітальні вкладення виділялися державними органами за залишковим принципом, а за надцентралізованої системи управління економікою темпи зростання виробництва промислової продукції харчування та товарів широкого вжитку завжди перевищували темпи зростання виробництва пакування, пакувальних матеріалів і обладнання для їхнього виробництва.

Це зазвичай неминуче впливало на якість товарів і харчових продуктів, на рівень життя населення, наносячи значні за обсягами фінансові й моральні збитки як державі взагалі, так і кожній людині зокрема. Тобто, в умовах повального дефіциту харчових продуктів і промислових

товарів не вважалось необхідним розробляти і впроваджувати у виробництво пакувальні матеріали, пакування, тару та обладнання для їхнього фасування та упакування.

Реальний стан пакувальної галузі на початку становлення незалежності України можна охарактеризувати за такими ознаками:

- диспропорція між обсягами виробництва промислових товарів і харчових продуктів з одного боку, та виробництвом пакування, пакувальних матеріалів і обладнання для фасування й упакування з іншого;
- незначний асортимент та низька якість пакувальних матеріалів;
- низький рівень вітчизняного тароробного, пакувального та поліграфічного обладнання;
- невідповідність виробників товарів і продуктів до використання сучасного пакування та пакувальних матеріалів;
- відсутність систем і програми підготовки фахівців для пакувальної галузі.

Саме виходячи із зазначених причин, Україна замість того, щоб розвивати власне виробництво сучасного пакування, пакувального машинобудування, вкладаючи кошти у розвиток інфраструктури пакувальної галузі, протягом багатьох років продовжувала ввозити пакувальні матеріали, пакування, вироби, технології, машини та обладнання із-за кордону, створюючи там додаткові робочі місця.

У розвинених країнах пакувальна галузь уже давно стала провідною в економіці, для якої державна підтримка та створення сприятливих умов для виробництва і споживання національної пакувальної продукції були, є і залишаються пріоритетом державної політики, фінансування виробництва пакувальної індустрії складає 1,5–2% валового внутрішнього продукту (ВВП), для порівняння, в Україні відсоток значно менший [85, 159, 248].

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

На кінець 80-х років ХХ ст. в Україні у структурі споживного пакування переважало скляне, картонне, полімерне й металеве пакування, а для транспортної тари використовувалися головним чином дерев'яні ящики, витрати деревини та трудомісткість виготовлення яких були у 5 разів більшими, аніж на виробництво картонної тари.

Стимулюючим фактором розвитку пакування в Україні став низький технічний рівень тароробного і фасувального обладнання: це були морально й фізично застарілі машини, закуплені у провідних фірм країн Західної Європи ще у 60–70-х роках, де пакувальна індустрія розвивалася стрімкими темпами.

Пакувальна індустрія – надзвичайно комплексна структура, яка передбачає широку кооперацію багатьох її складових частин, взаємопов'язаних між собою як за науково-технічними, так і організаційними компонентами, відставання однієї з яких неминуче призводить до зниження рівня розвитку іншої. Постійний дефіцит харчової і промислової продукції, відсутність конкуренції як у виробників продукції, так і в торговельних організацій, були характерними рисами ринку України та інших республік колишнього СРСР, що ставало стримуючим фактором для удосконалення та розвитку виробництва тари і пакування. Окрім того, виробники продукції й підприємства оптової та роздрібної торгівлі не були готові до використання сучасного пакування і практично не готували себе до цього у майбутньому. Причини такої ситуації визначалися такими основними факторами:

- відсутність сучасного фасувального, пакувального, етикетувального та інших видів обладнання на кінцевих операціях технологічних процесів у виробників продукції;
- невідповідність складських приміщень підприємств, під'їзних шляхів для оброблення продукції, запако-

- ваної у споживну або транспортну тару і укладену у вантажні транспортні одиниці;
- непристосованість виробничих площ підприємств оптової (бази, склади) та роздрібної (магазини, супермаркети) торгівлі для оброблення продукції у таких вантажних одиницях;
  - відсутність сучасного спеціалізованого транспорту (автомобільного, залізничного), вантажних, підйомних механізмів, складського обладнання для оброблення прогресивних транспортних пакувальних одиниць.

До усього цього слід додати відсутність комплексного використання науково-дослідної бази, яка у колишньому Радянському Союзі будувалася за галузевим принципом (а пакувальної галузі як такої взагалі не було), і системи підготовки фахівців для пакувальної галузі вищої кваліфікації з розроблення, конструювання, виробництва пакувальних матеріалів і пакування сучасного дизайну з високим комплексом бар'єрних і захисних властивостей, а також обладнання для їхнього виготовлення та оформлення; нормативного забезпечення: наявність застарілих державних і галузевих стандартів, більшість з яких відставали на багато років від розроблених у провідних країнах Європи й світу, відсутність ефективно діючої і незалежної системи сертифікації продукції.

На жаль, слід констатувати, що проблемам пакувальної індустрії у нашій країні протягом багатьох років не приділялося необхідної уваги – навчальні заклади не готували спеціалістів із розроблення та виробництва матеріалів, пакування й обладнання, не видавалася спеціальна навчальна і довідкова література, у тому числі довідники з термінології, відповідним чином не розвивалися міжгалузеві, міжрегіональні і міжнародні зв'язки.

Ще 35 років тому вважалося: проблеми щодо змінювання ситуації з виробництвом і використанням пакування в Україні є справою далекого майбутнього, що у нас є великий



## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

запас часу, аби вивчити досконало досвід інших країн і застосувати його в умовах переходу до ринкової економіки. Однак за останнє десятиліття були здійснені масштабні кроки становлення й розвитку вітчизняної пакувальної індустрії. Тобто до нас разом із ринковою економікою прийшло і пакування, а разом з ним і проблеми, які уже давно були відомі у багатьох розвинених країнах світу. Почали нарощуватися обсяги виробництва й споживання, імпортування різних видів товарів, продуктів, виробів і пакування, а разом з цим усе актуальнішою ставала проблема відходів пакувальної галузі.

Звичайно, конкуренція на українському ринку харчових продуктів є головним чинником, який змінив відношення до необхідності та доцільності виробництва, не менш важливим став розвиток виробництва сучасних пакувальних матеріалів і пакувань.

Так, науковцями Українського науково-дослідного інституту паперу (УкрНДІП), уперше серед країн колишнього СРСР, розроблено сучасні пакувальні матеріали на основі паперу й картону, а також комбіновані пакувальні матеріали: папір, кашируваний фольгою, ламінований полімерною плівкою, а також папір з металізованим покриттям у вакуумі. Організовано промислове виробництво жиронепроникного та вологоміцного видів паперу й картону для упакування харчової продукції з високим вмістом жиру та рідинної фази (масло вершкове, маргарин, вафлі, м'ясо, кисломолочні сири тощо), на паперових фабриках в містах Малин та Коростишів Житомирської області, місті Зміїв Харківської області створені сучасні пакувальні матеріали і пакування; на основі поліпропілену – у Лисичанську, Києві та Луцьку, поліетилену – в Калуші, скла – у Рівному, Бучі, картону – в Обухові Київської області, Рубіжному Луганської області, Жидачеві Львівської області, Одесі та інших містах України.

Пакувальна галузь почала розвиватися швидкими темпами зі створення нових високо потужних підприємств з виробництва пакувальних матеріалів необхідної якості та

сучасного дизайну пакування, впровадження прогресивних технологій, процесів і обладнання, які перетворюють її у високорозвинену пакувальну індустрію, що витримує конкурентну боротьбу із західними провідними компаніями і фірмами.

Разом з тим, поява на початку 50-х років ХХ ст. у Європі перших супермаркетів і магазинів самообслуговування призвела до значного зростання обсягів споживання пакувальних матеріалів, появи ресурсозберігаючих технологій перероблення, упакування та зберігання харчових продуктів, збільшення кількості заздалегідь фасованих і упакованих товарів. Так, якщо у розвинених країнах кількість фасованих товарів на душу населення складала 180–230 кг, то в Україні лише 10 кг [159].

Загальна ж кількість харчових продуктів, які реалізовувалися в Україні у фасованому вигляді, становила лише 25%, а за деякими групами товарів була зовсім низькою: сіль 8%; цукор 6%; м'ясо птиці 6%; яловичина та свинина 4%; сир твердий 1%.

Останнім часом, за даними міжнародних експертів використання пакування у середньому в світі становить близько 90 дол. США за рік на душу населення, що, як правило, знаходиться у кореляції з часткою ВВП країни на одного мешканця. З цієї точки зору перше місце посідає Японія – більше 500 дол. США, далі йдуть США – 480, Австралія – 440, країни Західної Європи – 400. Саме у цих країнах пакування є абсолютно обов'язковою складовою для зберігання, захисту, транспортування та продажу товарів і продуктів усіх видів, особливо тих, які мають короткий термін зберігання: для харчових продуктів, лікарських препаратів, дорогоцінної електроніки та продукції, нестійкої до різних навантажень. У країнах Західної Європи використання пакування на душу населення складає близько 100–120 кг, причому майже 70% її припадає на пакування для харчових продуктів та напоїв [251].

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Якби усі країни світу досягли за цим показником Японію, то це відповідало б п'ятикратному зростанню світового виробництва товарів. Звертає на себе увагу суттєва відмінність між обсягами виробництва пакування у Західній і Східній Європі. Помітна різниця використання пакування на душу населення в різних країнах є непрямою характеристикою відмінностей у інтенсивності товарообороту, які можна зрівнювати тільки з відповідною турботою щодо типів економічного розвитку країн Східної Європи. За останні 15 років виробництво пакувальних матеріалів у світі, як і міжнародний експорт продукції та послуг, за інформацією різних джерел, виросли від 300 млрд євро у 1990 р. до теперішніх понад 500 млрд євро за рік [169, 241].

На сьогодні внесок України у виробництво пакування оцінити непросто, однак можна стверджувати, що ринок пакувальних матеріалів у країні динамічно розвивається за різними тенденціями, напрямками, асортиментом, розмірами, а пакувальна індустрія – галузь економіки, котра найбільш інтенсивно розвивається, і людина усе більше усвідомлює, що життя без пакування неможливе.

Типовим прикладом цьому є напрям упакування кондитерських виробів, коли зростає попит на невелике за розмірами пакування. Одночасно змінився попит на нові пакувальні матеріали, особливо у зв'язку з появою і розповсюдженням малих пакувань для свіжих продуктів. У той же час, нині користуються незначним попитом скляні пакування великих ємностей і розмірів.

За допомогою пакування задовольняються потреби різних верств населення будь-якої країни щодо можливості вирішення проблеми зберігання продуктів і товарів їхнього успішного просування та транспортування від виробника до споживача як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу протягом усього життєвого циклу.

Пакувальні матеріали, використані тара й пакування стають проблемою і спонукають замислитися над тим, як

швидко і без негативних наслідків їх утилізувати. При цьому вони можуть стати цінною вторинною сировиною і зі значним ефектом бути використані в економіці.

Таропакувальна продукція відіграє важливе значення у наповненні ринку товарами, а сучасне та раціональне пакування є ключем до економічного прогресу. Завдяки розвитку пакувальної індустрії проблеми щодо забезпечення населення, котре проживає у віддалених від промислових центрів місцях необхідними товарами і продуктами, значно змінилися.

Від правильного вибору пакування залежить збереження продукції, інформація щодо того або іншого товару, виробів, їхньої реалізації, а також зниження ризику їхнього забруднення, погіршення якості і псування. Тож головна вимога – покращувати та удосконалювати пакування до рівня якості, за якої воно стане корисним і зручним для покупців. А це свідчить, що серед чинників, які призводять до успіху впровадження на ринок нової продукції, має враховуватися і пакування.

Вимоги до властивостей пакувального матеріалу, форми пакування та його геометричних параметрів, умов виробництва і санітарно-гігієнічних показників визначаються фізико-хімічними характеристиками запакованої продукції, рівнем вимог до бар'єрних і захисних властивостей, жорсткості та міцності, наявністю або відсутністю теплового оброблення, необхідністю мінімізації витрат матеріалу на створення тари й пакування тощо.

Таким чином можна стверджувати: сучасні шляхи розвитку світової економіки, вплив процесів глобалізації, соціальні, політичні та демографічні зміни у суспільстві визначили об'єктивні напрями розвитку сучасного пакування, які передусім ґрунтуються на мінімізації у використанні матеріалів та енергоресурсів для його виготовлення, створенні для споживачів оригінальних за формою, конструкцією і дизайном пакувань, які стануть гармонічним доповненням і завершальним штрихом до високоякісної запакованої у нього продукції.

## **Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

---

На сьогодні вимоги до захисту навколишнього середовища стають усе більш жорсткими. Сучасний період стає поворотним для багатьох компаній, фірм, організацій, які вирішили встановити нові стандарти екологічності і безпечності своєї продукції, витрачаючи певні суми для переходу на «зелені» технології. Це означає, що виробництво продуктів харчування, пакувальних матеріалів і пакування має бути вільним від застосування ртуті, миш'яку, важких металів, токсичного полівінілхлориду, формальдегіду, інших шкідливих для людини речовин і матеріалів, замінивши їх екологічно чистими і безпечними для здоров'я матеріалами, які піддаються стовідсотковому переробленню під час утилізації. Окрім того, пакування, в якому продукція надходить споживачеві, має бути виготовлене з максимальним використанням вторинної сировини. «Зелені» технології наближають продукцію до споживачів, забезпечуючи їй конкурентоспроможність і підвищений попит на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Усе частіше і гостро ставиться проблема щодо більш широкого використання репродуктивної сировини, оскільки пакування з відтвореної біологічно розщеплюваної сировини, інтерес до якої зростає з підвищенням екологічної свідомості та культурного рівня населення, дає змогу завершити кругообіг матеріалів з великою вигодою для навколишнього природного середовища.

Значне місце останнім часом відводиться заходам, які впроваджують розвинені країни світу та Європи, що направлені на захист навколишнього середовища, безпеки праці та здоров'я споживачів, і є фундаментальним довгостроковим напрямом глобального розвитку та вирішення цієї проблеми. Вони включають: ековиробництво, екомаркування, екодизайн, створення тари й пакування багаторазового використання, заборона або обмежене використання полімерних матеріалів, проведення сертифікації матеріалів і продукції щодо їхнього впливу на екологію та здоров'я споживачів, наявності або відсутності у них генномодифікованих орга-

нізмів або інших шкідливих для організму людини добавок (консервантів, стабілізаторів тощо), а також розвитку новітніх технологій виробництва матеріалів і пакування, наприклад, нанотехнології, біоматеріали, впровадження яких вимагає вирішення низки важливих наукоємних та технічних завдань і повинно мати контрольоване застосування, оскільки існує низка причин, які не залишають місце оптимізму за більш критичного розгляду проблеми, як здається на перший погляд. Головною здоровою альтернативою засиллю «пластикових» овочів і фруктів, супів з пакетів та іншої «сміттєвої їжі» є органічні продукти, товари й вироби, отримані без застосування хімії, ароматизаторів, консервантів, ГМО, тобто натуральні, природні.

Папір і картон залишаються головними матеріалами для виготовлення високоякісної пакувальної і поліграфічної продукції сучасного асортименту та дизайну. Унікальність цих матеріалів полягає у тому, що вони виготовляються з рослинних волокон (целюлоза є високомолекулярним природним полімером, що утворюється у всіх багаторічних і однорічних рослинах) – сировини, яка відновлюється самою природою і яка після рециклінгу повторно використовується як вторинна сировина. Завдяки цьому заощаджуються ресурси, знижується забруднення та екологічне навантаження на довкілля.

За твердженням науковців, одне-єдине дерево виробляє на добу 14 г целюлози, а якщо з'єднати в ланцюг усі протягом доби створені на Землі молекули целюлози, то її довжина покрила б 175 разів відстань від Землі до Сонця.

Папером прийнято називати капілярно-пористий гігроскопічний листовий матеріал, що складається переважно з рослинних волокон (є ще штучні і синтетичні), підготовлених спеціальним чином або способом і зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення під час проходження стадій технологічного процесу виготовлення.

Картон відрізняється від паперу лише більшою товщиною і масою площі 1 м<sup>2</sup> понад 250 г, він міцніший і жорсткіший за папір і застосовується у техніці для виробництва тари.

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Папір і картон забезпечують високі споживні властивості за привабливого зовнішнього вигляду виготовлених з них виробів, є пластичними матеріалами широкого асортименту, товщини й форми, еволюція яких у світі пакувальної індустрії, поліграфії інших сфер використання продовжується.

Без перебільшення можна зазначити, що сучасний період життя людей і суспільства можна вважати віком паперу. Дійсно, папір – це навчальні підручники, посібники, зошити, книги, газети, журнали, це документи, ноти, малюнки, це пакування і фільтри широкого призначення, у тому числі для очищення різних мікробіологічних розчинів, середовищ, крові й повітря у спеціальних приміщеннях (фармацевтика, хірургічні та операційні зали тощо), це пакувальні матеріали, тара і пакування.

Як сказав Алішер Навої, узбецький поет, мислитель, державний діяч (1441–1514 рр.): «Папір – це крила, що разносять думки мудреців по всьому білому світу», що є істинним як у прямому, так і в переносному розумінні цих слів.

Розвиток пакувального та друкарського виробництв тісно пов'язаний із забезпеченістю матеріалами, у тому числі на основі паперу й картону, поліпшенням їхніх споживних характеристик та розширенням асортименту, обґрунтований вибір яких для виготовлення виробу і створення технології виробництва неможливі без знання хімічного складу, будови та властивостей матеріалів – тобто якості матеріалу, яка є сукупною характеристикою, що визначає його придатність для виготовлення продукції та здатність задовольняти визначені вимоги відповідно до призначення.

У виробництво впроваджені нові види паперу і картону з високим комплексом бар'єрних, захисних, друкарських, споживних та експлуатаційних властивостей і технологічністю перероблення на високошвидкісному фасувально-пакувальному обладнанні. Важливою перевагою бурхливого розвитку виробництва і споживання паперу й картону є можливість динамічного розроблення і розвитку на їхній основі

комбінованих пакувальних матеріалів – сполучення з полімерами, фольгою (у тому числі металізація алюмінієм у вакуумі), а також пакування – симбіоз картонно-паперової тари з багаточаровими плівковими пакетами і мішками. Комбіноване пакування, поєднуючи специфічні властивості паперу (картону), плівки полімеру та металевого покриття, забезпечує подовжений термін зберігання якості запакованої продукції (у тому числі рідинних і пастоподібних продуктів), а також її порціювання, здійснюючи при цьому рекламні й інформаційні функції. Саме завдяки цьому у сучасному високо індустріальному суспільстві пакувальні матеріали на основі паперу й картону мають найбільш високі рівні виробництва і застосування порівняно з пакуванням на основі інших матеріалів (полімери, скло, метал тощо).

Папір і картон мають, залежно від призначення та умов застосування, різноманітні структурно-фізичні, бар'єрні, механічні, оптичні, хімічні, друкарські, сорбційні та інші властивості, відрізняються вмістом у композиції первинних або вторинних напівфабрикатів, мінеральних наповнювачів і волокон, проклеювальних та зміцнювальних речовин.

Найважливіше значення у виробництві картонно-паперової продукції різних видів, у тому числі і для пакувальної галузі, має целюлоза – як природний високомолекулярний полімер, який є важливою «самовідновлюваною сировиною» для виробництва паперу і картону – основних матеріалів з високим комплексом бар'єрних (жиро-, водо-, газонепроникність, вологоміцність) та друкарських (як комплексної характеристики паперу для забезпечення високої якості друкованої продукції) властивостей, їхньої взаємозалежності від різних впливів та чинників (види сировини, вміст наповнювачів, способи приготування паперової маси, виливання паперового полотна та його поверхневого оброблення).

Для успішного розвитку і функціонування пакувальної галузі необхідно мати сукупний комплекс знань, що стосується властивостей тих або інших матеріалів, які застосовуються у практичній діяльності. Ця сукупність знань знахо-



## **Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

---

диться на межі маркетингу, менеджменту, ергономіки, логістики, технології виробництва й перероблення матеріалів, поліграфії, їхнього дизайну і тісно пов'язана з навколишнім середовищем та його використанням, економікою, рекламною справою, товаровознавством продовольчої і промислової продукції, інших напрямів науково-технічної та виробничої діяльності, направленої на створення й впровадження екологічно безпечних матеріалів для пакування і поліграфії. Це вимагає також створення і впровадження ресурсощадних новітніх технологій їхнього виробництва, підвищення якості продукції, забезпечення безпеки і здоров'я споживачів, зниження навантаження на природне навколишнє середовище та можливості повторного використання відходів пакування.

Слід зазначити, що у виробництві пакувальних матеріалів необхідно забезпечити відповідність їхньої поверхні вимогам фарбосприйняття під час нанесення друку, а, окрім паперу, картону, комбінованих матеріалів, які є головними для виготовлення пакування, тари і друкованої продукції, застосовуються допоміжні матеріали (елементи пакувань, обв'язувальна стрічка, скоби, нитки, шпагат, клей тощо). Саме тому для виробництва таких матеріалів тісно співпрацюють науковці і фахівці різних галузей науки: матеріалознавства, органічної, колоїдної, фізичної хімії, біології, інформатики, харчових технологій, процесів та обладнання виготовлення й оформлення пакувань.

Зміна пакувального матеріалу, його структурно-фізичних властивостей також створює необхідність переналаштування фасувально-пакувального обладнання або внесення корективи у пакувальні матеріали. Наприклад, вирішувати проблеми розрізання матеріалу на необхідні формати, завертання в нього продукції, зберігання каркасності і форми пакування з продуктом, забезпечення йому необхідного комплексу бар'єрних і захисних або спеціальних властивостей, наприклад, жиро-, паро-, газо-, ароматопроникності, а також відношення поверхні пакувального матеріалу до фарби (фарбосприйняття) під час задруковування.

Головними принципами та результативністю стратегії успішного розвитку пакувальної галузі має бути постійне удосконалення сировини, технологій, процесів, обладнання; оригінальні рецептури і композиції, неперевершені смаки та вишуканий дизайн; нарощування потужностей, підготовка висококваліфікованих технічно освічених працівників, які мають використовувати сучасні досягнення науково-технічного прогресу для розроблення і впровадження нових видів продукції, сприяючи значному зростанню якості та асортименту матеріалів і виробів на основі паперу, завоюванню довіри споживачів як в Україні, так і за її межами.

Особливу увагу потрібно приділяти перспективним новітнім технологіям і процесам виробництва пакувальних матеріалів, котрі відповідають вимогам виготовлення екологічно чистого й сучасного дизайну пакування та збереження навколишнього середовища, створенню конкурентоспроможної продукції, взаємозв'язку композиції, процесів і технологій виробництва, структури, показників якості паперу та технологічності перероблення.

Основні напрями нових технологій: нанесення бар'єрних покриттів, нанотехнології, плазмове оброблення, біополімери і біотехнології, призначення яких – забезпечити спеціальні функції кінцевому упакованому продукту, а це: збереження свіжості й форми, створення бар'єрів для водяних парів, газу або різких запахів, облік продукції, запобігання підробці, відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та екологічним нормам.

З підписанням угоди про асоціацію з Європейським Союзом вимоги до пакувальних матеріалів для українських товарів зазнають змін, оскільки в Європі діють відповідні вимоги до маркування різних видів пакувальних матеріалів і пакування. Щоб отримати бажаний штамп «Колосок», який ставиться у всьому світі на сертифікований пакувальний матеріал, необхідно, аби упакування товарів відповідало встановленим нормативними документами Європейським нормам і вимогам.

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Для того, щоб отримати такий штамп, необхідно надати інформацію про те, де і як виготовлявся пакувальний матеріал, як він сушився, що в ньому відсутні шкідливі організми, які можуть розмножуватися і пошкодити, наприклад, дерево, з якого виготовляється пакування, в іншій країні.

Взаємозв'язок пакування і навколишнього середовища обмежується частіш за все декількома факторами – можливістю розділення і використання відходів. Цю думку суспільства необхідно використовувати, аби зрозуміти діяльність пакувальної галузі з охорони довкілля і забезпечити гарантії існування майбутніх поколінь.

При цьому слід враховувати наступне:

- ✓ не зважаючи на позитивні сторони пакування, за відсутності його утилізації, має також і негативні чинники;
- ✓ тільки бережливе поводження з природними ресурсами в Україні може попередити і відвернути екологічну та економічну кризу значних розмірів.

Нова ідея з'явилася у політиці відходів на початку 90-х років минулого століття й охопила усі галузі індустрії економічного кругообігу. З нею відбулося те саме, що й з іншими інноваціями – до того, як намітився злам, минуло немало часу.

У зв'язку з тим, що потік відходів постійно зростає, а природні ресурси вичерпуються, екологічно обґрунтованим є виробництво продукції з використанням як сировини відходів від різного виду пакувань, у тому числі використаних, аніж їхня утилізація. Ланцюг, що складається з виробництва, реалізації та споживання, закінчує сектор відходів, які можуть бути базисним матеріалом для нової високоякісної продукції, як дорогоцінна сировина.

Екологічна стабільність картонного пакування, яку можливо розглянути на всіх стадіях та етапах його життєвого циклу, починаючи з виготовлення сировини для цього пакування і закінчуючи стадією його вторинного перероблення, базується на таких головних позиціях:

- відновлюваність сировини;

- мінімальний вплив на природне навколишнє середовище;
- можливість стовідсоткового перероблення.

Адже, згідно зі статистикою, одна тонна переробленої макулатури зберігає 17 дерев від вирубаня і 30 тонн води від забруднення. В Україні майже не залишилося чистої води, а рівень лісистості, за опублікованими даними, складає 15%, що нижче такого показника у Європі в два і більше разів. Щорічне використання 400 тис. тонн макулатури дає змогу Україні економити 350 тис. тонн целюлози і зберегти понад 100 тис. га лісу. До речі, дорослі дерева, які ростуть на території 1 га, за добу очищають приблизно 12 тис. м<sup>3</sup> повітря [148].

Папір має переваги перед синтетичними матеріалами, оскільки він піддається регенерації і менш забруднює навколишнє середовище, а для його виготовлення використовується вторинне волокно.

Виробництво паперу й пакувальних матеріалів мокрим способом залишається, як і раніше, перспективним, а нові технології сухого формування, виготовлення нетканих матеріалів не будуть мати успіху і широкого застосування.

Основною сировиною залишаються рослинні волокна, зокрема, із хвойної деревини. Окрім традиційних видів деревини (тополя, береза, бук тощо), будуть застосовувати також акацію, дуб, тропічні породи та однолітні рослини.

З однолітніх рослин більш широке застосування буде у соломі із жита, пшениці, рису, бамбуку, ріпаку, відходів од перероблення льону та конопель, багасів, а також макулатури. Синтетичні волокна, через низьку здатність зв'язування між собою і структуротворення, не знайдуть широкого застосування навіть із застосуванням хімічних добавок.

Частка напівцелюлози і деревної маси в композиції виробів зростатиме. Для отримання целюлози будуть використовуватися енергозберігаючі способи й технології, спрямовані на охорону навколишнього середовища. Особливе місце – у застосуванні мінеральних наповнювачів. Проводяться роботи, спрямовані на виробництво паперу із вмістом наповнювача до 70%. За нейтрального способу проклеювання

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

замість коаліну буде використовуватися більше карбонату кальцію. Як звичайне явище, прогнозується впровадження папероробних машин (ПРМ) з робочою шириною понад 10 м і швидкістю понад 1200 м/хв.

Бар'єрні властивості паперу (картону) підвищують різними способами, а саме: підвищенням щільності матеріалу під час каландрування; застосуванням хімічних речовин, які вводяться до паперової маси перед формуванням паперового полотна, за допомогою полімерних покриттів, нанесених на його поверхню, а також шляхом створення комбінованих (ламінованих, кашированих) матеріалів. Основне призначення бар'єрного покриття – створити захисний шар, що запобігає міграції будь-яких речовин до вмісту упакованого продукту ззовні чи з паперу (картону), зберегти початкову міцність у вологому середовищі, забезпечити захисні вимоги – необхідний рівень опору проникненню води, водяних парів, жиру, олії, газу, запахів, зберігання форми та зовнішнього вигляду пакування тощо.

Бар'єрні властивості пакувальних матеріалів оцінюють за опором проникненню води і водяних парів, за жиро-, водостійкістю та за іншими показниками, залежно від призначення, умов застосування пакування і виду продукції (твердий чи рідкий стан), для якого воно використовується.

Пакувальні матеріали із захисними (бар'єрними) властивостями застосовують для виготовлення різних видів тари й пакування, що використовується у харчовій та інших галузях промисловості. До матеріалів, котрі застосовуються для упакування харчових продуктів, висуваються більш високі вимоги, включаючи зовнішній вигляд, схоронність запаху і смаку продукції, та захист її вмісту від зовнішніх впливів, виключаючи проникнення сторонніх.

Особливі вимоги – до матеріалів і пакування, що вимагає транспортування, тривалого зберігання, складування: вони мають бути стійкими до згинання й ударів, зберігаючи при цьому захисні властивості.

Для упакування, наприклад, олії, кондитерських виробів, молочних продуктів необхідні жиро- і водонепроникні матеріали, властивості яких визначають, виходячи з умов застосу-

вання й тривалості зберігання продукції. Так, наприклад, деякі хлібобулочні вироби нагрівають разом з пакуванням у мікрохвильовій печі. Таке пакування повинне мати відповідний опір водяним парам для зберігання гарячого хліба в пакетах і видалення пари. З іншого боку, опір водяним парам пакета охороняє хліб від сушіння і черствіння.

Пакувальні матеріали на основі паперу й картону, у тому числі з поверхневим покриттям (та комбіновані), після застосування (або відходи від виробництва пакування) повинні мати надійні й економічні способи повторного перероблення та регенерації. Ці способи й технології мають забезпечувати застосування відходів і браку у рулонах безпосередньо у виробничому процесі, чи без значних технологічних утруднень перетворення їх на паперову масу, придатну для виливання й виготовлення нового паперового полотна.

В останньому десятилітті спостерігається гостра конкуренція між традиційними таропакувальними матеріалами з металу, скла, картону, паперу, деревини, тканини і нових прогресивних видів пакувань на основі полімерних та комбінованих матеріалів. При цьому перевагу отримують картонно-паперові, полімерні й комбіновані матеріали на їхній основі.

До цього потрібно додати, що універсального пакувального матеріалу в природі не існує. Залежно від продукту, що упаковується, та сама властивість пакування може бути як корисною, так і шкідливою. Наприклад, прозорість пакування у деяких випадках бажана, аби візуально оцінити якість продукту, але вона небажана для продуктів, чутливих до впливу світла, особливо в ультрафіолетовому діапазоні частини спектра. Іншим прикладом може бути газопроникність пакування. У багатьох випадках вона має бути мінімальною, оскільки під впливом кисню відбувається псування продуктів. Однак у випадку упакування фізіологічно активних продуктів (свіжі овочі, фрукти, ягоди), що вимагають для нормальної життєдіяльності постійного надходження кисню і видалення вуглекислого газу, вона не тільки бажана, але й необхідна.

Досліджуючи вітчизняний та зарубіжний досвід виробництва й застосування традиційних і нових пакувальних матеріалів, слід зробити висновок: кожен з них має свою

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

сферу застосування, а оптимальне співвідношення між ними зазнає постійних коливань залежно від багатьох факторів, головними з яких є кон'юнктура на ринку пакування, економічна та екологічна характеристики, санітарно-гігієнічні, бар'єрні та інші властивості.

Аналізуючи статистичні дані виробництва й споживання пакувальних матеріалів, необхідно зазначити, що папір і картон зможуть зберегти свою частку на ринку пакувальних матеріалів (40–50%) головним чином завдяки появі на їхній основі комбінованих матеріалів, які здатні задовольнити вимоги, котрі висувають нині до пакування й матеріалів [91, 159].

Пакувальні матеріали, водночас, мають усе більше приймати на себе рекламну та інформаційну функції, повинні перероблятися на високопродуктивних автоматизованих друкарських і пакувальних машинах, а також відповідати умовам їхнього повторного перероблення. Без відповідних сучасних пакувальних матеріалів і пакування немислимі такі технологічні процеси як зберігання харчових продуктів у модифікованому газовому середовищі, мікрохвильового (НВЧ) нагрівання, асептичного консервування, радіаційної стерилізації і пастеризації, виробництво концентрованих та зневоднених продуктів (у тому числі і сублімаційним сушінням).

У пакувальній та поліграфічній галузях папір і картон є головними матеріалами й сировиною, від властивостей яких значним чином залежить якість виробів з них (пакування, видання, реклама тощо). Знання властивостей паперу або картону, фарб, інших допоміжних речовин і матеріалів, їхній вплив на запакований харчовий продукт, смакові властивості та їхнє збереження протягом певного терміну є необхідною умовою як під час їхнього виробництва, так і під час виготовлення пакувально-поліграфічної продукції.

Так, наприклад, рівень властивостей паперу з поверхневим обробленням або покриттям і без оброблення та покриття мають високий ступінь кореляції з такими важливими його властивостями як: поверхнева вбирність, гладкість, шорсткість, білість, блиск, непрозорість, лінійна деформація, а також досягнутим значенням оптичних щільностей від-

битків задрукованої продукції. Аналіз і значення взаємозалежності властивостей паперу, фарби, параметрів технологій та процесів перероблення, створення пакувань і задрукування дають змогу визначити та внести коригуючі практичні рекомендації з метою отримання якісних відбитків на відповідних видах і марках паперу та забезпечити необхідні умови їхнього перероблення на стадіях виготовлення з них виробів і нанесення багатофарбового друку (етикетки) на його поверхню. Тобто, розробити й запропонувати фізичну модель системи «папір-фарба» для паперу і фарби з відповідними структурно-фізичними властивостями.

Саме ці аспекти мають враховувати технологи та відповідні фахівці, забезпечуючи технологічний процес отримання високоякісної пакувальної й поліграфічної продукції за необхідної її собівартості та продуктивності виробництва.

Важливим і актуальним завданням є також виконання досліджень з метою виявлення та оцінки структурно-динамічних впливів, деформації й дефектів і визначення характерних ознак та факторів, які призвели до утворення браку або спричинили зниження якості продукції, серед яких можуть бути:

- структурні дефекти матеріалів (неоднорідність властивостей, наприклад, уздовж і впоперек паперового полотна, плями, розтяги, деформації);
- структурні зміни носіїв у процесі задрукування (папір, тканина, плівка) та аналіз і оцінювання поведінки системи «фарба – матеріал основи» – фарбосприйняття, лінійна деформація, швидкість вищипування тощо;
- диференційовані відхилення і брак від вимог технологічних процесів та виду і якості матеріалу-основи для нанесення друку (папір, картон, плівка тощо).

Таким чином, існування великої кількості матеріалів та їхніх комбінацій дає змогу задовольнити усі вимоги, що висуваються до упакування найрізноманітніших харчових продуктів. Шляхом вибору й сполучення придатних матеріалів слід створити тару і пакування, які відповідали б усім



## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

вимогам упакування конкретного продукту. Ці вимоги визначаються хімічною природою упакованого харчового продукту (наявність жирів, кислотність), його фізичним станом (рідина, паста, твердий продукт), чутливістю до дії вологи, кисню, світла, необхідністю повної ізоляції від зовнішнього середовища під час зберігання. Між харчовими продуктами, пакувальним матеріалом і навколишнім середовищем відбуваються масообмінні процеси. Знання останніх, а також фізичних і хімічних властивостей пакувального матеріалу, необхідне для правильного вибору пакування.

Санітарно-гігієнічним законодавством регламентуються нормативи гранично допустимих норм мігруючих речовин у харчові продукти. Об'єктом таких регламентацій є мономери, пластифікатори, стабілізатори, каталізатори, інгібітори, антиоксиданти, прискорювачі, барвники, пігменти та інші можливі компоненти, а також сполуки важких металів, що входять до складу цих компонентів, супутні їм. Окрім загальних вимог, залежно від конкретного призначення матеріалу, до нього можуть висуватися специфічні вимоги.

Характеристика екологічної чистоти пакувальних матеріалів і пакувань стала найважливішим критерієм визначення його застосування для фасування й зберігання продуктів харчування згідно із визначеними стандартами умов і терміну.

Аналізуючи вітчизняний та зарубіжний досвід застосування пакувальних матеріалів у харчовій промисловості, слід відзначити деякі напрями розвитку індустрії пакувальних матеріалів, пакування і технологічних процесів упакування продуктів харчування:

- зниження витрати напівфабрикатів зі зберіганням корисного обсягу виробництва таких матеріалів;
- зниження маси 1 м<sup>2</sup> зі збереженням чи навіть підвищенням їхніх міцнісних властивостей;
- підвищення бар'єрних властивостей шляхом сполучення з полімерами чи з алюмінієвою фольгою;

- підвищення технологічності шляхом сполучення з полімерними плівками для здійснення термозварювання;
- удосконалювання способів формування таропакувальних виробів, у тому числі отримання багатошарових ламінатів співекструзією, співінжекцією;
- розроблення пакувань, що активно сприяють технологічним процесам оброблення й зберігання харчових продуктів, придатних для мікрохвильового нагрівання (введення сусцепторів), включення антиокислювачів, водопоглиначів та інших добавок;
- розроблення зручного для споживачів пакування (швидке розкриття, застосування як посуд тощо);
- підвищення декоративності шляхом нанесення багатоколірного друку;
- застосування багатооборотної тари;
- удосконалення процесу збирання відходів, сортування, повторного перероблення й утилізації;
- розроблення матеріалів, що деструктуються під впливом світла, мікроорганізмів, кисню.

Тобто під час створення конкурентоспроможної пакувальної і поліграфічної продукції, ресурсоощадних технологій та обладнання для її виготовлення зазначені вище питання необхідно розглядати саме у такому аспекті.

Розвиток пакування, розширення його асортименту, сучасних конструкцій, дизайну та інформативності й пакувальної індустрії завжди і в будь-якій країні є свідченням зростання ефективності добробуту, економічного стану, культури та покращання життя людей – важливих і взаємопов'язаних між собою критеріїв, які сприяють розвитку один одного.

Серед низки важливих загальнодержавних чинників пакування сприяє і сприятиме у майбутньому виходу України до рівня світових та європейських країн-лідерів, завоювання визнання світової спільноти, забезпечуючи високий еконо-

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

мічний, культурний і соціальний ступені розвитку майбутнім поколінням, оскільки протягом життя нас оточують важливі та життєво необхідні продукти, товари, вироби, створені людиною, які потребують зберігання, транспортування й забезпечення їхніх споживних властивостей.

Подальший розвиток пакувальної індустрії щодо асортименту, якості, екологічності та безпечності матеріалів і пакування вимагає відповісти на такі запитання:

- Які види тари, пакування та їхнього асортименту стануть пріоритетними для фасування й упакування різноманітних товарів і продуктів найближчими роками?
- Яким чином продукція буде постачатися від виробника до торгових підприємств і споживачів?
- Яким чином екологічні аспекти розвитку пакування впливатимуть на життя та здоров'я людини і суспільства?
- Якою буде структура пакувальної індустрії у світі, в різних регіонах і країнах?

Відповідь на поставлені запитання не може бути однозначною, а потребує глибокого аналізу з урахуванням результатів розвитку світової економіки минулого та сучасного періодів, прогнозуванням тенденцій та сценаріїв у розвитку світу в майбутньому.

Міжнародна організація World Future Society, яка досліджує зазначені проблеми з урахуванням результатів досліджень вчених в різних суміжних галузях економіки та економічного розвитку країн світу, у тому числі Японського та Південнокорейського економічного буму, формування глобального світового ринку, впровадження нано- і біотехнологій та результатів науково-технічного прогресу у всіх галузях промисловості, визначає такі головні світові тенденції й прогнози розвитку пакувальних матеріалів і пакування: [2, 9, 10, 21]

- наступні кілька десятків років будуть характеризуватися стрімким економічним зростанням;

- промислові й фінансові структури в інтересах своїх корпоративних стратегій мають швидко реагувати на новітні якісні зміни у технологіях і процесах;
- технологічна еволюція в охороні здоров'я сприятиме збільшенню тривалості життя до 120 років (уже до 2020 р.), що впливатиме на кон'юнктуру ринків, попит на товари й послуги;
- людство стане більш зрілим, а населення матиме більше чинників до покращання рівня свого життя;
- автоматизація технологічних процесів виробництва і застосування роботів можуть призвести до перевиробництва товарів та послуг у деяких індустріально розвинених регіонах;
- телекомунікаційні технології радикально впливатимуть на вибір товарів і послуг споживачами, що, безумовно, призведе до реструктуризації традиційних схем та систем, дистриб'юції й роздрібної торгівлі;
- прогнозується стрімкий розвиток невеликих компаній, які компенсуватимуть зменшення робочих місць створенням великих корпорацій;
- для покращання свого життя населення буде переселятися з великих міст у райони сільської місцевості.

За результатами досліджень, проведених Стратегічним комітетом Швеції, до складу якого входять провідні вчені університетів, науково-дослідних інститутів та висококваліфіковані спеціалісти пакувальної галузі, з урахуванням рушійних сил і неоднорідності розвитку світового виробництва харчової продукції та промислових товарів, різного економічного стану країн світу, було зроблено прогноз розвитку пакування, пакувальних матеріалів, їхнього асортименту, конструкцій, дизайну, привабливості.

При цьому були визначені пріоритетні чинники, що впливатимуть на розвиток пакування у майбутньому. Стратегічно найважливішими напрямками, ефективними засобами та чинниками майбутнього пакувальної індустрії будуть:

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

- безперервний розвиток виробництва і пошук нових прогресивних рішень, ресурсощадних та екологічно безпечних технологій і процесів, сировини й матеріалів, які наближають продукцію до споживача, забезпечуючи їй конкурентоспроможність і підвищений попит на внутрішньому та зовнішньому ринках;
- урахування потреб споживачів у визначенні пріоритетних напрямів розвитку виробництва матеріалів, тари і пакування;
- розроблення й впровадження у виробництво, з урахуванням вимог торгівлі, нових видів, форм, дизайну матеріалів, тари і пакування для фасування, упакування, транспортування та зберігання як продуктів харчування, так і непродовольчих товарів.

Маркування залишатиметься важливим елементом пакування, яке визначатиметься оригінальним дизайном, урахуванням індивідуальності розфасованої в нього продукції та інформацією щодо екологічних властивостей продуктів, товарів та інших споживних цінностей, наприклад, вмісту або відсутності генномодифікованих об'єктів, шкідливих харчових добавок або відповідність вимогам, що висуваються до органічної продукції. Не можна не враховувати також важливість маркування пакування, через яке відбувається діалог між виробником і споживачем. Виробник, який є власником торгової марки продукції, буде намагатися через маркування за допомогою етикеток або інформації на пакуванні повідомляти споживача про харчову цінність та показники якості свого продукту. При цьому індивідуальність пакування оригінального дизайну, використання світового досвіду гармонізації з упакованою продукцією й використання маркування як інструмента збуту та реклами будуть визначати подальший розвиток пакування.

Екологічні аспекти розроблення, виробництва, використання тари і пакування протягом життєвого циклу та можливість повторного використання їхніх відходів (рециклінгу), які можуть бути цінною сировиною при використанні в різних галузях економіки, набуватимуть подальшого удосконалення.

Зниження шкідливого впливу відходів пакування має реалізуватися вирішенням наступних завдань: зниження обсягів виникнення використаних тари і пакування; утилізація відходів пакування (рециклінг матеріалів, органічне перероблення, контрольоване спалювання з використанням отриманої енергії); захоронення відходів використаних тари й пакування.

Розроблення пакування вимагає, окрім зниження негативного впливу на довкілля, дедалі ефективнішого вирішення питання щодо економії ресурсів на його виробництво, а також зростання кількості обігів та отримання максимального прибутку від реалізації продукції. Це означає процес оптимізації конструкції пакування за рахунок зниження кількості витрачених матеріалів і ресурсів та зниження ефекту негативного впливу на екологію навколишнього середовища [181].

Створення і впровадження ефективних документів нормативного забезпечення пакувальної галузі, їхньої уніфікації та гармонізації з європейськими й міжнародними стандартами у сфері виробництва пакувальних матеріалів, тари і пакування та використання їхніх відходів як цінної репродуктивної сировини, інтерес до якої зростає з підвищенням екологічної свідомості населення, дає змогу завершити кругообіг матеріалів без шкоди для навколишнього природного середовища.

Необхідним є розширення наукових досліджень з розроблення сучасних пакувальних матеріалів, процесів і обладнання для виготовлення тари та пакування, у тому числі очисного для перероблення відходів, впровадження самоокупних, ресурсощадних і безвідходних або маловідходних технологій, застосування відновлюваних джерел енергії тощо. Для цього є доцільним об'єднання підприємців-вироб-

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

ників та промислових споживачів пакування, підприємств сфери збирання, сортування й утилізації відходів пакування і підприємств комунального господарства, а також створення на цій основі структури для координування, прогнозування й програмування перспективних напрямів розвитку пакувальної індустрії.

На думку спеціалістів, саме споживач, через своє відношення до того чи іншого виду пакування, до надійності забезпечення захисту продуктів і товарів від будь-яких сторонніх впливів, ініціює його розвиток.

Якщо брати до уваги світовий показник зростання міжнародної торгівлі, який перевищує показник росту світового виробництва майже у два рази, то вплив розвитку торгівлі й транспорту на пакування, перш за все, визначатиметься органічним поєднанням основних принципів створення логістичних систем з різними видами тари й пакування як елементів цих систем. Промислова торгівля розвивається у напрямі підвищення попиту на транспорт, а, значить, і попиту на різноманітне транспортне пакування.

Слід зазначити: уже нині для світової економіки є більш важливим вирішення проблем транспортних перевезень, ніж проблем пакування, а тому саме сучасні види тари й пакування сприятимуть зменшенню такого навантаження транспорту на довкілля.

Аналіз і узагальнення інформації, науково-технічної й патентної літератури з проблем пакувальної галузі, відомих у світі пакування інформаційних джерел, результатів досліджень вчених різних країн і спеціалістів зі створення пакувальних матеріалів й пакування та екологічно безпечних і ресурсощадних технологій, процесів та обладнання для їхнього виготовлення вказує на такі перспективні напрями розроблення й впровадження матеріалів, тари і пакування:

- збільшення обсягів і видів матеріалів, тари та пакування на ринку, що відповідає принципам розвитку світової торгівлі, новим концепціям розподілу товарів;
- розширення асортименту та нових конструкцій пакування з використання широкою гамою пакувальних мате-

- ріалів, зручних і безпечних для споживача, пристосованих до сучасних технологічних процесів виробництва та фасування, технологій їхнього складування й транспортування;
- зростання обсягів використання паперу (картону) та полімерів (на сьогодні це уже понад 70% від усіх використовуваних пакувальних матеріалів) за рахунок створення різноманітних модифікацій, широкого асортименту комбінованих і композиційних пакувальних матеріалів;
  - економічно обґрунтоване використання пакувальних матеріалів зі зниженням маси пакування на одиницю запакованого товару чи продукту з високим комплексом бар'єрних та захисних властивостей;
  - збільшення частки споживного і транспортного пакування багаторазового використання;
  - створення пакування з новим комплексом споживних та інформаційно-реklamних функцій, які полегшують ідентифікацію та споживання продукції;
  - уніфікація розмірів і форм пакування з вимогами міжнародної стандартизації;
  - виключення шкідливих для людей та довкілля речовин із композиції пакувальних матеріалів;
  - впровадження сучасних технологій художнього оформлення, декору, маркування й кодування пакування для досягнення його привабливості, інформативності, зручності, захисту від підробки та для задоволення вимог і потреб споживача;
  - пристосування пакування до вимог та умов його утилізації й використання репродуктивної сировини згідно з вимогами екологічної сертифікації;
  - розроблення технологій та обладнання, що задовольняють усім сучасним вимогам безпечного виготовлення, фасування, закупорювання та оформлення тари й пакування з широким діапазоном продуктивності, автоматизації, надійності, з використанням нових та екологічно безпечних матеріалів.



## **1.2. Характеристика та регламентування основних функцій паперового пакування**

Пакування – один із найдревніших винаходів людства. Близько 50 тис. років до нашої ери первісна людина – неандерталець – якимось чином зрозуміла, що їжу й воду можна зберігати у посудинах (ємкостях), видобаних із підручних матеріалів: кісток, каменю або дерева. Упакувати і зберігати продукти харчування людей навчила сама природа. Так виникло перше пакування. Через багато років люди навчилися застосовувати посудину з обпаленої глини, потім винайшли гончарне коло, що стало значним кроком розвитку пакування, покращання умов існування та життєдіяльності людства. Ще через багато років людина розпочала використовувати для зберігання продуктів дерев'яні бочки і бурдюки зі шкіри тварин, з'явилися штучні пакувальні матеріали, без яких життя людини, розвиток цивілізації були б немислимі.

Скляний посуд з'явився у древньому Єгипті близько 5 тис. років тому, а папір виготовляли в Китаї понад 2000 тис. років тому, і лише у XII ст. його почали виготовляти в Європі. У 1798 р. було винайдено устаткування для виробництва паперу, який незабаром почали використовувати для упакування різних продуктів, товарів, виробів.

На початку XIX ст. розпочалося виробництво консервних банок, а потім – металевих туб для фарби і зубної пасти.

Перше пластмасове пакування з'явилося лише у 30-ті роки минулого століття. Однак, інтенсивно таке пакування стало розвиватися тільки після другої світової війни. Тоді ж з'явилися перші металічні (жерстяні й алюмінієві) банки для напоїв. З розвитком цивілізації, до середини XX ст. використовувалися чотири основні пакувальні матеріали: папір (картон), скло, пластмаси й метали. З другої половини XX ст. до них приєдналися комбіновані пакувальні матеріали. У цей же час в багатьох країнах були створені науково-дослідні, конструкторські, дизайнерські та навчальні структури у сфері пакування. За допомогою пакування, задовольняючи потреби широких верств населення різних країн, уже

стали вирішувати проблеми зберігання товарів і продуктів та успішного просування їх на внутрішньому й міжнародному ринках, оскільки воно виконувало найважливіші функції у системі взаємодії «продукт – навколишнє середовище», але тільки якщо продукт або виріб упаковані належним чином і зберігаються за відповідних умов, наприклад, температури й вологості [186].

Неадекватне пакування і порушення режимів зберігання є основними факторами, які негативно впливають на якість і безпечність такої продукції:

- висока температура та постійне її коливання призводять до структурних змінювань і втрати органолептичних властивостей;
- під впливом дії світла й теплового випромінювання відбувається зміна кольору виробів, зростає фактор мікробіологічного ризику;
- волога викликає «жирове й цукрове посивіння» виробів, втрату їхнього блиску, появу липкості та порушення текстури;
- вплив кисню призводить до прогоркання жирів, деструкції білків і вітамінів – як результат окислювальних процесів, що при цьому відбуваються;
- недостатня герметичність пакування призводить до механічного забруднення продукту та проникнення бактерій і мікроорганізмів, котрі сприяють його псуванню;
- неякісне пакування може стати причиною втрат продукції, характерного їй смаку та аромату.

Життєвий цикл продукту складається з кількох стадій: розроблення, виробництво, розподіл, споживання, нарешті, утилізація відходів на цих стадіях. Сучасний продукт «живе» у різних географічних, кліматичних та національних регіонах і залежить від різних виробничих структур, конкретних людей, які тим або іншим чином залежать один від одного. Пакування розглядається як такий самий продукт, можливо,

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

лише з різною тривалістю стадій свого життєвого циклу. На кожній стадії воно виконує своє найголовніше завдання – доставити товари та продукти від виробника до безпосереднього споживача без зниження якості, втрат і пошкоджень. На цьому шляху існує багато перешкод, отож щоб їх подолати, слід визначити ті основні вимоги, завдання й функції, які висуваються до пакування для вирішення головного його завдання [11, 16, 85].

Існують різні визначення цих функцій, більш того, їхній розподіл чи пріоритетність є різними для суспільства залежно від рівня його економічного розвитку; загальні зміни виробничих, суспільних, політичних відносин у світі також впливають на ці пріоритети. Для загального розуміння функції пакування можна згрупувати таким чином (рис. 1.1):



Рис. 1.1. Основні функції пакування

Взагалі, пакування має, відповідаючи вимогам продукту, споживача, ринку, виготовлятися, наповнюватися, транспортуватися, виставлятися, реалізуватися, використовуватися та утилізуватися. На жаль, розробникам пакування не завжди вдається знайти компромісні рішення для задоволення усіх вимог до нього. Як правило, від цього компромісу найчастіше потерпають економічність та екологічність пакування – вимоги, які часто не беруться до уваги. Для того, щоб відповідати усім вимогам і мати можливість приймати правильні рішення під час проектування, розробки й виготовлення пакувань, потрібна спільна праця багатьох фахівців та експертів з маркетингу, дизайну, економіки, матеріального забезпечення, захисту довкілля, науковців різних галузей науки – хімії, фізики, біології, екології, медицини та галузей промисловості: целюлозно-паперової, хімічної, металообробної, текстильної та інших, а також сільськогосподарського комплексу.

Головною функцією пакування є захист продукту на усьому шляху від фасування до споживання. При цьому важливо забезпечити захист його від протікання чи висипання, від псування й змін складу, зовнішнього вигляду і властивостей (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Захисна функція пакувань

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

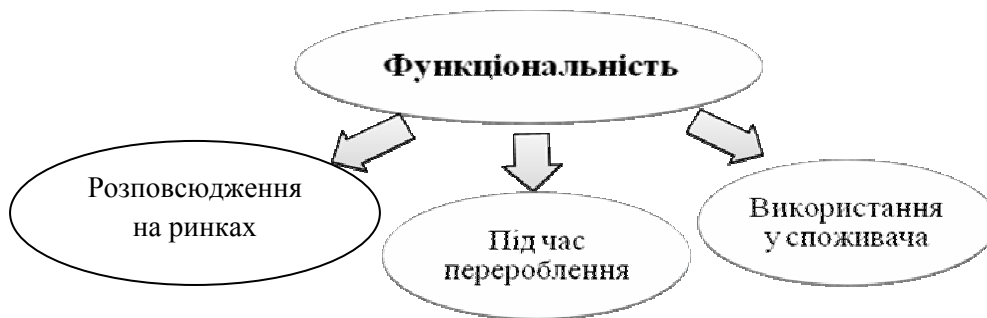
---

Також важливо захистити продукт від простого фізичного пошкодження. Воно може статися на усьому шляху від виробника до споживача в результаті падіння пакування з конвеєра технологічної лінії, пошкодження його під час тряски, стискання та вібрації у транспортному засобі, на товарних складах або проколювання. Від таких пошкоджень не застрахований жоден товар – від харчових продуктів до фарфорових, скляних, ювелірних або електронних виробів. Для цього важливим є проведення дослідних випробувань пакування з продуктом у реальних умовах транспортування та використання, аби визначитися з нормами показників різних характеристик і властивостей.

Нарешті, продукт необхідно захистити від змін властивостей під впливом хімічних або біологічних дій, які спричиняються життєдіяльністю мікроорганізмів: бактерій, пліснявих грибів. Це призводить до зміни запаху, зовнішнього вигляду тощо. Псується продукт також під впливом зовнішніх факторів довкілля – кисню, повітря, вологи, температури, світла, іноді це призводить до окиснення (олії, жири) або до висихання (хлібобулочні вироби), втрати аромату (кава, чай, парфуми, косметика), або появи стороннього запаху (цукерки, шоколад).

Протягом усього життєвого циклу пакування має запобігати усім цим змінам: споживне – зберігати якість товару, транспортне – запобігати механічним пошкодженням, відповідаючи вимогам та умовам його транспортування й складування.

Споживна функція пакування – це, перш за все, зручність пакування під час його наповнення та використання у споживача (рис. 1.3). Ця функція задовольняється, як правило, за рахунок конструкції, форми, об'єму та розмірів.



*Рис. 1.3. Споживна функція пакувань*

Під час застосування пакування дуже важливо, щоб воно було стійким до падіння. На це, як правило, впливає матеріал та форма пакування. Легкі полімерні пляшки менш стійкі, ніж скляні. Те саме стосується вузького та більшої довжини пакування, порівняно з коротким і широким. Пакування, яке не може самостійно стояти у вертикальному положенні, потребує спеціальних засобів для захвату й утримання, використання яких уповільнює процес фасування або закупорювання, потребує збільшення витрат, призводить до зростання собівартості товару.

Для найкращого розповсюдження товару на ринках пакування має вільно й ефективно розміщуватися у транспортному пакуванні, у вантажних транспортних одиницях на піддонах або без них для забезпечення механізації та автоматизації процесів навантаження, розвантаження й транспортування товарів. Це саме стосується оптимального розміщення товарів та продуктів у вітринах магазинів і на прилавках супермаркетів. Для цього у пакуванні застосовуються спеціальні конструктивні елементи (ручки, виїмки, поглиблення тощо) та системи маркування й кодування для автоматичного управління переміщенням товарів на складах і в магазинах.

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

Особливо важливою функцією для споживача є можливість використовувати саме рекомендовану дозу продукту без зайвих його втрат, легкого відкривання будь-якого пакування або майже автоматичного виконання операцій «відкрити» – «закрити» за умови довготривалого користування товаром, ефективно розмістити товари та продукти у відведених для цього місцях, розігріти або охолодити продукти в домашніх умовах, інших вимог і функцій, яких потребує споживач. У споживача є постійна потреба якнайбільше дізнатися про продукти й товари, які він споживає. Саме тому дизайнери та виробники, виконуючи вимоги до розміщення інформації на пакуванні і використовуючи результати дослідження ринку маркетологами, шукають та застосовують різні прийоми, способи, методи для задоволення інформативності пакування. Ці дії спрямовані на інформацію про легальність, розповсюдження, призначення продукту та його рекламу (рис. 1.4).

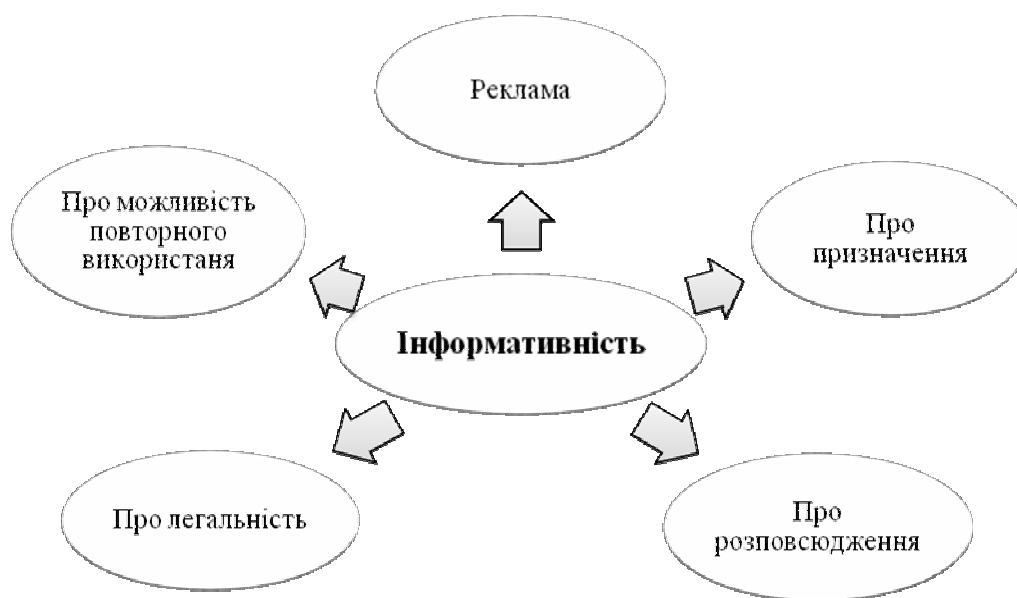


Рис. 1.4. Інформативна функція пакувань

Інформація про легальність продукту, перш за все, включає нормативний документ (ДСТУ, ТУ), назву продукту, його виробника, адресу, масу чи об'єм, кінцевий термін використання, склад інгредієнтів, застереження щодо використання.

Про розповсюдження продукту, як правило, свідчать штрихові або матричні коди. Ця інформація розміщується як на споживному, так і на транспортному пакуванні.

Важливою проблемою сьогодення є поводження із відходами, котрі накопичуються після використання пакування. Забезпечення чистого навколишнього середовища вимагає вирішення чималої низки завдань, серед яких: кількість відходів, у тому числі відходів пакування, економіка системи збирання та утилізація відходів; підприємства, що задіяні (функціонують) у сфері поводження з відходами і перероблення вторинної сировини; захоронення на відповідних полігонах, що займають сотні тисяч гектарів придатної для ведення сільськогосподарської діяльності землі, і спалювання у сміттєспалювальному обладнанні.

Для створення системи утилізації побутових відходів, куди селективно відносяться й відходи пакування, використання їх як вторинної сировини, на сучасному етапі розвитку суспільства необхідно визначатися і вирішувати такі проблеми, а саме: сфери утворення відходів та їхній конкретизований композиційний склад; хто має відповідати за їхнє утворення: хто, яким чином і чому має брати участь у їхньому селективному збиранні, сортуванні, наступному переробленні та повторному використанні як сировини для виробництва нових матеріалів і виробів. Важливо також визначитися з продукцією, яку можна технічно (й економічно доцільно) виготовляти з використанням відходів. Вирішення цих та інших проблемних завдань і задач сприятимуть розробленню й функціонуванню конче необхідної системи, яка сприяла б інтеграції нашої країни до єдиної і чистої Європи.

Таким чином, для забезпечення ефективності технологічних, екологічних та економічних аспектів щодо створення й використання пакування і пакувальних матеріалів як виробів продукції необхідно розглядати їхній робочий цикл або цикл життя, який розпочинається з проведення маркетингових досліджень, реалізації результатів конструювання, моделювання, розроблення технології, виробництва, експлуатації, утилізації чи споживання.



### **1.3. Особливості виробництва, асортименту і застосування паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів**

Сучасна пакувальна індустрія перетворилася в категорію економіки, що об'єднує спеціалістів та підприємців багатьох галузей виробництва і тісно пов'язана з лісопромисловим комплексом, целюлозно-паперовою, нафтохімічною, металургійною, харчовою, переробною галузями, поліграфією, машинобудуванням, дизайном, логістикою, транспортом і, звичайно, господарством для зберігання продукції, товарів, виробів, матеріалів.

Таропакувальна продукція відіграє важливе значення у наповненні ринку товарами, а сучасне та раціональне пакування є ключем до економічного прогресу. Завдяки розвитку пакувальної індустрії проблеми щодо забезпечення необхідними товарами й продуктами віддалених від промислових центрів районів значно змінилися.

Від правильного вибору пакування залежить збереження продукції, інформація щодо того або іншого товару, виробів, їхньої реалізації, а також зниження їхнього забруднення й псування. Тому головна вимога – покращувати та удосконалювати пакування до рівня якості, за якої воно стане корисним і зручним для покупців. А це свідчить, що серед чинників, які призводять до успіху впровадження на ринок нової продукції, має враховуватися і пакування.

Таким чином, можна стверджувати: сучасні шляхи розвитку світової економіки, вплив процесів глобалізації, соціальні, політичні та демографічні зміни у суспільстві визначили об'єктивні напрями розвитку сучасного пакування, які передусім ґрунтуються на мінімізації у використанні матеріалів та енергоресурсів для його виготовлення, створенні для споживачів оригінальних за формою, конструкцією й дизайном пакувань, які стануть гармонічним доповненням і завершальним штрихом до високоякісної запакованої у нього продукції.

В останнє десятиліття спостерігається гостра конкуренція між традиційними таропакувальними матеріалами з металу, скла, картону, паперу, деревини, тканини і нових прогресивних видів пакувань на основі полімерних та комбінованих матеріалів. При цьому у деяких сферах економіки перевагу отримують полімерні і комбіновані матеріали.

До цього потрібно додати, що універсального пакувального матеріалу в природі не існує. Залежно від продукту, що упаковується, та сама властивість пакування може бути як корисною, так і шкідливою. Наприклад, прозорість пакування у деяких випадках бажана, щоб візуально оцінити якість продукту, але вона небажана для продуктів, чутливих до впливу світла, особливо в ультрафіолетовому діапазоні частини спектра. Іншим прикладом може бути газопроникність пакування. У багатьох випадках вона має бути мінімальною, оскільки під впливом кисню відбувається псування продуктів. Однак у випадку упакування фізіологічно активних продуктів (свіжі овочі, фрукти, ягоди), що вимагають для нормальної життєдіяльності постійного надходження кисню і видалення вуглекислого газу, газопроникність не лише бажана, але й необхідна.

Зарубіжний досвід виробництва та застосування традиційних і нових пакувальних матеріалів, свідчить про те, що кожен з них має свою сферу застосування, а оптимальне співвідношення між ними зазнає постійних коливань залежно від багатьох факторів, головними з яких є кон'юнктура на ринку пакування, економічна й екологічна характеристики, санітарно-гігієнічні, бар'єрні та інші властивості.

За даними міжнародних експертів з питань пакувальної галузі у Європі як пакувальні матеріали щорічно використовуються понад 30 млн т паперу й картону. З огляду на конкуренцію, пакування на основі целюлози (папір і картон) з пакуванням скляним, металевим і дерев'яним воно має бути конкурентоспроможним, аби зберегти й збільшити частку ринку. До поняття конкурентоспроможності паперу входять

## **Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

---

такі аспекти як зменшення витрат сировини, простота поставання, економія та екологічна безпека на усіх етапах виробництва та застосування, підвищення бар'єрних властивостей, можливість і поліпшення його перероблення й регенерації.

Бар'єрні властивості паперу (картону) поліпшують різними способами, а саме: підвищенням щільності матеріалу під час каландрування; застосуванням хімічних речовин, які вводяться до паперової маси перед формуванням паперового полотна, за допомогою полімерних покриттів, нанесених на його поверхню, а також шляхом створення комбінованих (ламінованих, кашируваних) матеріалів. Основне призначення бар'єрного покриття – створити захисний шар, що запобігає міграції будь-яких речовин до вмісту упакованого продукту ззовні чи з паперу (картону), зберегти початкову міцність у вологому середовищі, забезпечити захисні вимоги – необхідний рівень опору проникненню води, водяних парів, жиру, олії, газу, запахів, зберігання форми і зовнішнього вигляду пакування тощо.

Як покриття використовують різні полімерні добавки (стирол-бутадієни, акрилати, метакрилати, поліолефіни, вінілацетати, їхні співполімери і природні біополімери), добавки й наповнювачі, дисперговані у воді, до яких відносяться шелатуючі агенти, загусники, воски, піногасники та інші речовини.

Для виготовлення різних видів тари і пакування, що використовуються у харчовій, переробній та інших галузях економіки, застосовують пакувальні матеріали із захисними (бар'єрними) властивостями, до яких висуваються більш високі вимоги, включаючи зовнішній вигляд, збереженість запаху й смаку продукції, виключаючи проникнення сторонніх, схоронність і захист вмісту пакування від зовнішніх впливів, яке має відповідати також санітарно-хімічним властивостям і нормам.

Особливі вимоги висуваються також до матеріалів і пакування, що вимагає транспортування, тривалого збері-

## Паперові пакувальні матеріали

гання, складування, – вони мають бути стійкими до згинання й ударів, зберігаючи при цьому захисні властивості.

Пакувальні матеріали на основі паперу і картону, у тому числі з поверхневим покриттям і комбіновані після застосування або відходи від виробництва пакування повинні мати надійні та економічно-ефективні способи повторного застосування й регенерації, забезпечувати застосування відходів і браку безпосередньо у виробничому процесі ПРМ, чи без значних технологічних утруднень перетворення їх на паперову масу, придатну для виливання, формування й виготовлення нової картонно-паперової продукції.

Прогнози зарубіжних експертів щодо розвитку ринку пакування на період до 2020 р. [235, 242], наведені на рис. 1.5–1.10, характеризують тенденції його розвитку, співвідношення пакувальних матеріалів у виробництві пакування та його використання у різних секторах економіки країн Європи і світу, у тому числі в доларовому еквіваленті, головних лідерів – виробників паперу та картону для пакувальної індустрії і переконують у перспективності подальшого розвитку цієї галузі.

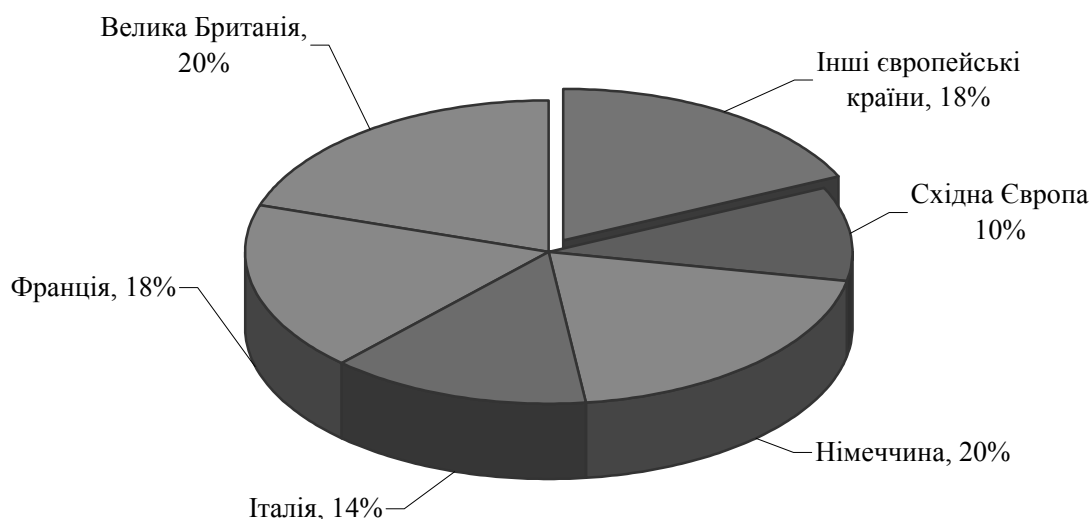


Рис. 1.5. Частки країн Європи у виробництві пакування (у грошовому еквіваленті)

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

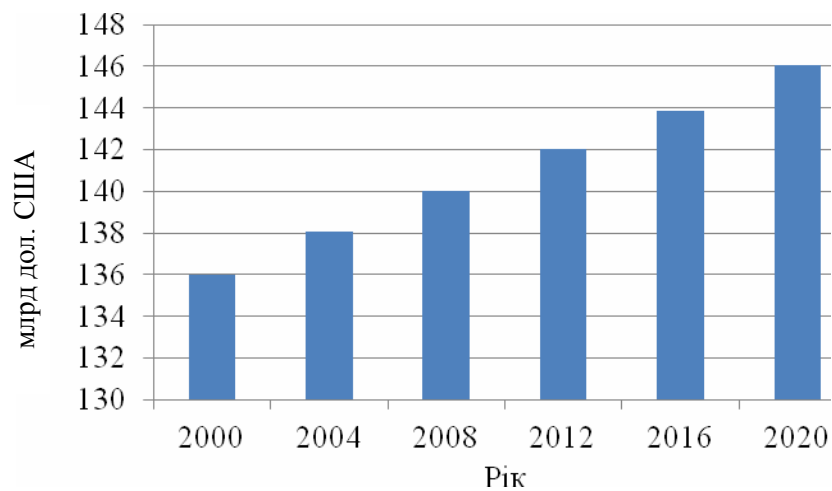


Рис. 1.6. Тенденції виробництва пакування у Європі

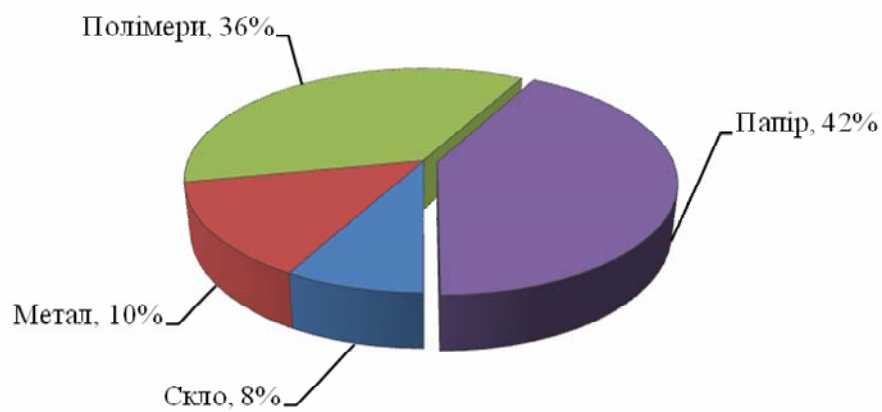


Рис. 1.7. Структура використання пакувальних матеріалів у виробництві пакування у Європі

## Паперові пакувальні матеріали

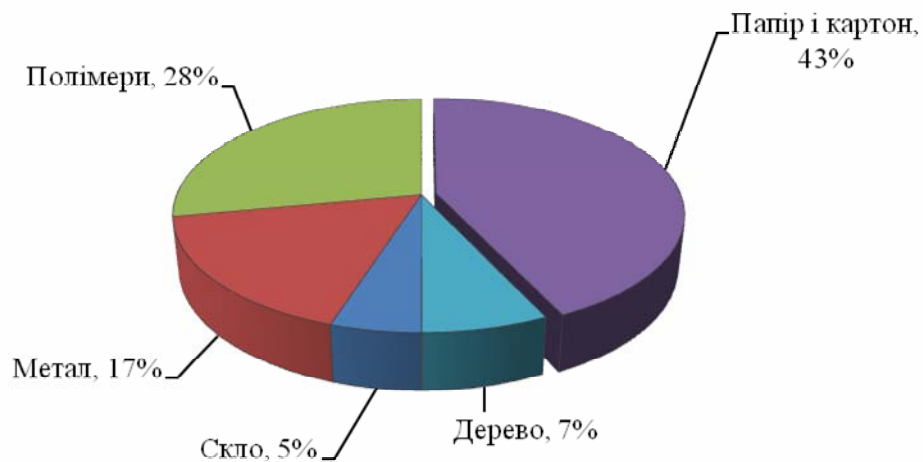


Рис. 1.8. Структура використання пакувальних матеріалів у харчовій промисловості світу

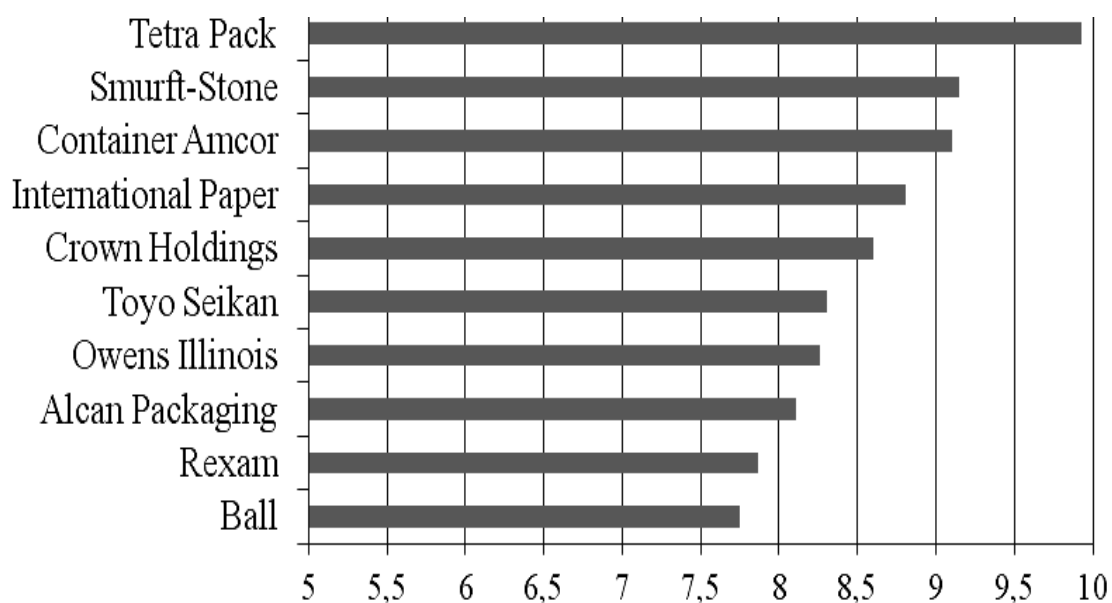


Рис. 1.9. Лідери світового пакувального ринку, млрд дол. США

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

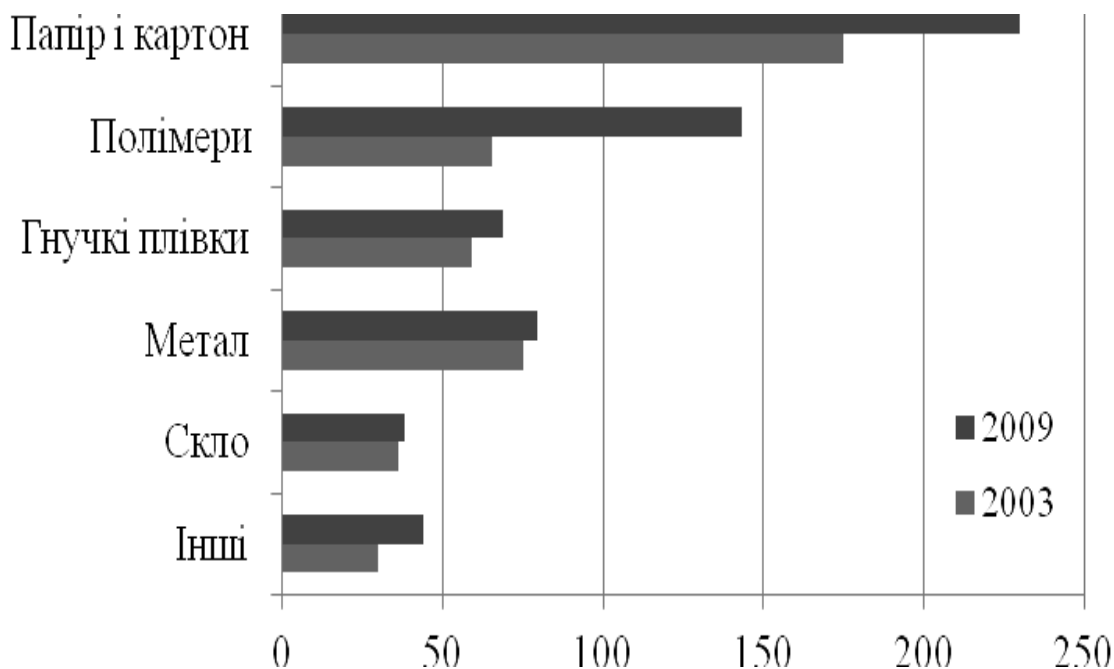


Рис. 1.10. Обсяги та прогноз застосування матеріалів у виробничому пакуванні у 2015 і 2020 рр. (млрд дол. США)

І хоча за обсягами споживання продукції Україна ще відстає від розвинених країн Західної Європи і Північної Америки, практично усі оператори ринку стверджують: мода на ринку пакування не з'являється сама по собі – його (ринку) диктують, з одного боку, виробники сировини і первинної продукції, з іншого – безпосередньо виробники пакування. Приміром, маленькі пластикові чашечки, до яких розфасовуються вершки для кави, коштують у три рази дорожче, ніж самі вершки. Однак, незважаючи на ціну, цей товар аж ніяк не втрачає популярності у споживачів. Так, рис. 1.5 свідчить, що три із чотирьох світових лідерів з виробництва пакування мають пряме відношення до паперової індустрії. Концерн Tetra Pack використовує папір у виробництві комбінованого (правда, його сутужніше утилізувати) пакування. На другому місці – лісопромислова компанія Smurfit-Stone, що працює, головним чином, на ринку Канади і США. International Paper відома на українському ринку перш за все

як постачальник офісного паперу і крейдованих видів картону, хоча асортимент продукції цієї компанії дуже широкий.

Ситуація у країнах Євросоюзу (ЄС) свідчить [211, 214], що споживання пакування прямо пов'язане з економічним рівнем держави. Саме тому економічні лідери цивілізованої Європи займають провідні позиції і в споживанні пакування. Це Німеччина (23% від загального обороту), Франція (18%), Італія (14%), Велика Британія (20%). Цікаво, що частка обсягів споживання пакування європейських (та й світових) лідерів у виробництві паперу і картону – скандинавських країн – відносно незначна: Швеція – 4%, Фінляндія – 2%. Це стосується пакування у цілому, тобто йдеться і про пластик, метал, скло та інші матеріали, – галузях, які у скандинавів не особливо розвиваються. У цілому пропорції споживання за видами пакування зберігаються у всіх країнах. Однак є низка цікавих виключень. Так, наприклад, загальне споживання пакування у Бельгії більше, аніж в Австрії, але австрійці споживають значно більше пакувальних матеріалів з деревини. Щодо усіх інших видів пакування, то бельгійці ведуть перед. Особливо істотний відрив спостерігається у споживанні паперового й пластикового пакування. Схожі результати отримуються, порівнюючи Німеччину і Францію. Німці у цілому споживають більше пакування, однак французи, використовуючи менше пластикових матеріалів, споживають більше пакування з дерева і скла, ніж німці. Очевидно, причини у тім, що історичні традиції пакувальної галузі у цих країнах різні.

Щодо споживання паперового пакування серед країн ЄС лідирують Франція, Німеччина, Італія й Велика Британія. У споживанні пластикового пакування – ті самі країни плюс Іспанія.

Серед різноманіття пакувальних матеріалів, що виготовляються різними країнами світу, матеріали на основі паперу і картону, незважаючи на неухильне зростання полімерних матеріалів, посідають стійкі позиції і зберігають свою частку на ринку пакування на рівні 40–50%.



## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

За твердженням зарубіжних науковців, частка пакувальних матеріалів на основі паперу у таких країнах як США, Німеччина та інші країни Західної Європи, буде зростати. Так, у ФРН щорічно виготовляють до 5 млн т паперових пакувальних матеріалів. Темпи зростання потреби у цій продукції складають понад 2% на рік. У США виробництво пакувальних видів паперу й картону зростає щорічно на 1,5%, у тому числі для пакування харчових продуктів на 0,9%, що складає 1,79 млн т. У Канаді, згідно з прогнозами науковців, споживання пакувального паперу складає більше 320 тис. т [259].

Серед європейських країн Франція посідає перше місце з виробництва пакувального паперу – близько 41% цієї продукції, що виготовляється у країнах Європи. Швеція серед скандинавських країн посідає перше місце з виробництва пакувальних видів паперу й картону, обсяги їхнього виробництва – більше 1700 тис. т на рік.

У целюлозно-паперовій промисловості Польщі швидкими темпами буде зростати виробництво обгорткового паперу, пергаменту. В Угорщині останніми роками розширено потужності з випуску паперу для пакування, такого як мішкового і металізованого.

Підприємства харчової промисловості України використовують широку гаму видів і марок паперу, що застосовується для упакування різних видів продукції. А упакувати необхідно: фасовану олію й маргарин, масло вершкове і маргарин-моноліт, сир та сиркові вироби, морозиво, кондитерські й м'ясні вироби, харчові концентрати, напівфабрикати, ковбаси і дріжджі. Упаковування цукру, солі, мила, тютюнової продукції, парфумерно-косметичних виробів вимагає своїх видів паперу. Існує потреба у відповідних видах паперу для вистилання ящиків під готову продукцію, для упакування медичних препаратів та багатьох інших видів продукції.

Значна частина пакувальних видів паперу в Україні не виготовляється, а завозиться, головним чином, з Росії, Фінляндії, Німеччини, Норвегії, Польщі. До початку 90-х років минулого століття в Україні відчувався дефіцит на такі матеріали як пергамент і спеціальні види підпергаменту, виробництво яких у країні було цілком відсутнє.

Потреба харчової, переробної та інших галузей економіки України в пакувальних матеріалах на 1990–1991 рр. (період початку розроблення вітчизняних пакувальних видів паперу та освоєння їхнього промислового виробництва) складала приблизно 15–16 тис. т на рік з перспективою зростання до 18–19 тис. т на рік до початку 2015 р.

Однак, у період з 90-х років минулого століття підприємства практично усіх галузей промисловості працюють значно нижче своїх можливостей, випуск продукції ще не стабілізувався на потрібному рівні і, відповідно, потреба у спеціальних видах паперу для пакування харчових продуктів складає близько 8–10 тис. т на рік. Значне зростання потреби у спеціальних видах паперу можливе лише тоді, коли усі галузі народного господарства будуть працювати на повну потужність.

За показником споживання пакувальних матеріалів на особу на рік у країнах Євросоюзу лідирують Голландія і Люксембург (по 262 кг), за ними – Данія (239), Франція (238), Італія (237) і Швеція (216). Середній показник у країнах ЄС – 197 кг пакування на особу на рік, для порівняння в Україні – близько 80 кг [253].

Що стосується пакування з паперу й картону, то тут абсолютним лідером з великим відривом є Голландія – 155 кг на особу на рік. Інші країни істотно відстають.

«Найпластиковішою» країною за цим показником є Люксембург – 66 кг на особу, а середній показник у країнах ЄС – 85 кг.

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Паперове й картонне пакування британського ринку складає 45,5% пакувального ринку, пластикове – 31,3%. Інші матеріали істотно відстають. Це у цілому відповідає загальноєвропейському становищу і надає уяву про те, яке місце займає папір на ринку пакування. Експерти впевнені, що найвищий попит у найближчому майбутньому залишиться за картоном. За ним – пластик, потім скло, а уже після цього папір.

Таким чином, слід припустити, що позиції картонного й паперового пакування на ринку залишаються непорушними і будуть тільки зміцнюватися у конкуренції з пластиком.

Найбільші світові виробники пакувального картону MeadWestvaco, Stora Enso і International Paper контролюють понад 20% світового ринку картону. Цікаво, що ці компанії практично не виготовляють макулатурні види картону. Однак, у першій двадцятці присутні кілька компаній, котрі спеціалізуються на виробництві лише (чи головним чином) макулатурного картону. Це Mayr-Melnhof, Reno De Medici, Oji, Smurfit-Stone Container, Hansol, Caraustar Industries.

Від пакувальних матеріалів, що виконували раніше насамперед функцію захисту від кліматичних і механічних впливів під час транспортування, нині очікують запобіжного ефекту від найрізноманітніших зовнішніх впливів. Одночасно пакувальні матеріали мають усе більшим чином брати на себе рекламну та інформаційну функції, щодо якості, хімічного складу і компонентів упакованого продукту, умов, термінів зберігання й використання, відсутності або вмісту генномодифікованих об'єктів, граничнодопустимих шкідливих речовин (стабілізаторів, консервантів, барвників, інших харчових добавок), екологічності та можливості повторного перероблення використаних тари і пакувань, тобто повинні мати відповідні друкарські властивості й фарбосприйняття під час нанесення на їхню поверхню друкованих тексту, малюнків, тощо; мають перероблятися на високопродуктивних автоматизованих пакувальних машинах, а також відповідати умовам їхнього повторного перероблення. Без відповідних сучас-

них пакувальних матеріалів і пакування немислимі такі технологічні процеси як зберігання харчових продуктів у модифікованому газовому середовищі, мікрохвильового надвисоких частот (НВЧ) нагрівання, асептичного консервування, радіаційної стерилізації й пастеризації, виробництво концентрованих і зневоднених продуктів (у тому числі й сублімаційним сушінням).

У складі комбінованих матеріалів використовуються папір, полімерні матеріали і речовини та їхні комбінації. Для зв'язування між собою волокон основних матеріалів використовують адгезиви, серед яких можуть бути полівініловий спирт (ПВС), крохмаль або водні дисперсії латексів полімерів.

Окрім полімерів широко застосовується комбінація паперу з тонкою алюмінієвою фольгою, що використовується тоді, коли необхідно виконати одне чи кілька наступних вимог: непроникність для газів, водяних парів, ароматичних речовин, світла та УФ-променів, стійкість до води, олії, жирів, багатьох кислот, розчинників і хімікатів, стійкість до стерилізації, пастеризації й дефротації; стабільність форми пакування, здатність формування виробів способом гнуття.

Таким чином, існування великої кількості матеріалів та їхніх комбінацій дає змогу задовольнити усі вимоги, що висуваються до упакування найрізноманітніших харчових продуктів. Шляхом вибору й сполучення придатних матеріалів слід створити пакування, котре відповідало б усім вимогам для упакування конкретного продукту.

Ці вимоги визначаються хімічною природою упаковуваного харчового продукту (наявність жирів, кислотність), його фізичним станом (рідина, паста, твердий продукт), чутливістю до дії вологи, кисню, світла, необхідністю повної ізоляції від зовнішнього середовища під час зберігання. Між харчовими продуктами, пакувальним матеріалом і навколишнім середовищем протікають масообмінні процеси. Знання останніх, а також фізичних і хімічних властивостей пакувального матеріалу необхідне для правильного вибору пакування.

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Санітарно-гігієнічним законодавством регламентуються нормативи гранично допустимих норм мігруючих речовин у харчові продукти. Об'єктом таких регламентацій є мономер, пластифікатори, стабілізатори, каталізатори, інгібітори, антиоксиданти, прискорювачі, барвники, пігменти та інші можливі компоненти, а також сполуки важких металів, що входять до складу цих компонентів, супутні їм. Окрім загальних вимог, залежно від конкретного призначення матеріалу, до нього можуть висуватися специфічні вимоги.

Для упакування жирів, рослинної олії, майонезу застосовують високожиростійкі матеріали, що захищають харчові продукти від контакту з повітрям. При цьому матеріали мають бути мінімально проникні для ультрафіолетової частини світла. Жорсткі вимоги до пакувальних матеріалів пояснюються тим, що причиною поступового зниження якості олії й жирів під час зберігання є протікання складних біологічних і хімічних процесів. Окрім того, особлива роль при цьому належить процесу самоокислення жирів, що виникає при інтенсивному впливі тепла і світла. Це призводить до окислювальної деструкції зі складним ланцюгом реакцій, у результаті яких у складі олії утворюються альдегіди, кетони, вільні жирні кислоти. Особливо піддаються окислювальній деструкції рослинні олії, багаті ненасиченими жирними кислотами з декількома подвійними і супряженими зв'язками у молекулах, і ще значніш – майонези.

Виходячи з цього, для упакування оліє-жирової продукції мають застосовуватися матеріали, що відповідають наступним вимогам:

- хімічна стійкість до дії компонентів упакованого продукту і навколишнього середовища;
- бездоганність із санітарно-гігієнічної точки зору;
- достатній запас удароміцності й пластичності;
- низька водо-паро-газо-жиропроникність, здатність витримувати вплив підвищених і знижених температур;
- простота технології виготовлення;

## Паперові пакувальні матеріали

- економічність;
- декоративність.

У таблиці 1.1 наведено матеріали, що використовуються для упакування харчових жирів та олії [31, 38, 102, 151, 249].

*Таблиця 1.1*

### **Рекомендовані пакувальні матеріали для жирних харчових продуктів [31, 38, 102, 151, 249]**

Продукт	Пакувальні матеріали, що рекомендуються
Вершкове масло, твердий маргарин	Папір – ВХВД, фольга – ВХВД, фольга-папір-ВХВД, лак-мікровоск-пергамент, поліетилен-терефталат-поліамід, дрібна тара з твердого полівінілхлориду
Майонез, наливний маргарин	Тара з твердого полівінілхлориду з покривним матеріалом – алюмінієва фольга – адгезивне покриття типу ВХВД
Харчові рослинні олії	Твердий полівінілхлорид, полікарбонат

Хлібобулочні й кондитерські вироби чутливі до зміни вологовмісту. Борошняні вироби звожуються або черствіють, цукерки, звожуючись, злипаються, а після підсихання втрачають форму, кришаться. Борошняні кондитерські вироби, що містять жир, чутливі також до дії кисню. Низка борошняних виробів, які характеризуються високою вологістю, пліснявляють. Більшість виробів цієї групи не призначені для тривалого зберігання, тож їх упаковують у порівняно невисокої вартості матеріали, з обмеженими захисними властивостями: вощений і лакований папір, целофан (прозора плівка з віскози), папір з полімерними покриттями, поліетиленова плівка [166].

**Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей  
та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

Необхідно наголосити, що вироби із вмістом вологи понад 70% вимагають додаткового захисту від мікроорганізмів. Для тістечок і нарізаного скибочками хліба застосовуються пакування, наповнені інертним газом. Розвиток аеробних мікроорганізмів припиняється, коли залишковий вміст кисню у пакуванні не перевищує 1% і як захисний газ використовується вуглекислий газ. У таблиці 1.2 наведено пакувальні матеріали, що рекомендуються для упакування хлібобулочних і кондитерських виробів.

*Таблиця 1.2*

**Матеріали для упакування хлібобулочних  
і кондитерських виробів [31, 102, 151]**

Продукт	Пакувальні матеріали
Білий хліб, здоба	Вощений папір, лакований целофан, поліетиленова плівка, лакована поліпропіленова плівка, усадочні плівки з полівінілхлориду, плівки, металізовані алюмінієм
Чорний хліб	Целофан нелакований і однобічно лакований; папір з тонким лаковим покриттям
Бісквіти, кекси, тістечка	Лакований целофан, вощений папір, поліпропіленова плівка, плівки типу полієфір/алюміній/поліетилен, крафт-папір із шаром полівініліденхлориду
Сухарі, галети печиво, вафлі	Лакований целофан, ПЕ-плівка, лакована орієнтована ПП-плівка. Для тривалого зберігання – лавсан-поліетилен; лавсан-фольга-поліетилен
Цукерки	Лакований і нелакований целофан, вощений папір, поліетиленова плівка, лакована орієнтована поліпропіленова плівка, крафт-папір із шаром орієнтованого поліпропілену
Драже, льодяники	Целофан-поліетилен, лакований целофан, поліетиленова плівка
Мармелад, джем, повидло, варення	Целофан-поліетилен, твердий полівінілхлорид
Шоколад	Лак-фольга-поліетилен, лак-фольга; лак-папір-фольга-поліетилен
Халва	Папір із жиростійким покриттям (ВХВД, ПП). Лак-папір-фольга-жиростійке покриття (ВХВД, ПП)

Основним фактором, що визначає стійкість зберігання сухих і гігроскопічних харчових продуктів (сушені овочі й фрукти, харчові концентрати, продукти сублімаційного сушіння (у вакуумі), сухе молоко, дитячі поживні суміші, чай, кава, кавові напої, борошно, цукор, сіль, пряності, харчові добавки), є вологість. Вихідна вологість цих продуктів коливається від 2% до 10–12 %, підвищення її призводить до псування продуктів, сприяє зростанню бактеріальної мікрофлори. Саме тому пакування, насамперед, має захистити продукти цієї групи від надмірного зволоження [260].

Деякі продукти містять жири, вітаміни, барвники та інші компоненти, схильні до впливу дії кисню й світла, що вимагає захисту від цих факторів. Продукти сублімаційного сушіння дуже чутливі до дії усіх перерахованих факторів і, навіть за нетривалого зберігання, вимагають надійного герметичного пакування. Для зберігання аромату чаю, кави, пряностей, різних харчових добавок необхідний надійний ароматичний бар'єр, який забезпечують такі матеріали: алюмінієва фольга, металізовані плівки (особливо металізований найон), матеріали, покриті полівініліденхлоридом, вощені, із шаром поліефіру, співполімери етиленвінілового спирту. Пакувальні матеріали, що рекомендуються для цієї групи харчових продуктів, залежно від терміну зберігання, наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

### Матеріали для упакування сухих і гігроскопічних продуктів [260]

Продукти	Для зберігання протягом 3–4 місяців	Для зберігання протягом 8–12 місяців
Сушені овочі й фрукти	Крафт-папір з поліетиленовим покриттям, целофан-поліетилен	Багатошаровий крафт-папір з поліетиленовим покриттям, целофан-поліетилен
Борошно, крупа, цукор, сіль	Папір або тканина з поліетиленовим покриттям, пакети з поліетилену	Багатошаровий папір чи тканина з поліетиленовим покриттям



**Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей  
та асортименту паперових пакувальних матеріалів**

*Закінчення табл. 1.3*

Продукти	Для зберігання протягом 3–4 місяців	Для зберігання протягом 8–12 місяців
Харчові концентрати без вмісту жиру	Папір з поліетиленовим покриттям, целофан-поліетилен	Папір-фольга-поліетилен; целофан-фольга, поліетилен
Жировмісні харчові концентрати, сухе молоко	Папір із жиростійким покриттям (поліпропілен, співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом)	Папір-фольга-співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом; целофан-фольга-співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом
Картопляні чіпси, крекери, соломка	Лакований целофан, папір із жиростійким покриттям	Целофан-фольга-співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом; папір-фольга-співполімер вінілхлориду з вініліденхлоридом
Харчові продукти сублімаційного сушіння	Лавсан-поліетилен, целофан-фольга-поліетилен, целофан-поліетилен-фольга-поліетилен	Лавсан-фольга-поліетилен; поліетилен-лавсан-поліетилен, поліетилен-лавсан-фторопласт-лавсан-поліетилен

М'ясні продукти – ідеальний субстрат для розвитку мікроорганізмів, до того ж псування м'яса може бути викликане прогорканням жиру (під дією кисню), зневоднюванням, зміною кольору. Саме тому для упакування свіжого м'яса використовують матеріали, непроникні для вологи, але з обмеженою проникністю для кисню, а для вакуум-упакування – малопроникні пакувальні матеріали [55, 166].

Приготовані кулінарні м'ясні продукти, копчені м'ясні й ковбасні вироби упаковують у плівкові матеріали з мінімальною газопроникністю. Структура плівок залежить від складу м'ясних продуктів (вміст жиру), технології оброблення, умов і термінів зберігання. У таблиці 1.4 наведено матеріали, що рекомендуються для упакування м'ясних продуктів.

**Матеріали для упакування м'ясних продуктів [166]**

Продукт	Матеріал для упакування
Свіже м'ясо	Поліетиленова плівка, саран (полівініліденхлорид, модифікований метакрилатом), співекструдати найлон-поліетилен, найлон-сурлин (упакування під вакуумом)
Фарш, антрекоти, гуляш	Целофан, однобічно лакований
Ковбаси	Целофан, саран, полівініловий спирт (оболонка)
Окіст, шинка	Саран
Бекон, сало, сосиски	Поліамідні плівки, саран

Останнім часом для упакування м'яса розроблений багат шаровий матеріал *Survial*, основа якого киснепроникна, а непроникним є лише зовнішній шар пакування. Перед вживанням верхній шар знімається, і за 15 хвилин із-за окислення червоний колір м'яса відновлюється (фірма *Du Pont*).

У Японії для упакування м'яса використовують коробковий картон товщиною 0,2–0,65 мм і водопоглинанням 8,5 г/м<sup>2</sup> з покриттям на основі мікрористалічного парафінового воску і синтетичної смоли (ПЕ, етиленвінілацетату) [220].

Молочні продукти швидко псуються, оскільки до їхнього складу входять молочний жир, білки, цукор, вітаміни. Продукти цієї групи псуються під впливом мікроорганізмів, кисню; процес інтенсифікується за підвищеної температури і під впливом світла. Особливо важливим є захист від впливу світла у діапазоні довжини хвиль 350–500 нм.

Сири більш стійкі під час зберігання, однак вони схильні до висихання, впливу кисню, багато сортів сиру вимагають застосування вакуум-пакування або упакування у середовищі захисного газу (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) [204].

## Розділ 1. Наукові підходи до формування властивостей та асортименту паперових пакувальних матеріалів

---

Найбільш уживані матеріали для упакування сирів, що споживаються без дозрівання – папір з покриттям типу ВХВД, поліетиленова плівка. Останнім часом для упакування м'яких сирів, у тому числі плавлених, використовують багатошарові матеріали, що мають внутрішній вологовбирний шар (целюлозна плівка, СПЛ вінілового спирту та акрилової кислоти, СПЛ малеїнової кислоти, ізобутилену і карбоксиметилцелюлози (КМЦ)). Для зовнішніх і внутрішніх шарів використовують целюлозні плівки, папір, пластмасу. Зовнішній шар мікроперфорований, внутрішній – має воскоподібне покриття, що забезпечує герметичність [66].

Використовується також папір із парафіновим або лаковим покриттям, до якого вводять гідрофільну речовину, наприклад, частки крохмалю. Окрім того, покриття має пори, такі самі за розміром, як у сиру, що сприяє газообміну.

Для упакування м'яких сирів використовують двошаровий плівковий матеріал, внутрішній шар якого абсорбує вологу (целюлозна плівка), а зовнішній – непроникний (алюмінієва фольга). Таке пакування може піддаватися стерилізації. Найбільш уживані пакувальні матеріали для твердих сирів: фольга, поліетилен, жиростійкий папір, підпергамент. Використовуються двошарові й багатошарові матеріали з перфорованим зовнішнім шаром [65].

Аналізуючи вітчизняний і зарубіжний досвід застосування пакувальних матеріалів у харчовій промисловості, слід відзначити основні напрями розвитку індустрії пакувальних матеріалів, пакування й технологічні процеси упакування продуктів харчування:

- зниження витрат напівфабрикатів зі зберіганням корисного обсягу виробництва таких матеріалів;
- зниження маси 1 м<sup>2</sup> зі збереженням або навіть підвищенням їхніх міцнісних властивостей;
- підвищення бар'єрних властивостей шляхом сполучення з полімерами або з алюмінієвою фольгою;

## Паперові пакувальні матеріали

---

---

- підвищення технологічності шляхом сполучення з термопластами для здійснення термозварювання;
- удосконалювання способів формування таропакувальних виробів, у тому числі отримання багат шарових ламінатів співекструзією, співінжекцією;
- розроблення паковань, що активно сприяють технологічним процесам оброблення й зберігання харчових продуктів, придатних для мікрохвильового нагрівання (введення суццепторів), включення антиокислювачів, водопоглиначів та інших добавок;
- розроблення зручного для споживачів пакування (швидке розкриття, застосування як посуд тощо);
- підвищення декоративності шляхом нанесення багатоколірного друку;
- застосування багатообігової тари;
- удосконалення процесу збирання відходів, сортування та утилізації;
- розроблення матеріалів, що деструктуються під впливом світла, мікроорганізмів, кисню.

## Розділ 2

# ТЕХНОЛОГІЯ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ, ПАПЕРУ І КАРТОНУ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЇХНІХ ВЛАСТИВСТЕЙ

### 2.1. Історичні відомості щодо розвитку виробництва паперу і картону

Відкриття паперу належить до одного із найвидатніших та найвагоміших винаходів людства. Нині практично немає жодної сфери людської життєдіяльності, де б він не застосовувався.

Батьківщиною паперу прийнято вважати Китай. Адже саме тут у 105 р. н.е. китайський вчений Цай Лунь подав імператору прохання про використання запропонованого ним способу виготовлення паперу. Проте у 1957 р. у північній провінції Китаю Шеньсі у печері Баоцяо виявлено гробницю, де археологи знайшли залишки паперу. Його було досліджено і встановлено час виготовлення – II ст. до н.е. Тобто це відкриття свідчить, що задовго до Цай Луна китайці уже знали спосіб виготовлення паперу. Сам же вчений, очевидно, лише вдосконалив метод його виробництва.

Та разом з тим існує думка, що першовідкривачами паперу були єгиптяни. Саме ними папір готувався із рослини, що росла у стоячих водах і заболочених рукавах Ніла. По-єгипетському ця рослина називалася «па-п-іур», що в буквальному перекладі означає «рослина річки». Звідси й пішла грецька назва «папірос», яка стала коренем у слові «папір» на багатьох мовах світу. В Єгипті папір почали виготовляти з початку III ст. до н. е.

Відомості про спосіб виготовлення паперу в Єгипті отримані сучасниками у результаті аналізу збережених у великій кількості листів та згорток, а також із книги Плінія Старшого «Природнича історія» (I ст. н. е.).

До речі, фахівці вважають, що єгипетський папір (або папірус) у Грецію почав експортуватися ще у VII ст. до н. е.

Технологія виробництва паперу (папірусу) у Древньому Єгипті виглядала приблизно наступним чином. Стебло папірусу, що мало тригранну форму, розрізали на шматки певної довжини і видаляли зовнішню оболонку; серцевину, яка залишалася, ділили за допомогою особливої голки на смужки або «філюри» шириною 1,5–8 см. Вищі сорти паперу виготовлялися із філюр, що розташовувалися ближче до центру стебла.

У свою чергу філюри приблизно однакової ширини, змочені водою, щільно викладалися на гладкому столі. Потім на них упоперек накладали другий шар філюр і пресували, а нерівні краї обрізали. Поверхню листа, що мав форму прямокутника, покривали легким шаром клею, виготовленого із високосортного борошна. Лист сушився на сонці, вигладжувався за допомогою інструментів із слонової кістки та раковини і відбивався молотком. Готові листки склеювалися у згортки, ширина склейки становила не більше, ніж 1,5–2 см. Згортки робилися так, щоб горизонтальні, перпендикулярні склейкам волокна залишалися всередині, а вертикальні, паралельні склейкам – ззовні. Це сприяло кращому зберіганню матеріалу. І саме греки такі згортки почали називати «біблос».

Відомий з історичних джерел матеріал пергамент, що походить від назви міста Пергам (мала Азія), де у II ст. до н. е. почали виготовляти особливим способом з обробленої шкіри великої рогатої худоби і свиней матеріал, який слугував для писання.

Та все ж варто зосередити увагу на «китайській» теорії походження паперу. Безперечно, що заслуга китайців полягла у відкритті ними можливості виготовлення паперу із будь-якої рослинної сировини шляхом попереднього перетворення її у волокнисту суспензію і виливання з неї за допомогою ручної черпальної форми, покритої сіткою. Саме цей принцип виготовлення паперу набув розвитку і став основоположним у паперовому виробництві.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Зазначимо лише: структура та склад древнього китайського паперу невідомий. Але існує припущення, що до композиції його входила шовкова вата у вигляді очосів. Так, у ієрогліфі УЖИ (папір) є частина, що означає «нитку шовку».

Упродовж більше 2000 років процес, що лежить в основі виробництва паперу, не змінився. Зазвичай він включає дві стадії: подрібнення вихідного сировинного матеріалу у воді з утворенням суспензії окремих волокон і формування вилитого з цих волокон полотна шляхом нанесення суспензії на відповідну пористу поверхню, через яку видаляється надлишок води. При ручному виробництві паперу вихідний матеріал – солом, листя, кору, ганчір'я або інший волокнистий матеріал – поміщають у чан або корито і товчуть важким товкачем або молотом для того, аби розділити його на окремі волокна.

На початковій стадії цієї технології матеріал промивається проточною водою для видалення сторонніх домішок, але після того, як волокна достатнім чином розділяться, їх тримають у завислому (суспендованому) стані і воду у місткості не міняють. Отримана на цій стадії суспензія волокнистого матеріалу, так звана паперова маса, готова для справжнього процесу виготовлення паперу.

Головне знаряддя для виготовлення паперу ручним способом – це форма у вигляді армованого листа металевої сітки із структурою, утвореною сполученими разом поздовжніми і поперечними тонкими дротами, так звана верже (рифлена). Структура форми переноситься (відбивається) на готовому аркуші паперу і тому папір, виготовлений ручним способом, якщо він не піддається подальшому поверхневому обробленню, називають *верже* (із франц. *papier verge* – полосатий папір) – види паперу високої якості з водяним знаком у вигляді поздовжніх і поперечних ліній, залежно від структури сітки використаної форми.

Форму поміщають усередину змінної дерев'яної рами (так званий декель), яка утворює низький борт навколо сітки. Форму й декель занурюють у чан із суспензією волокнистої

маси. Коли форму й декель виймають із чана, поверхня форми виявляється покритою тонким шаром суміші з волокон і води. Потім пристосування піддається процесу струшування (трясці) у поздовжньому і поперечному напрямках. Таке струшування має подвійний ефект: з одного боку, завдяки цьому суміш рівномірно розподіляється на поверхні форми, а з іншого, окремі волокна переплітаються і зчіплюються із сусідніми, забезпечуючи полотну паперу необхідну міцність. Під час струшування значна частина води з волокнистої суміші видаляється через сітчасту форму.

Після того, як сформоване полотно вологого паперу стане достатньо зв'язаним, декель знімають з форми, його перевертають і паперове полотно рівномірно перекладають на плетену шерстяну тканину, тобто сукно.

Інше сукно кладуть зверху паперового полотна і процес повторюється знову; цей процес перекладання паперу сукном називається *гаучинг*. Коли утворюється достатньо велика стопа з аркушів паперу, перекладених сукном, їх поміщають у гідравлічний прес і піддають тиску у 100 або й більше тонн, таким чином видаляючи велику частину води, що залишилася у папері. Потім аркуші паперу відділяють від сукна, складають у пачку і пресують. Процес пресування пачки паперу повторюється кілька разів, і кожного разу аркуші у стопі складають в іншому порядку таким чином, щоб окремі аркуші опинялися в іншому положенні відносно один одного. Ця процедура та її повторення покращує якість поверхні готового паперу.

Завершальна стадія виробництва паперу – сушіння. Папір підвішується у спеціальному сушильному приміщенні групами із чотирьох, п'яти аркушів і залишається там, доки волога з нього майже повністю не випариться.

Папір для письма або друку вимагає подальшого оброблення після сушіння, оскільки без такого оброблення він поглинатиме чорнило і букви будуть розмитими. Для цього проводиться проклеювання паперу шляхом занурення у розчин тваринного клею, просушування проклеєного паперу і



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

завершальна операція пресування між листами з металу або гладкого картону. Тривалість і тиск процесу пресування визначають структуру поверхні готового паперу. Види паперу із шорсткою поверхнею пресуються з невеликим навантаженням і порівняно недовго, а з гладкою поверхнею – з великим навантаженням і протягом достатньо тривалого часу.

Як і єгиптяни, китайці дуже ревно оберігали секрети виробництва паперу. Але у III ст. вони стають відомі корейцям, у VII ст. – японцям. У середині VIII ст. паперове виробництво починає розвиватися і в арабському світі. Як сировину для виробництва паперу араби почали використовувати ганчір'я. Саме ця технологія й завоювала першість у паперовому виробництві на багато століть.

Таємниця виробництва паперу від арабів поширилася і на Європу, зокрема на Сицилію та Іспанію. Практично масове виробництво паперу в Європі розпочалося близько 1100 р. в іспанській провінції Валенсії. Відомо, що у 1268 р. в італійському місті Фабріано почав працювати перший на європейському континенті розмелювальний млин для механічного оброблення сировини для виготовлення паперу.

Саме на італійському папері 1282 р. було виявлено перший водяний знак, який у подальшому буде дуже широко використовуватися й розвиватися у виробництві паперу. А французи ввели термін «філігрань», оскільки водяний знак був відображенням тонкої сітки з прикріпленою до неї дротяною фігурою.

Із Іспанії та Італії виробництво паперу поширюється у Францію, Угорщину, Німеччину, Україну, Росію, Голландію, Швецію.

І саме європейці ставлять виробництво паперу на промислову основу.

Особливо бурхливо виробництво паперу на континенті розпочинається із розвитком книгодрукування. Так, у XVII ст. примітивна ступа замінюється досконалішою розмелювальною машиною – масним ролом, винайденим у Голландії. Саме тому рол в Україні довгий час називали

голендер. Винайдення французом Н.Л. Робентом у 1799 р. безперервно діючої папероробної машини відіграло революційну роль у розвитку галузі.

1884 року саксонський ткач В.Г. Келлер виготовив папір з деревини, що сприяло значному розширенню сировинної бази для виробництва паперу, потреба у якому стрімко зростала. У 1866 році американський хімік Б.Х. Тігельман почав виготовляти доброякісний і дешевий папір, зваривши з деревини сульфатну целюлозу. Із середини ХІХ ст. починає продовжуватися вибілювання волокнистої маси хлорним вапном.

Та найбільших якісних змін зазнала паперова галузь у ХХ ст. Розширення технологічних процесів призвело до більш широкого запровадження паперової продукції у різних сферах виробничої діяльності. Нині папір і картон використовуються в поліграфії, харчовій, електронній, текстильній промисловості, у машино- й літакобудуванні, сільському господарстві та в інших сферах.

Протягом століття валове виробництво паперу виросло в тисячі разів. Папероробна галузь із чисто виробничої сфери перетворилось на наукоємну. Сотні науково-дослідних інститутів, експериментальних лабораторій та конструкторських бюро в різних країнах працюють над удосконаленням виробництва паперу, картону, целюлози. Водночас целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) стала однією з найбільш капіталоемних галузей, поступаючись лише металургійній та хімічній галузям промисловості.

Передові позиції у цій сфері зайняли Канада, США, Росія, Фінляндія, Китай, Німеччина та низка інших країн. Україна також протягом нинішнього століття значно розширила інфраструктуру папероробної галузі і посіла чільне місце серед країн виробників паперу. До того ж вітчизняна паперова індустрія володіє унікальними виробничими та науковими технологіями, яким немає аналогів у світі (наприклад, технології виробництва конденсаторного паперу товщиною від 4-х мкм – діелектрика для конденсаторів, пакувальних жир- і вологостійких видів паперу для харчових продуктів тощо).

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Тож цілком логічно, що у період державної розбудови відбувається розвиток суспільного інтересу до історії України у всій її багатогранності. Не є винятком у цьому контексті історія окремих економічних галузей, оскільки в основі суспільних явищ знаходяться саме економічні відносини, які формуються у процесі виробництва, розподілу та обміну. До того ж, роки державної незалежності свідчать про гостру необхідність пізнання історичних засад формування національної економіки, впровадження ефективного механізму управління народногосподарським комплексом взагалі та окремими галузями зокрема.

Актуальність такого дослідження зумовлюється ще й потребою комплексного вивчення соціально-технічного стану та умов праці робітників галузі. Особливо це стосується тих періодів, які перебували під ідеологічною завісою «розвінчування» недоліків капіталістичної організації виробництва і значних «переваг» у часи приходу більшовицької влади. Насамперед йдеться про два періоди історії розвитку вітчизняної паперової промисловості – кінець ХІХ – початок ХХ ст. та міжвоєнний період 1920–1941 рр.

Є докази, що в Україні власне ручне виробництво паперу з'явилося у Києво-Печерській Лаврі і в Галичині у ХІІ–ХІІІ ст. Перше, історично засвідчене виробництво паперу в Україні було у м. Буськ Львівської області. Найстаріший в Україні Понінківський картонно-паперовий комбінат, який зберегли до наших часів, було побудовано у 1787 р.

Великим поштовхом до розвитку паперового виробництва послужило відкриття в 1670 р. у Голландії і впровадження ролів для розмелювання целюлозного волокна паперової маси, котрі згодом стали використовуватися в багатьох країнах, та папероробної машини, яку було збудовано і запатентовано у Франції.

## 2.2. Характеристика сировини для виробництва паперу і картону

### 2.2.1. *Деревина як сировина для виробництва целюлози*

На сучасному етапі економічного розвитку практично немає галузі, сфери діяльності, де б не використовували папір, картон або вироби на їхній основі, а особливо широкого застосування вони знаходять у харчовій промисловості і, зокрема, як пакувальні матеріали.

Значна роль паперу і в техніці – теплочутливий папір для запису кардіограм у медицині, в електротехнічній промисловості – папір кабельний (для обмотки й виготовлення кабелю), конденсаторний товщиною від 4 мкм, для виготовлення гетінаксу, для електронної промисловості (плати для телевізорів, приймачів, інформаційної оргтехніки – принтери, реклама, газети, книги тощо).

У лабораторіях, в хімічній, харчовій, фармацевтичній, інших галузях промисловості папір застосовують для фільтрування рідин, розчинів, наприклад, для очищення цукрових сиропів, безалкогольних напоїв, соків, вин, алкогольних виробів, шампанських вин та інших рідинних харчових продуктів, технічних видів палива, нафтопродуктів, медично-біологічних рідин і середовищ та інших об'єктів.

Широке застосування папір має у шарових пластиках на паперовій основі для декоративних цілей – покриття деревно-стружкових і деревно-волоконних плит у меблевій та деревообробній галузях; для виготовлення одягу; у поліграфії – для виготовлення різних видів друкованої продукції, у тому числі і банкнотного паперу; в медицині – для виготовлення матеріалів медичного призначення (перев'язувальні матеріали, серветки, рушники, покривала, простирадла із санітарно-гігієнічними властивостями, бактерицидні пластирі тощо).

Важливим напрямом застосування паперу є пакувальна індустрія – для упакування промислових товарів, харчових продуктів, хімікатів, цементу, добрив, металу та виробів на його основі, паперово-картонного посуду.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Розвиток целюлозно-паперової промисловості у світі відбувається швидкими темпами, практично за кожні 15 років обсяг продукції подвоюється. Середнє світове споживання паперу й картону на душу населення за рік становить у Європі – 180 кг, в країнах Скандинавії – 320 кг, у США – 365 кг. За вказаними показниками Україна посідає одне з останніх місць у Європі за рівнем споживання паперу й картону – близько 40 кг [185].

Причинами такого стану є відсутність власної сировинної бази (целюлози, деревної маси) і низький рівень технологічного обладнання для виробництва паперу й картону та інноваційних внесків у розвиток целюлозно-паперової галузі України.

Не зважаючи на те, що на сьогодні усе більш широкий розвиток має виробництво різних синтетичних матеріалів, деревина як промислова сировина не втратила свого значення: за останні 20 років її промислове виробництво подвоїлося [156].

Основним напрямом переробки деревини є целюлоза. Саме цей біополімер і продукти його хімічної модифікації входять до складу найпоширеніших пакувальних матеріалів. У першу чергу – це папір. Значення його у нашому житті настільки значне, що, на думку французького бібліографа А. Сіма, нашу епоху можна назвати «паперовою ерою». Папір і картон були й залишаються одними з найважливіших пакувальних матеріалів (понад 40% в індустрії пакування).

Деревину використовують для виготовлення тари й нині (відра, діжки, ящики тощо). Із неї добувають біополімер целюлозу, яка складається з ланок 1,4- $\beta$ -D-глюкози.

Целюлоза утворюється в клітинах рослин у результаті фотосинтезу і залежно від рослини її макромолекула може містити від 1 400 до 13 000 ланок. Хвойні дерева містять понад 60% целюлози, листяні – 40%. Вата з бавовни – майже чиста целюлоза (до 98%). Вона зовсім не схожа на тверду й міцну деревину, оскільки остання є хімічною композицією двох полімерів – лігніну та целюлози. Ця композиція нагадує

залізобетон, де молекули целюлози за своїми властивостями відповідають арматурі, а лігнін, що має велику стійкість до стиснення, виступає як бетон. Цим саме пояснюється твердість і міцність деревини.

Лігнін (лат. lignum – дерево) – ароматичний природний полімер, який входить до складу наземних рослин. Після целюлози лігнін – найбільш розповсюджений біополімер, котрому належить важлива роль у природному кругообігу вуглецю. Зобразити структуру лігніну досить складно, оскільки він має тривимірну просторову будову, як фенопласт, вулканізована гума та багато інших зшитих синтетичних полімерів. Лігнін міцно, фізично й хімічно, інкорпорований у структурі рослинної тканини, тому ефективно вилучення його промисловими методами є досить складним завданням. Щорічно у світі отримують майже 70 млн т технічних лігнінів.

У 1998 році у Німеччині фірмою «Текнаро» розроблено технологію виготовлення арбоформу – матеріалу, який отримав назву «рідка деревина». 2000 року під Карлсруе відкрито завод із виробництва біопластику, сировиною для якого є лігнін, волокна льону або конопель. За своєю зовнішньою формою арбоформ у твердому стані схожий на пластик, але має властивості полірованої деревини. Перевагою «рідкої деревини» є можливість її багаторазового перероблення шляхом переплавлення. Цей екологічно безпечний матеріал може використовуватися для упакування харчових і промислових товарів. За даними International Lignin Institute (США) у світі для підприємств промисловості, медичної, сільськогосподарської та інших галузей економіки використовується не більше 2% технічного лігніну, решта – спалюється в енергетичних пристроях [99, 143].

Однією із сфер використання деревини є її застосування, як сировини, для виробництва целюлози (Ц). Усі види паперу й картону виготовляються з використанням Ц або деревної маси (ДМ), або композиції їхньої суміші.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

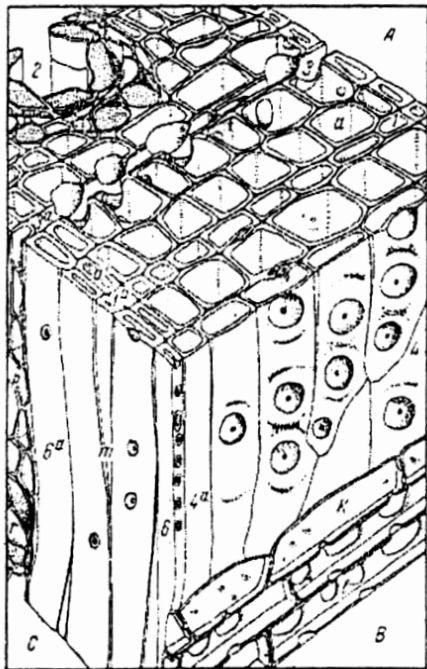
Іншим важливим напрямом хімічної переробки Д є гідролізне виробництво – отримання етилового спирту (так званий технічний спирт) і кормових дріжджів. Третій напрям – лісохімічна промисловість. Шляхом оброблення Д за високої температури отримують метиловий спирт, оцтову кислоту, деревне вугілля, різні смоли (феноли), скипидар, каніфоль, які застосовуються у виробництві парфумів, лакофарбовій промисловості, фармацевтичній для виготовлення лікарських препаратів. Четвертий напрям, що швидко розвивається, – це виробництво деревних пластиків – матеріалів, у яких тирса, стружка, папір разом зі смолами, як із зв'язуючими речовинами, створюють міцні та естетично привабливі вироби; виготовлення деревностружкових і деревноволоконних плит. У цих матеріалах використовують відходи від перероблення Д, картону, паперу. Виробництво 1 м<sup>3</sup> деревноволокнистих плит заощаджує 7 м<sup>3</sup> ділової деревини.

Деревина – це сполучення клітин різної форми, яка залежить від функцій, котрі виконують клітини у живому дереві. Зверху стовбур Д покритий мертвою пробковою тканиною-корою, під якою знаходиться важлива частина стовбура, що забезпечує його ріст – тканина, котра складається із живих клітин (камбій і прикамбіальні шари клітин), в яких утворюються нові клітини деревини. Частина цих клітин відкладається у напрямі до центру стовбура. У протилежному напрямі відкладаються клітини, з яких утворюється луб, що стикається з опробкованими клітинами кори. Клітини лубу передають зверху вниз розчини органічних речовин, що виробляються листям рослин.

Деревина має концентричні кільця росту – річні кільця. Вона складається з волокон подовжених клітин (так званих паренхімних), що мають потовщену клітинну стінку. У деревині хвойних порід ці клітини називаються трахеїдами, серед яких розрізняють трахеїди весняної й осінньої деревини. Трахеїди весняної деревини виконують роль судин, якими подається вода від коріння до листя. Трахеїди осінньої деревини мають значно товщі стінки і менше число пор. Вони надають механічну міцність стовбуру.

У деревині, що росте, є й живі клітини, що містять протоплазму і не схожі за формою на волокно (паренхімні клітини). Частина паренхімних клітин утворює радіально розміщені серцевинні промені стовбура. Ці клітини є місцем, де відбувається утворення резервних речовин (крохмалю і жирів) восени та їхня витрата навесні.

У деревині є також система клітин, розміщених уздовж стовбура, в яких накопичуються смолисті речовини – так звані смоляні ходи. За даними вчених [100], у деревині хвойних порід міститься 20–30% трахеїд осінньої деревини, 60–63% трахеїд весняної деревини, 5–10% серцевинних променів, 0,1–0,5% смоляних ходів. Схему будови хвойної деревини наведено на рис. 2.1.



*Рис. 2.1. Схема будови хвойної деревини:*

- у площині А: 1–1<sup>а</sup> – частина річного кільця росту; 2 – смоляний хід; 3–3<sup>а</sup> – частина серцевинного променя; а–а<sup>1</sup> – поздовжні волокна деревини (трахеїди);*
- у площині В: К – поздовжні трахеїди серцевинних променів; l – паренхімні клітини;*
- у площині С: б–б<sup>а</sup> – частина трахеїд (т – витягнутий загострений кінець трахеїди); р – паренхімні клітини; r – клітини поперечного смоляного ходу*

Наявність у деревині різних клітин, що відрізняються стійкістю до дії реагентів, є головною причиною, яка обумовлює морфологічну неоднорідність і реакційну здатність препаратів деревної целюлози.

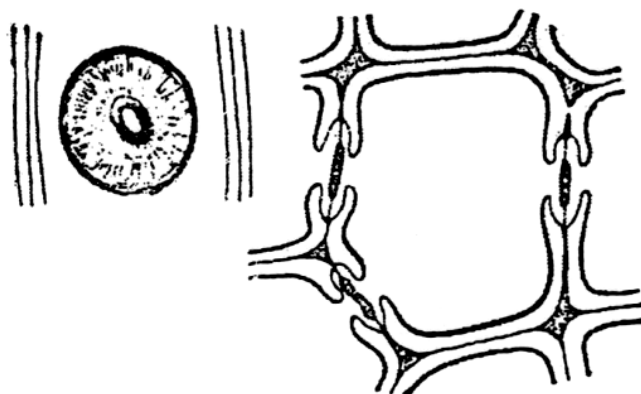
Для отримання деревної целюлози основне значення мають трахеїди, що складають головну масу клітин деревини. Трахеїди – це закриті подовжені волокна, загострені на обох



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

кінцях, з різною товщиною клітинної стінки. Кожна трахеїда має від 80 до 200 пор з каймою (каймистих), котрі з'єднують дві сусідні трахеїди. Довжина трахеїд коливається від 2,5 до 4,5 мм, ширина – від 0,03 до 0,075 мм (рис. 2.2).



*Рис. 2.2. Каймиста пора трахеїди деревини сосни  
(збільшення  $\times 540$  разів)*

Для розроблення нових видів напівфабрикатів картонно-паперової продукції та сучасних технологічних процесів їхнього виробництва необхідним є ретельне дослідження анатомічної будови деревини і тонкої структури основних її анатомічних елементів.

При цьому особливо важливим є вивчення ультраструктури стінки волокна, яке має бути тісно зв'язаним із вивченням вмісту та розподілу хімічних компонентів у клітинній стінці деревини та їхніх змінювань у процесі технологічного перероблення.

Залежно від топохімічних процесів делігніфікації (видалення лігніну) і розчинення геміцелюлоз у клітинній стінці, а також від того, які шари залишаються на поверхні волокна та який ступінь їхнього фібрилювання, у процесі розмелювання змінюються паперотворні властивості отримуваних целюлозних волокон, а, відповідно, і паперу.

Клітинна стінка деревного волокна за схемою, запропонованою Уордропом у 1959 р. [33] складається з наступних шарів (рис. 2.3): М – міжклітинний шар або серединна

пластинка,  $O$  – первинна оболонка,  $S$  – вторинна оболонка, що складається з трьох шарів –  $S_1$  (зовнішній),  $S_2$  (середній) і  $S_3$  (внутрішній), який деякі дослідники називають третинним шаром.

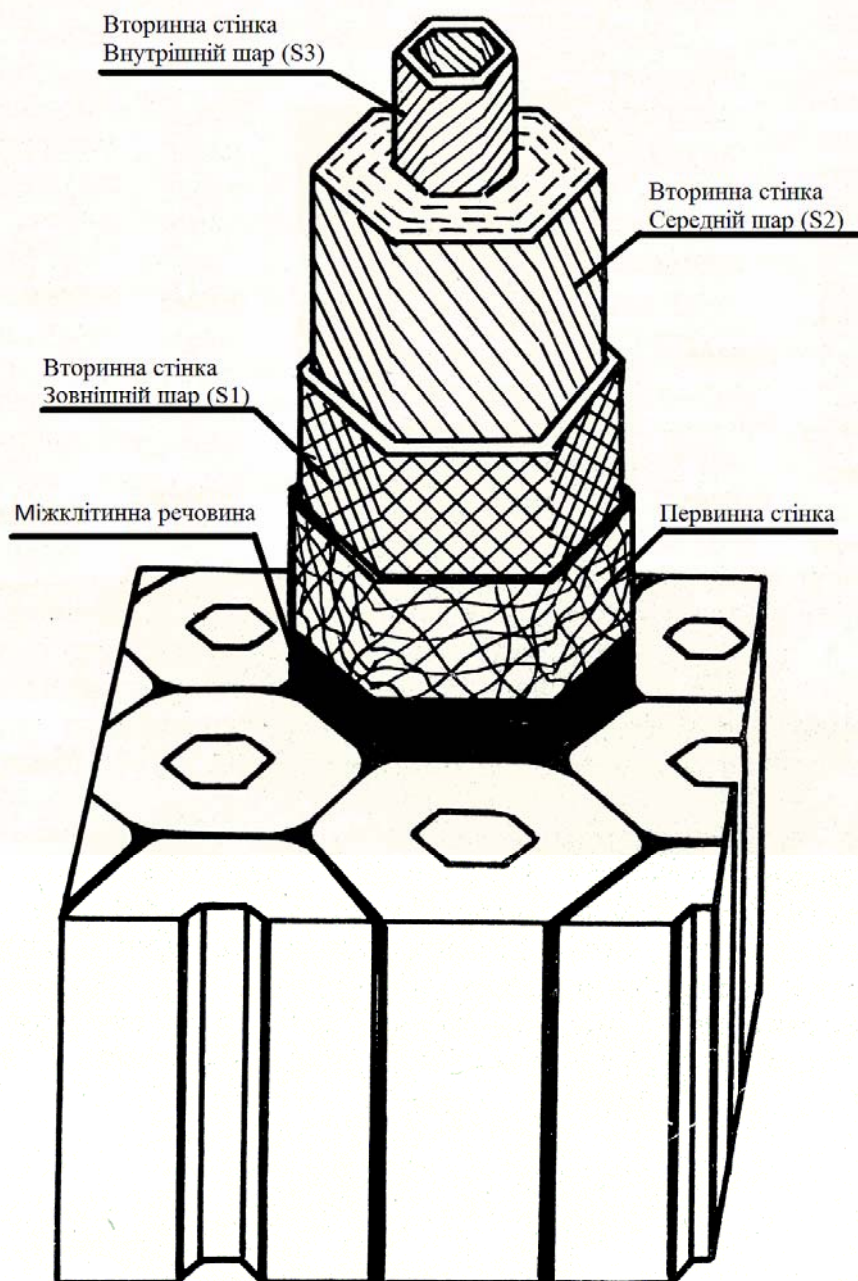


Рис. 2.3. Схема будови стінок волокна деревини

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Шари відрізняються один від одного різним хімічним складом, кутом нахилу мікрофібрил, щільністю їхнього упакування, відношенням до хімічних реагентів під час варіння (отримання целюлози із щепи, тріски деревини).

Під електронним мікроскопом клітинна стінка необробленої деревини має вигляд електронно-щільної, гомогенної, оскільки речовини, що входять до складу оболонки (геміцелюлоза, целюлоза, лігнін), мають дуже близьку електронну розсіювальну здатність.

Міжклітинний шар (М) або серединна пластинка заповнений так званою міжклітинною речовиною, що з'єднує клітини деревини одну з іншою. У кутах між клітинами міжклітинний шар розширяється й утворює міжклітинник. Міжклітинний шар має незначну товщину, наприклад, у ялини від 0,2 до 0,5 мкм. У світловому мікроскопі міжклітинний шар не розпізнається, і лише у вигляді вузької стрічки розглядається так звана складна серединна пластинка, котра складається з міжклітинного шару та двох сусідніх первинних оболонки, вміст лігніну у ній доходить до 90%, інші 10% припадають на пектини, геміцелюлози, целюлозу і неорганічні сполуки. Під час дії варочних розчинів-реагентів міжклітинна речовина розчиняється й клітини роз'єднуються. Завдяки аморфній будові лігніну і пектинів серединна пластинка швидше інших шарів піддається дії кислот і лугів, набуханню й подальшому розчиненню.

Пектини – продукти метилування пектинової кислоти, є високомолекулярними полісахаридами, входять до складу наземних рослин, особливо значний їхній вміст у плодах, коренеплодах і стеблах.

Первинна оболонка (Р) – це перший шар клітинної стінки, вона також досить сильно лігнофікована, як і серединна пластинка (М), але близько 1/3 об'єму в ній займає вміст целюлози. Мікрофібрили целюлози, переплітаючись між собою, утворюють рихлу сітку, іншу частину заповнюють лігнін і геміцелюлози. Товщина первинної стінки є незначною – близько 0,3 мкм. Під час варіння як за

сульфатного способу, так і за сульфітного, вона набухає, відривається від волокна і розпадається на окремі ламіNELI. Більшу частину клітинної стінки складає вторинна оболонка, переважаючим компонентом якої є целюлоза, мікрофібрили котрої щільно упаковані й розміщені паралельно одна до одної, утворюючи ламіNELY.

Фібрили (від ново-лат. *Fibrilla* – волоконце, ниточка) – тонкі ниткоподібні волоконця усередині клітини або у міжклітинній речовині, що є структурним елементом рослинного і тваринного організмів. Під час розмелювання відщеплюються з поверхні целюлозних волокон, за розмірами поділяються на макрофібрили (ламіNELY) товщиною 2000 Å і більше, основні фібрили (мікрофібрили) товщиною 50–150 Å. Відщеплені фібрили створюють умови для кращого контакту переплетіння і зв'язування целюлозних волокон між собою та підвищення механічної міцності паперового полотна з одночасним зниженням вбирної (всмоктувальної) здатності під час його формування (виливання), пресування й сушіння на папероробній машині.

Фібрилювання – це колоїдний процес поверхневого диспергування целюлози у процесі розмелювання й підготовки паперової маси із розщепленням волокон у поздовжньому напрямі і відділенням від клітинної стінки мікрофібрил, викликає абсорбцію води, у результаті чого на поверхні високорозмелених волокон (до високого ступеня помелу (°ШР) виникає плівка із гелю целюлози.

Вторинна оболонка, як уже зазначалося, складається із трьох шарів –  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ . Товщина шару  $S_1$  приблизно 0,2–0,3 мкм і складається він з декількох ламел.

Під час варіння (сульфатного або сульфітного) шар  $S_1$  має високу електронну щільність і найбільшу стійкість до варочних розчинів, залишається на волокні до кінця варіння, обмежує набухання вторинної оболонки і може бути видаленим з поверхні волокна лише шляхом глибокого розмелювання.

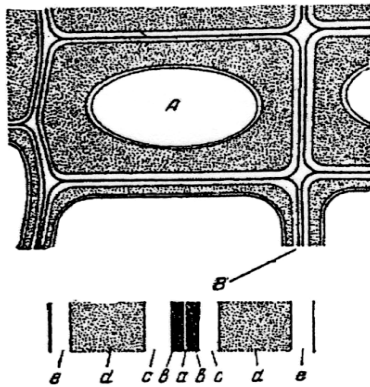
Середній шар  $S_2$  є основним шаром клітинної стінки як за розмірами, так і за вмістом целюлози, товщина може змінюватися від 1 мкм у ранніх трахеїдах до 7–9 мкм у пізніх, складається з окремих ламел, які утворені мікрофібрилами целюлози.

У процесі варіння відбувається поступова делігніфікація середнього шару, агрегація мікрофібрил та утворення мікрокапілярів.

Внутрішній шар вторинної оболонки  $S_3$  за напрямом мікрофібрил у ламелах і поведінкою у процесі варіння нагадує шар  $S_1$ , товщина шару  $S_3$  – 0,1–0,15 мкм і складає 2,7–4,2% загальної товщини клітинної стінки. Під час варіння шар  $S_3$  також зберігає високу електронну щільність і стійкість до варочних розчинів, утруднюючи проникненню рідини варочних розчинів у клітинну стінку на перших стадіях процесу варіння.

Таким чином, отримання целюлозного волокна пов'язане з глибокими змінами, що відбуваються у структурі клітинної стінки у процесі варіння, головною ціллю якої є отримання целюлозних волокон з деревини у незруйнованому вигляді. Деталізоване вивчення структурних перетворень дає змогу удосконалити технологічні процеси для отримання більш якісного волокна целюлози, що є одним з основних чинників забезпечення необхідних споживчих та експлуатаційних властивостей виготовленої з нього картонно-паперової продукції широкого асортименту й призначення.

Формування деревних волокон відбувається принципово так, як і формування бавовняного волокна. Спочатку утворюється первинна клітинна стінка, що є тонкою оболонкою, яка має форму й розмір волокна. Потім відбувається відкладення компонентів на внутрішній поверхні первинної стінки. Клітинна стінка товщає без змінювання зовнішніх розмірів волокна, при цьому утворюється вторинна стінка. Неоднорідність клітинної стінки особливо помітна під час дослідження у поляризаційному мікроскопі (рис. 2.4).



*Рис. 2.4. Поперечний розріз волокна деревини: (А – загальний вигляд клітини; В – будова клітинної стінки):  
 а – міжклітинна речовина;  
 б – стінки двох суміжних клітин;  
 д – вторинна стінка; е – внутрішня (третинна) стінка; вс – первинна стінка;  
 с – серединна пластинка*

Клітинна стінка складається з трьох шарів: тонкого внутрішнього шару – так званої третинної стінки, що містить целюлозу і геміцелюлози, потім широкої вторинної стінки *a*, що складається з целюлози, лігніну та геміцелюлози, і тонкої первинної стінки *bc*. Дві первинні стінки сусідніх волокон, з'єднаних між собою тонкою пластинкою, мають назву серединної пластинки.

У первинній стінці міститься максимальна кількість лігніну – до 70% від маси усіх речовин, що знаходяться в цьому шарі. У вторинній стінці *d* вміст лігніну значно менший (20–30%); основним компонентом вторинної стінки є целюлоза. Товщина третинної стінки, до якої відносяться також внутрішні шари вторинної стінки, не перевищує 700–800 Å (70–80 нм). У ній знаходиться більше лігніну, ніж у вторинній стінці, і тому вона більш стійка до дії кислот та лугів. Мікрофібрили у третинній стінці розміщені під кутом одна до одної у вигляді пучка товщиною 20–30 Å (2–3 нм), тоді як у вторинній стінці вони розміщені паралельно.

Вторинна клітинна стінка деревного волокна, як і бавовняного волокна, складається з великої кількості концентричних шарів. Під час руйнування деревного волокна у результаті хімічних та механічних дій і впливів вона також розпадається на фібрили.

У листяних породах деревини замість трахеїд є судини, що проходять по довжині стовбура, трубки, створені шляхом

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

сполучення окремих клітин, ослизнення й перфорації перегородок, і товстостінні, так звані лібриформні волокна. Судини утворюють у стовбурі суцільні водопровідні канали.

Целюлоза (Ц) – є і буде залишатися одним з найважливіших вихідних матеріалів з деревини у виробництві паперу та картону, у текстильній промисловості, виробництві штучних волокон та плівок і зберігає майже монопольне право застосування для виготовлення паперу, пакувальних матеріалів і паковань, що відповідають сучасним вимогам.

Головним завданням, котре забезпечує подальше успішне техніко-економічне змагання целюлозних матеріалів з різними синтетичними полімерами, є створення матеріалів, що зберігають цінні властивості целюлози і мають нові цінні властивості, яких немає у звичайної Ц. Таке поєднання властивостей може буде досягнуте, і в багатьох випадках це уже реалізовано методами структурної і, особливо, хімічної модифікації, чим і пояснюється значне посилення уваги до цих аспектів під час розроблення наукових основ сучасної хімії целюлози.

Можливість раціонального використання целюлози у різних галузях народного господарства для отримання матеріалів, що характеризуються необхідними властивостями, безпосередньо залежить від з'ясування основних питань будови Ц і від детального вивчення властивостей целюлозних матеріалів. Це стосується у першу чергу тих галузей промисловості, які ґрунтуються (базуються) на хімічному переробленні Ц (приготування лаків, плівок, пластичних мас, штучного волокна, порошу тощо), а також текстильної й паперової галузей.

Виникнення хімії целюлози відносять до 1838 р., коли французький агроном Пайен встановив, що клітинна стінка рослин не є однорідною хімічною речовиною, як вважали раніше, а містить інкрустуючу речовину та однорідний для усіх рослин полісахарид, стійкий до дії азотної кислоти й луґу. Цей полісахарид був названий целюлозою або клітковиною і відноситься до класу високомолекулярних вуглеводів.

Слід розділяти наукові вирази й класи: вуглеводні і вуглеводи.

Вуглеводні – органічні сполуки, молекули яких побудовані тільки з атомів вуглецю й водню (головні компоненти нафти, природного газу, продуктів їхнього перероблення). Наприклад, етилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  – найпростіший ненасичений вуглеводень.

Вуглеводи – широка група природних органічних сполук, хімічна структура яких часто відповідає формулі  $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$  (тобто вуглець + вода, звідси й назва). Вуглеводи є первинними продуктами фотосинтезу й головними вихідними продуктами біосинтезу інших речовин у рослинах. Прикладом можуть бути:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  – глюкоза,  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  – целюлоза.

Хімічними дослідженнями целюлози займалися у свій час П.П. Шоригін, В.А. Каргін, З.А. Роговін, Н.І. Нікітін, В.І. Шарков, Хеурс, Марк-Майер, Штаудингер, Бесс, Отт та інші науковці й фахівці.

Целюлоза є важливою «самовідновлювальною сировиною» природи, оскільки майже усі клітини живих або відмерлих рослин складаються з целюлози.

З хімічної точки зору целюлоза – це полісахарид, складений з ланцюга, створеного близько з 5 000 прилеглих одна до одної молекул глюкози.

Целюлоза – одне із важливих джерел походження органічно зв'язаних вуглеводів і відіграє вирішальну роль у збереженні екологічної рівноваги та стабілізації нашого клімату.

Целюлозу отримують зі стовбуротворних частин рослин. Шляхом спеціальної технології відбувається видалення сукупних домішок і досягається високий ступінь чистоти целюлози. Целюлоза, яку отримують з природної деревини як самовідновлювальної речовини, є на 100% органічний і тому особливо екологічний продукт, з нейтральним запахом і смаком, нерозчинний майже у всіх середовищах і практично рН-нейтральний, не отруйний та безпечний під час роботи з ним.



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Целюлоза (франц. cellulose, від лат. cellula, буквально – кімнатка, тут – клітина (клітковина), високомолекулярний вуглевод, полісахарид, головна складова клітинних стінок рослин, яка обумовлює механічну міцність та еластичність рослинних тканин. Чиста целюлоза – біла речовина волокнистої будови без запаху й смаку, густина 1,54 г/см<sup>3</sup>. Хімічно чиста целюлоза (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> називається клітковиною.

Майже чистою клітковиною є бавовна, яка використовується для виробництва тканин. У коробочках бавовника вміст целюлози складає 95–98%, у луб'яних волокнах – 60–85%, у стовбуровій деревині – 40–55%. У природі розклад целюлози здійснюється організмами, що мають целюлазу – фермент, який розщеплює целюлозу.

Целюлоза – полісахарид, що не розчинний у розбавлених розчинах лугів, органічних кислотах, воді, має властивості високомолекулярної сполуки, емпіричної формули (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>.

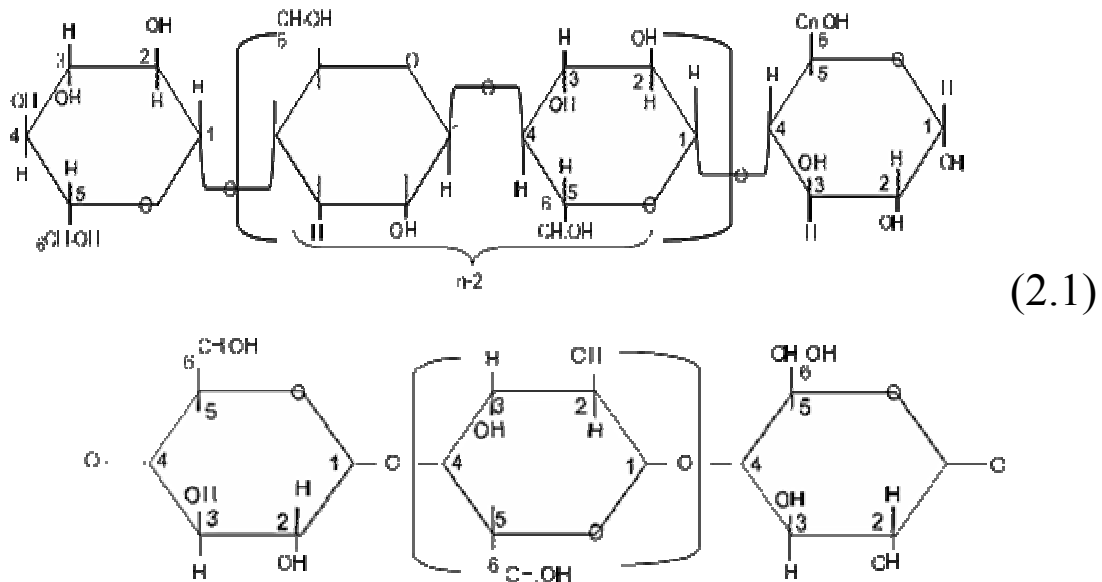
З урахуванням трьох вільних гідроксильних груп у кожній елементарній ланці формулу целюлози можна також написати таким чином [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>]<sub>n</sub>.

Наявність у макромолекулі целюлози спиртових гідроксильних груп обумовлює можливість взаємодії її з лужними металами, гідроокисами лужних металів, з аміаком і органічними основами, а також з комплексними сполуками гідроокису полівалентних металів. Найбільше значення має дія на целюлозу концентрованих розчинів їдкового натру; ця реакція широко застосовується у текстильній промисловості і під час хімічної переробки целюлози (виробництво віскозного волокна й простих ефірів целюлози).

Целюлоза піддається дії окислювачів (солей хлорноватистої кислоти HOCl) або перекисних сполук.

За хімічною природою целюлоза – полісахарид, побудований із залишків глюкози, зв'язаних між собою 1,4-β-глікозидними зв'язками у лінійні нерозгалужені ланцюги.

Структурна будова макромолекули целюлози зображується формулою (2.1), яка була запропонована Хеуорсом:



У формулі показані кінцеві ланки макромолекули целюлози та целобіозний структурний елемент  $\beta$ -D-глюкоза.

Сучасна теорія хімії целюлози має відповісти на наступні питання, які стосуються:

Будови макромолекули целюлози:

- хімічна будова елементарної ланки й макромолекули у цілому;
- конформація макромолекули та її ланок.

Молекулярної маси целюлози і її полідисперсності.

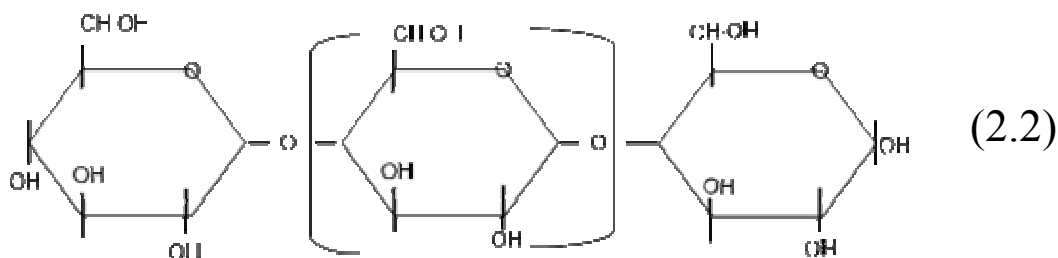
Структури целюлози:

- рівноважний фазовий стан Ц (аморфний або кристалічний);
- типи зв'язків між макромолекулами;
- надмолекулярна структура;
- структурна неоднорідність целюлози;
- структурна модифікація.

Дані щодо хімічної будови макромолекули целюлози і особливо будови елементарних ланок, з яких складається макромолекула, є на сьогодні безспірними. Їх можна формулювати таким чином [143]:

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

- елементарною ланкою макромолекули целюлози є ангідро-D-глюкоза. За повного гідролізу целюлози виділена D-глюкоза з виходом до 96–98% від теоретичного  $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$ ;
- елементарна ланка у макромолекулі Ц містить три вільні гідроксильні групи, з яких одна група є первинною і дві – вторинні. Ці групи відрізняються за реакційною здатністю;
- гідроксильні групи в елементарній ланці макромолекули Ц знаходяться біля 2-го, 3-го і 6-го атомів вуглецю;
- елементарні ланки макромолекули целюлози-ангідро-D-глюкопіраноза сполучені між собою 1,4-β-глікозидним зв'язком. Таким чином, будова целюлози має наступну формулу (2.2):



Утворення 1,4-глікозидного зв'язку у процесі біосинтезу відбувається шляхом взаємодії спиртової гідроксильної групи біля  $C_4$  кінцевої моносахаридної ланки акцептора – сполуки, з якої утворюється полісахарид у процесі біосинтезу, та активованого глікозидного вуглеводного атома  $C_1$  лабільної сполуки, що має підвищений запас енергії і який є донором глікозильних угруповань, спроможних під дією ферменту передавати їх сполуці – акцептору.

Донор (від лат. *donare* – дарувати) у хімії – атом або група атомів, що створюють хімічний зв'язок за рахунок своєї неподільної пари електронів і заповнення вільної орбіти (рівня енергії) акцептора. Донорами можуть бути атоми азоту, кисню, фосфору, сірки та інші атоми.

Акцептор (від лат. *acceptor* – отримувач) – атом (іон) або група атомів, що приймають електрони і створюють хімічний зв'язок за рахунок вільної орбіти та неподільної пари електронів донора.

Донорно-акцепторний зв'язок – хімічний зв'язок між двома атомами або групою атомів, що утворюється за рахунок неподільної пари електронів одного атома (донора) і вільного рівня іншого атома (акцептора).

Донорно-акцепторний зв'язок називається також семи-полярним (напівполярним), оскільки на атомі-донорі виникає ефективний позитивний заряд, а на атомі акцепторі – ефективний негативний заряд. Зображують цей зв'язок стрілкою, направленою від донора до акцептора.

Первинним елементом надмолекулярної структури й будови целюлози є мікрофібрила, що складається з декількох сотень макромолекул і має форму спіралі (товщиною 3,5–10 нм, довжиною 50–60 нм й більше). Мікрофібрили об'єднуються у більш крупні утворення, з різною орієнтацією у різних шарах клітинної оболонки рослинних тканин. В організмі рослин целюлоза слугує головним чином будівельним матеріалом.

У клітинних стінках деревини целюлоза знаходиться у вигляді тоненьких волоконцець – целюлозних мікрофібрил. Довгі ланцюгові молекули целюлози проходять уздовж мікрофібрил на деяких дільницях орієнтовано (тобто паралельно одна до одної і на близьких відстанях), а на деяких дільницях їхня орієнтація є менш досконалою. Дільниці целюлози, в яких існує досконалий порядок у трьох просторових напрямках (тобто досконала орієнтація), називають орієнтованими дільницями або кристалічними (кристали). Дільниці, в яких досконалий порядок відсутній і зберігається лише загальна поздовжня направленість ланок, називають неорієнтованими або аморфними (рис. 2.5).

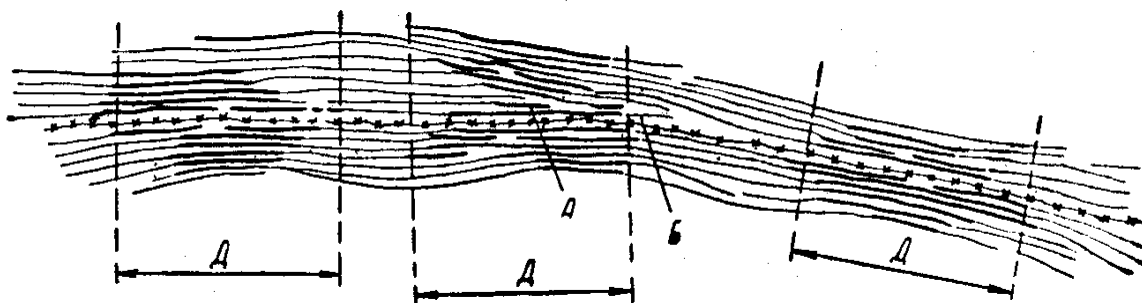


Рис. 2.5. Схема надмолекулярної структури целюлози:  
А – кінець молекули у кристалічній ділянці; Б – кінець молекули  
в аморфній ділянці; Д – кристалічні ділянки

Орієнтація ланок у кристалітах підтримується за рахунок сил міжмолекулярної взаємодії – сил Ван-дер-Ваальса і, головним чином, водневих зв'язків. Між орієнтованими та неорієнтованими (аморфними) ділянками немає різкої межі як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках волокна. У поперечному розрізі макрофібрил правильні кристалічні ділянки целюлозних ланок оточені менш правильно розміщеними ланками. Суворий порядок розміщення у цій частині уже відсутній, але все ж таки ці ділянки ще не є аморфними. Поряд з теорією орієнтованої будови існує теорія аморфної будови целюлози, згідно з якою між ланковими молекулами целюлози існує лише дуже слабка взаємодія, і ці ланки не утворюють правильної кристалічної решітки. Тобто у протилежність теорії орієнтованої будови целюлоза розглядається як однофазна система, а її рівноважним станом вважається аморфний стан.

У целюлозі існує тип міжмолекулярних зв'язків, які називаються водневими, що утворюються між атомом водню та одним електронегативним атомом, наприклад, кисню, азоту, фтору. Водневий зв'язок целюлози обумовлений наявністю у молекулі гідроксильних груп, які усі повністю залучаються до цього зв'язку. У цьому випадку атом водню однієї гідроксильної групи зв'язується з атомом кисню іншої гідроксильної групи. Його вплив можна пояснити, розглядаючи механізм структуротворення і зчеплення між собою

розмелених волокон целюлози за допомогою водневих зв'язків у полотні паперу за умови відсутності в його композиції наповнювачів і зв'язувальних допоміжних речовин.

Відомо, що молекула природної целюлози складається з глюкозних залишків, в'язаних між собою  $\beta$ -глікозидним зв'язком. Кожен глюкозний залишок має три гідроксильні групи ОН, що знаходяться біля 2-го, 3-го та 6-го атомів вуглецю, і якими, власне, визначається гідрофільний характер целюлози, тобто задовільне змочування целюлози водою та її набухання у воді [16].

Формування паперового полотна на папероробній машині відбувається з водної суспензії рослинних целюлозних волокон, що відповідним чином розроблені й підготовлені на різних стадіях технологічного процесу його виробництва. Саме тому активні гідроксильні групи на поверхні волокон мають бути сольватовані молекулами води, які схематично можна позначити у вигляді диполів  $\oplus\text{---}\ominus$ , при цьому відбувається процес набухання.

За умов зближення між собою таких волокон під великим тиском між активними групами на поверхні сусідніх молекул можуть створюватися через диполі різні мостикові зв'язки: міжмолекулярні сили Ван-дер-Ваальса незначної енергії взаємодії і водневі зв'язки.

Енергія водневого зв'язку (5–8 ккал/моль), який є граничним випадком так званого диполь-дипольного притягання, значно перевищує енергію звичайної міжмолекулярної взаємодії, але у 13–17 разів менше енергії хімічного зв'язку [100, 143].

При поступовому ущільненні паперового полотна на стадіях формування, пресування і сушіння його структура змінюється, відбувається поступовий перехід від коагуляційної структури до структури переплетіння, в якій уже проявляється дія сил Ван-дер-Ваальса, а також слабких сил тертя між суміжними поверхнями волокон. Ця структура у сушильній частині ПРМ стає більш міцною, переходить в адгезійну структуру зрощення, де основними силами зв'язку між волокнами целюлози є водневі зв'язки.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Таким чином, низка проблем, що стосуються взаємодії целюлози й води, зв'язку між волокнами, властивостей паперу, визначаються водневими зв'язками.

Водневий зв'язок виникає у атома водню, що знаходиться між двома електронегативними атомами, наприклад, двома кисневими атомами, двома атомами азоту, двома атомами фтору тощо. Один із типів водневого зв'язку виникає між гідроксильною групою й ефірним або глікозидним атомом кисню. Другий тип – між двома гідроксильними групами.

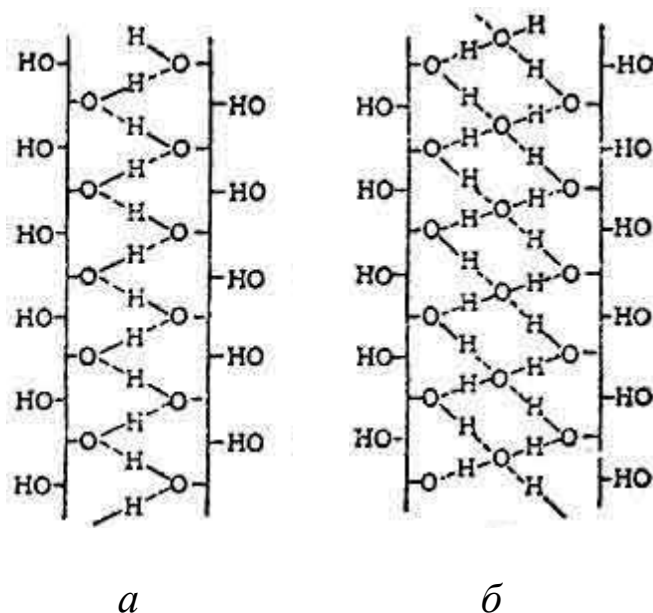
Вченими висловлені також припущення щодо існування між гідроксильними групами циклічних сполук більш складних водневих зв'язків [100, 143].

У випадку зволоження целюлози водою деякі водневі зв'язки між гідроксильними групами целюлози розриваються і створюються нові водневі зв'язки з молекулами води.

Коли целюлоза висушена, молекули води, які створюють водневі зв'язки з гідроксильними групами целюлози, значним чином видаляються і водневий зв'язок між гідроксилами відновлюється. Аналогічний процес створення зв'язків між волокнами відбувається при відповідних умовах виготовлення паперу або картону, а саме послідовно на стадіях пресування й сушіння. Якщо висушити вологий лист паперу, то між молекулами двох волокон целюлози за наявності між ними необхідного контакту за відстані між ними 0,24–0,27 нм під дією сил поверхневого натягу води створюються водневі зв'язки. Саме таким чином можна пояснити взаємодію між водою і целюлозою, а схематично водневий зв'язок у папері може бути подано у такому вигляді (рис. 2.6) [33, 100].

У процесі висушування вологого паперу вода поступово видаляється і волокна зближуються між собою з наростанням сили взаємодії між активними групами. Як видно з наведеної схеми, можна припустити, що під час висихання у першу чергу видаляється середня молекула води, а крайні молекули відповідно наблизяться і знову зв'яжуть активні групи першого і другого волокна. Таким постійним наближенням з видаленням сольватаційної води активні групи настільки

наблизяться одна до одної, що зможуть вступити у зону безпосередньої взаємодії, за умови відсутності наповнювачів і допоміжних речовин між ними.



*Рис. 2.6. Схема місткових зв'язків між паралельними целюлозними ланцюгами: а – паралельні целюлозні ланцюги, з'єднані боковим зв'язком через водневі мостики у сухих волокнах; б – паралельні целюлозні ланцюги, з'єднані молекулами води через водневі мостики у вологому волокні*

Зближенню волокон між собою під час видалення вологи з капілярів (пор) аркуша сприяють сили поверхневого натягу води, що викликає усадку паперу. При цьому окремі ланцюжки волокон целюлози вступають між собою у тісний контакт зі створенням водневих зв'язків завдяки взаємодії сусідніх гідроксильних груп. Водяний мостик при цьому замінюється водневим за схемою, наведеною на рис. 2.6 а.

Водневий зв'язок слід розглядати як міжмолекулярну взаємодію, яка завдяки порівняно малому радіусу і помітному спорідненню до електрона має здатність відтягувати його від сусіднього атома водню. Внаслідок цього атом водню певним чином отримує властивості протона  $H^+$  і стає здатним взаємодіяти з електронами іншого атома, наприклад, кисню



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

або будь-якого іншого елемента другого періоду періодичної системи Менделєєва, тобто утворювати водневий зв'язок. Це можна представити наступним чином:  $\text{OH}^+-\text{O}$ , де  $\text{O}$  – атом кисню, а пунктирна лінія – водневий зв'язок, при цьому водень знаходиться посередині між двома атомами кисню, але ближче до атома, з яким він зв'язаний ковалентним зв'язком.

Наявність у целюлозі водневих зв'язків між сусідніми макромолекулами, можливість їхнього розривання й повторного створення після її зволоження і висушування є, очевидно, одним з головних факторів, які пояснюють більшість властивостей паперу: механічну міцність, вбирну здатність, гігроскопічність, рівномірність структури тощо. Наприклад, зниження механічної міцності аркуша паперу під час його зволоження пов'язане з тим, що вода розсовує волокна, викликає їхнє набухання, розриваються міцні водневі мостики і волокна залишаються зв'язаними менш міцними водяними мостиками. До того ж, вода, як мастило, знижує взаємне тертя волокон, що сприяє руйнуванню структури зразка паперу під час випробування його за показником руйнівного зусилля до розривання.

Коли відбувається набухання целюлози, тобто між макромолекулами вуглеводних молекул впроваджується, наприклад, вода, тоді теж можуть проявлятися водневі зв'язки, але уже за допомогою молекул води, за схемою на рис. 2.6 б.

Якщо порівнювати сили міжмолекулярних взаємодій із силами внутрішньо молекулярними (хімічними), то виходить, що міжмолекулярні сили порівняно невеликі. Так, енергія зв'язку  $\text{C}-\text{C}$  визначається в 62 770 кал,  $\text{C}-\text{H}$  – у 85560 кал,  $\text{C}=\text{C}$  – у 101160 кал. Енергія ж водневого зв'язку, обумовленого наявністю групи  $\text{OH}$ , оцінюється у 7250 кал. Сила зчеплення, обумовлена групою  $\text{C}=\text{C}$ , – у 4270 кал, групою  $\text{CH}_3$  – в 1780 кал. Що ж стосується сил Ван-дер-Ваальса, то вони оцінюються приблизно у 2000–3000 кал на моль [100].

У високомолекулярних речовинах, до яких відноситься целюлоза та інші полісахариди, на одну макромолекулу, що містить 300–500 залишків d-глюкози, число гідроксильних груп складає 900–1500. Тому ці сили міжмолекулярного зчеплення, що розвиваються між окремими молекулами, можуть бути дуже великими і значно переважати хімічні сили, які зв'язують окремі частини й ланки цієї молекули.

Целюлоза – речовина, що широко розповсюджена у рослинному світі. Вона входить до складу як однорічних рослин, так і багаторічних, зокрема до складу деревних порід.

Роль целюлози, головного компонента клітинної стінки вищих рослин, що слугує механічним каркасом, безпосередньо пов'язана з особливостями хімічної будови її макромолекули і характером надмолекулярної структури, формування яких відбувається у процесі біохімічного синтезу.

Біосинтез – процес утворення необхідних організму речовин, котрий відбувається у живих клітинах за участю біокатализаторів – ферментів. Зазвичай у результаті біосинтезу із простих вихідних речовин утворюються більш складні сполуки – аж до гігантських молекул білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів. У промисловості застосовують мікробіологічний синтез – біосинтез мікроорганізмами антибіотиків, гормонів, вітамінів, амінокислот тощо.

Саме тому проблема дослідження утворення Ц у природі має два аспекти – власне біохімічний, що включає питання щодо характеру вихідних реагуючих сполук, кінетики й механізму утворення елементів надмолекулярної структури, та формування складної структури полісахариду як полімера.

Біосинтез целюлози відбувається у дві стадії. Перша стадія є повільним процесом, у результаті якого утворюється дуже незначна кількість Ц, що має відносно невисоку, яка поступово зростає, молекулярну масу (2000–6000) і широкий молекулярно-масний розподіл (целюлоза первинної кліткової стінки). На другій стадії процес протікає досить швидко і призводить до утворення майже усієї кількості Ц з високою молекулярною масою (СП 13000–14000), практично монодисперсної.

Утворення однорідних за величиною макромолекул та їхній правильний розподіл у шарах однаково побудованих елементарних фібрил пояснюється протіканням біосинтезу за структурно-контрольованим (матричним механізмом). Матрицею, що визначає довжину макромолекули (близько 7 мкм), є, очевидно, спіралевидна молекула білка або ліпопротеїну. З кінцем фібрили, що утворюється, за допомогою водневих зв'язків приєднується активована молекула глюкози, у результаті чого приєднання відбувається уздовж матриці фіксацією одночасно довжини ланки й типу елемента структури, що утворюється.

В організмі людини понад  $10^6$  різних білків, необхідність їхнього постійного оновлення – в основі обміну речовин. Вирішальна роль у біосинтезі білків належить нуклеїновим кислотам.

### ***2.2.2. Види волокнистої сировини для виробництва паперу і картону***

Папером прийнято називати капілярно-пористий гігроскопічний листовий матеріал товщиною 4–400 мкм, що складається переважно з рослинних волокон, підготовлених спеціальним чином або способом і зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення під час проходження стадій технологічного процесу виготовлення.

Картон відрізняється від паперу більшою товщиною і масою площі  $1 \text{ м}^2$  понад 250 г, він міцніший і жорсткіший за папір і застосовується у техніці та для виробництва тари.

Картон (італ. – cartone) – це твердий листовий або стрічкоподібний матеріал масою  $1 \text{ м}^2$  понад 250 г, товщиною 0,3–0,5 мм і більше. У деяких країнах часто приймають нижню межу маси  $1 \text{ м}^2$  картону 150–200 г.

Виготовляють картон з приготовленої (розмеленої, інколи проклеєної, наповненої й забарвленої) волокнистої маси на картоноробних машинах (плоскосіткових і циліндрових) у

вигляді безперервної висушеної, інколи каландрованої стрічки; на папкових машинах у вигляді окремих вологих листів, які пресують у гідравлічних плиткових пресах, висушують у каналних, стрічкових та іншого виду сушарках, ущільнюють на каландрах, сортують і упаковують.

Під поняттям «паперотворні властивості» розуміють комплекс характеристик волокнистого напівфабрикату, які визначають придатність отримуваної з них паперової маси у процесі виготовлення паперу і визначають його властивості.

Оброблення паперу й картону – це процеси, що надають їм спеціальні властивості, такі як жиро-, волого-, паронепроникність, світлочутливість, гладкість поверхні тощо. Це процеси просочування, покриття, армування, ламінування, каширування, каландрування та багато інших.

Під переробленням паперу й картону розуміють процеси, у результаті яких з'являються нові готові вироби, такі як фібра, шаруваті пластики, паперові мішки, зошити, коробки, ящики тощо.

Так, для виготовлення фібри, яка застосовується для ізоляції роторів у електротехніці, в авіаційній та інших галузях промисловості, папір-основа просочується відповідними хімічними реагентами, наприклад, хлористим цинком.

Розмелювання – це процес, під час якого рослинні волокна піддають спеціальному механічному обробленню, що відбувається з використанням води. Волокниста суспензія за різної масової частки волокна обробляється шляхом перехресної дії ножів розмелювального апарата.

Формування – процес виливання на сітці папероробної або картоноробної машини полотна паперу чи картону з необхідним комплексом структурно-фізичних властивостей.

Сучасна целюлозно-паперова галузь є важливою сферою економіки з високими темпами розвитку, постійно зростає потреба на її продукцію, що обумовлено підвищенням життєвого рівня населення та розвитку інших галузей господарства.

## **Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей**

---

Значне розширення асортименту продукції ЦПП, викликане зміною структури виробництва й споживання, обумовило значний вплив на розширення джерел використання як волокнистої сировини, так і готової продукції з неї: паперу, картону та виробів з них.

На сьогодні у ЦПП використовується велика кількість волокнистих напівфабрикатів, які відрізняються як за джерелом сировини (деревина хвойних і листяних порід, недеревні однорічні рослини, хімічні волокна), так і за застосуванням та переробленням (небілені й білені напівфабрикати з широким діапазоном виходу із сировини, отримані з використанням механічних, хімічних та комбінованих способів).

Визначення джерела й способу отримання того або іншого волокнистого напівфабрикату, що входить до композиції різних видів паперу й картону, у тому числі імпортованих, переконує у доцільності більш широкого дослідження їхніх властивостей та використання у виробництві широкого асортименту картонно-паперової продукції, а також пакувальних матеріалів і пакування на їхній основі.

У загальному обсязі світового виробництва паперу й картону понад 25% волокнистих напівфабрикатів становить макулатура і близько 75% – целюлозні рослинні волокна, з яких 60–70% припадає на рослинні напівфабрикати із хвойної деревини, 20–25% – із листяної і близько 5–10% – із недеревної волокнистої сировини (відходів перероблення сільськогосподарської продукції та однорічних рослин) [35].

Застосування того чи іншого виду волокнистого напівфабрикату визначається вимогами до головного продукту – паперу або картону, його основними властивостями й призначенням, умовами застосування або експлуатації та іншими факторами.

Целюлозні волокна є головним складовим волокнистим компонентом для виготовлення відповідних видів паперу й картону з високим комплексом споживних та експлуатаційних властивостей – це, наприклад, папір високої якості для

друку, для спеціальних матеріалів і виробів – банкнотний папір, для акцій, для фасування харчових продуктів та багато іншої картонно-паперової продукції [56].

Технічна целюлоза є волокнистим напівфабрикатом, який отримують шляхом термічного й технічного оброблення рослинних матеріалів з метою його очищення й видалення нецелюлозних і не волокнистих компонентів (білків, жирів, восків, смол, лігніну, а також полісахаридів – супутників целюлози). Це здійснюється шляхом руйнування морфологічної структури волокна (видалення первинної клітинної стінки, що має низьку реакційну здатність), а також розривом міцних зв'язків, які утворюються у процесі біотехнічного синтезу між окремими макромолекулами, їхніми агрегатами або фібрилами та між целюлозою й компонентами клітинної стінки. Умови виділення целюлози з різних рослинних матеріалів розрізняються як за характером застосовуваних реагентів, так і за апаратурним оформленням технологічного процесу її отримання (варіння).

Відмінностей щодо технологій та процесів отримання целюлози різними способами немає і процес протікає за такою схемою: обкорений баланс Д подрібнюють у тріску (щепу) розміром 15–30 мм на спеціальних рубальних машинах. Тріску завантажують у котел ємністю до 300 м<sup>3</sup>, заливають розчинами відповідного хімікату, закривають котел герметично, піднімають температуру і тиск та витримують від 4 до 18 годин (так званий процес варіння целюлози). Потім зливають відпрацьований розчин, вивантажують целюлозу, промивають її і, за необхідності, вибілюють. У конструктивному відношенні способи отримання целюлози можуть бути періодичні й безперервні. Температура варіння 170–175° С, тиск у котлі 8–9 атм (кгс/м<sup>2</sup>) (800–900 кПа) [156].

Таким чином, технічна целюлоза – це волокниста маса, яку отримують шляхом термічного й хімічного оброблення рослинних матеріалів, у результаті якого видаляється більша частина неволокнистих речовин. Від хімічно чистої Ц відрізняється залишковим вмістом нецелюлозних домішок:

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

геміцелюлоз, лігніну, смол, жирів та інших. Способи отримання целюлози й отримана целюлоза називаються відповідно до використаних хімічних реагентів. Найбільш поширеними способами є СФА і СФІ способи варіння целюлози. Залежно від способу розрізняють Ц сульфітну, сульфатну, моноссульфітну, натронну, хлорно-лужну, азотнокислу. За видом застосовуваної сировини розрізняють Ц бавовняну, деревну (хвойну й листяну), із соломи злакових рослин, льону, конопель. Як правило, у назві Ц вказують характерні особливості технології її виробництва: небілена, білена, напівбілена, облагороджена, валикова, пелюсткова, передгідролізна та визначають її властивості. За жорсткістю, тобто за залишковим вмістом лігніну, розрізняють Ц сульфітну, жорстку, середню, м'яку та сульфатну; дуже жорстку (крафт), нормально жорстку (ізоляційну), середньом'яку. Залежно від виходу з деревини розрізняють звичайну целюлозу, целюлозу високого виходу і напівцелюлозу. За структурою взаємного розташування молекул целюлоза ділиться на природну (нативну) і регенеровану. Широке розповсюдження отримав поділ Ц за призначенням. Наприклад, для паперу, для хімічного перероблення, віскозна, кордна, ацетатна, мішкова, конденсаторна тощо. Ефіри целюлози застосовують у виробництві штучного волокна, кіно-, фотоплівок, лаків, пластичних мас, бездимного порошу тощо.

Целюлоза є головним компонентом рослинних клітин і має цінні властивості для виробництва паперу й картону. Ці волокна добре набухають у воді, вони здатні фібрилюватися на дрібні волоконця, мають високу міцність і стійкість до впливу температури, дії хімічних речовин, легко диспергуються у воді та утворюють міцний міжволокний зв'язок між собою в аркуші паперу або картону. Ці властивості волокон у технології целюлозно-паперового виробництва прийнято називати паперотворними. Інші волокна (штучні, синтетичні, мінеральні, вовняні) цих цінних властивостей не мають, а тому разом з ними потрібно застосовувати різні

диспергувальні та зв'язувальні добавки. Таке виробництво є значно дорожчим і технологічний процес ускладнюється, тож краще їх застосовувати разом з целюлозними волокнами, які є матрицею і зв'язувальним компонентом. Волокнисті напівфабрикати навіть з однієї рослинної сировини мають різні властивості залежно від способу отримання. Тому є дуже важливим знати ці властивості, їхній вплив на якість готової продукції і взаємозв'язок з іншими факторами, у тому числі з технологічними.

Якість продукції залежить також від того, у якому вигляді й стані вони надходять на паперову фабрику – у сухому (у вигляді товарного продукту) або в рідкому стані (із сусіднього цеху, де вони виготовляються). Цей випадок має свої позитивні моменти – продукція якісніша, затрати енергії знижені. Однак, це можливе лише у випадку, коли целюлозний завод і паперова фабрика знаходяться у системі одного комбінату.

Волокна для виробництва паперу можуть бути деревними та недеревними, а також нерослинні – штучні, синтетичні, мінеральні, вовняні.

- Волокна рослинного походження бувають таких трьох груп:
- неодеревенілі – з бавовни, льону, пеньки, рамі (китайська кропива – багаторічна трав'яна рослина), джуту – містять незначну кількість лігніну і забарвлюються хлорцинкйодом у винно-червоний колір;
  - частково одеревенілі – целюлоза хвойна, листяна, солом'яна, очеретяна, бамбукова – лігнін до 6% і забарвлюється хлорцинкйодом у фіолетовий колір;
  - одеревенілі – маса високого виходу, напівцелюлоза містить лігніну більше 6% і забарвлюється хлорцинкйодом у жовтий колір. Для досягнення необхідних властивостей паперу або картону технологи виробництва використовують волокнисті напівфабрикати з відповідними структурно-фізичними властивостями.



Залежно від способу виробництва розрізняють такі види целюлози:

- целюлозу сульфатну отримують шляхом варіння подрібненої рослинної сировини розчином, головними компонентами якого є гідроксид натрію і сульфід натрію ( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ ), у котлах періодичної або безперервної дії за температури  $160\text{--}180^\circ\text{C}$  і тиску  $0,7\text{--}1,2$  МПа протягом  $1\text{--}8$  годин. Сульфатна целюлоза після варіння має темний колір, за необхідності після цього піддається вибілюванню. Вихід абсолютно сухої целюлози з деревини становить  $45\text{--}55\%$ ;
- сульфітна целюлоза виготовляється головним чином з малосмоляних порід хвойної деревини (ялини) шляхом дії сульфітного варочного розчину, компонентами якого є водний розчин  $\text{SO}_2$  і бісульфіти відповідних лугів (кальцію, магнію, натрію або амонію), у котлах періодичної дії за температури  $130\text{--}145^\circ\text{C}$  і тиску  $0,6\text{--}1,2$  МПа протягом  $6\text{--}18$  годин.

Сульфітна целюлоза після варіння більш світла, ніж сульфатна і легше піддається вибілюванню, застосовується для виробництва різних видів паперу: для писання, друку, упакування різної продукції, хімічного перероблення (на віскозу, ефіри тощо) (рис. 2.7 а).

Волокна сульфатної целюлози досить гнучкі, еластичні, відзначаються високою механічної міцністю, менше вкорочуються у процесі розмелювання й більше фібрилюються, сприяючи створенню більш зімкнутого і менш прозорого листа, потребують більших затрат електроенергії, ніж волокна сульфітної целюлози, використовуються практично для виробництва усіх відповідальних видів паперу й картону – писального, друкарського, пакувального, для покривних шарів картону тощо (рис. 2.7 б).

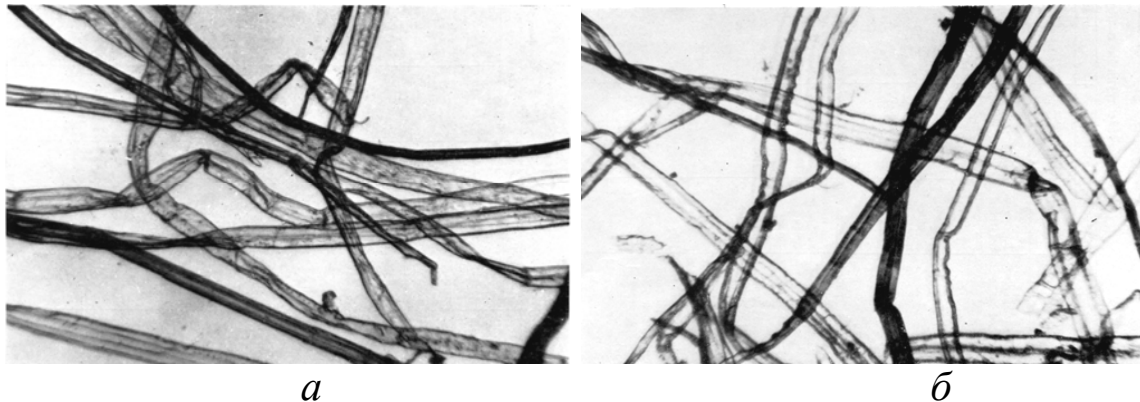


Рис. 2.7. Волокна целюлози деревини хвойних порід:  
а – сульфитна небілена; б – сульфатна небілена

Целюлоза сульфатна – целюлоза, отримана з рослинної сировини сульфатним способом виробництва целюлози. За ступенем проварювання й виходу з деревини розрізняють: целюлозу високого виходу (50–60%); целюлозу нормально жорстку (100–120<sup>0</sup>Б); целюлозу крафт – жорсткістю 130–140<sup>0</sup>Б; вибілену середньом'яку жорсткістю 50–90<sup>0</sup>Б; передгідролізну з виходом з деревини близько 35% із вмістом  $\alpha$ -целюлози до 95% й більше. Целюлоза сульфатна відзначається високою механічною міцністю; широко застосовується у невибіленому й вибіленому вигляді для виробництва різного культурно-побутового і технічного паперу й картону тощо.

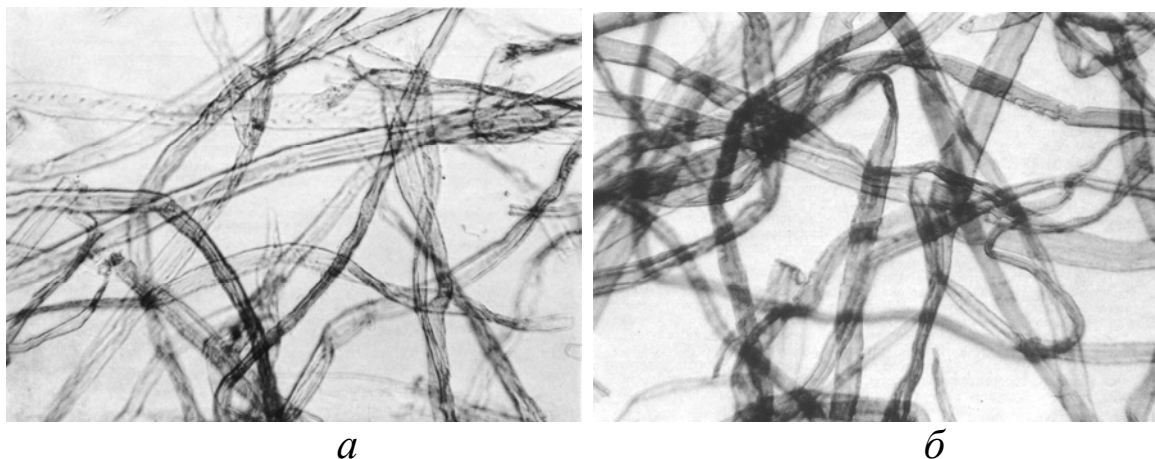
Целюлоза сульфатна білена – целюлоза сульфатна, піддана багатоступеневому вибілюванню із застосуванням двоокису хлору. Чинними стандартами передбачається чотири марки: АС-0 – для вищих сортів паперу; АС-I – для основи копіювального паперу й основи парафінування; АС-II – для основи пергаменту, санітарно-побутових видів паперу і для добавок у композицію паперу для друку; БС – для покрівельних шарів картону й різних видів пакувального паперу. Марки розрізняються білістю, показниками механічної міцності і засміченості (рис. 2.8 б).

Целюлоза сульфатна небілена хвойна випускається за чинними стандартами чотирьох марок: НС-0, НС-1, НС-2, НС-3, які розрізняються механічною міцністю (розривна довжина 8000–10500 м й більше), засміченістю (від 2500 до

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

4000 смітинок на 1 м<sup>2</sup>), ступенем делігніфікації (від 21,5 до 30,6). Застосовується у виробництві різних технічних видів паперу, основи для фольги, високоміцного пакувального паперу, водонепроникного і світлонепроникного паперу тощо, а також деяких видів картону.



*Рис. 2.8. Волокна біленої целюлози з деревини хвойних порід:  
а – сульфітної целюлози; б – сульфатної целюлози*

Целюлоза сульфітна білена – целюлоза сульфітна, піддана вибілюванню (рис. 2.8 *а*). Чинними стандартами передбачається випуск целюлози сульфітної таких марок: А-0 – для високоміцного паперу; А-І – для високозольного й тонкого паперу; А-ІІ – для нормального і форзацного паперу; Б-І – для писального, креслярського, обгорткового паперу; Б-ІІ – для писального, кольорового паперу; С-І – для фотопідложки й вищого креслярського паперу; С-ІІ – для картографічного та офсетного паперу; С-ІІІ – для цигаркового й сигаретного паперу; С-ІV – для фотокальки. Вказані види целюлози сульфітної вибіленої розрізняються за білістю, механічними показниками, вмістом  $\alpha$ -целюлози, смол, жирів, засміченості.

Целюлозу високого виходу (ЦВВ) отримують звичайними способами делігніфікації рослинної сировини, вона має вихід до 65%, відрізняється більш високим вмістом залишкового лігніну та геміцелюлози, використовується у виробництві тарного картону та деяких видів паперу – паперу для гофрування, газетного.

Напівцелюлоза – волокнистий напівфабрикат, який відрізняється від целюлози відомих способів варіння тим, що у цьому випадку процес варіння ведеться не до стану вільного поділу волокон, а лише до набухання лігніну та його часткового розчинення. Остаточний поділ сировини на волокна здійснюється під дією розмелювання у дискових, конічних млинах або ролах.

Спосіб варіння – нейтрально-сульфітний з реагентами  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  і  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  за температури 170–180° С у співвідношенні реагентів 4:1. Проводять також варіння на амонійній основі –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  і  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Волокна напівцелюлози більш жорсткі (містять значну кількість лігніну), застосовуються для виробництва тарного картону, паперу для гофрування, грубого обгорткового паперу.

Целюлоза бавовняна – целюлоза, отримана обробкою механічно очищеного бавовняного волокна лугом (бучіння) з подальшим вибілюванням і сушкою. Відзначається високою хімічною чистотою (вміст  $\alpha$ -целюлози до 99%) і високим ступенем полімеризації. Використовується для отримання ефірів целюлози, які застосовують для виготовлення пластмас, плівок і лаків, а також видів паперу, котрі відзначаються міцністю, довговічністю й високою хімічною чистотою. Целюлоза бавовняна важко розмелюється.

Целюлоза азотнокисла – целюлоза, отримана шляхом варіння рослинної сировини (зазвичай листяної деревини) азотнокислим способом. На першій стадії рослинну сировину обробляють азотною кислотою, де відбувається гідроліз геміцелюлоз, нітрування, гідроліз лігніну, а на другій стадії здійснюється розчинення нітропохідних лігніну за екстракції розчину їдкою натру.

Целюлоза бісульфітна виготовляється шляхом варіння деревини або однорічних рослин бісульфітним способом. Вона має вищий вихід із сировини, аніж звичайна сульфитна целюлоза, і вищі показники механічної міцності.

Целюлозу високого виходу отримують способами делігніфікації рослинної сировини з подальшим застосуванням

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

напівмасного розмелювання, що має вищий вихід (до 65%), ніж звичайна целюлоза за інших рівних умов. Відзначається вищим вмістом залишкового лігніну і геміцелюлоз. Целюлоза високого виходу сульфатна застосовується у виробництві тарного картону і деяких видів паперу, а целюлоза високого виходу сульфатна – у композиції газетного паперу, тарного картону тощо.

Целюлоза віскозна – целюлоза, вибілена й додатково оброблена для підвищення хімічної чистоти. Призначена для переробки на віскозне волокно й плівку – целофан. Застосовують переважно вибілену облагороджену деревинну целюлозу сульфатну і целюлозу сульфатну пергідролізну.

Целюлоза крафт (крафт – целюлоза) – це особливо міцний вид невибіленої сульфатної целюлози жорсткістю 130–140<sup>0</sup>Б. Застосовується для виготовлення міцних пакувальних і тарних видів паперу й картону (мішкового та обгорткового паперу, ящикového картону), а також паперової пряжі шнурків і шпагатів.

Окрім целюлози у виробництві картонно-паперової продукції застосовується також деревна маса (ДМ) – волокнистий напівфабрикат, який отримують механічним розділенням деревини на волокна за атмосферного тиску без попереднього проварювання та оброблення хімікатами [156].

До ДМ належить дефібрерна, термодефібрерна та рафінерна ДМ, які мають вихід 90–95% від абсолютно сухої деревини. ДМ отримують або шляхом механічного стирання деревини у вигляді балансів на камені дефібрерів різного типу, або розмелюванням трісок у дискових млинах (рафінерах). За хімічним складом ДМ мало відрізняється від вихідної деревини, а за фракційним – менш однорідна, ніж целюлоза, і складається з пучків різних розмірів, нерозділених волокон, окремих волокон різної довжини, обривків, дріб'язку.

Отримання деревної маси, порівняно із способом виробництва целюлози, є простішим, дешевшим, менш енергоємним, з більшим виходом за волокном (86–90%), тому деревна маса – найдешевший волокнистий напівфабрикат.

До складу деревної маси входять і целюлоза, і лігнін. Деревна маса широко використовується для виробництва багатьох видів паперу й картону. Нещільно прилеглі одна до одної частинки деревної маси надають паперу крупнопористу структуру і більшу всмоктувальну здатність. Сировиною для виготовлення деревної маси є ялина, рідше осика та інші листяні породи дерев. Властивості деревної маси залежать від способу її виготовлення й підготовки та виду деревини. Деревну масу виготовляють різних видів: білу і буру.

Біла дефібрерна деревна маса – це стовбури дерев, які розпилюють на баланси – колоди довжиною 2–3 м, ретельно очищують від кори на спеціальних машинах, потім стирають на абразивній робочій поверхні каменю жорна, які з високою швидкістю обертаються в машині – дефібрері при неперервному поданні води. Отримана на дефібрері деревна маса (дефібрерна) містить окремі волокна, обривки волокон і грубі нерозтерті пучки. Саме тому її сильно розбавляють водою (вміст волокна 2–8%) і сортують, щоб затримати тріску й сторонні домішки. Отримана після сортування деревна маса не потребує додаткового оброблення і придатна для виробництва паперу. Отриману таким чином деревну масу називають білою.

Деревна маса є доступним і часто незамінним напів-фабрикатом для виробництва деяких видів паперу. Вона надає паперу такі властивості як добре сприйняття фарби, м'якість і непрозорість. Але папір, що містить деревну масу, в якій знаходиться лігнін, швидко втрачає механічну міцність у результаті старіння і з часом жовтіє, тому застосовується для видань з обмеженим терміном використання.

Бура деревна маса отримується дефібруванням деревини, попередньо пропареної за підвищеної температури й тиску для її набухання, розрихлення і розм'якшення. У результаті полегшується процес дефібрування й утворюється більше довговолонистих, схильних до набухання частинок. Однак, тепловий вплив викликає потемніння лігніну, тому бура деревна маса використовується для виготовлення картону для палітурних робіт.

Рафінерна деревна маса – різновид білої деревної маси. Отримується стиранням щепи деревини у дискових млинах – рафінерах. Щепа вводиться у зазор між дисками, що обертаються, поверхня яких покрита перетираючими елементами. Після виходу з рафінера маса сортується і крупні частинки направляються на повторне рафінування. Рафінерна маса містить більше довговолокнистих частинок і має кращі паперотворні властивості, ніж деревна маса, яку отримують у дефібрері.

Термомеханічна деревна маса (ТММ) отримується в результаті переробки у дискових млинах щепи за масовою часткою 23–30%, попередньо пропареної за високої температури (110–135° С) для розм'якшення лігніну, який у ній міститься. Це покращує якість волокнистого матеріалу: підвищується рівень довговолокнистої фракції, знижується вміст костри (не розмелених частинок деревини). Введення термомеханічної маси у папір підвищує його міцність та однорідність структури. Саме тому у виробництві деяких видів паперу частково, а іноді й повністю, вона може замінити целюлозу. Від целюлози термомеханічна маса відрізняється високим виходом з деревини і вмістом лігніну та меншою вартістю.

ТММ поділяється на дефібрерну масу тиску, рафінерну ДМ тиску (розмелювання при підвищеному тиску), термо-рафінерну механічну масу (при атмосферному тиску ведуть розмелювання після пропарювання трісок), термомеханічну масу (спочатку тріски пропарюють, а потім розмелюють під тиском), вихід яких становить 93–97%.

Хіміко-термомеханічна маса (ХТММ) – маса, яку отримують шляхом попереднього оброблення трісок хімікатами з подальшим розмелюванням під тиском. Хімічний реагент – моносольфіт натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (розчин концентрацією 2,5–4,5%). Вихід ХТММ становить 90–95%. Хіміко-механічну масу (ХММ) отримують при хімічному обробленні трісок хімікатами й розмелюванням при атмосферному тиску. Вихід – 85–90%.

Застосування ДМ, а особливо ХТММ у виробництві багатьох друкарських видів паперу й картону дає змогу зменшити витрати целюлози, яка є більш дорогим напівфабрикатом [156].

До тих пір, доки целюлоза буде використовуватися як головна сировина у виробництві паперу й картону, буде продовжуватися знищення екосистеми світових лісів. Тож одним з найбільш багатообіцяючих і реально можливих для здійснення рішень у покращанні цієї ситуації є заміна деревини для виробництва целюлозних волокнистих напівфабрикатів недеревною сировиною.

Виходячи з цього, одним із реальних джерел вирішення проблеми сировинної бази, що швидкими й інтенсивними темпами розвивається у світовій целюлозно-паперовій промисловості, для України, країни з обмеженими лісовими запасами, актуальним є широке застосування однолітніх рослин та відходів перероблення сільськогосподарської продукції. Отримання із них волокнистих напівфабрикатів – целюлози й хіміко-термомеханічної маси із застосуванням сучасних прогресивних досягнень науки й техніки є важливою проблемою, що має велике значення для економіки країни.

Для виробництва напівфабрикатів для паперу й картону застосовуються різні недеревні види рослинної сировини, а саме: солома жита і пшениці, льоно-конопляні відходи, стебла технічних культур (льону, конопель, кенафу, бавовни, ріпаку, соняшника), рослини для годування тварин (кукурудза, канарник очеретяний), дикоростучі рослини (тростина, очерет), різні види ганчір'я (відходи швейних виробництв без синтетичних і штучних волокон, старі й використані бавовняні, льняні, конопляні тканини, мотузки тощо).

Волокна целюлози, отриманої з різної рослинної сировини, що відрізняються своїми розмірами за довжиною й шириною, вмістом целюлози і лігніну, наведені у табл. 2.1.



**Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону  
та характеристика їхніх властивостей**

*Таблиця 2.1*

**Порівняльний аналіз розмірів волокон целюлози  
з різної рослинної сировини**

Вид сировини	Довжина, мм, L	Ширина, мкм, в	Відношення L:в	Масова частка, %	
				Целюлози	Лігніну
Хвойна деревина	1,3...5,6	17...47	76...120	49–58	26–30
Листяна деревина	0,8...1,7	17...45	40...80	48–50	20–22
Солома: жита, пшениці, рису	0,2...1,4 0,3...2,0 0,3...0,9	10...19 10...17 10...15	35...74 20...110 30...82	47–49	23–25
Льон: костриця, луб'яні волокна	0,3...1,0 9...70	14...18 5...38	30...50 200...1800	72–83	1,7–3,2
Конопля	5...55	15...28	35...870	72–78	2,4–5,3
Тростина	0,5...1,2	15...16	45...90	35–62	10–25
Кенаф	0,7...5	20...22	55...100	30–65	12–24
Бавовник	0,8...1,9	18...20	40...100	84–90	–
Бавовна	3...100	12...38	180...1500	84–98	–
Рамі	до 620	40...80	7000... 15000		

*Джерело: складено на основі узагальнення теоретичних даних та емпіричного досвіду*

Аналізуючи наведені дані, слід констатувати, що відношення довжини волокон до їхньої ширини у однорічних рослин такого ж порядку, як і у деревини (окрім луб'яних волокон льону, конопель, бавовни та рамі). Для більшості представників однорічних рослин довжина волокон стебел близька до довжини волокон деревини листяних порід і менша довжини волокон хвойної деревини та бавовняних волокон. За шириною волокна однорічні рослини дещо поступаються волокнам листяних та є у 2–3 рази тоншими, ніж волокна хвойної деревини.

### *2.2.3. Мінеральні наповнювачі у композиції паперу*

Папір (від італ. *vambagia*) – матеріал з рослинних волокон, відповідним чином оброблених і з'єднаних між собою поверхневими силами зчеплення у тонкий лист. Для виробництва паперу використовують целюлозу різних порід деревини та однорічних рослин і деревну масу. Залежно від призначення у композицію паперу, окрім рослинних волокон, вводять різноманітні добавки (наповнювачі): мінеральні речовини (каолін, крейду, двоокис титану, тальк та інші), що додають паперу білість, щільність, гладкість та покращують фарбосприйняття й непрозорість; матеріали для проклеювання (каніфольний клей, крохмаль, смоли тощо), завдяки чому папір стає непроникним для чорнил, підвищується міцність і щільність аркуша; барвники паперу; хімічні волокна для виготовлення спеціальних видів паперу з необхідним комплексом споживних та експлуатаційних властивостей [56].

Наповнювачі – білі порошкоподібні, нерозчинні у воді мінеральні речовини: каолін, сірчаноокислий барій, тальк, двоокис титану та інші, що вводять у паперову масу для підвищення білості, гладкості й непрозорості паперу, наповнювачі роблять його більш м'яким, пластичним (легко деформується), але менш міцним.

Проклеювання – фізико-хімічне оброблення целюлозного волокна для зниження гідрофільності паперу (гідрофобізуюче проклеювання) і для покращання зв'язку між волокнами у папері (зв'язуюче проклеювання). Для цього застосовують різні гідрофобні, зв'язуючі та проклеювальні речовини.

Існує два способи проклеювання – проклеювання у масі (проклеюючі речовини вводяться у паперову масу) до виливання паперу і під час його поверхневого оброблення.

Таким чином, папером є листовий матеріал, що складається переважно із целюлозних волокон, зв'язаних між собою силами поверхневого натягу, в якому можуть

## **Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей**

---

міститися зв'язувальні речовини, мінеральні наповнювачі, хімічні й натуральні волокна, пігменти та барвники (залежно від призначення та умов використання паперу).

Під наповненням паперу розуміють введення у композицію паперу мінеральних речовин-наповнювачів для поліпшення його якості та покращання економічних показників. Введенням наповнювачів у композицію паперу досягаються наступні цілі: знижується собівартість виробництва паперу, оскільки вартість наповнювача нижча вартості волокон, частина яких замінюється наповнювачем; підвищується білість паперу, оскільки майже усі наповнювачі мають більш високу ступінь білості, аніж целюлозні волокна; істотно зростає гладкість поверхні паперу за рахунок заповнення частинками наповнювача пор і нерівностей між волокнами на шорсткій поверхні аркуша; підвищується непрозорість паперу, що дає можливість писати та друкувати з обох боків аркуша; поліпшується рівномірність просвіту; збільшуються м'якість і пластичність – папір менше шумить під час перегортання; знижується об'ємна маса, зростає мікропористість, отже поглинання друкарських фарб стає більш рівномірним і стабільним на всій поверхні паперового полотна.

Підвищений вміст наповнювачів необхідний для високого друку, оскільки підвищена пластичність дозволяє знизити тиск для задовільного продруковування відбитка, а для глибокого друку – кращого вбирання й зниження розтікання рідкої фарби на відбитках. Біла пігментно-клейова композиція наноситься на поверхню паперу для отримання високої гладкості й глянцю, що необхідно для виробництва рекламних та високоякісних ілюстрованих різнокольорових видань.

Вміст наповнювача у папері показує показник масової частки золи у папері, яку визначають за масою прожареного залишку після спалювання паперу і виражають у відсотках до маси паперу. Зольність паперу надає, зазвичай, наповнювач, оскільки природна зольність целюлозних волокон менша 1%.

За вмістом масової частки золи папір ділять на чотири групи:

- папір з природною зольністю – фільтрувальний, електроізоляційний, основа для фібри й пергамент, жиронепроникний (наповнювачі до складу паперу не вводяться);
- папір малозольний (із зольністю до 5%) – газетний, шпалерний та інші; у цих видах паперу важливо зберегти механічну міцність, тому підвищення вмісту наповнювача є недоцільним, оскільки істотно знижуються міцнісні показники паперу;
- папір середньої зольності – для писання із зольністю до 6–8%, деякі види паперу для друку із зольністю до 15%; у ці види паперу наповнювач вводиться в обмежених кількостях;
- папір високозольний (зольність понад 15%) – друкарський, для глибокого друку та інші; для цих видів паперу важливо мати високий комплекс друкарських властивостей і високу непрозорість, тому вміст наповнювача в них високий.

Для підвищення білості, гладкості і зниження світлопроникності паперу у паперову масу вводять наповнювачі – білі порошкоподібні, нерозчинні у воді мінеральні речовини: каолін, крейду, сірчаноокислий барій, двоокис титану, тальк тощо. Частки наповнювача механічно й адсорбційно утримуються целюлозними волокнами на стадіях виливання, пресування та сушіння паперу. Це надає йому рівномірну структуру і підвищує гладкість поверхні; висока білість наповнювачів сприяє підвищенню білості паперу. Відбиток на папері, який містить у композиції наповнювач, виходить більш чітким, книжковий блок більш щільним, з рівним і чітким обрізом, що надає книзі компактність, покращує її зовнішній вигляд.

Каолін належить до найважливіших мінеральних наповнювачів, які використовуються у виробництві паперу. На оптичні властивості каоліну великий вплив мають

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

титанові мінерали, котрі навіть за незначного вмісту (не більше 1%) можуть позначатися на його якості. Вміст у каоліні заліза, титану, магнію, натрію, калію та інших елементів рідко перевищує 2%. Однак, незважаючи на відносно невеликий вміст цих елементів, що знаходяться головним чином у вигляді оксидів, здійснюється значний вплив на оптичні та інші властивості каоліну. Від форми й розмірів часток каоліну залежать білість паперу і всмоктуваність ним друкарських фарб, а також лиск та гладкість його поверхні. Для кращих марок каоліну вміст часток діаметром менше 2 мкм і білість мають досягати відповідно не менше 80 і 85%.

Каолін  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – біла глина, до складу якої входять алюміній і кремній. Часто каолін містить різні домішки – кварцовий пісок, карбонати кальцію та магнію, і зазвичай буває забарвлений оксидами заліза у жовтий колір (жовта глина). Каолін має плоску структуру (рис. 2.9), але, на відміну від тальку й слюди, його роль у покриттях визначається більшим чином внеском у оптичні, аніж у фізичні властивості покриттів.

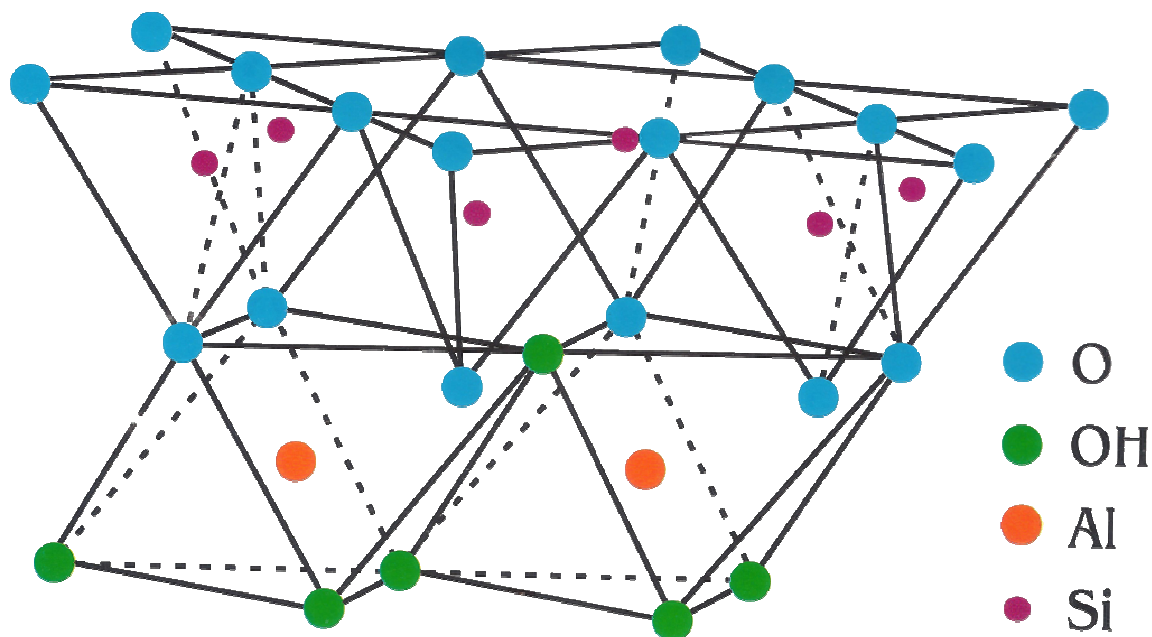
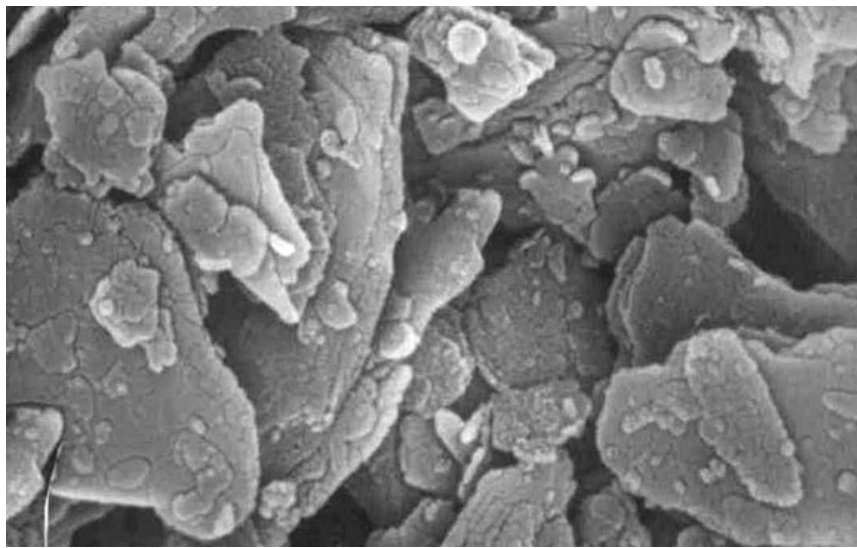


Рис. 2.9. Структура каоліну

Тальк  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$  – силікат магнію. Тальк – найм'якший серед відомих мінералів. Він не утворює кристалів чіткої форми, а зустрічається винятково в пластинчастій, щільній формі. Має вигляд розсипчастого порошку, головним чином білого кольору (рис. 2.10).



*Рис. 2.10. Форма кристалів тальку*

Білість тальку зазвичай знаходиться у межах 70–85%, форма часток пластинчаста, луската і голчаста, розмір – від 2 до 20 мкм. Він надає паперу м'якості, безшумності, лиску, підвищує адсорбцію друкарських фарб краще, ніж каолін, утримується у паперовій масі та менше знижує його ступінь проклеювання і фізико-механічні показники. Недолік тальку у тому, що він підвищує порошистість паперу і зменшує дію оптичних відбілювачів.

У целюлозно-паперовій промисловості найбільш дрібнодисперсні марки мікротальку застосовуються як наповнювачі паперової маси або як складова покривних шарів паперу високої якості, що надає їм гладкість, м'якість, пористість, непрозорість, зменшує абразивність, покращує друкарські властивості, економить білі пігменти й добре поєднується з оптичними відбілювачами. Гідрофобність тальку визначає

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

також його сфери застосування як абсорбенту смол. У випадку з частками більшого розміру, такими як шматочки крейдового мила, тальк прилипає до їхньої поверхні, позбавляючи їх таким чином липких властивостей. Якщо частки менші за розміром, ніж частки тальку, то вони самі прилипають до частинок тальку.

Крейда  $\text{CaCO}_3$  – осадова напівзв'язна, мазка, мало зцементована гірська карбонатна порода, що на 90–99% представлена кальцитом, який складається із кальцитових залишків морських планктонних водоростей та дрібних частинок черепашок найпростіших організмів.

Крейда необхідний компонент крейдованого паперу, який використовується у поліграфії для друку якісних ілюстрованих видань.

Білість крейди вища, ніж каоліну й тальку, і становить 70–97%, її щільність 2,7–2,9 г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт переломлення променів світла 1,48–1,68, середній розмір часток 0,2–4,0 мкм. Вона забезпечує м'якість, білість, непрозорість паперу, підвищує всмоктуваність друкарських фарб, порівняно мало знижує механічну міцність; однак, як наповнювач, має істотний недолік: взаємодіючи із сірчаноокислим алюмінієм, при проклеюванні у масі виділяє вуглекислий газ і викликає підвищене піноутворення суспензії паперової маси, що призводить до порушення структури та появи дефектів виготовленого паперу. Окрім того, крейда погіршує процес проклеювання, оскільки утворює резинат кальцію, який не розчиняється у воді і випадає на волокнах целюлози у вигляді об'ємного осаду.

Природний сірчаноокислий барій ( $\text{BaSO}_4$ ) грубо дисперсний, тож для наповнення паперу не використовується. Сірчаноокислий барій, отриманий штучним шляхом (бланкфікс), має високий ступінь дисперсності і білість, широко застосовується як наповнювач для високоякісних видів паперу й картону (основи фотопаперу і фотокартону), для декоративних шарів пластику, а також як пігмент під час крейдування паперу й картону.

Гіпс – мінерал, водний сульфат кальцію ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). При температурі  $170^\circ \text{C}$  частково втрачає воду, у паперовому виробництві застосовується іноді у природному або обпаленому вигляді. Обпалений має середній розмір часток близько 5 мкм, білість до 96%, коефіцієнт переломлення променів світла 1,57 і щільність 2,8–2,9 г/см<sup>3</sup>. Недоліком гіпсу є відносно висока розчинність у воді, що призводить до значних його втрат і виробничих ускладнень через загіпсування устаткування технологічного процесу виготовлення паперу.

Двоокис титану  $\text{TiO}_2$  – дуже дорогий наповнювач, вартість якого майже у 35–40 разів перевищує вартість каоліну. Однак його застосування як наповнювача економічно доцільне, оскільки за порівняно незначної витрати (не більше 2–3% від маси волокна) досягаються високі непрозорість і білість паперу. Це пояснюється тим, що двоокис титану, порівняно з іншими наповнювачами, має найбільш високий ступінь дисперсності (близько 0,3 мкм) і коефіцієнт світлозаломлення. Білість цього наповнювача досягає 98,5%.

До інших наповнювачів варто віднести різні силікатні наповнювачі, отримані штучним шляхом на основі рідкого скла й розчинних кальцієвих солей і солей алюмінію, а також наповнювачі, отримані з гідроксиду кальцію і сірчанокислового алюмінію, наприклад, сатинвейс ( $6\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ ). Усі вони відрізняються високими білістю й ступенем дисперсності, покривельною здатністю, що додає паперу непрозорості і високих друкарських властивостей.

Порівняльні властивості мінеральних наповнювачів і волокнистих напівфабрикатів за показниками щільності, світлозаломлення й білості наведено у табл. 2.2.

Ступінь утримання різних наповнювачів у паперовому полотні під час його формування на сітці папероробної машини, порівняно з каоліном, прийнятим за 100%, приблизно такий:

- каолін – 100;
- тальк – 150;



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

- двоокис титану – 100;
- сульфід цинку – 76;
- азбестин – 166;
- крейда – 55;
- гіпс – 55.

Таблиця 2.2

### Показники щільності, світлозаломлення і білості наповнювачів та волокнистих матеріалів для виготовлення паперу

Матеріал	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Показник заломлення світла	Білість, %
Каолін (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O)	2,5–2,7	1,58	до 94
Крейда осаждена (CaCO <sub>3</sub> )	2,7	1,56	95–98
Сірчаноокислий барій (BaSO <sub>4</sub> )	4,5	1,64	98
Двоокис титану (TiO <sub>2</sub> )	3,9–4,2	2,62	97–98
Тальк (3MgO 4SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O)	1,5	1,53	97–98
Целюлоза небілена (з деревини)	1,541	1,53	50–65
Целюлоза (з бавовни)	1,540	1,53	80–90
Целюлоза (з рамі)	1,553	1,53	50–65

*Джерело: складено на основі узагальнення теоретичних даних та емпіричного досвіду*

Для надання паперу більшої білості до паперової маси вводять, окрім наповнювачів, невелику кількість синіх і фіолетових фарбуючих речовин. Подібно до світлофільтрів, вони поглинають промені жовтої частини спектра і усувають жовтий відтінок волокна. Такий прийом покращання білості називають підфарбовуванням.

Тож наповнювачі, безперечно, мають безліч переваг і відіграють важливе значення у виробництві паперу для друку з необхідним комплексом споживних, експлуатаційних властивостей і технологічності під час перероблення та виготовлення поліграфічної продукції.

Загальним недоліком введення наповнювачів до паперової маси є помітне зниження механічної міцності і ступеня проклеювання паперу. Окрім того, зі збільшенням вмісту наповнювачів більшим чином відбувається відділення (вищипування) від поверхні паперу дрібних волокон, часток наповнювача та речовин для проклеювання. Цей ефект погіршує якість друку – паперовий пил прилипає до друкарської форми, забиває кліше, знижує продуктивність обладнання та якість друкованої продукції.

### **2.3. Вплив технології на формування структури та властивостей паперу і картону**

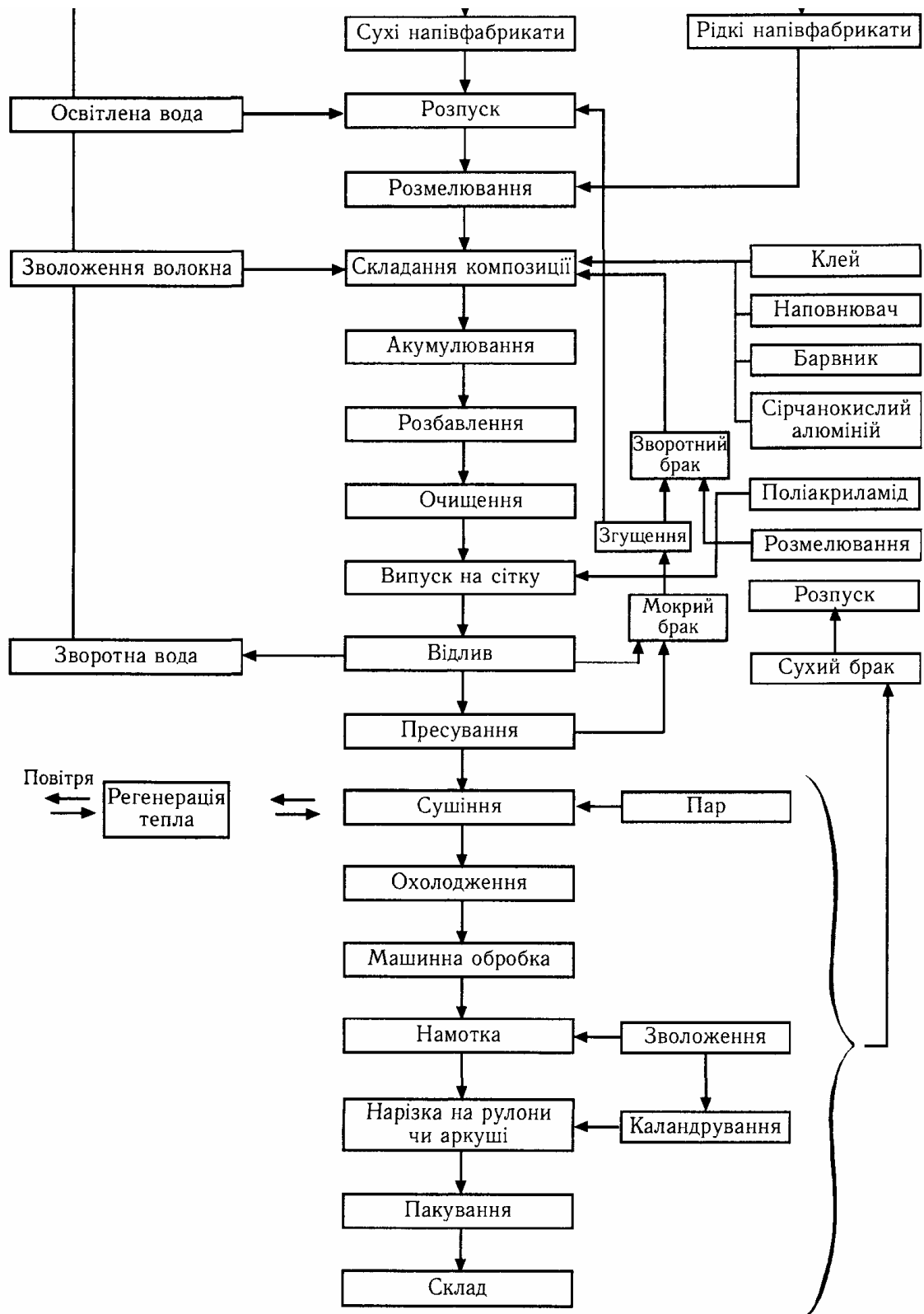
Загальну технологічну схему виробництва паперу й картону наведено на рис. 2.11 [155].

Однією з найважливіших технологічних операцій цього виробництва є розмелювання, перед яким сухі (товарні) волокнисті напівфабрикати попередньо розпускаються водою у гідророзбивачах, далі вони змішуються у визначеному співвідношенні у регуляторах композиції.

Приготування паперової маси вимагає розпускання волокнистих напівфабрикатів (целюлози, деревної маси, макулатури або їх сумішей) у гідророзбивачі з наступним розмелюванням у спеціальних апаратах у присутності води. Розмелювання волокна – спеціальний механічний процес оброблення, який відбувається з використанням води.

Розмелювання є однією з найважливіших технічних операцій, що визначає властивості готової продукції – паперу або картону. На його здійснення витрачається до 60–70% енергії від загального споживання у виробництві картонно-паперової продукції.

**Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей**



*Рис. 2.11. Загальна технологічна схема виробництва паперу й картону*

Для розмелювання застосовуються апарати різного типу – конічні й дискові млини, роли, але принцип їхньої дії приблизно однаковий і полягає у тому, що волокна у присутності води у вигляді волокнистої суспензії різної концентрації обробляються між перехресними ножами ротора й статора розмелювального апарата. У результаті такого оброблення волокна піддаються гідравлічним ударам, розщепленню на короткі волокна і фібрили, стиранню, стисненню, роздавлюванню, набуханню та іншим механічним і фізичним впливам, під взаємодією яких змінюється їхня гнучкість і пластичність, питома поверхня волокон під час розмелювання зростає (рис. 2.12–2.14).

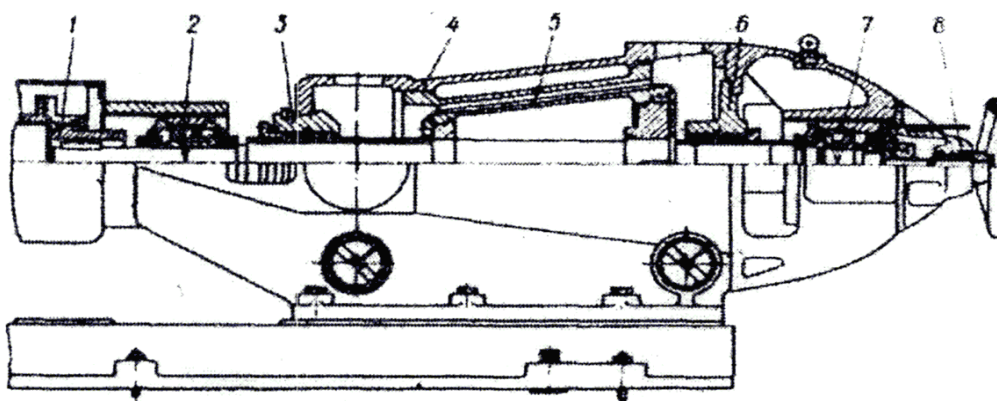


Рис. 2.12. Млин конічного типу МКЛ:  
1 – муфта; 2, 7 – підшипники; 3, 6 – сальники; 4 – статор;  
5 – ротор; 8 – присаджувальний механізм

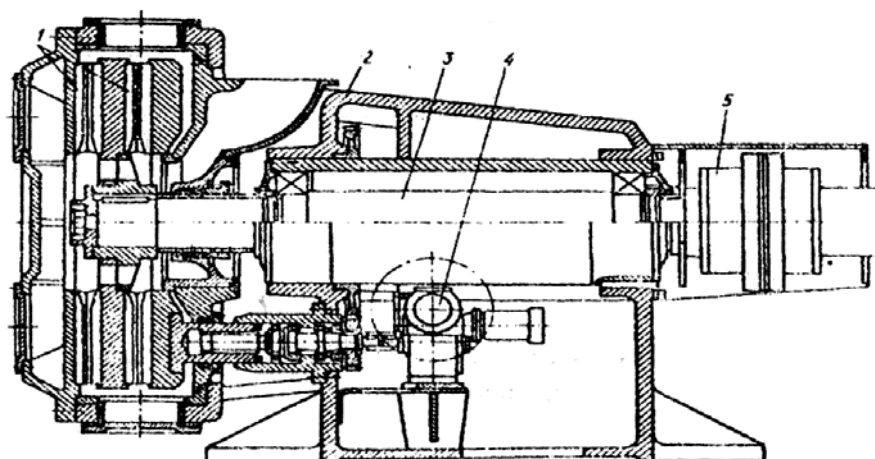
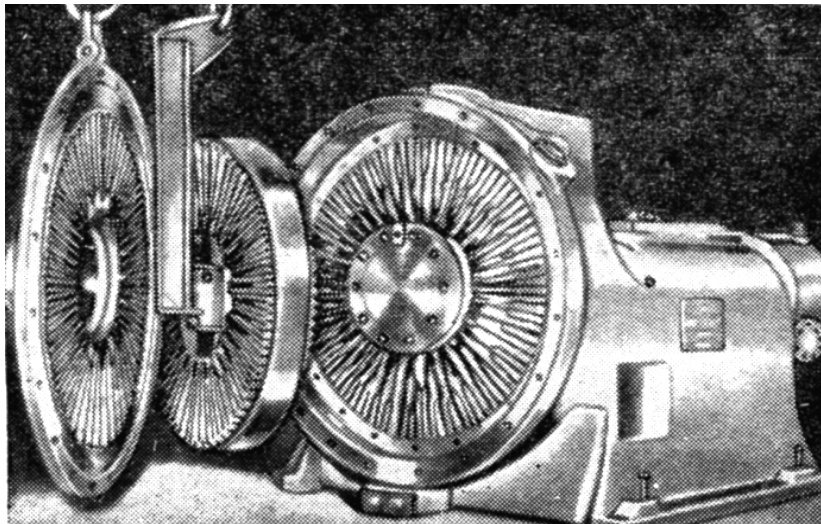


Рис. 2.13. Здвоєний дисковий млин третього та четвертого типорозмірів із консольним розміщенням дисків:  
1 – розмелювальна гарнітура; 2 – станина; 3 – ротор;  
4 – механізм присадки; 5 – муфта



*Рис. 2.14. Розміщення ножових сегментів гарнітури*

Таким чином, процеси розмелювання, набухання, адсорбції і фібрилювання, руйнування зв'язків між окремими фібрилами і мікрофібрилами волокна, видалення геміцелюлоз (група вуглеводів – пентозани, гексозани), є процесами колоїдно-фізичної взаємодії целюлози з водою.

У процесі розмелювання відбувається зовнішнє і внутрішнє фібрилювання волокон, що призводить до зростання загальної питомої поверхні волокна й вивільнення великої кількості гідроксильних груп на його поверхні, які сприяють утворенню водневого зв'язку, міцного міжволоконного зв'язку у папері. За рахунок водневого зв'язку на поверхні волокна утворюється плівка з адсорбованих і орієнтованих молекул води.

Сучасна теорія розмелювання базується на тому, що під час розмелювання звільняються полярні гідроксильні групи целюлози, які беруть участь в утворенні водних зв'язків у готовому папері та картоні під час їхнього формування й сушіння на ПРМ.

В основу теорії розмелювання покладено той фактор, що характер міжволоконних зв'язків у папері подібний міжмолекулярним бічним зв'язкам целюлозних ланцюгів і здійснюється через водневі зв'язки  $-OH...O-$ .

До приготування паперової маси відносяться також наступні процеси й операції: складання композиції, акумулювання паперової маси і очищення.

Складання композиції передбачає використання первинних волокнистих напівфабрикатів, мінеральних наповнювачів, проклеювальної речовини, барвників, зв'язувальних добавок тощо.

Акумулювання паперової маси – це розбавлення водою, а її очищення від механічних домішок, волокнистих згустків, грубих необроблених волокнистих включень, забруднень, слизу здійснюють на вихрових, конічних і відцентрованих очисниках.

Потім паперова маса, залежно від вимог до якості паперу або картону, може йти на виливання, або ж до її композиції додатково вводять речовини для проклеювання, наповнювачі, барвники тощо. Для осадження на волокнах компонентів, що добавляються у паперову масу, застосовують сірчаноокислий алюміній, поліакриламід або інші хімічні добавки. Підготовлену паперову масу регулюють за концентрацією, акумулюють у масних або в машинних басейнах. Перед поданням паперової маси на паперо- або картоноробну машину її розбавляють оборотною водою, масова частка волокна суспензії від 0,12 до 1,2%, залежно від виду паперу або картону, потім очищують від сторонніх включень і подають через спеціальні потокорозподільники у напірний пристрій, звідки волокниста суспензія для формування паперу поступає у сіткову частину машини. Остання складається з однієї або декількох безкінечних сіток, що рухаються, чи перфорованих циліндрів, котрі обертаються, обтягнута сіткою, де відбувається видалення основної частини води й формування (виливання) необхідної структури паперового або картонного полотна. В інших частинах машини сформоване полотно із сухістю 18–25% піддають пресуванню до сухості 38–50%, сушінню до сухості 92–94%, охолодженню, машинному обробленню й намотуванню, а залежно від вимог до готової продукції вона може піддаватися додатковому каландруванню на суперкаландрі.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Формування паперового полотна – перший з основних компонентів процесу виробництва паперу на машині. Напірний ящик – це ємність із точно контрольованим тиском, призначена для отримання розбавленої суспензії волокон і рівномірного їхнього розподілу за шириною машини для досягнення профілю полотна однорідної маси  $1 \text{ м}^2$ . Тиск у напірному ящику необхідно контролювати таким чином, щоб швидкість напуску суспензії волокна була якнайближче до швидкості сітки, що рухається, на яку волокно осаджується у процесі зневоднювання. Таке співвідношення швидкостей напуску й сітки є дуже важливим для досягнення відповідного розташування (орієнтації) волокна, рівномірної товщини паперового полотна, зменшення скручування й поліпшення інших властивостей паперу.

Формування паперу здійснюється методом осадження волокон целюлози на безперервно рухомій сітці папероробної машини з розбавленої волокнистої суспензії паперової маси. Як сировину для виготовлення паперу, інколи для покращання тих або інших споживних, технологічних, експлуатаційних властивостей у композиції паперової маси використовують синтетичні й мінеральні волокна (віскозні, базальтові, скляні тощо), а також за необхідності мінеральні наповнювачі (каолін, крейда, діоксид титану та інші), зв'язувальні і проклеювальні речовини (каніфольний клей, аміноамідепіхлоргідринова смола, поліакриламід тощо), фарбники.

Папероробна машина є агрегатом для виливання й формування паперового полотна і деяких видів картону із суспензії паперової маси, складається з сіткової частини, де формується (виливається) і частково зневоднюється полотно паперу, а також пресової, сушильної та оброблюваної частин.

Полотно паперу, залежно від його призначення, виготовляється з різною швидкістю, яка, наприклад, у виробництві газетного паперу на сучасних машинах перевищує  $1000 \text{ м/хв}$  за ширини полотна  $10 \text{ м}$  (рис. 2.15).

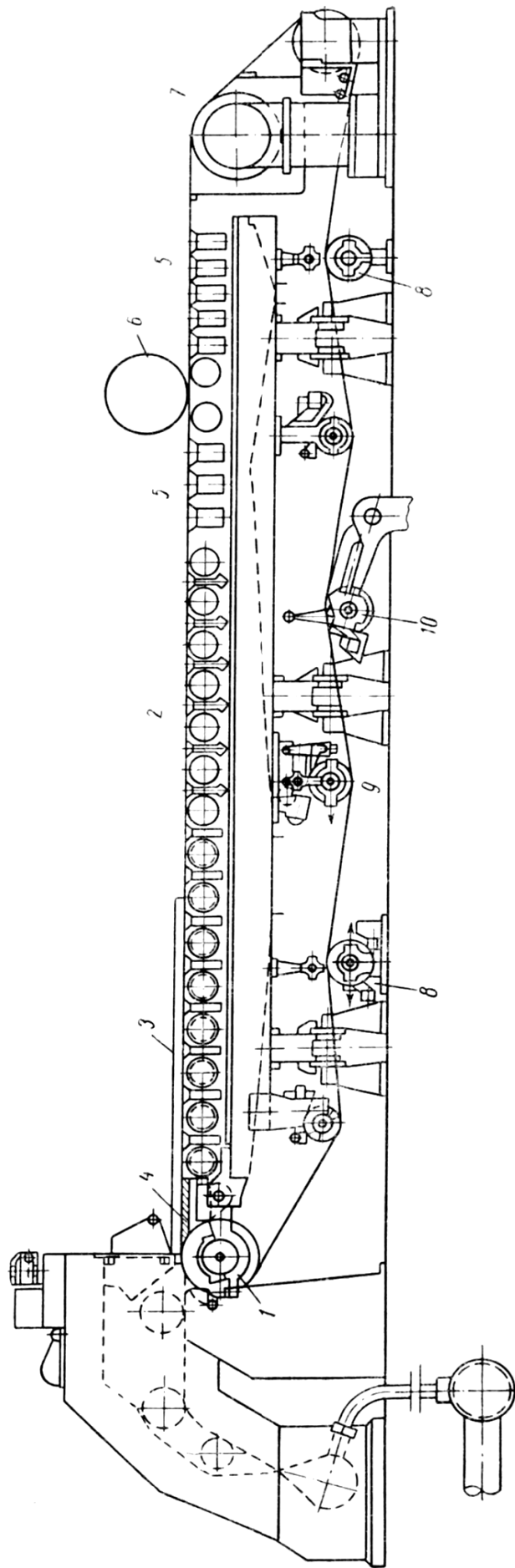


Рис. 2.15. Сітковий стіл паперопереробної машини



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Відносний вплив основних чинників на процес зневоднювання паперової маси на сітці ПРМ під час формування полотна паперу або картону можна уявити з формули, виведеної на основі рівняння фільтрації Паузейля:

$$\frac{Q}{F} = \frac{P\varepsilon^3}{5\mu hS^2(1-\varepsilon)^2}, \quad (2.3)$$

де  $Q$  – кількість видаленої води  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$F$  – площа фільтрації,  $\text{м}^2$ ;

$P$  – різниця тисків, Па;

$\varepsilon$  – пористість фільтрувального шару,  $\text{м}^3$ ;

$(1-\varepsilon)$  – об'єм твердої речовини,  $\text{м}^3$ , або об'ємна концентрація маси;

$\mu$  – в'язкість рідини, Па•с;

$h$  – товщина (висота) шару маси на сітці, м;

$S$  – відношення загальної поверхні волокон до їхнього загального об'єму,  $\text{м}/\text{м}^3$ .

Тобто  $\frac{Q}{F} = V$  – швидкість зневоднювання маси на сітці

ПРМ, яка прямо пропорційна діючому розрідженню та зворотно пропорційна в'язкості води, товщині фільтрувального шару, квадрату питомої поверхні паперової маси та концентрації маси на сітці.

В'язкість води залежить від її температури, з підвищенням якої з 10 до 40° С вона знижується приблизно у 2 рази. Хімічні добавки, що вводяться у паперову масу, також сприяють зневоднюванню маси (наприклад,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  та інші солі).

Слід зазначити, що застосування знесоленої води сповільнює швидкість зневоднювання волокнистої паперової маси.

Зазвичай відношення швидкості напуску суспензії маси на сітку ПРМ до швидкості руху сітки знаходиться на рівні 0,90–0,98. Під час виготовлення тонких видів паперу з маси жирного помелу і за низької швидкості ПРМ, коли важко створити необхідний напір суспензії паперової маси перед ПРМ, який би відповідав швидкості сітки, швидкість маси може бути і рівною або навіть перевищувати швидкість сітки.

*Пресування.* Після того, як незв'язана з волокном вода вилучена на сітці ПРМ і паперове полотно уже на 25% складається із сухих волокон, воно переміщається на сукно, що безперервно рухається. Потім паперове полотно на сукні проходить через прес, де витискається з нього ще більше води. Сукно переміщає вологе паперове полотно між двома відповідного діаметру валами з відповідним тиском, які здавлюють сукно і паперове полотно. Вода витискається з паперового полотна і видаляється, всмоктуючись сукном. Коли паперове полотно виходить із пресової частини, воно уже приблизно на 50% складається із сухої речовини.

Після пресової частини паперове полотно потрапляє до головної сушильної частини машини (рис. 2.16) для видалення води, що залишилася.

Тут паперове полотно по черзі проходить над і під сушильними циліндрами діаметром до 1800 мм і довжиною, що відповідає ширині сітки ПРМ, котрі нагріваються парою, при цьому температура циліндрів послідовно зростає. Паперове полотно утримується у контакті із сушильними циліндрами за допомогою сушильних сукон або сушильних сіток, які одночасно підвищують ефективність сушіння і підтримують паперове полотно, що рухається на машині з відповідною швидкістю. Контроль температури паперового полотна, інтенсивності та стабільності сушіння забезпечує рівномірне висихання паперу без утворення зморшок та інших дефектів.

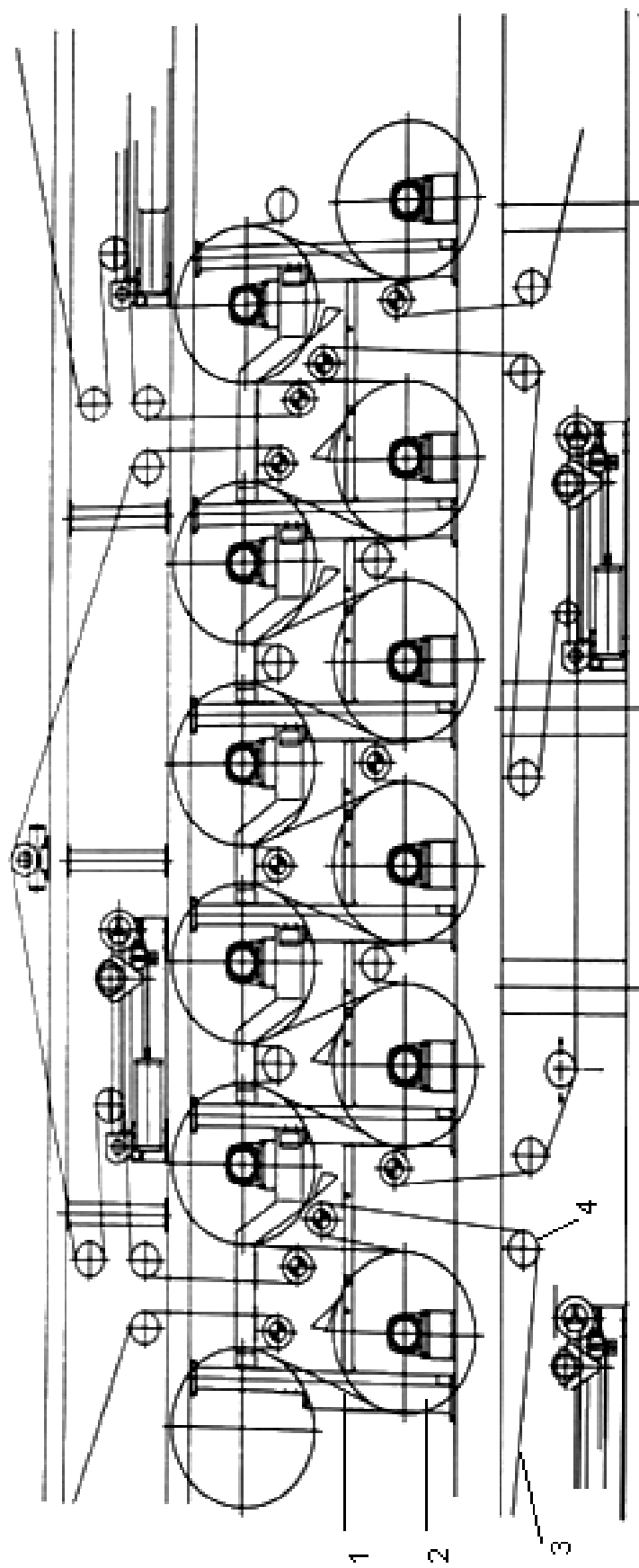


Рис. 2.16. Сушильна група з приводом від сітководучих валів:  
 1 – паперове полотно; 2 – сушильні циліндри;  
 3 – сушильна сітка; 4 – сітководучі валики

Загальна технологічна схема папероробної машини наведена на рис. 2.17.

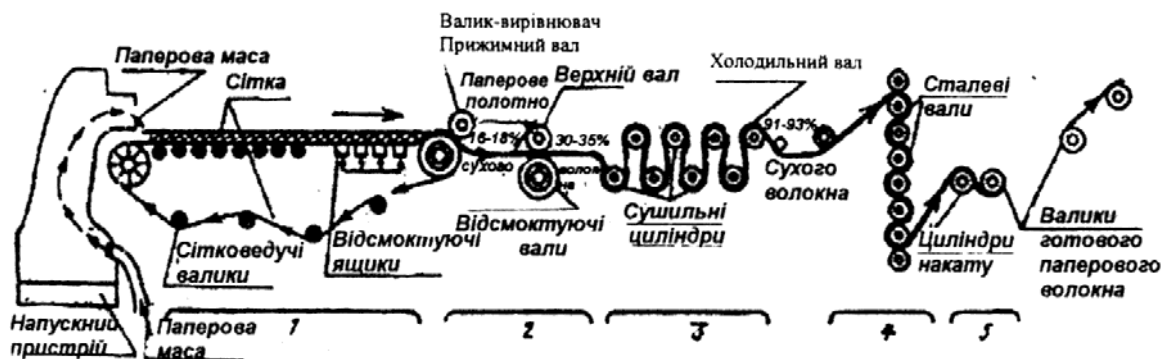
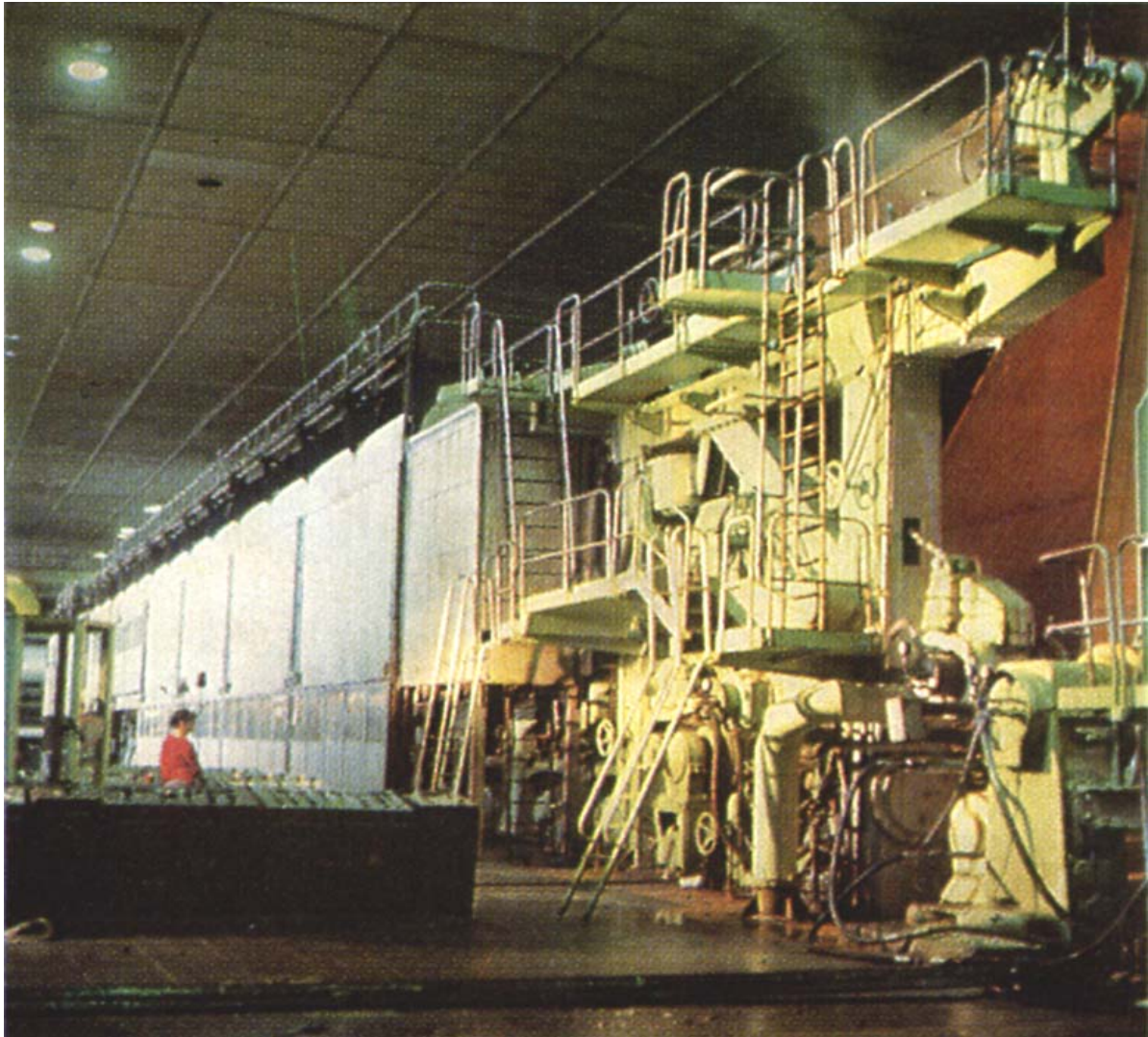


Рис. 2.17. Схема папероробної машини: 1 – сіткова частина; 2 – пресова частина; 3 – сушильна частина; 4 – каландр; 5 – накат паперового перемотувально-різального верстату

Картон виготовляють на плососіткових (подібно до папероробних машин), круглосіткових, комбінованих і з формуванням полотна картону між двома сітками машинах. На таких машинах виготовляють картон одно-, дво- і багатошаровий масою 1 м<sup>2</sup> 800–1200 г з робочою швидкістю 400–800 м/хв і продуктивністю від 20 до 150 т/добу на 1 м ширини сіткового столу машини. Загальний вигляд пресової і сушильної частин картоноробної машини наведено на рис. 2.18.

Круглосіткові багатоциліндрові картоноробні машини призначені для виготовлення багатошарового картону, складаються із 5–8 порожнистих (формуючих) циліндрів діаметром 0,9–1,5 м, обтягнутих зовні дрібнокомірковою сіткою.

Циліндри розміщені у ваннах, в які безперервно надходить суспензія волокнистої маси концентрацією 0,1–0,2%. Під час обертання циліндра вода проходить крізь сітку, а переплетені між собою волокна залишаються на ній, створюючи шар вологого паперового полотна масою 40–100 г/м<sup>2</sup>. Окремі шари послідовно знімаються безкінечним сукном і з'єднуються у безперервне полотно картону. У пресовій частині, яка складається з кількох валів пресу, відбувається додаткове зневоднення полотна, котре остаточно висушується на сушильних циліндрах.



*Рис. 2.18. Загальний вигляд пресувальної і сушильної частини картоноробної машини*

Комбіновані картоноробні машини є об'єднанням 1–2 плоскіткових машин із 4–6 круглітковими циліндрами. На таких машинах полотно картону з'єднується на плоскій сітці перед останнім відсмоктувальним ящиком або гаучвалом. Більшої товщини картон виготовляється на папкових машинах.

Висушене до 92% сухості паперове або картонне полотно подається із сушильної частини на клеїльний прес, де, за необхідності, воно проходить між двома великими покритими гумою валами, з яких на нього по обидва боки наноситься тонкий шар крохмалю. Стержні із жолобками, що

проходять по усій ширині валів або інші пристрої, точно дозують кількість крохмалю, необхідного для створення рівномірної тонкої «плівки» на валах, з яких вона переноситься на обидва боки паперу. Головне призначення цієї крохмальної плівки – покриття поверхні волокон паперу для того, аби запобігти вищипуванню волокон або часток наповнювача і засміченню друкарського, копіювального та іншого устаткування. Окрім цього, клеїльний прес використовується для регулювання остаточного кольору паперового полотна або для додаткового оброблення його поверхні різними спеціальними розчинами, нанесення шару крейдованого покриття. Крейдування визначається як покриття поверхні паперу шаром каоліну, крейди, крохмалю, латексу або інших добавок. Оскільки розчин крохмалю також містить воду, паперове полотно після клеїльного пресу знову має пройти через коротку сушильну частину, щоб забезпечити вміст вологи у папері необхідної величини від 4,5 до 8,0% від маси волокна.

Залишивши сушильну частину, паперове полотно, за необхідності, проходить через каландр (два або більше розміщених один над одним відполірованих сталевих валів) з рівномірним і значним тиском. З підвищенням тиску між валами відбувається здавлювання паперу, зниження товщини, підвищення щільності і гладкості поверхні, яка поліпшує його друкарські властивості й однорідність структури (рис. 2.19).

Після папероробної машини папір намотується у рулони, котрі можуть мати ширину від 2,5 до 10 м. Для більш зручного транспортування й перероблення їх розрізають на рулони необхідних ширини і діаметру.

Папероробна (картоноробна) машина – агрегат неперервної дії, у якому втілено передові, прогресивні й сучасні принципи науково-технічного прогресу – автоматичність, високу продуктивність, автоматизовану систему керування технологічним процесом з комп'ютерними програмами, озброєність значною кількістю складних та вимірювальних пристроїв, що забезпечують високоефективну роботу – виготовлення паперу з волокнистих напівфабрикатів за швидкостей понад 1200 м/хв та обрізної ширини паперового полотна до 10000 мм.

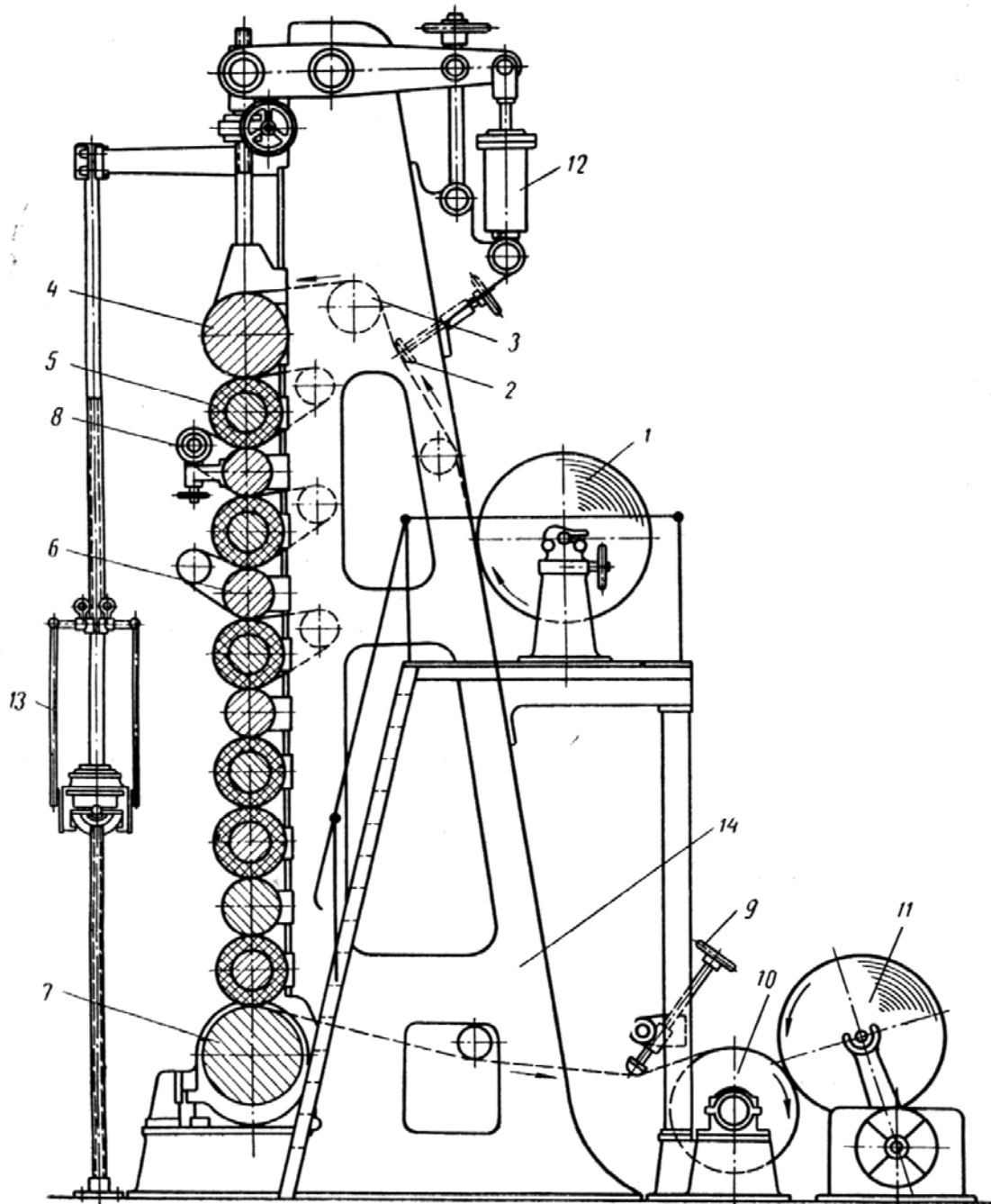


Рис. 2.19. Схема каландру: 1 – розмотувальний рулон; 2 – напрямна дуга; 3 – розгінний валик; 4 – верхній вал; 5 – набивний вал; 6 – металевий вал; 7 – нижній вал; 8 – бумаговедучий валик; 9 – розпрямна дуга; 10 – накат; 11 – намотувальний рулон; 12 – механізм притиску й підйому валів; 13 – підйомник для заправки паперу; 14 – станина каландра

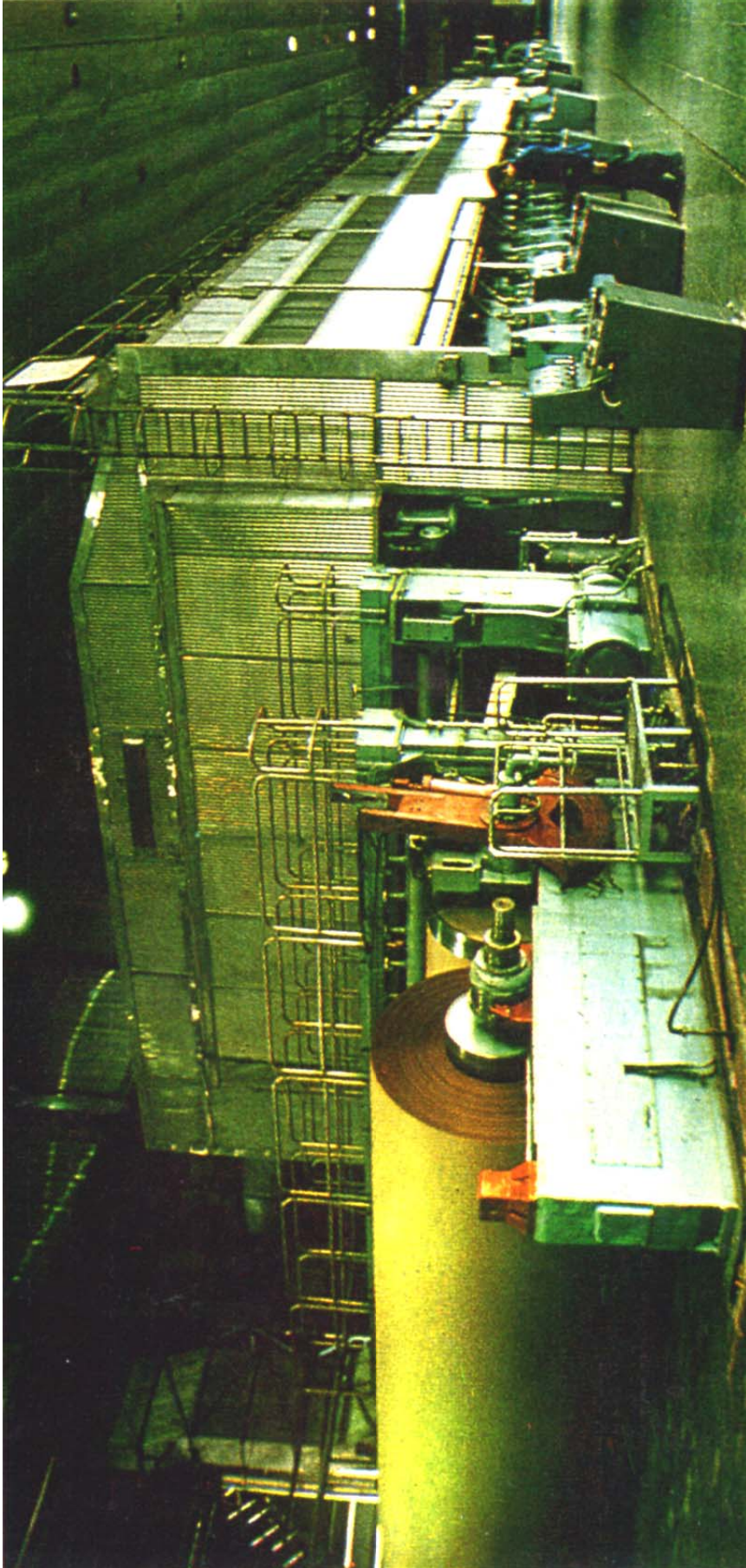
У папероробній машині послідовно виконуються операції зневоднювання, формування, пресування, сушіння й оброблення паперового полотна. Картоноробні машини за своєю технічною озброєністю та досконалістю не поступаються папероробним, але працюють за значно знижених робочих швидкостей.

Готовий папір та картон, розрізаний на рулони необхідного формату, упаковують і направляють на склад готової продукції. За потреби папір та картон можуть додатково розрізати на бобіни або листи. Вони можуть піддаватися крейдуванню, тисненню, гофруванню, крепуванню та іншому виду оброблення.

Паперовий і картонний брак (мокрий і сухий), що зазвичай утворюється у процесі виробництва, знову перетворюється в паперову масу і, за відповідного дозування, повертається до технологічного процесу. Оборотні води, які відходять від машин і містять значну кількість волокна, а також клейові речовини, наповнювачі та інші цінні компоненти, що вводяться у паперову масу, використовуються для розведення маси перед очищенням, для розпускання сухих напівфабрикатів та оборотного браку. Надлишкові води направляються перед випуском у стік на уловлювання волокна, яке також може бути повторно використане у виробництві паперу або картону. Загальний вигляд папероробної машини для виробництва паперу для мішків наведено на рис. 2.20.

Виробництво картону загалом мало відрізняється від виробництва паперу. Різниця полягає лише у тому, що картон у багатьох випадках виготовляється у вигляді багатошарового композиційного матеріалу і для його внутрішніх шарів застосовуються менш дефіцитні волокнисті матеріали, аніж для зовнішніх. З цієї причини іноді доводиться розділяти потоки оборотних вод картоноробної машини, поділяючи їх на води для поверхневого шару з вибілених напівфабрикатів і для внутрішніх шарів із макулатурної маси та небілених первинних напівфабрикатів. Якщо білість зовнішнього шару картону не нормується, то оборотні води можуть направлятися загальним потоком для всіх його шарів.





*Рис. 2.20. Загальний вигляд папероробної машини для виготовлення мішкового паперу*

Як сировина для виробництва паперу й картону можуть бути використані різні за своїми фізико-хімічними властивостями волокнисті напівфабрикати (сухі або рідкі), характеристики яких було розглянуто і наведено раніше. Розмелювання паперової маси проводять до різного ступеня помелу, залежно від властивостей і призначення паперу або картону.

Жирну паперову масу отримують, коли розмелювання проводять до високого ступеня помелу  $80\text{--}98^\circ\text{ШР}$ , ступінь її помелу визначається показником Шоппер-Ріглера. Жирна маса волокна – це високо розщеплені волокна на дрібні волоконця, високий ступінь їхнього набухання й фібрилювання, вони пластичні, на дотик здаються жирними і слизькими.

Садка маса – довге волокно, слабке укорочування без розщеплення їх на фібрили. Ступінь помелу паперової маси визначають на приладі СР-2 і виражають у градусах Шоппер-Ріглера ( $^\circ\text{ШР}$ ).

Принцип роботи приладу СР-2 заснований на різній, залежно від ступеня помелу, швидкості віддачі води волокном паперової маси під час зневоднювання її на сітці приладу за визначених стандартних умов.

Прилад складається з пологого 1-знімного циліндра, на дно якого натягнута сітка N40, що закривається клапаном 2; і нижнього конуса 3, закріпленого у штативі 4 з двома трубками, одна з яких (нижня) має вузький калібрований отвір, а інша (бічна) – більший діаметр. Розташування цих трубок вибрано таким чином, що вода, яка виходить з верхнього циліндра через шар волокон, котрі осіли на сітці, може витікати через бічну трубку 5 лише тоді, коли її кількість буде більшою за пропускну здатність нижньої трубки. У цьому випадку вода, не встигаючи витікати через нижню трубку, заповнює нижній конус і звідти переливом виходить через бічну трубку.

Для визначення ступеня помелу беруть 1 л диспергованої волокнистої суспензії, в якій міститься 2 г абсолютно сухого волокна. Суспензію виливають у верхній циліндр приладу при

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

опущеному клапані, який потім піднімають, і дають можливість стекти воді через шар волокна паперової маси й сітку у мірні циліндри під центральною і боковою трубками.

Ступінь помелу паперової маси характеризується кількістю води, що витікає через бічну трубку. За ступінь помелу приймають різницю між кількістю води, взятої для аналізу волокнистої суспензії, і води, яка витікає через бічну трубку, при цьому 10 мл води відповідає 1°ШР.

Визначивши об'єм води, що витікає через бічну трубку, ступінь помелу розраховують за формулою:

$$^{\circ}\text{ШР} = \frac{1000 - V}{10}, \quad (2.4)$$

де  $V$  – об'єм води, що витече через бічну трубку.

На практиці, як правило, під бічну трубку ставлять мірний стакан місткістю 1 л, градуйований в °ШР. У зв'язку з тим, що в'язкість води залежить від температури, ступінь млива потрібно визначати за постійної температури, рівній 20° С. Підвищення температури маси на 1°С знижує ступінь млива на 0,46°ШР. Прилад СР-2 малочутливий за низького (8...16°ШР) та високого (85...95°ШР) ступенях помелу волокна.

Фотографії, наведені на рис. 2.21, характеризують процес розроблення, набухання та фібрилювання целюлозного волокна на стадіях підготовки паперової маси різного ступеня помелу, залежно від якості виготовленого з неї паперу.

Якість паперової маси визначає комплекс головних структурно-фізичних, споживних, експлуатаційних властивостей та технологічність перероблення виготовленого з неї паперу.

Технологічний процес виробництва гофрокартону, залежно від кількості шарів кінцевої продукції, включає гофрування на одному або декількох гофрувальних агрегатах – гофропресах (гофромашинах або Single Facer). На рисунку 2.22 наведено загальну технологічну схему виробництва п'ятишарового гофрованого картону [140].



а)



б)



в)



г)

*Рис. 2.21. Фотографії целюлозного волокна після розмелювання до різного ступеня помелу, °ШР:  
а) 12–14; б) 22–24; в) 62–66; г) 92–96*

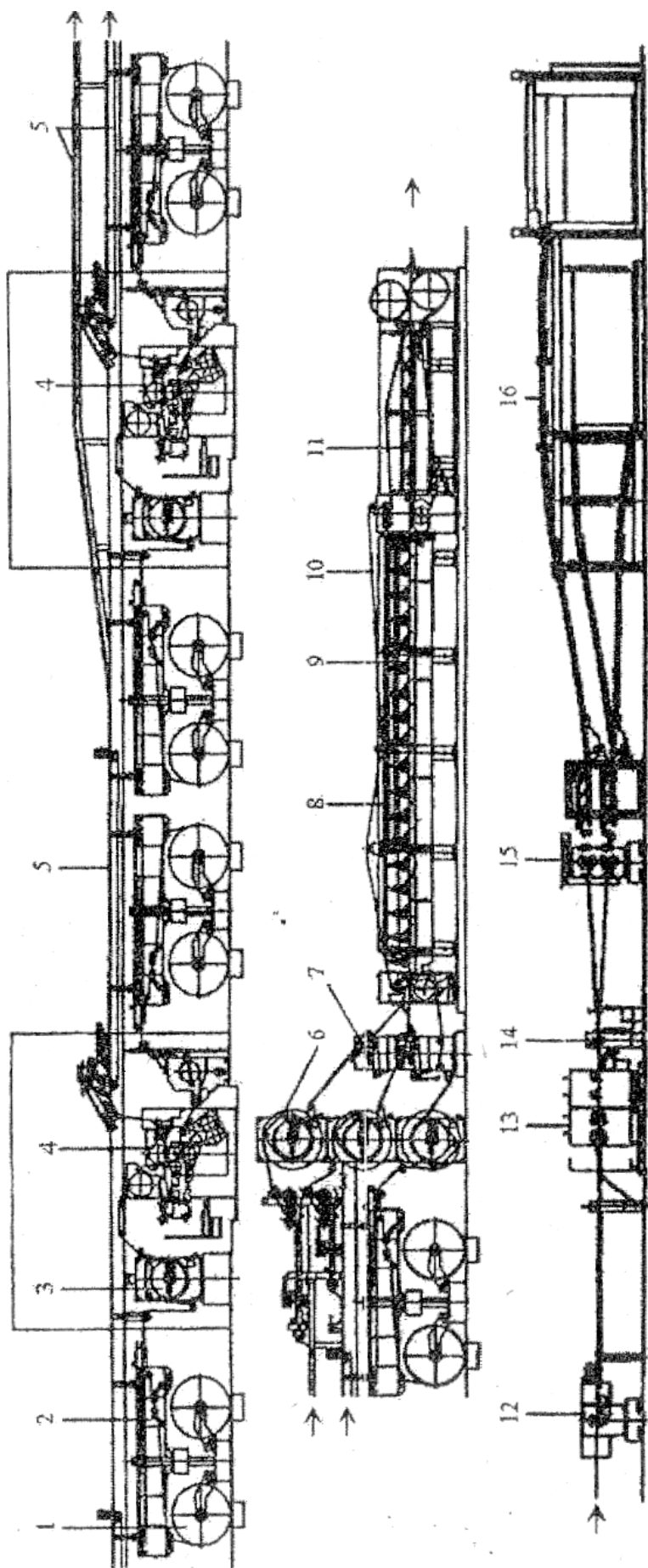


Рис. 2.22. Технологічна схема виробництва п'ятишарового гофрованого картону:

1 – розмотувальний пристрій; 2 – сплайсер; 3 – попередній підігрівач; 4 – гофропрес;

5 – транспортер мосту накопичування; 6 – підігрівач; 7 – клейовий вузол;

8–11 – сушильно-охолоджувальна група; 9 – нагрівальні плити; 10 – сукно транспортувальне;

12 – поперечно-різальний пристрій; 13 – рильовочно-різальний станок;

14 – вузол розділення полотен; 15 – відсікач; 16 – укладальник

Схемою передбачається, що рулони паперу для гофрування та картону для плоских шарів зі складу подаються на розмотувальний пристрій (1), а потім на установку для автоматичної зміни рулонів (2) – так званий сплайсер.

Сплайсери призначені для з'єднання рулонів паперу і картону, які закінчуються, з новими рулонами, що підготовлені до розмотування. Надійне склеювання двох рулонів відбувається без значного зниження швидкості гофроагрегату за допомогою двобічної клейової стрічки шириною не менше 60 мм.

Полотно картону з розмотувального пристрою проходить через попередній підігрівач (3), а папір для гофрування – через підігрівальний циліндр і зволожувач – у гофропрес (4).

Попередній підігрів паперового й картонного полотен відбувається шляхом передачі тепла з нагрітого циліндра на полотно за його обхвату, кут якого можна змінювати залежно від якості вихідної сировини. Конструкція підігрівача дозволяє вибирати нагрів внутрішнього або зовнішнього боків паперового й картонного полотен, а також змінювати напрям обхвату.

Нагрівання і зволоження полотен паперу й картону сприяють вирівнюванню їхньої вологості, досягненню еластичності волокнистих напівфабрикатів під час гофрування паперу, якісному склеюванню шарів, підвищенню продуктивності гофроагрегату. Робочий тиск пари у підігрівачах становить 1,2–1,6 МПа, а температура поверхні циліндра 130–200° С. На рисунку 2.23 наведено принцип дії гофропреса.

Під час проходження зволоженого і прогрітого паперу через модуль гофрувальних валів гофропреса формується гофр, висота якого відповідає профілю зубів гофровалів. Під час входження гофрованого полотна у зону між полотном картону і нижнім гофровалом до нього підводиться клейовий пристрій, який наносить клей на вершини гофрів. При цьому робочий зазор між верхнім валом модуля і валом, що наносить клей, встановлюють у межах 0,1–0,3 мм залежно від товщини паперу. Гофрований папір з'єднується з полотном картону, склеюється і утворюється двошаровий картон.

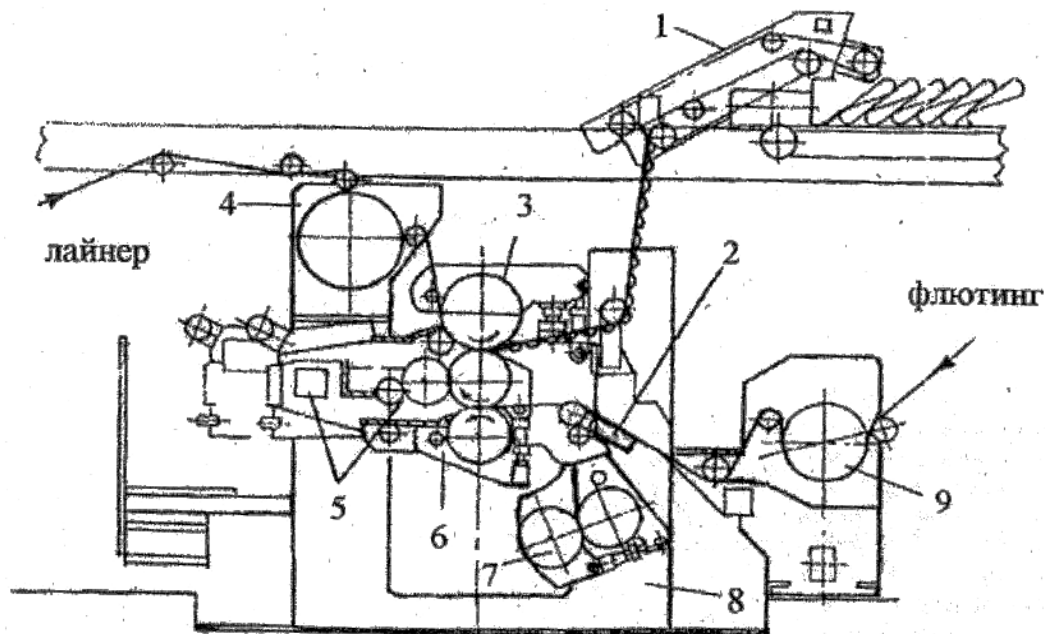


Рис. 2.23. Принцип дії гофропреса: 1 – гофрувальні вали гофропреса; 2 – пристрій для утримання гофрованого флютингу; 3 – пресовий натискний вал; 4 – вбудований підігрівач; 5 – клейовий пристрій; 6 – модуль гофрувальних валів; 7 – змінна касета гофрувальних валів; 8 – корпус машини; 9 – підігрівальний циліндр

Гофрування флютингу є одним із найбільш важливих технологічних процесів виробництва гофрованого картону. Порушення процесу гофрування флютингу призводить до зміни профілю гофрів, нерівномірного проклеювання, розшарування внутрішніх шарів картону, створює брак, додаткові витрати сировини і хімікатів, викликає проблеми під час друкування. Суттєвим технологічним кроком, який сприяв покращанню якості гофрокартону, збільшенню швидкості та продуктивності гофроагрегатів, було введення наприкінці 70-х рр. XX ст. гофрувального преса без гребінки (fingerless). Гребінки з пальцями виконували функцію утримання гофрованого паперу біля гофрувального валу для забезпечення нанесення на вершини гофрів клею. Пальці потрібно було щоденно встановлювати на холодному гофропресі, постійно слідкувати та регулювати їхню роботу. Гофропреси без гребінки не мали цих недоліків. Для утримання гофрованого флютингу на гофровалі у перших безгребінкових гофро-

пресах використовували вакуум, а в сучасних гофропресах – повітря під тиском. Повітряна система під тиском простіша для регулювання та обслуговування, тому нині гофровали розташовують переважно вертикально з пресовим натискним валом зверху (позиція 3 на рис. 2.22).

Отриманий двошаровий гофрокартон стрічковим конвеєром подається на транспортер мосту накопичувача (позиція 5 на рис. 2.22). Аналогічно, з іншого гофропреса через стрічковий конвеєр подається на міст накопичувача ще один отриманий двошаровий гофрокартон. Призначення мосту накопичувача полягає у створенні запасу двошарового гофрованого картону, який потрібен на випадок зміни рулонів паперу й картону або тимчасової зупинки якогось вузла гофроагрегату. Далі отримані шари гофрокартону надходять у підігрівач (6) і заправляються в клейовий вузол (7).

Картон нижнього шару з розмотувального пристрою через допоміжні валики заправляється у нижній циліндр підігрівача (6), проходить через клейовий вузол (7) і направляється у сушильно-охолоджувальну групу (8).

Клейовий вузол (7) слугує для рівномірного нанесення клею на вершини гофрів одношарового гофрополотна і складається з окремих секцій, кількість яких залежить від кількості шарів гофрокартону. Шари гофрокартону склеюються між собою по вершинах гофрів з використанням картопляного, кукурудзяного або модифікованих видів крохмалю чи спеціальних клеїв, які забезпечують необхідну якість склеювання. Швидкість гофроагрегату визначає необхідну швидкість склеювання, допоміжною характеристикою якої є умовна в'язкість клею в секундах. У сучасних гофроагрегатах умовна в'язкість клею становить 35–50 секунд і вимірюється за допомогою віскозиметра ВЗ-246 (зазвичай із діаметром сопла 4 мм). Ранні гофроагрегати використовували гранульований крохмаль у вигляді клеючої водяної пасти. Приблизно у 1900 р. в гофровиробництво був введений клей на основі силікату натрію – так зване «рідке скло». Він отримується плавленням чистого білого піску з кальцинованою содою і з часом стає твердим, подібним до скла.



На сьогодні силікатний клей використовується тільки на гофроагрегатах з малою швидкістю. На його заміну прийшли крохмальні клеї, які мають низку переваг перед силікатом натрію: збільшення швидкості й міцності склеювання, зменшення негативного впливу коливань вологості матеріалів і ступеня осадження частинок клею на металеві деталі агрегату, підвищення терміну роботи обрізних ножів. За проклеювання гофрокартону нативним або модифікованим крохмальним клеєм використовують технології холодного й гарячого приготування. Холодне приготування полягає у розчиненні модифікованого крохмального клею у воді та його перемішуванні високошвидкісною мішалкою. За гарячого приготування клею із нативного крохмалю застосовують спеціальне обладнання – так звані кухні. Вміст крохмалю у клейовому розчині становить 22–24%.

Для завершення процесу склеювання і сушіння полотна гофрокартону служить сушильно-охолоджувальна група (Double Face). До її складу входять нагрівальні плити (9) і сукна (стрічки) транспортування (10). За допомогою верхнього сукна з'єднані гофрополотно і лайнер притискаються до нагрівальних плит, склеюються й висушуються, утворюючи багатошаровий гофрокартон.

У сучасних конструкціях сушильних частин замість сукна використовують ланцюгові конвеєрні стрічки. Залежно від швидкості гофроагрегату, кількості шарів гофрокартону, а також клею, що використовують, температура у нагрівальних плитах розподіляється на групи: 1-ша група – 110–140° С, 2-га – 140–150° С, 3-тя – 150–160° С, 4-та – 140–190° С.

Необхідна температура у межах кожної групи регулюється шляхом подання пари у нагрівальні плити. Для забезпечення ефективного закінчення процесу сушіння багатошаровий картон надходить в охолоджувальну частину на так звані натискні черевики (11), які автоматично підтримують задане навантаження на сушильному столі. Картонне полотно охолоджується з одночасним вирівнюванням його вологості та температури для запобігання можливості короблення.

Після сушіння багатошаровий картон поступає на поперечно-різальний пристрій (12) – Rotary Shear, який призначений для відрізання гофрокартону, вирубання браку і складається з одного ножового та одного натискного валів.

Після вирубання браку гофрокартон направляють до рильовочно-різального верстата (13) – Seitter Scogeg. На цьому верстаті проводиться розкрій гофрокартону на задані формати вздовж полотна і рильювання поперек гофрів відповідно до технологічної карти розкрою. Сутність процесу рильювання гофрокартону полягає в його ущільненні муфтами різної форми і ширини. Нанесення рильювання у вигляді лінії згину дозволяє перегинати картонне полотно на 180°, що потрібно для виготовлення ящиків і коробок та формування кутів корпусів.

Розрізані вздовж полотна гофрокартону поступають на вузол розділення полотен (14) і далі на поперечно-різальний станок (15) – Cut off. Тут відбувається розрізання гофрокартону на листи заданої довжини під заготовки для гофроящиків. Різання ведеться безперервно в автоматичному режимі. Відрізані листи надходять на автоматичний укладальник (16) – Stacker Stacker, де заготовки формуються в паки відповідно до програмного завдання й автоматично видаються на бокові рольганги, звідкіля направляються на переробну лінію або вивозяться на склад готової продукції.

Для виробництва гофрокартону використовуються сучасні гофроагрегати продуктивністю від 10 до 200 млн м<sup>2</sup> на рік, характеристика деяких із них наведена у табл. 2.3.

Допоміжні матеріали, що застосовуються під час виготовлення тари з гофрокартону:

- стрічка клейова на паперовій або плівковій основі;
- папір обгортковий для упакування готових виробів;
- шпагат пакувальний для обв'язування заготовок;
- нитки для зшивання мішків;
- воскові сплави (парафін, церезін) для покриття тари і тарних матеріалів.

**Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону  
та характеристика їхніх властивостей**

*Таблиця 2.3*

**Технічні характеристики гофроагрегатів**

Тип гофроагрегату	Фірма	Число шарів	Тип гофра	Швидкість, м/хв	Ширина полотна, мм	Продуктивність, млн м <sup>2</sup> /рік
Гофролін 30–12	Прогрес, Росія	2–3	A, B, C, E	До 20	1260	9,5
ЛГК-5	АО «Петро-заводськ-маш»	2–3–5	B, C	150–175	2100	60
WJ80-1400-B-1	ВАТ «Цзинь-шамаш»	3–5	A, B, C, E, F	70–90	1400	45–50
Millugator	BHS Cottugated	3	Yci	400	3300	200
		3	B,C	350–400	2500	100
SF380	Langston Peter Maschin enfabric	3–5	B, C	350	2500	100
		2–3–5	B, C	150	2500	150

*Джерело: складено на основі узагальнення технічних характеристик, наведених у нормативній документації виробників*

За сучасної різноманітності способів друку важливою проблемою постає дослідження впливу компонентів, способів оброблення і властивостей паперу на якість друку й кінцевої продукції. Звичайно, що в нинішніх умовах важливим є розроблення таких видів паперу, властивості та застосування яких було б найбільш економічно ефективним і вигідним, вигляд – більш привабливим, а можливість якісного друку – якомога вищою.

Незадовільна якість пакувальної або друкованої продукції зазвичай полягає у зниженні показників якості, передбачених вимогами нормативних документів на папір

або вироби з нього, – у недостатній механічній міцності, низьких показниках специфічних і споживних властивостей, їхньої рівномірності та стабільності вздовж і поперек паперового полотна з лицьового і сіткового боків тощо. У випадку, якщо значення показників деяких властивостей паперу виходить за межі норм, особливо в бік погіршення показників, передбачених технічними вимогами, а також значна розбіжність значень показників якості для відповідного виду паперу, неможливе вживання за цільовим призначенням або ж труднощі із його застосування у споживачів, папір бракують, а негативні його властивості іменують дефектами.

Анізотропія (від грец. *ἀνισος* – неоднаковий і *tropos* – тропія) – неоднаковість фізичних властивостей (структурних, механічних, оптичних, електричних тощо) речовини або тіла у різних напрямках.

Поруч із цим явищем у поліграфії пов'язано декілька недоліків:

- слабе сприйняття фарби як при рулонному, так і при аркушевому друку;
- знижена стійкість до вищипування;
- нестандартна гладкість;
- завищена щільність паперу;
- знижена гладкість паперу;
- вищипування паперу;
- орієнтація волокон по товщині паперу.

Це негативно впливає на якість відбитків, зокрема, веде до непродрукування дрібних деталей зображення, призводить до загального недоліку паперу за наявної анізотропії – підвищеної лінійної деформації, тобто змінювання розмірів паперового полотна під час друку. Ця нестабільність особливо дає про себе знати під час виготовлення багатофарбової продукції, оскільки веде до непередбачуваного несуміщення під час друкування у чотири фарби. Але в той же час такий папір має і важливу перевагу: до нього задовільно припресується плівка. Це є важливим під час виготовлення, зокрема, різання картонно-паперового полотна як для м'якої обкладинки, так і для виготовлення палітурних кришок або пакування.

Окрім цього, може бути погіршення зовнішнього вигляду паперу або виробів з нього: наявність плям, зморшок, складок, різновідтінковості тощо. Усі ці та інші негативні характеристики паперу (коливання за товщиною, масою  $1 \text{ м}^2$ , хвилястістю і скручуванням паперу тощо) безумовно позначаються на зниженні і змінюванні якості продукції. В реальних умовах виробництва вказані недоліки паперу мають місце, однак дефектами вони стають лише у випадку, коли значення показників цих властивостей виходить за межі норм, передбачених відповідними технічними вимогами для даного виду продукції. Наприклад, якщо для певного паперу допустиме відхилення маси  $1 \text{ м}^2$  у межах  $+2,0\%$  від номіналу, то він вважається дефектним за коливання його маси вище вказаної величини.

Скручування паперу у більшості випадків є одним з видів прояву його різнобічності. Чим більша відмінність в орієнтації волокон з боків паперового аркуша за однієї маси  $1 \text{ м}^2$  і за всіх інших рівних умов, а також чим значнішою є різниця вологості обох боків паперу, тим помітніше проявляє себе скручування. Річ у тому, що рослинні волокна за повного їхнього набухання збільшуються за довжиною всього на  $12\%$ , а за тих же умов за шириною – на  $20\text{--}30\%$ . Таким чином, у результаті нерівномірної орієнтації волокон обох боків аркуша виникають, навіть за однакової міри зволоження, різні за величиною напруги. Під впливом більшої напруги або, вірніше, під впливом різниці цієї напруги, і відбувається скручування паперу.

Папір однобічної неоднорідної гладкості з обох боків має також схильність до підвищеного скручування. У такого паперу (папір для сірникових коробок, афішний) більш пористий і менш стійкий до дії вологи є матовий бік аркуша – саме тому його змочують клеєм.

Скручування аркушів, особливо біля задньої кромки, ускладнює стапелювання паперу і веде до відмарювання відбитків, яке може з'явитися у зв'язку з надмірно високим тиском між офсетним і друкарським циліндрами, липкою

поверхнею гумовотканинної пластини, друкуванням в'язкою фарбою на тонкому папері, високою гігроскопічністю паперу або ж при друкуванні на папері смуг плашок паралельно осі циліндрів.

Різnobічністю паперу називають відмінність у властивостях боків паперового аркуша. Та або інша міра різnobічності спостерігається для кожного виду паперу, виготовленого на звичайній плоскітковій папероробній машині, причина якої – в існуючій технології паперового виробництва.

Ще одна проблема, пов'язана з деформацією паперу, – хвилястість його країв. Причиною цього можуть бути набухання паперу, особливо з країв, коливання товщини, сухість паперу і висока вологість повітря виробничого приміщення. Якщо папір, переохолоджений під час транспортування, розпаковується у теплом приміщенні, то на бічних поверхнях стопи конденсується волога, яка й викликає деформацію країв паперу. Деформація паперу також може призвести до несуміщення фарб за повторних прогонів паперу в машині.

Якщо на відбитках утворюються зморшки, то, швидше за все, причина криється у хвилястості паперу, що виникла внаслідок невідповідних умов його зберігання. Папір вбирає вологу і стає хвилястим на краях або жолобиться під час друкування під тиском, утворюючи на цих місцях зморшки (складки). Незначні складки можуть бути викликані нерівномірним розтягуванням паперу.

Поширеною є проблема вищипування поверхні паперу у процесі друкування, причиною якої може слугувати недостатня міцність поверхневого шару, підвищена клейкість фарби, підвищена клейкість поверхні гумовотканинної пластини або дуже високий тиск між офсетним і друкарським циліндрами, що є також причиною неоднорідності міцності волокон целюлози та гладкості поверхні паперу.

Явище вищипування паперу спостерігається найімовірніше при офсетному способі друку, коли гумове полотно друкарської форми щільно прилягає до поверхні зволоженого паперу. За його відділення від поверхні паперу виникають

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

значні зусилля відриву. Стверджувати однозначно, що вищипування руйнує структуру лише із-за причини якості паперу та його анізотропії, не можна, оскільки це може бути викликано використанням густих, в'язких і липких фарб. Зниженню якості поліграфічної продукції сприяє поверхня паперу з вирваними частками покривного шару. Вирвані частки поверхневого шару – целюлозні волокна, мінеральні наповнювачі, паперовий пил та інші механічні забруднення осідають на поверхні гумовотканинної офсетної пластини, викликаючи появу на відбитку не задрукованих ділянок (мурашки).

Вирвані частинки плоских шматочків крейдяного покривного шару, поява їх у зоні друкарського контакту вже у першій секції обумовлено недостатньо міцним зв'язком крейдяного покривного шару з папером-основою і підвищеною адгезією гумовотканинної пластини до пробільних ділянок відбитку.

Для усунення цього дефекту використовують гумовотканинні пластини, котрі мають ефект швидкого звільнення відбитків («квік-реліз»), адгезія яких до паперу мінімальна.

Значним недоліком паперу, особливо його друкарських видів, є його пиління, що характеризується відокремленням з паперової поверхні або з крайок під впливом механічних дій (тертя, перегину, удару) дрібних обривків волокон, а також часток наповнювача, проклеювальних речовин або барвників, що є наслідком нерівномірності процесів наповнення, проклеювання та оброблення поверхні паперу. Якість друку за використання паперу, що пилить, різко погіршується: друк стає недостатньо чітким або, як його називають поліграфісти, «рябим». Паперовий пил прилипає до друкарської форми, забиває її, виникає необхідність часто зупиняти друкарську машину для чищення друкарських форм і валів. Мінеральний же пил (частки наповнювача) внаслідок своєї абразивності руйнує друкарську форму, особливо при глибокому способі друку.

Інколи важко розмежувати пиління паперу від вищипування з його поверхні окремих волокон під час друку. Сили, що викликають вищипування, діють короткочасно і, як

правило, направлені вертикально до поверхні паперу. При цьому на поверхні паперу може статися відрив ділянки поверхневого шару із розщеплюванням паперу у площині, паралельній до поверхні. У разі використання крейдованого паперу можна спостерігати як місцеве явище відриву покривного шару, так і окремих волокон та часток наповнювача, що є свідченням недостатньої однорідності та зв'язаності компонентів структури паперу-основи.

Явища пиління паперу й вищипування друкарською фарбою волокон поверхневого шару часто мають одну і ту саму причину – недостатню міцність поверхні паперу.

У целюлозно-паперовій промисловості електризація паперу характеризується електростатичним зарядом, що викликає серйозну проблему, пов'язану зі злипанням окремих його аркушів. Статична напруга паперу часто є причиною неможливості друку за високих швидкостей. Крім того, спостерігається міцне прилипання до паперу паперового пилу. Особливо значним чином електризується пересушений папір, а крейдовані види паперу електризуються більше порівняно з папером без крейдового шару.

Орієнтація волокон по товщині паперу є неоднаковою. У зв'язку з тим, що сітка ПРМ орієнтує целюлозне волокно у процесі формування паперового полотна переважно в машинному і поперечному напрямках, кількісно розташування волокон за цими напрямками із сіткового боку паперу є більшим, аніж на його верхньому (лицьовому) боці. Зазвичай сітковий бік паперового полотна є шорсткішим, а, значить, і менш гладким порівняно з верхнім боком. За виливання паперового полотна одним з небажаних компонентів паперової маси є повітря. Повітряні бульбашки в папері легко виявити, розглядаючи його на просвіт, – вони мають вигляд плям круглої форми, що просвічують. Папір з повітряними бульбашками, через свою неоднорідність, нерівномірно сприймає друкарську фарбу і забезпечує показник герметичності, що негативно позначається на якості друку та пакування.



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

При виготовленні комбінованого паперу наявність повітря у паперовій масі призводить до помітного зниження міжшарової міцності, внаслідок чого може відбуватися розшарування паперу. Науковцями і фахівцями паперової галузі встановлено також, що наявність у паперовій масі значної кількості повітря сприяє зниженню механічної міцності паперу, його гладкості, при цьому погіршується структура полотна, зростає повітропроникність. Цей недолік є також наслідком нерівномірного склеювання шарів паперу один з одним по всій ширині паперового полотна.

Поява плям на папері пов'язана з потраплянням у паперову масу або на поверхню паперу різноманітних сторонніх включень: смітинок, масла, фарб, часток вугілля, слизу, смоли, що призводить до неоднорідності його структурно-фізичних властивостей.

Вживання матеріалів, що не відповідають технологічним вимогам, невідповідна їхня підготовка, недостатній контроль за процесом друкування призводять до труднощів під час виготовлення продукції і зниження її якості. Розглянемо деякі дефекти, що виникають при друкуванні на «проблемних» видах паперу з використанням аркушевих і рулонних машин.

Зникнення глянцею на відбитку після висихання фарби або нерівномірний глянець може виникнути у зв'язку з надлишковою поглинаючою здатністю паперу, пробиттям фарбового шару з лицьового боку відбитку на зворотний бік і нерівномірним висиханням фарби.

Якщо покривний крейдований шар і верхній шар паперу-основи, що задруковується, не мають міцного зв'язку, виникають такі дефекти як розшарування і часткове руйнування поверхні паперу.

Подібне потовщення на папері й такі дефекти як неоднорідність за товщиною, що виникли з причини руйнування частини його поверхні, завдають шкоди навіть двом гумовотканинним пластинам (напівжорсткий декель), оскільки подібні дефектні ділянки можуть мати товщину близьку до товщини 10 аркушів паперу. За використання задрукованого крейдованого матеріалу з його поверхні можуть бути вирвані найдрібніші частки покриття.

Способом усунення може бути точно відрегульований щуп контролю подачі подвійних аркушів, який викликав би зупинку машини під час проходження ділянки потовщення, що виникає із-за порушення та неоднорідності поверхні паперу.

Недостатньо точне регулювання щупа під час налагодження може призвести до необхідності зупинки роботи друкарської машини і браку продукції.

Причина появ смуг на відбитку – подряпини, які прорізали папір на глибину покривного крейдяного шару.

Спосіб усунення цього недоліку полягає у необхідності ретельного поаркушевого сортування паперу перед друкуванням тиражу та своєчасного забракування такої партії паперу.

Смуга білих крапинок на чорному фоні свідчить про незадовільне сприйняття папером машинного крейдування фарби, якою друкували, і стає причиною зупинки машини. Друкування на зворотному боці паперу не дає позитивного результату, причому поява дефекту на відбитках з'являється у різних місцях. Причиною цього дефекту є невідповідність фарби і паперу, що застосовувалися для друкування продукції.

Спосіб усунення: необхідно замінити папір. Перед друкуванням слід провести ретельний вхідний контроль матеріалів, зокрема, визначити за допомогою прободрукарського пристрою можливість друкування призначеної для роботи фарби на папері відповідної партії.

Під час друкування на ділянках паперу різного фону та різної структури поверхні з'являється малюнок у вигляді плям, які розподілені на відбитку нерівномірно і більшим чином у полі захватів.

Аби встановити причини появи цього дефекту, проводиться контроль структури поверхні задрукованого матеріалу. Для цього на його поверхню шпателем наноситься контрольна фарба з певними технічними показниками. Спочатку наноситься товстий шар, потім через невеликий проміжок часу – іще шар. Рівномірність фарбування свідчить про рівномірність поверхні паперу та рівномірність сприйняття нею фарби.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Інша можливість контролю поверхні задрукованого матеріалу з крейдованим покриттям полягає в опроміненні його джерелом УФ-світла у темноті. За таких умов виразно помітні нерівномірності крейдованого шару покриття паперу.

Контроль структури поверхні крейдованого паперу дозволить встановити, що саме нерівномірність структури його поверхні є причиною появи плям.

Жорсткі вимоги висуваються до процесу друкування пакування для сигарет на папері однобічного крейдування масою  $100 \text{ г/м}^2$ , де розбіжності між фарбами можуть перевищувати допуск. До цього, очевидно, призводить розтягування паперового полотна під час сприйняття ним зволожуючого розчину фарби, яке комплексно зв'язане з недостатнім регулюванням тиску. Причини появи цього дефекту: під час розрізування крейдованого паперу не звернули увагу на те, що рулони, які розрізали у поперечному напрямі, мали різні показники розтягування. У результаті аркуші з одного рулону під час друкування розтягувалися менше, тоді як аркуші іншого рулону мали більш пухку (пористу) структуру і, відповідно, більше розтягувалися під час сприйняття зволожуючого розчину. Усунення цього явища може бути досягнуте шляхом виготовлення на паперовій фабриці паперу зі стабільними показниками мінімальних деформацій відповідно до вимог нормативної документації.

З метою отримання паперу зі специфічними властивостями здійснюють його поверхневе оброблення. Як правило, воно застосовується для покращання структурно-фізичних, споживних властивостей, всмоктувальної здатності, підвищення м'якості й технологічності перероблення паперу під час виготовлення з нього виробів.

Різні властивості паперу або картону досягаються наступними методами:

- вибором вихідних волокнистих напівфабрикатів (сировина для виготовлення паперу, тобто формуванням його композиції за видом волокон: целюлозних, синтетичних, мінеральних);

- змінюванням та удосконаленням технологічних режимів виробництва того або іншого видів паперу, використанням прогресивних технологій і процесів;
- підготовки відповідної паперової маси (целюлозного волокна, розмеленого з урахуванням досягнення якості кінцевої продукції);
- введенням у паперову масу різних добавок (мінеральних наповнювачів, фарбників, проклеювальних і зв'язувальних речовин тощо);
- оброблення паперу, що вимагає операції каландрування, крейдування, гофрування, тиснення, армування, ламінування, металізації у вакуумі;
- поверхневого оброблення паперу із застосуванням хімікатів: крейдування – облагороджування й покращання зовнішнього вигляду і поверхні для нанесення фарби та етикетки;
- пластифікація – оброблення, наприклад, гліцерином, або іншим пластифікатором;
- лакування – покриття лаком зверху друкованої етикетки, наприклад, з використанням паперу з металізованим покриттям у вакуумі;
- ламінування – склеювання паперу з плівкою. Друк може наноситися на папір і поверх нього – плівка;
- каширування – з'єднання паперу з фольгою.

Спеціалісти – розробники технології застосовують різні прийоми, методи, способи, технології, процеси, хімікати й матеріали (композиції) для досягнення тих або інших якісних властивостей паперу.

### **2.4. Характеристика асортименту та номенклатура показників якості паперу і картону**

Світова паперова промисловість виготовляє понад 600 видів паперу й картону, які мають різні властивості і широке застосування у багатьох галузях економіки [140, 161].

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Папір класифікують на такі основні види:

- для друку – газетний типографський, офсетний, літографський, для глибокого друку, картографічний, офісний;
- для писання – поштовий для конвертів, зошитів тощо;
- канцелярсько-малювальний – малювальний, для креслення, для креслення прозорий, калька;
- електроізоляційний – конденсаторний, електролітичний, телефонний, кабельний;
- всмоктувальний – лабораторний, фільтрувальний для очищення нафтопродуктів, напоїв тощо, основа для пергаменту й фібри;
- для апаратів і приладів – перфокартковий, для електронно-обчислювальної техніки, для апаратів та приладів, телеграфний, телеграфна стрічка;
- світлочутливий – фотопідкладка, світлочутливий для світлокопій;
- для перевідного друку – копіювальний, перевідний, для трафаретної декалькоманії;
- пакувальний та обгортковий – мішковий, для сірників, основа для парафінування, ламінування, кашірування, для упакування харчових продуктів і промислових товарів;
- промислово-технічного призначення – наждачний, для пряжі, патронний, основа для облицювальних матеріалів тощо;
- сигаретно-мундштучний, папіросний, для куріння тощо.

Однак, ця класифікація паперу може уточнюватися, особливо нині, коли розробляються і впроваджуються нові види паперу й виробу на його основі.

Картон, залежно від умов формування, поділяється на: одношаровий і багатошаровий, що складається із двох і більше елементарних шарів, отриманих на одній або декількох сітках і з'єднаних між собою в один лист за допомогою міжволоконних зв'язків.

Картон буває листовий і рулонний у вигляді нескінченного картонного полотна. З рулонного картону можуть бути отримані багат шарові види картону шляхом склеювання двох і більше шарів рулонного картону-основи.

Відповідно до класифікатора промислової й сільськогосподарської продукції підклас картону залежно від його призначення поділяють на такі групи.

Таропакувальний – для плоских шарів гофрованого картону, коробковий, хром-ерзац, для упакування сипких харчових продуктів, сірниковий, прокладковий.

Картон для легкої і поліграфічної промисловості – палітурний, квитковий, галантерейний, для білових виробів, пакувальний, валізний, околичковий, для пивних кружок, шкірокартон (взуттєвий), простінковий, конторський тощо.

Картон технічний різного призначення – електроізоляційний, для радіоприймачів, плити деревно-волоконні, для домашніх холодильників, ущільнювальний, калібрований (виготовляється товщиною від 0,5 до 8 мм).

Картон будівельно-покрівельний – для термоізоляції, облицювальний, руберойдний, декоративно-оббивальний, конструкційний.

Картон фільтрувальний – для фільтрації та очищення вин, пива, мінеральної води, безалкогольних напоїв, соків, дизельного пального, повітря, води, олії тощо.

Картон для автомобільної промисловості – водостійкий, термоізоляційний, оббивний, тепло-звукоізоляційний.

Інші види та марки картону, які створюються і впроваджуються у виробництво для забезпечення постійно зростаючих вимог та потреб розвитку різних галузей економіки.

Картон хромерзац – тип тришарового картону коробкового для виготовлення дрібної тари. Покрівельний шар – білена целюлоза, нижній з деревної маси, а внутрішній із суміші целюлози, деревної маси й макулатури.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Картон крафт-лайнер – багатошаровий картон для ящиків таро, який виготовляється із сульфатної небіленої целюлози.

Сировиною для виготовлення зазначених видів паперу й картону є переважно волокнисті напівфабрикати з грубими волокнами, порівняно з виробництвом паперу: бура деревна маса, напівцелюлоза, цупка сульфатна крафт целюлоза і макулатура. Для деяких видів картону, таких, наприклад, як фільтрувальний, використовують композицію із сульфатної деревної й бавовняної або лляної видів целюлози.

Для оцінки технічного рівня та якості паперу й картону застосовуються такі групи показників якості:

- показники призначення;
- показники надійності (схоронності);
- показники технологічності;
- ергономічні показники;
- показники безпеки;
- показники транспортабельності;
- патентно-правові показники;
- показники однорідності.

Для оцінки й порівняння ефективності виробництва продукції використовуються економічні показники.

Номенклатура показників призначення паперу і картону включає показники: класифікаційні, функціональні й технічної ефективності, складу та структури.

Номенклатура показників призначення волокнистих напівфабрикатів для паперового виробництва характеризує їхній ступінь делігніфікації (вміст лігніну), механічну міцність, вміст екстрактивних речовин (масова частка смол і жирів), наявність сторонніх домішок і включень, засміченість, білість, кислотність або лужність водних розчинів целюлози (рН водної витяжки).

Номенклатура показників призначення для паперу й картону характеризує їхню механічну міцність, вологоміцність, міцність зв'язків між волокнами і шарами, міцність поверхні аркуша, змінювання розмірів аркуша під час

зволоження та після висушування; структурно-розмірні властивості (товщина, щільність, розміри аркуша, рулону); якість виготовлення (число склейок у рулоні).

Залежно від сфери застосування характеризує такі функціональні властивості: пружно-пластичні, фунгіцидні, бар'єрні гідрофільні або гідрофобні, пропускна і роздільна здатність фільтрувального паперу й картону, електрична міцність, всмоктувальна здатність, у тому числі торцева і капілярна, кислотність або лужність розчинів водної витяжки паперу або картону, а також покривних шарів для паперу й картону; друкарські властивості; світлостійкість кольорового паперу до дії світла, ступінь крепування паперу, рельєф, хвилястість поверхні, стан покривного шару, прозорість, непрозорість, лиск поверхні, тиражостійкість і чіткість відбитків паперу та інші.

До показників надійності й схоронності відносяться: середній строк окупності, гарантійний строк зберігання, умови зберігання, втрати механічної міцності під час нагрівання (охолодження).

Номенклатура показників технологічності характеризує матеріалоємність (масу паперу площею  $1 \text{ м}^2$ ), склад і співвідношення компонентів у паперовій масі, витрата волокнистих напівфабрикатів на 1 т паперу або картону.

Номенклатура естетичних показників характеризує: зовнішній вигляд (відсутність забруднень і зовнішніх дефектів), товарний вигляд, якість виконання маркування.

Ергономічні показники характеризують гігієнічні властивості, наприклад, санітарно-гігієнічного паперу та целюлози. Ергономіка (від грец. *ergon* – робота і *nomos* – закон) вивчає людину (або групу людей) та її (їхню) діяльність в умовах сучасного виробництва з метою оптимізації знарядь, умов та процесу праці.

Основний об'єкт дослідження ергономіки – системи «людина-машина», у тому числі і так звані ергатичні системи (складні системи управління, складовий елемент якої – людина-оператор (або група операторів). Метод дослідження – системний підхід. Номенклатура показників безпеки характеризує



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

вміст токсичних домішок (свинцю, миш'яку) у папері для упаковки харчових продуктів, нижню межу вибуху і гранично допустиму концентрацію пилу у бавовняній целюлозі.

Показники транспортабельності характеризують пристосування до транспортування і включають габаритні розміри вантажної одиниці, показник якості виконання процесу упакування.

Патентно-правові показники характеризують патентну чистоту продукції. Показники однорідності характеризують стабільність показників якості і включають: розмах (інтервал між граничними значеннями показників якості) та середнє квадратичне відхилення значень показників якості.

Економічні показники включають: собівартість, лімітну й оптову ціни, економічну ефективність виготовлення та споживання продукції.

Для визначення значень показників якості продукції застосовуються:

- одиничні методи: вимірювальний, реєструючий, органолептичний, розрахунковий;
- комбінації методів: вимірювальний з розрахунковим, аналітичний з розрахунковим, реєструючий з розрахунковим, вимірювальний з органолептичним, органолептичний з розрахунковим.

При вимірювальному методі значення показників визначаються безпосередньо з використанням технічних вимірювальних засобів.

За допомогою вимірювального методу оцінюються значення показників якості: маса паперу площею  $1 \text{ м}^2$ , товщина, лиск, білість, руйнівне зусилля, опір роздиранню та продавлюванню, міцність на злом під час багаторазових перегинів, опір надлому, жорсткість під час статичного згину, ширина, діаметр рулону, габаритні розміри вантажної одиниці тощо.

При реєстраційному методі значення показників якості визначають шляхом підрахунку, наприклад, кількості склейок у рулоні, розмах значень показників.

При органолептичному методі значення показників якості встановлюються за допомогою органів відчуття: зору, нюху й дотику.

Цим методом визначаються: зовнішній вигляд, якість упакування, маркування, умови зберігання, просвіт аркуша, чіткість відбитків.

При розрахунковому методі значення показників якості визначаються за допомогою теоретичних та емпіричних залежностей. Розрахункові методи, наприклад, визначаються згідно із затвердженими методиками – економічні показники, середнє квадратичне відхилення.

Комбінація вимірювального методу з розрахунковим застосовується для визначення показників якості: розривної довжини, ступеня набухання волокна целюлози, його дисперсності тощо.

Комбінація аналітичного методу з розрахунковим використовується для визначення показників якості, що характеризують хімічний склад, реакційну здатність целюлози для хімічного перероблення, склад целюлози (масову частку альфа-целюлози), фракційний склад за волокном, в'язкість розчинів целюлози, бар'єрні властивості, всмоктування, гідрофобність, фільтрувальну, пропускну і роздільну здатність, ступінь адгезії та інші.

При аналітичному методі визначення інформацію щодо результатів отримують за допомогою лабораторних установок.

Комбінація реєстраційного методу з розрахунковим використовується, наприклад, для визначення показників: засміченість, внутрішньорулонні дефекти.

Комбінація вимірювального методу з органолептичним використовується, наприклад, для визначення показників якості: ступінь проклеювання, масова частка зольних компонентів, що визначена спектральним методом.

Комбінація органолептичного методу з розрахунковим використовується для визначення композиційного складу.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Залежно від джерела отримання інформації для визначення значень показників якості продукції використовуються: традиційний, соціологічний та експертний методи.

Традиційний метод є основним методом контролю показників якості під час виготовлення продукції. Значення показників якості визначаються під час операційного, прийомочного контролю якості, під час передатестаційних випробувань продукції працівниками ВТК і лабораторій підприємств.

Соціологічний метод оснований на збиранні думок та вимог споживачів (за допомогою газет, листів, організування виставок тощо), використовується для планування рівня якості продукції, під час підготовки продукції до атестації, сертифікації тощо.

Експертний метод, оснований на проведенні оцінювання рівня якості продукції експертами, що володіють відповідною кваліфікацією, використовується під час роботи комісії і прийняття нею рішень щодо рівня показників якості під час атестації, сертифікації, постановки продукції на виробництво, відомчого контролю. При цьому кожен член комісії має право приймати рішення.

Статистичні методи оцінки показників якості використовуються для:

- визначення нормативів, що вносять у стандарти, технічні умови, технологічні регламенти. Довірчі границі й інтервали нормативів розраховуються відповідно до ГОСТ 11.004. «Прикладна статистика. Правила визначення оцінок і довірчих границь для параметрів нормального розподілу», методичними вказівками «Правила оброблення статистичної інформації про якість промислової продукції»;
- характеристики стабільності параметрів ведення технологічного процесу;
- оцінки рівня якості продукції під час прогнозування й планування підвищення її рівня, проведення атестації.

Для гарантування достовірності результатів визначення якості тієї чи іншої партії паперу, необхідно оцінку якості здійснювати у лабораторних умовах, суворо дотримуючись міжнародних і державних стандартів. Наприклад, проби паперу для аналізу необхідно відбирати відповідно до ДСТУ 2185.

Сутність методу відбору проб полягає у тому, що від одиниці продукції (складова частина партії: рулон, пачка, піддон тощо), довільно відібраної з партії паперу, вибирають і нарізають *аркуші проби* (частина полотна паперу заданого розміру), з яких викроюють *випробні зразки* (певну кількість аркушів розміром, обумовленим методикою дослідження). Аркуші проби мають бути плоскими, без зморшок і складок, захищеними від ризику впливу умов, що можуть змінити притаманні їм властивості. Кожний аркуш проби слід маркувати. Зміст маркування визначається протоколом, регламентованим цим стандартом, і засвідчується підписом особи, яка відбирала проби. Напис має бути чітким і не стиратися. Для збереження проб під час транспортування аркуші проби упаковують в обгортковий папір, якість якого обумовлена відповідними нормативами.

Основні властивості паперу й картону можна визначити за такими групами:

- структурно-розмірні – формат, товщина, щільність, гладкість. Залежать від складу за волокном, визначаються ступенем розроблення волокна та умовами виготовлення. Структура паперу впливає на міцність, анізотропію, його споживні та експлуатаційні властивості;
- композиційні – склад за волокном, наявність наповнювачів, проклеювання та інших компонентів;
- механічні й пружно-пластичні – опір розриву, злому, розшаруванню, стиранню; вологотривкість; жорсткість; деформація під час зволоження (лінійна деформація); пружність; здатність до рулювання;
- оптичні – колір, білість, блиск, відтінок, світлопроникність, непрозорість;

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

- гідрофобні й гідрофільні – ступінь проклеювання, всмоктувальна здатність, поверхнева вбирність, гігроскопічність, вологостійкість;
- хімічні – наявність залишків кислот, лугів, мінеральних вкраплень, різних катіонів та аніонів, важких металів;
- електричні – електричний опір, діелектрична проникність, електрична міцність, число струмопровідних включень, тангенс кута діелектричних втрат;
- друкарські – структура поверхні, м'якість, взаємодія з друкарськими фарбами (фарбосприйняття), лінійна деформація, вищипування, гладкість, білість, всмоктування води, пухкість та інші;
- спеціальні – бар'єрні, захисні, жиро-, паро-, водо-, газопроникність, вологоміцність, термостійкість, довговічність;
- експлуатаційні й технологічні – строк використання (експлуатації) без руйнування у тих або інших умовах під час навантажень, а також технологічність перероблення на вироби, тару тощо;
- санітарно-гігієнічні, токсикологічні – всмоктувальна здатність, фільтрувальні властивості, відсутність важких металів або обмежена їхня кількість, можливість застосування під час контакту з харчовими продуктами або організмом людини.

Ці властивості значним чином залежать і визначаються властивостями вихідних волокнистих напівфабрикатів, характером розмелювання та якістю паперової маси, способами виготовлення й оброблення картонно-паперової продукції.

Слід більше уваги приділити паперу й картону для упакування харчових продуктів: паро-, газо-, жиронепроникні види паперу і картону для упакування масла вершкового, маргарину, жиру та сирних виробів. Це жиронепроникні й вологоміцні види паперу, картону та комбіновані матеріали на їхній основі.

Не дивлячись на широке розповсюдження полімерних плівок, скла, металу у виготовленні пакування і тари для різних галузей промисловості, аналіз ситуації відносно пакувальних матеріалів для їхнього виробництва, у тому числі даних міжнародних прогнозів – папір і картон залишаються основними матеріалами для виробництва пакувальних матеріалів, а їхня частка у загальному пакуванні складає близько 50% і продовжує зростати. Цьому сприяє те, що на основі паперу можна отримувати будь-які матеріали за формою, товщиною, конструкцією, виглядом, декором і дизайном, у тому числі комбіновані:

- ламіновані, каширувані, склеєні, одно-, дво- і багатошарові;
- відновлення лісів і рослинної сировини;
- можливість утилізації й повторного використання відходів від їхнього виробництва;
- екологічні аспекти – природний розклад паперу і картону відбувається достатньо швидко, тоді як полімерні плівки для цього потребують сотні років.

Пакувальні види паперу й картону мають такі комплекси властивостей як: бар'єрні, захисні, санітарно-гігієнічні, технологічність перероблення на високошвидкісному фасувально-пакувальному обладнанні, забезпечуючи жиростійкість, вологостійкість, адгезію до плівки, мінімальну наявність домішок шкідливих речовин, аніонів, що знижують термін зберігання продукції та прискорюють процеси окислення, змінювання складу, запаху, смаку тощо.

Тобто, санітарно-гігієнічні норми пакувального паперу характеризують його сумісність з продуктами, вплив на організм людини, він не повинен виділяти у продукт шкідливих речовин, важких металів тощо.

Прикладом експлуатаційних властивостей є фільтрувальні властивості паперу або картону, які мають забезпечувати затримування часток осаду визначеного розміру, не пропускати їх у фільтрат за відповідної швидкості й продуктивності процесу.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Швидкість фільтрації – кількість рідини, що повинна проходити в одиницю часу, не знижуючи продуктивності технологічної лінії та якості відфільтрованої продукції, а також необхідний термін експлуатації.

З аналізу усієї великої кількості властивостей під час випробування паперу й картону визначають лише ті, що найбільш повно характеризують споживні та експлуатаційні показники готової продукції, процесів і технологічності перероблення її на вироби та використання за прямим призначенням. Кількісні значення цих властивостей у вигляді відповідних показників входять до нормативних документів (ДСТУ, ТУ, СП) для кожного з видів паперу або картону, визначаються і враховуються для оцінки й характеристики їхньої якості, композиції, умов перероблення, експлуатації та утилізації.

Папір і картон є найголовнішими сировинними матеріалами з необхідним комплексом структурно-фізичних, бар'єрних, захисних, економічних, технологічних, санітарно-гігієнічних та інших спеціальних і специфічних властивостей, що застосовуються у пакувальній індустрії та видавничо-поліграфічному виробництві для виготовлення широкого асортименту пакувань і тари, друкованих видань та іншої продукції, забезпечуючи їм високу якість, дизайн, конструкцію, привабливість, необхідні технологічність перероблення та продуктивність обладнання.

Необхідність отримання високої якості продукції пакувально-поліграфічного комплексу висуває відповідні вимоги до паперу та картону щодо їхньої маси площею  $1 \text{ м}^2$  (вага  $1 \text{ м}^2$  паперу або картону,  $\text{г/м}^2$ ), товщини (мкм, мм) і щільності ( $\text{г/см}^3$ ). Якщо маса  $1 \text{ м}^2$  і товщина паперу (картону) вимірюється безпосередньо, використовуючи відповідні ваги і товщиноміри, то *щільність, яка характеризує структуру паперу та картону, визначають розрахунковим шляхом як відношення маси площею  $1 \text{ м}^2$  до його об'єму*. Залежно від виду, призначення та умов перероблення й експлуатації показник щільності може знаходитися на рівні від  $0,3 \text{ г/см}^3$  (санітарно-гігієнічні, фільтрувальні види паперу) до  $1,3 \text{ г/см}^3$  (наприклад, конденсаторний папір, високо крейдований).

Щільність паперу або картону залежить від виду волокнистої сировини, визначається ступенем помелу, набухання, фібрилювання целюлозного волокна та його розмірами, наявністю або відсутністю у композиції мінеральних наповнювачів, їхньої кількості, природи й дисперсності, поверхневого оброблення – каландрування, крейдування, проклеювання. Цей показник побічно характеризує також пористість, всмоктувальну здатність, впливає на якість друку, письма, фільтрувальну здатність, пухкість тощо.

Важливою властивістю паперу й картону для пакувальної і поліграфічної галузі є показник механічної міцності, який визначає технологічність перероблення під час фасування продукції, виготовлення паковань, друкованих видань, забезпечує збереження конструкції, каркасності та форми виробів під час транспортування, експлуатації і зберігання протягом подовженого терміну.

Механічна міцність паперу (картону) – це властивість чинити опір пошкодженню під час зовнішнього механічного навантаження і впливу, визначається зазвичай сукупністю таких властивостей паперу: опір роздиранню й розриванню під час розтягування, злому, продавлюванню; видовження під час розтягування у машинному й поперечному напрямках та інші.

Наступна група властивостей, які впливають на вибір паперу для різних завдань і технологій, – це механічні властивості, котрі діляться на властивості міцності й деформаційні. До них належать стійкість поверхні до вищипування під час друку, розривна довжина або міцність на розрив, міцність паперу на злом тощо.

Міцність паперу, тобто здатність чинити опір руйнуванню при дії механічних сил, – важлива характеристика, що визначає можливість використання паперу на швидкісних фасувальних або поліграфічних машинах, забезпечує збереження упакованої продукції та довговічність готових друкарських виробів. Недостатня міцність паперу є причиною зростання відходів і зниженої продуктивності друкарського та пакувального обладнання.



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Головними факторами, від яких залежать властивості міцності та деформації паперу, є: склад за волокном, ступінь розроблення рослинних волокнистих напівфабрикатів, наявність у папері наповнювача; поверхневе проклеювання; ступінь каландрування; вологість паперу.

Міцність паперу залежить від складу й структури. Рослинні волокна мають доволі високу механічну міцність, яка не поступається міцності багатьох металів. Якби папір був суцільним матеріалом, то він міг би бути міцним, як сталевий лист. Але міцність паперу здебільшого визначається не тільки міцністю самого волокна, а й міцністю зв'язків між волокнами, що, у свою чергу, залежить від ступеня фібрилювання волокон під час розмелювання й щільності паперу. На кількість зв'язків між волокнами і міцність паперу впливає його волокнистий склад. Деревна маса є менш гнучкою і має меншу здатність до створення водневих зв'язків, ніж целюлоза, та понижує міцність паперу. Так само впливають на міцність паперу наповнювачі, які послаблюють контакти між волокнами.

Для дослідження міцності паперу використовують різні методи, що відтворюють умови різних стадій технологічного процесу виготовлення пакувальної, поліграфічної та інших видів продукції. Значення цих показників умовні й залежать від способу їхнього визначення.

Міцність паперу на розрив та видовження визначається згідно з ДСТУ 2334. Сутність методу полягає у визначенні сили, що призводить до руйнування зразка або його видовження до моменту розривання під час розтягування.

Із цією метою використовують розривну машину, на якій випробний зразок навантажують з постійною швидкістю так, щоб руйнування відбулося за  $(20 \pm 5)$  с. Зокрема, може бути застосована розривна машина РМБ-10-2М української фірми «Тригла», що розтягує зразок з установленою швидкістю (55–300 мм/хв) і вимірює значення руйнівного зусилля під час розривання зразка з відносною похибкою  $\pm 1\%$ , а видовження з абсолютною похибкою  $\pm 0,5$  мм у разі

навантаження до 300 Н та  $\pm 1$  мм за навантаження більше за 300 Н. Для дослідження потрібні також ніж з обмежувачем, що забезпечує нарізання зразків необхідної ширини й паралельність боків, секундомір з похибкою вимірювань не більше за 0,1 с, товщиномір, який відповідає вимогам НД, та терези лабораторні з найбільшою межею зважування 200 г і похибкою зважування не більше як  $\pm 0,001$  г.

Використовуючи результати випробувань паперу під час розтягування у нормальних умовах кондиціонування: за температури  $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря  $(50 \pm 2)\%$ , а також значення маси його площею  $1\text{ м}^2$  і товщини, розраховують такі величини:

- руйнівне зусилля  $F$  – максимальну силу, яку витримує зразок до руйнування, Н;
- міцність  $S$  – відношення максимальної сили, що витримує зразок до руйнування, до його ширини, кН/м;
- межу міцності  $\sigma$  – відношення сили, котра викликає розривання випробного зразка, до площі поперечного перерізу цього зразка, МПа;
- розривну довжину  $L_B$  – довжину зразка, розраховану для смужки паперу визначеної рівномірної ширини, яка за підвішування за один кінець розірветься під дією власної маси, км;
- індекс міцності  $I$  – відношення міцності розтягування до маси паперу площею  $1\text{ м}^2$ , Н х м/г;
- видовження на момент руйнування  $\Delta\delta$  – збільшення довжини зразка під час розтягування, мм;
- відносне видовження в машинному і поперечному напрямках – показник механічної міцності паперу, який виражається у відсотках відношенням видовження смужки паперу під час розривання до вихідної довжини смужки (відносне видовження) або у міліметрах видовження смужки (абсолютне видовження);
- відносне видовження  $\delta$  – відношення видовження на момент руйнування до початкової довжини зразка між краями затискачів паперорозривної машини, %.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

У процесі підготовки випробних зразків вимірюють масу паперу  $g$  площею  $1 \text{ м}^2$  згідно з ДСТУ 2297 і його товщину  $h$ . Зразки для випробування вирізають на відстані щонайменше 15 мм від країв аркуша. За допомогою спеціального пристрою, ножа для вирізання стрічок паперу або картону, необхідної ширини. Із відібраних аркушів проби готують для дослідження не менше ніж 10 зразків у поздовжньому (машинному) і не менше ніж 10 – у поперечному напрямках виливання волокон паперу. Ширина  $w$  випробуваних зразків має становити, мм:  $15,0_{-0,1}^{+0,2}$ ;  $25,0_{-0,1}^{+0,2}$ ;  $50,0_{-0,1}^{+0,2}$ . Довжина зразка паперу (картону) має бути 180 або 250 мм, щоб його можна було закріпити у затискачах, не доторкаючись руками до випробної частини,  $h$  – у мм.

Під час випробування перевіряють нульові положення вимірювальних пристроїв. Відстань  $l$  між затискачами встановлюють залежно від довжини зразка з відхиленням  $\pm 1$  мм. Лінії контактів затискачів повинні знаходитися в одній площині, бути відрегульованими таким чином, щоб зразок утримувався протягом усього випробування у цій площині. Краї затискачів упродовж усього випробування мають бути перпендикулярними до напрямку прикладеної сили і випробної частини зразка з відхиленням у межах  $\pm 1^\circ$ . Зразок установлюють уздовж верхнього затискача і закріплюють, не доторкаючись руками до випробної частини, після чого вирівнюють його так, щоб не було провисання й деформації, та закріплюють у нижньому затискачі, аби він не вислизав.

Попереднім випробуванням добирають швидкість прикладання сили, щоб розривання відбулося через  $(20 \pm 5)$  с. Потім фіксують силу, яка викликала розривання зразка і видовження у момент руйнування. Під час визначення розривної довжини розірваний зразок паперу необхідно зрізати біля країв затискачів. Зрізані залишки усіх зразків зважують разом, при цьому похибка має не перебільшувати  $\pm 0,001$  г. Результати випробування зразків, що розірвалися на відстані, довшій за 10 мм від країв затискачів, не враховують.

Після отримання експериментальних даних обчислюють необхідні параметри окремо для машинного й поперечного напрямів:

- руйнівне зусилля під час розтягування – як середнє арифметичне значення результатів десяти вимірювань;
- міцність під час розтягування – за формулою:

$$S = \frac{F}{W}, \quad (2.5)$$

де  $W$  – ширина випробного зразка, мм;

$F$  – руйнівне зусилля, Н;

- межу міцності під час розтягування – з виразу:

$$\sigma = \frac{F}{W \cdot h}, \quad (2.6)$$

де  $h$  – товщина випробного зразка, мм;

- розривну довжину – зі співвідношення:

$$L_B = \frac{1}{9,8} \cdot \frac{F}{W \cdot g} \cdot 10^3, \quad (2.7)$$

де  $g$  – маса паперу площею  $1 \text{ м}^2$ , г/м<sup>2</sup>;

- відносне видовження у момент руйнування – як співвідношення:

$$\delta = \frac{\Delta \delta}{l} \cdot 100, \quad (2.8)$$

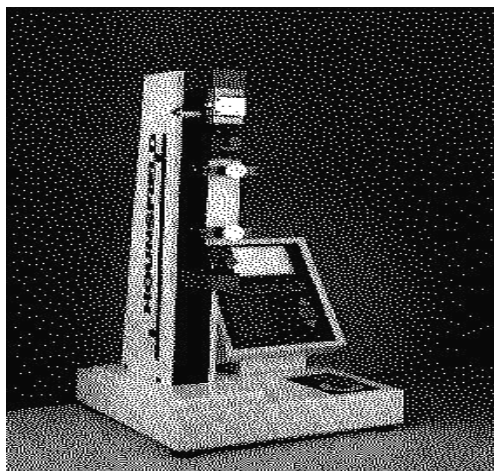
де  $l$  – вихідна довжина смужки паперу, мм.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Після проведення розрахунків та отримання кінцевих результатів оформлюють протокол випробування, в якому зазначають усі необхідні параметри.

Для проведення механічних випробувань широкого спектра матеріалів: целюлози, паперу, картону, пластиків, плівок, пакувальних, нетканих і фільтрувальних матеріалів використовують універсальну розривну машину Н1К-S фірми Hounsfield (рис. 2.24).



*Рис. 2.24. Універсальна розривна машина Н1К-S*

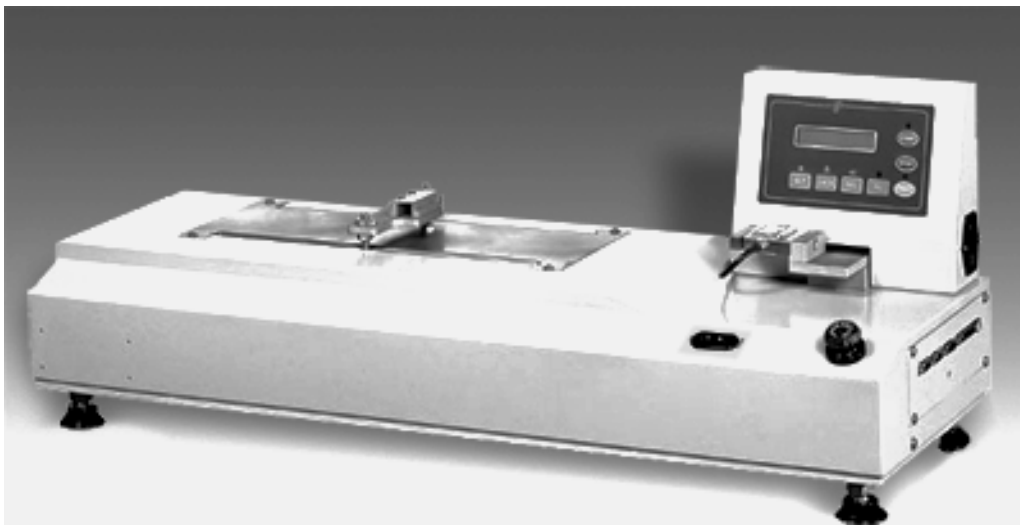
Функції надійної універсальної машини розширені можливістю підключення стандартного принтера для отримання детального звіту з результатами випробування натиском однієї клавіші. Н1К-S може застосовуватися як в лабораторних, так і у виробничих умовах, малогабаритна й легко може бути встановлена на новому місці. Машина відповідає вимогам міжнародних та відповідних національних стандартів, включаючи ISO1924-2, Tappi T494, CPPA D34, SCAN P38, ГОСТ 13525.1 (чинні ДСТУ 2334-93 (ГОСТ ИСО 1924/1-96) та ДСТУ 3370-96 (ГОСТ 30436-96) (ISO 1924-2: 1985). Габарити машини: висота 820 мм, ширина 360 мм, глибина 360 мм, маса 25 кг.

Останніми роками широко застосовується метод випробування паперової продукції на розривання з метою оцінки її споживних властивостей, які знаходяться у тісному взаємозв'язку між величиною руйнівного зусилля і ступенем фібрилювання, однорідності й набухання целюлозних волокон та,

як результат, ступенем міжволоконних зв'язків і їхнього розподілу на площі поверхні під час виливання й формування паперового аркуша.

Таким чином, випробування паперу за показником міцності на розривання дає змогу отримати уявлення щодо змінювання морфологічної природи волокон у процесі розмелювання й підготовки паперової маси, вірогідності впливу структури аркуша паперу на інші його властивості.

Для проведення цих випробувань використовується горизонтальна розривна машина – автоматичний, повністю керований мікропроцесором прилад, який призначений для швидкісного і точного визначення міцності на розривання, видовження, розривної довжини й енергії, що поглинається під час розтягування (рис. 2.25).



*Рис. 2.25. Горизонтальна розривна машина*

Рідкокристалічний дисплей, котрий відображує інформацію, дає змогу в діалоговому режимі вводити ідентифікаційний номер і всі параметри зразка. Результати випробування, їхнього статистичного аналізу відображуються на дисплеї і можуть бути передані через стандартний порт до системи оброблення даних.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Прилад працює за робочої напруги 220/24 В, 50 Гц, 1 ф, стиснутого повітря 600 кПа і відповідає вимогам наступних стандартів: ISO1924-2, AS/NZ 1301.448, BS 1924-2, CPPA D34, DIN 53112, Tappi T494, SCAN P38.

Папір займає також одне з основних місць серед м'яких матеріалів, призначених для упакування жиро- та вологовмісних харчових продуктів.

Підвищення бар'єрних і захисних властивостей щодо опору проникнення жиру й вологи (вода, сироватка тощо) є однією з вимог, що висувають до пакувальних видів паперу, картону, тканини, тобто до їхньої жиро- і вологостійкості та вологоміцності. Ці пакувальні матеріали мають забезпечувати високу механічну міцність, міцність форми й каркасу, надійність пакування, захистити споживні властивості продукції від впливу навколишнього середовища, а середовище – від негативного впливу продукції.

Бар'єрні властивості оцінюють за показниками жиро-, паро-, газо-, водопроникності і механічної міцності паперу у вологому стані – водостійкість та вологоміцність.

Водостійкість паперу характеризує незмінність його лінійних розмірів під час зволоження. Для цього до композиції паперу вводять спеціальні наповнювачі і проклеювальні сполуки. Іншим критерієм водостійкості паперу є ступінь збереження у вологому стані достатньої міцності і стійкості до розриву, тобто вологоміцність паперу.

Вологоміцним вважається папір, який за повного насичення водою зберігає від 15 до 50% своєї початкової міцності. Зазвичай папір має не високу вологоміцність і рветься внаслідок послаблення водневих зв'язків волокон під дією води. За повного насичення водою звичайний папір ледве зберігає 2–4% своєї міцності у сухому стані.

Вологостійкій папір у вологому повітрі має більшу міцність і стабільність розмірів, аніж звичайний. Однак, для збереження властивостей, наприклад, офсетного або етикеткового паперу у друкарнях слід підтримувати необхідні умови його зберігання: вологість повітря – 50–55%, температура – 20–22° С, розпакову-

вати рулони або аркуші безпосередньо перед процесом друкування, піддони з незакінченою роботою накривати плівкою чи замотувати у стретч. Такі заходи забезпечать стабільність лінійних розмірів паперу між прогонами.

Необхідно також зазначити різницю, що існує між водостійким і проклеєним папером. Проклеювання утруднює й сповільнює проникнення води вглиб паперу. Зазвичай вода проникає вглиб проклеєного паперу, насичує його та призводить до повної втрати ним міцності через руйнування водневих зв'язків між волокнами целюлози. Саме тому неможлива заміна спеціального, наприклад, етикеткового паперу на офсетний, навіть з високим ступенем проклеювання.

Окрім водостійкості, папір може бути водонепроникним – протистояти проникненню води. *Водонепроникність* залежить від: структурної щільності паперу та його поверхні; наявності покриття; вмісту гідрофобних речовин (воску, парафіну тощо).

Механізм підвищення водостійкості паперу до кінця не в'яснено. Сучасні дослідження науковців показують, що волокна целюлози зовсім не змінюються під дією штучних смол. Останні, завдяки електростатичним зарядам, утворюють на поверхні волокон тонку плівку, яка зв'язує волокна, унеможлиблює проникнення води вглиб волокон, зменшуючи таким чином їхню здатність до набухання. Це сприяє зниженню кількості деформацій паперу під час намочування та наступного висушування. Дещо менша сприйнятливість до вологи водостійкого паперу порівняно із звичайним свідчить про те, що волокна з'єднані на стиках. Вода може проникати між волокна, але не може проникати до їхньої середини.

Підсумковий ефект водостійкості залежить від багатьох чинників, а саме:

- від виду й стану волокнистої маси – маса з волокнами більшої довжини переважно утворює папір з більшою водостійкістю; у ньому на стійкість впливає механічне зчеплення волокон. Небажаною є присутність дрібної фракції волокна, яка сильно адсорбує смолу, яка потім виводиться (виводиться) стічною водою;



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

- від наявності різних речовин – наприклад, сульфат алюмінію може впливати на впорядкованість волокон; солі заліза поведуться відповідно до сульфату алюмінію; крохмаль діє подібно до дрібних фракцій волокнистої маси; пластифікатори трохи послаблюють його водостійкість через зростання рН або через більшу вологість паперу, що сприяє гідролізу штучної смоли;
- від умов твердіння смол;
- від процесу введення смол до паперової маси.

Додавання штучних смол збільшує стійкість паперу у вологому стані, поліпшує багато інших його властивостей.

Отже, водонепроникність означає непросочуваність води крізь папір, а водостійкість, – що папір у стані повної насиченості водою зберігає, принаймні, 15% від механічної міцності паперу у сухому стані. Етикетковий папір не може бути водонепроникним, адже тоді етикетки не можна було б відклеїти від пакування, наприклад, пляшки.

Сутність методів визначення вологоміцності паперу або картону за коротко- та довготривалого намокання (залежно від їхнього призначення та умов застосування) полягає у визначенні механічної міцності паперу (картону) у вологому стані після витримки у воді протягом визначеного часу. Вологоміцність за короткотривалого намокання (В) виражають середнім арифметичним результатів вираження руйнівного зусилля (або опору продавлюванню, наприклад) вологих зразків у Н (кгс) або розраховують у відсотках за формулою:

$$B = (P_o / P_c) \cdot 100, \quad (2.9)$$

де  $P_o$  – середнє арифметичне десяти вимірювань руйнівного зусилля вологих зразків, Н (кгс);

$P_c$  – середнє арифметичне десяти вимірювань руйнівного зусилля провітрянно-сухих зразків, Н(кгс).

Міцність паперу на злом під час багаторазових перегинів визначають на зразку завширшки 15 мм і завдовжки 120 мм (відстань між клемами – 100 мм) за натягу 9,8 або 4,9 Н/м (1 або 0,5 кгс/м). Смужку закріплюють у спеціальному пристрої з клином, що рухається, поперемінно згинаючи зразок у протилежні боки під кутом 180°. Кількість подвійних перегинів до руйнування зразка приймається за значення опору злому.

Подвійний перегин – одне повне коливання зразка – перегин його спочатку в один, а потім у другий бік на визначений кут по одній і тій самій лінії перегину на приладі Шоппера.

Опір продавлюванню – показник механічної міцності паперу або картону, визначається на апараті Шоппер-Далена з використанням стисненого повітря чи інертного газу. Абсолютна величина опору продавлюванню  $P_o$  виражається у кПа (кгс/см<sup>2</sup>) за формулою:

$$P_o = S_p/n, \quad (2.10)$$

де  $S_p$  – сума значень показників манометра усіх випробувань, кПа(кгс/см<sup>2</sup>);

$n$  – кількість випробувань.

Пакувальні види паперу й картону характеризуються показником опору проходження жиру, на який встановлені методи визначення жиропроникності:

- за допомогою фуксину;
- за допомогою трансформаторського масла;
- за допомогою зафарбованого скипидару.

Метод визначення жиропроникності за допомогою фуксину базується на проникненні спиртового розчину фуксину (розаліну)  $C_{20}H_{20}N_3Cl$  – фарбник, малостійкий на світлі, пурпурно-червоного кольору у водному середовищі, через наскрізні отвори й пори у папері та просвічуванні забарвлення фуксину на оборотний бік випробного зразка паперу. Присутність наскрізних отворів характеризується наявністю відбитків фарби на підкладці з білого паперу. Плями й крапки

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

світло-червоного кольору, що спостерігаються лише на зворотному боці зразка, свідчать про недостатню зімкнутість поверхні паперу. Поверхню випробного зразка змазують тампоном, змоченим у 12-відсотковому розчині фуксину у взаємно перпендикулярних напрямках.

Кількість наскрізних отворів визначають за числом зафарбованих відбитків на підкладці, а їхній розмір – за допомогою лупи. За результат беруть середнє арифметичне усіх вимірювань, округлене до цілого числа. Показник жиропроникності, наприклад, пергаменту не перевищує 100 наскрізних крапок.

Метод визначення жиропроникності за допомогою трансформаторського масла базується на визначенні кількості масла, що пропускається папером за відповідних температури, тиску, часу.

На приладі ЖР-1, який забезпечує тиск ( $8,6 \pm 0,5$ ) кПа, на фланець резервуара розміщують зразок паперу діаметром 80 мм, попередньо зважений до 0,0002 г. Зразок затискають верхнім фланцем, а потім фільтрувальний папір щільно притискають до випробного зразка прозорою пластиною. Резервуар повертають на  $180^\circ$ , одночасно вмикаючи секундомір, і над шаром масла у резервуарі створюють тиск ( $86 \pm 0,1$ ) кПа на увесь час випробування. Через 5 хв знімають тиск, резервуар повертають у вихідне положення, знімають фільтрувальний папір і його зважують. Різниця у масі до і після випробування є кількість масла, яке проникло через випробний зразок. За результати випробування беруть середнє арифметичне шести вимірювань, округлених до 1 мг.

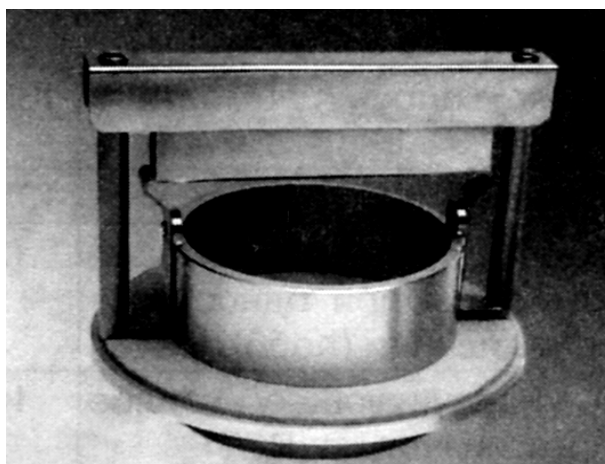
Показник жиропроникності пакувального паперу для харчових продуктів та підпергаменту, відповідно, знаходиться у межах 8–28 мг, залежно від призначення та марки.

Метод оцінки жиропроникності за допомогою зафарбованого скипидару базується на визначенні часу проникнення скипидару через випробний зразок на всмоктувальну підкладку.

Випробний зразок розміщують на аркуш фільтрувального паперу. На середину поверхні зразка розміщують циліндр (без дна), у який насипають  $(5,0 \pm 0,1)$  г піску. Після видалення циліндра на гірку піску, що залишилася, наливають піпеткою  $1 \text{ см}^3$  зафарбованого скипидару. Одночасно вмикають секундомір. Зразок переміщують на фільтрувальному папері протягом перших 2 хв через кожні 30 с, протягом наступних 8 хв через кожну хвилину і потім через кожні 3 хв. Найбільша тривалість випробування – 30 хв. Інтервал часу від початку випробування до появи червоних крапок на фільтрувальному папері у секундах є показником жиропроникності паперу. За результат беруть середнє арифметичне результатів десяти вимірювань, виражених числом, кратним 30 с.

Показник жиропроникності матеріалу для упакування жировмісних продуктів має знаходитися на рівні 1800 с і вище.

Всмоктувальна здатність – поглинання папером води, масел, фарби. Для одних видів паперу (картону) це необхідно, для інших – протипоказано. Поверхневу вбирність води папером за методом Кобба (рис. 2.26) визначають масою води у грамах, що поглинається поверхнею паперу площею  $1 \text{ м}^2$  за певний час. Властивість всмоктувальної здатності визначає ступінь гідрофільності (гідрофобності) – характеристики інтенсивності взаємодії поверхні паперу з водою (гідрофобність – низьке змочування водою).



*Рис. 2.26. Прилад для визначення поверхневої вбирності під час однобічного змочування за Коббом*

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Особливе місце у структурі друкарських властивостей паперу займають оптичні властивості, тобто білість, непрозорість, гладкість, глянець (лиск).

Білість – це здатність паперу відображувати світло розсіяно і рівномірно за всіма напрямками. Здатність відображення показує ступінь відбиття світла від шару паперу нескінченної товщини і за довжини хвилі світла 457 нм (синя частина спектра), що характеризує білість паперу. За умовну ідеальну білість (абсолютний відбивач) приймають білість пластинки із сульфату барію чи окису магнію. Вимірювання здійснюється на спектрофотометрі СМ-3630 (рис. 2.27).



*Рис. 2.27. Спектрофотометр з програмним забезпеченням для визначення білості, непрозорості, колірності паперу*

Існують три різні стандарти вимірювання, вживані для визначення яскравості або білості паперу. У США використовується стандарт Таррі для визначення яскравості, тоді як у Європі застосовується стандарт ISO для вимірювання яскравості і стандарти СІЕ – білості. Це зумовлює певні труднощі під час порівняння показників. Зазвичай яскравість за ISO визначає здатність паперу відображати за однієї довжини хвилі без урахування впливу оптично вибілюючих речовин,

які додають під час його виробництва для поліпшення сприйняття білості паперу. З іншого боку, білість за СІЕ застосовується для визначення білості паперу з оптично вибілюючими речовинами і більшим чином усього спектру у тому вигляді, як його сприймає око. Стандарт СІЕ найближче відображає фактичне зорове сприйняття паперу. Необхідно зазначити, що, не дивлячись на те, що білість як правило вважається показником якості паперу, вона є однією із властивостей, що найбільш просто досягаються під час виробництва. Сама по собі білість паперу не гарантує, що решта якісних показників даного продукту завжди краща. Наприклад, такі властивості як всмоктувальна здатність, жолоблення або жорсткість, котрі впливають на споживні та експлуатаційні властивості паперу, насправді можуть бути важливішими для задоволення кінцевого споживача якістю даної продукції.

Висока білість паперу досягається застосуванням біленої целюлози, мінеральних наповнювачів та оптичних вибілювачів. Вибілювання целюлози раніше проводили хлором та його сполуками. Однак, передові країни світу переходять на безхлорні методи вибілювання (наприклад, киснево-лужний), оскільки при використанні хлору утворюються шкідливі для людини хлорорганічні сполуки-діоксини.

Непрозорість – це здатність паперу протистояти проникненню світла, властивість, яка забезпечує непросвічування зворотного боку паперового полотна і визначає здатність закривати візуально чорні відбитки на підкладений папір або на протилежному боці того самого паперу. Цей показник особливо важливий за двобічного копіювання, коли друк наноситься з обох боків аркуша паперу. Існує декілька чинників, що впливають на непрозорість паперу, а саме: маса  $1 \text{ м}^2$ , товщина, щільність, яскравість (чим вища яскравість, тим нижчий показник непрозорості) і зольність. У цілому, 89-відсоткова непрозорість вважається мінімальною для офісних видів паперу, а для спеціальних видів паперу цей показник становить 91% і вище.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Показник непрозорості характеризується коефіцієнтом відбиття зразка паперу, розміщеного на чорному оксамиті, який вимірюють за допомогою лейкометра. Для друкарського паперу значення непрозорості має становити не менше ніж 87%, інакше зображення або текст просвічуватимуться на інший бік аркуша. Якщо папір тонкий, для підвищення його непрозорості до складу паперової маси вводять наповнювачі з високим коефіцієнтом розсіювання світла (двоокис титану, каолін, крейда).

Для упакування багатьох харчових продуктів, наприклад, вершкового масла, м'ясних виробів папір повинен характеризуватися високим показником непрозорості, має бути мінімально проникним для ультрафіолетової частини світла. Це пояснюється тим, що причиною поступового зниження якості жирів під час зберігання є протікання складних біологічних і хімічних процесів, котрі призводять до окислювальної деструкції продуктів, особливо при інтенсивній дії тепла та світла.

Масову частку золи або зольність паперу аналізують зважуванням неорганічних наповнювачів, що залишилися після спалювання випробного зразка. При температурі спалювання 800–850° С визначають процентний вміст каоліну, при 550–600° С – крейди. У папері для офсетного друку масова частка золи має становити 10–14%. На практиці у папері з крейдованим покриттям при нейтральному проклеюванні масова частка золи може досягати 30%. Цей показник впливає на засміченість і непрозорість паперу.

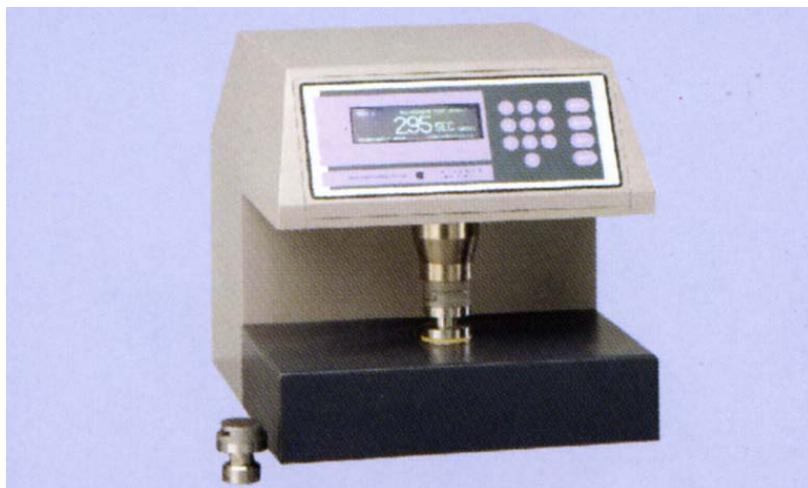
Вологість паперу визначають висушуванням зразка при температурі 105° С до моменту, коли його маса перестає змінюватися. Для оперативного отримання даних щодо вологості зазвичай застосовують вологомір. Відносну вологість повітря у стосі вимірюють електричним зондувальним гігрометром.

Показник лужності або кислотності рН при вхідному контролі досліджується електронним способом, однак, у разі відсутності приладів, можна скористатися лакмусовим

папірцем і за шкалою кольорів визначити рівень рН. Для офсетного паперу рівень рН має бути щонайменше 4,5, інакше може виникнути небезпека руйнації проміжних елементів форми і подовження часу закріплення фарби.

Гладкість паперу – сумарна характеристична мікроструктури й поверхні паперового полотна, яка визначає ступінь контакту її з друкарською фарбою, тобто фарбосприйняття, лиск, якість відбитків, рівномірність і однорідність, що характеризують макроструктуру паперу (вторинну структуру), тобто її макронеоднорідність товщини, маси, площі  $1\text{ м}^2$ , просвіту, пористості, повітропроникності.

Визначається у секундах за допомогою пневматичних приладів (прилад за Бекком) (рис. 2.28) або за допомогою профілограм, які дають наглядне уявлення щодо характеру поверхні паперу. Згідно з ДСТУ 3439 визначають час у секундах, необхідний для проходження 10 мл повітря між поверхнею паперу та скляної пластинки при середньому вакуумі 50 кПа.



*Рис. 2.28. Автоматичний прилад для визначення гладкості за Бекком*

Залежно від призначення, способу виготовлення та поверхневого оброблення гладкість паперу може знаходитися у таких межах, с: машинної гладкості – 30–100; глясований – 150–300; каландрований – 350–500; каландрований крейдований і пігментований – 2000.



## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---

Глянець – оптична характеристика, яку неможливо точно виміряти або фізично описати. Ефект глянцю значним чином визначається як результат сприйняття поверхнею відбиття світлових променів залежно від кутів освітлення або спостереження. Під деяким кутом папір дзеркально відбиває світлові промені: чим більше кут освітлення, тим вище глянець. Глянець тісно пов'язаний з мікрогеометрією поверхні – гладкістю поверхні паперу, з підвищенням якої глянець зростає.

Глянець, глянс, лиск, полиск – блиск вилощеної, начищеної відполірованої поверхні або покритої лаком поверхні (згідно з тлумачним словником термінів целюлозно-паперового виробництва).

Стандартний метод визначення гладкості у країнах СНД на апараті Б-1 ґрунтується на вимірюванні часу, необхідного для проходження певного об'єму повітря між поверхнею паперу і скляною полірованою пластинкою.

Глянець каландрованого або крейдованого видів паперу може складати 75–80%, а матового до 30%.

Важливим показником, що визначає споживні та експлуатаційні властивості, є структура поверхні паперу, яку оцінюють за допомогою пневматичних приладів. Пориста поверхня паперу забезпечує кращу вбирну здатність фарби. Однак, надмірна всотуваність не бажана для друку ілюстрацій та фасування жирорі вологовмісної продукції, оскільки призводить до втрати оптичної густини й блиску відбитка, а також до втрати герметичності пакування і, відповідно, якості продукції, що в нього упакована.

Структура паперу – це характеристика, що визначає, наскільки рівномірно волокна й наповнювачі розподілені усередині аркуша. Аркуш паперу, який має кращу структуру, виглядатиме на просвіт рівнішим (менш «хмарним»), менше замнеться під час проходження через друкарські секції. Окрім того, на папері з кращою структурою якість як струменевого, так і лазерного друку зазвичай вища.

Жорсткість – це показник опору паперового аркуша згинанню під час проходження через друкарські секції або

копіювальний апарат. Жорсткість – найважливіша властивість для офісних видів паперу і один з основних показників робочих його властивостей. Жорсткий лист паперу проходить через систему подачі паперу краще, з меншою вірогідністю застрявання. Жорсткість паперу обумовлена масою, товщиною, вмістом наповнювача і, що найбільш важливо, характеристиками целюлозного волокна, котре використовується для його виготовлення.

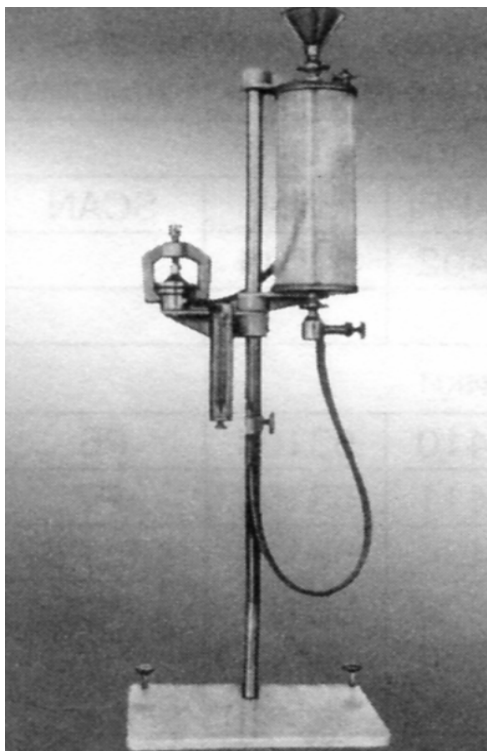
Повітропроникність (пористість) – це показник щільності аркуша паперу або, більш точно, – наскільки легко можна «прокачати» певний об'єм повітря через аркуш паперу (см<sup>3</sup>/хв). Цей показник важливий для офісних видів паперу, оскільки у деяких моделях копіювальних апаратів для подання аркуша паперу застосовується система вакуумного перенесення. Якщо папір дуже пористий або повітря легко проходить через аркуш, то система вакуумного перенесення може не «утримати» такий лист, що викличе застрявання аркушів у копії. Показник повітропроникності регулюється у процесі виробництва паперу шляхом контролю за розподілом волокон на початку процесу формування паперу на «вологому» циклі папероробної машини: виливання, пресування, сушіння, каландрування.

Для вимірювання пористості і повітропроникності паперу використовують прилад ВП-2 (рис. 2.29), а також дензометр GURLEY (рис. 2.30).

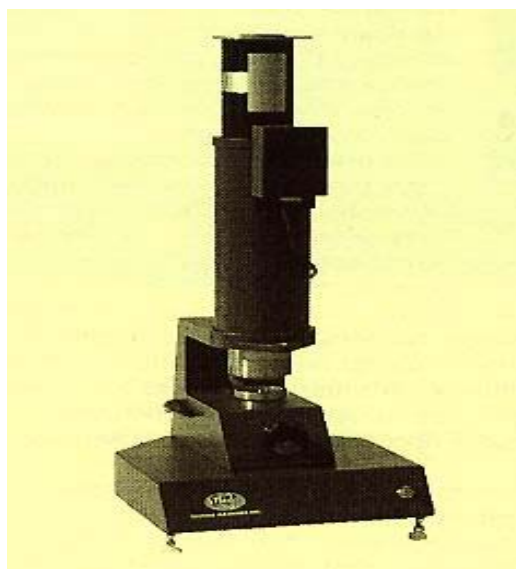
Принцип роботи приладу базується на вимірюванні об'єму повітря, що видавлюється циліндричним поршнем через випробний зразок, затиснутий між нижнім отвором циліндра і випробною поверхнею. Повітропроникність через зразок вимірюється як час, необхідний для видавлювання даного об'єму повітря з резервуара за відомих умов. Повітря проходить через зразок, затиснутий між отвором і герметичним кільцем, з тиском  $567 \pm 1$  г, що забезпечується внутрішнім циліндричним поршнем. Час, необхідний для проходження через зразок величини об'єму повітря, визначається шкалою, нанесеною на поверхню внутрішнього циліндра, і за допомогою секундоміра. Прилад оснащено електронним таймером, який автоматично відображує результат на цифровому дисплеї. Прилад може бути оснащено додатковими пристроями для вимірювання гладкості й м'якості.

**Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону  
та характеристика їхніх властивостей**

---



*Рис. 2.29. Прилад для вимірювання повітропроникності і пористості ВП-2*



*Рис. 2.30. Дензометр GURLEY – прилад для вимірювання пористості і повітропроникності*

Дензомер GURLEY відповідає вимогам міжнародних і національних стандартів: ISO5636/5, SCAN P19, BS 6538, Tappi T460, ASTM D 202, CPPA D14, ГОСТ 13525.14.

Шорсткість є властивістю, котра показує гладкість поверхні паперу і, зазвичай, визначається в одиницях вимірювання «Бендстен». Дуже шорсткі види паперу можуть викликати однозначне захоплення двох і більше аркушів або застрявання у копіювальному апараті, а також невисоку щільність друку («рябий друк»), особливо у зонах «заливання» великих площ паперу. Папір з високою гладкістю поверхні може бути достатньо «слизьким», щоб застрягати у копії та мати тенденцію до меншого показника шорсткості. Зазвичай оптимальний рівень шорсткості знаходиться між 150 і 250 одиницями Бендстена. Існує взаємозв'язок між шорсткістю й товщиною паперу. Зниження шорсткості (підвищення гладкості) паперу досягається одночасно збільшенням тиску і числа проходів паперу між каландровими валами, що призводить до зниження товщини паперу.

Для вимірювання поверхневої шорсткості і повітропроникності за Бендтсеном застосовується електронний прилад K513 (рис. 2.31), розроблений спеціалістами голландського відділення фірми Messamer Buchel. Однією з переваг нової версії приладу стала можливість підвищення величини повітряного потоку. Діапазон застосування приладу, завдяки цьому, розширився до 5000 мл/хв. Прилад оснащено висококонтрастним графічним дисплеєм, а нова версія програмного забезпечення значно підвищила швидкість дії електронної схеми. Крім того, розроблена вимірювальна головка для визначення повітропроникності за Бендтсеном з пневматичним приводом, що значно полегшує дії обслуговуючого персоналу.

## Розділ 2. Технологія волокнистих напівфабрикатів, паперу і картону та характеристика їхніх властивостей

---



*Рис. 2.31. Прилад для визначення поверхневої шорсткості і повітропроникності за Бендтсеном*

Електронний прилад для вимірювання поверхневої шорсткості і повітропроникності за Бендтсеном K513 відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO 8791/2, 5636/3; CPPA 4420, DIN 5318, 53120, SCAN P21.

### Розділ 3

## ПАКОВАННЯ НА ОСНОВІ ПАПЕРУ І КАРТОНУ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Членство України у Всесвітній торговій організації є особливо важливим для вітчизняної пакувальної індустрії, оскільки, як відомо, ні один продукт, товар, виріб не може перетнути кордон не упакованим, причому упакованим має бути відповідно до жорстких і суворих вимог міжнародних стандартів, виконання яких є обов'язковим. Це вимагає від виробників і постачальників упаковувати продукцію в пакування, котре не поступається зарубіжному ні за естетикою, ні за якістю, ні за функціональними характеристиками (у тому числі екологічними), ні за ціною. Видається, що це має позитивно вплинути на вирішення проблеми розроблення, виробництва та впровадження до широкого використання сучасних пакувальних матеріалів і пакування й новітніх ресурсощадних та екологічно безпечних технологій їхнього виготовлення, у тому числі на основі паперу й картону.

У сучасному індустріальному світі паперові й картонні матеріали застосовуються у виробництві тари і пакування більше, аніж для будь-чого іншого. На основі паперу й картону виготовляється понад 70% усієї транспортної тари і понад 35% споживного пакування [13, 218].

Як зазначалося раніше, папір і картон, з яких виготовляються пакувальні матеріали, тара й пакування – це листові матеріали, що складаються зазвичай з рослинних волокон, зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення за допомогою водневих зв'язків, які при цьому створюються. Окрім рослинних волокон, у композиції паперових матеріалів можуть бути присутні проклеювальні речовини, мінеральні наповнювачі, хімічні й природні волокна, пігменти і фарбники.

Пакування є продуктом промислового виробництва, використовується практично у всіх сферах життєдіяльності, безперервно розвивається та удосконалюється, створюючи необмежену кількість різноманітних об'єктів.

Розробники та виробники пакувальних матеріалів і пакування завжди мають враховувати їхню поведінку за дії на них різних впливів у трьох середовищах:

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

- фізичного (удари, падіння й стискання, пошкодження від вібрації, деформації та роздавлювання під час зберігання упакованої продукції тощо);
- навколишнього середовища (дія газів, води, водяної пари, світла, зміни температури, тиску тощо);
- соціального (ергономіка пакування).

У конструкції і дизайні виготовленого пакування мають враховуватися побажання споживачів продукції, що зафасована в нього, які частіш за все звертають увагу на такі фактори:

- захист від підробки і необережного поводження;
- захист товару від пошкоджень під час транспортування та зберігання;
- можливість складування й можливість нанесення інформації;
- естетичний вигляд.

Вибір пакувальних матеріалів, а також допоміжних засобів проводиться, виходячи з вимог до показників міцності тари і пакування, за яких забезпечуються збереження якості запакованої продукції та умови отримання оптимальної конструкції, екологічної й економічної ефективності на усіх стадіях їхнього життєвого циклу.

Найкращими такими матеріалами є картон і папір, до композиції яких за волокном входить целюлоза.

Папір пакувальний та обгортковий використовують для автоматичного й ручного фасування і упакування продуктів та різних виробів – етикетковий, пачковий, коробковий, пергамент, підпергамент, спеціальний пакувальний (жиро-, паро-, вологостійкий); мішковий, шпагатний, вологотривкий, високоміцний для виготовлення цигарок та їхнього упакування, крепований обгортковий, спеціального призначення (з антиадгезійними властивостями, антикорозійний для завертання металевих деталей і виробів), спеціальний світлонепроникний (для загортання фотопаперу, плівок тощо), для сірникових коробок.

Показники якості для пакувальних видів паперу – властивості, що визначають механічну міцність: руйнівне зусилля у машинному й поперечному напрямках, відносне видовження, товщина, щільність, опір продавлюванню в сухому і вологому станах, вологоміцність, жиропроникність, поверхнева вбирність під час однобічного змочування водою, світло-непроникність, кислотність.

### **3.1. Особливості виробництва пакування методом паперового лиття**

Паперове лиття – процес виготовлення фасонних виробів з волокнистої целюлозної маси (може бути із вторинної сировини, макулатури, деревної маси) під «тиском або під вакуумом»; сформовані вироби із вторинної целюлозної маси (макулатури).

Вироби з паперового лиття виготовляють з розбавленої суспензії волокнистої маси, для якої використовують деревну масу, відходи целюлозно-паперового виробництва, макулатуру з паперу й картону.

Форму вироби отримують у відливних сіткових матрицях відповідної конфігурації. Придання міцності відбувається шляхом ущільнення виробів методом пресування.

Методом паперового лиття зазвичай виготовляють прості вироби: прокладки, лотки, які не потребують значних зусиль ущільнення, оскільки складні форми вимагають значних зусиль і створення відповідного пресового обладнання. Зняття вилитих зразків (відливок) з виливних і пресових форм як правило відбувається за допомогою стисненого повітря тиском від 50 до 400 МПа. Перезнімання виробів з однієї форми на іншу також відбувається за допомогою стисненого повітря або вакууму, котрий створюється у приймальній прес-формі.

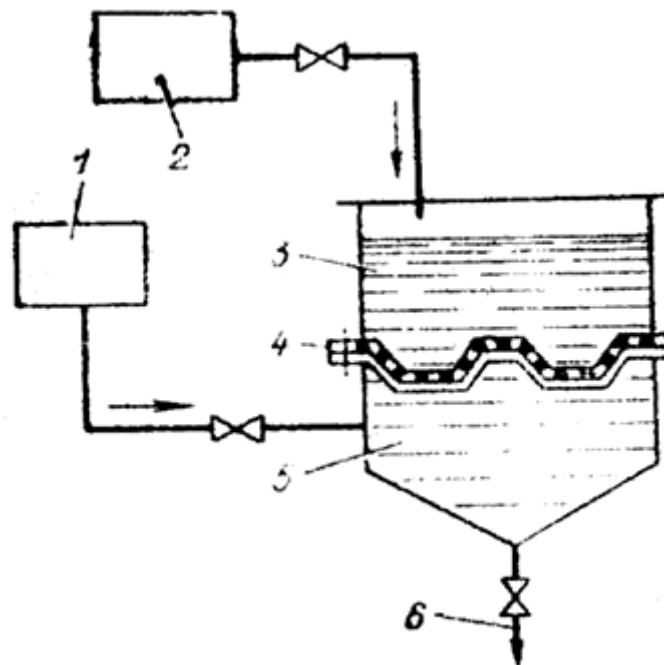
Пакування з паперового лиття виготовляється у вигляді лотків для упакування харчових напівфабрикатів і продуктів, штучних продуктів (яєць), ягід, овочів, ящиків, пляшок, кришок картонних барабанів, відер тощо [170].



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Існують три основних способи виготовлення тари із паперового лиття: вакуумне формування, формування за допомогою стисненого повітря і гідравлічне формування.

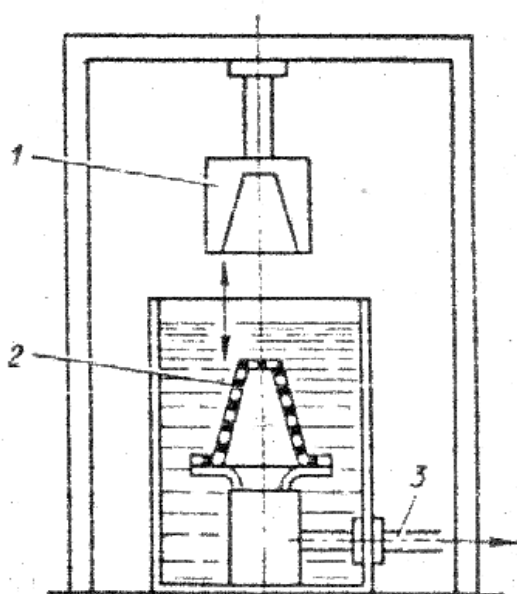
Застосовується при виробництві: незначних партій литих виробів, які можна виготовляти на виливних пристроях (верстаках) шляхом наливання паперової маси, розбавленої у співвідношенні 1:2000, на сіткову форму (рис. 3.1), де волокно рівномірно осідає на поверхню форми-матриці. Після повного видалення води форму знімають, ущільнюють і висушують.



*Рис. 3.1. Схема формування литих виробів:  
1 – бак обігової води; 2 – бак з паперовою масою;  
3 – знімальна форма; 4 – матриця; 5 – основа форми;  
6 – вакуумний трубопровід*

Для отримання товстостінних виробів та прискорення процесу нашаровування волокна застосовують технології вакуумування – видалення (відсмоктування) газу, пари, парогазової суміші з апаратів (ємностей) з метою отримання у них тиску нижче від атмосферного.

У формі (2), що розміщена у розбавленій суспензії паперової маси (рис. 3.2), створюється вакуум, волокниста маса нашаровується на зовнішню поверхню форми. Після досягнення необхідної товщини форму виймають і ущільнюють, потім висушують і передають на подальше оброблення.



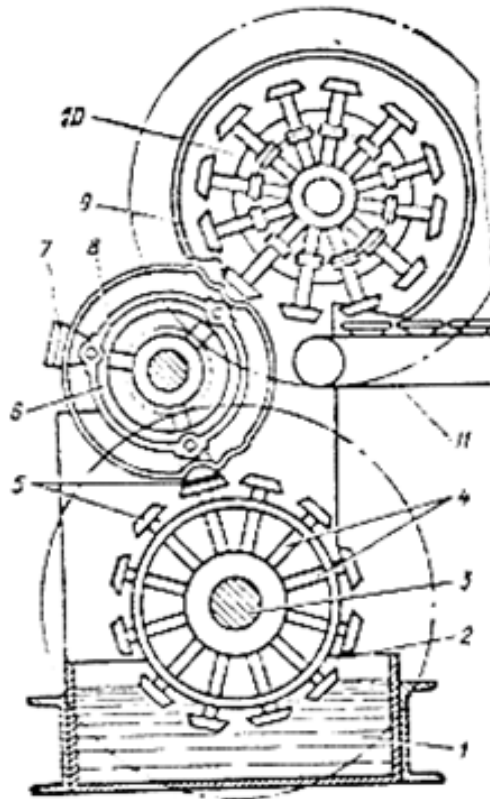
*Рис. 3.2. Вакуумне формування литих виробів:  
1 – віджимна форма; 2 – матриця; 3 – вакуумний трубопровід*

Найбільшого розповсюдження для виготовлення виробів методом паперового лиття отримали барабанні машини безперервної дії – прокладки для яєць, фруктів, тарілок, лотків тощо. На рис. 3.3 наведено схему машини барабанного типу.

На циліндричній частині формуючого барабану (2) розміщено декілька рядів сіткових форм (5), які через штуцери (4) і розподільний пристрій у торці барабану по чергово з'єднуються з вакуумом або атмосферою. Під час обертання барабану сіткові форми занурюються у ванну з паперовою масою (1). Під дією вакууму відбувається формування відливок, які перезнімальним валом (8) і сітковими контурними формами (7) передаються на сіткові форми верхнього барабану (10), де відбувається висушування відливок гарячим

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

повітрям (9), після чого відливки стисненим повітрям здуваються на транспортер (11). Вакуум 520 Па, тиск стисненого повітря 0,2 МПа. Масова частина волокна у паперовій масі (концентрація суспензії паперової маси) – 1%.



*Рис. 3.3. Схема машини барабанного типу для виливання паперових виробів: 1 – ванна з паперовою масою; 2 – формуючий барабан; 3 – головний приводний вал; 4 – штуцери для підведення вакууму; 5 – сітчасті форми; 6 – направляюча; 7 – сітчасті контурні форми; 8 – Perezнімальний барабан; 9 – сушильна камера; 10 – верхній барабан; 11 – транспортер*

Після виливання форми мають крихку (трухляву) структуру. Ущільнення відбувається шляхом пресування у штампах (пуансонах) відповідної форми тиском 1–5 МПа. Міцність відливок залежить від зусилля ущільнення та його тривалості.

Пуансон – одна з основних деталей інструменту, яка використовується під час пресування й штампування матеріалів безпосередньо під тиском, що діє на оброблюваний матеріал або виріб. У поліграфії слугує для видавлювання зображення під час виготовлення матриць, котрі застосовуються у шрифтолиттєвому або набірному виробництві.

Гідравлічний спосіб формування застосовується для формування виробів більшої товщини стінок (понад 3 мм) і незначної висоти.

Формування відливок (рис. 3.4) відбувається під тиском гідропреса (7) шляхом опускання пуансона (6) у відлиту форму (5), заповнену паперовою масою. Готові відливки за допомогою вакууму виймаються пуансоном з матриці і потім відокремлюються від останнього за допомогою стисненого повітря. Концентрація паперової маси – 2,5%, вакуум – 480 Па, тиск стисненого повітря – 0,1–0,2 МПа. Тривалість формування залежить від конструкції пристроїв, концентрації і ступеня помелу паперової маси, тиску формування.

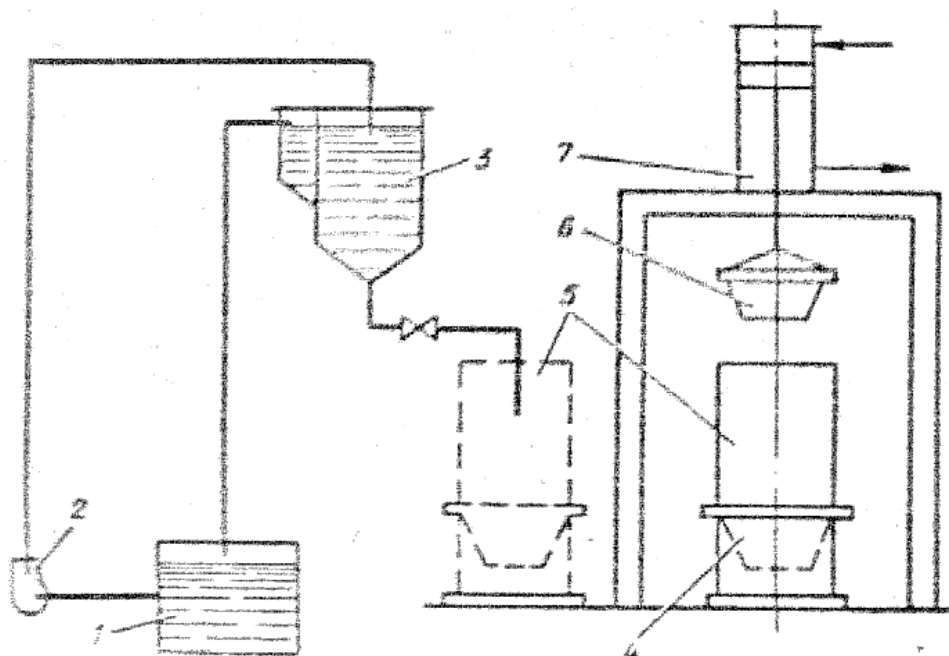


Рис. 3.4. Схема формування литих виробів гідравлічним способом: 1 – ванна з паперовою масою; 2 – насос; 3 – дозатор; 4 – виливна сітчаста форма; 5 – корпус форми; 6 – сітчастий пуансон; 7 – гідравлічний прес

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Формування за допомогою стисненого повітря застосовується при виробництві литих виробів складної конфігурації (пляшки, банки, барабани, ящики) які можуть бути отримані формуванням їх у роз'ємних сіткових формах без пуансонів шляхом створення тиску всередині матриці стисненим повітрям після заповнення її паперовою масою (рис. 3.5).

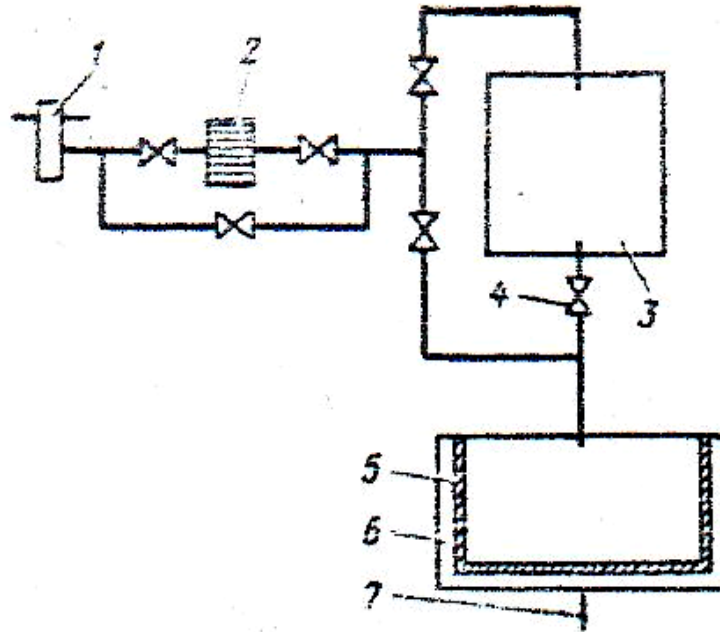


Рис. 3.5. Формування литих виробів із застосуванням стисненого повітря: 1 – насос; 2 – компресор; 3 – масляний бачок; 4 – задвижка; 5 – матриця; 6 – камера матриці; 7 – стік води

Волокниста маса насосом безперервно подається у масляний бачок (3), звідки через засувку (4) зливається в дозовану ємність (5), після чого у цю ємність подається стиснене повітря (гаряче), яке створює тиск на волокнисту масу. Вода під дією тиску повітря проходить через сіткові стінки матриці (6), а волокна осідають рівним шаром на внутрішній поверхні форми. Стиснене повітря подається доти, поки стінки відлитих виробів не висушуються до необхідної сухості, після чого матриця розкривається і готові вироби передаються на подальше оброблення.

Під час цього процесу тиск стисненого повітря – 0,4 МПа, температура – 370–400° С, концентрація паперової маси – 0,7–1,5%. Композиція складається із сульфатної целюлози – 25%, деревної маси – 75%.

На механічну міцність отриманих литих виробів великий вплив має тиск стисненого повітря під час формування. Підвищення тиску з 0,1 до 0,4 МПа сприяє зростанню щільності на 40–45%, міцності – 60–65%.

Для виготовлення циліндричної тари використовують папір, картон, жерсть, комбіновані матеріали на основі полімерів, фольги тощо.

Окремі елементи тари – кришки, днища, ручки, решітки виконують з фанери, металу, полімеру.

Корпус може бути конічним або циліндричним, виготовляється гарячим штампуванням (витягуванням), а також одношаровим або багат шаровим навиванням.

Штампування застосовується головним чином для виготовлення банок і відер конусної форми, а також днищ, кришок, горловин та інших елементів.

Навивання здійснюється прямим перпендикулярним або спіральним накладанням одного або декількох шарів картону чи паперу. Кромки матеріалу, які створюють циліндричної форми корпус, з'єднують різними способами: скобками, склеюванням, заклепками, фасонними скріпками, склейками і скріпами.

Тара циліндричної форми виготовляється на машинах, де полоси паперу поступають з рулонів через вузол змочування клеєм на циліндричну оправу, що обертається. На оправі формується труба, яка розрізається на циліндри необхідної довжини, після чого наклеюється етикетка і приєднуються кінцеві частини, створюючи тару.

Днище збірної тари виготовляється з товстого картону, фанери, жерсті, полімерних матеріалів, які приєднуються до корпусу склеюванням, закатуванням, загинанням і склеюванням, металічним кільцем та іншими комбінаціями.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Картонні барабани застосовують для продукції хімічної і харчової галузей промисловості (добрива, томатна паста, гірчиця, повидло, жири тощо). Зовнішні шари паперу або картону можуть бути вологостійкими, з бітумованого паперу, покритого воском, лаком, емульсіями. Можуть бути зі з'ємною кришкою, внутрішньою вкладкою або ємністю. Бувають багатокутові картонні барабани у вигляді шести- і восьмигранних правильних призм. Корпус багатокутних барабанів виготовляється із 5,7–9-ти шарового гофрованого картону, розраховані на місткість до 500 кг (для мінеральних добрив, полімерних матеріалів, гранул, комбікормів). Усередину можна помістити вкладки з товстого картону або плівки, що надає можливість упаковувати пастоподібні й порошкоподібні продукти.

#### **3.2. Класифікація паперового і картонного пакування**

За призначенням пакування ділиться на такі групи: споживне, транспортне, виробниче, консервуюче.

Споживне пакування поступає до споживача з продукцією, є невід'ємною частиною товарної продукції і входить до її вартості, а після реалізації переходить з товаром до повної власності споживача. Таке пакування не призначене для самостійного транспортування, не створює самостійної транспортної одиниці, має обмежені розміри, масу і місткість.

Різновидністю споживного пакування є групове пакування, що об'єднує декілька екземплярів індивідуального (одиначного) споживного пакування в одне ціле, але не створюючи самостійної транспортної одиниці.

Транспортне пакування створює самостійне транспортне пакування або частину збільшеної (укрупненої) транспортної одиниці і застосовується для перевезення продукції у не запакованому вигляді або у споживному пакуванні.

Картон є найбільш поширеним матеріалом для цих видів пакування, оскільки забезпечує найкращі і найбільш

економічно вигідні умови обертання й розподілу продукції та ефективно повторне перероблення і утилізацію відходів та використаного пакування.

Виробниче пакування застосовується для переміщення сировини, напівфабрикатів, комплектуючих, виробів у процесі виробництва на одному або кількох підприємствах і не застосовується поза цим процесом.

Консервуюче пакування необхідне для довгострокового зберігання сировини, матеріалів, виробів, спорудження, а також схову (захоронення) шкідливих відходів (хімічних, радіоактивних тощо).

Для цих видів пакування рідко застосовують картон і папір.

За складом пакування ділять на тару (Т) і допоміжні пакувальні засоби (ДПЗ).

Тара виконує функції пакування самостійно або спільно з допоміжними пакувальними матеріалами, засобами, які є іншими елементами пакування.

За конструкцією споживна тара ділиться на пачки, коробки, банки, пляшки, пакети тощо а транспортна – ящики, барабани, відра, бочки, фляги, мішки тощо.

Допоміжні пакувальні засоби поділяють на решітки, кришки, завертки, етикетки, липкі стрічки тощо.

За матеріалом тара й допоміжні пакувальні засоби діляться на паперові, картонні, металічні, полімерні та інші.

За технологією виготовлення картонне пакування є пресоване, склеєне, вилите, зшите, зварне, складане, із затворами тощо.

Можуть бути й інші ознаки картонного пакування:

- стабільність розмірів (жорсткі, напівжорсткі);
- компактність (розбірні, нерозбірні, складані);
- колір, фактура і текстура поверхні;
- зовнішнє (художнє) оформлення й декор.

Під час виготовлення картонної тари і пакування застосовують такі тароматеріали й допоміжні пакувальні матеріали та засоби:



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

- природні – папір, картон, скло, метал, металічні обв'язувальні стрічки, скоби, дріт, нитки, шпагат, клеї на основі рослинних і природних зв'язувальних (крохмаль, казеїн); паперові стрічки, етикетки, ярлики, картон;
- синтетичні – полімерні плівки, клеї, лаки, покриття, липкі стрічки, нитки, вірьовки;
- комбіновані – клеї, лаки, фарби на основі природно-синтетичних зв'язувальних речовин, комбіновані плівки і підкладки.

За станом і конфігурацією їх поділяють на:

- відповідну конфігурацію – сортамент (листові, аркушеві, рулонні);
- профільно-орієнтовані, фасонні тощо;
- які змінюють свою форму (порошкоподібні, пастоподібні, рідинні).

За технологією виготовлення пакувальні матеріали можна розділити на такі види: пресовані, катані, екструзійні, вилиті, склеєні, зварні та інші.

За декором таропакувальні й допоміжні матеріали відрізняються за покриттям, кольором, фактурою, текстурою, декоруванням і художнім оформленням (друк, декалькоманія, тиснення тощо).

Як допоміжні матеріали у виробництві паперової й картонної тари використовуються:

- стрічка обв'язувальна стальна або полімерна, матеріали для склеювання картону, паперу (крохмальний клей, силікатний, інші);
- воскові сплави (парафін, церезін тощо) для покриття тари, тарних матеріалів; каніфоль, ефіри каніфолі;
- ущільнювальні матеріали – для забезпечення герметичності металічних кришок та барабанів;
- матеріали для захисних покриттів – лаки, смоли, воски, фарби для друку;
- комбіновані пакувальні матеріали на основі паперу, картону, полімеру, алюмінієвої фольги (тара,

пакування, елементи пакування), комбіновані плівкові й листові матеріали, металополімерні та паперово-полімерні підкладки (мембрани, етикетки, ярлики на полімерній основі тощо).

Засоби для скріплення транспортних пакетів входять до складу пакування і у вигляді плівок та обв'язок (стрічка, дріт) з різних матеріалів застосовуються для скріплення тарно-штучних вантажів у транспортному пакеті, забезпечують йому міцність і стійкість до різних видів дій та впливів. Засоби скріплення класифікуються залежно від типу, матеріалу, конструкції і поділяються на плівки, дріт, стрічки, сітки.

Плівки є найбільшим перспективним засобом скріплення та обв'язування тари, пакування, пакетів, забезпечуючи надійний захист продукції від впливу навколишнього оточуючого середовища, зберігаючи її цілісність під час транспортування та зберігання, і при цьому скорочуючи витрати на упакування.

Плівки як засоби скріплення та обв'язки бувають термоусадочні та розтягувальні [80, 149, 165].

Термоусадочні плівки виготовляються товщиною від 30 до 120 мкм, ступінь їх усадки становить:

- для одновісноорієнтованої: вздовж – 50–70%, у поперечному напрямі – 10–30%;
- для двовісноорієнтованої: вздовж – 45–5%, у поперечному напрямі – 30–45%.

Плівка термоусадочна з різних полімерів під час виготовлення орієнтується за двома напрямками, при цьому зберігаючи («заморожуючи») необхідний ступінь усаджування. При нагріванні плівка повертається до початкових розмірів [193].

Використовується для упакування дрібно-штучних виробів, пакувальних одиниць та скріплення групового пакування і збільшених розмірів вантажних одиниць.

Недолік використання термоусадочних плівок – значне споживання енергії під час виготовлення та високі витрати у процесі використання.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Розтягувальні плівки мають меншу товщину, завдяки чому досягається суттєва – на 30–40% економія пакувального матеріалу, бувають двох видів: для індивідуального упакування харчових продуктів, товщина від 5 до 12 мкм (клинг-плівки); для групового пакування і скріплення транспортних пакетів, товщиною від 15 до 30 мкм (стреч-плівки). Клинг-плівки виготовляють з полівінілхлориду (ПВХ), полістиролу (ПС), а стреч-плівки – з лінійного поліетилену низької щільності (ПЕНЩ). Обв'язки у вигляді різних стрічок і дроту широко застосовуються як засоби для скріплення транспортних пакетів [193].

Стрічки для скріплення бувають полімерні й металічні. Металічні стрічки виготовляють з низьковуглецевої сталі холоднокатаної товщиною від 0,2 до 1,8 мм і шириною від 15 до 50 мм, з високовуглецевої гарячекатаної сталі від 1,3 до 1,6 мм і шириною від 10 до 51 мм, із середньовуглецевої сталі з підвищеним вмістом марганцю товщиною від 0,5 до 1,1 мм і шириною від 13 до 51 мм [209].

Полімерні плівки виготовляються зазвичай із поліпропілену (властивості, а також геометричні розміри стрічок та їхні властивості наведені у табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Властивості поліпропіленових стрічок [209]

Ширина, мм	Товщина, мм	Розривне навантаження, Н, не менше	Відносне видовження, %, не менше
5	0,4	555	14
6	0,35	550	14
9	0,5	1000	14
12	0,5	1300	14
12	0,7	2000	16
15	0,5	2500	16
15	0,8	2900	16
15	1,0	3500	16
19	1,0	4500	16

Перевагою таких стрічок є їхня вартість, яка, порівняно з вартістю металевих стрічок, значно нижча.

Кожен вид стрічки для скріплення вимагає свого способу з'єднання кінців стрічки з утворенням замка. Таких з'єднань існує багато. Кінці металевих стрічок з'єднують між собою стискувальним замком, фігурними просічками, а полімерних – самозатягувальними замками, пряжками або крапковим зварюванням. При використанні стрічок металічних або полімерних для захисту країв пакетів, для кращої фіксації стрічок застосовують захисні кутники, частіш за все із картону.

### 3.3. Паперові пакувальні матеріали для харчових продуктів

Для упакування жирів, рослинної олії застосовують найбільш жиростійкі матеріали, що захищають харчові продукти від контакту з повітрям. При цьому пакувальні матеріали мають бути мінімально проникні для ультрафіолетової складової світла. Жорсткі вимоги до пакування пояснюються тим, що під час зберігання масел і жирів спостерігається поступове зниження їхньої якості через протікання складних біологічних і хімічних процесів. Крім того, важливу роль відіграє самоокислення жирів, яке виникає при інтенсивному впливі тепла та світла, що призводить до окислювальної деструкції зі складним ланцюгом реакцій, у результаті яких у складі продукту утворюються альдегіди, кетони, вільні жирні кислоти. Найбільше окисній деструкції піддаються рослинні масла, які багаті ненасиченими жирними кислотами з декількома подвійними і супряженими зв'язками у молекулах. Саме тому вимога до прозорості пакування має велике значення для зберігання жировмісних продуктів харчування.

Жири і жирні масла природного походження є складними ефірами, утвореними пропан-1.2.3-триолом (гліцерином) та жирними кислотами. Вони називаються тригліцеридами. У результаті гідролізу тригліцеридні ефіри утворюють пропан-1.2.3-триол і жирні кислоти.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Жири при кімнатній температурі знаходяться у твердому стані, але під час нагрівання переходять у рідкий стан. Маслами називаються жири, які при кімнатній температурі знаходяться у рідкому стані. Масло вершкове – це харчовий продукт – концентрат молочного жиру, масова частка якого у ньому коливається від 73,0 до 83,3%, залежно виду масла. До складу вершкового масла входять тригліцериди вищих жирних кислот, фосфатиди, вітаміни, білки, вуглеводи, мінеральні речовини й вода.

Маргарин – харчовий продукт, замітник вершкового масла, який містить суміш тваринних жирів, рослинної олії, молока, смакових, ароматичних та інших речовин.

Тригліцериди рослинного походження містять більшу частку ненасичених жирних кислот і тому існують у формі масел. На відміну від цього тваринні жири характеризуються високим вмістом насичених жирних кислот. Це переконливо ілюструється даними табл. 3.2, порівнюючи вміст жирних кислот у оливковій олії і вершковому маслі.

За своєю структурою жиронепроникні види паперу розділені або на рослинний пергамент, або на підпергамент.

Ці види уже традиційно застосовуються як універсальне пакування для харчових продуктів, коли від нього вимагають жиронепроникності, зберігання ароматів, а також часто і вологоміцності. Процеси виготовлення пергаменту та підпергаменту істотно відрізняються один від одного.

*Таблиця 3.2*

#### Розподіл жирних кислот у оливковій олії та вершковому маслі

Тип жирної кислоти	Число атомів вуглецю	Масова частка жирної кислоти, %	
		У вершковому маслі	У оливковій олії
Насичені	4	4	–
	6–10	5	–
	12	5	–
	14	12	сліди
	18	10	2
	16	27	10
Разом		63	12

Закінчення табл. 3.2

Тип жирної кислоти	Число атомів вуглецю	Масова частка жирної кислоти, %	
		У вершковому маслі	У оливковій олії
Ненасичені	16	5	–
	18	28	84
Разом		33	84

*Джерело: розроблено на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Жиroppoникність – властивість спеціальних видів пакувального паперу (рослинний пергамент, підпергамент) не пропускати (створювати опір проходженню) жиру. Оцінюється за такими методами:

– визначення жиroppoникності за допомогою фуксину полягає у проникненні 1-відсоткового спиртового розчину фуксину через наскрізні отвори і пори у папері й просвічуванні забарвлення фуксину на зворотному боці випробного зразка паперу (на підкладці з білого фільтрувального паперу). За результат випробувань беруть число наскрізних отворів, перерахованих на одиницю площі;

– визначення жиroppoникності за допомогою зафарбованого скипидару полягає у визначенні часу проникнення нанесеного зафарбованого скипидару через зразок паперу на білу всмоктувальну підкладку. Інтервал часу від початку випробування до появи червоних точок (плям) на фільтрувальному папері (підкладці) у секундах є показником жиroppoникності паперу. За результат беруть середнє значення результатів десяти випробувань, що виражають числом, кратним 30 с;

– визначення жиroppoникності за допомогою трансформаторного масла полягає у визначенні кількості трансформаторного масла, що проходить через випробний зразок паперу на фільтрувальний папір (підкладку) за відповідних температури, тиску й часу на приладі ЖР-1. Різниця у масі фільтрувальної підкладки до і після випробувань – є кількість масла, яке пройшло через папір. За результат випробувань беруть середнє арифметичне шести випробувань, округлене до 1 мг.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Таким чином, рівень жиронепроникності (опір проникненню жиру) паперу або картону визначається показником жиропроникності, який згідно з існуючими методами випробування вимірюється у міліграмах, секундах або наскрізних отворах. Високий показник жиропроникності означає, що рівень жиронепроникності матеріалу (паперу, картону) зменшується, тобто матеріал має низький опір проникненню жиру, що є небажаним, і, навпаки, зниження показника жиропроникності волокнистого матеріалу – покращанню його бар'єрних і захисних властивостей.

Пергамент – найпоширеніший пакувальний матеріал, що характеризується високими жиронепроникністю і вологоміцністю та застосовується головним чином для упакування вершкового масла, рослинних жирів, молочно-сирних виробів, харчових концентратів, іншої продукції, що містить жири та рідинну фазу.

Пергамент рослинний – жиронепроникний з високою механічною міцністю, у тому числі вологоміцністю, обмеженим вмістом свинцю матеріал, який виготовляють з попередньо виготовленого паперу-основи необхідної структури з відповідними показниками вбирності та всмоктувальної здатності шляхом оброблення його сірчаною кислотою або іншими хімічними реагентами на пергаментній машині з подальшим промиванням, нейтралізуванням, пластифікацією і висушуванням. Використовують для упакування.

Виробництво пергаменту включає дві стадії – виготовлення паперу-основи та отримання пергаменту з паперу-основи. Якщо перша стадія – виробництво паперу-основи – досить традиційна, то друга більше нагадує хімічну технологію. При цьому сам процес пергаментування був відкритий випадково, а технологія пергаментування розроблена винятково експериментальним шляхом, оскільки досить повної наукової теорії пергаментування не існує. Суть процесу пергаментування у тому, що виготовлений за спеціальною технологією високовбирний папір-основа просочується міцною сірчаною кислотою (за масової частки 65–70%), далі

проходить через 10–12 кислотних ванн із щільністю кислоти, що поступово знижується, промивається зустрічним потоком води і розчином аміаку для нейтралізації залишкової кислоти. Після цього необхідне повторне промивання. Недостатнє промивання паперу після кислотного оброблення викликає деструкцію целюлозних волокон, що призводить до крихкості та ламкості паперу і його непридатності для застосування.

Технологічний процес виготовлення пергаменту включає такі операції:

- виготовляють папір зі спеціальними властивостями, особливо з необхідним рівнем всмоктувальної (вбирної) здатності;
- папір-основу на спеціальному обладнанні піддають процесові пергаментування – дії на паперове полотно концентрованої сірчаної кислоти (68–70%) або інших хімічних реагентів;
- у результаті нетривкої дії  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на паперове полотно відбувається набухання, часткове розчинення й розрихлення целюлозних волокон низькомолекулярної фракції (целюлоза технічна нерівномірна за ступенем полімеризації та молекулярною масою). Після відтиснення надлишкової кислоти відбувається ущільнення поверхні матеріалу за рахунок перерозподілу розчинної частини целюлози під дією капілярних сил, сил поверхневого натягу і заповнення нею міжволоконного простору паперу-основи.

При подальшому промиванні пергаментованого паперу водою відбувається регенерація розчинної целюлози з утворенням амілоїду. До групи амілоїду відносять усі проміжні стадії гомогенного кислотного розпаду целюлози – від целюлози з числом глюкозних залишків у ланцюгу 2000–2500 до продуктів з числом глюкозних залишків у ланцюгу близько 20. Ця розчинна частина целюлози скріплює волокна між собою, закриває пори і капіляри, у результаті чого створюється малопорувата (мікропориста) структура, що є непроникною для жиру та води.



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Амілоїд – жирна студнеподібна маса, яка під час сушіння пергаментованого паперового полотна створює структуру пергаменту, заповнюючи міжволоконний простір. У такому стані окремі волокна з'єднуються в єдину структуру, де розпізнаються лише залишки волокнистої структури паперу-основи. Пергамент здобуває папероплівкові властивості, що є характерним для плівкових матеріалів з хімічно інертних пластиків.

Після промивання водою, з метою зниження деструкційної дії на целюлозу надлишкової  $H_2SO_4$ , папір оброблюють пластифікуючим реагентом (наприклад, гліцерином) для придання пергаменту пластичності і гнучкості.

За даними З.А. Роговіна [143] розчинена у сірчаній кислоті за температури  $5-10^\circ C$  целюлоза може бути осаджена з розчину водою при охолодженні. Така частково гідролізована целюлоза має рентгенограму гідратцелюлози і низьке мідне число. Умови отримання й властивості амілоїду, зокрема, ступінь полімеризації і розчинність у лузі, до цього часу досконало не досліджені.

Власне сам процес пергаментування відбувається при контакті з міцною кислотою. Волокна целюлози миттєво набухають, всмоктуючи до 200% кислоти, втрачають кристалічну будову і навіть частково розчиняються. У такому стані окремі волокна з'єднуються в єдину структуру, де розпізнаються лише залишки волокнистої структури паперу-основи. Пергамент здобуває властивості паперо-плівкового матеріалу, високу вологоміцність, непроникність для жирів та органічних розчинників, що характерно для плівкових матеріалів з хімічно інертних пластиків [240].

Пергаментування може здійснюватися як сірчаною кислотою, так і концентрованими розчинами хлористого цинку, сумішшю роданистого кальцію із хлористим кальцієм, розчинами ортофосфорної кислоти за масової частки понад 80%, а також розчинами, що містять трифтористий бор і сильну кислоту [59, 237].

Пергамент виготовляють і направляють споживачам у рулонах або аркушах.

Рослинний пергамент призначається для упакування харчових продуктів, перев'язувальних матеріалів, виробів медичної промисловості та іншої продукції, яка потребує вологонепроникного і жиронепроникного пакування, для каширування фольгою, ламінування плівкою та інших цілей. Відповідно до призначення виготовляють пергамент марок:

- А – для упакування вершкового масла, маргаринової продукції, інших жирів монолітом, автоматичного і ручного фасування, запікання, а також для упакування продуктів у замороженому вигляді, масою площі  $1 \text{ м}^2$  60–68 г;

- Б і В – масою 53–59 і 47–52 г/м<sup>2</sup> для упакування, автоматичного й ручного фасування вершкового масла, маргаринової продукції, інших харчових жирів, концентратів, кондитерських виробів, а також інших продуктів із вмістом жиру й вологи, у тому числі у замороженому вигляді;

- О – як прокладки під час упакування харчових продуктів у крупногабаритну тару, для ручного фасування харчових продуктів, для господарсько-побутових послуг та інших цілей масою площі  $1 \text{ м}^2$  35–75 г;

- М – медичний – для упакування перев'язувальних матеріалів і виробів медичної промисловості, у тому числі тих, що підлягають стерилізації, масою площі  $1 \text{ м}^2$  – 53–59 г;

- Д (дуплекс) – як основа для металізації, каширування, ламінування, силіконізування, а також для упакування жиромі вологовмісних продуктів масою площі  $1 \text{ м}^2$  38–42 г;

- К – натуральний, масою площі  $1 \text{ м}^2$  50–60 г – для вистилання всередині металічних банок під час консервування крабів.

Виробниками пергаменту у Європі є: Троїцька ПФ (Росія), Ahlstrom Sibille (Фінляндія, Франція), Cartiere Cima (Італія), ТЕМА (ФРН) і Nordic Paper (Норвегія). В Україні представлена, головним чином, продукція Троїцької ПФ (Росія) і Nordic Paper (Норвегія).

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

Основною волокнистою сировиною для виробництва рослинного пергаменту є білена целюлоза із хвойних і листяних порід деревини.

Основні властивості пергаменту наведені у табл. 3.3.

*Таблиця 3.3*

**Характеристика показників якості пергаменту**

Найменування показника	Норма для пергаменту марки						
	А	Б	В	О	М	Д	К
Маса пергаменту площею 1 м <sup>2</sup> , г	64±4	56±3	50±23	40±5 50±5 60±5 70±5	56±3	40±2	55±5
Розривна довжина, м, не менше: – у машинному напрямі; – у поперечному напрямі	6000 3000	7100 4100	7700 380	3500 –	7700 4100	5700 3500	6800 4200
Відносний опір продавлюванню, кПа, не менше: – сухого; – вологого	270 110	310 130	290 110	200 90	310 130	240 100	– –
Жиропроникність: число наскрізних отворів на 1 м <sup>2</sup> , не більше: – розміром менше 0,1 мм включно; – розміром більше 0,1 мм	50	75	100	–	75	150	50
	не допускається						
рН холодної екстракції водяної витяжки	5,5–8,0						
Масова частка миш'яку, %, не більше	0,001						
Масова частка свинцю, %, не більше	0,002						
Металічні крапління, шт., не більше: – заліза; – міді			10 0				
Білість, %, не менше	70,0	70,0	70,0	–	–	–	–
Вологість, %	7,0 – 9,0						

*Джерело: складено за результатами аналізу нормативних документів*

Оскільки звичайна сульфатна білена целюлоза, як правило, недостатньо пергаментується, для виробництва пергаменту використовують сульфітну целюлозу, котру піддають лужному обробленню або облагороджуванню. Застосування поряд із хвойною целюлозою коротковолокнистої целюлози з листяних порід деревини сприяє поліпшенню однорідності паперу-основи і пергаменту.

Високі фізико-механічні показники паперу-основи для пергаменту забезпечуються ступенем млива паперової маси: для отримання пергаменту масою  $1 \text{ м}^2$  70 г целюлоза розмелюється до  $27\text{--}34^\circ\text{ШР}$ , для пергаменту з масою  $1 \text{ м}^2$  55 г – до  $35\text{--}40^\circ\text{ШР}$ , для пергаменту масою  $1 \text{ м}^2$  50 г –  $40\text{--}45^\circ\text{ШР}$  [54].

Дослідження, проведені з метою визначення впливу ступеню розмелювання сульфатної біленої целюлози, з хвойної і листяної деревини та сульфітної біленої облагородженої хвойної целюлози на здатність до пергаментування і якість пергаменту, показали низьку міцність паперу-основи із суміші листяної й сульфітної хвойної целюлози. Однак пергамент, виготовлений з композиції на основі цих видів целюлози, мав високу механічну міцність. Встановлено також, що сульфатна целюлоза вимагає більш тривалого терміну пергаментування.

До складу пергаменту можна вводити широкий спектр хімікатів та інертних добавок, які надають йому спеціальні властивості і які можна вводити як на стадії виробництва паперу-основи, так і на стадії виготовлення власне пергаменту (пергаментування) [239, 252].

Для виробництва пергаменту використовують як одношаровий, так і багатошаровий папір-основу. При цьому один або більше шарів паперу-основи мають підвищену сприйнятливості до дії пергаментуючих агентів, а інші – знижену. Зниженої сприйнятливості до дії пергаментуючих агентів досягають шляхом введення до композиції основного або нижнього шару паперу-основи хімікатів, які надають пергаменту гідрофобність і вологоміцність. Для виготовлення паперу-основи використовують композицію із 50% хвойної

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

сульфатної біленої целюлози і 50% листяної сульфатної біленої целюлози. Папір-основу виготовляють на машині із додатковою сіткою. На першій сітці формують пергаментувальний шар з композиції зі ступенем млива целюлозного волокна 15–20°ШР без добавок масою 1 м<sup>2</sup> 25–90 г (переважно 40 г). На другій сітці формують шар з обмеженим пергаментуванням. До волокнистої композиції, розмеленої до 25°ШР, вводять 3–8% вологоміцних хімікатів на основі епіхлоргідрину і дисперсію димера алкілкетону для гідрофобізації. Шари з'єднують і отримують двошаровий папір-основу, яку піддають пергаментуванню на звичайній машині. Виготовлений таким способом пергамент рекомендують для виготовлення пакування з підвищеними вимогами щодо міцності.

У виробництві паперу-основи для пергаменту використовують також паперову масу, яка містить суміш сульфатної біленої целюлози з листяної і хвойної деревини. Сульфатну білену листяну целюлозу використовують із вмістом  $\alpha$ -целюлози 86–91%, що дає змогу забезпечити структурну однорідність пергаменту та його жиронепроникність при одночасному підвищенні механічної міцності.

На рис. 3.6 показано змінювання показника руйнівного зусилля паперу-основи після пергаментування для двох видів паперу-основи і двох видів пергаменту з нього, відповідно – з наповнювачем і без наповнювача.

Графічні залежності свідчать, що механічна міцність паперу після пергаментування зростає приблизно у 1,5–2 рази. Якщо папір-основа з різною масою 1 м<sup>2</sup> мав руйнівне зусилля 40–60 Н, то після пергаментування цей показник зріс до значень 80–95 Н. Це можна пояснити таким чином. Як відомо, міцність паперу складається із двох складових – міцності самих волокон і міцності міжволоконних зв'язків. Останній фактор прямо пов'язаний із площею контакту між волокнами під час формування паперу-основи. Саме завдяки збільшенню площі контакту між волокнами при підвищенні ступеня помелу целюлози зростає міцність виготовленого з

неї паперу. Таким чином можна припустити, що процес пергаментування сприяє максимальному зростанню площі контакту між волокнами, і завдяки цьому навіть тонкий пергамент масою  $40 \text{ г/м}^2$  має високий рівень руйнівного зусилля порівняно з високоміцними видами паперу.

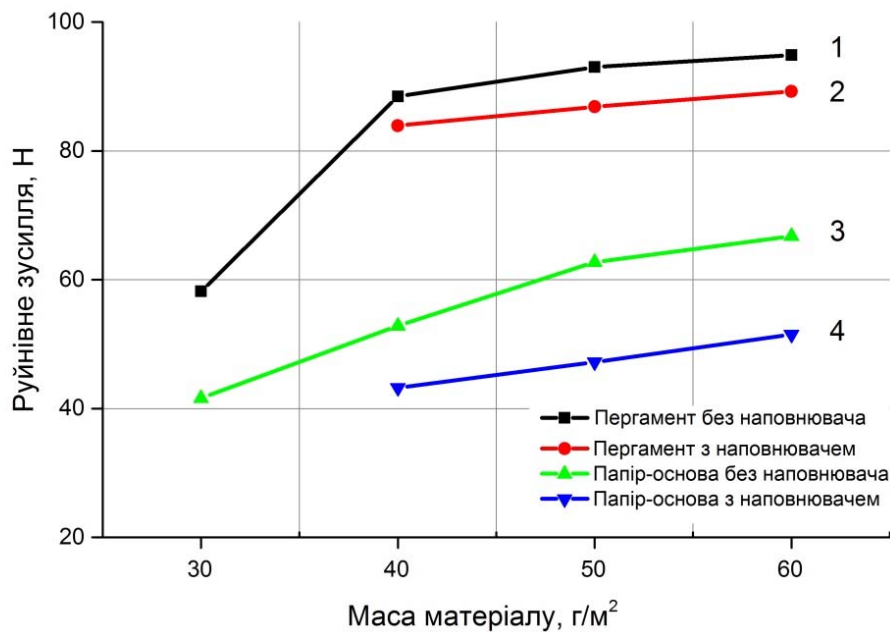


Рис. 3.6. Порівняння руйнівного зусилля паперу-основи і пергаменту за різної маси  $1 \text{ м}^2$

Відомо, що наповнювачі істотно знижують міцність паперу [188, 191]. Введення наповнювача – діоксиду титану, за масової частки близько 4%, призвело до зниження руйнівного зусилля паперу-основи на 25–30%. Однак після пергаментування механічна міцність пергаменту з наповнювачем і без наповнювача зросла значним чином і відрізнялася незначно, на рівні 5–7%. Це іще раз підтверджує, що пергамент має не стільки волокнисту структуру, де наповнювач знижує міцність за рахунок зменшення площі контакту волокон між собою, скільки плівкову, де наповнювач вкраплений у монолітну структуру і його вплив розрихлювання практично не відчувається (при незначному вмісті), на відміну від паперу-основи з наповнювачем [258].

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

На рис. 3.7 показано характер зміни показника опору продавлюванню пергаменту різної маси  $1 \text{ м}^2$  в сухому і вологому стані. Пергамент має досить високе значення опору продавлюванню, на рівні високоміцнісних пакувальних видів паперу. Необхідно зазначити, що і у вологому стані пергамент також зберігає значну величину цього важливого експлуатаційного показника. Показник вологоміцності для різних видів пергаменту становить 45–55% – рівень, який є практично недосяжним для пакувальних видів паперу – як для вологоміцних, так і для жиростійких.

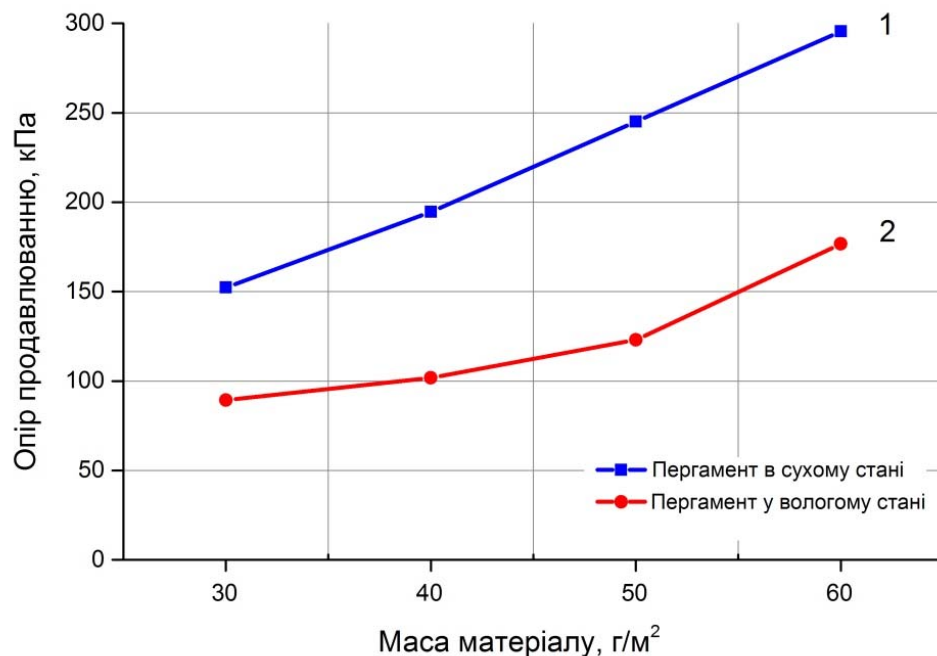


Рис. 3.7. Абсолютний опір продавлюванню пергаменту різної маси  $1 \text{ м}^2$  у сухому і вологому стані

Таким чином, слід зазначити, що папір у процесі пергаментування набуває жиронепроникність і високу вологоміцність, властивості, які є наслідком створення нової структури, у якій волокна начебто сплавляються у єдиний однорідний моноліт. Ще однією важливою відмінністю пергаменту від паперу є його хімічна і біологічна чистота, відсутність токсичних речовин та екологічна безпека [179].

Одним з недоліків традиційного пергаменту є його низький (62–65%) рівень непрозорості. Висока прозорість є недоліком пакувального матеріалу, оскільки недостатньо захищає упакований продукт від ультрафіолету, який сприяє інтенсифікації окисних процесів і процесів його деструкції та зниженню якості. Окрім того, погіршується якість друку і зовнішнього оформлення пакування через низьку контрастність друкованого зображення. Цей недолік істотно підсилюється, коли у пергамент упаковують вологі продукти і прозорість пакування при цьому підвищується.

З метою подолання такого недоліку як низький рівень непрозорості пергаменту, була розроблена й освоєна технологія виробництва наповненого пергаменту. Наповнювач вводили до паперової маси паперу-основи з використанням спеціальної утримуючої системи, сумісної із способом пергаментування. На рис. 3.8 графічно показано вплив дозування наповнювачів на непрозорість пергаменту масою 1 м<sup>2</sup> 50 г.

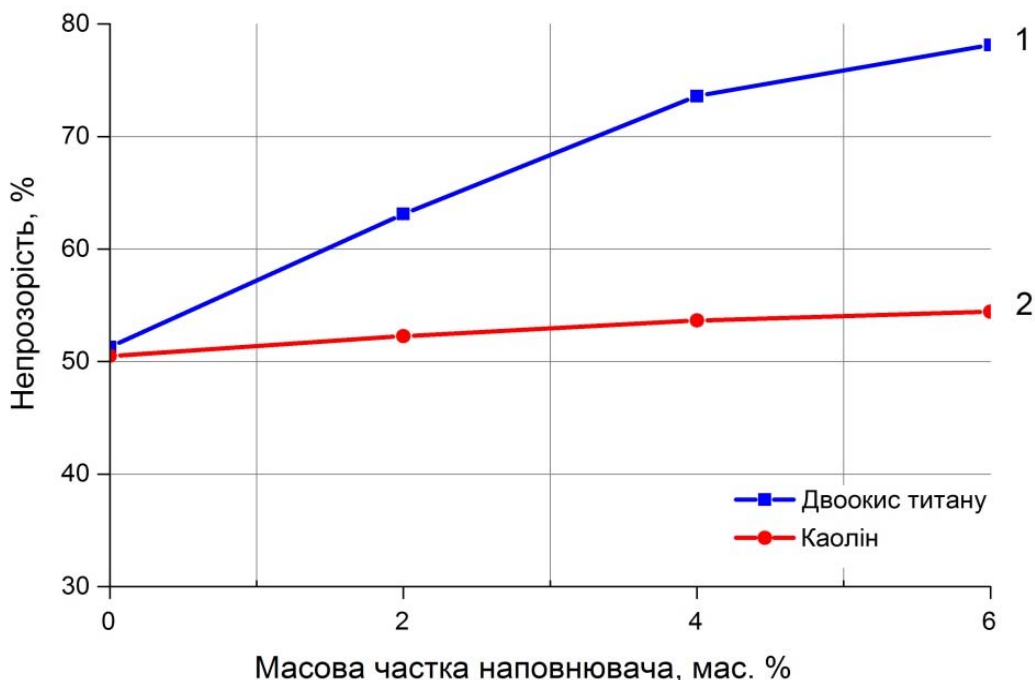


Рис. 3.8. Вплив наповнювачів на непрозорість пергаменту



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Результати досліджень, наведені на рис. 3.8, свідчать про те, що пергамент без наповнювача у композиції має низький показник непрозорості – на рівні 50%. Це пов'язано, на думку науковців-розробників [54], з його монолітною структурою і незначним світлорозсіюванням через малу площу межі розділення фаз целюлоза-повітря. Для порівняння: у папері-основі, де питома площа поверхні волокон досить велика, непрозорість становить 65–75%.

Непрозорість пергаменту практично не зростає з підвищенням дозування каоліну. Малоефективним є вплив й інших наповнювачів, за винятком діоксиду титану, який підвищує непрозорість пергаменту досить ефективно. Таким чином, традиційні наповнювачі, такі як каолін, крейда, бланфікс, котрі досить ефективно поводяться у папері і сприяють підвищенню його непрозорості, у пергаменті не працюють і не сприяють зростанню непрозорості [208, 230].

Зміни рівня непрозорості різних видів пергаменту у сухому і вологому станах, наведені на рис. 3.9, свідчать, що ненаповнені види пергаменту навіть у сухому стані мають невисоку непрозорість, а під час зволоження непрозорість знижується до рівня 30–40%. Таке пакування практично не захищає упаковані продукти від руйнівної дії ультрафіолету (сонячних променів). Навпаки, наповнені види пергаменту навіть за низької маси  $1 \text{ м}^2$  мають непрозорість на рівні 70–80%, зберігаючи його високий рівень під час зволоження, що є дуже важливим фактором для упакування вологих продуктів. Автори розроблення технології відзначають, що непрозорість паперу-основи масою  $50 \text{ г/м}^2$  становить 75–76% (на графіках не наведено), тобто перебуває на рівні наповненого пергаменту. Слід також зазначити: білість ненаповненого пергаменту становить у середньому 75–76%, тоді як наповненого – 80–82% [197, 256].

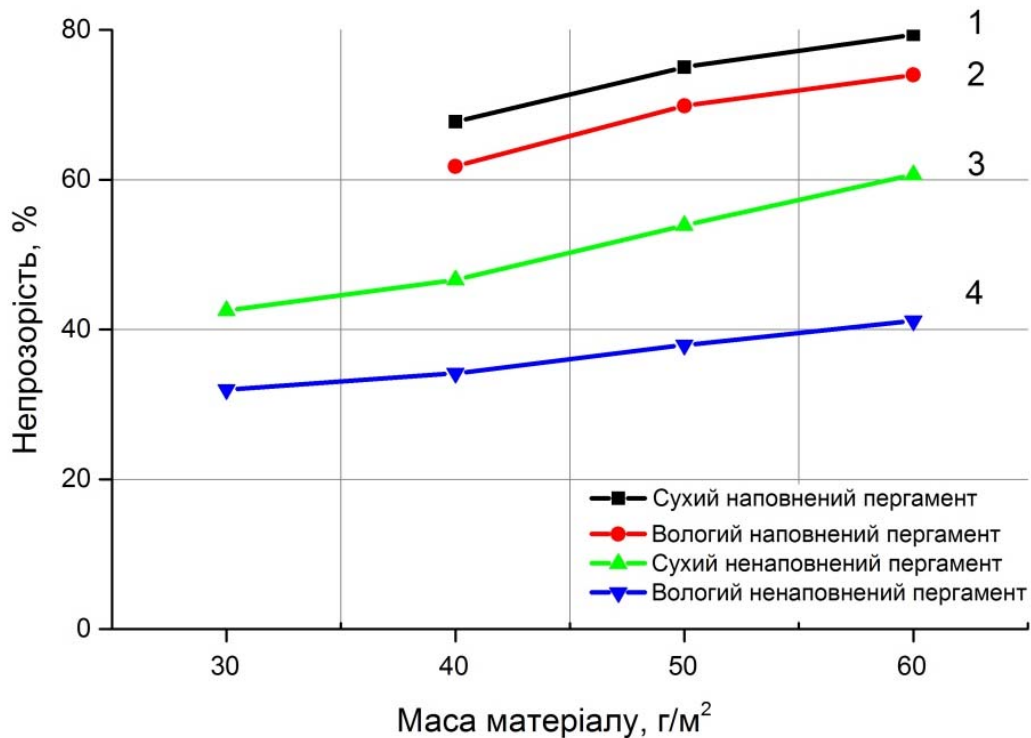


Рис. 3.9. Непрозорість різних видів пергаменту у сухому і вологому стані

Таким чином, головними перевагами наповненого пергаменту порівняно з ненаповненим є його підвищений рівень непрозорості у сухому й вологому станах і білості. Із споживної точки зору ці переваги мають важливе значення в поліпшенні захисту упакованого продукту від негативної дії ультрафіолету і забезпеченні більш привабливого вигляду задрукованого пакування [57].

Нові види пергаменту, які були освоєні останніми роками, свідчать про широкий спектр застосування і високий попит на пергамент у різних галузях економіки:

- пергамент зниженої маси 1 м<sup>2</sup> 40 г, наднизької маси 1 м<sup>2</sup> 32 г;
- наповнений пергамент підвищеної непрозорості масою 1 м<sup>2</sup> від 45 до 64 г для внутрішнього і зовнішнього ринків;
- супервисокої товщини пергамент масою 1 м<sup>2</sup> 100 г з використанням у виробництві меблів;

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

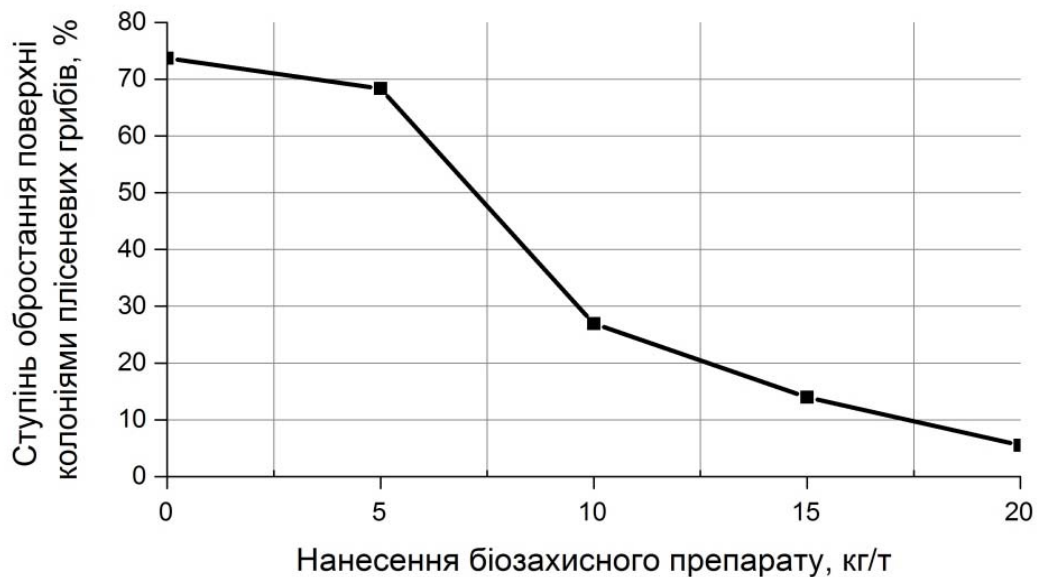
- пергамент із біозахисним покриттям для упакування продуктів харчування, що швидко псуються;
- пергамент із підвищеною жиростійкістю для упакування продуктів харчування, що містять рослинні жири з підвищеною проникністю;
- пергамент із підвищеною термостійкістю для силіконізування й запікання продуктів харчування;
- пергамент для текстильних шпудль з підвищеною прозорістю як білого кольору, так і кольорового;
- силіконізований пергамент широкого призначення як антиадгезійний матеріал;
- пергамент підвищеної і зниженої вбирної здатності для спеціальних цілей;
- пергамент зі зниженим коефіцієнтом тертя поверхні і зниженою адгезією для упакування випічних кондитерських виробів (тарталеток).

Досить актуальним є пергамент із біозахисним покриттям на основі сорбату калію. Як консерванти харчових продуктів, зокрема для маргарину й масла, використовуються різні сполуки, наприклад, сорбінова кислота і сорбат калію.

Сорбінова кислота – 2,4 гексадієнова кислота  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCH} = \text{CHCOOH}$ : кристали без кольору, температура плавлення  $134^\circ \text{C}$ . Знаходиться у соку горобини *Sorbus aucuparia*, використовують для консервування харчових продуктів, в органічному синтезі.

Слід зазначити також, що харчові консерванти не є повністю безпечними речовинами, а тому у деяких країнах їхнє застосування обмежене, оскільки під час введення в масу продукту вони у значній мірі потрапляють в організм людини. У той же час зростання кількості аеробних мікроорганізмів і псування продуктів харчування відбувається насамперед з поверхні, де є доступ світла, кисню й вологи, тобто введення консервантів на увесь об'єм продукту харчування не завжди є виправданим. У більшості випадків досить захистити поверхню продукту шляхом поверхневого оброблення пакувального матеріалу біозахисним препаратом.

Такі дослідження були проведені й показали ефективний практичний результат. Поверхню паперу і пергаменту обробляли біозахисним препаратом сорбатом калію й вивчали захисні властивості цих пакувальних матеріалів. Для цього зразки із захисним покриттям осіменяли стандартними культурами цвілевих грибів, вносили їх у живильне середовище і вивчали швидкість зростання колонії цвілевих грибів на зазначених зразках пакувальних матеріалів. Результати досліджень наведені на рис. 3.10, де показано вплив маси нанесеного захисного препарату на поверхні пергаменту на частку заростання поверхні паперу колоніями цвілевих грибів, тобто впливу масової частки нанесеного захисного препарату на початкову швидкість зростання грибів.



*Рис. 3.10. Вплив масової частки нанесеного біозахисного препарату на ступінь обростання поверхні пергаменту колоніями цвілевих грибів протягом 45 годин*

Завдяки нанесенню захисного препарату на поверхню пергаменту за витрати 10–15 кг/т спостерігається різке зниження швидкості зростання цвілевих грибів на поверхні досліджуваних зразків.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Практичне значення такого пакування полягає у тому, що кількість консервантів, які потрапляють в організм людини, може бути істотно зниженою. Крім того, біозахисне пакування захищає продукт харчування від зовнішньої мікрофлори, коли пакування беруть недостатньо чистими руками.

Таким чином, широко розповсюдженим матеріалом для упакування жировмісних продуктів, як відзначали раніше, є пергамент, який отримують у результаті оброблення паперу-основи хімічними пергаментуючими реагентами.

Існує також спосіб підвищення жиростійкості, заснований на пергаментуванні паперу-основи, яка уже містить у своїй композиції маслостійкий агент.

Папір-основу щільністю 03–08 г/см<sup>3</sup>, який містить 0,1–0,5% до маси абсолютно сухої целюлози фторпохідного маслостійкого агенту, на 1–10 с занурюють у 64–75-відсотковий розчин у воді сірчаної кислоти за температури 0–30° С, потім обробляють 1–10-відсотковим (до маси целюлози) розчином пластифікуючої речовини, наприклад, гліцерину, і покривають із одного або з двох боків парафіном (0,5–2 г/м<sup>2</sup>) щільністю 0,3–0,8 г/см<sup>3</sup>. Як маслостійкий агент використовують водну емульсію перфторалкіл або перфторалканолпохідних у сукупності із сильнокатіонною фіксуючою речовиною. Виготовлений за такою технологією папір використовують як пакувальний матеріал для харчових продуктів, машинних масел, іншої продукції [52].

У Європі налічується близько сорока виробників підпергаменту. Технологія його виробництва полягає у тому, що в процесі виготовлення на ПРМ папір просочується різними емульсіями, компоненти яких заповнюють пори і тим самим надають йому бар'єрні властивості того або іншого рівня. Підпергамент виготовляється масою 1 м<sup>2</sup> від 30 до 90 г із біленої, напівбіленої і небіленої целюлози, має дещо нижчі властивості ніж пергамент, що обумовлює його більш низьку ціну.

Підпергамент – це пакувальний матеріал на основі паперу, призначений для фасування та упакування харчової продукції залежно від вмісту жиру й вологи, виготовляється марок:

- ЖВ – для автоматичного упакування вершкового масла, маргарину, жиру, харчових концентратів, іншої продукції зі значним вмістом жиру. Марка ЖВ – це папір з поверхневим обробленням (жирозахисним покриттям або ламінований плівкою). Може виготовлятися з добавкою діоксиду титану для підвищення білості і світлозахисних властивостей;

- ПЖ – жиростійкий папір з поверхневим обробленням – для автоматичного упакування кондитерських виробів і харчових концентратів з невисоким вмістом жиру;

- П – жиростійкий папір без поверхневого оброблення – для упакування вроздріб у магазинах різних харчових продуктів з незначним вмістом жиру, для вистилання тари під харчові продукти.

Для оцінки якості підпергаменту визначають такі показники:

- жиропроникність за числом наскрізних отворів на площі 1 м<sup>2</sup> вимірюють для підпергаменту, значення якого знаходяться на рівні 50–150 (залежно від марки та призначення);
- жиропроникність за скипидарним маслом у секундах визначається для підпергаменту – через скільки секунд жирова пляма перейде на протилежний бік випробного зразка;
- жиростійкість має знаходитися у межах від 900 до 1800 с залежно від марки підпергаменту. За цим методом визначення жиростійкості оцінюють час проходження пофарбованого скипидару через зразок на всмоктувальну підкладку. Кращий результат – 1800 с. Випускається підпергамент у рулонах, бобінах і аркушах;
- вологоміцність підпергаменту 23–25%;

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

- відносний опір продавлюванню в кПа ( $\text{кгс/см}^2$ ) –  $(270-300) \cdot (2,7-3,0)$ ;
- міцність на злом – число подвійних перегинів за двома напрямками – 200–300;
- засміченість – число смітинок на площі  $1 \text{ м}^2$  – 50–60; білість, % – 75; вологість, % – 6–8.

Науковцями УкрНДІ паперу та КНТЕУ під керівництвом авторів розроблено пакувальний папір жиронепроникний і вологоміцний для упакування вершкового масла, маргарину, сиру, цукру-рафінаду, дріжджів, вафель, печива, карамелі та інших харчових продуктів. Цей папір є замінником пергаменту за своїми споживними та експлуатаційними характеристиками, а технологія його виробництва не має стадій пергаментатії концентрованими хімічними реагентами, є екологічно-чистою і впроваджена на паперових фарбиках України [66, 105, 219].

Основною вимогою, що висувається до волокнистої сировини для виготовлення підпергаменту, є підвищений вміст низькомолекулярних фракцій зі ступенем полімеризації нижче 200, до складу яких входять природні геміцелюлози (пентозани, гексозани і поліуроніди), а також деструктурована целюлоза.

Існує спосіб, котрий дає змогу використовувати для отримання підпергаменту і небілену сульфітну целюлозу зі зниженим вмістом пентозанів. При цьому розмелювання ведуть до ступеня помелу  $89-93^\circ\text{ШР}$ , а перед розмелюванням обробляють целюлозу водним або лужним пентозановмісним екстрактом за температури  $50-80^\circ\text{C}$  протягом 1–6 годин при постійному перемішуванні, тобто відбувається процес механічного пергаментування целюлозних напівфабрикатів.

Сировиною для отримання екстракту геміцелюлоз можуть слугувати відходи однолітньої рослинної сировини – солома злакових, вівсяна лушпайка, соняшникова лузга тощо.

Здатність целюлози до механічного пергаментування залежить не тільки від її хімічного складу, ступеня полімеризації і вмісту низькомолекулярних фракцій, але й від умов варіння.

Встановлено, що найбільш сприятливим є низькотемпературний режим варіння целюлози (кінцева температура 122–125° С) за підвищеного вмісту основи у сульфїтній кислоті  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (1,20–1,25%).

У зв'язку з тим, що сушіння целюлози знижує її здатність до механічного пергаментування і вимагає більш інтенсивного й тривалого розмелювання, для виготовлення підпергаменту рекомендується використовувати целюлозу рідким потоком із целюлозного заводу, тобто без попереднього сушіння.

Високий вміст геміцелюлози і легкість розмелювання бісульфїтної целюлози дають можливість використовувати бісульфїтний напівфабрикат у виробництві підпергаменту. Підвищена температура варіння порівняно з кислим сульфїтним способом скорочує оборот котла, що поряд з можливістю регенерації хімікатів, розробленою для Mg-бісульфїтного процесу, дає змогу забезпечити виробництво целюлози більш економічним.

Тому під час розроблення режиму варіння целюлози, наприклад, з ялинової і листяної деревини мають враховуватися як особливості бісульфїтного процесу: наявність глибокого інтенсивного просочення тріски варильним розчином і можливість варіння за більш високих температур, так і вимоги до напівфабрикату: підвищений вміст пентозанів і достатня механічна міцність.

Для виготовлення підпергаменту використовують також целюлозовмісний напівфабрикат, отриманий низькотемпературним варінням деревини хвойних порід варильною рідиною, що складається з оцтової кислоти і перекису водню і який розмелюють до 55–75°ШР.

Для отримання підпергаменту із заданими властивостями використовують композицію покриття, що складається із водорозчинного полімеру, такого як полівініловий спирт зі ступенем полімеризації  $\geq 1500$  і ступенем омилення  $\geq 80$  мол. %, яке багаторазово наноситься за допомогою ножового пристрою на папір-основу і після ущільнення на суперкаландрі утворює шар з чудовими бар'єрними властивостями [24, 34].



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Для упакування харчових продуктів, що містять жири, таких як печиво, кондитерські вироби, пластівці, як основа застосовується підпергамент – умовно жиронепроникний матеріал.

У тих випадках, коли жиростійкість підпергаменту досягнута у результаті застосування фібрильованого целюлозного волокна є недостатньою, його покривають полімерними матеріалами – натрійкарбоксиметилцелюлозою (NaКМЦ), альгінатами та іншими речовинами. Крім цього, жиростійкість підпергаменту можна підвищити введенням хімічних речовин до паперової маси.

Наприклад, під час виготовлення підпергаменту із сульфітної небіленої целюлози з хвойних порід деревини, розмеленої до ступеня помелу 55–60°ШР, до його композиції додатково вводять співполімер акрилонітрилу, метилакрилату і таконової кислоти за співвідношення мономерів відповідно 90–93:6–8:1–2.

Пергамент і підпергамент, як пакувальні матеріали, мають низку істотних недоліків: світло-, повітро- і паропроникність, що сприяє процесу окислення й часткового зниження якості продуктів при тривалому їхньому зберіганні.

Застосування алюмінієвої фольги, кашируваної підпергаментом, під час розфасування й зберігання вершкового масла дає можливість збільшити строк його зберігання з 20 до 30 діб без зниження якості.

Науковці Українського науково-дослідного інституту паперу (УкрНДІП) та КНТЕУ розробили новий вид паперу для упакування харчових продуктів, взявши за основу технічні показники пергаменту, і досягли подібних бар'єрних властивостей [126, 127].

Щодо визначення вимог до паперу для упакування вершкового масла, маргарину, вафель, сиру і сирних виробів були досліджені зразки пергаменту зарубіжного виробництва [244], які закупаються підприємствами харчової й переробної промисловості України і прийняті науковцями як аналог під час розроблення вітчизняного матеріалу аналогічного призначення.

## Паперові пакувальні матеріали

За споживними, експлуатаційними властивостями та технологічністю перероблення досліджені різні жиро- і вологоміцні паперові матеріали: пергамент фірми «Тема» (ФРН), фінської фірми «Серлаккіус», Троїцької паперової фабрики, заміник пергаменту «Супер-Перга» норвезької фірми «Греакер», які є основними виробниками високоякісного матеріалу для упаковки харчових продуктів. Результати дослідження якості імпортованих пакувальних матеріалів, наведені у табл. 3.4, відображають найбільш високий технічний рівень виробництва для продукції подібного призначення.

*Таблиця 3.4*

### Показники якості жиростійких матеріалів зарубіжного виробництва [126, 127, 244]

Найменування показника	Країна-виробник										Вимоги НД, пергамент марки В
	Німеччина			Фінляндія				Росія	Норвегія		
Маса пергаменту площею 1 м <sup>2</sup> , г	48,0	51,0	54,0	54,0	44,0	50,0	48,0	61,0	50,0	50,0	50,0 (+2-3)
Руйнівне зусилля, Н:											
– машинний напрям	79	70	64	65	55	74	61	94	71	77	не менше 61
– поперечний напрям	35,0	31,0	30,0	46,0	21,0	43,0	25,0	51,0	32,0	38,0	не менше 30,0
Вологоміцність, %	22,0	18,0	21,0	18,0	24,0	23,0	21,0	33,0	26,0	30,0	не нормується
Відносний опір продавлюванню, кПа:											
– у сухому стані	483	416	434	359	302	300	365	434	424	420	не менше 290
– у вологому стані	97	81	140	160	137	53	125	168	130	86	не менше 110

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

*Закінчення табл. 3.4*

Найменування показника	Країна-виробник										Вимоги НД, пергамент марки В
	Німеччина			Фінляндія				Росія	Норвегія		
Жиропроникність, число наскрізних отворів розміром 0,1 мм на площі 1 м <sup>2</sup> , шт.	60	87	16	68	92	20	42	12	36	46	не більше 100
Білість, %	78	71	65	64	60	62	68	65	78	74	не менше 70

Найбільш широке застосування має пергамент масою 1 м<sup>2</sup> – від 50 до 60 г. Наведено також нормований рівень значень показників пергаменту марки В, що застосовується для упакування жиро- і вологовмісних продуктів.

Пергамент характеризується високим рівнем механічної міцності у сухому і вологому станах, який у більшості випадків перевищує норми, передбачені стандартом. Те саме стосується і рівня показника жиропроникності, що визначається числом наскрізних отворів на площі 1 м<sup>2</sup>.

Однак, звертає на себе увагу широкий діапазон значень показників досліджуваних зразків пергаменту. Так, у 1,5–3 і більше разів відрізняються показники механічної міцності пергаменту, що закуповується по імпорту, як у сухому стані, так і після зволоження, причому у деяких випадках рівень контрольованих характеристик нижче норм вимог для пергаменту.

Перший метод виготовлення жиронепроникного паперу, був розроблений у 50-х рр. ХІХ ст. шляхом оброблення непроклеєного бавовняного паперу сірчаною кислотою, що призвело до сильного розбухання волокон. Отримували жиронепроникний і одночасно вологоміцний папір, що називався рослинним пергаментом.

Пізніше, коли сульфїтна целюлоза стала доступною як волокниста сировина для виготовлення паперу, виявилось можливим шляхом глибокого розмелювання отримувати таке розроблення целюлозних волокон, яке забезпечило виготовлення жиронепроникного паперу.

Жиронепроникність паперу забезпечувалася, у першу чергу, шляхом високого ступеня розмелювання, набухання й фїбрилювання волокна паперової маси, у результаті чого волокна створюють драглисту консистенцію. Внаслідок великої енергоємності розмелювання раніше застосовувалася винятково проварена волокниста маса, багата напівцелюлозою, що забезпечувала легке розмелювання. Після закриття багатьох сульфїтцелюлозних заводів колишнього СРСР почали застосовувати також білену сульфатну целюлозу. Для такого виду паперу технології розмелювання надається велике значення, при цьому намагаються досягти «жирного» помелу паперової маси.

На відміну від пергаменту папір набуває жиростійкість завдяки застосуванню високофїбрильованої і гїдратованої у процесі розмелювання волокнистої маси, ступінь помелу якої становить 75–80°ШР. Таким чином, має місце не хїмічна, а фїзико-механїчна пергаментация, у результаті якої виготовлене полотно паперу здобуває щільну і зїмкнуту структуру.

Технічні показники розробленого пакувального паперу дуже близькі до пергаменту, хоча вони й відрізняються за зовнішнім виглядом і технологією виробництва. Завдяки достатньо високим бар'єрним і захисним властивостям попит на пакувальний папір вітчизняного виробництва стабільно зростає.

Порівняно з пергаментом, цей папір має більш високу гладкість і відповідає вимогам флексодруку – це безсумнівна перевага для споживачів. За рахунок високої гладкості багато клієнтів використовують такий папір для виготовлення яскравих і барвистих пакувань для харчових продуктів.

За розробленими УкрНДІП і КНТЕУ технологією й нормативною документацією на Малинській паперовій фабриці був освоєний промисловий випуск таких видів паперу з бар'єрними властивостями [15, 65, 66, 71, 75]:

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

- для упакування жировмісних харчових продуктів масою 20–65 г/м<sup>2</sup> (вершкове масло, маргарин, вафлі, м'ясо, сало);
- для упакування сиру (50–65 г/м<sup>2</sup>);
- для випічки кондитерських виробів (40–65 г/м<sup>2</sup>);
- для упакування хлібопекарських пресованих дріжджів (45–55 г/м<sup>2</sup>);
- папір для ламінування та каширування фольгою для упакування харчових продуктів з тривалим терміном зберігання (16–18, 40 г/м<sup>2</sup>).

Розроблені нові види пакувального паперу масою 1 м<sup>2</sup> 50 і 60 г, що виготовлені із біленої й небіленої целюлози, після попереднього друкування кольорових етикеток і розрізання на бобіни необхідного формату, пройшли всебічні випробування під час упакування в пачки та ящики (моноліт) жировмісних продуктів (вершкового масла, маргарину) на різних підприємствах харчової галузі України. Показники якості паперу промислових партій наведено у табл. 3.5.

*Таблиця 3.5*

**Показники якості паперу промислових партій  
для упакування вершкового масла і маргарину**

Найменування показника	Марка паперу		
	Б-50Б	Б-60Н	БЖ
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	50	63	55
Руйнівне зусилля, Н:			
сухий папір:			
– у машинному напрямі	74	76	71
– у поперечному напрямі	35,0	46,0	44,0
вологий папір:			
– у машинному напрямі	16,0	18,0	15,0
Жиропроникність, число наскрізних отворів розміром до 0,1 мм на площі 1 м <sup>2</sup>	32	40	26

## Паперові пакувальні матеріали

Закінчення табл. 3.5

Найменування показника	Марка паперу		
	Б-50Б	Б-60Н	БЖ
Засміченість, число смітинок на площі 1 м <sup>2</sup>			
– площею від 0,2 до 0,5 мм <sup>2</sup>	40	90	80
– площею від 0,5 до 1,0 мм <sup>2</sup>	0	0	0
Число металевих вкраплень, шт.:			
– заліза	7	7	9
– міді	0	0	0
Абсолютний опір продавлюванню, кПа :			
– у сухому стані	380	460	420
– у вологому стані	62	65	90
Білість, %	70	–	74
Вологість, %	6,8	7,1	6,4

*Примітка:* Б – папір, виготовлений з біленої целюлози; Н – папір, виготовлений з небіленої целюлози; Ж – папір для упакування маргарину.

*Джерело:* розроблено авторами

Фасування масла в новий пакувальний матеріал проводили на діючому обладнанні за прийнятими на підприємствах технологічними режимами. Встановлено, що нові види паперу задовольняють вимогам фасування і формування пакетів (пачок). Після розфасування пачки масла і маргарину зберігали в приміщенні за температури 5–8° С відповідно протягом 15 і 20 діб.

Для упакування вершкового масла в моноліт використовували папір, виготовлений на основі небіленої целюлози. Упаковане в папір масло у ящиках витримували за температури 4–5° С для визначення схоронності його якості протягом необхідного строку зберігання.

Поряд з оцінкою властивостей нових видів паперу досліджували також змінювання якості упакованого продукту за зовнішнім виглядом, органолептичними та мікробіологічними показниками протягом передбаченого нормативною документацією строку зберігання.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

У результаті виконаних досліджень встановлено: папір забезпечує належні умови фасування масла й маргарину на автоматах, відзначено високу технологічність перероблення, відсутність браку і зниження продуктивності обладнання для фасування, пачки запакованого продукту не втрачають форми й каркасності.

Зовнішній вигляд і якість вершкового масла й маргарину протягом 15 і 20 діб зберігання відповідно в пакуванні з нового матеріалу не погіршилися і відповідали якості контрольних зразків, упакованих у пергамент. Прожирювання пакування не виявлено, пачки зберігали товарний вигляд. Окислення поверхні продукту не відзначено, дегустаційні властивості не змінювалися. Органолептичні (смак, запах, консистенція) і мікробіологічні (загальна кількість бактерій) показники продуктів, упакованих у розроблений папір і пергамент, рівноцінні.

Таким чином, випробування розроблених видів паперу у виробничих умовах показали відповідність їхніх показників вимогам до упакування харчових продуктів з високим вмістом жиру – папір забезпечує схоронність властивостей продукту протягом часу, передбаченого нормативною документацією.

Досягнуті характеристики призначення нових видів паперу, а саме: високі жиронепроникність і механічна міцність як у сухому, так і у вологому стані дають змогу використовувати його як пакування для жировмісних харчових продуктів замість пергаменту, що традиційно застосовується для цих цілей. Разом з тим, відсутність у технології виготовлення хімічного пергаментування концентрованими розчинами сірчаної кислоти або іншими реагентами забезпечує паперу екологічно чисту технологію виробництва і необхідний комплекс санітарно-гігієнічних властивостей.

Папір, виготовлений у промислових умовах за розробленою технологією, також випробувано за показниками, що визначають його придатність для упакування харчових жирів, продуктів і товарів, що вимагають застосування жиронепроникного й вологостійкого пакування (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

## Показники якості розробленого паперу

Найменування показника	Партії паперу									
	Дослідна						Промислова			
	Б	Н	Б	Б	Б	Н	Н	Б	Б	Б
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	65,0	63,0	60,0	50,0	51,0	50,0	50,0	51,0	46,0	52,0
Руйнівне зусилля, Н:										
– у машинному напрямі	76	79	78	76	74	71	77	66	52	64
– у поперечному напрямі	42	46	43	35	44	46	43	35	33	37
Вологоміцність, %	27	19	27	20	27	24	26	21	21	27
Абсолютний опір продавлюванню, кПа:										
– у сухому стані	410	560	490	500	440	500	420	398	342	423
– у вологому стані	53	65	73	62	55	70	112	94	69	116
Жиропроникність, число наскрізних отворів розміром 0,1 мм на 1 м <sup>2</sup> , шт.	17	4	6	2	0	9	6	0	0	0
Білість, %	66		68	72	65			65	68	75

*Примітка:* Б – папір, виготовлений з біленої целюлози; Н – папір, виготовлений з небіленої целюлози.

*Джерело:* розроблено авторами

Результати досліджень, наведені у таблиці, показують, що папір характеризується високими показниками міцності, жиронепроникності, які знаходяться на рівні вимог нормативних документів до матеріалів для автоматичного упакування й фасування вершкового масла, маргаринової продукції, сирних і кондитерських виробів та іншої продукції, що містить жири.

Результати виконаних досліджень і випробувань показали високий рівень руйнівного зусилля паперу в поперечному напрямі, що є свідченням рівномірності показників матеріалу у поздовжньому і поперечному напрямках.

Відношення руйнівного зусилля й видовження під час розтягування у поздовжньому і поперечному напрямках для розроблених видів паперу й пергаменту (для порівняння) наведено у табл. 3.7.



**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

*Таблиця 3.7*

**Співвідношення руйнівного зусилля і відносного  
видовження паперу й пергаменту під час розтягування**

Найменування показника	Папір		Пергамент		
	1	2	3	4	5
Співвідношення значення показника у поздовжньому напрямі до поперечного:					
– руйнівне зусилля	1,72	1,79	1,69	1,85	1,89
– відносне видовження	0,37	0,41	0,33	0,42	0,45

*Примітка:* 1, 2 – папір для упакування вершкового масла й маргарину відповідно; 3, 4, 5 – пергамент виробництва Росії, Фінляндії і Норвегії.

*Джерело:* розроблено авторами

Результати досліджень вказують на практично однакові показники руйнівного зусилля і видовження у поздовжньому й поперечному напрямках для розробленого паперу і пергаменту, що пояснюється їхньою однорідністю структури.

Д.М. Фляте [163], аналізуючи результати робіт інших дослідників, відзначав, що в процесі пергаментування паперу сірчаною кислотою відбувається підвищення показника відносного видовження під час розтягування.

Відповідність цього показника розробленого паперу рівню пергаменту слід пояснити за рахунок застосування високофібрильованої та однорідної волокнистої паперової маси, рівномірності виливання, вибору ефективних режимів сушіння, зволоження й ущільнення паперового полотна, а також введенням у масу перед формуванням паперу зміцнювальної речовини – поліамінепіхлоргідринової смоли (водамін-115).

Ці фактори забезпечують створення міцних міжволоконних зв'язків, зімкнутість структури виготовленого паперу з рівномірним просвітом і незначним розбігом значень показників за шириною паперового полотна.

## Паперові пакувальні матеріали

Порівняння фізико-механічних властивостей паперу дослідних і промислових партій з показниками якості пергаменту зарубіжного виробництва (табл. 3.8) дає змогу зробити висновок щодо низької жиропроникності, досить високих міцнісних властивостей розробленого паперу у сухому і вологому стані та їхньої відповідності рівню якості пергаменту [16, 26].

*Таблиця 3.8*

### Результати порівняльних випробувань паперу й пергаменту

Найменування показника	Папір		Пергамент		
	1	2	3	4	5
Поверхнева вбирність води під час одностороннього змочування (Кобб):					
Кобб <sub>60</sub>	36	39	32	29	28
Кобб <sub>300</sub>	43	48	41	37	36
Гладкість, С:					
– сітковий бік;	200	350	10	26	24
– лицьовий бік	350	480	14	31	34
Білість, %	74,7	71,3	78,0	71,4	76,0
Непрозорість, %	72,4	68,4	64,1	76,0	71,4

*Примітка:* 1, 2 – папір для упакування вершкового масла і маргарину відповідно; 3, 4, 5 – пергамент виробництва Росії, Фінляндії і Норвегії.

*Джерело:* розроблено авторами

Окрім вивчення фізико-механічних властивостей, були виконані також порівняльні дослідження структурних характеристик розроблених видів пакувального паперу й пергаменту. Досліджено чотири зразки паперу і пергаменту, призначених для упакування жиро- і вологовмісних продуктів: 1 – папір марки П-50Б (для упакування вершкового масла); 2, 3 – пергамент виробництва Росії і Фінляндії відповідно; 4 – папір марки П-50БС (для упакування сиру і сирних виробів).

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Результати досліджень зразків паперу й пергаменту за допомогою методів рентгеноструктурного аналізу та растрової електронної мікроскопії наведені на рис. 3.11.

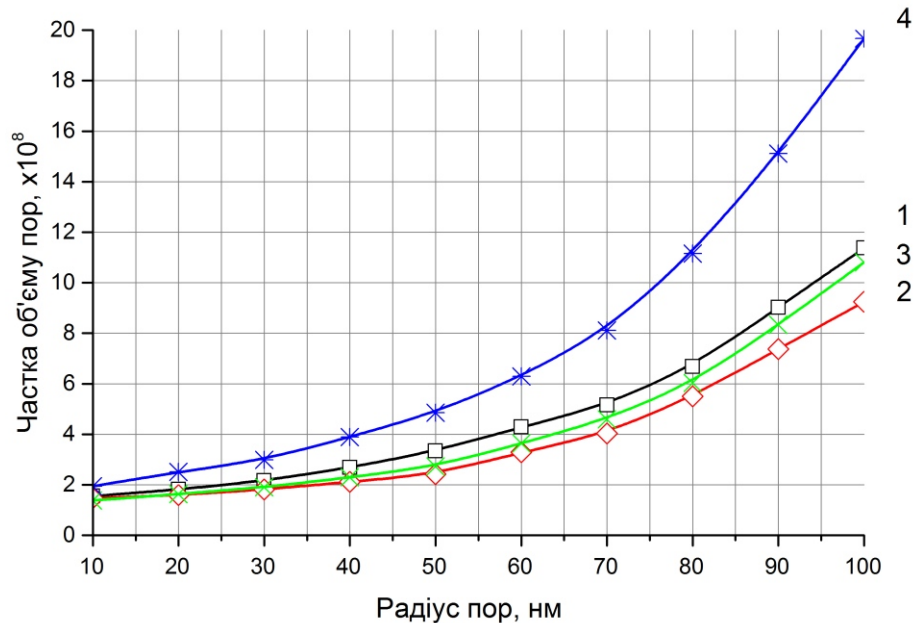


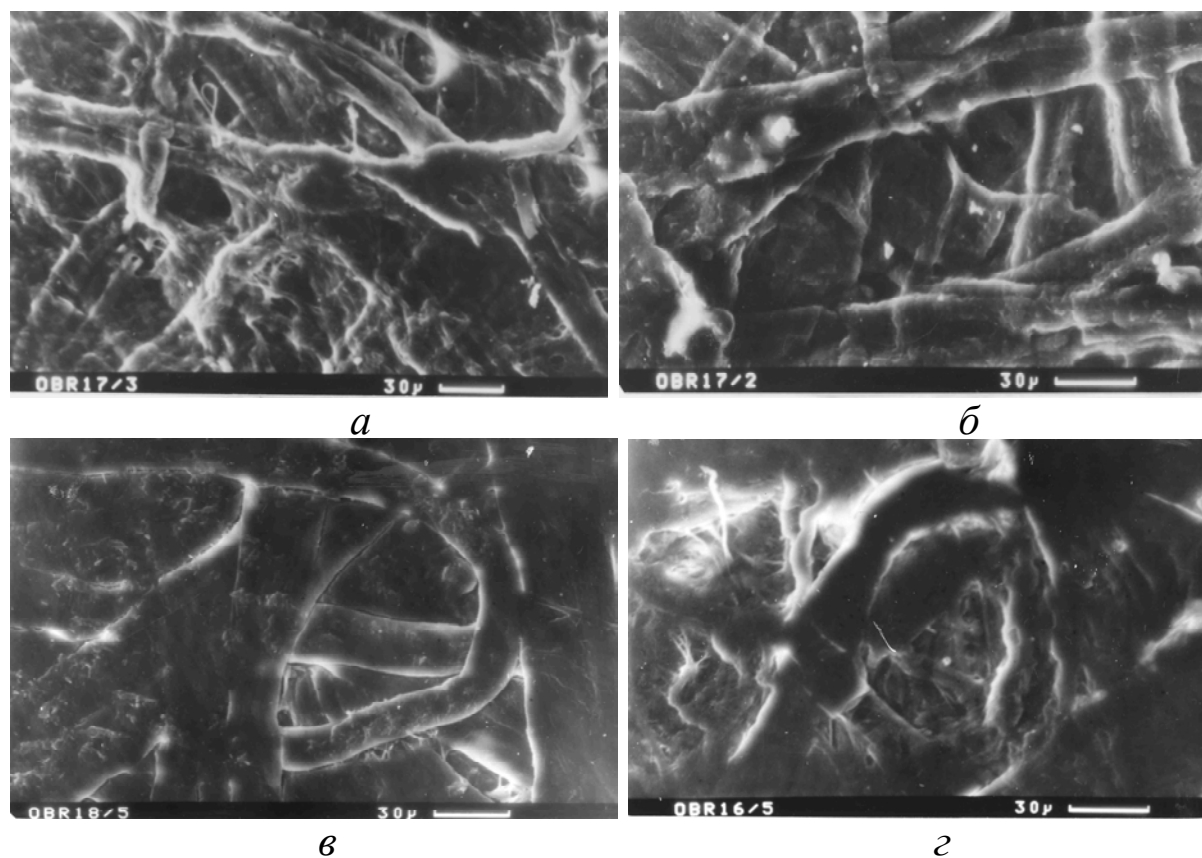
Рис. 3.11. Розподіл частки об'єму пор за розмірами для зразків паперу й пергаменту: 1 – папір марки П-50Б; 2, 3 – пергамент виробництва Росії і Фінляндії відповідно; 4 – папір марки П-50БС

Дослідження мікропористої структури показує, що найбільшим об'ємом мікропор характеризується зразок паперу 4, що застосовується для упакування сиру і не підданий ущільненню на суперкаландрі. Механічна й хімічна пергаментация целюлози та ущільнення паперу зі зв'язувальною речовиною призводить до того, що мікропористість зразків 1, 2, 3 значно нижче, і за зменшенням значень характеристик порового простору утворюють послідовність:  $1 > 3 > 2$  [15].

Слід зазначити, що характер розподілення об'єму пор за розмірами надійно погоджується з результатами вбирної здатності розроблених видів паперу.

Таким чином, порівняльний аналіз структури пакувального паперу й пергаменту свідчить, що застосування водоміну та ущільнення дає змогу отримати папір, який за своєю мікропористою структурою подібний до пергаменту.

Мікрофотографії поверхні зразків (рис. 3.12) дають уявлення щодо характеру розподілення целюлозних волокон у матеріалі, дозволяють оцінити їхні поперечні розміри, візуально розглянути макроструктуру поверхні досліджуваного зразка.



*Рис. 3.12. Мікрофотографії поверхні зразків паперу й пергаменту: а – зразок 1 – папір марки П-50Б; б, в – зразки 2, 3 – пергамент виробництва Росії і Фінляндії відповідно; г – папір марки П-50БС (зразок 4)*

Усі зразки паперу складаються з переплетених між собою целюлозних волокон. Волокна паперу й пергаменту відрізняються між собою як за зовнішнім виглядом, так і за своїми поперечними розмірами. Целюлозні волокна у зразках 1–3, що піддавалися додатковому поверхневому обробленню (хімічне пергаментування і каландрування), змінювали характерний для целюлозних волокон зовнішній вигляд.

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

У зразках паперу з водаміном (зразки 1, 4) краще розглядається утворення міжволоконних зв'язків (містків), ніж у зразках пергаменту. Найбільш об'ємну картинку має зразок 4 – папір, який не піддавався ущільненню.

Враховуючи, що розроблені види паперу і пергамент використовуються для упакування вологовмісних харчових продуктів, було цікавим дослідити їхні гідрофільні властивості. Для цього методом ЯМР-релаксації на основі дослідження залежності  $T_2$  від  $W$  (рис. 3.13) визначені значення питомої «водної» поверхні зразків паперу зі зв'язуючим і пергаменту (табл. 3.9).

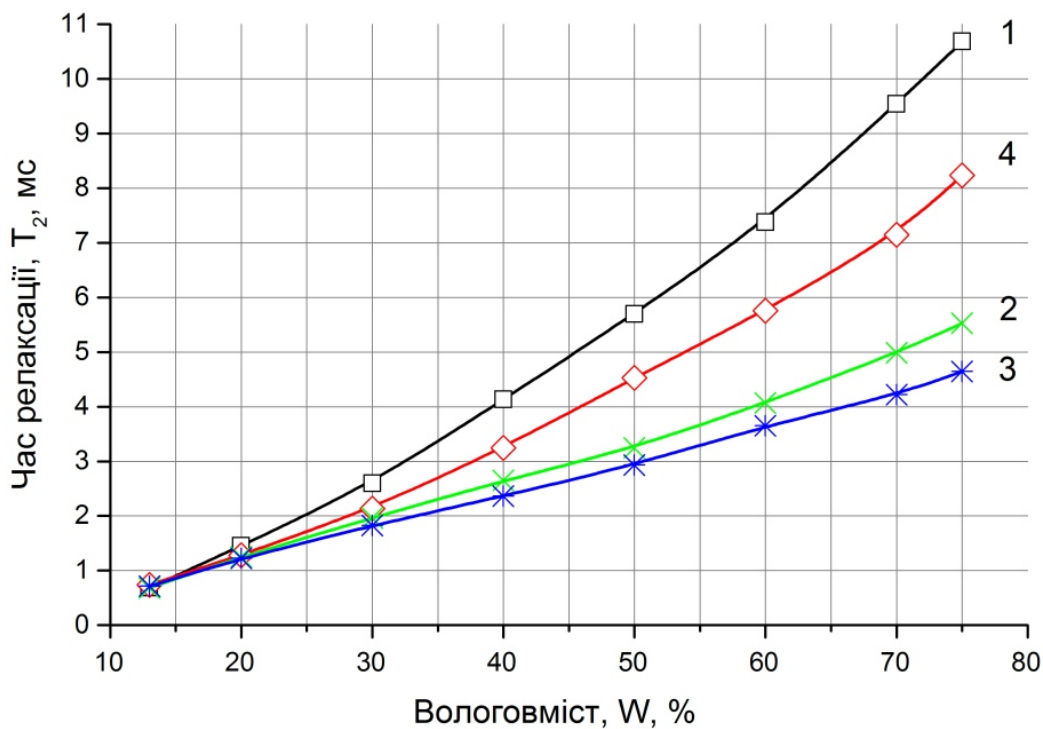


Рис. 3.13. Залежність часу спин-спінової релаксації ( $T_2$ ) від вологовмісту ( $W$ ) промислових зразків паперу і пергаменту:

1 – папір марки П-50Б; 2, 3 – пергамент  
виробництва Росії і Фінляндії відповідно;  
4 – папір марки П-50БС

Таблиця 3.9

**Значення питомої поверхні зразків паперу  
й пергаменту**

Зразок	1	2	3	4
$S_{\text{пит.внутр.}}, \text{ м}^2/\text{Г}$	570	1140	1240	680
$S_{\text{пит.зовніш.}}, \text{ м}^2/\text{Г}$	80	—	—	160
$S_{\text{пит.повна.}}, \text{ м}^2/\text{Г}$	650	1140	1240	840

*Джерело: розроблено авторами*

Дослідженнями встановлено, що гідрофільні властивості поверхні пергаменту (зразки 2, 3) і паперу з водаміном (зразки 1 і 4) істотно різняться. Пергамент проявляє високу гідрофільність, він характеризується розвиненою внутрішньою поверхнею, утвореною мікропорами, зовнішня ж поверхня практично відсутня. Саме висока мікропористість обумовлює малу вбирну здатність пергаменту. Однак, маючи високою гідрофільність, він повинен проявляти більшу схильність до набухання і деформації під впливом гідрофільних середовищ [15, 72].

Зразки розробленого паперу з поліаміно-амідепіхлоргідриною смолою, технічна назва водамін, мають менші, ніж пергамент площі загальної і внутрішньої гідрофільної поверхні, але, на відміну від пергаменту, вони мають зовнішню поверхню. Отже, зразки паперу із зв'язуючим агентом мають менш розвинену систему мікропор, однак до їхньої пористої структури істотний внесок вносять макропори.

Порівняння значень питомої поверхні розробленого пакувального паперу (зразки 1, 4) свідчить про те, що під впливом ущільнення відбувається закриття пор і капілярів у зразку 1 і, як наслідок цього, зниження його гідрофільності.

Таким чином, на основі аналізу результатів виконаних досліджень слід зробити висновок: задовільні експлуатаційні характеристики пакувальних матеріалів (високі міцнісні властивості у сухому й вологому стані, жиронепроникність),

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

для яких необхідна мала вбирна здатність, можуть бути обумовлені різними факторами. Для пергаменту це високий ступінь мікропористості і відсутність макропор; для розроблених видів паперу – їх мала гідрофільність. Крім того, слід висловити припущення, що у деяких випадках, коли небажане набухання пакувального матеріалу, варто застосовувати проклеєні зразки, оскільки більший ступінь гідрофільності пергаменту має призвести до більшого його набухання.

#### 3.4. Пакувальні матеріали для харчових продуктів на основі картону

Для досягнення головного завдання пакування – збереження й захисту запакованої продукції від впливу зовнішнього середовища, а також для виконання інших функцій – картон повинен володіти необхідними властивостями і характеристиками:

- фізичними: масою картону площею  $1 \text{ м}^2$ , г; щільністю,  $\text{г/см}^3$ , вмістом вологи, %;
- геометричними: товщиною, мм; довжиною, м; шириною, м;
- механічними: опором розриву (межа міцності під час розтягування), МПа; міцністю на злом під час багаторазових перегинів: опором продавлюванню, кПа; опором розшаруванню, кН/м; опором згину (жорсткістю), мН/м; відносним видовженням під час розтягування, %;
- капілярними і гігроскопічними – поверхнева вбирність води картоном площею  $1 \text{ м}^2$  (за Кобб), г;
- оптичними; білістю, %; жовтизною (координати кольору під час виготовлення фарбованих тест-лайннів);
- друкарськими: стійкістю до вищипування, м/с; гладкістю (за Бекком), с; шорсткістю (за Бендтсеном),  $\text{см}^3/\text{хв}$ ;
- бар'єрними: повітро-, паро-, водо- і жиропроникністю;
- вологостійкістю та вологоміцністю, %.

Якість картону визначається оптимальним поєднанням структурно-фізичних, друкарських, бар'єрних та інших характеристик, їхньою однорідністю за усією шириною картонного полотна.

Загальні характеристики різних видів і марок картону та прилади й методи їхнього визначення наведені у відповідній нормативній документації (ДСТУ, ТУ).

Вибір картону, частіш за все, відбувається, виходячи з його призначення та вимог, що висуваються до пакування й тари залежно від продукції, що буде в нього упакуватися, а тому картон для виготовлення тари й пакування повинен мати високі і необхідні параметри: жорсткість, каркасність, бар'єрні властивості, механічну міцність та інші.

Серед міцнісних показників картону, які є важливими для збереження продукції, – високий опір згинанню, продавлюванню, торцевому стисканню, розриву, пробою, розшаруванню, близькі за значенням показники міцності у машинному (повздовжньому) й поперечному напрямках, достатня адгезія між шарами під час склеювання картону, стабільність відносного видовження під час розтягування. За недостатнього рівня зазначених показників якості та їхньої анізотропії відбуваються значні труднощі під час перероблення та виготовлення картону, тари й пакування на обладнанні виробника та їхнього використання у замовника.

Одним з основним показників, що висуваються до пакувальних матеріалів, у тому числі картону й паперу, призначених для упакування харчових продуктів, медичних препаратів, дитячих іграшок, є безпечність для здоров'я людей. Недопустимими є хімічні реакції між запакованою продукцією і пакувальним матеріалом, міграція будь-якого компоненту з матеріалу в продукт, проникність пакування для мікроорганізмів або можливість бути для них живильним середовищем. Недопустимим є також газо-, паро- і ароматопроникність, які можуть призвести до псування продукції, що є загрозою для здоров'я споживачів, забруднення довкілля [83, 141].



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

Для гігієнічної оцінки пакувальних матеріалів на основі картону застосовують органолептичні, санітарно-хімічні і токсикологічні методи залежно від вимог до температури й терміну зберігання того або іншого продукту, умов його споживання. Так, наприклад, в Україні ці дослідження проводяться спеціально акредитованими органами, які дають заключення (висновок) щодо можливості використання матеріалу для конкретного продукту та умов його зберігання й споживання. Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» передбачено обов'язкову сертифікацію супутніх матеріалів, до яких відносяться і пакувальні матеріали, що контактують з продуктами харчування.

Від правильного вибору бар'єрних властивостей матеріалу пакування залежать термін зберігання продукції та величина її втрат. Необхідний рівень бар'єрних властивостей створює захисний шар, що запобігає міграції будь-яких речовин до вмісту упакованого продукту ззовні з паперу або картону, зберігає початкову міцність у вологому середовищі, забезпечує захисні вимоги – необхідний рівень опору проникненню води, водяних парів, жиру, олії, запахів, зберігання форми й зовнішнього вигляду пакування тощо.

Для комбінованих матеріалів типу «картон/поліетилен», «картон/фольга/поліетилен» та інших важливими є показники; паропроникність (до водяної пари), газопроникність (до кисню, азоту, двоокису вуглецю) та ароматопроникність (до парів ароматичних речовин) (табл. 3.10) [90, 147].

Для підвищення газонепроникності пакування з картону застосовують нанесення покриття на поверхню картону та дублювання його плівками полімерів, правильний вибір картону-основи (з високою гладкістю поверхні), покриття й дотримання умов нанесення покриття, а також комбіновані пакувальні матеріали, в яких різні види картону з'єднують з металічною (алюмінієвою, наприклад) фольгою або з полімерними плівками [6, 25, 87].

Таблиця 3.10

## Бар'єрні властивості матеріалів на основі картону

Найменування матеріалу	Проникність				
	До повітря, см <sup>3</sup> /хв	До водяної пари, г/м <sup>2</sup> · 24 год	До води, г/м <sup>2</sup> · 24 год	До кисню, см <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> · 24 год · атм	До ароматів
Картон коробковий типу хром-ерзац, не крейдований, 200–500 г/м <sup>2</sup>	25–45	0,4–1,2	0,5–1,4	–	– –
Картон коробковий типу хром-ерзац, крейдований, 200–500 г/м <sup>2</sup>	0–5	0,02–0,05	0,1–0,5	–	–
Картон для плоских шарів гофрокартону, 160–250 г/м <sup>2</sup>	60–100	0,15–0,25	0,2–1,0	–	– –
Картон коробковий типу хром-ерзац, крейдований, 200– 00 г/м <sup>2</sup> , з покриттям (поліетилен + парафін)	0,2–1,4	0,1–0,4	0,3–1,5	3000–4500	+ –
Картон коробковий типу хром-ерзац, кашіруваний фольгою, 200–400 г/м <sup>2</sup>	0	0–0,05	0	0–0,05	+ +
Комбінований матеріал поліетилен / картон / поліетилен, 285–415 г/м <sup>2</sup>	–	0–0,03	0	3000–4500	+ –
Комбінований матеріал поліетилен / картон / фольга / поліетилен, 325–480 г/м <sup>2</sup>	–	0–0,02	0	0–0,03	+ + +

*Примітка:* ароматонепроникність: «– →» – дуже погана; «–» – погана; «+–» – помірна; «+» – невисока; «++» висока; «+++» – дуже висока.

*Джерело:* за результатами аналізу нормативних документів

Дуже важливою характеристикою пакувальних матеріалів, у тому числі на основі картону, є їхня стійкість до дії продуктів із вмістом жиру, кислоти й спирту, тобто жиростійкість,

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

спиртостійкість і кислотостійкість, які визначаються ступенем проникнення зазначених агентів у випробувальний пакувальний матеріал.

Для підвищення опору проникненню вологи й жиру в картон проводять проклеювання зворотного боку і спеціальне оброблення картону: покриття з іншого боку розплавами полімерів або полімерних емульсій, поліетилену й парафіну, просочування розчинами жировідштовхувальних складів на основі фторвмісних речовин або інших хімічних сполук [19, 82].

Для всіх видів транспортного пакування важливим є показник водостійкості, оцінка якого проводиться за методом Кобба шляхом визначення поверхневої вбирності води картоном під час однобічного змочування і виражається у г/м<sup>2</sup>.

Вологоміцність картонно-паперових пакувальних матеріалів забезпечується введенням у паперову масу або обробленням поверхні готової продукції (паперу, картону) поліамінамідепіхлоргідриноюю (технічна назва водамін-115) смолою, на використання якої у матеріалах, що контактують з харчовими продуктами, є дозвіл органів Мінохорони здоров'я України.

У таблиці 3.11 наведено вимоги європейських споживачів до картонних матеріалів для упакування різних харчових продуктів.

За методом ЗМ КІТ жиростійкість паперу або картону визначають за ступенем вбирності ними тестових розчинів, що імітують жирне середовище різної проникної здатності.

Такі характеристики паперу й картону як гладкість, шорсткість, білість, глянець, кольоровий відтінок, непрозорість, поряд з розглянутими вище, мають знаходитися на необхідному рівні і відповідати усім вимогам пакування високої якості та забезпечувати сучасний зовнішній вигляд для позитивного сприйняття споживачем.

Картон коробковий – різновид тарного картону машинної гладкості, іноді каландрований, призначається для виготовлення малогабаритної тари. Виготовляється марок А, Б, В, Г, Д товщиною 0,4–2 мм.

Таблиця 3.11

### Європейські вимоги до картону за показниками жиростійкості та поверхневої вбирності

Найменування продукції	Жиростійкість, КІТ, дин/см, не менше	Поверхнева вбирність води картоном площею 1 м <sup>2</sup> , Кобб <sub>60</sub> , г/м <sup>2</sup>
Сухий корм для тварин	18	45 (Кобб <sub>120</sub> )
Заморожені продукти	8	25
Випічка і бакалія	7	25
М'ясо й маргарин	8	25
Їжа швидкого приготування	8	25
М'ясо, птиця	8	25
Шоколад	8	—
Рис білий	3	—

Джерело: вимоги нормативних документів

Для виготовлення тари використовується коробковий картон одношарового і багатошарового формування.

Одношаровий картон використовують головним чином для виробництва споживної тари (пачки, коробки різних конструкцій), а також прокладок, решіток. Залежно від сфери застосування картон виготовляється декількох типів (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

### Основні типи одношарового картону [170]

Тип	Характеристика картону	Сфера використання
Хромовий	Крейдований або некрейдований з біленої целюлози	Для споживної тари з багатофарбовим друком
Хром-ерзац	Крейдований або некрейдований з біленої або небіленої целюлози, деревної маси, макулатури	Для споживної тари з одно- і багатофарбовим друком, коробок (наприклад, для масла-моноліту)
Коробковий	З небіленої целюлози, деревної маси і макулатури	Для споживної і групової тари без друку

### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

Одношаровий картон виготовляється і постачається у рулонах і бобінах (за товщини до 0,9 мм) або в аркушах (за товщини більше 0,9 мм).

Розміри рулонів і аркушів встановлюються за згодою між виробником та споживачем.

Картон типу «хром-ерзац» має таку структуру: крейдовані шари (один або декілька); верхній шар з біленої целюлози, небіленої целюлози, деревної маси або знебарвленої макулатури; середні шари з меншої вартості сировини: макулатури, деревної маси, різних відходів виробництва; нижні шари (один або декілька шарів) з якісної сировини – біленої і небіленої целюлози, деревної маси, макулатури.

Для коробкового картону, який використовують у пакувальній індустрії, висувають такі вимоги:

- добре сполучення крейдованого покриття з картоном і шарів між собою;
- мінімальне скручування картону в кіпі;
- задовільні друкарські властивості і якісне фарбосприйняття та закріплення фарб;
- здатність до лакування навіть за незначної витрати лаку;
- ступінь відносної вологості у допустимих межах.

Основні властивості й вимоги до коробкового картону, призначеного для виробництва споживної і групової тари та пакування, наведені у табл. 3.13.

Таблиця 3.13

#### Норми показників якості картону для споживної тари [170]

Найменування показника	Норма для картону підгрупи	
	Хромовий, хром-ерзац	Коробковий
Маса картону площею 1 м <sup>2</sup> , г	170–850	170–2500
Товщина, мм	0,3–1,5	0,3–3,0

## Паперові пакувальні матеріали

*Закінчення табл. 3.13*

Найменування показника	Норма для картону підгрупи	
	Хромовий, хром-ерзац	Коробковий
Жорсткість під час статичного згину у поперечному напрямі, Н×см, для картону масою 1 м <sup>2</sup> , г		
– 70–850	1,6–30,0	0,1–15,0
– 600–2500	–	0,9–100
Опір розшаруванню, Н	90–150	60–120
Межа міцності під час розшарування, кПа	140–180	130–170
Гладкість, с	40–100	100–200
Шорсткість, мл/хв	15–150	150–300
Енергія зв'язку, Дж/м <sup>2</sup>	80–140	70–130
Білість, %	73–86	–
Вологість, %	5–12	5–12

Багатошаровий матеріал, утворений з двох і більше плоских шарів картону або паперу, щільно склеєних між собою, є суцільним склеєним картоном. Кількість шарів картону визначається вимогами до тари, при цьому враховуються властивості вихідного матеріалу, його показники міцності. Склеєний картон виготовляється таких марок: хром-ерзац, коробковий, КС і КС-1 – для виготовлення тари для вершкового масла й маргарину; КС-2 – для виготовлення тари, що використовується в електротехнічній і легкій галузях промисловості. Основні характеристики склеєного картону наведено у табл. 3.14.

Процес виробництва комбінованого пакувального матеріалу на основі картону, ламінованого поліетиленом (ПЕ), складається з наступних основних стадій [170, 187, 192, 196]:

- розмотування рулону на ролевому пристрої;
- оброблення (за необхідності) картону коронним розрядом;
- нанесення поліетилену екструдером з одночасним охолодженням на охолоджувальному барабані;
- намотування матеріалу на ролевому пристрої;
- нанесення (за необхідності) на поверхню картону лаків і фарб;
- просушування та оброблення картону;
- охолодження на каландрах.

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

*Таблиця 3.14*

**Основні характеристики склеєного картону**

Показник	Хром-ерзац коробковий склеєний	Тип картону		
		КС	КС-1	КС-2
Маса картону площею 1 г/м <sup>2</sup> , г	600–2500	1650	1650	1000–1250
Товщина, мм	1,0–3,0	1,22	1,22	1,4–1,8
Жорсткість під час статичних перегинів у поперечному напрямі, Н×см	0,9–100	–	–	–
Опір розшаруванню, Н	60–150	176	147	–
Опір продавлюванню, МПа (абсолютний)	–	1,96	1,57	0,75–1,08
Опір торцевому стисканню у поперечному напрямі кН/м, не менше	–	4,9	–	–
Всмоктування води під час однобічного змочування за 60 с, г/м <sup>2</sup> , не більше	30	30	–	–
Вологість, %	6–14	72	12	12

*Джерело: запропоновано авторами на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Багатошарові комбіновані пакувальні матеріали на основні паперу й картону, полімерів, фольги (Ф) виготовляються головним чином таких типів (без урахування шарів друкарської фарби):

- тип 1 – із шарами: ПЕ (12–20 мкм) / картон 250–350 г/м<sup>2</sup>/ ПЕ (26–50 мкм);
- тип 2 – із шарами: ПЕ (12–20 мкм) / картон 250–350 г/м<sup>2</sup>/ ПЕ (18–25 мкм / Ф (6,5–9,0 мкм) / ПЕ (26–50 мкм);
- тип 3 – із шарами: ПЕ (12–20 мкм) / картон 250–350 г/м<sup>2</sup> / ПЕ (18–25 мкм) / Ф (6,5–7,0 мкм) / адгезив-співполімер етилену акриловою кислотою або мономер (5–12 мкм) / ПЕ (26–50 мкм).

Такі комбіновані матеріали на основі картону або паперу мають високу стійкість до сонячних променів, не пропускаючи їх всередину пакування, міцність, формостійкість, каркасність. Зовнішні шари з поліетилену захищають картон або папір від вологи, дають змогу проводити зварювання і герметизувати пакування, здійснювати асептичне оброблення багат шарового матеріалу [61, 92, 173]. Фольга алюмінієва, що застосовується у виготовленні комбінованих пакувальних матеріалів, створює бар'єр на шляху проникнення кисню, світлових променів, газів та ароматичних речовин до упакованого продукту. Це дає змогу використовувати такі комбіновані матеріали для упакування продукції, яка має зберігатися без доступу світла, а також рідинної, пастеризованої та ароматизованої продукції.

Характеристика комбінованих пакувальних матеріалів на основі картону наведена у табл. 3.15.

*Таблиця 3.15*

**Основні характеристики багат шарових комбінованих матеріалів**

Найменування показника	Вид матеріалу, місткість пакування		
	Тип 2, 3	Тип 1	
		До 200 см <sup>3</sup>	200–1000 см <sup>3</sup>
Маса картону площею 1 г/м <sup>2</sup> , г	191,0	248,0	255,0
Жорсткість картону, мН	277,0	334,0	312,0
Відносне видовження, %	80	230	230
Адгезія, Н/м	85–90	85–90	85–90
Вологість картону, %, мін./макс.	4,5/7,0	4,5/7,0	4,5/7,0

*Джерело: запропоновано авторами на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Профільно-орієнтований (гофрований) картон є одним із найбільш розповсюджених видів тарного картону й призначений для виготовлення ящиків і коробок для транспортування та збереження різних видів товарів, виробів, продуктів. Перший патент на отримання гофрованого паперу був



### Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону для харчових продуктів

---

zareєстрований в Англії у 1856 р. для виробництва ободів, що всмоктували піт у капелюхах. У 1874 р. Олівер Лонг запатентував виробництво з тонких листів солом'яного паперу двошарового картону, який застосовувався як захисний пакувальний матеріал для скляних банок, ламп і керамічних виробів. Сучасне виробництво гофрокартону здійснюється на спеціальному устаткуванні – гофроагрегатах шляхом склеювання шарів плоского картону (одного або декількох) з одним або кількома шарами гофрованого паперу [170].

Слід визначитися, що розуміють під терміном «гофро-матеріали». «Гофроматеріали» – це види картону і паперу, що застосовуються у виробництві гофрованого картону (ГК).

Загалом виокремлюють такі головні типи сировини, що застосовується у виробництві ГК [41, 81, 167]:

- крафт-лайнер – картон для виготовлення плоских шарів ГК, виготовлений із 100% целюлози;
- тест-лайнер – картон для виготовлення плоских шарів ГК з використанням макулатури;
- напівцелюлозний флютинг – папір для гофрування, виготовлений із застосуванням як целюлози, так і макулатури;
- макулатурний флютинг – папір для гофрування, виготовлений тільки з макулатури.

Характерною ознакою гофрокартону є наявність гофрованого (хвильового) шару. До переваг гофрокартону і транспортно пакування з нього відносяться [18, 28, 167, 168]:

- висока міцність під час стискання;
- стійкість до дії ударних і вібраційних впливів та навантажень;
- висока стійкість до дії вологи й жиру (за спеціального оброблення);
- можливість ефективного використання площі складських приміщень і вантажного об'єму транспортних засобів;
- можливість штабелювання гофроящиків;

## Паперові пакувальні матеріали

- простота маніпуляцій під час упакування і розпакування продукції;
- простота виготовлення різноманітних конструкцій тари й пакування;
- універсальність матеріалу, що дає змогу отримувати оптимальний варіант пакування з різними типами гофра;
- можливість комбінування з іншими матеріалами (папером, ПЕ, Ф тощо);
- можливість повторного використання та утилізації відходів і відпрацьованого пакування як вторинної сировини.

ГК отримують шляхом склеювання одного або декількох шарів гофрованого паперу (флютингу або тест-лайнера) з одним або кількома шарами плоского картону [23, 138]. Фізико-механічні показники паперу для гофрування й картону для плоских шарів наведені відповідно у табл. 3.16 і 3.17.

*Таблиця 3.16*

### Фізико-механічні показники паперу для гофрування (флютинг)

Найменування показника	Значення показника
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	100–175
Опір площинному стисканню гофрованого зразка паперу, Н	75–400
Абсолютний опір продавлюванню, кПа	120–450
Питомий опір розриву у машинному напрямі, кН/м	4,0–11,0
Опір торцевому стисканню зразка паперу, кН/м	0,4–1,8
Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування, г/м <sup>2</sup> , Кобб <sub>30</sub> , у середньому за двома боками:	
– для проклеєного паперу	30–50
– для не проклеєного паперу	не більше 70
Вологість, %	6–9

*Джерело: вимоги НД*

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

---

Гофрований картон відноситься до анізотропних матеріалів, що характеризуються неоднаковими властивостями в машинному і поперечному напрямках [5, 174, 212, 257]. Для ГК характерним є також високий рівень показників площинної й торцевої жорсткості та амортизаційних властивостей [79, 94], завдяки яким він застосовується для виготовлення зручного й легкого пакування. Плоскі (зовнішні і внутрішні) шари фіксують положення гофрів, функціонують на стискання, розрив та опір продавлюванню. Гофровані шари у випадку прикладених сил перпендикулярно гофру працюють як амортизуючий матеріал, а у випадку прикладених сил вздовж напрямку гофрів – як жорсткий матеріал.

*Таблиця 3.17*

**Фізико-механічні показники картону (крафт-лайнер)  
для плоских шарів гофрованого картону**

Найменування показника	Значення показника
Маса картону площею 1 м <sup>2</sup> , г	125–350
Товщина, мм	0,20–0,55
Абсолютний опір продавлюванню, кПа	350–1050
Поверхнева вбирність води картону площею 1 м <sup>2</sup> , г, Кобб <sub>60</sub> , верхнього боку	25–35
Руйнівне зусилля під час стискання кільця у поперечному напрямі, Н	150–330
Вологість, %	7–9

*Джерело: вимоги НД*

Гофрований картон буває таких типів (рис. 3.14):

- Д – двошаровий картон, що складається з плоского і гофрованого шарів;
- Т – тришаровий картон, який складається з двох плоских і одного гофрованого шарів;
- П – п'ятишаровий картон, котрий складається з трьох плоских і двох гофрованих шарів;
- С – семишаровий картон, що складається з чотирьох плоских і трьох гофрованих шарів.

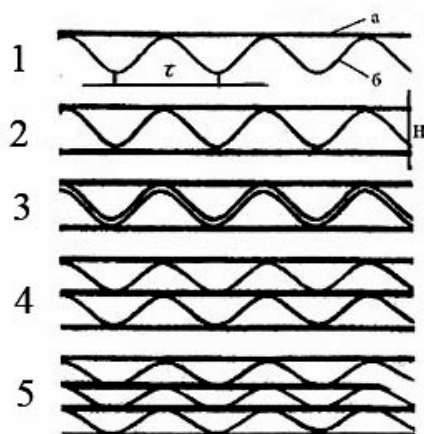


Рис. 3.14. Основні види гофрованого картону:  
 1 – двошаровий картон (тип Д); 2 – тришаровий картон (тип Т);  
 3 – тришаровий картон з подвійним гофрованим шаром;  
 4 – п'ятишаровий картон (тип П); 5 – семишаровий картон  
 (тип С); а – картон для плоских шарів (лайнер);  
 б – шар гофрованого паперу (флютинг); Н – висота гофра;  
 t – крок гофра

Англійська назва видів гофрокартону визначається кількістю гофрованих шарів, що входять до його складу [139, 142, 152]. Гофрокартон кожного із цих видів може мати різні розміри й профілі гофрованого шару – так званих гофрів. У світовій практиці кожен профіль гофра має буквену назву (тип гофра) і розмірні характеристики, основні з яких наведено у табл. 3.18.

Історично першим використовувався гофр А, який з'явився на рубежі XIX і XX сторіч і мав висоту приблизно 4,5 мм. Він був доповнений у 1910 р. гофром В висотою 2,5 мм.

Гофри А і В стали стандартними формами гофрів для виробництва тришарового і п'ятишарового типів картону до початку 60-х рр. XX ст., коли у виробництво були введені нові типи гофрів – середній гофр С і мікрогофр Е.

Гофрокартон з гофром А за рахунок великих висоти і кроку за порівняно малої кількості гофрів на 1 м полотна картону має велику пружність і тому застосовується для виробництва з нього тари для упакування виробів із скла, кераміки, теле- і радіотоварів.

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

*Таблиця 3.18*

**Характеристика профілів гофрів**

Вид гофра	Тип гофра	Висота гофра, мм	Крок гофра, мм	Коефіцієнт гофрування	Кількість гофрів на 1 м полотна
Міні	G	0,55	1,80	1,21	290–320
	F	0,77	2,40	1,22	
	E	1,66 (0,75–0,9) (1,0–1,8)	3,50 (3,16–3,6)	1,24 (1,23–1,35)	
Дрібний	B	2,50 (2,1–3,2)	6,50 (4,5–6,4)	1,31 (1,29–1,38)	150–185
Середній	C	3,66 (3,2–4,4)	7,95 (6,5–8,96)	1,42 (1,4–1,49)	120–145
Крупний	A	4,45 (4,5–4,8)	8,66 (8,6–9,4)	1,53 (1,5–1,57)	105–125
	K	6,00	11,70	1,50	
	D	7,50	14,96	1,48	

*Джерело: вимоги НД*

Гофрокартон з гофром В має більшу жорсткість, ніж з гофром А, і тому знайшов застосування у виробництві тари для упакування твердих вантажів і товарів (металевих, пластмасових, дерев'яних).

Гофрокартон з гофром Е за рахунок великої кількості гофрів на 1 м полотна має високу жорсткість і достатні друккарські властивості, використовується для виготовлення споживної тари замість коробкового картону, а також як зовнішній шар комбінованого гофрокартону (Е-А, Е-В, Е-С, Е-А-В).

Тришаровий гофрокартон з гофром С є найбільш розповсюдженим видом гофрокартону і поєднує у собі властивості картонів з гофрами А і В, має одночасно достатні пружність і жорсткість, використовується для упакування різної продукції.

Гофрокартон, який об'єднує профілі Е+С, – надміцний, характеризується рівною поверхнею гофра Е і міцністю гофра С, а тому може застосовуватися для виготовлення пакування, яке не вимагає додаткового захисту.

## Паперові пакувальні матеріали

Гофрокартон, який об'єднує профілі В+С, – надміцний і використовується для виготовлення транспортних ящиків (контейнерів) з високою міцністю та стійкістю до штабелювання.

Для виготовлення гофрокартону використовується картон для плоских шарів (крафт- і тест-лайнер) та папір для гофрування (флютинг), які мають відповідати вимогам чинних стандартів [29]. Дозволяється використовувати іншу волокнисту сировину, що забезпечує необхідні вимоги стандартів до якості гофрованої продукції [39]. Класифікація гофрованого картону за призначенням наведена у табл. 3.19.

Таблиця 3.19

### Класифікація гофрованого картону за призначенням

Тип	Клас	Марка	Призначення
Д	–	Д	Виготовлення допоміжних пакувальних засобів (прокладки, решітки тощо)
Т	1	T11, T12, T13, T14, T15	Виготовлення тари і допоміжних пакувальних засобів для виробів, придатних протидіяти навантаженням у штабелях
Т	2	T21–T27	Виготовлення тари й допоміжних пакувальних засобів для упакування продукції, не придатної сприймати навантаження штабелювання
П	3	P35–P37	Виготовлення тари й допоміжних пакувальних засобів для упакування продукції, не придатної сприймати навантаження штабелювання
П	3	P31–P34	Виготовлення контейнерів, крупногабаритної, високоміцної і жорсткої тари

Джерело: вимоги НД

Картон гофрований виготовляють: тип Д – у рулонах або листах, типи Т і П – в листах. Розміри листів і рулонів визначаються за згодою зі споживачем. Характеристика показників якості гофрованого картону наведена у табл. 3.20.

**Розділ 3. Пакування на основі паперу і картону  
для харчових продуктів**

*Таблиця 3.20*

**Показники якості гофрованого картону**

Показники	Тип гофрокартону			
	Д	T11–T15	T21–T27	П-31–T37
Опір продавлюванню абсолютний, МПа, не менше	0,22	1,1–2,0	0,7–1,7	1,1–2,8
Питомий опір розриву з додаванням руйнівного зусилля вздовж рилування, кН/м, не менше	–	8–16	4–11	7–21
Опір торцевому стисканню вздовж гофрів, кН/м, не менше	–	3–4	2,2–7	5–17
Опір розшаруванню, кН/м, не менше	–	0,2	0,2	—
Вологість, %	6–12	6–12	6–12	6–12

*Джерело: запропоновано авторами на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Проектувальникам пакування з гофрокартону необхідно визначити вимоги та умови до його передбаченої експлуатації, головними з яких є:

- розміри, форма й маса запакованої продукції;
- властивості товару (крихкість, удароміцність, стійкість до дії атмосферних факторів);
- умови транспортування й зберігання вантажу тощо.

## Розділ 4

# ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРОВИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

### 4.1. Волого-, паро- та газонепроникні пакувальні матеріали на основі паперу і картону

Вологоміцність паперу – відношення показника заданої міцнісної характеристики паперу або картону у вологому стані до тієї самої характеристики у сухому стані, визначені відповідно до стандартних методів випробування.

Вологоміцний папір має досить великий спектр застосування: упакування сухих харчових продуктів (хліба, борошна, кондитерських виробів, чаю, дріжджів) [43], різних товарів легкої промисловості, фармацевтики, медичного призначення, квітів тощо [148]. За маси 1 м<sup>2</sup> від 30 до 100 г вологоміцний папір може мати три ступені вологоміцності: звичайну з відносною вологоміцністю до 12%, середню – до 25% і підвищений ступінь вологоміцності – до 35%. Причому ці властивості, поряд з технологічними факторами виробництва паперу на ПРМ, що визначають його якість, мають досягатися із застосуванням екологічно безпечних хімікатів [106].

Вологоміцність паперу без додаткового оброблення хімічними речовинами і складами знаходиться на рівні 4–5% залежно від виду целюлози, з якої він виготовлений, ступеня помелу паперової маси [96].

Одночасно вологоміцний папір з покриттям або без нього має зберігати свої мікропористі властивості, щоб, на відміну від плівки, товар у пакуванні не «задихався». Повітрообмін повинен іти рівномірно по поверхні пакування. Відповідно, папір має бути не тільки з однорідним розподілом пор, але його міцнісні властивості повинні бути також максимально однаковими по всій площі полотна. Виходячи з необхідності зберігання пакуванням своєї початкової форми, матеріал повинен мати досить високий рівень властивостей за показниками міцності під час розтягування і під час багаторазових перегинів, а також оптимальну жорсткість під час



згинання. Відношення показників міцності у машинному напрямі до показників у поперечному напрямі для вологоміцного паперу, зазвичай, виражається коефіцієнтом анізотропії, який має бути вище 2 одиниць. Висока міцність та еластичність вологоміцного паперу забезпечує скорочення витрат й більш високу продуктивність поліграфічних і пакувальних машин, а також зниження відходів під час транспортування, технологічного перероблення та використання за відповідних умов у різних сферах.

Для зберігання багатьох харчових продуктів вологонепроникність пакувального матеріалу є визначальною захисною властивістю, яка полягає у підвищеному опорі проникненню вологи. Для одних харчових продуктів, чутливих до міграції вологи через стінки пакування, необхідним є захист від проникнення вологи з навколишнього середовища, а для інших – неприпустиме проникнення вологи із продуктів через пакування назовні. Для таких продуктів, наприклад, як сушені фрукти й овочі, харчові концентрати, продукти сублімаційного сушіння, сухе молоко, дитячі поживні суміші, чай, кава і кавові напої, борошно, крупи, цукор, сіль, пряності й харчові добавки підвищення вологості продуктів у процесі зберігання призводить до їхнього псування, сприяє зростанню бактеріальної мікрофлори. Цукор та сіль характеризуються високою гігроскопічністю і можуть поглинати вологу необмежено, тому пакування, насамперед, має захищати ці продукти від зволоження.

Досить чутливі до змінювання вологості хлібобулочні й кондитерські вироби, тож пакування для них повинне бути також волого- і паронепроникним.

Рівень вологонепроникності пакувальних матеріалів визначається необхідним терміном зберігання продуктів. Наприклад, більшість хлібобулочних та деяких кондитерських виробів не призначені для тривалого зберігання (білий і чорний хліб, здоба, кекси, желе, мармелад). тому їх упаковують у порівняно дешеві матеріали, з обмеженими захисними властивостями.

Парафінований пакувальний папір може бути використаний для короткочасного зберігання хліба (кілька днів), для більш тривалої консервації хліба (до 30 діб і більше) найбільш придатний пергамін, покритий із двох боків сумішшю парафіну (70%), поліетилену (20%) і вазеліну (10%). Пергамін – папір, призначений для виготовлення кальки, для упакування харчових продуктів, виготовляється з біленої целюлози масою площі 1 м<sup>2</sup> 40 г, машинної гладкості, з високими ступенем проклеювання і механічною міцністю. Таке пакування надійно захищає хліб від висихання або зволоження. Оброблений таким складом папір може застосовуватися також для упакування заморожених продуктів. Тривале ж (до шести місяців) зберігання хліба без черствіння і покриття цвіллю забезпечує складне пакування, що складається з пергаміну, із двох боків обробленого зазначеною вище сумішшю парафіну, поліетилену й вазеліну, та алюмінієвої фольги, із двох боків лакованої полівінілбутиралевам лаком. Лакування не тільки підвищує загальну непроникність пакування, але й захищає фольгу від корозійної дії органічних кислот (оцтової, мурашиної), що утворюються при тривалому зберіганні хліба.

Захисні властивості паперу, у тому числі й вологонепроникність, надають шляхом проклеювання паперової маси, обробленням і просоченням його поверхні різними хімікатами або їхніми композиціями, однобічним або двобічним нанесенням з розплаву синтетичних речовин та іншими способами й технологіями. Гідрофобність і жиронепроникність паперу надають проклеюванням та просоченням її синтетичними латексами, серед яких використовують переважно латекси на акрилонітрильній основі і стиролбутадієнові. Введення латексів у волокнисту масу після його розмелювання, а потім і на поверхню виготовленого паперу забезпечує йому підвищені показники водо- і жиронепроникності.

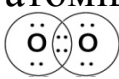
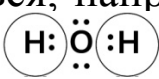
Вологоміцні спеціальні види паперу виготовляють шляхом введення до паперової маси речовин для підвищення міцності у вологому стані. Для цього застосовують

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

поліамідамінепіхлоргідринів (ПАЕХ) і сечовиноформальдегідні смоли, особливо при високих вимогах до лугостійкості, а також меламіноформальдегідні смоли. Дотепер мало використовували можливість нанесення на поверхню паперу речовин для надання вологоміцності за допомогою клеїльного преса. Цей спосіб застосовують, насамперед, коли необхідно забезпечити дуже жорсткі норми у стічних водах щодо вмісту органічно зв'язаного хлору або вільного формальдегіду. Нанесення може здійснюватися як окремо, так і разом з іншими речовинами (наприклад, крохмаль або полімерний клей). Через взаємодію з іншими компонентами речовини для надання вологоміцності катіонного типу шляхом їхнього введення до паперової маси, зазвичай, не підходять для цих цілей [129].

На міцність паперу у сухому стані впливають водневі мостикові зв'язки молекул целюлози між собою. Під дією води ця міцність майже повністю втрачається. Речовини, що надають вологоміцність, як реактивні продукти у процесі сушіння паперу і частково також за наступного нанесення, утворюють додаткові «водостійкі» хімічні сполуки. Ці сполуки можуть бути приєднані до целюлози, а також до наступної молекули агента для надання вологоміцності. Таким чином, засіб для надання вологоміцності діє як «міст» між молекулами целюлози, а також як сітка, що обволікає точки перехрещування волокон.

Засоби для надання вологоміцності діють за таким способом:

- утворюють ковалентні зв'язки із целюлозою. Ковалентний зв'язок (гомеополярний) – зв'язок, обумовлений наявністю електронних пар, спільних для атомів, що з'єднуються, наприклад, простих газів ( $O_2$ )  і сполук ( $H_2O$ )  ;
- утворюють сітку навколо точок перехрещення волокон;
- перешкоджають розриву зв'язків волокон під дією води.

Речовини для надання вологоміцності створюють нові зв'язки, якими пояснюється міцність вологого паперу, що вимірюється показником опору розриву у вологому стані. Одночасно ці додаткові зв'язки сприяють також підвищенню опору розриву у сухому стані. Часто цей приріст відбувається у такій же кількісній послідовності, що й міцність паперу у вологому стані, тому слід стверджувати про появу додаткового ефекту.

Оцінюючи вологоміцність паперу, необхідно звертати увагу не тільки на відносну вологоміцність, але й на досягнуте абсолютне значення показника.

Речовини для надання вологоміцності, як правило, вводяться до паперової маси, однак вони можуть також бути нанесені у вигляді покриття на поверхню паперу за допомогою клеїльного преса. У таблиці 4.1 наведено переваги й недоліки обох способів: уведення речовин для надання вологоміцності до паперової маси і на поверхню паперу.

Таблиця 4.1

### Переваги й недоліки введення речовин для надання вологоміцності у паперову масу і на поверхню паперу

У паперову масу	На поверхню паперу
+ оптимальний розподіл речовини для надання вологоміцності; + оптимальна вбирна здатність і пористість паперу; - неповне застосування за високого дозування; - забруднення стічних вод	+ мінімальне забруднення стічних вод; + забезпечується висока вологоміцність; - підходить не кожен вид паперу-основи; - додаткове споживання енергії для сушіння

*Джерело: запропоновано на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Таким чином, більш сприятливим варіантом для виготовлення паперу з низькою і середньою вологоміцністю без особливих граничних умов було й залишається введення вологоміцної добавки у паперову масу. Що стосується виготовлення високовологоміцних видів паперу, то необхідно

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

грунтовно перевірити доцільність нанесення частини або всіх вологомісних речовини у клеїльному пресі (коли такий є). Якщо існують жорсткі контрольовані граничні показники для стічних вод, може бути необхідним досягнення вологомісності у цілому лише за рахунок нанесення покриття за допомогою клеїльного преса. Тоді доцільно комбінувати це покриття із агентом для гідрофобізації (полімерним клеєм) і не здійснювати проклеювання у масі взагалі або – дуже слабке проклеювання ( $K_{обб_{60}} > 25 \text{ г/м}^2$ ) для того, щоб клейовий розчин міг надійно проникати у папір-основу. У таблиці 4.2 наведено основні вимоги до паперу-основи й хімічних речовин для надання йому вологомісності.

Таблиця 4.2

#### Вимоги до паперу-основи і хімічних речовин для надання вологомісності

Вимоги до речовин для надання вологомісності	Вимоги до паперу-основи
<ul style="list-style-type: none"><li>– низька в'язкість;</li><li>– дуже високі просочувальні властивості;</li><li>– сумісність з іншими добавками (життездатність);</li><li>– відповідність вимогам органів охорони здоров'я</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– низький ступінь проклеювання у паперовій масі;</li><li>– задовільне й рівномірне просочення;</li><li>– відсутність високого вмісту карбонату кальцію</li></ul>

*Джерело: запропоновано на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Речовина для надання вологомісності повинна мати високі просочувальні властивості, однією з важливих вимог якої є низька в'язкість. Часто комбінують нанесення крохмалю або проклеювальних агентів: з ними речовини для надання вологомісності повинні мати надійну сполучність. За інших умов ( $50^\circ \text{C}$ , рН 6–8) також не повинно відбуватися передчасної реакції речовини для надання вологомісності (згущення розчину).

Папір також має характеризуватися високою й рівномірною вбирністю. Аніонні або неіонні речовини для надання вологоміцності діють як каталізовані кислотою. З цієї причини карбонат кальцію як наповнювач діє менш ефективно внаслідок обумовленого цим високого значення рН паперу.

У Франції розроблено папір з бар'єрними властивостями від проникнення водяної пари [107], який характеризується високим ступенем проклеювання, що забезпечувався за допомогою нанесення на папір-основу спеціального шару покриття, яке складається з латексу (натурального або синтетичного). Як папір-основу використовують крейдований і некрейдований папір масою 25–110 г/м<sup>2</sup>.

Шар з бар'єрними властивостями від проникнення водяної пари складається із суспензії акрилових полімерів, що також містить 2–10% каніфолі і більше 5% воску.

У ФРН запатентований спосіб отримання вологостійкого паперу або картону за допомогою одно- або двобічного оброблення полотна полімеризатами, які утворюють на його поверхні еластичне гідрофобне плівкове покриття. Полотно обробляється полімеризатом на основі співполімера стиролу або його похідних і бутадієном або його похідними на основі акрилату [50].

Фірмою Ої Рарер Со (США) розроблений спосіб виготовлення гофрованого картону [117], що відрізняється високою вологоміцністю і легко розпускається під час використання макулатури з гофрованих ящиків. На поверхню тарного картону наносять захисне водовідштовхувальне покриття масою 10–30 г/м<sup>2</sup>, для якого використовують (у відсотках: стирол бутадієновий співполімер 46–84; стирол акриловий співполімер 9–16; осаджений СаСО<sub>3</sub> 13–45; дрібнозернистий каолін 0–37. На нижній бік картону наносять водовідштовхувальне покриття масою 0,6 г/м<sup>2</sup>, яке містить парафін. Порівняно з контрольним поглинання гофрокартоном з покриттям води за 30 хв за методом Кобб знижене із 67 до 1–2 г/м<sup>2</sup>. Гофрокартон з високою міцністю у вологому стані використовують для виготовлення ящиків для упакування й транспортування свіжої замороженої риби, фруктів, овочів та інших продуктів.

Як правило, введення неволокнистих хімічних добавок до складу паперу здійснюється або на стадії розмелювання й підготовки паперової маси, або у паперове полотно, зняте з накату ПРМ, за допомогою спеціального обладнання, наприклад, зволожувального верстата. Однак, способи введення хімічних реагентів на стадії розмелювання й підготовки маси для виливання паперового полотна мають ряд недоліків, пов'язаних з підвищеною витратою добавки, що вводиться, необхідністю проведення додаткових технологічних операцій для її введення, забрудненням оборотних і стічних вод тощо [7, 22, 215, 250].

Саме тому необхідною умовою удосконалювання технологічного процесу виготовлення паперу й картону є виключення введення зв'язувальних та інших хімічних добавок безпосередньо до паперової маси, оскільки вони попадають в оборотні й стічні води, створюючи труднощі з їхнім очищенням і знижуючи ефективність застосування.

Недолік зволожувального верстата полягає у тому, що він не може забезпечити рівномірний розподіл просочувальних розчинів у матеріал, який пройшов процес сушіння. Експериментально доведено, що найбільший ефект – рівномірний розподіл просочувальної рідини по товщині й ширині папір може бути досягнутий за умови його введення у паперове полотно, сухість якого не перевищує 30,0%. Для цього був розроблений пристрій для просочення паперу безпосередньо на ПРМ. Сутність розробленої технології полягає у хімічному обробленні паперового полотна і наявності на ПРМ спеціального пристрою для здійснення цього оброблення. Пристрій забезпечує рівномірне введення хімічної добавки у паперове полотно, простий у виконанні і зручний в експлуатації, його застосування не вимагає додаткових виробничих площ та обслуговуючого персоналу.

Відповідно до запропонованого способу застосовується установка, в якій розчин вводиться у паперове полотно в зоні пресування, утвореної між опорним та аплікаторним валами. Вологоміцний і жиронепроникний пакувальний папір

виготовляється з високорозробленої та фібрильованої волокнистої суспензії, що характеризується підвищеним опором зневоднюванню. Чим вищий опір зневоднюванню, тим суцужніше розчину проникнути всередину волокнистого шару без додаткових умов. Забезпечити ж глибокий і рівномірний розподіл хімічної добавки, що вводять, по всьому об'єму паперового полотна, можна у зоні пресування, оскільки при цьому створюються сприятливі умови для витіснення води із целюлозних волокон і проникнення в них рівної кількості розчину. Кращі результати отримано шляхом введення розчину при сухості паперового полотна 10,0–30,0%. Установа має спеціальний пристрій для нанесення розчину хімічної добавки у паперове полотно, що містить валик, який занурений у цей розчин і взаємодіє з передатним валиком, за допомогою котрого розчин переноситься в зону пресування.

Установа (рис. 4.1) містить опорний валик, що має самостійний привід (на кресленні не показано) та аплікаторний валик 2, взаємодіючий з опорним 1, ексцентрично розташований стосовно нього. Між валами 1 і 2 утворюється зона пресування паперового полотна 3, що транспортується за допомогою сукна 4, яке приводиться у рух опорним валом 1 і підтримується на заданому рівні веденими валиками 5, 6. Нижче опорного вала 1 розташована ванна для збирання розчину, віджатого із сукна і паперового полотна валами 1 і 2.

На рис. 4.1 наведено схематичний вид варіанта пристрою за умови, коли вали першого преса ПРМ використовуються в якості опорного і аплікаторного валів. Крім того, установка може бути використана й самостійно. Установка працює таким чином. Розчин хімічної добавки з реактора через видаткову ємність подають насосом у ємність 8. Валик 7, частково занурений у ємність 8, відбирає розчин і передає його через передавальний вал 9 на аплікаторний вал 2, з якого розчин переноситься на паперове полотно 3. Витрата переданого валами розчину на паперове полотно визначається ступенем притиску вала 9 до вала 2, що задають механізмом переміщення 12.



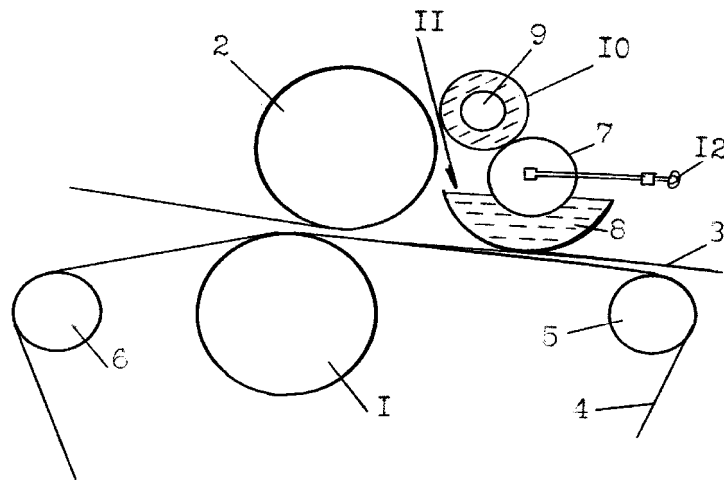


Рис. 4.1. Схема пристрою для введення хімічних добавок у паперове полотно у пресовій частині ПРМ: 1 – опорний вал; 2 – аплікаторний вал; 3 – паперове полотно; 4 – сукно; 5, 6 – ведені валики; 7 – валик, занурений у розчин; 8 – ємність; 9 – передатний валик; 10 – еластичне покриття; 11 – відбивач; 12 – механізм переміщення валика

Для забезпечення рівномірного перенесення розчину хімічної добавки на аплікаторний вал 2, валик 7 виконаний бомбірованим. Вал 9 має еластичне покриття 10. Сукупність перерахованих факторів забезпечує рівномірне нанесення розчину за шириною паперового полотна і більш якісне просочення по його товщині при високій вологості.

Розроблений спосіб та установка впроваджені у виробництві паперу з полішеними характеристиками якості рівномірно зімкнутої й щільної структури [1, 226, 227].

Описана установка і спосіб можуть бути використані для введення різних хімічних добавок як у паперове, так і в картонне полотно, наприклад, для введення розчину солей у паперове полотно з метою підвищення тліючої здатності сигаретного паперу або стабілізатора для надання термостійкості целюлозним матеріалам, підвищення міцності шляхом введення зв'язувальної або зміцнювальної добавки, нанесення поверхневого покриття та для поліпшення інших споживних характеристик картонно-паперових матеріалів. Результати досліджень з розроблення установки й поліпшення споживних властивостей паперу захищені авторськими свідоцтвами та патентами Франції і Німеччини [1, 226, 227].

Вологоміцний гофрований картон за методом термосклеювання (рис. 4.2) отримують методом поверхневого оброблення усіх трьох шарів гофрокартону спеціальним клеєм-розплавом і склеювання шарів за рахунок його твердіння. Папір для гофрування та обоє плоских шарів картону з розкатів проходять через клейові ванни, заповнені рідким клеєм-розплавом, далі папір заправляється у гофропрес, гофрується і на виході з'єднується із двома шарами картону, що пройшли через підігрівачі. З'єднані три шари гофрокартону направляються на охолоджувальний стіл, де відбувається твердіння клею-розплаву і склеювання за рахунок цього шарів гофрокартону.

У результаті отримують гофрокартон з високими міцнісними параметрами і високою вологоміцністю (до 80%). Термосклеєний картон розроблений для пакування вибухових речовин, зберігання яких здійснюється у шахтах за відносної вологості 100%, і для транспортування плодоовочевої продукції.

Розроблено також технологію виробництва вологоміцної тари з імпрегнованого гофрокартону, отриманого методом вприскування парафіну або нанесення його валиком на поверхню картону.

Відома і технологія виробництва гофрокартону підвищеної міцності способом просочення середнього гофрованого шару (рис. 4.3), суть котрого полягає у приданні міцності середньому шару, що несе 30% навантаження, якого зазнає ящик з гофрованого картону під час його експлуатації, а також у міцному з'єднанні середнього шару із плоскими зовнішніми шарами.

Ця технологія передбачає оброблення (покриття, просочення) паперу для гофрування безпосередньо на гофроагрегаті перед його надходженням на гофрування. Для просочення може бути використаний широкий діапазон хімічних речовин: водяний розчин полівінілового спирту, акрилова дисперсія та інші сполуки.

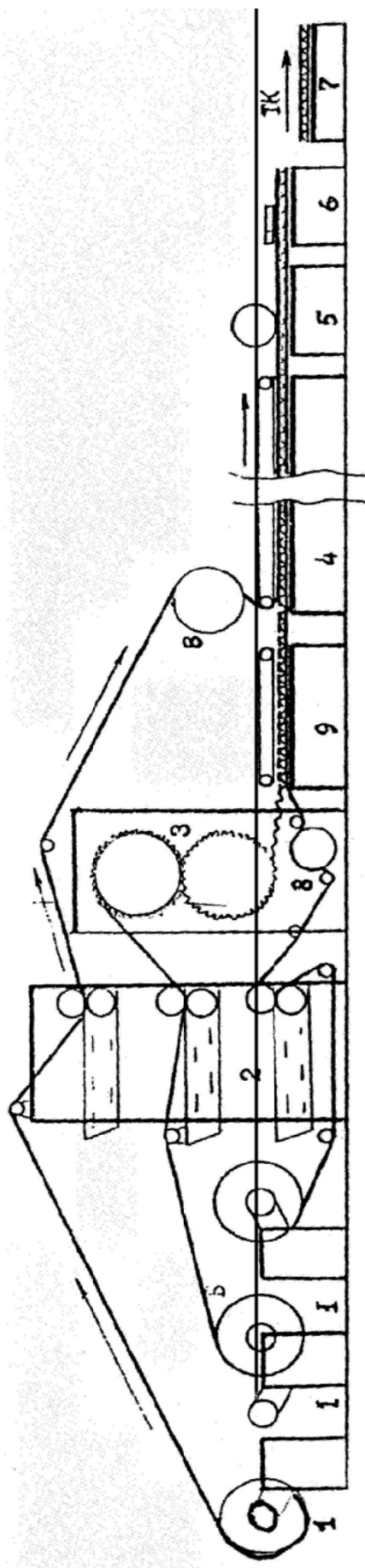


Рис. 4.2. Технологічна схема виготовлення вологоміцного гофрованого картону за методом термосклеювання: 1 – розкати рулонів паперу й картону; 2 – клеєнаосний вузол; 3 – гофрувальний вузол; 4 – охолоджувальний стіл; 5 – вузол поздовжнього розрізання; 6 – вузол поперечного розрізання, 7 – стіл прийому заготівель; 8 – підігрівач; 9 – стіл приймання двошарового картону

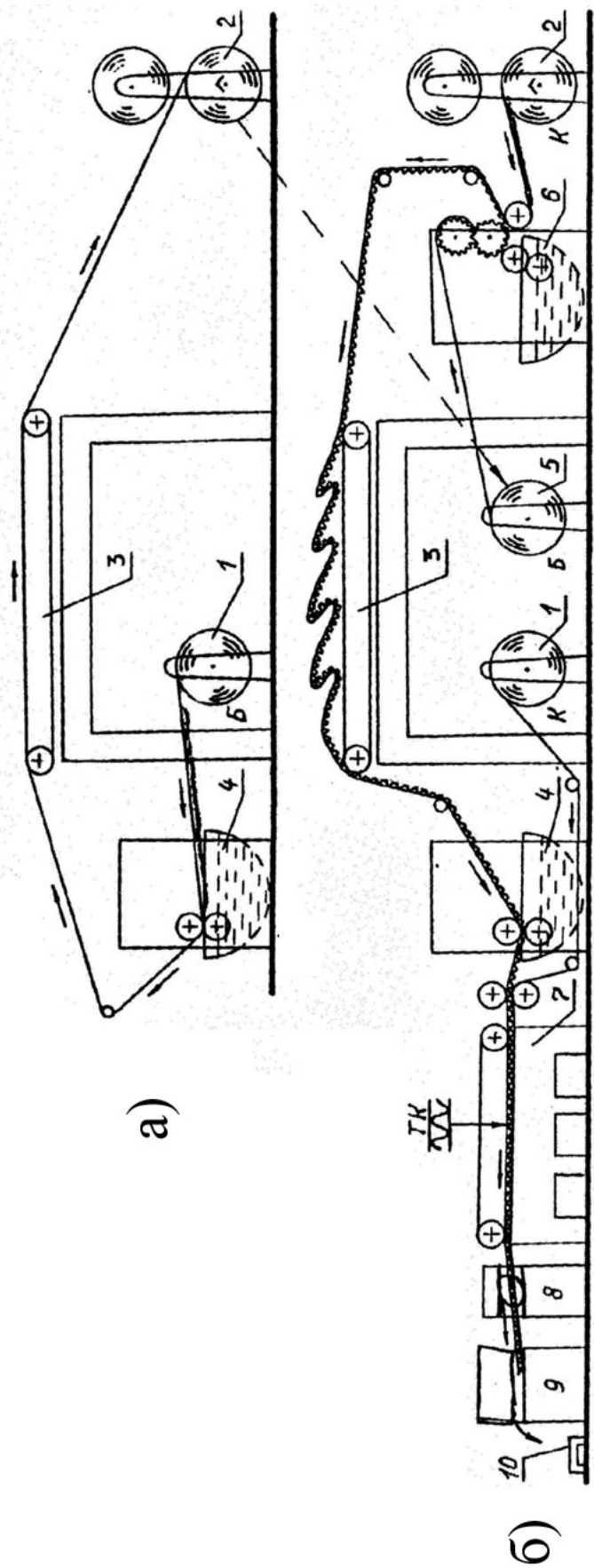


Рис. 4.3. Схема виготовлення зміцненого гофрокартону із просоченням середнього шару:

а) схема просочування паперу для гофрування: 1, 2 – розкати для паперу; 3 – накопичувач;

4 – просочувальний вузол; б) схема виготовлення гофрокартону із просочуванням середнього шару: 1, 2, 5 – розкати паперу й картону; 3 – накопичувач; 4 – клейовий вузол; 6 – вузол для гофрування;

7 – сушильний стіл; 8 – вузол повздожнього розрізання;

9 – вузол поперечного розрізання; 10 – приймальний стіл

**Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів**

---

Покритий хімічним складом папір додатково не пластифікується водою, як це проводиться за традиційною технологією, оскільки процес покриття виконує функцію пластифікації. Під час гофрування покритий папір не втрачає міцності завдяки підвищенню пластичності, що сприяє зростанню жорсткості гофрованого картону не менше ніж на 20%. Застосування нових рецептур клеїв на основі ПВС та акрилатів сприяє зростанню також міцності з'єднання шарів у 2 рази, при цьому додатково зростає жорсткість гофрокартону не менш ніж на 10%. Диференційоване застосування покриття у поєднанні з відповідним клеєм дає можливість варіювати технологічними параметрами і розширювати діапазон нових марок та асортимент картону згідно з вимогами до упакування тієї або іншої продукції. Так, динамічна міцність тари і, відповідно, картону зростає на 20% із застосуванням покриття поверхні акриловою дисперсією; для підвищення жорсткості тари папір покривають розчином полівінілового спирту або лігносульфонатом; для надання вологоміцності – акриловою емульсією або розчином полівінілового спирту при обов'язковому склеюванні вологоміцним клеєм (на основі ПВС та акрилатів).

Результати випробування зазначених вище видів картону, наведені у табл. 4.3, показали можливість значного підвищення міцнісних параметрів (до 90%) і вологоміцності (до 80%).

*Таблиця 4.3*

**Показники фізико-механічних властивостей зміцнених видів картону**

Найменування показників	Найменування видів картону		
	Тришаровий звичайний гофрокартон	Дубльований гофрокартон	Термо-склесний гофрокартон
Товщина картону, мм	4,5	4,5	4,6
Опір торцевому стисканню, кН/м	38	73	78

## Паперові пакувальні матеріали

Закінчення табл. 4.3

Найменування показників	Найменування видів картону		
	Тришаровий звичайний гофрокартон	Дубльований гофрокартон	Термо-склесний гофрокартон
Опір продавлюванню, МПа	0,9	1,4	1,4
Опір розшаруванню, кН/м	0,3	0,5	0,8
Опір механічному пробою, Дж	5,0	8,4	8,2
Руйнівне зусилля під час розриву, Н:			
– уздовж полотна	974	1046	1010
– поперек полотна	492	877	820
Вологоміцність, %	4	30	65

*Джерело: розроблено авторами*

Фірма Ека Нобель Актиеболаг запатентувала пакувальний матеріал зі зниженим переносом від пакування до його вмісту агентів, що викликають появу небажаного присмаку і/або небезпечних речовин [116]. Згаданий пакувальний матеріал містить цеоліт за масової долі 0,05–20,0 кг/т з гідрофобністю, що характеризується масовим вмістом залишкового бутанолу менше 0,6%. Присутність у картоні гідрофобного цеоліту типу пентасилу, що має молярне співвідношення  $\text{Si}_2\text{O}_3$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  у тетраедричній структурі щонайменше 10:1, підсилює його водовідштовхувальні властивості.

Фірмою Акцо Нобель Н.В. (NL) розроблено спосіб отримання тонкого вологоміцного паперу, відповідно до якого у целюлозну суспензію для підвищення вологоміцності вводять смолу або агент, що містять катіонний азотовмісний полімер. При цьому катіонний азотовмісний полімер обраний з ряду сполук, отримуваних з алкіл(мет)акрилатів, алкіл(мет)акриламідів, алкілсульфонатів, алкілсульфатів, діазосполучень, простих ефірів або епоксидів, або їхніх сумішей [113].

Виходячи з вимог, висунутих до пакування для того або іншого асортименту продукції, щоб забезпечити рівень споживних властивостей паперу, необхідно застосовувати екологічно чисті або екологічно безпечні хімічні добавки –

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

крім допоміжних хімікатів, це, у першу чергу, клей для проклеювання в масі і поліамід-епіхлоргідринова смола для надання паперу вологоміцності за нейтрального рН середовища, що не містять у своєму складі небезпечних для здоров'я людей компонентів.

Фірма Ceratonia S.A. (Іспанія) виготовляє нейтральну вологоміцну епіхлоргідринову смолу Kumene і розроблений фірмою Hercules синтетичний проклеювальний засіб Aquapel. Останній дає можливість виготовляти папір у нейтральному середовищі і більш широко застосовувати карбонат кальцію як наповнювач [201].

Для механізованого упакування вершкового масла, маргарину, сирних виробів та інших харчових продуктів розроблений жиростійкий і вологоміцний папір, що за технічними властивостями близький до пергаменту.

Жиростійкість та вологоміцність паперу досягаються за допомогою допоміжних хімічних речовин, які додають під час підготовки паперової маси й поверхневого оброблення виготовленого паперового полотна. Такий спосіб виробництва паперу є перспективним та економічним, оскільки виключає трудомісткий процес пергаментування концентрованою сірчаною кислотою попередньо виготовленої основи.

У результаті досліджень, виконаних науковцями УкрНДІП та КНТЕУ, визначені вимоги до розроблюваного паперу для упакування продуктів з високим вмістом жиру й вологи, які рекомендовані для розроблення технології виготовлення та організації його промислового випуску, наведені у табл. 4.4.

Розроблено жиронепроникні й вологоміцні види пакувального паперу, які характеризуються необхідним комплексом захисних, механічних, експлуатаційних властивостей, пройшли всебічні виробничі випробування на різних підприємствах харчової і переробної галузей. Пакувальні види паперу використовувалися для автоматичного й ручного розфасування жиро- і вологовмісної продукції: масла вершкового, маргарину у пачки і моноліт, сиру й сирних виробів,

## Паперові пакувальні матеріали

вафель, печива, карамелі, дріжджів та інших продуктів, показали відповідність властивостей вимогам харчової промисловості і високу технологічність перероблення на швидкісному фасувально-пакувальному обладнанні [68, 73, 103, 116].

*Таблиця 4.4*

### Вимоги до паперу для упакування жиро- і вологовмісних продуктів

Найменування показника	Рекомендовані вимоги	
	Для жировмісних продуктів	Для вологовмісних продуктів
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	50,0	60,0
Руйнівне зусилля, Н, не менше: – у машинному напрямі; – у поперечному напрямі	50 30	70 40
Абсолютний опір продавлюванню, кПа, не менше: – у сухому стані; – у вологому стані	300 50	350 55
Жиропроникність, число наскрізних отворів розміром до 0,1 мм на площі 1 м <sup>2</sup> , шт., не більше	75	45
Засміченість, число смітинок на 1 м <sup>2</sup> площею від 0,1 до 0,5 мм <sup>2</sup> , не більше	150	
рН водної витяжки, од. рН	5,5	9,0
Білість, %, не менше	60	
Число металевих краплень, шт., не більше: – заліза; – міді	15 0	
Масова частка свинцю, %, не більше	0,0020	
Вологість, %	7,0–9,0	

*Джерело: запропоновано за результатами аналізу нормативних документів*



Маючи необхідні захисні й специфічні властивості для упакування того або іншого продукту, структура розроблених видів паперу відрізняється також задовільною здатністю до сприйняття типографської фарби, забезпечуючи високоякісний друк під час нанесення багатобарвної етикетки на один з його боків. Фарба міцно утримується папером, не стирається, не змивається, не переходить на поверхню упакованого продукту, запах, смакові якості і зовнішній вигляд якого залишаються незмінними протягом передбаченого нормативною документацією строку його зберігання.

Освоєння виробництва та промисловий випуск паперу для прямого упакування харчових продуктів проводилися і здійснювалися на Малинській, Змієвській, Коростишівській паперових фабриках, які виготовляли більше 2,0 тис. т на рік такої продукції, з яких 500 т поставлялися на експорт.

Підвищений опір проникненню повітря, вологи і деяких жирорічовин забезпечувався завдяки високій зімкнутості поверхні паперу, отриманої за рахунок застосування для його виготовлення високофібрільованої й гідратованої у процесі розмелювання волокнистої маси зі ступенем помелу 75–85°ШР та ущільнення паперу на суперкаландрі. Це сприяло підвищенню стійкості такого паперу під час упакування продуктів з високим вмістом вологи (наприклад, сиру, що містить до 80% сироватки).

Папір подібного призначення гостро необхідний для різних галузей економіки країни, яка постійно диктує необхідність розширення його асортименту, удосконалення якості, створення нових видів і марок, що враховують властивості упакованої продукції, та характеризується високими захисними, бар'єрними і спеціальними властивостями, білістю й станом поверхні для забезпечення пакування сучасного дизайну за невисокої вартості. Над вирішенням цих питань і працюють нині науковці спільно з підприємствами, що виготовляють та споживають пакувальні матеріали.

Показники якості вологоміцних видів паперу й картону підвищують шляхом застосування каоліну, крейди (або їхніх

сумішей), карбонату амонію й цирконію, які мають низьку токсичність, інертні до навколишнього середовища, що дає змогу застосовувати оброблені ними картон і папір як пакування й тару для харчових продуктів [188, 189, 191, 258]. Полімери, що входять до складу покриттів для підвищення якості поверхні паперу-основи або картону, як, наприклад, синтетичні латекси, полівініловий спирт, КМЦ, крохмалі, протеїни, розчинні або дисперговані у воді, тому покриття на основі цих зв'язуючих чутливі до впливу води. Для підвищення водостійкості паперу й картону необхідні ці зв'язуючі модифікувати [86, 98].

Для підвищення ефективності дії вологоміцних поліамінамідпідхлоргідринових смол мають дотримуватися такі умови:

– рН середовища має підтримуватися на рівні 6–8, за рН нижче 5 ефективність дії смол знижується;

– із підвищенням жорсткості води погіршується ефективність дії ПАЕХ-смол;

– паперова маса не повинна містити аніонних домішок, які необхідно видаляти шляхом промивання;

– із підвищенням ступеня помелу маси ефективність дії ПАЕХ-смол поліпшується.

Аміни – похідні аміаку, у молекулі якого один або декілька атомів водню заміщені органічними радикалами, аміногрупа –  $\text{NH}_2$ .

Аміди – похідні кислот, у яких гідроксил карбоксильної групи заміщено аміногрупою  $\text{NH}_2$  (наприклад,  $\text{H}-\text{CONH}_2$  – амід мурашиної кислоти – формамід).

Слід зазначити:  $10 \text{ мг/дм}^3$  гіпохлориту натрію  $\text{NaClO}$  (гіпохлорити – солі хлорноватистої кислоти  $\text{HClO}$ ), що використовується як окислювач, знижує ефективність дії смол на 50%.

З уведенням 0,2% ПАЕХ-смол на 20–40% підвищується ступінь утримання целюлозного волокна і зневоднювання суспензії паперової маси, забезпечується підвищення вологоміцності виготовленого паперу.

Епіхлоргідринові смоли застосовуються переважно у виробництві спеціальних видів паперу.

Види паперу низької маси  $1\text{м}^2$  і товщини, яким епіхлоргідринова смола надає вологоміцність; сприяє утриманню волокна; регулює рівень експлуатаційних властивостей на Янкі-циліндрі (сушильний циліндр ПРМ великого діаметра, самознімальний, дає змогу отримати папір одnobічної гладкості).

Залежно від необхідної вологоміцності кінцевого продукту, засіб для надання вологоміцності вводиться у масу або наноситься на поверхню паперу на Янкі-циліндрі. Зазвичай, кількість нанесеного продукту становить 1–4% 12,5-відсоткового товарного продукту. При введенні добавок у масу на Янкі-циліндрі також утворюється потрібний катіонний шар (регулювання зчеплення). Під час нанесення на поверхню паперового полотна на циліндрі вологоміцний засіб при необхідності змішують із полівініловим спиртом.

Відповідно до рекомендацій Федерального відомства з охорони здоров'я (Німеччина) як вологоміцні добавки у виробництві паперу для фільтрування гарячих розчинів допускається застосування лише епіхлоргідринових смол.

Для виробництва фільтруючих шарів ці добавки придатні завдяки збереженню високої вологоміцності у процесі стерилізації. Катіонний заряд сучасних добавок у більшості випадків недостатній для катіонної зарядки фільтруючого шару, тому рекомендується комбіноване застосування цього продукту з відповідними висококатіонними добавками.

На ступінь утримання наповнювача у папері позитивно впливає застосування епіхлоргідринових смол. Відносно висока величина рН деяких видів продуктів, наприклад, продукту Resamin VHW 607  $\text{pH} = 4$  дає змогу застосовувати їх без проведення коригування рН середовища.

Застосування епіхлоргідринової смоли, як вологозміцнюючої добавки, особливо є ефективним у нейтральному середовищі. Це дає можливість застосовувати крейду як економічний наповнювач з метою підвищення білості паперу

і надає змогу повторно використовувати крейдований брак або макулатуру. Можливі сфери застосування – виробництво шпалер, писально-друкарських та спеціальних видів паперу.

ПАЕХ-смоли є вологоміцними агентами для введення до паперової маси. Оскільки ці продукти дуже надійно утримуються волокнами, дозування може здійснюватися у нерозбавленому вигляді перед сіткою ПРМ або при низькій концентрації перед або після очищення суспензії паперової маси. У певних випадках більш тривалі періоди контакту з целюлозним волокном ведуть до досягнення кращих результатів, тому не рекомендується введення добавок після очищення; дозування при високій концентрації призводить, навпаки, до перевитрати смоли.

Як особливий випадок можливе застосування смол шляхом нанесення на поверхню паперу, наприклад, поєднуючи з нанесенням крохмалю. Розчин, що застосовується на клеїльному пресі, у цьому випадку не містить аніонних продуктів. До переваг такого способу відноситься те, що при його реалізації не відбувається забруднення повітря й води, знижується витрата застосовуваних вологоміцних добавок.

Завдяки своїм специфічним властивостям меламінова смола посіла чільне місце у виробництві спеціальних видів паперу, а також для «зшивання» крейдованих сполук.

Зазвичай, варто розрізняти готові до вживання розчини смол і концентрати. Готові розчини пропонуються 10–12-відсотковій кислій сполуці. Для активування ці продукти містять соляну або мурашину кислоту. Застосування мурашиної кислоти допомагає уникнути пов'язаної із хлоридами проблеми корозії і призводить, внаслідок леткості кислоти, до більш високого показника рН у готовому папері (водяній витяжці з паперу).

Типові приклади застосування меламінової смоли та її витрати у виробництві різних видів паперу наведено у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

**Витрати меламінової смоли  
під час виготовлення різних видів паперу**

Вид паперу	Витрата смоли, %
Банкнотний, з водяними знаками.	2,5–4,0
Основа для шліфувальної шкурки, декоративний.	1,5–3,0
Етикетковий, конденсаторний, для шпалер, пакувальний (для харчових продуктів)	0,5–2,0

*Джерело: запропоновано за результатами аналізу нормативних документів*

Основними сферами застосування меламінової смоли є виробництво спеціальних видів паперу. Витрати вологоміцних засобів варіюються залежно від виду або від вимог, що висуваються до паперу.

Оскільки меламінові смоли заряджені помірно катіонно, як поліамідамінепіхлоргідринові смоли, можливі порівняно високі дозування, у результаті чого виникають втрати ступеня утримання або навіть катіонне перезарядження. Великий вплив на ефективність дії вологоміцної смоли має місце й послідовність його введення (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Місце і послідовність введення вологоміцної добавки**

Місце введення	Послідовність введення
– перед змішувальним насосом (нерозбавлений продукт); – у басейні (попередньо розбавлений продукт, при інтенсивному перемішуванні)	– після усіх аніонних добавок; – після сульфату алюмінію; – перед утримуючими засобами

*Джерело: запропоновано авторами*

Меламінові смоли, як помірно катіонні продукти, можуть вводитися у нерозбавленому вигляді, якщо це відбувається при інтенсивній турбулентності. Місце дозування – переважно перед змішувальним насосом. Дозування пізніше є небажаним, оскільки у цьому випадку час контакту з волокном буде занадто коротким. Більш раннє введення сприятливе за умови, що смола досить швидко й рівномірно розподіляється у загальній масі, чого, як правило, при додаванні у басейн не відбувається. Якщо ж, незважаючи на це, необхідно здійснити дозування у басейн або в інше місце низької турбулентності, тоді рекомендується попереднє розведення смоли (наприклад, за допомогою стаціонарної мішалки) у співвідношенні 1:10 чистою водою.

Меламінову смолу не бажано змішувати або дозувати безпосередньо з іншими реагентами, введення відбувається після всіх аніонних добавок і після того, коли повністю змішується сульфат алюмінію. Утримуючі засоби та інші високозаряджені катіонні полімери дозуються після смоли.

При дотриманні цих граничних умов волокниста маса досить ефективно всмоктує меламінову смолу.

Однак, високу вологоміцність не завжди можна отримати введенням значної кількості смоли, особливо тоді, коли використовують слабко розмелену целюлозу, макулатуру або в умовах замкнутих циклів водокористування. Результатами досліджень щодо визначення причин цих явищ і пошуку шляхів досягнення високої вологоміцності паперу було встановлено: на дію катіонних смол насамперед негативно впливають аніонні речовини.

Застосування адсорбентів та фіксаторів сприяє зниженню вмісту шкідливих домішок і, як результат, підвищенню ефективності засобів для надання вологоміцності. Позитивний вплив на підвищення вологоміцності досягається застосуванням «допоміжних агентів для змочування» на основі гуарової смоли у комбінації з епіхлоргідринними смолами. Окрім того, вони додатково підвищують міцність у сухому стані.

Питання відносно виготовлення вологоміцних смол сто-сується, перш за все, епіхлоргідринних смол. Спочатку згу-щують діетилентриамін і кислоту, яка містить карбоксильну групу, для отримання поліамідаміну. Потім відбувається реакція з епіхлоргідрином, у результаті якої утворюється передконденсат хлоргідринової смоли. Після підкислення до досягнення рН – 2–3 утворюється стабільна епіхлоргідринова смола [229].

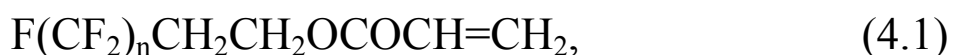
Головною особливістю цих смол є те, що вони, завдяки позитивно зарядженому атому азоту, мають яскраво виражені катіонні властивості. Тому полімер має високу спорідненість до целюлози. Цим же обумовлена і взаємодія його з нега-тивно зарядженими пігментами. Технічні властивості ПАЕХ-смол визначаються вибором вихідних складових компонентів та їхнім співвідношенням, умовами попередньої конденсації під час отримання смол і ступенем конденсації, а також характером їхньої стабілізації. З погляду на технології засто-сування має значення кількість введеної смоли, умови дозу-вання й сушіння паперу або картону, термін витримки їх після виготовлення, значення рН середовища. Оскільки зв'язки утворюються безпосередньо між полімером і целю-лозою, не вимагаючи як проміжну ланку іонів алюмінію, як це необхідно для ефективної дії аніонного поліакриламідну (ПАА), ПАЕХ-смоли менш чутливі до сполук алюмінію та змінювання рН середовища, ніж ПАА. Вона надходить у продаж у вигляді 12,5-відсоткового розчину, застосовується для виробництва тонких видів паперу, ламінатів, фотопід-кладки, мішкового паперу із сульфітної целюлози, фільтру-вального паперу. При цьому ПАЕХ-смола є також утри-муочим і допоміжним засобом для крепування паперу.

Поліамідна твердіюча смола Kumepe 450 характери-зується низьким переносом у продукти харчування, не впливає на їхні властивості, що дає змогу використовувати її у виробництві волого- і жиростійких видів пакувального паперу для харчової промисловості.

Окрім смоли, існують й інші фактори, котрі сприяють підвищенню вологоміцності паперу, а саме: масова частка і ступінь помелу целюлозного волокна; умови формування на ПРМ; адсорбовані на волокнах і що знаходяться у рідині продуктивні речовини, тобто ті, які, у першу чергу, можуть вступати у взаємодію з хімікатами для покращання якості (клеєм і смолою) [206, 246]. Їхній вплив максимально обмежують введенням зв'язувального хімічного реагенту.

Так, наприклад, у технологічній схемі виготовлення вологоміцного паперу працює деаератор маси, оскільки досить високе дозування смоли неминуче створює проблему піноутворення з негативними наслідками для роботи ПРМ. Зазначені нововведення дали змогу знизити витрати основних хімікатів, підвищити і стабілізувати якість паперу на більш високому рівні, особливо паперу з відносною вологоміцністю більше 20%, без проблем переробляти брак, оскільки витрата ПАЕХ знижена для паперу цього рівня відносної вологоміцності практично у 4 рази, тобто до рівня, що не викликає яких-небудь труднощів з розпуском сухого браку під час його повторного використання [158].

У США розроблений хімічний склад суспензії та спосіб підвищення вологоміцності паперу для упакування харчових продуктів, кондитерських виробів і товарів. Папір з небіленої сульфатної целюлози піддають поверхневому проклеюванню у клеїльному пресі ПРМ суспензією на основі полімеру, що містить алкілметакрилат, диспергатор і наповнювач. Для розчинення суспензії для покриттів застосовується полівініловий спирт, можливе застосування 55–60% перфторалкілетилакрилату формули:



де  $n=6,8,10, 12, 14$  і  $16$ .

Компанія Raisio Chemicals Oy (Фінляндія) розробила групу полімерних дисперсних покриттів Rebarco®, які задовольняють вимоги нормативів Bg W і PDA для повного контакту з харчовими продуктами [60].

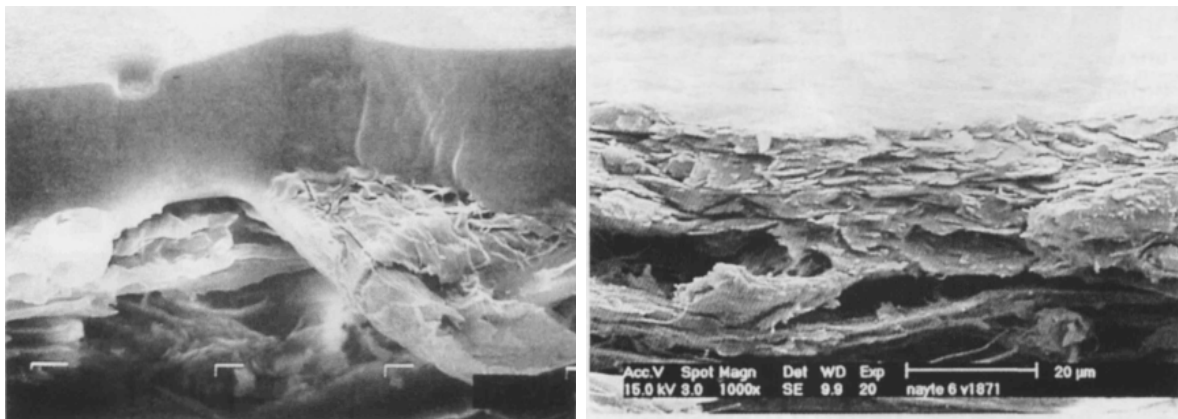


#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

Нанесення бар'єрних полімерних дисперсних покриттів відноситься до техніки крейдування, тоді як латекс (рідка дисперсія з полімерними частками низької й високої молекулярної маси) наносять безпосередньо на поверхню паперу або картону.

До групи Rebarcor входять дисперсії без наповнювача і з високим вмістом наповнювача, який, звичайно, впливає на бар'єрні, механічні й технологічні властивості матеріалу. Так, мінеральні наповнювачі істотно змінюють структуру плівки латексу. На рис. 4.4 наведено мікрофотографії перерізу плівки із чистого латексу й покриття з високим вмістом наповнювача, які використані для відповідних бар'єрних вимірів.

Покриття Rebarcor можуть бути нанесені на вбудованій або окремо від ПРМ крейдувальній установці різних конструкцій.



*а*

*б*

*Рис. 4.4. Мікрофотографії перерізу плівки латексу (а) і крейдувальна дисперсія з мінеральним наповнювачем (б). Спостереження виконані під кутом 45°*

Можливі способи знімання надлишку дисперсії з основи або нанесення на основу попередньо підготовленої плівки, а також застосування крейдувальних пристроїв з валами для нанесення роликівим, повітряним шабером, гнучким лезом, зануренням, розпиленням та обладнання для глибокого, високого, флексографічного друку. Безумовно: визначальною є

здатність крейдувального пристрою щодо рівномірного нанесення дисперсії по всій ширині полотна-основи, регулювання маси покриття й висушки його. Залежно від конструкції крейдувальної установки і складу полімерної дисперсії, зазвичай, доцільно остудити крейдоване полотно перед намотуванням. Також важливо, аби крейдувальний пристрій наносив на основу рівномірну плівку дисперсії, не вдавляючи покриття в основу. Практично крейдувальний пристрій з повітряним шабером – це один із кращих способів нанесення покриття, яке дає змогу майже точно слідкувати за контуром поверхні основи. На жаль, у цьому випадку є обмеження щодо швидкості нанесення і в'язкості дисперсії.

Для підвищення продуктивності обладнання вбудоване крейдувальне устаткування має переваги перед тими, що розміщені окремо від ПРМ – воно дає змогу зменшити вартість обладнання, скоротити кількість відходів, витрати праці й часу порівняно з роздільним крейдуванням. Однак, для вмонтованого крейдування існують додаткові вимоги до якості бар'єрних дисперсій, реологічні властивості яких, як і звичайних крейдувальних суспензій, мають забезпечувати ефективну роботу й високу продуктивність крейдувальної установки. У процесі намотування рулону покриття не повинне переходити на зворотний бік наступного шару полотна навіть при температурі 80–95° С.

Покриття Rebarcor спеціально розроблені для вмонтованого крейдування, їхня перевага підтверджена успішними випробуваннями на діючих установках.

Методи крейдування, якість основи і склад дисперсії визначають необхідну масу покриття, умови виміру якої впливають на бар'єрні властивості, що особливо є важливим при незначній масі покриття.

Полімерні дисперсні покриття можуть бути використані для різних видів тари й пакування: як для харчових, так і не харчових продуктів [63, 136, 224, 236]. Для упакування перших висуваються більш високі вимоги до якості покриття, включаючи зовнішній вигляд, схоронність запаху й смаку.

Багато видів тари і пакувань, наприклад, коробки виконують низку первинних функцій: механічний захист вмісту, підвищення схоронності товару й початкової форми або просте полегшення застосування товару. Для виготовлення ящиків висуваються інші вимоги до покриття: теплове ущільнення без тенденції до блокування, якість склеювання, друкарські властивості [84].

Бар'єрні дисперсії застосовують для ящиків і пакувань з замороженими та охолодженими продуктами: морозиво, охолоджені овочі, рибні палички, піца, хлібобулочні вироби. При нормальних умовах зберігання до такої тари не висувають особливих вимог. Особливі умови висуваються для транспортування й відтавання, хоча ці процеси значно менш тривалі, ніж зберігання при нормальних умовах.

Відомий фінський виробник картону Stromsdal виготовляє сімейство пакувальних матеріалів з водно-дисперсійним бар'єрним покриттям ТЕСТА, для виробництва яких як основа використовується картон марок FBV і СТМР [146].

Тришаровий картон-основа складається із середнього шару – термомеханічної біленої деревної маси, яку отримують шляхом розмелювання деревини під впливом водяної пари і високих температур. Такий спосіб, на відміну від хімічного варіння целюлози, дає змогу одержати довгі й неушкоджені волокна, що надають картону високу пухкість, жорсткість і непрозорість. Верхній та нижній шари складаються з волокон целюлози, отриманої із застосуванням екологічно чистого методу безхлорного вибілювання (ECF), що забезпечує необхідну білість і гладкість поверхні картону-основи. Лицьова сторона дворазового крейдування – для повнокольорового друку, а оборотна має двошарове бар'єрне воднодисперсійне покриття.

FBV-основи використовуються для виробництва бар'єрних марок картону ТЕСТА Base і ТЕСТА Vapor, які мають незаперечні переваги перед іншими: висока пухкість, непрозорість і жорсткість, простота оброблення, відносно низька ціна. Слабкими сторонами картону FBV слід назвати

відносно низький ступінь білості й слабку стійкість до нагрівання. Саме тому не рекомендується тривале нагрівання пакування з продуктом до температури вище  $150^{\circ}\text{C}$ , оскільки це може призвести до появи запаху, що змінює аромат і смак вмісту.

Відмінність картону марки СТМР полягає у використанні як середнього шару хіміко-термомеханічної деревної маси.

У майбутньому дисперсійні покриття можуть бути головним захисним шаром для рідких та асептичних пакувань. Можливе застосування для дисперсійних покриттів у майбутньому багат шарових структур, а також як проміжних шарів між основою й первинним захисним шаром.

У Японії розроблено композиційний матеріал на основі паперу, покритого вологопроникною плівкою, що має здатність до біорозкладу. Таку плівку формують за допомогою екструзії розплаву композиції, яка містить переважно ацетат целюлози і пластифікатор. Проникність водяної пари (відповідно до JIS Z 0208) для плівки становить  $2000\text{--}8000\text{ г/м}^2$  за 24 години.

Папір набуває водонепроникність і має високий ступінь проклеювання шляхом введення до його композиції від 2 до 9 кг на 1 т речовини, що є похідною хрому – стеарохлориду хрому, яка практично не впливає на механічну міцність сухого паперу, але помітно підвищує опір розриванню вологого паперу.

Папір високої волого- і жиростійкості отримують шляхом оброблення крафт-паперу водним розчином, що містить (%): 10–20 фторвмісних водо- і жировідштовхуючих речовин, 2–10 термореактивної смоли та 1–3 змочувальної речовини з наступним нагріванням для здійснення процесу вулканізації. Як термореактивну смолу використовують суміш мела міну та епоксидної смоли [164].

Оброблення паперу розчином хітозану за масової частки 0,5–3,0% підвищує його волого- і механічну міцність, що дає змогу використовувати його для упакування шинки, сосисок та інших м'ясних продуктів.

Водна композиція, яка містить полівініловий спирт і колоїдну кремнієкислоту за масового співвідношення  $\text{Si}_2\text{O}_2 / \text{ПВС} \geq 0,22$ , нанесена на поверхню паперу, надає йому вологонепроникність за рахунок утворення плівки, стійкої до дії холодної й гарячої води. Оброблений таким способом папір може використовуватися для упакування вологовмісних харчових продуктів [225].

Вологостійкість паперу і картону, як пакувальних матеріалів, підвищують шляхом введення до паперової маси або шляхом нанесення на їхню поверхню:

- вищих жирних кислот або їхніх солей, наприклад, стеарату калію і/або воску вуглеводневого типу;
- гідрофільного полімеру, який містить гідроксильні групи, наприклад, желатинізованого крохмалю, переважно суміші маїсового, просяного й рисового.

Для оброблення поверхні паперу можуть бути введені також складні і прості ефіри целюлози, які застосовують як самостійні покриття, так і у вигляді складових частин.

Покриття на основі метилцелюлози гідрофільні, тому, з метою надання водонепроникності, метилцелюлозне покриття обробляють багатоосновною кислотою, діальдегідом, сечовино- або меламіноформальдегідною смолою.

З метилцелюлози й метилоксипропілцелюлози методом поливу, екструзії та іншими способами отримують прозорі плівки, пластифікаторами для яких слугують гліколи, їхні ефіри й полігліколи.

Стійкість NaKMЦ до дії води забезпечується у результаті відповідного оброблення, наприклад, сульфатом алюмінію або у результаті дії таких зшиваючих реагентів як диметилсечовина, у присутності оцтової кислоти. NaKMЦ використовується у вигляді водних розчинів для покриття і ґрунтування паперу, а також як сполучний агент у складі покриття, оскільки має високу клейову здатність.

Для забезпечення високої вологоміцності (25–35%) і жиронепроникності пакувального паперу масою  $1 \text{ м}^2$  від 40 до 70 г у деяких країнах, замість пергаменту, як хімічні

реагенти застосовуються різноманітні речовини: органічні фторвмісні сполуки, синтетичні смоли, натрієва сіль карбоксиметилцелюлози та її співполімери, модифіковані крохмалі та інші речовини [12, 14, 32, 42, 67, 69, 70, 137, 144, 153, 195, 222, 233].

Так, введення до композиції картону гідрофобних полімерних смол різко знижує його водопроникність [49]. Поверхнева вбирність під час однобічного змочування (число Кобба) для цього картону становить менше  $25 \text{ г/м}^2$  за 180 с, тоді як для звичайного картону цей показник становить 30–60  $\text{г/м}^2$  за 60 с. Такий водовідштовхувальний картон використовують для упакування різних заморожених продуктів, котрі містять значну кількість вологи: риба, м'ясо, морозиво тощо.

Гідрофобність і фрикційні властивості надає паперу сполука, яка містить органосилікати,  $\text{TiOSn}$ ,  $\text{NaKMЦ}$ ,  $\text{PBC}$ ,  $\text{PBA}$ , полісахариди, алкілфеноли, поліоксиетилен, котру наносять на папір-основу [133]. Оброблений таким складом папір використовують для упакування замороженої рибопродукції, яку зберігають у холодильниках, а також для розігрівання рибних страв у мікрохвильових печах при температурі  $300^\circ \text{C}$ .

У Японії папір для упакування рідин отримують за допомогою ламінування папероподібного шару, шару з композицією смоли, що має неорганічний шароподібний компонент, і шару термопластичної смоли [51]. Формування кожного зі згаданих шарів, тобто порядок нашаровування, не обмежується, а шари смоли можуть накладатися між ними. Ламінований папір для упакування рідин має бар'єрну властивість проти киснепроникності ( $\text{мол/атм. м}^2$  на добу) 1 або нижче, і проти газу 0,05 або нижче.

Відповідно до розробленої фінськими фірмами технології, виготовлення паперу, картону й пакування здійснюють шляхом нанесення на їхню поверхню непроникної для рідини й газів полімеризуючої реакційної суміші [45]. Суміш містить, щонайменше, одну кремнієву сполуку, котра формує

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

неорганічний полімерний каркас ланцюгового типу або з поперечними зшивками, який містить альтернативні атоми кремнію й кисню, і, щонайменше, одну реакційну органічну сполуку, яка формує органічні бокові ланцюги і/або поперечні зшивки стосовно полімерного каркасу. Реакційна суміш може сформувати колоїдний розчин, у якому одночасно з полімеризацією має місце гелеутворення, після чого створений таким чином гель висушується, ущільнюється і твердіє з формуванням шару покриття, непроникного для рідин та газів. Виробами, до яких можуть бути віднесені папір або картон з покриттям відповідно до цього способу, є контейнери для молока і соків або подібні їм пакування рідких харчових продуктів, пакування для харчових продуктів типу сумки, задруковані тепловим методом, змінні покриття контейнерів і коробок, а також підкладки для мікрохвильових і звичайних печей. Такий пакувальний матеріал забезпечує пакуванню непроникність для рідин і газів, достатню міцність під час складування контейнерів з тонкого або товстого картону.

Фірмою Tim-Bag Corp. (США) запропонований спосіб виробництва паперу для гофрування й тарного картону із застосуванням макулатурної маси та регенерованих полімерних матеріалів, витрати яких коливаються від 3 до 20%. Для отримання регенерованих полімерних матеріалів використовують акрильні смоли, емульсії поліетилену, окис цинку  $ZnO$  та амонію, гідрат окису  $NH_4OH$ . Регенеровані полімерні матеріали вводять у суспензію паперової маси у напірному ящику ПРМ або ж наносять на паперове полотно методом розпилення, за допомогою сприсків. Додаток регенерованих полімерних матеріалів дає змогу підвищити силу міжволоконних зв'язків, водостійкість, жиронепроникність і міцність паперу (на 30%).

Можливе застосування проміжного продукту на основі полімерів лігніну для отримання водостійких покриттів на папері й картоні, а також як реагенту для отримання водостійких похідних крохмалю [120]. Із цією метою лігнінвмісні

відходи паперової промисловості піддають дії ензимів у присутності окислювача протягом 3–15 годин на повітрі або 10–30 хв у кисні при зниженому тиску.

За розробленою у США технологією волокнисті аркуші, стійкі до підвищеної вологості, формують з маси целюлозного волокна, обробленого карбоксилуючими агентами (ди- або полікарбонові кислоти), що містять катіонні добавки [44].

Для оброблення гідрофільної картонно-паперової продукції використовують також композицію, яка містить більше 20% воску при температурі плавлення 35° С (карнаубський, пальмовий, бджолиний, вовняний, парафіновий або поліетиленовий віск) та багатоатомний спирт (поліпропіленгліколь, поліетиленгліколь, гліцерин, їхні суміші) [203].

Водні композиції з підвищеною стійкістю до жирів, води й хімічних реактивів, які використовують для оброблення поверхні паперу або вводять у паперову масу, отримують співполімеризацією у водній емульсії (%): 5–60 диспергованих у воді полімерів (мет)акрилової, фумарової кислот, малеїнового ангідриду, 2–30 жирних кислот з кислотним числом >100, 20–93 вінілових мономерів (стирольні мономери, (мет)акрилати),  $\leq 3$  агентів передачі ланцюга (додецилмеркаптан),  $\leq 5$  неіонних і/або аніонних поверхнево-активних речовин (етоксильовані алкілфеноли й жирні спирти, алкілсульфати) та ініціаторів співполімеризації (перекису водню, ТРЕТ-бутилу). Для надання вологоміцності паперу шляхом введення у масу переважає застосування двох груп хімічних речовин. До першої групи відносяться аміноформальдегідні передконденсати (UF, MF), які у пропонованій формі утримуються целюлозними волокнами і потім у кислому середовищі в присутності каталізаторів утворюють полімерну сітку. Друга група – це поліаміни (ПАЕ) та поліамідаміни (ПААЕ), котрі у результаті взаємодії з епіхлоргідрином здобувають реакційні бокові групи. У результаті модифікації амінів та амідів ці продукти здобувають високий катіонний заряд і надійно утримуються волокнами.



Для надання вологоміцності етикетковим і цінним видам паперу, які мають характеризуватися високими показниками волого- і лугостійкості, застосовують меламінові смоли типу Madurit MW 112 і Madurit MW 114, котрі вводять у паперове полотно у клеїльному пресі.

Порівняно із класом ПАЕХ-смол, які пропонуються лише у катіонній формі і при вузькому діапазоні витрати, меламінові смоли дають можливість різноманітної модифікації і, тим самим, отримання широкого спектра властивостей.

Водостійкість і одночасно жиро- й маслостійкість волокнистому матеріалу, у тому числі і паперу, надають також шляхом оброблення сполукою, що складається з поліізоціанату і фторованого вуглеводню, наприклад, речовини, отримані шляхом полімеризації етиленненасичених фторвуглеводних сполук.

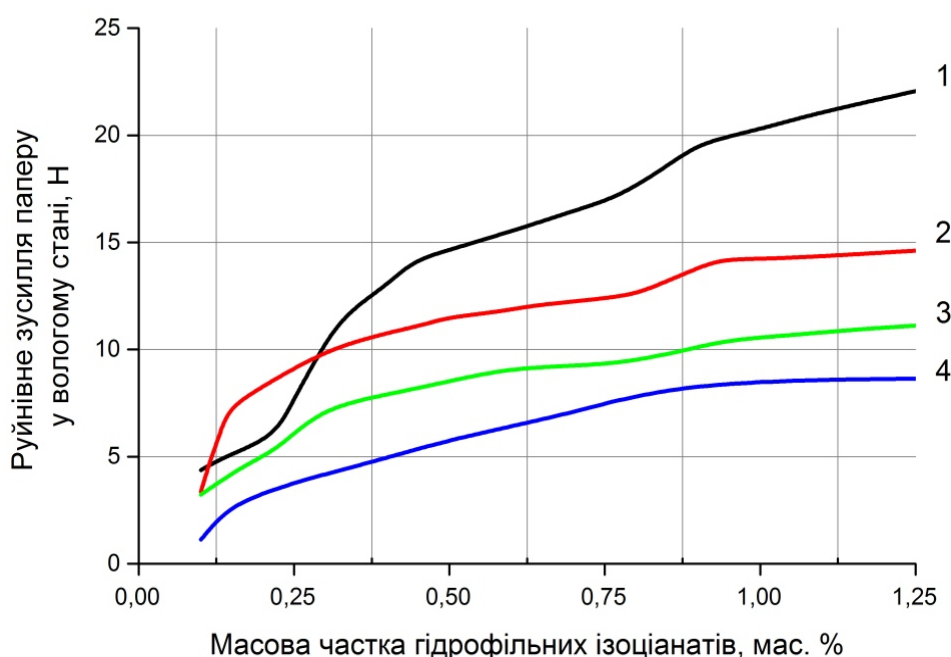
Папір просочується відповідною сполукою, віджимається і сушиться при температурі понад 100° С. Поліізоціанат та фторвуглеводні використовуються у вигляді розчинів в органічних розчинниках або у вигляді водної емульсії за витрати речовини 0,1–2%.

Гідрофільні ізоціанати поліпшують міцність паперу у вологому стані [93]. Причиною цього поряд з різною швидкістю реакції первинної аліфатичної гідроксильної групи з водою можуть бути також фізичні ефекти, такі як адсорбція крапель емульсії на поверхні целюлозних волокон. Вплив гідрофільних ізоціанатів – ISOVIN (товарний знак фірми Bayer AG, Німеччина) на руйнівне зусилля паперу у вологому стані – порівняно зі звичайним продуктом (NADAVIN DHN фірми Bayer AG), показано на рис. 4.5.

Гідрофільні ізоціанати сприяють підвищенню механічної міцності паперу також і в сухому стані.

Науковцями УкрНДІП та КНТЕУ розроблено технологію і здійснено промислове впровадження нового виду паперу для упакування сиру, сирних виробів, масла й маргарину. До початку розроблення подібний матеріал в Україні не виготовлявся, а пергамент, що застосовується для упакування

жиро- і вологовмісних продуктів харчування, завозився з інших країн. Розроблено склад та умови розмелювання волокнистої сировини, технологія виготовлення й оброблення паперового полотна, визначено хімічну вологозміцнювальну добавку, які дали змогу забезпечити необхідну міцність паперу в умовах високої вологи та підвищеної кислотності середовища у вигляді молочної сироватки під час упакування сиру, тобто придати йому необхідну вологоміцність.



*Рис. 4.5. Вплив гідрофільних ізоціанатів ( $m$ , %) на руйнівне зусилля ( $R_i$ ) паперу у вологому стані:  
1 – поліамідамін (DHN) конденсований;  
2 – поліізоціанат; 3 – DHN неконденсований;  
4 – поліізоціанат неконденсований*

Досвід, отриманий у процесі досліджень зі створення технології виробництва нових видів паперу підвищеної жиронепроникності та вологоміцності, широкі і всебічні їхні випробування у виробничих умовах під час упакування вершкового масла, маргарину й сирної продукції, дали змогу визначити показники якості матеріалу для упакування продуктів з високим вмістом вологи.

У результаті виконаних авторами досліджень і проведених експериментів було встановлено, що здатність паперу всмоктувати воду у поєднанні з високою його міцністю у вологому стані дає позитивний ефект під час упакування в нього сиру з високим вмістом вологи. При цьому надлишок рідкої фази, що складається з води й продуктів окислення молока, всмоктується папером, який, завдяки підвищеній вологоміцності, не руйнується, зберігаючи форму пакування і якість продуктів.

Було досліджено фактори, що забезпечують максимальну міцність паперу для експлуатації в умовах підвищеної вологи й кислотності середовища упакованої продукції, а знайдені технічні рішення реалізовані безпосередньо в умовах конкретних технологічних потоків паперових фабрик під час виготовлення дослідних та промислових партій вологоміцного паперу.

У процесі дослідних робіт з розроблення екологічно чистого матеріалу на традиційному обладнанні вдалося спростити технологію його виготовлення порівняно з раніше відомими й розробленими способами виготовлення паперу. Поставлене завдання забезпечувалося тим, що папір для упакування продуктів і виробів з високим вмістом вологи виготовляється із целюлозних волокон сульфатної біленої або/і небіленої целюлози, розмелених до ступеня помелу 60–75°ШР. У суспензію целюлозної маси перед виливанням паперу вводиться хімічний реагент – ПАЕХ-смола за витрати 2–4% від маси абсолютно сухого волокна.

Дослідження, виконані в лабораторних і виробничих умовах з вивчення впливу якості розроблення целюлозного волокна й хімічної добавки на властивості механічної міцності паперу у сухому й вологому стані, показали можливість виготовлення матеріалу для упакування харчових продуктів з високим вмістом вологи, показники якості якого відповідали б якості пергаменту.

Виробництво такого паперу було здійснене на традиційному папероробному обладнанні за спрощеної технології

## Паперові пакувальні матеріали

отримання і менших виробничих витратах. Зняте з накату ПРМ полотно, на відміну від розробленої нами спочатку технології виготовлення паперу марки 50БС, не піддається додатковому ущільненню на каландрах.

Папір дослідних партій, виготовлених відповідно до нової технології, пройшов усебічні дослідження, у тому числі випробування під час нанесення кольорового друку, розрізання на бобіни необхідного розміру, під час фасування у нього сиру на автоматах, змінювання його властивостей під час зберігання протягом передбаченого нормативною документацією строку, з позитивним ефектом.

Результати дослідження зразків паперу для упакування сиру й сирних виробів П-50БС, виготовленого у вигляді дослідних і промислових партій за спрощеною технологією, наведено у табл. 4.7.

*Таблиця 4.7*

### Властивості вологоміцного паперу для упакування сиру

Найменування показника	Дослідний	Промисловий
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	50,0	49,0
Щільність, г/см <sup>3</sup>	0,65	0,68
Руйнівне зусилля, Н:		
– у поздовжньому напрямі	70	67
– у поперечному напрямі	35,0	35,0
Відносне видовження під час розтягування, %:		
– у поздовжньому напрямі	3,2	3,8
– у поперечному напрямі	4,6	5,2
Вологоміцність, %	24	26
Поверхнева вбирність води під час однобічного змочування паперу, г/м <sup>2</sup>		
Кобб <sub>60</sub>	54	56
Кобб <sub>300</sub>	57	60
Повітропроникність, см <sup>3</sup> /хв	18	21
Абсолютний опір продавлюванню, кПа:		
– у сухому стані	420	400
– у вологому стані	68	136
Білість, %	77	76,3
Непрозорість, %	72,9	72,8

*Джерело: розроблено авторами*

Отримані результати свідчать, що папір, виготовлений за розробленою КНТЕУ і УкрНДІП технологією, має високі показники міцності у сухому й вологому стані.

Показник повітропроникності паперу вищий порівняно з папером марок П-50Б, П-53БЖ або пергаменту.

Разом з тим, структура з певним розміром пор забезпечує новому виду паперу підвищену вбирність під час однобічного змочування. Завдяки цьому папір всмоктує надлишок рідкої фази упакованого продукту, а висока його вологоміцність забезпечує необхідну технологічність на стадії перероблення й фасування, схоронність форми, каркасності пакування та якості продукту.

Новий вид паперу пройшов дослідження за санітарно-гігієнічними вимогами та нормами і допущений органами державного санітарного нагляду до застосування як пакування для сиру й сирних виробів.

Результати виконаних досліджень, технології і процеси, що забезпечують отримання жиронепроникного й вологоміцного видів паперу, придатних для упакування масла, маргарину, сиру, виробів з нього та інших продуктів і товарів з високим вмістом жиру й рідкої фази, захищені патентами України [126, 127, 130, 183].

Показники механічної міцності, руйнівного зусилля і відносного опору продавлюванню характеризуються високими значеннями й відповідають рівню пергаменту. Введення до складу паперу необхідної кількості добавки ПАЕХ-смоли забезпечило йому підвищення вологоміцності до 27%, рівень якої повністю задовольняє вимоги упакування й зберігання сиру відповідно до діючої документації. Мікропориста структура забезпечує новому виду паперу підвищену вбирність під час однобічного змочування рідиною. Завдяки цьому папір всмоктує надлишок рідкої фази сирної сироватки, а його висока вологоміцність дає змогу досягти необхідної технологічності перероблення на фасувально-пакувальному обладнанні й високі захисні властивості під час зберігання продукту протягом передбаченого нормативною документацією строку [20, 51].

Вимоги, що висуваються до пакувальних матеріалів, визначаються природою харчових продуктів, особливостями технологічного процесу їхнього виробництва й зберігання. Особлива увага приділяється матеріалам з полімерними покриттями, оскільки вони мають у своєму складі низькомолекулярні включення – залишки ініціаторів, стабілізаторів, пластифікаторів тощо. Ці речовини за певних умов можуть мігрувати у харчовий продукт, змінюючи його якість, а іноді становлячи небезпеку для здоров'я споживача.

Захисні властивості пакувального матеріалу – найважливіші характеристики, що визначають придатність його для виготовлення пакування для того або іншого харчового продукту, яке, у свою чергу, в більшості випадків має бути бар'єром, котрий надійно ізолює продукцію від впливу навколишнього середовища.

Пакувальний папір з полімерними покриттями надійно поєднує захисні й художньо-естетичні властивості, тому стає можливим застосування одношарового пакування замість багатшарового.

Папір з полімерними покриттями застосовується для упакування різноманітних асортиментів порошкоподібних, гранульованих та інших сипких продуктів, харчових рідин (молока й кисломолочних продуктів, соків, напоїв тощо), заморожених продуктів, кондитерських виробів. Папір із жиростійким полімерним покриттям використовується також як пакування для харчових жирів і вершкового масла.

Як полімерні матеріали найбільш широко використовуються поліетилен, поліпропілен, співполімери вініліденхлориду, полівінілхлорид, кремнійорганічні полімери, співполімери етилену з вінілацетатом, ефіри целюлози, альгінат натрію, полівініловий спирт, полістирол, полікарбонати, поліаміди та інші полімери.

Цілеспрямоване змінювання властивостей покриттів з поліетилену може бути досягнуте радіаційно-хімічною модифікацією. Під дією опромінення в поліетилені утворюються нові кисневмісні групи (карбонільні, гідроксильні, карбоксильні) із

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

частковою зшивкою структури, що призводить до зниження низькомолекулярних фракцій і, завдяки чому, перешкоджає мігруванню їх з пакування в упакований жировмісний продукт.

Високу водонепроникність, хімічну стійкість, незначну проникність водяних парів, морозостійкість і досить високу здатність до термічного зварювання при температурі 125–170° С надає пакувальному матеріалу, у тому числі й паперу, поліетилен, що широко застосовується як полімерне покриття.

Папір і картон з поліетиленовим покриттям широко застосовуються для упакування й фасування рідких, пастоподібних, сипучих, заморожених продуктів, у тому числі морозива, а також для упакування продуктів, що вимагають газообміну, наприклад, фруктів. Але такий матеріал не придатний для упакування ароматовмісних харчових продуктів (чай, кава та інші). Широко застосовується папір з поліетиленовим покриттям для упакування молока. Однак поліетилен малостійкий до жирів, має низьку теплостійкість (+80° С), що не дає змоги використовувати пакування із його застосуванням для стерилізації продуктів, а також для тривалого зберігання продукції з високим вмістом жиру [22, 118, 190, 243].

Поліетиленове покриття наноситься на папір переважно екструдерно-ламінаторним методом.

Вимоги до паперу-основи, призначеної для покриття поліетиленом, визначаються видом харчових продуктів і строками їхнього зберігання. Для кожного виду продуктів розроблено конкретні вимоги, однак часто покривають поліетиленом такі види пакувальних матеріалів як пергамент, підпергамент, основу для парафінування, що характеризуються високими вологоміцністю, жиростійкістю і паронепроникністю.

Широкого поширення набуває застосування для покриття паперу розплавів із суміші мікрокристалічного воску та співполімерів етилену з вінілацетатом. Оптимальний вміст вінілацетату і співполімеру становить 28–30%. Розплави наносять, головним чином, методом гарячого дотику і

способом поливу. Покриття відповідають сучасним вимогам: володіють гнучкістю, глянцем, здатністю до термозварювання і є паронепроникними. Такий папір застосовується для виготовлення пакетів для печива, фруктів, овочів, бекону, заморожених продуктів, масла, маргарину та інших продуктів.

Фірмою Michelman. Inc. (США) запропонована технологія виробництва паперу й картону з водостійким покриттям із гарячого розплаву [162], до складу якого входять (%): парафін або мікрокристалічний віск 50–90, диспергатор (стеаринова кислота) 10–30. Покриття з гарячого розплаву наноситься на поверхню паперового полотна методом просочення або за допомогою екструдера, а відходи й використані вироби на його основі переробляють у макулатурну масу в гідророзбивачі у лужному середовищі з добавками NaOH або KOH. Папір і картон з покриттям застосовуються для виготовлення стаканчиків, тарілок, підносів, коробок та інших видів пакувань для соків, рідких товарів, заморожених харчових продуктів.

Показана можливість застосування для виготовлення вологоміцного гофрованого картону й паперу для гофрування, оброблених гідрофобним восковим сплавом із 70% парафіну, 20% співполімеру етилену з вінілацетатом і 10% ефіру каніфолі [27]. Ця сполука є не тільки гідрофобізатором паперу, але й проклеювальним засобом для утворення вологоміцного з'єднання шарів гофрованого картону.

Запропонована технологія виготовлення вологоміцного гофрованого картону включає однобічне нанесення воскового сплаву на папір та внутрішню поверхню картону лайнера з наступним гофруванням паперу, розігрівання складу до температури плавлення й охолодження всіх шарів у з'єднаному вигляді до отвердіння термошва. Різний ступінь вологоміцності (40–70%) забезпечувався регулюванням зростання маси від 250 до 500 г/м<sup>2</sup> (стосовно тришарового картону) і температури гофрування (від 130 до 170° С).



Оброблений воском папір для гофрування і термосклеєний картон в умовах тривалого впливу на них високої відносної вологості навколишнього повітря зберігають жорсткість на рівні приблизно 50% від початкової. Результати апробування цієї технології у промислових умовах показали придатність паперу для виготовлення тари для упакування, зберігання й транспортування у вологих кліматичних умовах блоків свіжозамороженої риби, фруктів, овочів та іншої продукції.

Силіконове покриття, нанесене на папір, надає йому антиадгезійні властивості, при цьому поліпшуються також паро-, водонепроникність і жиростійкість, однак такий папір залишається газо- й паропроникним. Папір із силіконовим покриттям використовується переважно для упакування таких продуктів як кондитерські і хлібобулочні вироби, шоколад [135]. Для покриття використовуються, головним чином, поліметилсилоксани-силікони – високомолекулярні кремнійорганічні сполуки, що містять кисень.

Як основу застосовують папір із зімкнутою маловбирною поверхнею, що підданий каландруванню: підпергамент, каландрований пергамент і пергамент. Зазвичай, з метою зниження пористості паперу, а, отже, й витрати силікону, папір-основу ґрунтують полівініловим спиртом, натрієвою сіллю NaКМЦ, крохмалем або декстринами.

Силіконове покриття наносять переважно з розчинів або з водних дисперсій, до яких перед застосуванням вводять каталізатори отвердіння, серед яких органічні солі металів Sn, Pb, Fe, Co, Ti, Cr і лужноземельних металів, сполуки бора, аміни. Для нанесення силіконового покриття може бути використане устаткування з валиковим пристроєм і шабером.

Папір, призначений для упакування багатьох харчових продуктів, покривають із поверхні співполімерами полівініліденхлориду. Отримані при цьому плівки перешкоджають проходженню через папір масел, жирів, а також запахів.

Залежно від призначення пакування як папір-основа можуть використовуватися різні види паперу з масою 1 м<sup>2</sup> від 30 до 200 г, виготовлені переважно з біленої целюлози, розмеленої до середнього ступеня помелу. Не рекомендується застосування в композиції деревної маси.

Загальними вимогами до всіх видів паперу-основи для покриття водною дисперсією співполімерів вініліденхлориду є:

- високий ступінь проклеювання (бажано не менше 2 мм) для захисту від проникнення дисперсії всередину паперового полотна й поліпшення формування покриття;

- висока гладкість (не менше 200 с за Бекком) для поліпшення формування покриття за мінімальних витрат полімеру;

- рівномірність структури;

- досить високий рівень механічної міцності, а для тонкого паперу – і вологоміцності.

Плівки полівініліденхлориду мають високі захисні властивості у плоскому стані, але недостатньо еластичні й легко ушкоджуються під час згинання, що призводить до підвищення проникності газів, парів води, жирів та ароматичних речовин.

Для підвищення еластичності покриття проводять пластифікацію співполімеру, для цього використовуючи фталати, себацінати, адіпати, акрилати, поліізобутилен, поліізобутилакрилат та синтетичні каучуки. Іншим шляхом підвищення еластичності покриття є введення до складу співполімеру третього мономеру, що виконує роль пластифікатора. У зарубіжній практиці знайшли застосування співполімери вініліденхлориду і хлористого вінілу з акрилатами, ацетатами, ефірами жирних кислот.

Така добавка підвищує не тільки еластичність покриттів, але і їхню жиронепроникність.

Покриття із співполімеру вініліденхлориду малопроникні для кисню, але проникні для ультрафіолетових променів. Тому, для надання світлонепроникності, часто до складу першого шару покриття вводять двоокис титану.

Захисна плівка співполімеру має масу  $1 \text{ м}^2$  5–7 г, а для термосклеювання наноситься покривний шар  $30 \text{ г/м}^2$ . При температурі  $30^\circ \text{C}$  за інших однакових умов покриття із співполімеру вініліденхлориду характеризується меншою проникністю для кисню у 807 разів, для азоту – у 1188 разів і для вуглекислоти – у 1676 рази порівняно з поліетиленовим покриттям [135].

Для отримання паперу з особливо непроникним покриттям на поверхню його (паперу) наносять послідовно гарячі розплави, що є багатошаровим агломератом, який складається із шарів поліетилену різних щільності та індексу плавлення, полімеру вініліденхлориду з вінілхлоридом, ацетилтрибутилацетату, третбутилсалолу, співполімеру етилену з вінілацетатом.

Папір з покриттям – співполімером вініліденхлориду і хлористого вінілу застосовується, головним чином, для упакування чаю, кави, какао, пряностей, жирів і продуктів з високим вмістом жиру (харчові концентрати, сухе молоко, м'ясо і м'ясні вироби), а також гігроскопічних продуктів харчування.

Для отримання волого- і газонепроникних жиростійких покриттів використовується також дисперсія полівінілхлориду. Умови її застосування й досягнуті властивості покриття аналогічні дисперсії співполімеру вініліденхлориду і хлористого вінілу. Однак для отримання плівкових покриттів із цієї дисперсії необхідне введення пластифікатору.

Жиротривкі, паро- і газонепроникні покриття з високими захисними властивостями утворюють на папері полівініліденхлорид (ПВХД) і співполімери вініліденхлориду із хлористим вінілом, акрилонітрилом та іншими мономерами. Чистий ПВХД утворює покриття, непроникне для вологи й масел, він малорозчинний і малоприсадний для термозварювання. Співполімеризацією вініліденхлориду з іншими мономерами вдається отримати стабільні водні дисперсії з регульованим розміром часток.

Як основа для покриття застосовується папір різної маси площею  $1\text{ м}^2$ , що має високі ступінь проклеювання (не менше 2 мм) і гладкість (не менше 200 с за Бекком), рівномірну структуру й стабільну за шириною полотна вологість у межах 6–8%.

Для підвищення гнучкості й міцності покривного шару, підвищення непрозорості та зниження собівартості за рахунок зменшення витрати дисперсії папір-основу попередньо покривають (грунтують) матеріалами, які вибирають залежно від його призначення. Зазвичай, для цієї мети використовують одну або декілька з перерахованих речовин: крохмаль, казеїн, полівініловий спирт, альгінат натрію, карбоксиметилцелюлоза, співполімери етилену з вінілацетатом.

Відомий розроблений у Японії пакувальний матеріал, який отримують шляхом формування шару оксиду кремнію на герметизуючий шар паперу-основи. Цей шар складається з герметизуючої сполуки, на основі однієї із смол, вибраних з полієфіру та акрилового поліолу або з герметіку, приготовленого шляхом змішування двох і більше видів смол, обраних з наступного ряду: акрилова смола, співполімер вінілхлориду/вінілацетату, поліуретан, полієфір, меламінова смола і нітроцелюлоза [134].

Асортимент пакувальних матеріалів включає також папір з термозварювальним полімерним покриттям, відомим у світовій практиці як покриття «хот-мелт». Для виробництва такого паперу розроблена покривна сполука на основі вітчизняних хімічних продуктів: парафіну харчових марок П-1 або П-2 і високоіндексного севилену марок 11708-1250 та 11806-1750 із вмістом вінілацетату 28–30% й показником плинності розплаву 100–200 г/10 хв. Папір призначений для упакування печива із вмістом жиру більше 10% [108].

Залежно від вимог до картонної тари і сфери її застосування зарубіжні фірми використовують різні способи підвищення міцності й вологоміцності, а саме: проклеювання у масі або поверхневе оброблення клейовими чи парафіновими композиціями картону для плоских шарів і паперу для

гофрування; ламінування полімерними плівками картону для плоских шарів або готового гофрокартону; просочення гофрокартону (імпрегнування) парафіновими композиціями, термотвердними смолами; дублювання гофрованого шару синтетичними клейовими дисперсіями, термопластичними смолами, полімерними плівками тощо.

Для покриття паперу й картону застосовуються також термопластичні поліуретани, які наносяться на папір з розчинів або методом екструзії. Папір з покриттям товщиною 0,005–0,01 мм не пропускає воду, жиростійкий, легко зварюється і має досить високу міцність.

У патенті Німеччини пропонується для виробництва водо-, жиро- і маслостійкого паперу просочувальний агент, поліефір-поліуретанова дисперсія, водонепроникна осаждена кремнієва кислота, сіль перфторалкілетил-фосфат-діетанол-амонію, співполімер стирол-бутил-акрилату, дисперсія алкілкетендимеру для надання жиро- і водостійкості [109].

Полівініловий спирт використовується для підвищення маслостійкості, міцності і непрозорості паперу. Основними способами облагороджування є оброблення у паперовій масі і поверхневе покриття, при цьому концентрація ПВС має бути максимальною, щоб проникнення ПВС у полотно паперу було мінімальним. Папір повинен бути добре проклеєним і мати гладку поверхню. Для зниження вартості паперу, облагородженого ПВС, у розчин додають крохмаль, казеїн та інші подібні речовини, а для підвищення еластичності покриття у суміш вводять пластифікатори (багатоатомні спирти, амідни органічних кислот, сахарозу, сорбіт та інші пластифікуючі речовини).

Покриття ПВС на папері безбарвне, прозоре, стійке у широкому діапазоні температур (від - 90 до + 140°C), жиро-, газо- і маслонепроникне, зберігає запах та аромат упакованих виробів, стійке до більшості органічних розчинників, до впливу кисню й світла, фізіологічно нешкідливе, оскільки ПВС є біологічно інертним полімером.

Однак вкрай низька водостійкість ПВС утруднює застосування його у матеріалах, що використовуються для упакування продуктів. Але у процесі плівкотворення при низькій температурі ПВС здобуває водостійкість і ця властивість дає підставу припускати, що він буде більш широко використовуватися як у технології виробництва пакувальних матеріалів, так і для нанесення безпосередньо на поверхню харчових продуктів покриттів, непроникних стосовно кисню й вологи, як біологічно інертний полімер [135].

З метою розширення асортименту термопластичних полімерів для нанесення на папір і забезпечення йому нових захисних властивостей останніми роками широкого поширення набули покриття, що наносяться методом співекструзії. Полімерні матеріали розплавляють у різних конструкціях екструдерів і після формування з них плівок наносять по черзі або у вигляді дво- чи тришарового покриття на основу. Такі покриття слід наносити за допомогою багатоканального мундштука, до якого розплавлені полімери надходять окремими каналами, з'єднуються перед щільною фільєрою і зв'язуються потім з поверхнею паперу.

Розроблено пристрій [134] для просочування паперового полотна розплавленим полімером для виготовлення паперу з підвищеною стійкістю проти масла й жиру, який передбачає, як частину машинного виробництва, звичайне паперове полотно на основі целюлозних або синтетичних волокон, аплікатор для нанесення полімеру, гарячий барабан і накат. Матеріал, що утворюється шляхом послідовного нанесення полімеру на поверхню паперу, переміщується на гарячий барабан, який підтримує температуру розплавленого полімеру вище точки плавлення і таким чином полегшує всмоктування розплавленого полімеру папером. Полотно матеріалу з нанесеним полімером проходить гарячий барабан, намотується у рулон, де відбувається додаткове всмоктування, поки розплавлений полімер не охолоне до температури нижче точки плавлення.

Захисні властивості при цьому визначаються сукупністю властивостей нанесених полімерів, тобто, змінюючи масу покриття того або іншого полімеру, отримують матеріал з необхідними показниками паро-, водо-, газонепроникності, жиростійкості, світлонепроникності.

У Японії отримано пакувальний матеріал з особливою проникністю, що дає змогу використовувати його для упакування підготовлених харчових продуктів з метою їхнього транспортування (морепродукти та овочі у лотках і глибокого замороження), а також для розігрівання у мікрохвильовій печі [115]. Матеріал виготовляють шляхом нанесення на поверхню паперу жиронепроникного й гідрофобного покриття за рахунок термогерметизуючої смоли у його композиції. Термогерметизуючу смолу, що має таку пропорцію вмісту речовин у твердій смолі: 10–25% поліолефінового воску, 10–25% нафтоосновного воску та інше – акрилова смола, наносять на поверхню паперу за допомогою валика таким чином, щоб маса покриття становила 3–7 г/м<sup>2</sup>.

Запатентовано (РФ) композицію для покриття з розплаву пакувального паперу для застосування у харчовій промисловості як обгортки для кондитерських виробів [122]. Композиція містить, мас. %: віск 88,96–99,01; рослинне масло або олеїнову кислоту 0,09–1,96; співполімер етилену з вінілацетатом 0,01–9,8.

Фірмою International Paper Co (США) розроблені схеми картоноробної машини і метод виробництва коробкового картону високої якості для виготовлення пакувань для молока, соків та інших рідких продуктів [46]. Для виготовлення двошарового коробкового картону масою 220–420 г/м<sup>2</sup> застосовано плоскіткову формуючу частину із двома напірними ящиками. Покривний шар картону виготовлений із хвойної і листяної біленої сульфатної целюлози, а нижній – з небіленої сульфатної целюлози. У сушильній частині ПРМ встановлено клеїльний прес з похилим розташуванням валів для поверхневого проклеювання картону суспензією крохмального клею. До складу покривної суспензії концентрацією

10% вводять добавки полівінілового спирту, поліетилену й полігліцерину. Схема ПРМ передбачає також можливість застосування вбудованої крейдувальної установки. На циліндрах досушувальної групи картон висушують до 94–96%, пропускаючи його через машинний каландр із п'яти валів і чотирьох холодильних циліндрів. Для зволоження поверхні картону використовують водяні парові ящики й сприски, передбачене автоматичне регулювання витрати води і профілю його вологості у машинному і поперечному напрямках.

Відповідно до розроблення фірми Henkel Gmb (Німеччина) для упакування гігроскопічних товарів типу порошкоподібних і м'яких засобів використовують паперові або картонні коробки, просочені з поверхні клеєм, який складається із 50-відсоткової водної дисперсії співполімеру стирол/бутадієну і наноситься на полотно паперу або картону накатним валиком [132].

Для надання вологоміцності ящикам з гофрованого картону (включаючи й папір для гофрування), поряд з іншими, застосовують спосіб, розроблений однією із фірм Франції. Заготівлі ящиків у вигляді пачок поміщають у просочувальну камеру, до якої після відкачування повітря подають просочувальну рідину для оброблення заготівлі. Рідину зливають, а в камері створюється вакуум, під впливом якого розчинник випаровується і 98% його збирається у конденсаторі. Після цього через камеру пропускають інертний газ під атмосферним тиском. Увесь цикл обробки займає 30 хвилин. Просочення не тільки підвищує стійкість заготівель до впливу вологи, але і їхню міцність у повітряно-сухому стані. Продуктивність установки, що складається з однієї-шести камер місткістю 1–3 м<sup>3</sup>, становить 500–4000 кг/год. заготівель розміром 1000 · 1000 мм.

Водовбирний аркушевий матеріал для упакування харчової продукції містить не менше 40% мас. % карбоксиметилцелюлози і 10–50% мас. % важкорозчинної у воді лужної порошкоподібної речовини. Як варіант, можливий вміст у матеріалі не менше 5% мас. % диспергованого у воді волокна



або 0,1–10% мас. % солі NaКМЦ. Застосування NaКМЦ обмежує дифузію абсорбованої води, за рахунок чого забезпечується висока стійкість до нагрівання [213].

Фірма Elf Atochem розробила фторований акриловий полімер у водяному розчині під торговельною маркою Foraperle 321, введення якого до паперової маси надає виготовленому з ним паперу водо- і жиростійкості.

## **4.2. Жиростійкі паперові пакувальні матеріали для харчових продуктів**

Папір займає одне з основних місць серед м'яких пакувальних матеріалів, призначених для упакування жировмісних продуктів харчування. Це пов'язане з тим, що папір надійно сприймає такі види оброблення як просочення, лакування, поверхневе покриття і друк, до того ж має порівняно невисоку вартість.

Наявність опору проникненню жиру й вологи (вода, сироватка тощо) є однією з вимог, що висуваються до деяких пакувальних матеріалів, наприклад, до паперу, картону, тканини, тобто до їхньої жиро- і вологостійкості. Ці пакувальні матеріали мають забезпечувати не тільки необхідну механічну міцність, міцність форми й каркасу, надійність пакування, сприяти створенню його привабливого індивідуального дизайну, але й захистити споживні властивості продукції від впливу навколишнього середовища. Пакування не повинне впливати на смакові якості продукту, навпаки, його завдання – зберегти якість продукції під час транспортування, складування, тривалого зберігання й реалізації, створити невидимий бар'єр для жиру і вологи, що виключить появу плям на поверхні пакування внаслідок його контакту з тим або іншим видом жиру. У світі пакування відбувається постійне удосконалення його якості різними методами і способами, а також шляхом підвищення бар'єрних та захисних властивостей пакувальних матеріалів (паперу й картону), у тому

числі і вдосконаленням властивостей вихідних целюлозних матеріалів. Як було показано вище, одним із способів підвищення бар'єрних властивостей пакування є нанесення на поверхню паперу або картону полімерних дисперсних покриттів для створення захисного шару, що підвищує опір проникненню в упакований продукт будь-яких речовин як ззовні, так і з пакування, і забезпечує механічну міцність пакування, у тому числі й у вологому стані.

Опір проникненню жиру і масел всередину паперу або картону забезпечується шляхом створення на поверхні волокон плівки із застосуванням сучасної технології воднодисперсійного покриття. Причому цей процес не є аналогом ламінування, а під час його здійснення відбувається впровадження молекул полімеру у структуру паперу або картону. Вимоги до подібного покриття дуже прості: воно не повинне розчинятися під впливом масла або жиру і не тріскатися у процесі застосування пакування, тобто під час заморожування або нагрівання папір/картон має деформуватися разом з бар'єрним шаром, а не окремо від нього [123].

В Україні виготовляється жиростійкий папір, за своїми властивостями аналогічний рослинному пергаменту, але отриманий без проведення процесу пергаментування – оброблення сірчаною кислотою. Для виготовлення жиростійкого паперу застосовується сульфітна білена целюлоза зі ступенем помелу 80–83°ШР.

За розробленою науковцями УкрНДП і КНТЕУ технологією жиронепроникний папір виготовляють із сульфітної або сульфатної целюлози зі ступенем помелу 50–86°ШР і масовим показником середньої довжини волокна 30–68 дг [47]. У волокнисту масу для виготовлення паперу вводять поліамідну смолу, модифіковану епіхлоргідринном, за масової долі 0,9% від маси абсолютно сухого волокна, а отримане паперове полотно каландрують до досягнення щільності 0,90–1,20 г/см<sup>3</sup>. Співвідношення ступеня помелу і довжини целюлозного волокна у такому папері є найбільш оптимальним для створення щільної і дрібнопористої структури, що характеризується відсутністю у ньому великих

пор і наскрізних отворів. Окрім того, введення поліамідної смоли сприяє досягненню високого рівня механічної міцності (руйнівне зусилля й опір продавлюванню) як у сухому стані, так і під час зволоження паперу. Вологоміцність такого паперу становить 27%, а жиропроникність, що визначається числом наскрізних отворів розміром до 0,1 мм на площі 1 м<sup>2</sup>, не перевищує 10.

Високий ступінь жиростійкості паперу забезпечується за рахунок застосування хімічних допоміжних засобів (ХДЗ), які використовуються під час підготовки паперової маси або поверхневого оброблення паперу. Як ХДЗ, які мають бути фізіологічно нешкідливими, з метою виготовлення пакувальних матеріалів для харчових продуктів застосовуються органічні фторвмісні сполуки, синтетичні смоли, NaКМЦ, модифіковані крохмалі та інші речовини.

Підвищує жиростійкість паперу і альгінат натрію, що застосовується у сполученні з NaКМЦ та поліамідною смолою. У паперову масу вводять альгінат натрію за масової частки 1,5–3,0% від маси целюлози, потім додають  $Al_2(SO_4)_3$  до досягнення рН 5,5, а для підвищення маслостійкості паперу модифіковану добавку – водяний розчин, який містить 1,5–2,5% поліаміду, модифікованого епіхлоргідрином, і 0,5–1,5% NaКМЦ від маси целюлози. До маси вводять також  $TiO_2$  та інші добавки, котрі поліпшують оптичні властивості паперу [47].

Підвищенню жиростійкості паперу сприяє також суміш, що містить розчини альгінату натрію (0,5–1,5%), карбоксиметилцелюлози (0,1–0,5%) і парафінову емульсію (0,5–1,0%) у співвідношенні 1:1:1.

Розроблений за участі авторів поверхнево-активний склад на основі полівінілового спирту, гліцерину та поліамінепіхлоргідринової смоли накопичується на поверхні дотику двох фаз (середовищ, тіл), знижуючи її вільну енергію (поверхневий натяг).

Запропонований склад – це суміш водорозчинних органічних сполук, молекули яких складаються з двох частин:

полярної (гідрофільної) і неполярної (гідрофобної). Жирні спирти, котрі є складовою розробленого складу для підвищення жиронепроникності, відносяться до неіонних поверхнево-активних речовин.

Поверхневі явища є сукупністю явищ, обумовлених особливими властивостями тонких шарів речовин на границі (межі) дотику тіл (середовищ, фаз) і можуть бути як суугобо фізичними, так і супроводжуватися хімічними перетвореннями речовин.

Поверхневий натяг – це робота утворення одиниці площі поверхні розділу фаз (тіл) при постійній температурі. Поверхневий натяг рідини зазвичай визначають як силу, що діє на одиницю довжини контура поверхні розділу фаз і прагне (намагається) скоротити цю поверхню до мінімуму. Завдяки поверхневому натягу крапля рідини при відсутності зовнішніх факторів (впливів, дій) приймає форму кулі.

Слід додати, що поверхневий шар є тонким шаром поблизу поверхні дотику двох фаз (тіл, середовищ), у якому властивості речовини відрізняються від властивостей її в об'ємі фаз. Товщина, структура й стан поверхневого шару впливають на експлуатаційні і технологічні характеристики різних конструкційних матеріалів, у тому числі паперу як пакувального матеріалу.

Саме сполучення низького поверхневого натягу та жиро- і водовідштовхувальних властивостей розробленого складу на основі ПВС надає отриманим з їхнім вмістом у композиції паперу й картону масло- і жиронепроникність.

У патентній літературі широко наведені фторорганічні сполуки, що використовуються для надання жиростійкості волокнистим матеріалам.

Для цього папір-основу просочують емульсією фторвмісного полімеру і проклеювальним агентом; потім на його поверхню наносять водорозчинний полімер, наприклад, ПВС. Як проклеювальний агент використовують воскові емульсії, нейтральні або реакційноздатні сполуки. Отриманий папір використовують для упакування м'ясомолочних та інших харчових продуктів.

Одним із способів формування водо- і жировідштовхуючого покриття на папері є оброблення його поверхні водним розчином, який містить: 10–20% фторвмісних водо- і жировідштовхуючих речовин, 2–10% термореактивної смоли та 1–3% змочувальної речовини з наступним термообробленням, що викликає твердіння смоли. Як термореактивну смолу використовують суміш меламіну й епоксидної смоли.

Аналогічним способом підвищують жиростійкість і комбінованого матеріалу, зокрема, ламінованого поліетиленом паперу.

У випадку, якщо, поряд з наданням жиростійкості, необхідно підвищити міцність паперу і ступінь його проклеювання, у целюлозну волокнисту суспензію вводять 0,1–1,0% фторвуглецевої смоли і 0,1–5,0% не менше одного фосфорного моно- або діефіру полісахариду, наприклад, галактоманану або крохмалю.

Для надання паперу бар'єрних властивостей застосовують фторвмісні речовини. Лодайн, розроблені фірмою Сіба-Гейґи АГ (Базель, Швейцарія) для застосування у паперовій промисловості, є водорозчинними високомолекулярними перфторованими сполуками, хімічна структура яких містить фторовуглецеві зв'язки, і забезпечують такі властивості:

- низький поверхневий натяг;
- жировідштовхувальні властивості;
- гідрофобність;
- термічну й хімічну стійкість.

Фторохімікати, зазвичай, використовуються для нанесення на папір шляхом поверхневого оброблення у клеїльному пресі. Інший спосіб застосування фторохімікатів – введення їх у паперову масу. Ефективність будь-якої фторохімічної речовини для паперу, головним чином, залежить від ступеня його утримання волокнами целюлози. Фторохімікати Лодайн – це аніонні матеріали на водяній основі, і тому вимагають застосування сильних катіонних засобів для їхнього утримання на негативно заряджених целюлозних

волокнах. Низькомолекулярні катіонні речовини з високим зарядом, введені у масу на ранній стадії, надають целюлозі заряд, за якого Лодайн буде досить надійно втримуватися волокнами.

Лодайн може додаватися на будь-якій стадії після розмелювання целюлози. Низькомолекулярні речовини для підвищення утримання продукту на волокнах дозуються на ранніх етапах підготовки паперової маси, після чого вводяться речовини для лужного проклеювання. Найкращий результат введення Лодайну забезпечувався після того, як низькомолекулярні катіонні речовини для підвищення утримання, за рахунок перемішування, рівномірно розподілилися у масі. Оскільки проклеювальні речовини мають більший електричний потенціал, до них притягується більша кількість Лодайну. Іноді перед формуванням паперу необхідно вводити високомолекулярні сполуки для підвищення ступеня утримання наповнювача у папері.

Вода має бути м'якою, бажано із жорсткістю менше 50 мг карбонату кальцію, за необхідності жорстку воду варто зм'якшити етилдiамiнтетраоцтовою кислотою.

Для поверхневого оброблення рекомендується застосувати фторвмісний розчин із рН 7–9, для введення в масу бажано за рН 6.5–7.5, оскільки в кислих розчинах продукт може випадати в осад. При необхідності рН слід коригувати розчинами карбонату натрію або гідроксиду амонію, або розведеною оцтовою кислотою.

Підвищення водовідштовхувальних властивостей паперу може бути досягнуто застосуванням Лодайну за лужного проклеювання. Лодайн сумісний з більшістю типів крохмалю, таких як немодифіковані, гідроксиетильовані, ацетильовані, окислені, але не сумісні з катіонним крохмалем. На думку спеціалістів фірми, Лодайн може ефективно використовуватися з різними видами целюлози, такими як сульфатна і сульфiтна (листяна й хвойна), білена і небілена, з напiвфабрикатами з макулатури і біленої ХТММ. Застосування регенерованих волокон та деревної маси, мінеральних

наповнювачів і пігментів, таких як каолін, карбонат кальцію, двоокис титану тощо, може призвести до підвищеної витрати Лодайну через зростання площі поверхні композиції паперової маси для виготовлення паперу.

Концентрація галуноу або глинозему, що містяться в макулатурній масі, зазвичай, не позначається на ефективності продукту, хоча підвищена концентрація глинозему знижує масло- і жировідштовхувальні властивості паперу або картону.

Перевагою оброблення у масі є простота дозування хімікатів і незалежність жиропроникності від ушкодження поверхні паперового виробу. За поверхневого оброблення разом із фторохімікатами використовується крохмальний клей. До переваг варто віднести різнобічність і низькі витрати, однак, при цьому, покриття є чутливим до зминання й стирання: якщо воно ламається, то жировідштовхувальні властивості матеріалу погіршуються (порушення герметичності пакування).

Компанія 3М (Minnesota Mining and Manufacturing Co), один із провідних виробників фторвмісних речовин, представляє на російському ринку фторхімікатів протектори сімейства Scotchban™ (Скотчбан), що надає паперу жиростійкість, вологоміцність і високі друкарські властивості [67, 221].

Протектор Скотчбан широко рекламували для застосування у виробництві:

- пакетів для упакування продуктів у ресторанах типу «Fast food»;
- коробок для хлібобулочних і кондитерських виробів;
- пакувань для корму для свійських тварин;
- контейнерів для заморожених продуктів;
- предметів особистої гігієни.

Хімічна сполука торговельної й технічної марки «SCOTCHBAN FC-807» (США), що являє собою диспергований у воді фторохімікат, надає паперу, картону та іншим матеріалам жиро- і водовідштовхувальні властивості, хімічно виражається як біс (М-етил-2-перфтор-алкілсульфонамідоетил) фосфат амонію. Цей препарат, відповідно до наявної інформації, може наноситися на поверхню, вводиться в масу або застосовуватися як добавка до різних покриттів.

Виробники цієї фторвмісної речовини вважають: протектор Скотчбан – це не плівка або покриття, він обробляє кожне волокно паперу таким чином, що пори у папері залишаються вільними, тобто папір, як і раніше, може пропускати повітря. При необхідності протектор слід використовувати разом з такими плівковими основами як крохмаль або полівініловий спирт для надання ліофобності та зменшення пористості.

Принцип дії протектора полягає у різкому зменшенні поверхонь енергії паперу або картону, що й забезпечує відштовхування жиру і масла. Коли масляна або жирна рідина входить у зіткнення з поверхнею, енергія якої знижена у результаті оброблення протектором, масло збирається в краплі, залишаючись на поверхні і не проникаючи у папір або картон.

Спектр способів застосування протектора досить широкий. Оброблення слід проводити у паперовій масі, на клеїльному пресі або шляхом уведення на стадії проклеювання, тобто протектор слід наносити на зовнішню, внутрішню або обидві поверхні паперу одночасно, додавати в шар під час проклеювання або просочувати ним пакувальний матеріал.

Маслостійкий папір або картон виготовляють також шляхом осадження на волокнах водорозчинного або вододиспергованого маслостійкого агенту на основі перфторалкілфосфату [199, 232], додаючи у целюлозну волокнисту суспензію водорозчинний полімер із в'язкістю за Брукфілдом 10-відсоткового водного розчину при температурі 25° С, -50 ÷ 5000 сПа·с, який містить більше 30% структурних фрагментів.

Запропоновано спосіб виробництва паперу [110] із застосуванням аніонного фторосновного маслостійкого і фіксуючого агентів, де полімерним компонентом полімеризації є N-вінілформамід і/або його похідні.

Німецькою фірмою Hoechst рекомендуються речовини марки Mowiol для досягнення бар'єрних властивостей спеціальних видів паперу, таких як папір-основа для банкнот і географічних карт, для антиадгезійного, жиронепроникного, стійкого до ароматичних сполук, для машинописних копій,



електрографічного, для етикеток з нанесеними у вигляді штрихів закодованими даними, для факсів, із силіконовим покриттям, яке є основою для виготовлення самоклеючих етикеток [150].

Mowiol – це полівініловий спирт, розчинний у воді, котрий не потребує застосування якого-небудь органічного розчинника, має прекрасні плівкотвірні властивості, стійкість до масел, жирів, парафінів та органічних розчинників, забезпечує необхідний бар'єрний ефект по відношенню до силіконових смол та інших водовідштовхувальних речовин, характеризується термостійкістю.

Mowiol не забруднює навколишнє середовище, під час біологічного очищення стічних вод його водяні розчини під дією мікроорганізмів розкладаються на двоокис вуглецю і воду, відповідає рекомендаціям федерального відомства Німеччини з охорони здоров'я.

Для надання картону необхідної згідно зі стандартом жиростійкості рекомендується наносити полівініловий спирт із розрахунку  $5 \text{ г/м}^2$  або за витрати 25 кг/т картону. Після такого оброблення картон може застосовуватися для упакування сухих і вологих продуктів з високим та середнім вмістом жиру (випічка, сухий корм для тварин тощо).

Широке застосування у паперовій промисловості знайшли низькозаміщені оксиетилкрохмалі [111, 112, 121], які широко використовуються для проклеювання паперу в клеїльних пресах і на каландрах, сприяючи підвищенню міцності й жорсткості паперу, поліпшуючи характеристики його поверхні. Підвищена водоутримуюча здатність і когезія оксиетилового ефіру крохмалю знижують тенденцію вологої плівки проникати у папір, забезпечуючи отримання більш рівномірної й безперервної плівки на його поверхні. Оксидетилкрохмальні плівки майже не стягуються під час сушіння і, як наслідок, зведені до мінімуму тенденції ретроградувати, більш гладкі, безперервні й гнучкі порівняно із плівками з немодифікованого крохмалю. Особливо важлива безперервність плівок, оскільки вона підвищує стійкість поверхні

паперу до проникнення таких гідрофобних матеріалів як жири, віск, олія, лаки й фарби. Значним чином низькозаміщений оксиетилкрохмаль у США використовують для зниження проникності парафіну у пакетах для молока з біленого крафт-паперу і тваринного клею у гумованих стрічках, а також для надання глянцею під час маркування картону або паперу глянсовими фарбами.

Оксиалкілювання неклеїстеризованого крохмалю окисами низьких алкіленів, типу окису етилену або пропілену, викликає прогресуюче зниження температури клейстеризації при зростанні ступеня заміщення від 0,1 до 0,4 оксиалкільної групи на глюкозний залишок. При підвищенні ступеня заміщення від 0,4 до 1 ефіри нативного крохмалю краще розчиняються у холодній воді. Зростання ступеня заміщення більше 1 оксиалкільної групи на глюкозний залишок призводить до зростаючої сольватації нижчими спиртами типу метанолу й етанолу. Оксидетилкрохмалі зі ступенем заміщення близько 3 оксиалкільних груп на глюкозний залишок розчиняються у спиртах та воді і є термопластичними.

Високозаміщені оксидетил- та оксипропілкрохмалі у холодній воді утворюють прозорі безбарвні дисперсії, що не проявляють тенденцій до ретроградації і є винятково стабільними до дії заморожування-відтавання. Оскільки у полімерних ланцюгах крохмалю заміщуються неіоногенні групи, дисперсії відносно нечутливі до електролітів, вони є також стійкі до біологічного розкладу.

Плівки із високозаміщених оксидетил- і оксипропілкрохмалю відрізняються високою прозорістю й гладкістю, а також надзвичайно гнучкі, при нормальній і підвищеній вологості вони відносно нелипкі, мають більш високий показник відносного видовження під час розриву порівняно із плівками з немодифікованого крохмалю, дуже швидко регідратуючись до клейкого, липкого стану під час зволоження.

Для підвищення водо-, масло- і жиронепроникності паперу розроблена [121] композиція для проклеювання й

покриття, яка придатна для застосування у пакуванні для харчових продуктів, ефективна у широкому діапазоні атмосферних умов, містить крохмаль і водорозчинний протеїн з межею міграції ~ 150.

Папір з масло- і жиростійкими характеристиками, без вмісту фторованих вуглеводнів, що підвищує його екологічну значимість, виготовляється шляхом нанесення крохмалю основного покриття із вмістом твердих речовин у діапазоні від ~10 % до ~35% стосовно субстрату. Крохмаль як основне покриття містить похідні крохмалю й агенти, що підвищують його еластичність і реологічні властивості та попереджають процес вулканізації. Під час нагрівання паперу не відбувається емісії фторованих вуглеводнів [112].

Покриття, що забезпечує паперовій продукції масло- і жиротривкі властивості [111], може складатися з гідрофобного модифікованого крохмалю із вмістом амілози менше ~ 40 мас. %.

У Японії отримано маслостійкий папір з високою стійкістю до масла, що запобігає також конденсації крапель вмісту пакування, не блокуючи пропускання водяної пари навіть для смоляного шару, сформованого у вигляді плівки на паперовому субстраті [53].

У маслостійкому папері формується принаймні один біорозкладний смоляний шар покриття 4–20 г/м<sup>2</sup> на його поверхні шляхом утворення шару смоли полімолочної кислоти або смоли полібутиленсукцинату, полікапролактонової смоли чи крохмальовмісного матеріалу.

Майже абсолютну водостійкість, хімічну стійкість та низьку газопроникність надає пакувальному матеріалу полістирол, однак він крихкий і має низьку теплостійкість (70–75° С). Властивості полістиролу поліпшують сполученням його з бутадієн-стирольним або бутадієновим каучуком, чи співполімеризацією стиролу з акрилонітрилом, акрилатами, метакрилатами. Пакування, виготовлені з покритих поліамідами матеріалів, відрізняються високою морозостійкістю, паронепроникністю, масло- і жиростійкістю.

У США запатентовано композиції для формування стійких до жирів і проникних для пари води покриттів на основі пористих паперових матеріалів, які містять дисперговані у водному або водно-спиртовому середовищах (вода-ізопропанол) співполімери стиролу й акрилатів (бутил-акрилат) та комплекси жирних кислот  $C_{14-18}$  (тетрадеканова кислота) з іонами металів зі ступенем окислення більше 3 [119].

Пакування з бар'єрними властивостями від проникнення жирів і масла, що не містить речовин на основі фторвуглецю, виготовляють за допомогою нанесення поверх шару друку шару лаку на основі акрилатів, які, твердіючи, регулюють при цьому щільність утворення поперечних зв'язків. Нанесений лак характеризується властивістю масло- і жиростійкості, що дає змогу виробникам відмовитися від застосування паперу-основи із шаром жиро- і маслостійкого покриття.

Водостійкий та жиронепроникний папір з покриттям, що забезпечує газонепроникність, гігроскопічність, лиск і є нетоксичним, виготовляють шляхом поверхневого оброблення пуллуланом – лінійним полімером, який складається із мальтотріоз, зв'язаних зв'язками  $\alpha$ -1,6, що є полісахаридом, отриманим на грибках культури *pullularia pullulans* при використанні сировини глюкози, фруктози, сахарози та інших вуглеводів.

Для виготовлення жиронепроникного матеріалу 10-відсотковий розчин пуллулану з молекулярною масою 150000 наносять за допомогою валикового пристрою на поверхню пергаменту масою  $1 \text{ м}^2$  50 г з отриманням плівки полімеру товщиною 10 мкм, що надає паперу властивості жиронепроникності.

Розроблено картон-основу з покриттям для формування жорстких харчових контейнерів, таких як тарілки, чашки, лотки тощо, і процес виробництва посуду з нього. Основне покриття із стирол-акрилового латексу і пігменту наноситься безпосередньо на картон, а верхній шар покриття, який містить також стирол-акриловий полімерний латекс і пігмент,

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

наноситься на основне покриття для того, щоб сформувати основу для посуду з покриттям. Поліпшена основа для посуду з покриттям характеризується підвищеними стійкістю проти жиру, олії та опором різанню, підвищеними глясовим лиском, гладкістю і придатністю до нанесення друку.

Проведений аналіз вказує на широкий асортимент способів, хімічних речовин і реагентів для підвищення опору проникненню жиру у папір або картон. Разом з тим, деякі запропоновані для цих цілей речовини не завжди можуть бути застосовані у серійному багатотоннажному виробництві пакувального паперу, в композицію якого вони тим або іншим шляхом введені, особливо для використання у харчовій галузі.

Підвищений їхній вміст може викликати побічні ефекти, такі як підвищення крихкості, ламкості й прозорості паперу, що призведе до погіршення надійності та герметичності пакування, і, врешті, до зниження строків збереження споживних властивостей продукту.

Розглянуті сполуки для надання жиростійкості паперу ускладнюють технологічний процес багатокомпонентністю композицій. Для уведення таких сполук до композиції паперу необхідні спеціальне обладнання і наявність їхнього промислового випуску, а також дозвіл санітарних органів на застосування в матеріалах, що контактують із продуктами харчування. Саме з цих причин і через їхню високу вартість та дефіцитність вищезгадані сполуки не знайшли практичного застосування у матеріалах для упакування харчових продуктів.

Пакувальні матеріали, що виготовляють для харчової промисловості, мають відповідати вимогам, які висуваються до їхньої фізіологічної безпеки, впливу на смакові якості і до строків та умов зберігання продукції [177]. Важливість проблеми щодо досягнення високих показників жиростійкості, захисних, санітарно-гігієнічних характеристик паперу для упакування харчових продуктів у поєднанні з високою технологічністю процесів його виробництва й перероблення

вказують на необхідність створення складу сполуки, що відповідає зазначеним вимогам харчової і переробної галузей промисловості. Уведення такої сполуки до композиції паперу, картону, іншого волокнистого матеріалу має забезпечити необхідний рівень жиронепроникності та вологостійкості, структурно-фізичних і захисних властивостей, їхню стабільність та надійність під час зберігання упакованої продукції.

Не зважаючи на те, що свого часу нами були розроблені і впроваджені пакувальні види паперу, технології й процеси їхнього виготовлення, сучасне життя висуває нові вимоги до пакування, їхніх бар'єрних і захисних властивостей, безпечності для людей та довкілля, зниження масоємності матеріалів і пакування, і, що, не менш важливо, до їхньої вартості. Останніми роками з'явилися нові речовини й матеріали, способи, технології та обладнання для уведення їх до композиції паперу за незначних витрат. Так, наприклад, уведення хімічних речовин для забезпечення тих чи інших специфічних властивостей на поверхню паперу (картону) сприяє більш ефективному їхньому використанню з досягненням позитивного результату за менших витрат та не забруднюючи навколишнього середовища і водних джерел.

Таким чином, ґрунтуючись на аналізі властивостей різних хімічних речовин, авторами було розроблено склад, що містить полівініловий спирт, гліцерин, поліакриламід і воду, нанесення якого на поверхню паперу дає змогу підвищити його опір проникненню жиру, забезпечує високі захисні характеристики пакування для харчової продукції з високим вмістом жиру. У лабораторних умовах були проведені дослідження з вивчення впливу співвідношення компонентів складу, умов підготовки й нанесення його на поверхню паперу, масової частки нанесеної добавки на структурно-фізичні властивості і жиронепроникність отриманого матеріалу. Відповідно до отриманих результатів були виготовлені дослідні зразки паперу з нанесеним на його поверхню розробленим розчином складу. Кількість нанесеного розчину визначається змінюванням вологості паперового полотна

**Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів**

після оброблення. Результати дослідження показали практичну можливість підвищення жиронепроникності паперу нанесенням на його поверхню зазначеного складу [104, 113, 116, 158]. У табл. 4.8 наведено результати випробувань зразків паперу-основи масою площі 1 м<sup>2</sup> 50 г з поверхневим обробленням (варіант 1 і 2 відрізняються тільки кількістю нанесеного складу, вологість після оброблення – 13,8 і 14,6%). Для порівняння у таблиці наведено результати випробування паперу для упакування жировмісної продукції, виготовленої в аналогічному режимі, але без нанесення на його поверхню жировідштовхувального складу (варіант 0).

*Таблиця 4.8*

**Порівняльні показники якості вихідного паперу й паперу з обробленою поверхнею**

Найменування показника	Варіант оброблення паперу		
	0	1	2
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	49	47	48
Руйнівне зусилля, Н:			
– у машинному напрямі;	62	66	68
– у поперечному напрямі	27	29	31
Відносне видовження, %:			
– у машинному напрямі;	1,9	2,2	2,5
– у поперечному напрямі	5,7	7,1	7,4
Повітропроникність, см <sup>3</sup> /хв	40	2	1
Жиропроникність:	>500	0	0
– число наскрізних отворів на 1 м <sup>2</sup> ;			
– за шкалою комплексного тесту КІТ*;	<1	6–7	7–8
– за трансформаторним маслом, мг	28	1–4	0–2
Білість, %	68,6	70,2	71,0
Непрозорість, %	58,7	64,1	64,8

*Примітка:* \* – показник жиропроникності поверхні з обох боків паперу – без оброблення і обробленого розчином.

*Джерело:* розроблено авторами

## Паперові пакувальні матеріали

Аналіз наведених даних показує, що оброблення поверхні паперу розробленим складом сприяє підвищенню показників не лише жиронепроникності паперу, але і його механічної міцності.

У таблиці 4.9 наведено результати випробування зразків паперу, до композиції яких вводили мінеральні наповнювачі – цеоліт і диоксид титану (варіант 1–4) – з метою підвищення ступеня білості, непрозорості, забезпечення задовільного дизайну та друкарських властивостей під час нанесення багатофарбового друку на поверхню одного з його боків.

*Таблиця 4.9*

### Структурно-фізичні й захисні властивості зразків паперу з обробленою поверхнею і мінеральним наповнювачем у композиції

Найменування показника	Варіант оброблення паперу			
	1	2	3	4
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , м	70	66	53	29
Руйнівне зусилля, Н:				
– у машинному напрямі;	80	76	62	34
– у поперечному напрямі	40	41	34	16
Відносне видовження, %:				
– у машинному напрямі;	2,3	2,2	1,9	1,9
– у поперечному напрямі	7,0	6,9	6,4	5,2
Повітропроникність, см <sup>3</sup> /хв	2	1	1	3
Жиропроникність:				
– число наскрізних отворів на 1 м <sup>2</sup> ;	0	0	0	34
– за шкалою комплексного тесту КІТ*;	11;	11;	11;	10; 2
– за трансформаторним маслом, мг;	4–5	4–5	4–5	
– за скипидаром, с	3–4	0–2	0–2	4–6
	>2640>	>3000	>2400	1600
	3600	>3600	>3600	>1860
Вологоміцність, %	19,8	21,2	23,4	26,2
Масова частка золи, %	7,7	7,9	8,0	8,1
Білість, %	74,9	77,6	79,9	80,2
Непрозорість, %	90	90	89	82,5

*Примітка:* \* – показник жиропроникності поверхні з обох боків паперу – без оброблення й обробленого розчином.

*Джерело:* розроблено авторами



#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

Комплексний тест КІТ 3М (Tappi VM 557) передбачає оцінку жиропроникності паперу або іншого матеріалу за допомогою розчинів касторового масла, толуолу, гептану дванадцяти концентрацій кожної сполуки, які наносять на їхню поверхню. Наявність або відсутність на поверхні паперу незначного потемніння після видалення надлишків розчинів через 15 с свідчить про рівень жиропроникності. Найвищий рівень жиропроникності відповідає максимальному номеру розчину (дванадцятому), при якому відсутнє потемніння поверхні паперу після контакту з ним.

Оброблення паперу проводили аналогічно попереднім експериментам з деякими технологічними доповненнями. Оскільки наповнювач, що вводять до композиції паперу, сприяє зростанню пористої структури і, як правило, сприяє зниженню його механічних показників, під час досліджень регулювалася масова частка нанесеного на поверхню паперового полотна розробленого олеофобного складу.

Зазначені дослідження проводили з папером, що має масу  $1 \text{ м}^2$  – 70, 65, 50 і 30 г. Папір з наповнювачем та оброблений жировідштовхувальним складом був випробуваний відповідно до показників, що характеризують його структурно-фізичні властивості, жиропроникність і механічну міцність як у сухому, так і у вологому стані. Показник жиропроникності оцінювався різними й незалежними методиками, аби мати повну оцінку структурних, захисних і бар'єрних характеристик пакування з паперу. Для забезпечення необхідного рівня механічної міцності паперу у вологому стані застосовували поліамідну смолу, модифіковану епіхлоргідрином, яку вводили до паперової маси перед напускним ящиком ПРМ. Як свідчать результати досліджень, показник жиропроникності зразків паперу перебуває на рівні значення «0» (варіанти 1–3) за методом визначення числа наскрізних отворів на площі  $1 \text{ м}^2$  за допомогою розчину фуксину –  $\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{Cl}$  (розанілін).

$\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{Cl}$  є фарбником, малостійкий на світлі, пурпурово-червоного кольору (у водному розчині); понад 2400–

3600 с – за скипидаром у балах КІТ (методика США) та 0–6 мг за допомогою трансформаторного масла для необробленого й обробленого боків паперу відповідно. Навіть папір варіанту 4, незважаючи на низьку масу площі  $1 \text{ м}^2$ –30 г, характеризується досить високим рівнем показників структурно-фізичних властивостей і жиростійкості, оцінюваних різними методами.

Слід зазначити: для пергаменту – матеріалу, що є високоякісним жиро- і вологостійким пакувальним матеріалом, жиропроникність, визначена за трьома вищезазначеними методами та згідно з нормативною документацією, має бути на рівні відповідно:  $\leq 50$  отворів на  $1 \text{ м}^2$ ,  $\geq 1800$  с і  $\leq 8$  мг. Це свідчить про те, що просочування поверхні паперу розробленою сполукою сприяє підвищенню опору проникненню жиру у структуру, поліпшенню його захисних і бар'єрних властивостей. У результаті виконаних експериментальних досліджень показана також принципова можливість підвищення білості й непрозорості пакувального паперу із збереженням при цьому високих показників жиронепроникності та механічної міцності. Уведення мінерального наповнювача до композиції сприяє підвищенню білості й непрозорості паперу, що, природно, підвищує світлонепроникність пакування. Наповнювач у композиції паперу сприяє також поліпшенню друкарських властивостей, досягненню високої контрастності друку, що є дуже важливим під час нанесення багатофарбового зображення на один з його боків, надає привабливості пакуванню, вміст якого не просвічується і захищений від прямої дії сонячних променів. Такий папір є також більш пластичним, що сприяє ефективному його каландруванню, забезпеченню необхідної для поверхні паперового полотна гладкості і рівномірності. Оброблення поверхні запропонованою олеофобною сполукою, як показали результати дослідження, сприяє підвищенню відносного видовження паперу, що є дуже важливим фактором для виготовлення пакувального паперу з так званим «твіст-ефектом» – важливою й необхідною вимогою до паперу для упакування карамелі,

шоколадних цукерок на високошвидкісних автоматах. Під час автоматичного завертання, папір, який не відрізняється високим відносним видовженням у поперечному напрямі, розривається, при цьому порушуючи «замок» цього пакування, що є небажаним і неприпустимим з боку виробника продукції.

Таким чином, у результаті виконаних досліджень вченими паперової галузі розроблено комбінований олеофобний склад з високими бар'єрними властивостями стосовно жиру, при цьому, оброблені ним різні види паперу відповідають вимогам, що висуваються до споживних, експлуатаційних і захисних властивостей, визначено також головні параметри технологічного процесу виробництва жиронепроникного й вологостійкого матеріалу і пакування на його основі.

Ефект підвищення жиро- й вологоміцності матеріалу, з використанням розробленого складу, забезпечувався не утворенням плівки на його поверхні, а зниженням вільної поверхневої енергії паперу. За рахунок олеофобізуючої дії складу, високої його адгезії до целюлози відбувається закриття макропор та створення мікропористої структури, що обумовлює зниження вбирної здатності паперу і, як наслідок, перешкоджає глибокому проникненню жиру або вологи у структуру паперу під час упакування жиро- і вологовмісної продукції. Тобто, коли масляна або жирна рідина контактує з поверхнею, енергія якої зменшена у результаті оброблення зазначеною сполукою, жирові компоненти, що знаходяться на поверхні, не проникають у папір. Запропонований склад, під час нанесення його на поверхню, забезпечує підвищення показників жиронепроникності й механічної міцності паперу як у сухому, так і у вологому стані (вологоміцність). Маючи високу жиронепроникність (за КІТ – 11, максимальний найкращий рівень – 12), папір характеризується також необхідним рівнем повітропроникності, тобто має таку мікропористу структуру, котра забезпечує упакованому продукту можливість «дихати», не виділяє у продукт сторонніх домішок і захищає його від сторонніх запахів. У процесі досліджень визначено найбільш оптимальне співвідношення між

компонентами розробленого складу, що є дуже важливим для створення необхідної мікропористої структури паперу, яка забезпечує високий рівень його жиронепроникності й вологоміцності, які не змінюються під час згинання паперу і потрапляння на нього вологи. Рівень цих показників не поступається рівню зарубіжного аналогу.

Досягнення високого комплексу бар'єрних властивостей пояснюється тим, що у розробленому складі присутні компоненти, які сприяють підвищенню пластичності та механічної міцності паперу, виключають його крихкість і ламкість на згинах, а також блокують гідрофільні центри системи «целюлоза-склад», здатні сорбувати воду, забезпечуючи тим самим підвищення вологоміцності паперу. Крім того, ці компоненти добре суміщаються з іншими складовими системи, не розчиняються у жирах, відповідають санітарно-гігієнічним нормам і вимогам щодо використання у харчовій промисловості. На нашу думку, новий вид жиронепроникного паперу надійно себе зарекомендує і знайде застосування у харчовій та переробній промисловості: для готування, заморожування продуктів, у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, для упакування печива, вафель, шоколаду, тортів, вершкового масла, сиру, дріжджів, а також для упакування деталей машин, інших товарів і виробів, що містять на поверхні жир. Істотною перевагою розробленого складу є також те, що високий рівень захисних, бар'єрних, споживних і експлуатаційних характеристик паперу забезпечувався за незначної витрати сполуки й низької його вартості порівняно з відомими зарубіжними сполуками аналогічного призначення, ціна яких становила понад 23 € за 1 кг на період виконання цих робіт.

Розроблені в УкрНДІП за участі авторів екологічно безпечний олеофобний склад для надання властивості жиронепроникності й технологія виготовлення паперу, що задовольняє вимоги для упакування жиро- та вологовмісної продукції, не потребують значних капітальних витрат, закупівлі й монтажу нового і складного обладнання, високої вартості та дефіцитних речовин і матеріалів для впровадження у промислових умовах.

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

Ідеальних протекторів на основі однієї речовини чи сполуки, які мають універсальні властивості, забезпечуючи не тільки високий рівень жиронепроникності, але й необхідний комплекс структурно-фізичних, санітарно-гігієнічних і споживних властивостей, нині не існує.

Матеріали на основі, наприклад, скотчбану сприяють досягненню підвищеного опору проникненню жиру, однак за санітарно-гігієнічними вимогами цей препарат не може бути використаним у пакуванні, що контактує з харчовими продуктами. Окрім того, уведення подібних препаратів до складу пакувального паперу не сприяє підвищенню такого його показника як відносне видовження під час розривання, тоді як цей показник є важливим у папері, що призначений для пакування, наприклад, карамелі на сучасних швидкісних автоматах, забезпечуючи надійну закрутку і «замок» без руйнування, так званий «твіст-ефект».

Забезпечити достатній рівень жиронепроникності дозволяє розроблений склад з трьох або чотирьох компонентів, розчинених у воді. Крім цього, оброблення паперу зазначеним складом сприяє зростанню механічної міцності, а саме: міцності на злом під час багаторазових перегинів та показника відносного видовження.

Неважко зрозуміти, що оброблення паперу розробленими складами, регулюючи вміст кожного з компонентів і співвідношення між ними, дає змогу виготовити матеріали для різних сфер застосування, тобто для фасування й упакування продуктів і товарів з високим та незначним вмістом жиру, для упакування продукції, що вимагає високої механічної міцності (наприклад, завертання цукерок і карамелі тощо) й подовженого терміну зберігання.

Необхідно лише передбачити у технологічному процесі виготовлення паперу з бар'єрними і захисними властивостями ємності для приготування водорозчинного складу та пристрою для дозованого нанесення його на поверхню паперу-основи.

На новий склад для надання підвищеного опору проникненню жиру у папір та на процес виробництва волокнистого матеріалу для виготовлення жиростійкого і вологоміцного пакування отримані патенти України на винаходи [104, 124, 125, 128].

Зразки паперу, на поверхню яких нанесено олеофобний склад, є також більш гідрофобними, оскільки полярні гідроксильні групи целюлози блоковані (модифіковані) поверхнево-активними реагентами – речовинами, що є компонентами нанесеного розчину.

Таким чином, у результаті виконаних у лабораторних і виробничих умовах досліджень розроблено новий вид жирута вологостійкого паперу, що характеризується високим комплексом захисних, бар'єрних, механічних, споживних, друкарських та санітарно-гігієнічних властивостей і може використовуватися для виготовлення найрізноманітнішого пакування.

Папір, що розробляється й характеризується високим опором проникненню жиру, вологоміцністю і механічною міцністю може знайти широке застосування також у розробленні композиційних пакувальних матеріалів, для отримання яких папір-основу з'єднують із полімерними матеріалами або на його поверхню наносять металізоване покриття. Так, наприклад, на основі такого паперу може бути отриманий ламінований матеріал для виготовлення термостійкого порційного пакування гарячої їжі і контейнерів з бар'єром проти рідини, жиру та придатних до умов термогерметизації. Комбінований матеріал на основі паперу, плівки поліпропілену й металевого алюмінієвого покриття знайде застосування у виготовленні термостійкого пакування для зберігання жировмісних продуктів і придатного для термічного оброблення в автоклавах. Виняткові захисні й бар'єрні властивості від води, пари, газів, світла, запахів матиме матеріал на основі такого паперу, з'єданого з алюмінієвою фольгою, який знайде застосування для упакування цукерок, шоколаду, молочних продуктів, йогуртів, джемів, як ароматонепроникне пакування для чаю, кави, спецій тощо, а також для упакування продуктів сублимаційного (у вакуумі) сушіння.

### 4.3. Комбіновані пакувальні матеріали для харчових продуктів

Комбіновані або композиційні матеріали – матеріали, створені об'ємним сполученням хімічно різнорідних компонентів, суттєво не взаємодіючих між собою.

Поєднуючи кращі властивості компонентів (міцність, зносостійкість, білість, непрозорість, негорючість, паро-, жиро-, водо-, газо-, ароматонепроникність та інші), композиційні матеріали характеризуються властивостями, не властивими кожному з них і, зазвичай, складаються з пластичної (металічної або неметалічної – неорганічної або органічної) основи, або матриці і включень: металічних порошків, волокон, ниткоподібних кристалів, тонкої стружки, тканин, паперу (картону), плівки тощо [36, 37]. Основа забезпечує монолітність і пластичність матеріалу, включення – специфічні хімічні й фізико-механічні властивості його.

До композиційних відносяться: армовані матеріали, дисперсійно зміцнені (алюміній, нікель, залізо та інші з частками тугоплавких окислів, карбідів, нітридів тощо), порошкові електроконтактні й конструкційні матеріали. Конструкційні матеріали отримують методом порошкової металургії, просочуванням волокон матеріалом основи, дисперсійним покриттям, нашаруванням, електролітичним осадженням часток на поверхні металу з наступним термічним обробленням, литтям під тиском, вибуховим пресуванням, ламінуванням, кашируванням та іншими способами.

Композиційні матеріали застосовують в авіаційній, автомобільній, гірничій, металургійній, текстильній, пакувальній галузях промисловості, у космічній техніці, будівництві, електро- й радіотехніці та інших сферах економіки.

Виготовлені із целюлози папір або картон можуть становити основу композиційних, у тому числі комбінованих матеріалів. Целюлоза – найпоширеніший природний полімер, з якого можуть бути отримані найрізноманітніші матеріали будь-якої форми, товщини, маси площею  $1 \text{ м}^2$ , розмірів, і

який залишається одним з основних та найважливіших видів вихідної сировини у паперовій і текстильній промисловості, виробництві штучних матеріалів та плівок. Серед інших природних і синтетичних полімерів целюлоза займає і, виходячи з багатьох техніко-економічних причин, буде займати й найближчими роками одне з провідних місць [172].

Чисто целюлозний папір сам по собі є матеріалом, що характеризується тим або іншим комплексом споживних та експлуатаційних властивостей, у тому числі специфічних або спеціальних. Разом з тим, науково-технічний прогрес у різних галузях економіки вимагає створення матеріалів із властивостями, які важко забезпечити при використанні лише чисто целюлозної сировини. Усе більш важливу роль здобувають серед них композиційні матеріали, у тому числі картонно-паперові, конструкційного і функціонального призначення.

Використовуючи інші хімічні волокна, матеріали, плівки й компоненти, застосовуючи відповідні технології, можна отримати композиційні матеріали зовсім нового призначення [198, 247]. Уведенням до складу матеріалу тих або інших волокон, хімічних речовин, смол, наповнювачів, можна спрогнозувати й забезпечити досягнення спеціальних характеристик картонно-паперових композиційних матеріалів.

Таким чином, целюлозними композиційними матеріалами називаються матеріали, що складаються із целюлозного й нецелюлозного компонентів, причому армуючу функцію виконує целюлозна складова – целюлозні волокна, сформовані з них папір або картон.

Використання властивостей мікроструктури целюлозних і нецелюлозних волокон дає можливість виготовляти матеріали різного застосування й призначення, наприклад, здатних розсіювати світло, поглинати звук, адсорбувати гази та хімічні жирні сполуки, утримувати різні речовини і тепло при низьких або високих температурах.

Використання гідрофобних чи гідрофільних властивостей поверхні волокон дають змогу виготовляти папір або матеріали з підвищеною жирно- і теплостійкістю, високою фільтруючою здатністю для очищення й розділення масла і води, інших рідких сполук та середовищ.



#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

Вводячи до композиції паперу, поряд із целюлозними, іншого волокна (лавсанові, скляні, азбестові), виготовляють папір-основу пластиків, стільникових конструкцій та інших композиційних матеріалів [62].

Слід також зазначити, що мокрий спосіб формування, із застосуванням папероробного обладнання, має низку переваг перед сухим, до яких відносяться: можливість уведення до композиції декількох типів волокон, наповнювачів, зв'язуючих, отримання рулонних, аркушевих, плитних, фасонних матеріалів і виробів різної товщини, яка може коливатися від десятка мікронів до декількох сантиметрів, регулювання й керування їхніми структурно-фізичними властивостями.

Для упакування харчових жирів і масел застосовують жиротривкі полімерні й комбіновані матеріали, що характеризуються мінімальною проникністю для кисню, за присутності якого жири й масла піддаються окисній деструкції [194, 205]. Цей процес інтенсифікується під впливом світла, тому пакування має бути непроникним для нього.

Жиропроникність, так само як і проникність інших компонентів, залежить від низки факторів. Полімери, що мають полярні групи, значно менше набухають у маслах та жирах і, отже, є менш жиропроникними (поліамід, полівінілхлорид, саран, полістирол, поліефір). Полімери, котрі не мають у своєму складі полярних груп, такі як поліетилен, є жиропроникними. Зокрема, поліетиленова плівка швидко набухає у жирах, внаслідок її високої газопроникності відбувається швидке окислення упакованих у неї жировмісних продуктів, яке активується дією світла.

Особливе значення мають матеріали, що використовуються для внутрішнього шару багат шарової системи, яка застосовується у пакуванні для стерилізування продуктів. При цьому шар, що стикається із продуктом, має бути жиростійким не тільки у звичайних умовах, але і в умовах стерилізації при температурі до 135° С, тривалому зберіганні й розігріванні їжі.

Високі вимоги висуваються до жиростійкості пакувальних матеріалів, призначених для жировмісних харчових концентратів обідніх блюд. Хоча вміст жиру в них невисокий (до 10%), застосування комбінованих матеріалів, що мають внутрішній шар з низькою жиростійкістю (наприклад, папір-поліетилен), призводить до швидкого промаслення пакування і втрати захисних властивостей [180, 182]. Це обумовлено тим, що жировий компонент – гідрожир з низькою температурою плавлення – вводиться у розплавленому стані у вже готове пакування, куди введені попередньо інші компоненти концентрату.

Застосування різних синтетичних речовин, нанесених на поверхню паперу, дають змогу отримувати пакувальні матеріали з комплексом захисних властивостей, необхідних для зберігання специфічних властивостей продуктів, а саме: непроникність для жирів, масел, вологи й водяних парів, газів і ароматичних речовин, а також здатність до герметизації пакування шляхом теплового склеювання, що створює сприятливі умови для розширення сфери застосування паперу як пакувального матеріалу.

Харчові продукти дуже чутливі до впливу зовнішніх факторів, тому бар'єрні властивості упакування на основі одного паперу за тривалих термінів зберігання стають недостатніми для забезпечення схоронності якості харчових продуктів та їхніх смакових властивостей. Усе це вимагає розроблення й освоєння випуску сучасних бар'єрних комбінованих пакувальних матеріалів, для отримання яких папір з'єднують із полімерними матеріалами або на його поверхню наносять металізоване покриття.

Операція нанесення на папір шару металевої фольги або плівки полімеру, яку наносять також з розплаву, у англомовних країнах називають ламінуванням, а у тих країнах, де говорять німецькою мовою, – кашіруванням. Виходячи із цього, терміни ламінування й кашірування, що отримали широке поширення у світовій практиці, є синонімами, а технологічне обладнання, на якому здійснюється подібний процес, називають ламінаторами або кашірувальним обладнанням.

У США, наприклад, на кінець 90-х рр. ХХ ст. серед матеріалів, що застосовувалися для упакування продуктів харчування, клейові і екструзійні ламінатори становили 17%, співекструданти – 15,9%, металізовані матеріали – 10,9%. Наступний розвиток виробництва й застосування пакувальних матеріалів змінив це співвідношення на користь металізованих матеріалів на основі плівок і паперу.

Склад та структура комбінованих матеріалів визначаються призначенням пакування, його конструкцією, строками й умовами зберігання харчових продуктів, економічними міркуваннями, санітарно-гігієнічними характеристиками, можливістю утилізації відходів.

Проблемам виробництва і застосування гнучкого пакування з паперу, алюмінієвого покриття, полімерної плівки, інших матеріалів присвячені матеріали міжнародних семінарів, що проводяться за участю провідних науковців Сполучених Штатів Америки, Європи, Азії. Це свідчить про те, що проблемам розвитку пакувальної індустрії, розробленню нових матеріалів, котрі забезпечують надійний захист продуктів від проникнення вологи, жирів і забруднюючих речовин, приділяється особлива увага [177, 199, 217, 231].

Вимоги до паперу-основи для отримання комбінованих матеріалів, у першу чергу, визначаються призначенням цих матеріалів, умовами їхнього перероблення та експлуатації. Папір-основа, як показали результати досліджень, має відрізнятися високим опором механічним впливам у процесі перероблення цієї основи та експлуатації готового матеріалу. Він повинен мати поверхню, що забезпечує оптимальну взаємодію із плівкою або фольгою, мати високі бар'єрні й захисні властивості, які в сукупності з аналогічними властивостями полімерного або металізованого покриття надають комбінованому пакувальному матеріалу властивості газо-, водо- і жиронепроникності.

В Україні до останнього часу було відсутнє власне виробництво пакувальних видів паперу, у тому числі на основі комбінованих матеріалів. До їхнього числа відносяться

жиронепроникні, що призначені для використання у харчовій, переробній та інших галузях економіки. Відсутнє також виробництво вітчизняної фольги. У зв'язку із цим виникла необхідність вирішення науково-технічної проблеми з розроблення та організації у країні власного виробництва металізованих пакувальних матеріалів на основі паперу з високими захисними, експлуатаційними й естетичними властивостями.

В умовах виробництва на Жидачівському ЦПК освоєно технології випуску гофрованого картону підвищеної міцності з дубльованим гофрованим шаром (дубльований картон) і вологоміцного гофрованого картону за методом термосклеювання (термосклеєний картон). Досліджено можливість надання вологоміцності та підвищення міцності гофрокартону способом ламінування полімерними плівками й покриття парафіновими або мікровосковими композиціями. Дослідні партії зміцненого таким способом гофрокартону випробувані під час упакування продукції харчової промисловості.

Сутність технологічного процесу виготовлення картону з дубльованим гофрованим шаром полягає у попередньому склеюванні між собою водно-дисперсним синтетичним клеєм двох шарів паперу під час гофрування дубльованого паперу і наступного склеювання його з плоскими шарами картону за існуючою технологією. За такою технологією отриманий тришаровий гофрований картон із дубльованими гофрошарами, показники міцності якого знаходяться на рівні п'ятишарового гофрокартону і перевищують за показниками міцності на 60–90% стандартний тришаровий гофрокартон, виготовлений одночасно з тієї самої сировини (рис. 4.6).

Розроблено лінії для виготовлення гофрокартону з дубльованим гофрошаровим папером (три- й п'ятишарового) робочої ширини 2100 мм і 1400 мм, що включають комплект обладнання (дублююча установка), яке складається з розкату, клеїльної установки та підігрівника (двоциліндрового), котрий без особливих утруднень може бути вбудований у діючу лінію з виробництва гофрованого картону.

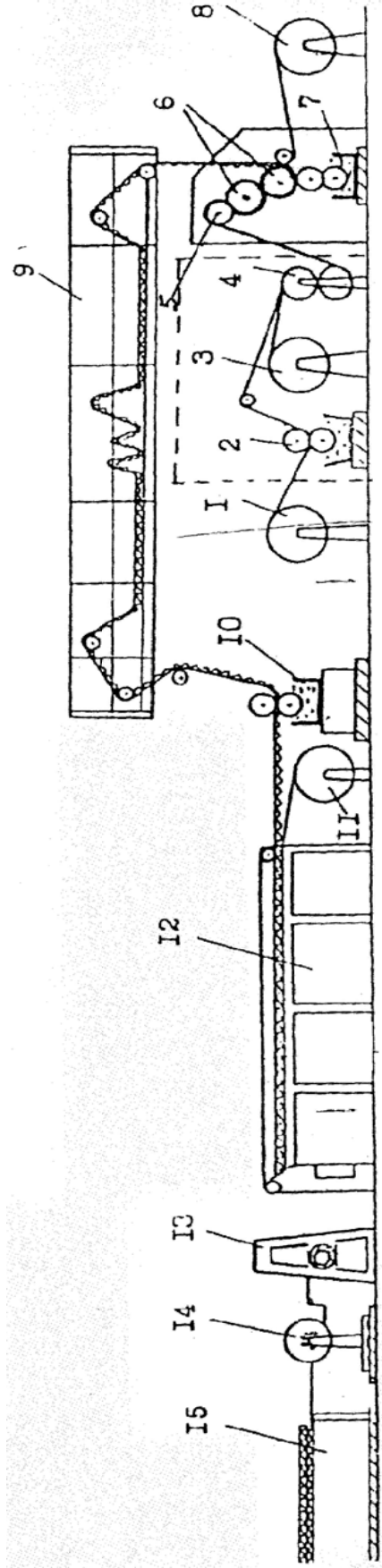


Рис. 4.6. Схема виготовлення дубльованого гофрованого картону:

1, 3 – розкати рулонів паперу; 2, 10 – клеєнаносні вузли; 4 – двоциліндровий підігрівач;  
 5 – підігрівач-зволочувач; 6 – гофрувальний вузол; 8, 11 – розкати рулонів картону;  
 9 – міст-накопичувач; 12 – сушильно-охолоджувальна частина; 13 – поздовжньо-різальна  
 й рильовочна машина; 14 – поперечно-різальна машина; 15 – стіл приймання заготовівель

Дублювання гофрованого шару є найбільш ефективним способом підвищення міцності гофрованого картону при використанні низькоякісних вихідних матеріалів. Впливовим фактором на процес виробництва картону з дубльованим шаром та на його міцнісні властивості є вибір клейових складів і композицій, які повинні мати достатню швидкість склеювання для забезпечення процесу виробництва гофрованого картону без зниження продуктивності. Для дублювання можуть бути використані як традиційні клеї: силікатний, крохмальний, так і синтетичні клеї на основі полівініл-акрил-димерів, акрилатів, карбамідових смол, термоактивних смол та їхніх модифікацій.

Проведено науково-дослідні роботи з дублювання (сполучення) двох шарів паперу для гофрування за допомогою полімерних плівок, що дало змогу отримати гофрокартон з високими міцнісними параметрами. Технологічний процес дублювання гофрошару полімерною плівкою полягає у наступному: два шари паперу й полімерна плівка між ними заправляються з розкатів у гофропрес, де під дією високої температури й тиску гофровалів відбувається зварювання двох шарів паперу з полімерною плівкою за рахунок розплавлювання плівки з одночасним гофруванням. Далі за існуючою технологією виготовляється тришаровий гофрокартон з дубльованим гофрованим шаром, який характеризується високими міцнісними показниками.

Запатентовано ламінований матеріал для пакувальних контейнерів, який має бар'єр проти рідини і характеризується властивістю термогерметизації [48]. Пакувальний матеріал має зовнішні, не проникні для рідини, термогерметизуючі шари покриття із пластику, який включає співполімер стиrolу та ефіри акрилової кислоти і/або метакрилової кислоти. Зовнішні, не проникні для рідини шари, переважно наносяться на волокнистий матеріал, основою якого є середній шар. Між середнім шаром і зовнішніми, не проникними для рідини шарами, знаходяться пластикові шари. Первинний або шар, який вирівнює, наприклад, із крохмаль-похідного або

полівінілового спирту, може бути попередньо нанесений на поверхню середнього шару, щоб вирівняти й гомогенізувати будь-яку можливу нерівність поверхні середнього шару і таким чином звести до мінімуму кількість нанесеного співполімера у зовнішніх шарах, а також полегшити відділення різних шарів у процесі вторинного перероблення.

Зовнішній вигляд, форма пакування, його геометричні параметри значним чином визначаються фізико-механічними й хімічними характеристиками пакувального матеріалу і продукції, рівнем вимог до бар'єрних та захисних властивостей, жорсткості й міцності, наявністю або відсутністю теплового оброблення, необхідністю зниження витрат, тобто мінімізації матеріалу на його виготовлення.

Нові можливості гнучкого волого- і термостійкого пакування, що може бути заповнене будь-якою продукцією харчування (овочі, фрукти, консерви для тварин тощо), відкриває композиційний матеріал на основі паперу або картону.

Пакування для зберігання консервів складається з паперу (картону), поліпропілену й алюмінію, котрі зберігають необхідні умови для термічного оброблення у автоклавах. Окрім того, кожен із шарів виконує свою функцію: внутрішній ПП-шар забезпечує необхідний рівень вологостійкості, зовнішній ПП-шар захищає вміст запакованої продукції від впливу навколишнього середовища, забезпечує стійкість каркасу і форми пакування під час дії різних атмосферних чинників (високої температури й вологи). Картон та алюміній надають пакуванню необхідну форму і захищають продукт у ній від дії світла, кисню, сторонніх запахів та впливів.

Виняткові захисні властивості від води, пари, газів, світла, запахів, інших впливів має алюмінієва фольга, що застосовується для упакування цукерок, шоколаду, а, при наявності лакового покриття, – для упакування молочних продуктів, йогуртів, джемів, іншої продукції. Крім захисних властивостей, фольга має високі естетичні якості. Вона нетоксична, не іржавіє, відбиває променисте тепло і разом з тим

теплопровідна, економічна, оскільки може бути прокатана до дуже малих товщин, надійно піддається задрукуванню та зовнішньому обробленню, але має недостатню міцність [64, 74, 76].

Одним із способів підвищення міцності фольги, призначеної для упакування, є каширування (склеювання) її з папером. Такий комбінований матеріал має комплекс властивостей фольги й паперу, він практично паро-, газо- і світло-непроникний, має високу стійкість до перегинів. Папір, каширований фольгою, застосовується, головним чином, для упакування продуктів, які вимагають ароматонепроникності (чай, кава), газо- і світлонепроникності та жиростійкості (вершкове масло), паронепроникності й декоративності (кондитерські вироби).

У комбінованому матеріалі алюмінієва фольга – папір, коли фольга виконує захисні властивості, її розташовують із внутрішнього боку. У декоративних цілях фольгу розташовують із зовнішнього боку і на неї можуть бути нанесені багатоколірний друк, тиснення або лакові покриття.

Застосовуються два способи каширування: за допомогою водних клеїв (розчинів і емульсій) та із застосуванням термопластичних клеїв. Як водні клеї застосовуються крохмальні й декстринові (декстрини – продукти часткового розщеплення полісахаридів, наприклад, крохмалю) клеї, іноді модифіковані синтетичними смолами. Ці клеї характеризуються високою адгезією до фольги й паперу, але мають низьку водостійкість. Іноді для каширування паперу фольгою використовується високов'язка непластифікована полівінілацетатна емульсія та її суміш з крохмальним клеєм. Термопластичні клеї – це суміші нафтових восків з добавками полімерів синтетичних смол і каучуків. Застосовуються, наприклад, казеїно-ізопреновий клей, термореактивні клеї на основі уретану та інші. З використанням цих клеїв виключається процес сушіння, а швидкість каширування може бути значно підвищена. Воскові сплави не містять розчинників, практично не дають усадки під час переходу з розплаву у твердий стан і не деформують готовий матеріал.



У комбінованому матеріалі «фольга-папір», де фольга виконує захисні функції, її розміщують із зовнішнього боку, а на її поверхню може бути нанесено друк, тиснення й лакове покриття.

Застосовують два способи каширування: за допомогою водних клеїв (розчинів й емульсій) та із застосуванням термопластичних клеїв. Як папір-основу під час каширування фольгою застосовують пергамент, який характеризується високими жиро- і вологонепроникністю.

В УкрНДІ паперу розроблено широку гамму видів паперу за масою площі 1 м<sup>2</sup> від 16 до 60 г замість пергаменту, у тому числі, папір, кашируваний фольгою, який з успіхом застосовується для упакування харчової продукції з високим вмістом жиру, відповідає за своєю якістю вимогам харчової промисловості. Папір-основа і комбінований матеріал випускаються за технічними умовами, де визначено усі вимоги й показники паперу-основи та кашируваного фольгою. Головним недоліком під час організації серійного випуску високоякісного пакувального матеріалу є відсутність в Україні власного виробництва алюмінієвої фольги, яка завозиться поки що по імпорту, що, звичайно, впливає на собівартість пакування.

Зберігання, наприклад, вершкового масла, маргарину у пергаменті, як пакувальному матеріалі, передбачається нормативними документами до 10–12 діб. Запакування цих видів жиру у комбінований матеріал «папір-фольга» подовжує термін зберігання до 20–30 діб. Це свідчить про високий комплекс бар'єрних і захисних властивостей кашируваного фольгою паперу та його придатність для фасування й подовженого терміну зберігання споживних властивостей харчових продуктів із високим вмістом жиру.

Рослинний пергамент, показник непрозорості якого знаходиться на рівні 62%, недостатньо захищає продукти від впливу повітря та світла. Саме тому усе більш широкого застосування для упакування вершкового масла і харчових жирів знаходять комбіновані матеріали на основі пергаменту та алюмінієвої фольги, які, поряд із жиростійкістю, мають високу паро-, водо- і газонепроникність.

Крохмальний клей для каширування жиростійкого пакувального паперу має у своєму складі (%): картопляний крохмаль 10; їдкий натр 1,6; азотну кислоту щільністю  $1,4 \text{ г/см}^3$  4,0; воду 84,4. Замість азотної можна використати саліцилову кислоту. У цьому випадку співвідношення компонентів складу наступне (%): картопляний крохмаль 13; їдкий натр 0,3; саліцилова кислота 0,75; залишок – вода.

Спосіб каширування за допомогою водних клеїв, при низькій концентрації останніх, не застосовується для каширування паперу з підвищеною деформацією і низькою паропроникністю таких як пергамент, підпергамент тощо.

Для зниження товщини таких матеріалів для каширування доцільно застосовувати пергамент масою  $1 \text{ м}^2$  30–50 г і тонку алюмінієву фольгу товщиною 8–10 мкм. Як папір-основа для каширування може бути використаний також і підпергамент.

У процесі розроблення комбінованого пакувального матеріалу на основі паперу, кашируваного фольгою, співробітники УкрНДПП використовували замість пергаменту папір масою площі  $1 \text{ м}^2$  40 г. До композиції входить алюмінієва фольга товщиною 9 і 14 мкм і безрозчинний клей. Папір з високим рівнем жиронепроникності був виготовлений на Малинській паперовій фабриці за розробленою інститутом технологією. Виготовлення кашируваного паперу проводили на обладнанні технологічної лінії Київського заводу полімерних матеріалів. У результаті виконаних досліджень та експериментальних робіт виготовлені дослідна й промислова партії паперу з фольгою, які пройшли виробничі випробування під час упакування харчової продукції з високим вмістом жиру і показали відповідність його якості вимогам харчової промисловості.

Комбінований матеріал папір – алюмінієва фольга є прекрасним паро-, водо-, ароматонепроникним матеріалом, а тому широко використовується для упакування чаю. Існує два види пакування для чаю: м'яке і напівтверде. При м'якому пакуванні чаю папір, кашируваний фольгою, застосовується як зовнішній шар, при напівтвердому пакуванні – як внутрішній шар.

Як основу для каширування для м'якого пакування чаю використовують папір масою  $1 \text{ м}^2$  100 г, виготовлений із сульфітної небіленої целюлози середнього ступеня помелу з добавкою не більше 30% білої деревної маси. Папір має ступінь проклеювання менше 1 мм, гладкість не менше 80 с, розривну довжину у машинному напрямі не менше 4000 м. Папір однобічної гладкості масою  $1 \text{ м}^2$  40 г використовується як основа для внутрішнього напівтвердого пакування і виготовляється із сульфітної небіленої целюлози.

Сучасна машина для каширування паперу фольгою включає такі основні вузли: розкат паперу, розкат фольги, вузол нанесення клею, проклеювальний прес, вузол лакування, вузол висушування, накат. Вона дає змогу виконувати одночасно процеси склеювання, фарбування й лакування. Температура сушіння  $100\text{--}105^\circ \text{C}$ , витрата клею становить  $5\text{--}10 \text{ г/м}^2$ .

Останнім часом як пакувальний матеріал для жировмісних продуктів отримав поширення металізований папір, виготовлення якого вимагає значно меншої витрати металу порівняно з алюмінієвими ламінатами.

У 80-х рр. минулого століття розроблено й освоєно нові пакувальні матеріали, які заміняють алюміній та його ламінати – металізовані плівки й папір. Відомі методи металізації – прямий і трансферний. При прямій металізації на поверхню плівки або паперу наносять під високим вакуумом шар алюмінію від декількох часток до десятків мікрон. Як плівки використовують полієфір, двовісноорієнтовані поліетилен, поліпропілен або поліамід, а як папір-основу – папір з підвищеною гладкістю й невисокою вологістю [88].

Найбільш істотним недоліком прямої металізації паперу є той факт, що підтримування високого вакууму у робочій камері металізатора утруднено через високий вміст вологи у папері. Для виключення цього недоліку потрібне попереднє сушіння паперу і лакування його поверхні ґрунтувальним лаком, при цьому лак охороняє від виділення водяної пари у вакуумній камері, а висушування підвищує ламкість і крихкість паперу, для усунення яких необхідно зволоження готового матеріалу.

Металізація за допомогою термічного випару і конденсації у вакуумі здійснюється у вакуумних напилювальних установках із застосуванням спеціальних випарників, де метал, який випаровується, конденсується на поверхні матеріалу або виробу.

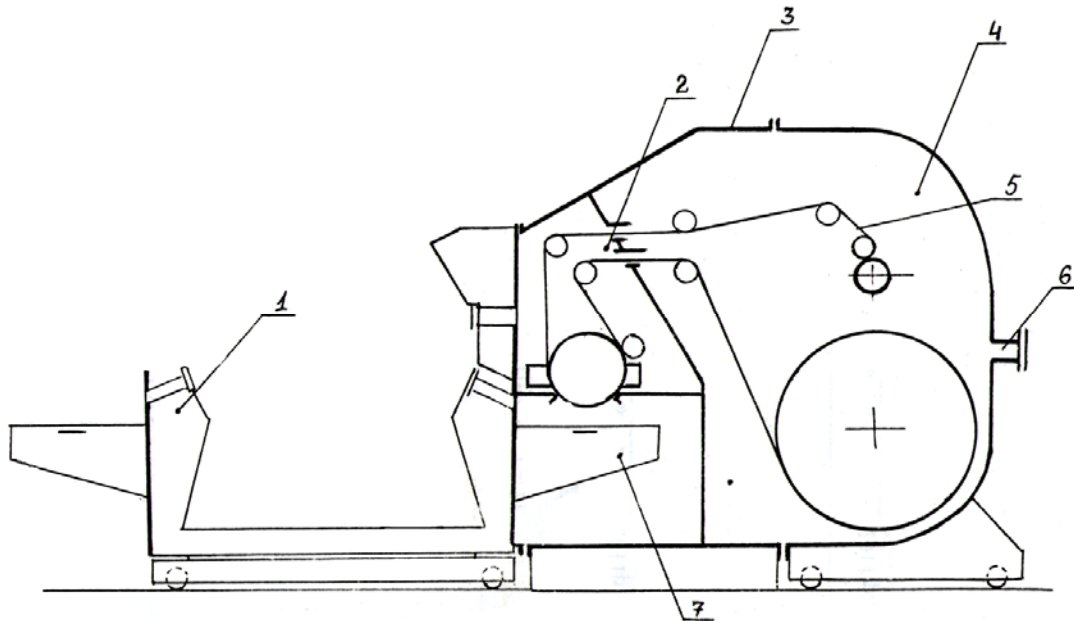
Під час металізації паперу-основи його поверхня попередньо покривається шаром лаку, на який, зазвичай, у вакуумі наносять металеве покриття. Товщина шару, нанесеного металу, як правило, 0,02–0,05 мкм, що становить менше ніж соту частину товщини алюмінієвої фольги. Так, для металізації 100 м<sup>2</sup> паперу у вакуумі витрата алюмінію становить усього 33 г, тоді як для виготовлення такої самої кількості паперу, кашируваного фольгою, потрібно 2,9 кг алюмінію. Такий спосіб дає змогу не тільки знизити витрати металу, але й спростити, у зв'язку із цим, утилізацію відходів з використаного пакування. Однак, необхідність попереднього ґрунтувального лакування поверхні паперу-основи, у свою чергу, створює серйозні проблеми щодо екології та охорони навколишнього середовища, призводить до зростання витрат на виготовлення матеріалу.

Установка для металізації, конструкція якої схематично наведена на рис. 4.7, у цьому випадку складається з камери для нанесення покриття, систем створення у ній необхідного вакууму (розрідження), плавки й випару металу, автоматичного перемотування рулонного матеріалу та автоматизованого керування способом, зазвичай, із застосуванням комп'ютера. Як приклад такої установки слід навести промислове обладнання фірми «Галлілео» (Італія).

Камера має два відсіки: відсік перемотування і відсік металізації. У першому розміщений перемотувальний пристрій, який здійснює розмотування рулону паперу-основи та його намотування у рулон після нанесення на поверхню шару металу після плавлення й випаровування. У другому відсіку розміщені спеціальні тиглі, що називаються «човниками», котрі мають необхідний підігрів і в яких здійснюється плавлення металу, що випаровується.

**Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів**

---



*Рис. 4.7. Схема конструкції установки для металізації листового матеріалу: 1 – висувний пристрій для розміщення рулону матеріалу-прокладки; 2 – відсік металізації; 3 – корпус камери; 4 – відсік перемотування підкладки; 5 – підкладка; 6 – патрубок вакуумної системи; 7 – випарювальний (розпилювальний) пристрій*

У розглянутому обладнанні передбачене застосування алюмінію як металу для випару, що у вигляді спеціального дроту подається у згадані тиглі на плавлення при температурі близько  $1500^{\circ}\text{C}$ . Папір-основа під час перемотування проходить над поверхнею тиглів, обгинаючи при цьому спеціальний охолоджувальний вал. Алюміній, який випарується, конденсується на поверхні паперу-основи і закріплюється на ній у вигляді надзвичайно тонкого суцільного шару. Залежно від співвідношення швидкості руху паперу-основи та швидкості поступання алюмінієвого дроту на плавлення утворюється алюмінієве покриття заданої товщини при інших постійних умовах (температура плавлення, температура поверхні паперу, глибина вакууму у відсіках металізаційної камери – зазвичай, у відсіку металізації глибина вакууму на порядок вище –  $10^{-2}\text{Па}$ ). Оптимальні режими

роботи перерахованих систем установки автоматично задаються і підтримуються комп'ютером відповідно до розроблених програм. Товщина металевого покриття автоматично контролюється за величиною електричного опору  $1 \text{ см}^2$  площі поверхні металізованого покриття.

При прямій металізації для підтримання високого вакууму у робочій камері металізатора папір перед нанесенням шару металу попередньо висушують, з метою зниження залишкової вологості, та лакують ґрунтувальним лаком, який охороняє від виділення водяної пари у вакуумній камері і, у той же час, вирівнює поверхню паперу.

Попереднє сушіння паперу-основи перед металізацією впливає на фізичні властивості паперу, котрий може стати крихким і навіть безповоротно ушкодженим, оскільки, як правило, після металізації папір має зволожуватися до досягнення у ньому первісної вологості. Останніми роками розроблено й виготовляється папір-основа для металізації без попереднього оброблення.

Як ґрунтувальні лаки використовують нітроцелюлозні лаки, метилцелюлозу. Ґрунтувальний шар на одному з боків паперу (високої якості) формують також шляхом нанесення та наступного сушіння ґрунтуючого агента на основі органічного розчинника на підшар, який містить синтетичний латекс при температурі склеювання  $-10, -20^\circ \text{C}$  на основі співполімеру стирол-акрилу, співполімеру стирол-бутадієну або співполімеру стирол-бутадієнакрилу.

Під час виконання досліджень зі створення нового комбінованого пакування науковцями УкрНДІП були визначені вимоги до металізованого матеріалу і до якості паперу-основи, який не вимагав би додаткового лакування його поверхні перед металізацією, а також основні параметри процесу нанесення металу у вакуумі на поверхню основи.

Показник гладкості поверхні паперу-основи не повинен бути нижчим 150 с, а вологість – перевищувати 4%, оскільки більш високі його значення, як показали експерименти, не дають змоги створити необхідне розрідження у камері для

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

металізації і забезпечити рівномірність нанесення металу. У випадку напилювання алюмінію за підвищеної залишкової вологості паперу протікають інтенсивні процеси окислення алюмінію, що негативно позначаються на якості покриття, його захисних властивостях і міцності зчеплення (адгезії) з поверхнею підкладки. На рис. 4.8 наведено залежності показників електричного опору та непрозорості металізованого матеріалу від товщини покриття, яке відіграє важливу роль у забезпеченні захисних, бар'єрних, друкарських властивостей пакування і безпосередньо впливає на отримання якісної етикетки.

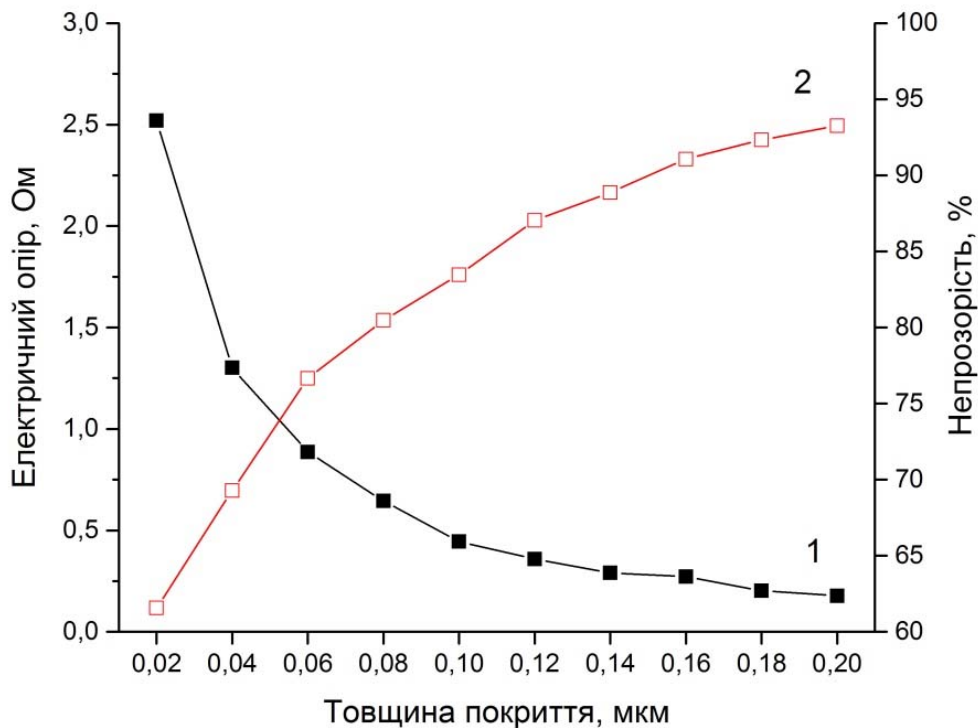


Рис. 4.8. Залежність електричного опору ( $R$ ) і непрозорості ( $H$ ) металізованого матеріалу від товщини шару металу:  
1 – електричний опір; 2 – непрозорість

Вплив швидкості перемотування й гладкості поверхні паперу-основи під час металізації у вакуумі на показник електричного опору, як непряму характеристику товщини металізованого покриття матеріалу, ілюструють дані табл. 4.10.

Таблиця 4.10

**Залежність електричного опору металізованого покриття від швидкості перемотування паперу-основи й гладкості поверхні**

Характеристика процесу	Значення				
Швидкість перемотування паперу-основи під час металізації, м/хв	40	80	120	180	250
Гладкість паперу-основи за Бекком, с	155	170	185	200	350
Електричний опір 1 см <sup>2</sup> площі поверхні металевого покриття, Ом	0,2	0,5	1,0	1,5	3,0

*Джерело: розроблено авторами*

У таблиці 4.11 наведено результати дослідження змінювання газовиділення паперу-основи залежно від залишкової вологості та тривалості його вакуумування ( $10^{-2}$  Па), які свідчать, що газовиділення визначається залишковою вологістю паперу, яка у матеріалі-основі для металізації не має перевищувати 4,0%, і зростає – з підвищенням його вологовмісту.

Таблиця 4.11

**Вплив тривалості вакуумування на газовиділення паперу-основи**

Контрольований параметр	Значення показника						
Тривалість перебування паперу у вакуумній камері, хв	5	15	20	25	30	35	40
Газовиділення, МПа с <sup>-1</sup> 10 <sup>-2</sup> для паперу-основи з вологістю, %:							
8,1	2,1	1,5	1,0	0,7	0,5	0,4	0,4
4,2	1,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
2,5	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

*Джерело: розроблено авторами*



#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

Дослідні й промислові партії металізованого матеріалу виготовлялися на обладнанні фірми «Сидрабе», м. Рига (Латвія) із застосуванням основи-підкладки, розробленої та виготовленої науковцями УкрНДІП на Малинській паперовій фабриці [64, 74, 76].

Виконані дослідження нового комбінованого металізованого пакувального матеріалу показали, що металеве покриття сприяє поліпшенню захисних властивостей матеріалу і герметичності пакування, а саме: зниженню газопроникності, ослабленню дії оптичного випромінювання на продукцію, підвищенню непрозорості та гладкості поверхні, про що свідчать отримані результати, наведені у табл. 4.12.

Таблиця 4.12

#### Вплив товщини покриття на газопроникність, непрозорість та гладкість металізованого пакувального матеріалу

Характеристика матеріалу	Значення показника				
	0,00	0,05	0,10	0,20	0,85
Товщина шару покриття, мкм	0,00	0,05	0,10	0,20	0,85
Газопроникність*, м·Па·с-1·10 <sup>-2</sup>	21000	4100	970	210	11
Непрозорість, %	71	83	93	97	98
Гладкість, с	215	370	440	530	930

Джерело: розроблено авторами

У таблиці 4.13 наведено показники, що характеризують якість металізованого паперу.

Таблиця 4.13

#### Характеристика металізованого паперу

Найменування показника	Значення показника
Маса металізованого паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	49
Щільність паперу-основи, г/см <sup>3</sup>	1,19

## Паперові пакувальні матеріали

*Закінчення табл. 4.13*

Найменування показника	Значення показника
Руйнівне зусилля, Н:	
– машинний напрям;	70
– поперечний напрям.	42
Гладкість за Бекком, с:	
– металізована поверхня;	840
– не металізована поверхня.	350
Абсолютний опір продавлюванню, кПа:	
– у сухому стані;	370
– у вологому стані.	87
Жиропроникність паперу-основи – кількість наскрізних отворів розміром до 0,1 мм на площі 1м <sup>2</sup> .	7
РН водяної витяжки, од. рН.	6,3
Вологість паперу-основи, %.	4,2
Електричний опір 1 см <sup>2</sup> площі поверхні металевого покриття, Ом.	1,6
Непрозорість матеріалу, %	92

*Джерело: розроблено авторами*

У таблиці 4.14 наведено результати дослідження, що характеризують змінювання властивостей металізованого паперу від товщини металічного покриття, нанесеного на його поверхню.

*Таблиця 4.14*

### Вплив товщини покриття на властивості металізованого паперу

Характеристика металізованого паперу	Значення показника				
Товщина шару покриття, мкм	0,00	0,05	0,10	0,20	0,85
Газопроникність, мс <sup>-1</sup> Па <sup>-1</sup>	21000	4 100	970	210	11
Непрозорість, %	71	83	93	97	98
Гладкість, с	215	370	440	530	930

*Джерело: розроблено авторами*

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

Як свідчать результати досліджень, підвищення товщини металізованого покриття значним чином знижує газопроникність і сприяє зростанню ступеня непрозорості та гладкості металізованого паперу.

Такий матеріал з позитивними результатами витримав випробування під час упакування вершкового масла, шоколаду, забезпечує надійну герметичність пакування, зберігаючи споживні властивості протягом подовженого терміну, повністю відповідає вимогам нормативної документації, яка регламентує умови упакування й зберігання харчової продукції; фарба міцно тримається на поверхні металізованого покриття, друковане зображення є чітким [77].

Нові пакувальні комбіновані матеріали – папір, каширований фольгою та з металізованим покриттям пройшли випробування у промислових умовах під час упакування й зберігання вершкового масла, шоколаду, сигарет і показали позитивні результати; фарба міцно закріплюється на поверхні шару металу, друковані зображення чіткі.

Фізико-хімічні, біохімічні аналізи та органолептичні дослідження упакованих у ці матеріали продуктів за участю організацій Міністерства охорони здоров'я України підтвердили відповідність нового пакувального матеріалу вимогам харчової промисловості та нормативної документації, що регламентує умови упакування й терміни зберігання харчової продукції.

Розроблено технічні умови на матеріал металізований пакувальний і на папір-основу для металізованого пакувального матеріалу, отримано дозвіл на їхнє застосування для упакування харчових продуктів, тютюнових виробів, споживних товарів культурно-побутового призначення, для багатофарбового друку. Технічними умовами передбачено три марки паперу масою 1 м<sup>2</sup> – 40, 50 і 60 г, які призначені:

- МПМ-40 – для упакування харчових продуктів і тютюнових виробів;
- МПМ-50 – для упакування харчових продуктів, виготовлення етикеток;
- МПМ-60 – для виготовлення виробів з нанесенням одно- і двоколірного друку.

У зв'язку з високою чутливістю до відносної вологості і температури повітря металізований папір має схильність до скручування й жолоблення. Виготовлення металізованого паперу у стабільних кліматичних умовах дає змогу виключити проблему жолоблення та скручування у процесі його перероблення. Такі умови можуть бути створені, наприклад, за рахунок застосування відпрацьованого тепла, яке надходить із крейдувальної машини з двома вузлами наносу. При цьому у цеху виготовлення металізованого паперу підтримують постійну температуру  $21^{\circ}\text{C}$  і відносну вологість 50%.

Металізований композиційний матеріал для упакування харчових продуктів з високою водо- і газостійкістю, підвищеною міцністю на згин і з приємним металевим блиском виготовляють також шляхом нанесення на папір-основу масою  $\sim 100\text{ г/м}^2$  поліетиленової плівки товщиною 15 мкм, використовуючи поліетилен високого тиску. Плівку потім охолоджують на дзеркальному валу з отриманням гладкої поверхні, обробляють коронним розрядом, за рахунок чого підвищують його поверхневу енергію із 37 до 43 дин/см. Ламінований поліетиленом папір потім металізують алюмінієм у вакуумі до досягнення товщини плівки металу 60 нм.

Для отримання металізованого паперу, придатного для упакування й розфасування продовольчих товарів і кулінарних виробів, на папір-основу масою 52–64  $\text{г/м}^2$  наносять дисперсію полімерного покриття масою 2–20  $\text{г/м}^2$  і висушують протягом 5 с при температурі  $120^{\circ}\text{C}$ . Для покриття використовують акрилові, галогенвмісні вінілові, полівінілацетатні смоли, полівініловий спирт, акрил-бутадієнові співполімери та інші сполуки. Потім на один або обидва боки ламінованого паперу наносять металізований шар алюмінію або цинку товщиною 1–10 нм.

Відомий також трансферний метод металізації (алюглас) – більш удосконалений порівняно з методом прямої металізації, що є нескладним процесом, який, незважаючи на незначну товщину нанесеного металу, забезпечує бар'єрні властивості плівки і надає їй дзеркальний зовнішній вигляд.

Ця система поєднує переваги перших двох систем каширування та прямої металізації і дає можливість за невеликих витрат уникати недоліків, характерних для способу прямої металізації паперу у вакуумі, а саме: відсутність додаткових операцій висушування паперу до 2–4% вологості та лакування або нанесення ґрунтувального шару покриття на його поверхню. Як було показано раніше, під час металізації паперу у вакуумі виникають труднощі, що створюються залишковою у ньому вологою, яка в умовах вакууму випаровується. Тому папір перед металізацією необхідно додатково сушити з одночасним нанесенням на його поверхню ґрунтувального лаку.

Якість поверхні паперу відіграє важливу роль, оскільки напилений метал повторює нерівності його поверхні, тож шорсткість основи й волокна, що виступають над нею, неприпустимі та створюють труднощі для забезпечення якісного нанесення металу. Саме тому можна успішно використовувати спосіб прямої металізації у вакуумі для покриття лише високої гладкості, спеціально виготовленого, зазвичай, високої вартості паперу. Одним з важливих факторів є маса паперу або картону площею 1 м<sup>2</sup>, оскільки, чим більшої вони товщини, тим менше метраж, який слід завантажити у вакуумну камеру.

Оскільки папір-основа за трансферного способу металізації перебуває не у вакуумній камері, його структурно-фізичні властивості, такі як вміст вологи і стан поверхні, не є критичними.

Основний принцип технології каширування методом трансферної металізації полягає у наступному: на полімерну плівкову основу наносять металізоване покриття заданої товщини шляхом відомої технології металізації у вакуумі. Поверхня паперу-основи покривається шаром спеціального клею і з'єднується з металізованим шаром, нанесеним на поверхню згаданої плівки, по межі папір-алюміній. Отриманий матеріал намотується у рулон, при цьому створюються відповідні умови для відривання металізованого

шару від плівкової поверхні та перенесення його на папір. Потім рулон розмотують та отримують металізований папір і плівку, яка може бути повторно піддана металізації (як проміжний матеріал). Каширування методом трансферної металізації дає змогу зменшити товщину металізованого шару на поверхні паперу і знизити витрати нанесеного металу. Оскільки поверхня металу має високу адгезію до плівки, то підкладка отримує гладку, дзеркальну поверхню.

Глянець «алюгласу» кращий глянцю алюмінієвої фольги і тому заміняє її для всіх декоративних цілей – як етикетки, картонні коробки, пакування. Хімічна стійкість «алюгласу» аналогічна фользі, а його бар'єрні властивості забезпечили йому застосування у багатьох країнах світу як внутрішнє упакування сигарет, жувальної гумки, печива, бісквітів, морозива, цукерок, шоколаду та інших продуктів і виробів.

Каширування методом трансферної металізації прекрасно відбиває ультрафіолетові та інфрачервоні промені, що забезпечує отримання ідеальних ізоляційних і пакувальних матеріалів. Сам процес трансферної металізації дешевше алюмінієвої фольги та вакуумної прямої металізації завдяки більш високій продуктивності і пропускну здатності устаткування (металізації піддається плівка, а не папір), а також можливості застосування більш дешевого, що не потребує ґрунтувального покриття або додаткового висушування, паперу.

Сфери застосування кашируваних матеріалів способом трансферної металізації дуже широкі і не обмежені. Матеріал придатний до лакування, тиснення, приймати будь-який друк, може бути підданим конструктивній обробці, стійкий до мастильних матеріалів і дозволений до застосування у контакті безпосередньо з харчовими продуктами.

Перевага застосування трансферного методу полягає також у тім, що він дає змогу отримати привабливі та ефектні комбіновані матеріали з паперу-основи за різної гладкості поверхні, у тому числі менш якісного, без

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

попереднього лакування, залежно від умов та сфери його застосування, тобто від виду і стану продукції, що упакується. Так, наприклад, для виготовлення металізованого матеріалу для упакування вершкового масла, маргарину та інших продуктів з високим вмістом жиру має застосовуватися жиронепроникний папір-основа. Матеріал, отриманий цим способом, дешевший на 20–25% порівняно із способом прямої металізації.

Відповідно до патенту Німеччини, на рослинний пергамент масою 1 м<sup>2</sup> 40 г наносять шар ПВДХ масою 1 м<sup>2</sup> 20 г, висушують разом з папером до вологості 1% і обробляють коронним розрядом. У вакуумі на шар ПВДХ, за одночасного обстрілу іонами, наносять шар алюмінію товщиною 50–100 мкм.

Поверхневу енергію у цьому випадку слід підвищити обробленням органічного шару плазмою, пучками електронів тощо, а також використати замість енергетичного оброблення нанесення на органічний шар тонкого адгезійного шару.

Металізований папір отримують також напилюванням металу на папір-основу, на яку хоча б з одного боку наносять водну дисперсію із вмістом, ч: 3–20 бутадієнстирольного латексу (БСЛ) і/або модифікованого БСЛ та 100 пігменту. Папір висушують, після чого наносять шар синтетичної смоли і напиляють металеву плівку. Як пігменти використовують каолін, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, ZnO та інші. Як зв'язуючі речовини застосовують окислений, аніонний та інші похідні крохмалю; КМЦ, оксиетиленцелюлозу, інші похідні целюлози, казеїн, соєвий та інші протеїни.

Відомий металізований жиронепроникний папір, що є декоративним і функціональним субстратом, який складається з паперу-основи, покритої термопластичним або термоактивним матеріалом, та забезпечує жиронепроникність кінцевої продукції. Жиронепроникність можна забезпечити одному або декільком шарам покриття між папером і металевим шаром та/або покриттю, нанесеному поверх

металевого шару й придатному для нанесення друку. Жиронепроникний металізований папір може бути використаний для виготовлення етикеток і пакувань, де необхідна жиронепроникність, зокрема, у пакуванні для харчових пакувань різної конструкції та стилю або ж для упакування шоколаду, а також для етикеток промислових і споживних товарів, де необхідна підвищена жиронепроникність.

До останнього часу в Україні було відсутнє виробництво обладнання для нанесення металізованого покриття на плівку або папір, а також обладнання для здійснення трансферного способу металізації, придбання якого в Італії, Німеччині або Японії вимагає дуже значних витрат – 2,5–3,0 млн доларів США.

На сьогодні фірмою «Карат» (Україна) розроблено й виготовлено установку для прямої металізації плівкових матеріалів у вакуумі, яка оснащена системою автоматизації і програмного забезпечення процесу. Установка забезпечує отримання якісного металізованого покриття за вартості, що у 5–6 разів нижче вартості аналогічного устаткування зарубіжних фірм.

Автори установки для прямої металізації у вакуумі працюють над створенням додаткового пристрою для здійснення трансферного перенесення металевого покриття із плівки на папір, який відкриває можливість і перспективу отримання широкої гами комбінованого й гнучкого пакування для задоволення потреби у ній різних галузей економіки та відмови від імпорту аналогічних металізованих матеріалів.

Установка забезпечує нанесення металізованого шару на гнучку підкладку (різні види полімерних плівок, папір, картон) з об'ємом випуску близько 3600 тонн продукції на рік.

Як полімерна плівка використовується біоорієнтований поліпропілен або поліетілен, при цьому плівка може використовуватися протягом 10–15 виробничих циклів.



#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

---

Металізована поверхня паперу може покриватися лаком, забезпечуючи бажаний відтінок кольорів і ступінь глянцю або матовості.

Перевагами металізованих матеріалів порівняно з ламінатами є: підвищені бар'єрні властивості стосовно води, пари, газів, запахів, а також світлозахисні властивості.

Товщина шару алюмінію, отриманого на поверхні паперу за допомогою металізації, становить менше соті частини товщини алюмінієвої фольги. Проте економія на сировині не є значною порівняно з витратами на виготовлення, оскільки ґрунтувальне лакування поверхні паперу більш вартісне, аніж каширування паперу алюмінієвою фольгою.

Однак, високі захисні властивості, привабливий зовнішній вигляд металізованого паперу дають підстави очікувати заміни металізованими матеріалами ламінатів з алюмінієвою фольгою.

У Франції розроблено пакувальний матеріал для шоколадної продукції, нешкідливий для здоров'я, який виготовляють шляхом нанесення на паперовий матеріал покриття з одного або з обох боків, або ж покриття з нанесенням металізуючого лаку [131]. Папір має основну частину та/або покриття, яке містить жиронепроникний і придатний для вакуумної металізації агент. Лак для попередньої металізації та захисне покриття придатні для прямого контакту з харчовими продуктами і містять гомополімери або співполімери на основі акрилової, вінілової кислот або нітроцелюлози. Тонке металеве покриття на основі алюмінію, срібла й золота або іншого сплаву металів, яке створює бар'єр проти кисню, пари або УФ-світла, має товщину 20–50 нм. На захисне лакове покриття масою 1–10 г/м<sup>2</sup> і/або на тонкий металевий прошарок може бути нанесений друк, інший бік паперу-основи залишається вільним від попереднього металізованого покриття.

Для упакування харчових продуктів тривалого терміну зберігання необхідні пакувальні матеріали з підвищеними

захисними властивостями. Підвищені газо-, паро-, водо-, аромато- і світлонепроникність досягаються сполученням полімерів з алюмінієвою фольгою, папером і картоном. Склад та структура комбінованих матеріалів визначаються призначенням пакування, його конструкцією, строками й умовами зберігання харчових продуктів, а також економічними міркуваннями.

Кожен шар таких матеріалів має своє призначення. Внутрішній шар (поліолефіни, співполімери вінілхлориду з вініліденхлоридом та інші полімери) призначений для герметизації пакування термічним зварюванням і захисту пакувального матеріалу від впливу харчового продукту. Середній шар виконує захисні функції, тобто слугує бар'єром для проникнення пари, води, газів, ароматичних речовин (алюмінієва фольга чи металізований шар) або забезпечує жорсткість і міцність пакування (картон, папір, товста алюмінієва фольга). Зовнішній шар захищає від впливу зовнішніх факторів, у тому числі і від механічних впливів (целофан, лавсан, поліпропілен, лак). Для каширування такого паперу застосовують клей на основі картопляного крохмалю з добавкою 10–45% полівінілацетатної емульсії.

Для упакування продуктів сублімаційного сушіння потрібні високі паро-, газо- і водонепроникність, які забезпечує у комбінованому матеріалі папір-поліетиленове покриття – алюмінієва фольга.

Папір у такому матеріалі підвищує опір матеріалу проколам, запобігає ушкодженню фольги та полегшує етикетування пакування, має масу  $1 \text{ м}^2$  30–40 г, високий ступінь проклеювання, містить у композиції білені напівфабрикати, а також близько 5% наповнювача для підвищення світлонепроникності.

Підвищити захисні властивості паперу, кашируваного фольгою, можна також шляхом нанесення на фольгу поліетилену, для підвищення адгезії якого з фольгою покриття краще наносити двошаровим.

Кращим захистом від проникнення водяної пари всередину пакування є ламінування паперу або картону поліетиленом, однак нові воднодисперсійні покриття наближаються за показниками до цих матеріалів.

Поліпропілен має високі захисні властивості від води, газу, запахів, термозварюється, стійкий до низьких температур та агресивних середовищ, має низьку вартість. Поліпропіленове покриття паперу має переваги перед покриттям з поліетилену низької щільності за показниками теплостійкості, жиростійкості, непроникності для газів і водяних парів. Висока термостійкість поліпропілену дає змогу застосовувати його для виготовлення стерильного пакування. Разом з тим, поліпропіленове покриття поступається поліетиленовому за морозостійкістю і стійкістю до старіння.

Поліпропілен вважається найбільш прогресивним полімером у виробництві матеріалів для упакування таких харчових продуктів як макаронні вироби, сухі сніданки, молочні продукти.

Ці дві бар'єрні властивості схожі на пароміцність і мають забезпечувати як захист продукту усередині пакування від сторонніх запахів й окислювання, так і навколишні предмети від запахів вмісту. Тобто, якщо коробки з милом знаходяться по-сусідському поруч із коробками з тістечками (а таке теоретично можливе на складі великого універсаму, мегамаркету, де всі товари знаходяться у значних кількостях), то продані тістечка повинні мати властивий їм аромат свіжої суниці, а не суничного мила.

Водно-дисперсійне полімерне покриття, що є деякою подобою молекулярної сітки на поверхні картону, характеризується лише частково такими властивостями. Тому на сьогодні такий захист вважається недостатнім, а вирішення проблеми бар'єрного покриття для запахів і кисню – майбутній крок у розвитку досліджень з розроблення й впровадження полімерних дисперсій.

Відомий спосіб отримання пакувального матеріалу з бар'єрними властивостями проти газу, що являє собою

складені разом два шари волокнистого матеріалу, наприклад, паперу або картону, і шар полімеру, наприклад, полівінілового спирту, який розміщений між ними і перебуває у прямому контакті із шарами волокнистого матеріалу. Надлишкова вода з нанесеного таким чином полімерного шару абсорбується волокнистим матеріалом одного і/або іншого аркуша з утворенням проміжного шару, який функціонує як бар'єр проти газу і як зв'язуючий агент.

Запатентовано газонепроникний, особливо кисненепроникний пакувальний матеріал, який містить як основу високощільний (тобто жиронепроникний) папір і нанесений на нього верхній шар [114] з полімерного покриття латексного типу, що містить один з наступних матеріалів: стирол/ бутадієн, стирол/акрилати, акрилати, такі як поліакрилати й поліметакрилати, і разом з високощільним папером утворює єдиний виріб, власне кажучи, непроникний для води, водяних парів, жиру й газу. Пакувальний матеріал є також гарним бар'єром для мікробів, таких як дріжджі, цвіль, бактерії тощо.

У США розроблено комбінований матеріал для упакування виробів, чутливих до вологи, що містять шари паперу ущільненого мікропористого матеріалу, клеючого матеріалу, який зв'язує паперовий і мікропористий шари, та шар полімеру, що не пропускає краплі вологи, але пропускає пари води з боку паперового шару, протилежного мікропористому. Тобто конденсат із пакування може випаровуватися через пакувальний матеріал.

Комбінований матеріал для виготовлення термостійкого порційного пакування гарячої їжі, розроблений у співробітництві з фірмою Макдональдс, містить два шари паперу та розташований між ними шар поліетиленової плівки. Внутрішній тонкий шар паперу сорбує вологу й жир їжі, а зовнішній, більш щільний паперовий шар, виконує роль носія інформації. Поліетиленова плівка забезпечує тепло-, вологоізоляцію і паронепроникність пакування, тобто перешкоджає проникненню вологи, тепла й водяної пари з упакованого виробу назовні.

#### Розділ 4. Формування експлуатаційних властивостей паперових пакувальних матеріалів для харчових продуктів

Комбіновані пакувальні матеріали на основі паперу, алюмінієвої фольги, полімерної плівки та дисперсних покриттів використовуються для упакування різних харчових продуктів (табл. 4.15).

*Таблиця 4.15*

#### Структура комбінованих пакувальних матеріалів та сфери їхнього застосування

Структура матеріалу / товщина шарів, мкм	Сфера використання
Папір /100/-ПЕ/12/-Ф/9/-ПЕ/25/	Зневоднені продукти, сухі напої, суміші приправ
Целофан/25/-ПЕ/18/-Ф/8/-ПЕ/25/ Лак-Ф/8/-мікрівіск/15/-пергалят Крафт-папір-ПЕ/12,5/-Ф/9/-іономер/17,5/ Лак-Ф/8/-ПЕ/12,5/-ПЕТФ/12,5/-ЕВА/12,5/	Сухі сніданки, маргарин, комбіновані банки для продуктів
ПЕТФ/12,5/-Ф/9/ПП/75/ ПП/18/-ПЕ/12,5/-Ф/8/ПЕ/25/ ПЕТФ/12,5/-ПЕ/18/-Ф/9/-ЕВА/50/	Покривний матеріал для напівжорсткої полімерної тари Стерилізуюче пакування, сухі сніданки, харчові рідини

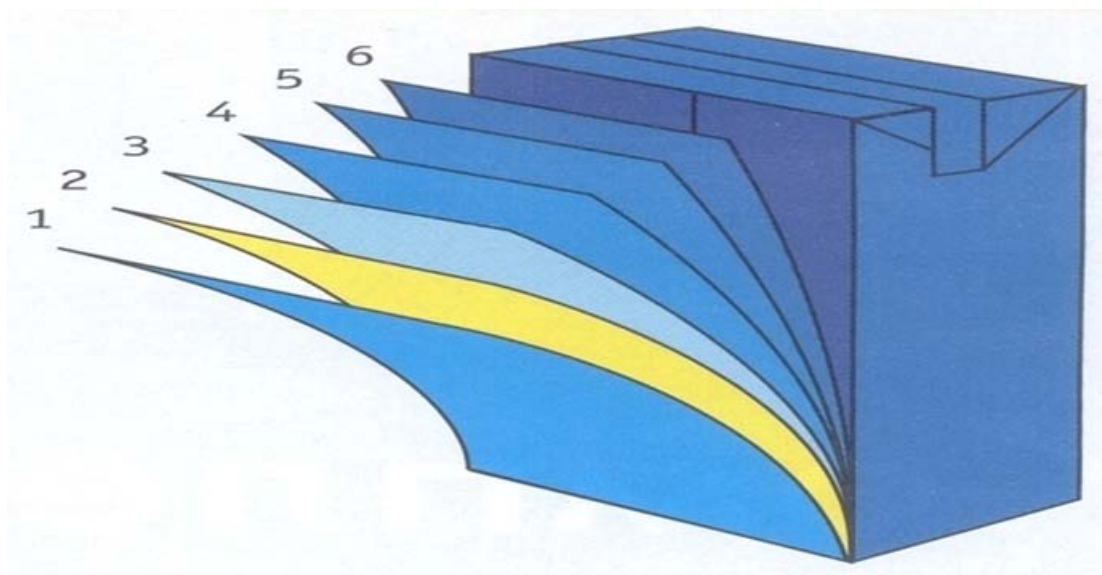
*Примітка:* Ф – алюмінієва фольга, ПЕ – поліетилен, ПП – поліпропілен, ПЕТФ – поліетилентерефталат, ЕВА – співполімер етилену з вінілацетатом.

*Джерело:* запропоновано авторами на основі узагальнення емпіричного досвіду

Прикладом пакування, виготовленого шляхом створення й використання комбінованого пакувального матеріалу, який має необхідний комплекс бар'єрних властивостей і забезпечує герметичність придатного для перероблення пакування «Тетра Пак». Воно має шість шарів із трьох різних матеріалів: поліетилену, картону й фольги (рис. 4.9), при цьому зовнішній шар 1 з поліетилену утримує зафасований продукт; шар алюмінієвої фольги 4 забезпечує бар'єрні властивості відносно кисню, запахів, променів світла; шари поліетилену 3 і 5 є адгезійними і забезпечують достатньо міцне з'єднання усіх шарів матеріалу.

Екологічна стабільність картонного пакування, яку можливо розглянути на всіх стадіях та етапах його життєвого циклу, починаючи з виготовлення сировини для цього пакування і закінчуючи стадією його вторинного перероблення, базується на таких головних позиціях:

- відновлюваність сировини;
- мінімальний вплив на природне навколишнє середовище;
- можливість 100-відсоткового перероблення.



*Рис. 4.9. Композиція пакувального матеріалу для картонного пакування «Тетра Пак»: ПЕ – 1, 3, 5, 6; картон – 2; алюмінієва фольга – 4*

Композиція, що застосовується у пакуванні «Тетра Пак», містить 75% целюлози, яка виготовляється з натуральної деревини, що є самовідновлюваною природною сировиною. Вибір таких сировинних ресурсів є ідеальним для збереження навколишнього середовища, дає можливість відновлювати джерела сировини, не виснажуючи запаси природних ресурсів.

Спосіб вторинного перероблення відходів використаного пакування вимагає стадію виділення цього целюлозного волокна на обладнанні для перероблення макулатури. На такому обладнанні картон і папір разом з пакуванням завантажують у ємкості з водою і перемішуються. Вихрове обертання маси призводить до швидкого відокремлення целюлозного волокна за рахунок тертя, яке посилено вбираючи воду, створює суспензію. Компоненти поліетилену, алюмінієвої фольги або спливають на поверхню, або осідають на дні ємкості і видаляються. Процес відокремлення волокна целюлози від поліетилену і фольги займає, за інформацією спеціалістів компанії, 15–20 хвилин. Виділене целюлозне волокно використовується для виготовлення паперу й картону на основі макулатури (канцелярський папір, паперові мішки, санітарно-гігієнічний папір, облицювальний картон, гофрований картон, транспортну тару, паперові рушники, серветки та багато іншої продукції), а поліетилен і фольгу застосовують для виготовлення виробів методом екструзії або гарячого формування, або розділяють на алюміній і поліетилен.

Оригінальним є також пакування з картону, на зовнішній і внутрішній боки котрого наклеєні полімерні шари, корпус та кришка яких створюють єдине ціле без застосування клею і дають можливість тримати у ньому рідинні продукти, зберігати у холодильнику і навіть у морозильній камері, а після використання застосовувати повторно.

Аналіз наведеної вище інформації та результатів досліджень свідчить, що існує велика кількість промислових способів отримання комбінованих матеріалів, основними з яких є такі:

– каширування та металізація у вакуумі паперу-основи (алюмінієва фольга, папір, картон, целофан, полімерні плівки) розплавами полімерів екструзійним або валковим методами, склеюванням та напиленням у вакуумі. Наносять на основу порівняно легкоплавкі полімери: поліетилен, полівінілхлорид, співполімери етилену, вінілхлориду з вінілацетатом та інші сполуки;

– ламінування за допомогою адгезивів при різних умовах отвердіння. Цей спосіб досить універсальний: за допомогою відповідних клеїв (водні емульсії, двокомпонентні поліуретанові композиції та інші) можуть бути міцно з'єднані практично будь-які плівкові матеріали;

– ламінування термозварюванням – прокатування термопластичних плівок між гарячими валами;

– ламінування розплавами, що здійснюється за допомогою низькомолекулярних композицій (поліетилен, полівінілацетат) або парафінових композицій (мікрокристалічний віск, парафіно-полімерні композиції, композиції «хотмелт» (hot-melt));

– ламінування співекскрузією – одночасне екструдкування двох, трьох і більше термопластів через одну формуючу фільтру. Цим способом отримують оригінальні сполучення полімерів без застосування адгезивів та інших допоміжних речовин.

Комбіновані плівкові матеріали отримують також шляхом нанесення на плівку-основу плівок і покриттів з водних дисперсій, розчинів, шляхом поверхневого просочення й лакування.

Підвищення економічності і конкурентоспроможності комбінованих пакувальних матеріалів на основі алюмінієвої фольги у світовій практиці проводиться за 3-ма основними напрямками: зменшення їхньої товщини, заміна алюмінієвої фольги металізованими і малопроникними полімерними плівками.

Нанесення на поверхню міцних термостійких полімерних плівок (поліетилен-терефталату, поліпропілену, поліаміду) найтоншого шару алюмінію шляхом випару його за глибокого вакууму і температури 1500°C дає можливість при дуже малих витратах металу підвищити паро- і газопроникність.

Розвиток співекструзії у виробництві багат шарових пакувальних плівок, поява полімерних плівок, які у багат шарових плівкових конструкціях відіграють роль бар'єрного



шару, широке поширення їх у процесах, пов'язаних з нагріванням продуктів в упакованому вигляді, що практично виключає застосування алюмінієвої фольги або металізованих плівок у пакувальних ламінатах через їхню непрозорість для мікрохвиль, призводить до заміни алюмінієвої фольги у комбінованих пакувальних матеріалах полімерними плівками.

Двовісноорієнтовані плівки досить міцно займають лідируючі позиції на ринку гнучких пакувальних матеріалів, які користуються попитом у споживачів завдяки своїм унікальним властивостям і які відсутні в неорієнтованих плівках.

Двовісне орієнтування плівки під час виробництва дає можливість покращити її властивості: так, наприклад, підвищується блиск, прозорість, механічна міцність; такі плівки мають низьку паро- і вологопроникність. Високий комплекс зазначених властивостей, їхня рівномірність у поздовжньому й поперечному напрямках дає змогу розширити сферу застосування орієнтованих плівок як пакувальних матеріалів для тяжких, крупногабаритних вантажів. Підвищений блиск і прозорість дають переваги двовісноорієнтованим плівкам під час вибору, наприклад, матеріалу для виготовлення етикеток, а їхні бар'єрні властивості дають змогу застосовувати їх для упакування продуктів, що мають незначний строк зберігання без пакування. Такі плівки, окрім того, гарантують високий захист від кисню й вологи навколишньої атмосфери, можуть володіти також і мембранним ефектом, тобто коли необхідно транспортувати харчові продукти, або тримати їх протягом деякого часу на складі, або упакувати сир, де орієнтована плівка з мембранним ефектом є просто незамінною. Мембрани характеризуються вибіркоvim ефектом проникності і регулюють концентрацію розчинів, інших продуктів, є тонкими плівками або пластинками, зазвичай закріпленими по контуру.

Ще більш значний ефект щодо бар'єрних і захисних властивостей плівок буде отримано, на наше переконання, сполученням їх з папером, створивши таким чином високоякісний і багатофункціональний пакувальний матеріал.

Для виробництва двовісноорієнтованих плівок використовують такі матеріали як поліпропілен, поліамід (ПА), поліетилентерафталат (ПЕТФ), співполімери етилену з вініловим спиртом (ЕVОН) і вінілу з ацетатом (PVA). Найбільш широке застосування має двовісноорієнтована поліпропіленова плівка (ДОПП).

Двовісноорієнтовані плівки виготовляють за двома різними технологіями, відмінність яких у тому, що в одному випадку полотно плівки отримують методом поливу на охолоджувальний барабан, в іншому випадку плівку отримують рукавним способом – екструзією з розплаву.

Разом з тим, не зважаючи на інтенсивність впровадження у виробництво полімерних плівок, близьких за властивостями до фольги, варто очікувати, що й нині, і в найближчому майбутньому, алюмінієва фольга та металізовані плівки у чистому вигляді або їхні ламінати не втратять свого значення для упакування харчових продуктів, хоча практика підтверджує зростання уваги виготовлювачів пакувань до матеріалів, які не містять алюмінієвих компонентів.

Розвиток мікрохвильової техніки для нагрівання та кулінарного оброблення харчових продуктів став поштовхом для пошуків надійної заміни у конструкції пакувальних плівкових ламінатів, таких бар'єрних шарів як алюмінієва фольга й металізовані плівкові матеріали. Бар'єрні шари полімерних плівок, замість них, мають характеризуватися мінімальними газо- і паропроникністю. Найкращими бар'єрними властивостями характеризуються співполімери вініліденхлориду, етилену з вініловим спиртом, поліаміди, поліетилентерафталати. Однак, навіть у кращих бар'єрних полімерних плі-

вок є серйозні недоліки: EVON недостатньо протистоїть волозі, поліамід має підвищену паропроникність.

Науковці працюють над створенням нових способів модифікації полімерів для підвищення їхніх бар'єрних властивостей, які могли б бути на рівні алюмінієвої фольги, або, принаймні, металізованих плівок.

Так, наприклад, для підвищення бар'єрних властивостей полімерних плівок використовують розроблений у Японії метод нанесення на поверхню цих плівок оксидів кремнію. Спочатку у вакуумі наносили на поверхню плівок з ПЕТФ нітрид кремнію  $\text{Si}_3\text{N}_4$  з наступним його гідролітичним перетворенням в оксид кремнію. Таке покриття виявилось прозорим для мікрохвиль і абсолютно водостійким, однак, через недостатню еластичність покриття, наносити його недоцільно. Кращими були покриття  $\text{SiO}_x$ , де  $x = 1,5-1$ , тобто суміш оксидів  $\text{SiO}$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_3$  і  $\text{SiO}_2$ , за товщини покриття  $< 200$  нм. Для нанесення таких покриттів розроблені й застосовуються 2 методи: сублімаційний і за допомогою електронного променя.

Таким чином, аналіз ситуації щодо видів та асортименту пакувальних матеріалів на основі паперу, властивостей, технологій і процесів їхнього виробництва та сфер застосування показує, що в країні є усі передумови для створення сучасної наукоємної пакувальної індустрії, яка спроможна забезпечити виробництво широкого асортименту конкурентоспроможних матеріалів сучасного дизайну для фасування та упакування продукції харчової, переробної, фармацевтичної, поліграфічної та інших галузей економіки і здійснювати їхні експортні поставки до інших країн.

## Розділ 5

# ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПАПЕРОВИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПАКОВАННЯ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

### 5.1. Оцінка якості пакування для харчових продуктів

До матеріалів і пакування, особливо призначених для фасування й зберігання продукції харчування, висуваються, як відомо, жорсткі вимоги щодо їхньої якості та безпечності.

Пакування виконує найважливіші функції у системі взаємодії «продукт – навколишнє середовище», але тільки якщо продукт або виріб упаковані належним чином і зберігаються за обраних відповідних умов, наприклад, температури й вологості.

Особливо це стосується продукції з низькою стійкістю до сторонніх запахів, ароматів і втрати власного аромату. А тому неадекватне пакування та порушення режимів зберігання є основними факторами, які негативно впливають на якість і безпечність такої продукції. Основними причинами зниження якості продукції є:

- висока температура та її постійне змінювання, що призводить до структурних змін і втрати органолептичних властивостей;
- під впливом дії світла й теплового випромінювання відбувається змінювання кольору виробів, зростає фактор мікробіологічного ризику;
- волога викликає жирове і цукрове посивіння виробів, втрату їхнього блиску, появу липкості та порушення текстури;
- вплив дії кисню призводить до прогоркання жирів, деструкції білків і вітамінів – як результат окислювальних процесів, що при цьому відбуваються;
- недостатня герметичність пакування призводить до механічного забруднення продукту та проникнення бактерій і мікроорганізмів, що сприяють зміні його споживних властивостей;
- з причин неякісного пакування продукція та вироби втрачають характерні смак і аромат.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

Для встановлення відповідності пакувальних матеріалів і пакування технічним, споживним, експлуатаційним вимогам проводять їхні випробування, оцінюючи:

- загальні властивості (товщина, щільність, маса 1 м<sup>2</sup>, зольність);
- фізико-механічні властивості (опір розриву, деформуванню, розшаруванню, продавлюванню, тривалий опір згинанню, розрив під час розтягування, міцність на злом, прорив, модуль пружності тощо);
- сорбційні властивості (всмоктування води, масел, фарби, інших рідин);
- поверхневі властивості (гладкість, коефіцієнт тертя, ступінь білості, вищипування тощо);
- спеціальні (специфічні) властивості (повітря-, водо-, паро-, газо-, жиро-, аромато-, світлопроникність тощо);
- особливі властивості (лінійна деформація під час зволоження і наступного висушування, придатність для друкування);
- відносну межу допустимого навантаження під час статичного згину, при вільному падінні, вібрації, а також герметичність (міцність зварного шва) тощо.

Гігієнічні випробування передбачають дослідження й оцінку органолептичних, санітарно-гігієнічних і хімічних властивостей усіх видів пакувальних матеріалів, дозволених Міністерством охорони здоров'я для виготовлення виробів і пакувань, що контактують безпосередньо або опосередковано з продуктами харчування, питною водою, косметичними і лікувальними препаратами, для використання у медицині, будівництві, побуті, а також для дитячого асортименту товарів та іграшок.

Випробування матеріалів передбачають і вивчення фізико-механічних властивостей з метою їхнього правильного вибору для упакування відповідного продукту харчування, а випробування пакування – його експлуатаційних властивостей з метою прогнозування строку використання за відповідних умов транспортування й зберігання запакованої продукції.

Контроль пакувальних матеріалів, тари і пакування є складовою частиною нормативної документації метрологічного забезпечення якості продукції харчування, що входить у систему «ТУ (ДСТУ) – контроль – МВВ (методи виконання випробувань)». Як правило, усі методи випробувань та оцінки якості продукції й матеріалів стандартизовані і наведені у відповідних ДСТУ (ТУ) або інших спеціальних нормативних документах.

Суттєву роль щодо збереження упакованого продукту та вибору пакування відіграє знання його споживних властивостей, що забезпечуються бар'єрними і захисними функціями пакування й складають предмет товаровідомчих знань. Вони необхідні широкому колу зацікавлених осіб під час проведення тестування нових розроблених матеріалів і пакувань, підготовки виробництва, а також під час придбання поступаючого товару та контролю його якості.

З цієї причини товаровідомчі критерії здійснюються поряд з гігієнічними, технічними та естетичними методами оцінки продукту і пакування. Це слугує умовою того, що продукт відповідає вимогам якості, яка гарантується виробником. Пакування не повинне вводити в оману споживача відносно кількості та якості упакованого продукту. Перше завдання вирішується достатньо просто – встановлення контролю за ступенем наповнення пакування. Для вирішення другого завдання необхідні особливі критерії оцінки якісних змін споживних властивостей продукту й пакування, досягнуті шляхом товаровідомчої оцінки, яка на сьогодні дозволяє оцінити до 80% зазначених змін.

Критерії оцінки пакувань включають:

- загальне враження;
- зовнішній вигляд;
- габарити;
- найменування виробу;
- інформацію про властивості та умови використання продукту.

Ці критерії необхідно враховувати для первинної оцінки під час вибору пакування для відповідного продукту.

У процесі свого життєвого циклу тара й пакування знаходяться в різних умовах зберігання, транспортування (температура, вологість), отримують механічні дії, що відрізняються за характером, напрямом прикладання, тривалості, які можуть призводити до незворотних деформацій і навіть до руйнування. При цьому життєвий цикл та умови його протікання є різними для споживних і транспортних видів тари й пакування, що відрізняє механічні дії, які при цьому вони отримують.

Для споживних видів тари і пакування етапи життєвого циклу включають:

– упакування продукції (фасування, закупорювання або герметизація, етикетування);

– переміщення їх як з продукцією, так і без неї, у межах виробничих підрозділів, на складах та під час перевезення різними видами транспорту;

– зберігання продукції у пакуванні – як у транспортній тарі, так і без неї, – на складах, полицях торгових закладів, у цехах, домашніх умовах у споживачів.

На усіх цих етапах споживні види тари й пакування можуть сприймати механічні впливи як у статичному, так і в динамічному станах.

Зазвичай міцнісні властивості тари і пакування визначаються й залежать від аналогічних властивостей самого пакувального матеріалу (папір, картон, полімери, метали, скло). До них слід віднести міцність під час розтягування, стискання, згинання, удару, продавлювання, проколу, багаторазової деформації.

Разом з тим, форма, окремі елементи і у цілому конструкції тари й пакування певним чином впливають на їхні міцнісні властивості. Тому, враховуючи значення міцнісних властивостей пакувальних матеріалів, конструктори, дизайнери та розробники особливу увагу приділяють дослідженню міцнісних властивостей реальних зразків тари й пакування в

реальних умовах їхнього життєвого циклу. Для вибору методу випробування найбільш доцільно користуватися методами, що моделюють механічні та інші дії у процесі експлуатації тари й пакування і не потребують застосування складних приладів, стендів, устаткування.

Однією з властивостей споживних видів тари й пакування, яка узагальнює різні механічні дії, є їхня формостійкість, під якою розуміють здатність протидіяти деформуванню за різних умов знаходження тари і пакування (в одному шарі, штабелі, транспортній тарі, з продуктом і без нього при різних температурах і вологості оточуючого середовища). Якщо під час випробувань під дією статичних навантажень зразки тари й пакування не деформувалися, в них не утворилися тріщини, зломи, горловини не зім'ялись і не з'явилися інші дефекти, то такі тара й пакування витримали випробування на формостійкість.

У процесі переміщення тари і пакування за допомогою різних видів транспорту та виконання вантажно-розвантажувальних робіт вони отримують динамічні механічні дії. Узагальненими властивостями таких дій і впливів є вібростійкість та опір удару [145].

Під вібростійкістю розуміють здатність тари й пакування протидіяти вібраційним навантаженням при різній частоті та амплітуді коливань залежно від виду транспорту.

Під опором тари удару, на який впливають ударна в'язкість матеріалу, товщина стінки і місткість тари, її форма й конструкція, розуміють опір під час трьох ударних навантажень:

- удар під час вільного падіння на жорстку основу;
- удар одиниці тари одна на іншу;
- удар під час падіння на тару або пакування твердих важких предметів.

Виходячи з такого характеру ударних навантажень, випробування на опір удару розділяють на три групи: при вільному падінні, на похилій площині, при ударі на пробій. При випробуванні тари й пакування на опір удару під час вільного падіння (найбільш розповсюджене) розрізняють три методи: кумулятивний, вибірковий, роздільний.



## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

При кумулятивному методі кожен зразок випробують, скидаючи з постійно зростаючої (на однаковий інтервал) висоти до пошкодження. Висота, при падінні з якої 50% зразків не зруйнувалися, є нормою для опору удару.

При методі вибіркового (ступеневих) випробувань зразок тари одноразово скидають з різної висоти, починаючи з оптимальної, і підвищують її до висоти, під час падіння з якої зразок деформується або пошкоджується. Передостання висота й буде характеризувати опір удару.

При методі роздільного падіння різне (не менше 10) число зразків одноразово скидають з різної висоти. За норму опору удару приймають висоту, при падінні з якої зруйнувалося не більше 50% зразків.

Опір удару на похилій площі визначають частіш за все для транспортної тари. При цьому кут її нахилу до горизонту рівний  $10^\circ$  (якщо тара спускається на спеціальному візку) або  $30\text{--}45^\circ$  (без візка). Зразки тари не повинні руйнуватися або деформуватися під час удару в опорну стінку, яка знаходиться внизу похилої площини.

Опір удару на пробій визначають при вільному падінні на тару або пакування бійка чи кулі відповідної маси і заданих геометричних розмірів. В обох випадках визначається висота, падаючи з якої тара й пакування не руйнуються.

Кожна з розглянутих і наведених вище властивостей міцності тари й пакування визначаються, у першу чергу, під час їхньої розробки, у деяких випадках – під час виготовлення. При цьому методики проведення випробувань, використовувані прилади й апаратура описуються в спеціальних стандартах або є індивідуальними для окремих лабораторій і підприємств.

Випробування на стискання проводиться для визначення міцності тари під час дії на неї стискаючих зовнішніх навантажень, що виникають у процесі зберігання й транспортування продукції. Застосовують прес із зусиллям 50 кН зі швидкістю зближення стискаючих плит 10 мм/хв. Прес має

пристрій для вимірювання деформації з точністю не менше  $\pm 0,5$  мм, а також самописець, який реєструє залежність «навантаження-деформація» у процесі випробувань. Під час випробування на стискання визначають такі показники:

– руйнівне навантаження, при якому тара руйнується, втрачає свою стійкість;

– питоме руйнівне навантаження, що є відношенням руйнівного навантаження до площі основи тари, яка обмежена зовнішніми розмірами, Па;

– деформацію тари, що визначається величиною стискання тари від моменту прикладання навантажень 200 Н;

– здатність тари витримувати задане навантаження без руйнування, втрати стійкості, перевищення граничної деформації.

Випробування на удар під час вільного падіння здійснюється з метою визначення механічної міцності тари під час дії на неї динамічних навантажень, що виникають при падінні тари під час вантажно-розвантажувальних робіт, транспортуванні і штабелюванні. Для проведення випробувань використовують пристрій (скидаючий): підйомник із захватом, що розкривається. Скидання відбувається на рівну монолітну площину. Висота скидання встановлюється залежно від маси вантажу, затареного у ящики: від 7,5 кг вантажу – висота 1200 мм, до 40 кг – висота 500 мм.

Ящик скидають на один з боків (кутів), потім на ребра, що прилягають до кутів (коротке, середнє, довге), потім на поверхні, які прилягають до кутів (меншу, середню, велику). 10 зразків тари мають витримати 7 скидань.

Випробування на опір перевалкам проводиться з метою встановлення міцнісних властивостей тари та її здатності витримувати навантаження, що виникають у процесі проведення вантажно-розвантажувальних робіт, на таровипробувальних барабанах. Ящик розміщують усередині барабану, під час обертання останнього ящик перекочується по його поверхням і піддається динамічним навантаженням. Ящик має витримати навантаження, величина якого залежить від виду перевезення і характеризується числом обертів барабана.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

Випробування на похилій площині застосовується для визначення міцності ящиків під час механічних впливів навантажень, які відтворюють динамічні навантаження, що діють на ящик при різкому гальмуванні транспортних засобів. Дослідження проводяться на похилій площині – рейковий шлях під кутом  $10^\circ$ , по якому переміщується двовісний візок. На кінці рейкового шляху є жорсткий упор з амортизуючим бар'єром, котрий розміщений під кутом  $90^\circ$  до рейкового шляху. Ударне навантаження визначається за довжиною шляху, який має витримати ящик без пошкоджень. Для картонних ящиків зазвичай приймають довжину шляху 3000 мм і кількість ударів – 9.

Визначення ударозахисних властивостей картонної тари можуть проводитися при вільному падінні пакування на ударну площадку та на ударному стенді, який забезпечує відтворення ударів тривалістю 1–150 мс і перевантажень до 200 Н. Випробування на удар при вільному падінні проводять на підйомному механізмі, котрий дає змогу підняти випробний зразок на задану висоту і кидати його на ударну площадку з одночасним вимірюванням параметрів ударного навантаження, що діє на упакований виріб. Випробування на удар, відтворюваний стендом, проводять, встановлюючи випробний зразок на платформу ударного стенда, виконують заміри параметрів ударних перевантажень на платформі та на упакований виріб.

Метод визначення віброзахисних властивостей картонної тари полягає у дії на пакування з виробом гармонічної або випадкової вібрації із заданими параметрами. Випробування проводять на вібростенді, який здатен відтворювати гармонічні коливання із коефіцієнтом нелінійних викривлень (перекручень) не більше 3% і випадкову прямолінійну вібрацію, що діє на пакування в діапазоні прискорень  $1\text{--}50\text{ м/с}^2$  у заданому частотному інтервалі.

Випробування картонної й паперової тари на віброміцність проводять на вібростендах, що дозволяють установлювати і регулювати частоту коливань у межах від 1 до 80 Гц в діапазоні прискорення  $0,5\text{--}10\text{ м/с}^2$ . Вібростенд повинен

мати стіл, який дає змогу встановити зразки тари і не допускати її переміщення під час проведення випробувань, а також визначати навантаження на тару, що імітує зусилля заштабелювання під час перевезення різними видами транспорту (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Вібраційні навантаження під час випробувань тари залежно від виду транспорту перевезення**

Вид транспорту	Амплітуда коливань, мм		Частота коливань на хвилину	
	Горизонтальний напрям	Вертикальний напрям	Горизонтальний напрям	Вертикальний напрям
Залізничний	20	30	90	250
Автомобільний	15	-	200	-
Повітряний	0,2	0,3	600	3 000

*Джерело: запропоновано авторами на основі узагальнення емпіричного досвіду*

Ящики встановлюються на робочу площадку стенда у штабелі висотою не вище трьох ящиків. На нижній ящик має діяти навантаження, що дорівнює масі штабеля, висота якого залежить від виду транспортування. Для перевезень залізничним транспортом висота штабеля повинна бути 2,5 м, автомобільним – 2 м, повітряним – 1 м.

Час зупинення випробувань визначається пошкодженням стінок ящика, обклеювальної стрічки або зшивки, які впливають на схоронність продукції. Показником, що характеризує опір тари вібраційним навантаженням, є час випробування. Тривалість випробувань має бути не менше 18 годин за наземного і 2 годин за морського видів перевезення.

Випробування картонної та паперової тари на стійкість до дії дощу проводять на спеціальній установці, яка має пристрій для отримання й підтримання дощу з інтенсивністю від 1,5 до 8 мм/с. Зона дії дощу має перевищувати габаритні розміри тари не менше ніж на 3 см. Тривалість одного циклу

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

випробувань вибирають згідно з вимогами відповідного кліматичного району, тривалістю зберігання тари на відкритому повітрі й числом перевантажень під час транспортування. Загальна тривалість циклу може складати від 5 хв до 6 год 20 хв. Дощувальна установка повинна мати поворотний стіл, похилий до горизонтальної площини під кутом  $10^\circ$ . Конструкція стола має забезпечити необхідний відтік води.

Кліматичні випробування картонної й паперової тари проводяться для визначення впливу на міцнісні характеристики і захисні властивості тари: вологості, температури, морського туману. Для випробувань використовують кліматичні камери, у яких можуть відтворюватися задані вологість і температура. Вологість повітря є головним домінуючим кліматичним фактором, котрий значно погіршує міцнісні властивості тари і пакувальних матеріалів у процесі їхнього зберігання й транспортування. Сполучення факторів підвищеної вологості і температури сприяє прискореному проникненню вологи у волокнистий матеріал. Важливим фактором є також дія низьких температур, особливо це стосується картонної й паперової тари, які мають просочування або покриття різними восковими складами, бітумом, поліетиленом тощо. При низьких температурах ці покриття надають матеріалам крихкість, знижують їхні герметичність і пружно-пластичні властивості. Діапазон температур, при яких може експлуатуватися картонна й паперова тара, достатньо широкий: від  $+65^\circ \text{C}$  до  $-85^\circ \text{C}$ .

При тривалій дії високої температури змінюються механічні властивості матеріалів. Матеріали з покриттями стають більш еластичними, втрачають свою жорсткість. Тривалість і циклічність випробувань, параметри вологості й температури встановлюють залежно від вимог до умов експлуатації тари і визначають за окремими методиками. Кліматичні випробування завершуються випробуванням тари на відповідні міцнісні властивості (стискання, скидання, вібрацію), при цьому розрив між закінченням дії кліматичних факторів і проведенням міцнісних випробувань має бути мінімальним.

## 5.2. Вимоги до безпечності пакування для харчових продуктів

Необхідність виходу й розширення позицій кожної з країн, у тому числі й України на розвинуті ринки, визначають вимоги до безпечності матеріалів целюлозно-паперового виробництва та виробів на їхній основі.

Ці вимоги мають бути розроблені з метою:

- захисту життя й здоров'я населення;
- охорони довкілля;
- захисту життя або здоров'я тварин і рослин;
- попередження дій, що вводять в оману споживачів.

До переліку продукції ЦПВ мають бути занесені види продукції – шкідливі і потенційно небезпечні для споживачів, визначені мінімально необхідні вимоги, що забезпечують хімічну безпечність.

Один з видів продукції, що входить до цього переліку, – білена целюлоза, а вимоги хімічної безпечності визначено показником – органічно зв'язаний хлор.

Відомо, що у виробництві високоякісних видів паперу для виготовлення конкурентоспроможної та сучасного дизайну поліграфічної продукції, у тому числі шкільних підручників, зошитів тощо, використовують целюлозу або деревну масу, які пройшли стадію вибілювання – технологічний процес, під час якого за рахунок видалення з них або руйнування фарбувальних речовин підвищують ступінь білості матеріалу.

Для таких видів продукції білість паперу є важливим показником якості, оскільки текст, креслення, малюнок, що надруковані або виконані за допомогою рейсфедера (пера), залежно від білості паперу більш чи менш контрастують з поверхнею паперового аркуша. Цим, значним чином, визначаються споживні властивості і цінність паперу.

Для досягнення високої білості застосовують хімічне вибілювання волокнистих напівфабрикатів для виробництва паперу або картону з використанням хлору та його сполук.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

За останні двадцять років минулого століття вчені звернули увагу громадськості на проблему токсичності вибіленої за допомогою хлору целюлозно-паперової продукції. Низка розвинених країн висувають нині жорсткі вимоги щодо захисту природного середовища, у тому числі здоров'я людей, проти забруднення стоками целюлозно-паперових виробництв, особливо стоками вибілювальних цехів, що містять велику кількість токсичних органічних сполук хлору. Останнім часом з'явилася нова екологічна небезпека – новий клас ксенобіотичних сполук – клас діоксинів (найбільш токсичних представників хлорорганічних сполук), відкритих за допомогою хроматомаспектрометричної аналітичної техніки [101, 221].

Поліхлоровані дібензо-*n*-діоксини (РСДД) та дібензофурани (РСДФ) частіше називають просто діоксинами, не зважаючи на те, що це дві окремі групи сполук подібної дії.

Діоксини – ліпофільні сполуки з низькою розчинністю у воді, відносно стійкі до дії на них кислот, а також окислювачів і відновлювачів.

Встановлено 75 різних РСДД та 135 РСДФ, тобто 210 різних хімічних сполук, що відносяться до класу поліхлорованих дібензо-*n*-діоксинів та дібензофуранів.

Окрім вищеназваних, визначено понад 1000 різних органічних сполук хлору, які не відносяться до вищеозначеної групи, але також є небезпечними для здоров'я людини й навколишнього природного середовища.

Саме тому низка країн і, у першу чергу, Швеція, Фінляндія, Німеччина, Франція, країни Північної Америки визначили особливі вимоги до забруднення середовища стічними водами целюлозно-паперової промисловості та залишками органічних сполук галогенів у біленій целюлозі, що використовується у виробництві продукції для упакування продуктів харчування та контактує з організмом людини, особливо дітей.

Чисельними працями із застосуванням сучасних методів досліджень встановлено, що папір і картон, виготовлені з

такої целюлози або деревної маси, містять значну кількість токсичних сполук органічно зв'язаного хлору-діоксинів, які негативно впливають на організм людини, особливо дитини, і викликають найбільше занепокоєння. Показник наявності органічних сполук хлору у целюлозно-паперовій продукції використовують у деяких країнах для оцінки її якості за ступенем токсичності та безпеки використання.

У Швеції, наприклад, уведено показник АОХ, який характеризує повну кількість органічно зв'язаного хлору, що може бути адсорбований активованим вуглецем з води. Згідно з вимогами щодо захисту довкілля маса АОХ в 1 т абсолютно сухої вибіленої целюлози не повинна перевищувати 1,5 кг, у 1 т паперу – 0,01–0,02 кг і в стоках – 0,10 мг/дм<sup>3</sup>. Новітні технології вибілювання мають забезпечувати такі умови, при яких утворення діоксинів зведено до мінімуму.

Діоксини – сполуки, які синтезуються із застосуванням хлору та його похідних, мають токсичність в один мільйон разів більше, ніж у ціанистого калію. До цього слід додати, що діоксини накопичуються в організмі і сприяють розвитку захворювань шкіри й раку, руйнують імунну систему.

У зв'язку із цим економічно розвинені країни впроваджують технології без використання хлору або його сполук у процесах вибілювання волокнистих напівфабрикатів, що дає змогу отримувати екологічно безпечні целюлозу або деревну масу і забезпечувати необхідний рівень чистоти паперу, картону, виробів на їхній основі і навколишнього середовища.

Особливо важливим є використання вільної від хлорорганічних сполук целюлози й паперу з неї для виготовлення шкільних підручників, зошитів, навчальних посібників, насамперед для дітей молодших класів.

Проблема діоксинів вимагає від целюлозно-паперової промисловості значних капітальних витрат на безхлорне вибілювання волокнистих напівфабрикатів та очищення стоків. Проблема, без сумніву, буде вирішена і всі волокнисті компоненти для виробництва паперу стануть вільними від хлору.



На паперових фабриках у світі постійно удосконалюють композицію для покращання якості паперу як за фізичними показниками і зовнішніми виглядом, так і з метою зниження його вартості.

Сульфатна технологія є вірогідним переможцем традиційної боротьби із сульфітною. Виробники сульфітної целюлози очікували нового буму, пов'язаного з проблемами діоксинів, але сучасні технологічні досягнення свідчать про можливість виробництва безхлорної або навіть вільної від хлорних сполук сульфатної целюлози достатньої білості.

Екологічні проблеми, особливо зростаючий попит на безхлорні волокнисті напівфабрикати і вторинне волокно, підвищують міжнародний інтерес до галузі. Є очевидним, що період швидких перемін у технології і на ринках – попереду. Так, на кінець ХХ ст. у Швеції підприємство АСПА уже випускало безхлорну целюлозу з хвойної деревини для виробництва паперу. Деякі виробники паперу пропонують уже нині безхлорну продукцію для таких традиційних виробів як ділові папери й книжки, до яких розробляються відповідні вимоги. У випадку зниження високого ступеня білості, що є дуже можливим на сьогодні з причин розуміння виробниками взаємозв'язку ступеня вибілювання із забрудненням навколишнього середовища, ці вироби будуть базуватися на тих видах целюлози, які могли б мати ступінь білості на рівні 80% і вище без застосування матеріалів із хлором. При застосуванні сучасних технологій цими волокнистими матеріалами можуть бути деревна маса, білена хімікотермомеханічна маса (БХТММ) і сульфітна целюлоза, вибілені перекисом водню.

Важливим компонентом у композиції паперу може бути сульфітна целюлоза з м'яких порід деревини при ступені білості 82–85%. Інші складові композиції можуть бути визначені з урахуванням специфіки ПРМ, призначення і властивостей готової продукції, а саме:

✓ підвищена механічна міцність – безхлорна крафт-целюлоза з хвойних порід деревини, БХТММ з деревини ялини;

✓ підвищена пухкість – деревна маса, безхлорна целюлоза, БХТММ;

✓ підвищена непрозорість – безхлорна сульфітна целюлоза з високим ступенем білості, БХТММ з листяних порід деревини (осики), деревна маса з осики, мінеральні наповнювачі.

На сучасному етапі розвитку людства не існує будь-яких перешкод щодо розроблення безхлорних альтернатив для виробництва існуючих на сьогодні видів паперу без деревної маси. Іншими словами, папір для друку, коли для його виготовлення застосовуються безхлорні волокнисті напівфабрикати, безумовно, є більш екологічно чистою продукцією, ніж папір з вибіленої хлором волокнистої сировини.

Структурно-фізичні властивості такої целюлози забезпечують виготовлення паперу з високим комплексом механічних, друкарських властивостей і технологічності перероблення, які не поступаються за своїм рівнем показникам якості паперу з целюлози, у технології вибілювання якої використовується хлор та сполуки на його основі.

Папір з білістю понад 90% забезпечує контрастність зображення, а поліграфічні вироби на його основі виглядають більш естетично. Однак у Європі, та і в Україні, дійшли висновку: папір для виготовлення книжок повинен мати білість значно нижче від 90%. Це обґрунтовано тим, що книжки на папері з високою білістю важко читати.

Вірогідно, що екологічні обставини будуть сприяти зростанню обсягів використання макулатури у секторі виробництва паперу для друку. Цьому сприятимуть також розроблення і впровадження новітніх технологій знебарвлення вторинної сировини та вибору наповнювачів, забезпечуючи підвищення потенціалу й обсягів утилізації макулатури при збереженні вимог якості.

Враховуючи викладене, для виробництва пакувальних матеріалів і пакування пропонується використовувати папір, виготовлений саме з такої екологічно чистої целюлози, у технології отримання й вибілювання якої відсутні хлор та його сполуки.

## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

Зарубіжні виробники біленої целюлози у специфікаціях у більшості випадків наводять дані стосовно вмісту як загальної кількості присутнього хлору, так і кількості присутнього органічно зв'язаного хлору. Така інформація дає деякі конкурентні переваги під час реалізації целюлози, тобто – низький вміст у целюлозі органічно зв'язаного хлору – це важливий ринковий аргумент. До останнього часу значна частина (до 80%) біленої целюлози виготовлялася в Росії із застосуванням молекулярного хлору і гіпохлориту. У такій целюлозі вміст органічно зв'язаного хлору може сягати 1000 й більше мг/кг, тобто майже на порядок більше, аніж у кращих зарубіжних зразках. Зазначена обставина примушує експортерів надавати знижки зарубіжним споживачам.

Відповідно до статті 40 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» спільно з Державною санітарно-епідеміологічною службою Міністерства охорони здоров'я України Українським науково-дослідним інститутом паперу розроблені, затверджені і введені в дію Державні санітарні правила й норми ДСан ПІ Н 4.4.3-134-2006 – «Папір і картон на основі макулатури, призначені для упакування сухих харчових продуктів. Гігієнічні вимоги, критерії оцінки якості і безпечності, методи визначення» (наказ МОЗ України від 13.11.2006 р. № 746, зареєстровано у Міністерстві юстиції України 05.12.2006 р. за № 1266/13140).

Зазначені державні санітарні правила й норми містять обов'язкові для виконання підприємствами усіх форм власності санітарно-гігієнічні вимоги, критерії оцінки якості паперу й картону на основі макулатури, які призначені для упакування сухих харчових продуктів з вологістю не більше 15,0% та методи визначення санітарно-гігієнічних показників цих матеріалів.

Для виготовлення паперу (картону) дозволяється використовувати волокнисті композиції, які містять первинне волокно й макулатуру згідно з ДСТУ 3500 «Макулатура паперова і картонна. Технічні умови» різних марок і світлих тонів (біла, сіра, жовта та інші). Вхідний контроль макулатури здійснюється згідно з вимогами ДСТУ 3500.

У процесі технологічного виготовлення паперу (картону) розпущення волокнистого напівфабрикату на волокна, очищення й сортування волокнистої маси, розмелювання і фібрилювання волокна проходить у водному середовищі.

У волокнистій масі й процесі її технологічного приготування за наявності води, повітря, органічних речовин та температури 15–40° С відбувається інтенсивне розмноження мікроорганізмів, вихідна сировина й добавки можуть містити катіони важких металів. Ці фактори можуть призвести до забруднення волокнистої маси, з якої виготовляється продукція.

Зневоднення у процесі формування полотна на сітці папероробної машини, що сприяє видаленню катіонів важких металів, та термічне оброблення паперу (картону) у сушильній частині за температури 80–130° С забезпечують хімічну і мікробіологічну чистоту продукції на рівні вимог до пакувальних матеріалів, призначених для упакування сухих харчових продуктів.

Папір (картон) на основі макулатури, призначений для виготовлення пакувальних засобів для сухих харчових продуктів, має проходити вихідний контроль за санітарно-гігієнічними показниками якості та безпечності згідно з вимогами цих ДСанПіН. Вихідний контроль санітарно-гігієнічних та мікробіологічних показників має проводитися з кожної партії продукції лабораторіями, у тому числі підприємств-виробників, акредитованих на цей вид діяльності відповідно до чинного законодавства. Органолептичні дослідження проводяться на вимогу споживачів.

Державний контроль якості та безпечності паперу (картону) здійснюється установами санітарно-епідеміологічної служби не рідше одного разу на шість місяців за умов незмінності технології виробництва. Під час освоєння нових технологій або їхнього змінювання нормативна документація (НД) на виготовлення паперу (картону) має бути погоджена і зареєстрована згідно з установленим порядком.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

Папір (картон) за показниками якості має відповідати вимогам чинної НД, а його використання для упакування сухих харчових продуктів дозволяється за умов відповідності вимогам і нормам зазначених вище ДСанПіН.

За органолептичними та мікробіологічними показниками папір (картон) повинен мати:

- поверхню чисту, рівну, гладку;
- колір білий, світло-сірий, світло-жовтий та інших світлих тонів;
- інтенсивність запаху (водної витяжки) не більше одного бала.

За мікробіологічними показниками:

– кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (далі – МАФАМ) у 1 г паперу (картону) не більше  $3 \times 10^3$  колонієутворювальних одиниць (далі – КУО);

– відсутність лактозопозитивних кишкових паличок – загальних коліформ у 5,0 г паперу (картону);

– відсутність патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонел у 10,0 г паперу (картону).

За санітарно-хімічними показниками:

- допустимі кількості міграції (далі – ДКМ) катіонів важких металів з паперу (картону) у водній витяжці, мг/дм<sup>3</sup>:
  - цинку – 1,0;
  - свинцю – 0,03;
  - кадмію – 0,001.

Забороняється використовувати для упакування харчових продуктів папір (картон), якість якого не відповідає вимогам і нормам цього документа хоча б за одним з показників.

Періодичність випробування паперу (картону):

- за органолептичними показниками – один раз на шість місяців;
- за мікробіологічними показниками:
  - МАФАМ, загальні коліформи – щодоби;

- сальмонели – один раз на тиждень (за умови виробництва одного виду продукції та незмінності режимів і нормативів технологічного регламенту);

- за санітарно-хімічними показниками:

- цинку, свинцю – щодоби;
- кадмію – один раз на тиждень.

Проведення контролю санітарно-гігієнічних, хімічних та мікробіологічних показників здійснюється згідно з розробленими і чинними на території України методиками (відбір зразків паперу (картону), метод і процедура виконання).

Протокол відбирання проб має містити таку інформацію:

- найменування підприємства-виробника;
- найменування продукції;
- позначення НД;
- номер партії;
- номер зразка;
- місце відбирання;
- дата й час відбирання зразка;
- посада і прізвище особи, що здійснює відбирання зразка;
- вид санітарно-мікробіологічних досліджень, які потрібно провести.

До стандартів і технічних умов (ТУ), що розробляються, переглядаються і діють, має бути внесений розділ «Охорона довкілля», обсяги і зміст якого визначаються видом стандарту або ТУ. Розділ «Охорона довкілля» не вноситься до стандартів і ТУ на продукцію, виробництво й використання якої не викликає шкідливої дії на навколишнє природне середовище.

Розділ «Охорона довкілля» у стандартах і ТУ залежно від об'єкту, що стандартизується, має включати комплекс головних взаємозв'язаних вимог і систему показників, які забезпечують охорону та раціональне використання елементів природного середовища – атмосфери, гідросфери, літосфери, рослинного й тваринного світу.

## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

Підрозділи, що входять до розділу, мають бути розміщені у такій послідовності:

- показники шкідливої дії;
- міри й заходи захисту природного середовища від шкідливої дії;
- вимоги до раціонального використання елементів природного середовища;
- контролювання викидів шкідливих і забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище.

У підрозділі «Показники шкідливої дії» мають бути зазначені:

- номенклатура і допустимі величини токсичних, канцерогенних, мутагенних та інших показників шкідливої дії продукції під час її виробництва, використання й утилізація;

- довідки (відомості) щодо характеру забруднюючих речовин, які утворюються під час виробництва, споживання й утилізації продукції, можливості утворювати у присутності інших різних факторів вторинні шкідливі сполуки;

- відомості щодо характеру дії продукції під час її життєвого циклу (виробництво, використання й перероблення як вторинної сировини) – забруднення, отруєння, руйнування тощо;

- відомості щодо спроможності забруднюючих речовин і шкідливих факторів впливати на елементи природного середовища: викликати підвищену або знижену реакцію живих організмів, порушення обмінних процесів, порушення росту тканин, зниження опірності зовнішнім факторам (діям, впливам) тощо.

У підрозділі «Міри і засоби захисту природного середовища від шкідливих дій» мають бути зазначені:

- вимоги, направлені на видалення, зниження, локалізацію шкідливих дій у місцях їхнього утворення;

- вимоги до природних пристроїв, апаратів і споруд (обмежувачам викидів та скидів, очисного устаткування, обмежувачам ходу (руху), швидкості, навантажень, огорожам тощо);

– вимоги до способів збирання, транспортування, зберігання, утилізації або перероблення як вторинної сировини, знешкодження чи знищення забруднюючих речовин.

У підрозділі «Вимоги до раціонального використання елементів природного середовища» мають бути зазначені:

– вимоги щодо раціонального використання елементів природного середовища, наприклад, мінімальної потреби площ, введення безвідходної технології тощо;

– вимоги до заходів стосовно відновлення (відтворення) елементів довкілля, що зазнали шкоди під час виробництва, використання та перероблення продукції.

Підрозділ «Контролювання викидів забруднюючих речовин у природне середовище» має включати:

– методи й засоби вимірювання та правила контролювання вмісту забруднюючих речовин у викидах в атмосферу, у скидах у воду;

– методи і засоби вимірювання й правила контролювання забруднюючих речовин, що потрапляють у ґрунт, та шкідливих факторів, які діють на довкілля.

Під час розроблення і викладення розділу «Охорона довкілля» необхідно керуватися відомчими нормативними актами та іншою нормативною документацією у галузі охорони довкілля.

Слід зазначити, що в Європі, яка має значний досвід у ринковій економіці, відбувається подальше покращання і так достатньо високих екологічних стандартів. Вважаємо необхідним наголосити на розпорядженнях, що стосуються друкарських фарб для пакування. Знання про фарби для пакування у європейській практиці, а також про фактори впливу та їхньої дії ґрунтуються на дослідженнях, виконаних останніми роками. У цілому, друкарська фарба є безпечним матеріалом. Звичайно, багато пакування не є проблематичним, хоча воно при нормальному використанні може нашкодити як людині, так і навколишньому середовищу (довкіллю). Однак, коли йдеться про первинне пакування для продуктів харчування, фармацевтичних виробів та іграшок, то тут необхідно бути дуже обережними, а точніше – мати відповідні знання.



Друкарські фарби на пакуванні для продуктів харчування, фармацевтичних виробів та іграшок можуть прямим і непрямим способами впливати на вміст пакування, при цьому може бути, що небажані речовини переходять до нього. Про непрямий контакт говорять у тому випадку, коли друкарські фарби зовнішнього боку пакування, що знаходиться у згорнутому стані, відбиваються на його внутрішньому боці. Якщо друкарська фарба містить субстанції, що легко розпиляються, то частки друкарської речовини проникають у вміст навіть через папір, картон або синтетичний матеріал. Для друкарських фарб, які застосовуються для оформлення зовнішнього боку пакування, існують у Європі і в США спеціальні законодавчі приписи й закони, що мають непряме відношення до пакування. Так, наприклад, заслуговує на увагу Європейська директива стосовно синтетичних речовин, яка не має прямого відношення до друкарських фарб, а містить приписи, де йдеться про речовини, які можуть і які не можуть контактувати з продуктами харчування. Є закони, де чітко встановлено граничні значення міграції; існує негативний список шкідливих речовин, котрі заборонено використовувати для продуктів харчування та їхнього пакування; є закони, які забороняють або обмежують застосування важких токсичних металів.

Основоположні функціонально-технічні вимоги до типографської фарби визначаються, виходячи з навантажень, що діють на пакування під час виготовлення, транспортування і зберігання. При цьому не має бути зниженою придатність пакування до використання і, окрім цього, фарби не повинна сприяти або хоча б не впливати негативно на подальше оброблення – каширування, ламінування або консервування. Важливе значення мають такі властивості як стійкість фарби, її опір розмоканню, на розрив, термостійкість, здатність герметично упакувати та стійкість до стерилізації.

Для того, щоб матеріал пакування і особливо типографська фарба не впливали негативно на вміст пакування, використовують тільки сировинні матеріали й розчинники з

високими пороговими значеннями запаху, які обов'язково пройшли вхідний контроль. Порогове значення запаху є кількісним показником концентрації, при якій людина сприймає речовини за допомогою органів відчуття. До прямого контакту з продуктами харчування, як зазначалося раніше, допускаються лише ті речовини й матеріали, які віднесені до матеріалів і речовин позитивного списку. Тут зазначені максимальні кількості речовин, що можуть переходити у продукти харчування.

Оскільки дуже мало друкарських фарб, яким дозволяється прямий контакт з продуктами харчування (це означає, що вони входять до позитивного списку) і спеціально виготовляються з відповідних субстанцій, то інші фарби можуть мати тільки непрямий контакт з продуктами харчування. Внутрішній друк на пакованні принципово заборонено. Бажано, щоб для цього застосовувалися фарби із субстанцій, внесених до позитивного списку.

На багатьох ламінатах фарба відбивається не лише на зовнішньому боці, але й на оборотному боці пакування; в таких випадках необхідно наносити додатковий впливовий бар'єр між продуктом і пакуванням. Тобто виробник пакування має звертати увагу на те, щоб між шаром фарби і продуктами харчування знаходився розділовий захисний бар'єр, наприклад, алюмінієва фольга або синтетична плівка. Фарби, лаки і пакувальні матеріали містять частково рідинні субстанції, які у малих дозах можуть мігрувати до вмісту пакування навіть тоді, коли відсутній прямий контакт між пакуванням та продуктом.

Якщо для внутрішнього боку застосовувати лак, то і фарба, і лак мають бути виготовлені з тієї сировини, яка занесена до позитивного списку.

До числа стандартних властивостей типографських фарб відноситься можливість точного визначення токсикологічної придатності. У пакованні заборонено, наприклад, використання речовин із вмістом важких металів, а також розчинників, таких як метанол, толуол або хлорвмісних вуглеців.

Згаданими законами і приписами визначають окремим субстанціям міграційні ліміти і чітко встановлюють загальне міграційно-граничне значення, що стосується синтетичних речовин, згідно з якими 1 кг упакованих продуктів харчування може містити не більше ніж 0,06 мг мігрованих речовин.

Відповідальні виробники фарб мають чітко дотримуватися усіх приписів, за якими пакування не повинне залишати на продуктах харчування ті речовини, які:

- загрожують здоров'ю людини;
- змінюють склад вмісту пакування;
- призводять до руйнування органолептичних функцій продуктів харчування.

У сучасних умовах роль захисної функції пакування зростає:

- 99% усіх виготовлених товарів потребують упакування;
- пакування займає положення лідера – як можливість попередити пошкодження товару і зробити його конкурентоспроможним.

Таким чином, враховуючи зростаючу роль пакування у процесі глобалізації ринку, необхідно зробити усе можливе для забезпечення необхідного його рівня якості, безпечності використання, перероблення та утилізації.

### **5.3. Пакування як фактор обліку та ідентифікації продукції**

Пакування – фізичний носій засобів інформації про товар, що забезпечує йому рекламу, з точки зору товарознавців воно є абсолютно самостійним товаром промислового призначення, якому притаманна певна споживна вартість, що має ціновий вираз.

У процесі виробництва, переміщення, розподілу будь-якої продукції контроль і облік її відіграє важливе значення. А глобальні процеси сучасності, що відбуваються практично на усій планеті й перетворили її у єдиний великий ринок,

вимагають можливості щосекундної ідентифікації продукції, де б вона не знаходилася на даний момент – на підприємстві, у транспорті, в торгівлі; в Америці, Європі, Африці або в іншому регіоні планети.

Вирішити цю проблему стало можливим з розвитком комп'ютерних технологій, впровадження яких дало змогу автоматизувати облік продукції у базах даних, контролювати товарооборот, розрахунки в касових автоматах. Спеціальний комітет, створений у США в 1970 р., після вивчення усіх можливих варіантів, запропонував Універсальний код продукту (UPC) з носієм інформації у вигляді лінійного штрихового коду, що відповідає багатьом необхідним вимогам:

- універсальність;
- одночасність ідентифікації;
- зручність для споживачів;
- використання за різних умов (вологість, температура, забруднення);
- уніфіковані системи, які зчитують інформацію.

Після розробки та удосконалення запропонованої системи ідентифікації продукції, її стандартизації у різних регіонах були створені дві міжнародні організації, які розробляють, погоджують, затверджують, публікують стандарти зі штрихового кодування та об'єднують більшість національних асоціацій країн, що застосовують штрих-кодову ідентифікацію продукції:

✓ EAN International – Європейська асоціація товарної нумерації;

✓ UCC – асоціація, яка об'єднує організації, що працюють на ринках США, Канади та Латинської Америки.

В Україні EAN представляє національна організація EAN Україна, а обов'язкове маркування продукції за допомогою штрихового кодування уведено постановою Кабінету Міністрів від 24.05.1996 р. № 574.

Відповідно до норм і стандартів EAN в Україні головним чином застосовується дві версії – EAN-13 і EAN-8. Штрих-

**Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових  
пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

кодову позначку ITF застосовують у разі, коли цифровий код EAN-13 використовується для ідентифікації одиниць поставання. При цьому до цифрового коду EAN-13 додається так званий 14-й розряд, який кодує вид одиниці поставки (ящики, піддони, контейнери тощо). Цей 14-розрядний код і зображується у вигляді штрих-кової позначки ITF. Вона відрізняється від штрих-кової позначки EAN-13 не лише кількістю цифрових розрядів, а й тим, що додатково обводиться безперервною рамкою. Якщо тара також є товаром, вона повинна мати свій окремий товарний код EAN-13, тому на ній може бути розміщено дві штриховані позначки: перша індексує товар, який складено у тарі, а друга – саму тару.

У світі поширилася Європейська система кодування EAN, згідно з якою товари мають індивідуальний код. Відповідно до цієї системи кожному товару присвоюють номер з 8 (EAN-8) або з 13 (EAN-13) цифр, найчастіше – EAN-13.

Системи маркування і штрихового кодування запроваджені у всіх розвинених країнах як необхідний засіб підтвердження доброякісності товарів, надання про них повної, вичерпної інформації. Щоб уникнути невідповідності штрих-коду товару й країни (фірми) виробника, використовують контрольну цифру коду (останню цифру коду) (рис. 5.1).



*Рис. 5.1. Система штрихового коду*

Для отримання контрольної цифри слід виконати такі операції:

- 1) додати цифри, які стоять на парних місцях:  
 $8+0+8+6+0+9=31$ ;
- 2) отриману суму помножити на 3, тобто ( $31 \times 3=93$ );
- 3) додати числа, які стоять на непарних місцях, без контрольної цифри:  $4+2+0+4+9+0=19$ ;

- 4) додати числа, вказані у пунктах 2 і 3:  $93+19=112$ ;
- 5) відкинути десятки: отримаємо 2;
- 6) від 10 відняти отримане число у пункті 5:  $(10-2=8)$ .

Збігання результату з контрольним числом означає, що такий товар відповідає країні (фірмі), яка випускає цю продукцію.

Для оптимального вибору даного обладнання з точки зору надійності, ефективності та довговічності зчитуючих пристроїв, необхідно орієнтуватися на завдання, котрі потрібно вирішити, придбавши пристрій (пришвидшити процеси розрахунків, прийому товару, виключити зловживання тощо), технологію зчитування штрих-коду, відомість про виробника сканера (рис. 5.2).



*Рис. 5.2. Сканер для зчитування штрихового коду*

При цьому версія EAN-13 застосовується для кодування як споживчого, так і транспортного пакування. Кодований запис проводиться за допомогою 13 пар штрихових ліній і відповідних їм цифр:

- перші 2–3 пари визначають національну орієнтацію країни (для України 482);
- 3–7 – реєстраційний номер підприємства виробника, який присвоюється національною асоціацією;
- 8–12 – відомості про товар, його характеристики, розмір, оформлення, кількість, особливості пакування, ціну та інше, що визначається і присвоюється підприємством;
- 13 – контрольний знак, що використовується для перевірки правильного складання штрихового коду.

Версія EAN-8 застосовується для кодування малогабаритного споживного пакування і складається з 8 пар штрихових ліній, що характеризують країну, продукцію та контрольний 8-й розряд.

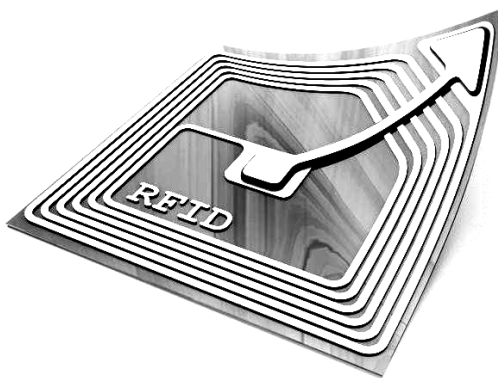
Для перевірки контрольного знаку, тобто правильності складання штрих-коду, складаються цифри парних позицій коду, а результат подвоюється. До отриманого результату додається сума цифр непарних позицій штрихового коду – починаючи із 3-го розряду. Контрольна цифра – це рішення між отриманим результатом і найближчим до нього більшим числом, що є кратним десяти.

Ефективність застосування штрихового кодування продукції залежить від якості нанесення штрихового коду та обладнання для нанесення і зчитування коду. Саме тому нормативні документи регламентують вимоги до місця розміщення штрих-коду, у тому числі до відстані від штрих-коду до краю поверхні продукції (не менше 5 мм до бокового краю і 3 мм до верхнього або нижнього краю), його горизонтальної орієнтації, розміщенню на криволінійних поверхнях, обмеженням за його розміщення на фальцах, стиках, перфорованих частинах пакування.

Впровадження системи штрихового кодування продукції дає підприємству можливість зменшити кількість товарних знаків, автоматизувати систему обліку продукції на складі, у торговій залі, мати оперативну інформацію щодо продажу та наявності тієї або іншої продукції.

Однак минуло зовсім мало часу, і з'явилася нова більш сучасна система – радіочастотна ідентифікація товарів на основі RFID-технологій. Від штрихового кодування RFID-технологія відрізняється тим, що надає змогу автоматично зчитувати інформацію з етикетки або пакування і передавати її в комп'ютерну систему без участі людини. Вона дає можливість дистанційно ідентифікувати продукцію, на якій розміщені електронні мітки (позначки). RFID-технології застосовуються для широкого кола можливостей і ідентифікація продукції є однією з них. У будь-якому випадку RFID-система складається з трьох головних

компонентів: транспондера (мітка) (рис. 5.3), рідера (зчитувач) і системи оброблення інформації, як правило, на основі комп'ютера [216].



*Рис. 5.3. Зовнішній вигляд транспондера (RFID-мітки)*

Широке застосування RFID-технологій для ідентифікації має такі переваги:

- ✓ мітки RFID-технологій читаються швидко й точно, наближаючись до 100% ідентифікації;
- ✓ мітки можуть читатися через забруднення, фарбу, полімери, деревину та вологу;
- ✓ мітки мають фактично необмежений термін експлуатації;
- ✓ мітки практично неможливо підробити.

RFID-технології відносять до високих технологій, а ідентифікація продукції за їхньою допомогою – до інтелектуальних. При цьому їхня успішна реалізація залежить від рівня виробництва, логістики розподілу продукції, а також рівня розробки і впровадження технологічних рішень нанесення друку за допомогою нормальних, лазерних технологій для промисловості, торгівлі та їхнього апаратного оформлення.

Останнім часом усе більшого поширення набуває технологія QR-кодування. QR-код (англ. quick response – швидкий відгук) – матричний двовимірний штрих-код (рис. 5.4), розроблений і представлений японською компанією «Denso-Wave» у 1994 р.





*Рис. 5.4. Графічне зображення QR-коду*

На відміну від старого штрих-коду, який сканують тонким променем, QR-код визначається сенсором як двовимірне зображення [157]. Три квадрати у кутах зображення та менші синхронізуючі квадратики по всьому коду дозволяють нормалізувати розмір зображення та його орієнтацію, а також кут, під яким сенсор розташований до поверхні зображення. Точки переводяться у двійкові числа з перевіркою контрольних сум.

Основна перевага QR-коду – це легке розпізнавання сканувальним обладнанням (у тому числі й фотокамерою мобільного телефону), що дає можливість використання у торгівлі, на виробництві, в логістиці.

#### **5.4. Законодавчі вимоги країн ЄС щодо екологічності пакування**

Екологічним проблемам розвитку людського суспільства нині приділяє значну вагу така організація як ООН. Що ж стосується екологічних аспектів упакування та використання продукції, то вони визначаються можливістю повторного використання, природного відтворення сировини, зростанням рівня вторинного перероблення побутових і виробничих відходів. Найбільш важливим фактором, який впливає на погіршення екологічної ситуації, пов'язаної з виробництвом пакування для харчових продуктів, є повільні темпи повторного використання відходів, особливо це стосується полімерних матеріалів під час

їхнього виготовлення та після використання за основним призначенням. Має пройти сотні років, поки під дією світла, тепла, вологи, мікроорганізмів полімерний матеріал деградує настільки, що його компоненти будуть засвоєні природою. Але ж, відповідно до прогнозів спеціалістів, передбачається подальше розширення використання полімерних матеріалів для упакування харчових продуктів [97].

У сучасному виробництві пакування полімерні матеріали мають широке застосування: для упакування харчових продуктів, ліків, електроніки, небезпечних рідин, що обґрунтовано їхньою якістю: універсальністю використання (широка гама кольорів, форм, товщини й маси  $1 \text{ м}^2$  – це є важливим за створення відповідного привабливого дизайну), можливістю отримання матеріалів з необхідним комплексом фізичних властивостей, невисокою вартістю сировини, незначною масою, низькою енергоємністю виробництва (порівняно з виробництвом скла, металу).

Разом з тим, останнім часом повністю заборонили використання пакетів з поліетилену такі країни як Бангладеш, Тайвань, Сингапур, Занзибар, деякі штати США та Індії; Австралія, Ізраїль, Ірландія, Данія і Китай прийняли законопроект про заборону безкоштовної роздачі та продажу поліетиленових пакетів, що знизило їхнє використання у десятки разів.

Причиною є те, що поліетилен шкідливий для навколишнього природного середовища, оскільки після використання стає сміттям, період розкладу якого під впливом природних факторів складає сотні років, а його виробництво та утилізація супроводжується значними викидами в атмосферу вуглекислого газу і метану, концентрація яких у повітрі, на думку вчених, є головним винуватцем загострення проблеми глобального парникового ефекту та потепління.

За даними гідрологів, що досліджували колишні старі сміттєві звалища протягом 20 років на площі 50 га, підземні води у цій зоні містять у 2–3 рази більше  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Sr; у 10–20 разів більше Na; у 4–60 разів  $\text{Cl}_2$ . Ґрунт на місці сміттєзвалищ збагачений Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, забруднення розповсюджується на відстані до двох кілометрів.

## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

Всесвітня організація GREENPEACE веде боротьбу проти використання полівінілхлориду, оскільки залишки мономеру, що міститься у ньому, канцерогенні. Звалище полівінілхлориду – екологічна бомба сповільненої дії.

Загалом слід зазначити, що в Європі усе більшого значення надається боротьбі зі сміттям. У країнах ЄС очікується введення єдиного закону, спрямованого на попередження зростання обсягів твердого сміття. Основна мета цього закону – знизити шкідливість забруднення довкілля та активізувати стандартизацію пакувань і пакувальних матеріалів, а також розвивати ринки збуту вторинних матеріалів. У зв'язку із зростаючою загрозою перетворення нашої планети у непридатне для нормального існування людського суспільства середовище у багатьох розвинених країнах прийнято відповідні закони із захисту природного навколишнього середовища. Наприклад, у США прийнято закони, які забороняють використовувати важкоутилізовані пакувальні матеріали. У Німеччині видано закон про обов'язкове використання виробниками, постачальниками і продавцями напоїв багатооборотних пляшок [95].

Нині на практиці широко впроваджується так званий «інтегрований» підхід до утилізації відходів, що передбачає комбінацію дій, включаючи заходи зі зменшення загальної кількості відходів, їхньої утилізації, повторного використання відновленого продукту й захоронення [207, 254].

Знизити шкідливі екологічні наслідки використання пакувань харчової продукції на довкілля можна різними шляхами: збирання і вторинне перероблення використаних пакувань традиційними способами; використання полімерних композицій, здатних переходити у розчин або дисперсійний стан і піддаватися вторинному переробленню; розробка й використання біорозкладних полімерних матеріалів. Можливим є також шлях спалювання використаних пакувань із застосуванням відповідних фільтрів, що уловлюють шкідливі леткі продукти.

Для повного перероблення потрібно вирішити проблему роздільного збирання пластмас, таких як поліетилен високого й низького тиску, сумішей поліетилену і поліпропілену [210]. Повторне перероблення необхідно поєднувати з поліпшенням комплексу експлуатаційних властивостей матеріалу або з появою нових важливих для експлуатації властивостей. Для цього необхідно розробляти відповідні технології й обладнання.

Слід зазначити, що, як свідчать спеціалісти з благоустрою та комунального господарства (Мінрегіон), щорічно у населених пунктах України утворюється до 50 млн м<sup>3</sup> сміття, що складає близько 12 млн тонн. І тільки 7% побутових відходів переробляється та утилізується. З них лише 3% завдяки роздільному збиранню сміття й переробленню вторинної сировини, а 4% спалюється на двох сміттєспалювальних заводах – у Києві та Дніпрі. За цими свідченнями, роздільне збирання побутових відходів забезпечується у 130 містах, а на сьогодні знаходиться в Україні близько 5 тис. звалищ, щорічно з'являється 35 тис. несанкціонованих.

За інформацією ЗМІ в Японії нині працює 21 сміттєспалювальний завод, а вартість одного побудованого заводу складає 200 млн дол. США.

Останнім часом на ринках деяких країн Західної Європи, США і Японії з'явилися плівки, покриття, пляшки з полімерного лиття, здатні розчинятися у воді за 15–45 хвилин. Ці полімерні матеріали, які виготовляють на основі полівінілового спирту, отримали торгову назву Vinex. За останнє десятиліття з'явилася низка розробок з виробництва полімерів із картоплі, соломи й бананового листа [178, 228, 245].

Отже, розгляд екологічних аспектів індустрії упакування харчових продуктів дає змогу зробити висновок про те, що вони є на сьогодні одним із найбільш важливих під час прийняття інженерних рішень щодо способів упакування даного виду продукції і зберігання її смакових властивостей протягом передбаченого нормативними документами терміну.

## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

Саме тому екологічна політика підприємства, компанії, фірми має стати частиною концепції стабільного розвитку, яка у майбутньому буде основою глобального економічного мислення. Створення пакувань з можливістю стовідсоткової утилізації їхніх відходів, не шкідливих для навколишнього природного середовища, – пріоритетне завдання для пакувальної індустрії найближчими роками.

А це означає – направляти зусилля на виробництво екологічно чистих і безпечних матеріалів, товарів та виробів, на підвищення рівня життя у країні – розробляючи, впроваджуючи та розвиваючи передові ресурсощадні технології й пропонуючи продукцію і послуги найвищої якості.

Тож враховуючи це, пакувальні матеріали на основі паперу й картону з нанесеним на їхню поверхню покриттям або складом для забезпечення необхідного комплексу бар'єрних та захисних властивостей, на основі екологічно чистих і безпечних компонентів, виготовлених із природного полімеру-целюлози (інертна, не взаємодіє із зафасованим продуктом і не виділяє до нього шкідливих хімічних речовин), що є самовідновлювальною сировиною (отримують з деревини), сприяють збереженню природного навколишнього середовища.

Законодавчі вимоги щодо створення нормативної бази таропакувальної галузі направлені на розроблення й використання тари і пакування з екологічно чистих природних матеріалів.

Регламентуються склад деяких пакувальних матеріалів та якість обладнання, що використовуються у виробництві продовольчих товарів. Правила, котрі застосовуються, є досить складними і жорсткими. Наприклад, застосування пластмас у виробках, що контактують з харчовими продуктами, дозволяється лише тоді, коли вони виготовлені з безпечних для здоров'я споживачів компонентів (мономери, інші речовини – усього 500 найменувань). Основою для включення тієї або іншої речовини у такий «позитивний» список є надання фірмами-виробниками технологічних і токсикологічних даних, що вказують на їхню безпечність навіть за тривалого користування.

Перевірку проводить діючий в Комісії ЄС Науково-технічний комітет з харчування. Збут і використання, згідно з вимогами комітету, продукції пластмас з компонентами, що відсутні у списку, заборонено у всіх країнах ЄС. До цієї заборони віднесено широке коло продукції, включаючи пакування, кухонні приналежності, посуд, обладнання, інструменти для харчової промисловості (наприклад, стрічка для транспортерів на лінії розроблення й упакування) та низка інших товарів.

Важливою вимогою до якості продукції, що має доступ на ринок ЄС, є екологічні норми [4, 202, 234]. У ЄС діють понад 280 законодавчих актів, що стосуються проблем забруднення повітря, води, ґрунту, управління відходами, заходів попередження й безпеки по відношенню до хімікатів, екологічної оцінки, біотехнологій тощо.

У країнах ЄС підвищуються вимоги до пакування для промислової й харчової продукції, які стають обов'язковими. Їхня мета – попередити забруднення довкілля використаною тарою і речовинами, що виділяються під час її ліквідації, особливо шляхом спалювання.

На початку 90-х рр. ХХ ст. у ЄС утворювалося більше 50 млн тонн пакувальних відходів щорічно, але тільки близько 20% з них застосовувалися повторно. Деякі країни (Данія, Німеччина) прийняли низку жорстких заходів та екологічних норм стосовно пакування. Так, у Данії заборонено використання металевої тари, для деяких рідких продуктів обов'язковим є повторне використання скляних пляшок.

Завдяки можливості перероблення склобою у скляної галузі є суттєва перевага перед іншими відходами пакування, особливо це стосується полімерних синтетичних матеріалів. Так, новий скляний посуд може виготовлятися з використанням скла, що містить до 90% старого скла. При використанні склобою процес виробництва нового скла потребує менше енергії, у результаті чого викиди в атмосферу вуглекислого газу знижуються: використання 10% склобою економить енергії на 3% і сприяє зниженню викидів вуглекислого газу на 7%. Окрім того, сучасні технології

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

дають змогу виготовляти легку скляну тару з високими характеристиками міцності.

Скляна тара зберігає свій вплив у секторах алкогольних напоїв, парфумів і побутової хімії. Склотара, що виготовляється в Україні, за якістю у цілому не поступається західноєвропейській, хоча її асортимент бідніший. Найбільш широкий асортимент серед українських виробників склотари пропонують ТОВ «Вільногорське скло» (м. Вільногорськ Дніпропетровської області), ЗАТ «Консюмерс-Скло-Зоря» з Рівненської області, Херсонський завод скловиробів, які постійно розширюють масштаби діяльності, кооперуючись з дизайнерськими фірмами і компаніями, що розробляють етикетки та логотипи.

Скляні пляшки – один з найстаріших і найбезпечніших для здоров'я та навколишнього середовища видів пакування. Скло є інертним матеріалом, воно не вступає в хімічні реакції з продуктом, повністю забезпечує захист від проникнення газів, рідин і стійке до вологи. Скло виготовляють з мінеральної сировини, воно не містить шкідливих речовин, які можуть мігрувати у харчовий продукт, а також не надає продукту сторонніх смаку й запаху. До того ж скло повністю переробляється як вторинна сировина.

За даними незалежної консультативної компанії Insites більшість європейських споживачів віддають перевагу саме скляному пакуванню для харчових рідких продуктів, причинами чого є:

- здатність скляної тари зберігати смак запакованої продукції;
- усім відома безпечність скла для здоров'я;
- відсутність шкідливого впливу на довкілля;
- можливість багаторазового повторного використання.

Безпечним пакувальним матеріалом для продуктів харчування скло є не лише в Європі. Так, особливий статус скло має в органі, що спостерігає за продуктами харчування у США (FDA): воно є єдиним матеріалом для упакування продуктів харчування, який отримав кваліфікаційний рівень «Безпечно у принципі».

Згідно з Європейською директивою 92/62/ЄС 1994 р., про яку уже згадувалося вище, розроблено єдині для всіх країн – членів ЄС обов'язкові вимоги до пакування, а саме:

✓ об'єм і маса пакування мають бути мінімальними для забезпечення схоронності товару і безпеки споживача;

✓ до складу має входити лише мінімальна кількість шкідливих речовин (повинні бути гранично допустимі норми вмісту свинцю, кадмію, ртуті, хрому);

✓ за своїми фізичними властивостями пакування має бути придатне для багаторазового використання, а після закінчення терміну використання – для вилучення з нього цінної сировини та окремих компонентів.

Ставилася мета – протягом 10 років з моменту вступу у дію директиви ЄС досягти утилізації 90% використаного пакування за масою і 60% сировинних матеріалів, що входять до його складу. Очікується у подальшому забезпечити повернення кінцевими споживачами торгівлі 100% тари (включаючи пакування імпортованих товарів) для повторного використання або рециклінгу.

Одним з елементів, що засвідчує безпечність товару, є його екологічне маркування. Екологічне маркування – це комплекс відомостей екологічного характеру щодо продукції, процесу чи послуги у вигляді тексту, окремих графічних, кольорових символів (умовних позначень) та їхніх комбінацій. Воно наноситься, залежно від конкретних умов, безпосередньо на виріб, упаковку (тару), ярлик, етикетку чи до супровідної документації.

Міжнародне співробітництво у цій сфері здійснюється у контакті з діючими у ній загальноновизнаними міжнародними й національними організаціями, наприклад, у рамках підкомітету 3 «Екологічне маркування» технічного комітету 207 міжнародної організації із стандартизації ISO (ICO).

Загальні вимоги до зображення еко-маркування:

- має максимально визначати продукцію, що підлягає маркуванню, із загального числа предметів, які знаходяться в обігу;



## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

- у стислій образній формі передавати встановлене змістове навантаження, бути легко впізнаним та легко запам'ятовуватися;
- має пробуджувати почуття осмислення важливості природоохоронної діяльності, відображати моральний принцип (початок) цієї діяльності;
- має бути достатньо технологічним для забезпечення можливості його промислового тиражування без шкоди для якості зображення.

Еко-маркування за загальними класифікаційними ознаками можна розділити на такі основні групи:

А. За характером передавання інформації (ступеня реалізації природоохоронної функції):

– умовне, тобто потребує виконання яких-небудь додаткових умов для реалізації свого природоохоронного призначення;

– безумовне, яким може бути маркування, що свідчить про внесок в охорону довкілля.

Розглядаються усі дані, що мають екологічний характер, згідно з наведеним вище загальним визначенням еко-маркування.

Наприклад, заява про те, що виріб настільки-то відсотків складається із вторинних матеріалів, є безумовним, а ось ідентифікаційне маркування матеріалів, придатних для вторинного перероблення, – умовним, оскільки для реалізації цієї природоохоронної властивості необхідна діюча система збирання, сортування та перероблення таких матеріалів.

Б. За видом декларування:

– програми погодження (схвалення), що проводяться третьою стороною (тип 1 за міжнародною класифікацією у стандартах ISO 14000);

– самодекларація інформаційного характеру (Тип II ISO 14000);

– кількісна інформація, що характеризує продукцію на стадіях її життєвого циклу, яка надається поставщиком (виробником) і базується на підтвердженні наведених даних незалежною стороною (Тип III ISO 14000).

В. За предметними ознаками:

- інформація щодо екологічності;
- інформація щодо натуральності;
- інформація щодо підтримки й пропаганди природоохоронних дій;
- інформація щодо можливої шкоди для довкілля та шляхів її ліквідації.

Інформація щодо екологічності свідчить про нешкідливість або незначну шкоду для довкілля (за рахунок відсутності шкідливих речовин, застосування природоохоронних технологій, зниженої кількості викидів тощо) предметів (товарів, процесів або виробничих систем) у цілому або їхніх окремих властивостей.

Серед інших критеріїв екологічності є: здатність до компостування, до розкладу у природних умовах, придатність конструкції до розбирання, для подальшого перероблення, підвищений термін експлуатації, придатність до вторинного або багаторазового перероблення, використання вторинної сировини, зниження використання ресурсів (енергії, води, пари тощо), зниження кількості відходів.

Комплекс маркування товарів щодо відповідності техніці безпеки, термінам споживання (дії), інформація щодо складу продукції та екологічне маркування сприяють усвідомленому вибору споживачем продукції й товарів у ринкових умовах.

Кожна країна маркує свої товари позначками державної сертифікації. Зразки знаків відповідності деяких країн світу наведені нижче.

### Міжнародні знаки відповідності



Національний знак відповідності України. Засвідчує відповідність позначеної ним продукції вимогам технічних регламентів з підтвердження відповідності, які поширюються на неї.

**Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових  
пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---



Знак відповідності продукції російському ДСТ. Наноситься на продукцію, що підлягає обов'язковій сертифікації у системі сертифікації.



Знак відповідності продукції стандартам якості та безпеки Європейського Союзу.



Знак відповідності продукції німецьким стандартам якості та безпеки.



Логотип німецької сертифікаційної компанії TUV.



Знак, що вказує відповідність продукції американським стандартам.



Знак американської лабораторії з техніки безпеки.



Італійський знак відповідності продукції міжнародним стандартам електротехнічного обладнання.



Сертифікаційна марка Британського інституту стандартів.



Знак відповідності продукції французьким стандартам електротехнічного обладнання.



Woolmark – виріб, вироблений з вовни.



Знак відповідності продукції японським стандартам. Наноситься на продукцію, що підлягає обов'язковій сертифікації.



Знак відповідності продукції китайським стандартам якості.



Знак американської агенції з охорони навколишнього середовища, що вказує на мінімальні витрати енергії і, відповідно, найменше забруднення навколишнього середовища.



Екологічний сертифікаційний символ, що був введений чотирма Скандинавськими країнами (Швецією, Норвегією, Фінляндією та Ісландією). Означає відповідність товару жорстким скандинавським екологічним нормативам.



Екологічний знак Європейського співтовариства.



Німецький екологічний знак.



Знак, який вказує на те, що даний продукт чи пакування виготовлені з переробленого матеріалу та/чи здатні до наступної переробки.



Зелена точка – знак, котрий ставиться на свою продукцію компаніями, що здійснюють фінансову допомогу німецькій програмі переробки відходів «Eco Emballage» («Екологічне пакування») та включені до її системи утилізації.



Знак відповідності органічним стандартам «Органік стандарт». Підтверджує, що маркована ним продукція пройшла сертифікацію на відповідність правилам, розробленим українською компанією «Органік стандарт» на базі європейських та міжнародних органічних стандартів.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів



Знак відповідності органічним стандартам EG. З 2001 року є єдиним державним знаком якості у Німеччині, яким позначають продукти харчування, якість котрих відповідає Постанові щодо органічного виробництва Ради ЄС № 834/2007.



Знак відповідності міжнародним органічним стандартам АВ. Підтверджує, що маркована ним продукція пройшла сертифікацію на відповідність вимогам, встановленим Постановою щодо органічного виробництва Ради ЄС № 834/2007.



Знак відповідності міжнародним органічним стандартам ІСЕА. Підтверджує, що маркована ним продукція пройшла сертифікацію на відповідність вимогам, встановленим Постановою щодо органічного виробництва Ради ЄС № 834/2007.



Знак пластику, який може бути перероблений. Цифра у середині трикутника вказує на тип пластику:

1-PETF – полетилентерфталат; 2-HDPE – поліетилен високої щільності; 3-PVC – полівінілхлорид; 4-LDPE – поліетилен низької щільності; 5-PP – поліпропілен; 6-PS – полістирол; 7 – інші види пластику.



Знак «Без ГМО» є декларацією виробника. Його застосування не вимагає проведення випробувань та оцінки продукції на вміст ГМО органом з оцінки відповідності.

06 06 2011  
05 07 2011

Строк придатності. Встановлюється виробником на підставі відповідних чинних нормативних документів із зазначенням встановлених умов зберігання.

UR/2451/01/01

Номер партії. Порядковий номер або внутрішній артикул відноситься до службової інформації, яка дозволяє ідентифікувати продукцію.



Знак Канадської Асоціації стандартів.



Знак відповідності системи екологічного управління вимогам міжнародного стандарту ISO 14001 (ДСТУ ISO 14001). Цей знак та інші знаки, що мають позначення ISO 14001, не мають прямого відношення до якості та інших характеристик виробу, оскільки інформує про наявність сертифікованої системи управління, пов'язаної з екологічними аспектами виробництва згідно з вимогами міжнародного стандарту ISO 14001 (ДСТУ ISO 14001).



Знак відповідності системи екологічного управління вимогам міжнародного стандарту ISO 22000 (ДСТУ ISO 22000). Цей знак та інші знаки, що мають позначення ISO 22000, інформує про наявність сертифікованої системи управління безпечністю харчових продуктів і є гарантуванням того, що харчовий продукт безпечний на момент його споживання.

Сертифікацію екологічних вимог застосовують з 1992 р., встановивши критерії для оцінювання екологічної безпеки продукції на усіх етапах її життєвого циклу та правила присвоєння знака ЄС продукції і технологіям.

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

Екологічне маркування має інформувати споживачів щодо екологічних властивостей продукції, товару. Для маркування споживних товарів, які наносять найменшу шкоду довкіллю, застосовується «зелений» знак ЄС, що зображує квітку з 12 пелюстками-зірочками і буквою Є посередині. Однак цей знак не застосовується для маркування продукції харчування, фармацевтичних товарів і шкідливих речовин, стосовно до яких діють особливі правила. Екологічний знак ЄС не відміняє застосування національних знаків, як, наприклад, зображення «Блакитного ангела», що заснований Німецьким інститутом товарних гарантій для маркування екологічно чистих товарів, у тому числі багаторазових транспортних пакувань і дерев'яних ящиків для фруктів та овочів. Може наноситися знак «Зелена точка», який підтверджує: виробництво цього товару є екологічно чистим і тара підлягає переробленню. У скандинавських країнах діє екологічний знак «Білий лебідь». Останнім часом існує точка зору, що екологічний імідж товарів може сприяти підвищенню конкурентоспроможності фірми-виробника. Експорт у країни Західної Європи екологічно чистої продукції без використання екологічної сертифікації й маркування, як правило, веде до зниження ціни на неї, іноді на 20–30% і більше.

У більшості розвинених країн світу проблеми утилізації побутових відходів, основну частину яких становлять пакувальні матеріали, здійснюються за двома напрямками:

- повторне (багаторазове) використання;
- вторинне перероблення у різні вироби.

У зв'язку з цим постає питання ідентифікації пакування, яке може бути повторно використане або піддане вторинному переробленню, що необхідно для полегшення збирання й сортування відходів з метою подальшого оброблення.

Відповідно до цих вимог пакування повинне маркуватися відповідними знаками.

При необхідності для ідентифікації матеріалів, із яких виготовляється пакування, на нього наносяться цифрові або буквені позначення, що розташовуються у центрі трикутника і зазначають вид матеріалу:

- пластмаса – від 1 до 19;
- папір і картон – від 20 до 39;
- метали – від 40 до 49;
- дерево – від 50 до 59;
- текстиль – від 60 до 69;
- скло – від 70 до 79.

Для пластмаси встановлено такі цифрові позначення:

- 1 – ПЕТФ (поліетилентерефталат);
- 2 – ПЕВЩ (поліетилен високої щільності);
- 3 – ПВХ (полівінілхлорид);
- 4 – ПЕНЩ (поліетилен низької щільності);
- 5 – ПП (поліпропілен);
- 6 – ПС (полістирол);
- 7 – інші полімери.

Знаки, що закликають до збереження навколишнього середовища, найчастіше зустрічаються на пакуванні споживних товарів. Їхня суть зводиться до заклику не смітити, підтримувати чистоту і здавати використане пакування для вторинного перероблення.

Для позначення цього виду закликів часто використовується зображення відповідних знаків групи, що супроводжується характерним написом.

Знаки, які відображають шкідливість або небезпечність предмета для оточуючого середовища морської фауни, знаходяться на схрещенні сфер використання, попереджуючого еко-маркування.

Прикладами такого маркування можуть служити знаки, які позначають шкідливість тих чи інших речовин для морської флори і фауни, знак риби з перехресними лініями (небезпечно) при їхньому перевезенні водними шляхами, а також знаки «Шкідливо для навколишнього середовища», що



## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

використовуються у рамках законодавства ЄС про класифікацію пакування й маркування шкідливих речовин і препаратів.

У ЄС уніфіковано правила щодо етикетування та маркування пакування для харчових товарів.

На етикетках мають бути деякі обов'язкові дані про продукт, до яких відносяться:

✓ найменування продукту згідно з визначенням. Якщо, наприклад «ікра», то це є тільки продукт від осетрових риб. Мають бути зазначені його природа, фізичний стан (мед натуральний, кава розчинна тощо);

✓ перелік інгредієнтів. До їхнього числа входять усі компоненти, необхідні для виготовлення цього продукту, включаючи різні добавки, їхня частка у продукті;

✓ наявність генетично модифікованих організмів;

✓ маса – нетто;

✓ мінімальний термін придатності;

✓ особливі умови зберігання й застосування;

✓ назва фірми-виробника або постачальника;

✓ район виготовлення (наприклад, це є важливим для виноградних вин, або зона чорнобильської катастрофи);

✓ номер поставки;

✓ ціна (щоб споживач міг порівняти її з цінами конкуруючих товарів).

Із 1990 р. на етикетках зазначається хімічний склад та енергетична цінність харчових продуктів, калорійність, енергоекономічність побутових приладів, рівень шуму. Стосовно товарів з потенційною шкідливістю для здоров'я споживачів (добрива, предмети побутової хімії) має знаходитися інформація щодо вмісту і хімічного складу продукції, перелік ризиків для споживача, заходи перестороги під час застосування й зберігання.

Слід враховувати той факт, що навіть у випадках, коли вказівки щодо деяких даних у країнах ЄС є поки що факульт-

тативними (добровільними), відсутність інформації сприймається споживачем як свідчення більш низької і сумнівної якості товару, що, звичайно, позначається на його ціні.

Нове маркування харчових товарів, яке має допомогти покупцеві з першого погляду визначити рівень вмісту у продуктах активних хімічних речовин, прийняв Євросоюз, тим самим зробивши черговий крок у боротьбі з ожирінням населення багатьох країн, що входять до нього.

На новому пакуванні на видному місці має бути присутня інформація щодо кількості і вмісту у продукті жиру, солі, цукру, перероблених жирів, вуглеводів і калорій. Без цієї інформації товари будуть заборонені до продажу на території Євросоюзу.

Останнім часом при виробництві харчових продуктів усе ширше використовують харчові добавки.

Понад 50 років тому була прийнята Європейська система маркування харчових добавок, де цифри позначають конкретну речовину. Функції харчових добавок – покращувати органолептичні властивості (смак, колір, запах), а також сприяти більш тривалому їхньому зберіганню без втрати якості.

Реєстр харчових добавок є значним, а тому запам'ятати усіх їх надзвичайно важко. Можна виділити наступні головні групи:

- E-1... – фарбники, що підсилюють колір продукту. Серед заборонених фарбників слід відзначити: E-121 – цитрусовий червоний; E-123 – червоний ароматний; E-128 – червоний 2-G;
- E-2... – консерванти, які підвищують строк зберігання продуктів, пригноблюючи ріст мікроорганізмів і грибків (плісняви). До заборонених консервантів відносяться: E-240 – формальдегід; E-220 – диоксид сірки;
- E-3... – антиокислювачі, що сповільнюють процес окислення, запобігаючи псуванню продукту;

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

- E-4... – стабілізатори, котрі зберігають консистенцію продукту. До цієї групи відносять всілякі желатини, крохмалі, камеді;
- E-5... – емульгатори. Завдяки їм зберігається структура продукту. Це лецитин, без якого не обходиться ні одна плитка шоколаду;
- E-6... – підсилювачі смаку та запаху. Ці добавки викликають звикання, оскільки без них їжа здається без смаку;
- E-7... – інші добавки, наприклад, антибіотики.

Не всі харчові добавки здатні чинити негативну дію на здоров'я людини. Наприклад, натуральні фарбники (куркумін – E-100, паприка – E-160, хлорофіл – E-140) споживаємо у природному вигляді, тобто як пряність, овочі й зелень, які здоров'ю не шкодять, а навіть навпаки: аскорбінова і лимонна кислоти також мають індекси, але без них не обійтись.

Пектини, зашифровані як E-440, – кращі у світі натуральні сорбенти – «двірники» для кишечника, що захищають нас від усіляких отрут), у тому числі і від шкідливих «E».

Зовсім недавно з'явилися дивні, на перший погляд, назви: «сирний продукт», «молоковмісний продукт», «кефірний», «сметанний» та інші. На смак вони нагадують сир, кисломолочний сир, кефір, але дуже підозріло відрізняються за ціною, а також мають і присмак не натуральний. Це ерзац-продукти, які містять рослинні олії низької вартості (пальмову або кокосову), котрі за допомогою згаданих вище «E» доведені до необхідної консистенції та різних добавок, що покращують смак. Немає ніякого обманювання, адже склад цих продуктів дрібним шрифтом вказано на пакуванні, а тому слід лише уважно читати та робити свій вибір.

Купуючи будь-яку продукцію, особливо імпортовану, перш за все необхідно уважно ознайомитися із символами, нанесеними на пакування, які попереджають споживача: «сумнівний», «небезпечний», «дуже небезпечний», «заборо-

нена», «протипоказана», «канцероген». Небезпечні й шкідливі для здоров'я консерванти та інші речовини позначаються на етикетці символом «Е»:

- шкідливі добавки та фарбники: Е-102, Е-110, Е-120, Е-124;
- канцерогени: Е-103, Е-105, Е-110, Е-121, Е-123, Е-125, Е-126, Е-130, Е-131, Е-142, Е-152, Е-153, Е-210, Е-211, Е-213–Е-217, Е-231, Е-232, Е-240, Е-251, Е-282, Е-321, Е-330, Е-431, Е-447, Е-900, Е-905, Е-907, Е-952, аспартам;
- мутагенні та геннотоксичні: Е-104, Е-124, Е-128, Е-230–Е-233, аспартам;
- алергени: Е-131, Е-132, Е-160, Е-210, Е-214, Е-217, Е-230, Е-231, Е-232, Е-239, Е-311–Е-313, аспартам;
- небажані астматикам: Е-102, Е-107, Е-122–Е-124, Е-155, Е-211–Е-214, Е-217, Е-221–Е-227;
- впливають на печінку й нирки: Е-171–Е-173, Е-220, Е-302, Е-320–Е-322, Е-510, Е-218;
- порушення функції щитовидної залози: Е-127;
- призводять до захворювання шкіри: Е-230–Е-233.
- подразнення кишечника: Е-220–Е-224;
- розлад травлення їжі: Е-338–Е-341, Е-407, Е-450, Е-451, Е-463, Е-465, Е-466;
- неправильний розвиток плоду: Е-233;
- заборонено грудним, небажано маленьким дітям: Е-249, Е-262, Е-310–Е-312, Е-320, Е-514, Е-623, Е-626–Е-635;
- руйнують вітаміни в організмі: В<sub>1</sub>–Е-220, В<sub>12</sub>–Е-222–Е-227, D–Е-320, Е–Е-925.

Так, на пакованні голландського масла «Сорана» можна зустріти символи Е-160 А («небезпечний»), Е-330 («канцероген»). Відомо, що одна й та сама компанія може випускати три категорії одного й того ж продукту:

- для внутрішнього споживача (в індустріально розвинених країнах);

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

- для експорту в інші розвинені країни;
- з найгіршими параметрами якості для вивозу в країни, що розвиваються, у тому числі в Україну та колишні республіки СРСР.

До цієї категорії відносяться продукти харчування, сигарети, напої, а також медикаменти. На таких продуктах наноситься спеціальне маркування, яке вказує на те, що товар виготовлений із застосуванням небезпечних для здоров'я людини консервантів. Слід зазначити, що продукція із символами на пакуванні E-330, наприклад, заборонена до використання у розвинених країнах. Тобто виробник, попереджаючи споживача, наче б наголошує на тому, аби той сам вирішив: купити цей товар, який коштує дешево, або віддати перевагу товару бездоганної якості, що коштує дорожче.

Товари без маркування та інструкції українською або російською мовами, за попередженням «Укрметртестстандарт», ввезені у країну контрабандою і без проходження будь-яких перевірок. Як стверджують спеціалісти, більшість споживаних нами продуктів містять майже половину хімічних елементів таблиці Менделєєва.

Розглянемо декілька груп харчових продуктів і те, чим вони небезпечні для нашого здоров'я. Заморожені, що продаються у пакуванні й готові до використання, продукти з подовженим терміном зберігання, а також крекери, чіпси, батончики мюслі та фаст-фуд містять штучний антиокислювач третинний бутилгідрокінон (E-319) для збереження їхньої свіжості.

Допустима добова норма споживання третинного бутилгідрокінона становить 0,2 мг/кг від ваги тіла у день. Науковці дослідили, що третинний бутилгідрокінон у значних дозах викликає утворення злоякісних пухлин шлунка та ушкодження ДНК. Саме тому ця речовина не дозволена до споживання як антиоксидант у багатьох країнах, у тому числі і в країнах Євросоюзу.

М'ясний фарш, сосиски, ковбаси, деякі делікатесні м'ясні консерви містять нітрат і нітрит калію та натрію (азотистокислый калій і натрій E-249, E-250; азотнокислый калій E-251, E-252), а також сульфїт натрію. Ці речовини гальмують розвиток бактерій у м'ясі і стабілізують колір, роблячи його «природно» розовим, як і належить свіжому м'ясу.

Науковці зазначають, що нітрит натрію  $\text{NaNO}_2$  утворює в організмі людини канцерогенні сполуки, так звані нітрозаміни, а також лишає гемоглобін, що міститься в крові, здатності доставляти кисень до тканин організму. Застосування такого продукту може викликати не прогнозовані стрибки артеріального тиску. Сульфїт натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  руйнує вітамін В і є канцерогеном.

У технології виробництва копченого м'яса, ковбаси, риби для прискорення процесу та скорочення витрат виробники часто застосовують рідинне копчення: продукт перед сушінням занурюють у витяжку хімічних компонентів і коптільного диму. Копчений аромат з прямим відтінком на 66% викликаний присутністю фенолу і на 14% – карбонильних сполук.

Фенол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  є надто токсичною канцерогенною речовиною, оскільки формальдегід  $\text{HCOOH}$ , що входить до складу карбонильних сполук, негативно впливає на центральну нервову систему, може викликати онкологічні захворювання.

Топлене масло, кондитерські жири, наливні маргарини, майонези, супові суміші, плавлені сири, сиркові маси містять у своєму складі пальмову олію, яку використовують також для виготовлення невисокої вартості йогуртів, сиру, морозива та іншої продукції, що претендує на звання молочної (пальмова олія є значно дешевшою від молока).

Температура плавлення цього масла є вищою, ніж інших, тож організму необхідно затратити більше енергії для його переварювання. Насичені жирні кислоти підвищують

рівень холестерину у крові, сприяють розвитку атеросклерозу, а при надмірному їхньому споживанні зростає ризик розвитку серцевих захворювань.

У більшості продуктів пальмова олія нормується, що має зазначатися у їхньому складі. Однак, зазвичай виробники маскують застосування пальмової олії такими фразами як, наприклад, «Продукт молочний». Як правило такі продукти взагалі не містять молока, а увесь молочний жир замінений жиром рослинного походження з пальмової олії.

Дієтичний шоколад містить підсолоджуючу речовину – лактин (Е-966), який може викликати розлад шлунку. Сухе печиво містить стабілізатор і натрійїдифосфат (Е-450), який, за підозрою вчених, знижує здатність до концентрації уваги у дітей та викликає у них гіперактивність.

Зернові пластівці, хрумкі хлібці, бісквіти, крекери містять у значній кількості акриламід, який вважається канцерогенною й мутагенною речовиною.

Сухарики, чіпси, сухі супи, бульйонні кубики, деякі види ковбас містять глютамат натрію, який інколи позначають як «підсилювач смаку» або Е-621. Він відновлює смак продуктів, котрі втратили його через значний термін зберігання, надає смак речовинам, які його не мають, наприклад, сої.

Вчені стверджують, що глютамат натрію може викликати харчову залежність, подібно наркотичній, організму перестає подобатися їжа з натуральних продуктів і людина просто не може обходитися без глютамау натрію. У деяких людей зникають смакові відчуття, оскільки смакові рецептори атрофуються. Зловживання цією речовиною може викликати алергію, бронхіальну астму і ниркову недостатність.

Допоки вчені не дійшли остаточних висновків щодо того, чи шкодять ГМО здоров'ю людей, останні мають достеменно знати, яку продукцію вони споживають: з ГМО чи без ГМО, вважають науковці лабораторії молекулярно-генетичних досліджень державного підприємства Всеукраїнський

державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів.

Для цього вони мають жорстко питати з виробників тієї ж, наприклад, м'ясної продукції за порушення вимог щодо відповідного маркування своєї продукції. Потрібно, щоб кожен пересічний громадянин України мав змогу перевірити у відповідних лабораторіях придбану продукцію щодо наявності генетично модифікованих організмів. Тобто ми маємо знати, що споживаємо, адже йдеться про наше здоров'я, а то й життя.

І все ж таки першою позитивною дією стосовно трансгенної їжі стала постанова Кабінету Міністрів України від 13 травня 2009 р. № 468 про обов'язкове маркування харчових продуктів, що мають у своєму складі генетично модифіковані організми. Уже з 1 липня 2009 р. ветеринарна міліція має контролювати виконання постанови, оскільки вона вимагає, щоб продукти з ГМО і без маркування були вилучені з продажу. Постанова зобов'язує усіх виробників інформувати споживачів, тобто нас з вами, чи є у їхній продукції ГМО. І якщо є, то в якій кількості, як це прийнято у країнах Західної Європи і США.

На виконання постанови Кабінету Міністрів про етикетування продукції на базі Державної випробувальної лабораторії ДП «Харківстандартметрологія» за дорученням Держспоживінспекції України створено відділення молекулярно-генетичних випробувань, оснащене сучасним обладнанням та тест-системами, що дає можливість визначати якість і кількісний вміст ГМО методом полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі.

Державна випробувальна лабораторія акредитована на компетентність за міжнародним стандартом ISO/IEC 17025 відповідно до сучасних вимог, що значним чином підвищує надійність і достовірність результатів випробувань, має усі підстави стати незалежною регіональною експертно-арбітражною організацією з контролю якості та безпечності харчової продукції і сільськогосподарської сировини.



## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

На виконання постанови № 468 був розроблений Держспоживінспекцією України Порядок етикетування харчових продуктів, які містять ГМО або виготовлені з їхнім використанням і вводяться в обіг.

Порядок враховує положення та норми Регламенту ЄС № 1829/2003 «Про генетично модифіковані харчові продукти та корми», яким встановлено вимоги до маркування такої продукції і передбачає, що виробник або постачальник має проставити спеціальну позначку «генетично модифікований» чи «містить генетично модифікований організм або виготовлений з його використанням» із зазначенням такого організму після кожного складника харчового продукту на етикетці, якщо таке дійсно має місце. Позначка друкується таким самим шрифтом, що й перелік складників.

Для харчових продуктів, які містять один складник, така позначка із зазначенням найменування організму проставляється після загальної назви харчового продукту. Якщо харчові продукти реалізуються без пакування або у пакуванні, найбільша площа поверхні якого становить менше як 10 см<sup>2</sup>, то позначка проставляється на ярликах поряд з назвою харчового продукту таким самим шрифтом, як і назва. Етикетування харчових продуктів, котрі не містять ГМО або вміст яких становить менше як 0,1%, може бути здійснено проставленням позначки «без генетично модифікованих організмів». Але така інформація підлягає перевірці в установленому Держспоживінспекцією порядку, що передбачає вилучення з ринку харчових продуктів, які містять ГМО або виготовлені з їхнім використанням і введені в обіг в Україні, але не мають на етикетці зазначених вище позначок.

Крім того, інформація на пакуванні має бути розміщена не дуже дрібним шрифтом, а за місцем розташування, кольором, шрифтом вона буде як у Європі.

Жорсткими стануть і вимоги до утилізації сміття, одним із моментів яких є розділення його на органічне і на таке, що

важко переробляється. У країнах Європи уніфіковано кольори контейнерів для роздільного збирання сміття, яких використовується шість: зелений – скло; синій – газети та інша преса; жовтий – картон, папір і відходи пакування; чорний – харчові відходи та органічні залишки; коричневий і червоний – відходи, що не переробляються та будівельне сміття; помаранчевий – пластикові пляшки і пластикове пакування.

Таке роздільне збирання й сортування дозволяє відокремити сміття, що не переробляється, від сміття, котре підлягає повторному переробленню, щоб направити частину відходів на перероблення, а також відокремити шкідливі речовини.

При неправильній утилізації відходів, у тому числі відходів пакування, що містить антисанітарні речовини, в Україні передбачені штрафи (спроби зробити роздільне збирання та сортування сміття нормою у країні поки що не прижилися).

Правила Європейського Союзу REACH диктують використання тільки зареєстрованих і дозволених (безпечних для здоров'я людини та оточуючого навколишнього середовища) хімічних речовин: кожен виробник і постачальник хімічних речовин мають пройти реєстрацію й отримати дозвіл, вони знають свої обов'язки і проводять своєчасні заходи щодо їхнього виконання.

В Україні державним органом, який буде координувати вирішення проблем, пов'язаних з REACH, визначено Міністерство економічного розвитку та торгівлі. Згідно з вимогами ЄС уже пройшли попередню реєстрацію більше 1200 речовин, виробниками яких є близько 90 українських підприємств-експортерів. Наступний етап – це реєстрація, коли мають бути підготовлені документи з результатами досліджень, проведених в акредитованих лабораторіях. І лише після цього приймаються рішення щодо реєстрації й дозволу (або відмови) ввезення продукції на територію

Європейського Союзу. Таким чином, необхідно бути готовим до того, що будь-яка продукція (імпортована або експортована) з використанням хімічних речовин (особливо тих, які обов'язкові для випробувань за REACH-правилами) має бути безпечною для здоров'я людини і довкілля.

### **5.5. Інноваційне пакування для харчових продуктів**

Останніми роками нано- і біотехнології активно входять у наше життя, обіцяючи революційні зміни у сфері пакування. Деякі країни оголосили розвиток нових технологій пріоритетним напрямом наукових досліджень функціонального й прикладного характеру.

У пакувальній індустрії нано- і біотехнології більшим чином застосовуються у виробництві полімерних матеріалів, наприклад, полімерних плівок, створених на основі нанорозмірних неорганічних наповнювачів. Однак поки що це стосується окремих фірм і компаній, а не усієї індустрії пакування.

Саме тому для активізації науково-дослідних і практичних робіт з розвитку сучасного пакування уже зараз необхідно впровадити державну програму перспективного розвитку пакувальної галузі.

Основні напрями нових технологій – нанесення бар'єрних покриттів: нанотехнології, плазмове оброблення, біополімери та біотехнології. Їхнє призначення – забезпечити спеціальні функції кінцевому упакованому продукту: збереження свіжості й форми, створення бар'єрів для водяних парів, газу або різких запахів, облік продукції, запобігання підробці, відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та екологічним нормам [175, 238].

Освоєння нових функцій пакування тісно пов'язане з підвищенням його якості. Після дослідження паперу, покри-

того наночастками  $TiO_2$ , стало зрозумілим, що ці наночастки забезпечують пакованню низку нових властивостей – не тільки знищення бактерій, вірусів, грибків, але й руйнування отрут і запахів упакованої продукції [255]. За допомогою наночасток здійснюється цілеспрямований вплив на властивості пакувальних матеріалів. Під час впровадження наночасток у пакування для знищення мікроорганізмів в упакованій продукції забезпечувалася та сама функція, що й при покритті пакування консервантами. Такі додаткові функції полягають у зниженні вмісту кисню усередині пакування, відносної вологості або встановленні необхідного вмісту двоокису вуглецю й етилену у пакуванні [184]. До розробок, які призвели до відкриття нових функцій пакування, відносяться також індикатори герметичності пакування і свіжості упакованого продукту.

Наноматеріали – матеріали, що містять структурні елементи, геометричні розміри яких хоч би в одному вимірі не перевищують 100 нм. Вони мають якісно нові властивості, функціональні та експлуатаційні характеристики.

Використовуючи наноматеріали, у структуру, конструкцію і композицію яких можна ввести молекули так званих фотохромних сполук, стане можливим отримати пакування, оптична щільність якого буде зростати або знижуватися залежно від інтенсивності світлового потоку. Таке пакування необхідне для продуктів, які потребують захисту від сонячного випромінювання, причому, чим вища інтенсивність цього випромінювання, тим більш високий захист воно матиме [3, 17, 99, 160].

Ще один із напрямів використання нанотехнології у пакуванні – це застосування тонкоплівкових датчиків, що інформують (споживача чи виробника) про стан упакованої м'ясомолочної продукції, овочів, фруктів, інших продуктів.

Це може бути дуже тонка (декілька мікрон) полімерна плівка з рисунком, котрий змінює свою форму або колір залежно від хімічного або біологічного складу продукту у

процесі його зберігання, або від наявності специфічних ферментів у біологічному зразку. Датчики, побудовані на основі таких голограм, можуть суттєво спростити діагностику стану продукту або перевірку їжі на безпеку для людського організму. Полімери, розроблені вченими у рамках цієї технології, «програмуються» на відгук щодо чітко визначених речовин.

За ініціативою комісії Європейського Союзу група інвесторів фінансує науково-дослідну програму SustainPack щодо використання нанотехнології для виробництва пакування з волокнистих матеріалів.

За рахунок змінювання структури та армування на мікроскопічному рівні очікується підвищення міцності, довговічності пакування з паперу й картону, покращання якості крейдованого покриття і друкарських властивостей. Перспективним є створення з волокнистих матеріалів тонких плівок, що біологічно розкладаються, які можуть замінити традиційні полімерні пакувальні плівки.

Виготовлення матеріалів із заданими властивостями або властивостями, які будуть змінюватися за різних умов і впливів, є одним із основних напрямів розвитку нанотехнологій у сучасній пакувальній індустрії. За різних сполучень і композицій уже отримано матеріали й речовини з новими запрограмованими властивостями. Це, наприклад, негорючий або водостійкий папір, пластик, що світиться у темряві; мастила, які знижують коефіцієнт тертя на 30–50%, та багато інших розробок.

Науковий центр компанії Eka Chemical розробив спільно з лабораторією університету Лунд (Швеція) на базі нанотехнології добавку Compozil Select з частинками діаметром 3–5 нм, уведення яких в паперову масу дає змогу підвищити ступінь утримання у паперовому полотні дрібних целюлозних волокон, часток наповнювача, а також покращити якість формування паперу.

Лабораторія групи SCA (Швеція) застосувала нанотехнологію для отримання спеціальних покриттів пакувального паперу, додаючи йому той або інший комплекс бар'єрних і захисних властивостей [17].

Американські вчені розробили перший матеріал, який здатний відхиляти видиме світло, – це новина щодо чергового прориву у нанотехнологіях.

Науковці університету Арканзас (University of Arkansas) створили новий матеріал – папір з нановолокна, який можна також складати, м'яти, різати як звичайний, однак інші його властивості мало нагадують про традиційний целюлозний продукт.

Використовуючи метод гідротермального нагрівання, вчені створили довгі нитки з двоокису титану, з яких виготовили плоскі мембрани, котрі нагадують папір, з якого можна отримувати тривимірні предмети широкої функціональної дії. Зазначений комплекс властивостей такого паперу можна забезпечити завдяки хімічній інертності та вогнетривкості – матеріал витримує температуру до 700° С.

У центрі уваги вчених світу уже більше 30 років знаходиться ідея створення біорозкладних матеріалів. Під біорозкладом розуміють здатність матеріалу розпадатися на складові частини у природних умовах під дією мікроорганізмів, ультрафіолету, радіації, що призводить до мікробіального засвоєння цього матеріалу. Очікується, що продуктами біорозкладу, як правило, є сполуки вуглецю, азоту, сірки, а тому вони мають бути нетоксичними для довкілля.

Перший біорозкладний пластик на основі целюлозної плівки – целофан було отримано 1908 р., а присутня целофану біодеградація на той час утрудняла його застосування у деяких сферах. Саме тому він був негайно замінений іншими пластиками з більшим терміном експлуатації.

Лише у 1970 р. вчені відновили ідею використання целюлози для отримання на її основі біорозкладних матеріалів [78]. Перероблення целюлози утруднене через високу

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

кількість внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язків. Плавлення целюлози відбувається легше тільки після етерифікації ОН-груп, однак зі зростанням ступеня заміщення знижується здатність целюлози до мікробіального розкладу. Целофан – пакувальний матеріал, що відноситься до біорозкладних, повністю відповідає сучасним вимогам до пакувальних матеріалів в умовах збереження навколишнього середовища; а саме:

- підвищений інтерес виробників, торгівлі і споживачів до біорозкладних матеріалів;
- зростання кількості виробників таких матеріалів;
- зростання фінансових ресурсів, що направляються на розроблення та впровадження нових технологій виробництва матеріалів на основі біополімерів (кукурудза, крохмаль, целюлоза);
- факт громадського визнання компостування як економічного й безпечного для довкілля способу позбавлення відходів, котрі не підлягають за тих або інших факторів повторному переробленню.

2008 рік був сторіччям від початку виробництва целюлозних плівок, присутність яких на ринках світу має особливе значення нині, коли запаси нафти постійно виснажуються. Пакування із целюлозних плівок є однією з успішних альтернатив для плівок з полімерних матеріалів, розклад яких у природних умовах потребує сотні років. Для виробництва целюлозної плівки – целофану застосовується целюлоза, яка попередньо подрібнюється, змішується з каустичною содою (технічна назва їдкою натрію) та іншими хімічними реагентами, утворюючи густу, в'язку рідину оранжевого кольору. Ця маса має назву віскоза, яка після фільтрування подається у кислотну ванну, де нейтралізується, коагулює і перетворюється у прозору плівку. Отримана плівка очищується (промивається) й пластифікується для досягнення необхідних пластичних, оптичних і механічних властивостей, висушу-

ється й намотується у рулони. На поверхню плівки целофану зазвичай наносять лакове покриття, надаючи їй бар'єрні властивості, вологостійкість, термозварюваність, необхідні за подальшого використання для упакування різної харчової та промислової продукції.

Целофанова плівка містить 75% целюлози, 7% води і 18% різних хімічних речовин і агентів, що значним чином визначають її властивості, серед яких: висока прозорість і блиск; високий бар'єр до газів, ароматів і запахів; регульований бар'єр до вологи; стійкість до температури; стійкість до хімічних речовин і жирів; термозварюваність; антистатичні властивості; висока стабільність розмірів; сумісність з іншими матеріалами для виготовлення багатокомпонентних пакувань та багатошарових пакувальних матеріалів для продукції різного виду й агрегатного стану (рідина, паста тощо), твіст-ефект, який характеризує надійність закрутки та «замок» під час упакування, наприклад, карамелі на високошвидкісних автоматах без руйнування плівки.

Один з нових біорозкладних матеріалів Mater-Bi, який успішно вийшов на ринок, було запатентовано у 1995 р. в Італії. Він є сумішшю крохмалю, полівінілового спирту або капролактону.

Більшість біорозкладних пластмас відносяться до класу полієфірів, хоча деякі виготовляються з інших матеріалів, таких як, наприклад, модифікований крохмаль. Маючи високі механічні властивості, ароматичні полієфіри, такі як поліетилентерефталат (polyethylene terephthalate – ПЕТФ), стійкі до впливу мікробів. Аліфатичні полієфіри, навпаки, значно легше розкладаються, але вони не мають такої міцності, яка властива ароматичним полієфірам. Для того, щоб поліпшити фізичні властивості аліфатичних полієфірів, розробники іноді вводили інші мономерні до їхніх молекулярних ланцюгів: або аліфатичні, або ароматичні [11, 30, 89].

До основних застосувань біорозкладних пластмас відноситься пакування харчових продуктів. Контейнери, плівки й



## **Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів**

---

піноматеріали, виготовлені з таких полімерів, використовуються для упакування м'яса, молочної продукції, випічки та інших продуктів харчування. Іншим найбільш поширеним застосуванням є пляшки та одноразові стаканчики для води, тарілки, миски і піддони. Ще одним ринком збуту для таких матеріалів є виробництво мішків для збирання й компостування харчових відходів, а також пакетів для супермаркетів.

За даними Міжнародної асоціації біорозкладаних полімерів, пластик, отриманий з нафтопродуктів, починає поступово поступатися своїм місцем на ринку біорозкладним матеріалам. Споживання біорозкладних матеріалів за останні п'ять років подвоїлося. Виробники використовують натуральні матеріали так широко, як це дозволяють їхні технічні та економічні можливості. Експерти згаданої вище асоціації вважають, що полімери, отримані з рослинних волокон, рослин і целюлози, на сьогодні домінують на ринку, у сфері пакувальної індустрії, у тому числі для упакування харчових продуктів. За прогнозами ця тенденція збережеться і на майбутнє, особливо з урахуванням підвищення цін на нафту.

Незважаючи на різницю в оцінці обсягів споживання біорозкладних полімерів, громадськість європейських країн сприймає цей сегмент як цілком реальну частину ринку. У зв'язку з цим у 2000 р. у ЄС прийняли стандарт EN 13432, що регламентує вимоги до біорозкладних полімерів. За рішенням Європейської Комісії № 2001/524/WE цей стандарт приведений у відповідність з директивою № 94/62/ ЄС «Про пакування і пакувальні відходи». Стандарт впроваджує критерії оцінки та процедури, що стосуються можливості природного гниття біорозкладних синтетичних матеріалів у компостних ямах, а також їхнє оброблення без присутності кисню (йдеться про заборону на спалювання).

Біопластик усе впевненіше починає витісняти звичайну пластмасу. Свідомство тому – активні розробки у цій сфері і впровадження у виробництво біопластику провідними компа-

ніями у різних країнах світу. Так, італійська компанія Novamont уже давно приступила до випуску згаданого вище біопластику під назвою Mater-Bi, до складу якого входить поліамід, змішаний з окислювальними гідрофільними сполуками, що мають низьку молекулярну масу. Під дією мікроорганізмів навколишнього середовища матеріал розпадається на мономери і повне його руйнування відбувається протягом декількох місяців. Матеріал легко переробляється на існуючому обладнанні й застосовується для виготовлення одноразового посуду, медичних виробів, хірургічного інструменту. У Австрії і Швеції McDonald's пропонує у своїх ресторанах виделки й ножі, отримані з кукурудзи, компанія Goodyear випустила перші біотины Biotred GT3, а магазини Carrefour у Франції, Esselunga в Італії і Co-Op у Норвегії продають свої товари у біопластикових пакетах з того ж Mater-Bi.

Низка компаній уже зараз пропонують матеріали, в яких можна регулювати параметри біорозкладання. Наприклад, британська компанія Symphony Environment Ltd випустила на ринок біополімер на поліетиленовій основі, в якому ступінь розкладання контролюється особливими добавками. Залежно від кількості і якості речовин, що заздалегідь додаються, повне розкладання пакування може варіювати від трьох місяців до п'яти років.

Найбільш успішним вважають проект, запропонований спільним підприємством двох найбільших у своїх сегментах компаній – сільськогосподарського гіганта Cargill і лідера у виробництві хімічних продуктів Dow Chemical. Створена компанія Cargill Dow претендує на позиції лідера у виробництві полімолочної кислоти (PLA) – полімеру, що виготовляється на основі рослинних цукрів з поновлюваних сільськогосподарських ресурсів: зернових і цукрового буряка. Отриманий полімер має гарну прозорість, міцність, глянець, є відмінним вологопротектором, так само, як і ПЕТФ, не пропускає запахи. Сфера застосування – двоорієнтовані паку-

вальні плівки, жорсткі контейнери. Компанія стверджує, що пакування з PLA-полімеру здатне повністю розкладатися протягом 45 днів за умови створення відповідної структури компостування [40, 58].

- Фірма Tubize Plastics (Франція) випустила два матеріали:
- Віорас, що виготовляється з речовин рослинного походження, в основі яких використовується ацетат целюлози з пластифікаторами-добавками, які прискорюють розкладання. Розкладання на 50% відбувається протягом 6–12 місяців. Матеріал використовується для упакування побутових відходів;
  - Biocell-163 на основі ацетату целюлози. Після занурення у воду матеріал починає вбирати вологу і через 6 місяців 40% матеріалу розкладається, перетворюючись на вуглекислий газ і воду. Повне руйнування відбувається протягом 18 місяців.

Серійний випуск саморозкладних полімерних плівок здійснюється фірмами США, Канади під торговими марками Polyclean, Ecostar, Ampact, основою для яких є поліетилен низької щільності.

У США запатентована біорозкладна полімерна композиція, що складається з крохмалю (до 70%), полігідрокси-ефіру, полікапролактону. Причому використовуються різні види крохмалю: кукурудзяний, картопляний, рисовий, а також їхні суміші при відповідному співвідношенні складових. З такої композиції виготовляють горщики для розсади, футляри для бритв, коробки тощо [89].

Поліетилен і поліпропілен поряд з основними перевагами у виробництві пакувальних матеріалів мають один досить суттєвий недолік – це період їхнього розкладу у природних умовах, який за оцінкою різних вчених складає сотні років. Як відомо, макромолекули ПЕ і ПП складаються з атомів водню й вуглецю і сполучені між собою у довгі переплетені ланцюги. Проблема утилізації використаного полі-

мерного пакування зростає високими темпами і вимагає пошуку ефективних рішень. Для вирішення цієї проблеми екологічно вигідну технологію, основу на застосуванні спеціальної добавки  $d_2W^{TM}$  у виробництві пакувальних матеріалів, запропонувала компанія Symphony Environmental (Велика Британія) [40, 58, 154]. Це дає змогу традиційні полімери перетворювати в оксидорозкладні. Додаток  $d_2W^{TM}$  є мастербатчем, який застосовується для виготовлення різних виробів, у тому числі пакувальних матеріалів і пакування з поліетилену й поліпропілену. Частка добавки у композиції складає лише 1% до загальної кількості основної сировини, що не змінює основних властивостей кінцевих виробів, а лише надає їм одну перевагу – оксидорозкладність. Завдяки цьому матеріали з таких полімерів характеризуються еластичністю й міцністю, саме вони перешкоджають утворенню сполучень атомів кисню та вуглецю, що призводить до окислення, а, як наслідок, і до розпаду (деструкції) полімеру. Молекулярна маса типового полімеру сягає 300000 одиниць атомної маси, тоді як молекула води має масу усього 18 одиниць. А чим нижче молекулярна маса, тим слабкіші ланцюги і менший опір окисленню.

Додаток  $d_2W^{TM}$  діє саме на вуглецеві зв'язки довгих молекулярних ланцюгів полімеру, у результаті чого через відповідний період часу вони руйнуються, активізуючи розщеплення полімеру. Виріб з нього стає крихким і швидко розкладається на дрібні пластівці.

Оскільки молекулярні ланцюги під час деструкції полімеру зменшуються у розмірі, кисень отримує можливість зв'язуватися з вуглецем і перетворюватися у вуглекислий газ. Молекулярна маса полімеру знижується до 40000 одиниць атомної маси і на цьому етапі полімер стає гідрофільним (змочуваним водою), у результаті чого мікроорганізми отримують доступ до вуглецю й водню. Вуглець «зникає», перетворюючись у  $CO_2$ , а водень – у  $H_2O$ . Ця стадія й може бути названа «біологічним розпадом». Процес розпаду полімеру

## Розділ 5. Оцінка якості та безпечності паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів

---

викликає будь-яка комбінація високої температури, світла й тиску, що діють як каталізатори та визначають швидкість і, відповідно, термін розкладу.

Полімери з добавкою  $d_2W^{TM}$  можуть також піддаватися вторинному переробленню. Однією із властивостей добавки  $d_2W^{TM}$  є те, що введенням її можна задавати необхідний період часу до початку розкладу полімеру (від декількох місяців до декількох років). Це означає, що вироби зберігатимуть усі необхідні властивості протягом запланованого терміну використання і процес розкладу розпочнеться лише після запрограмованого періоду часу. Добавка сертифікована за багатьма міжнародними стандартами. Завдяки добавці  $d_2W^{TM}$  пакувальні матеріали й пакування з полімерів зможуть доповнитися ще однією дуже важливою і позитивною характеристикою – екологічністю.

Компанія Innovia Films Group останнім часом застосовує целофан для упакування надто проблемного продукту свіжих дріжджів, захищаючи їх від проникнення мікроорганізмів, розширюючи діапазон температури зберігання до  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $-11^{\circ}\text{C}$  для паперу з восковим покриттям), забезпечуючи незмінною якість продукції протягом подовженого терміну.

Целофан має задовільне сприйняття до усіх традиційних способів нанесення друку на його поверхню (малюнок і текст) без труднощів перероблення на пакувальних автоматах за швидкості до 65 пакувань на хвилину.

Компанія Du Pont розробила й виготовила два нових відновлюваних пакувальних матеріали, до композиції яких введено полімер з термопластичного крохмалю. Biomax TPS, який піддається повторному переробленню на 85–90%, розроблено для виготовлення термопластичних лотків, а також контейнерів, отриманих методом лиття під тиском. Інший полімер Biomax TPS на 35% піддається вторинному переробленню. З нього можна виготовляти пакування для косметики і контейнери, отримані литтям під тиском.

У Китаї як полімерна матриця використовуються полігідроксibuтират, співполімер гідроксibuтират з гідроксивалератом, полілактиди. У термопласт вводять 40% мікронізованого (зшитого) крохмалю, який має підвищену водостійкість. Такі модифіковані термопласти біорозкладаються на 50% у ґрунті протягом 120 діб.

На жаль, у нашій країні поки що із-за інертності відповідальних за цей сегмент економіки владних структур і нерозуміння усіх аспектів важливості вирішення «смітцевої проблеми» громадськістю цій важливій загальнодержавній і науково-технічній проблемі з розробки, виробництва й широкого впровадження біорозкладаних матеріалів та виробів на їхній основі приділяється дуже мало уваги. Проте, якщо ми насправді не хочемо повторити негативний досвід відсталих азіатських і африканських країн, необхідно терміново вжити заходів щодо виробництва власного біорозкладного пластику для використання у різних галузях економіки.

Проведений аналіз досвіду передових країн світу з розроблення і впровадження систем щодо забезпечення чистого довкілля шляхом створення екологічно безпечного матеріалу для виготовлення пакувань широкого асортименту і призначення свідчить, що прискорене впровадження біодеградаційних матеріалів сприятиме вирішенню багатьох природоохоронних проблем.

Розглянуті хімічні матеріали й сполуки, що використовуються для отримання сучасних пакувальних матеріалів, сфери їхнього використання у різних сегментах життєдіяльності людини провідними країнами світу вселяють впевненість у тому, що майбутнє екологічно-чистого пакування й довкілля залежить від широкого запровадження біорозкладаних матеріалів.

## ВИСНОВКИ

У монографії узагальнено результати досліджень з розроблення наукових основ створення нових екологічно безпечних паперових пакувальних матеріалів і пакування, формування їхніх властивостей, які відповідають постійно зростаючим вимогам та потребам споживачів, параметрів ресурсоощадних технологій.

Пакувальні матеріали і пакування це не тільки засіб для захисту продукції, але й спосіб об'єднання і комплектування матеріальних та інформаційних цінностей, засіб доставки й розподілу, невід'ємний елемент логістики, посередник між виробником, продукцією і споживачем, комутаційний засіб, який передає інформацію про товар та демонструє його переваги. Окрім того, пакувальні матеріали є продуктом промислового виробництва і важливою складовою оточуючого нас навколишнього середовища, використовуються практично у всіх сферах життєдіяльності людини й суспільства, безперервно розвиваються та удосконалюються.

Підтверджено, що на сучасному етапі розвитку пакувальної індустрії папір і картон залишаються головними матеріалами для виготовлення високоякісної продукції. Унікальність цих матеріалів полягає у тому, що вони виготовляються з рослинних волокон – сировини, яка відновлюється природою і після рециклінгу повторно використовується як вторинна сировина, заощаджуючи ресурси, знижуючи забруднення та екологічне навантаження на довкілля.

Паперові пакувальні матеріали, залежно від призначення та умов застосування, мають різноманітні структурно-фізичні, бар'єрні, механічні, оптичні, санітарно-гігієнічні, хімічні, друкарські, сорбційні, експлуатаційні, спеціальні та інші властивості, відрізняються вмістом у композиції первинних або вторинних напівфабрикатів, мінеральних наповнювачів і волокон, проклеювальних та зміцнювальних речовин.

Автори акцентують увагу на тому, що важливою перевагою цих матеріалів є можливість динамічного розроблення на їхній основі комбінованих пакувальних матеріалів, які, поєднуючи специфічні властивості паперу (картону), плівки полімеру й металевого покриття забезпечують тривалий термін зберігання товарів.

Бар'єрні властивості паперу (картону) підвищують різними способами: підвищенням щільності матеріалу під час каландрування; застосуванням хімічних речовин, які вводяться до паперової маси перед формуванням паперового полотна, за допомогою полімерних покриттів, нанесених на його поверхню, а також шляхом створення комбінованих (ламінованих, кашированих) матеріалів. Основне призначення бар'єрного покриття – створити захисний шар, що запобігає міграції будь-яких речовин до вмісту упакованого продукту ззовні чи з паперу (картону), зберегти початкову міцність у вологому середовищі, забезпечити захисні вимоги – необхідний рівень опору проникненню води, водяних парів, жиру, газу, запахів та ароматів.

З урахуванням того, що кожна група товарів висуває свої специфічні вимоги до паперових пакувальних матеріалів, важливим є визначення основних властивостей, які забезпечують збереженість якості харчових продуктів. Авторами доведено: комплекс цих властивостей визначається структурою, характером поверхні, фізичними й хімічними властивостями, композиційним складом, якістю волокнистої сировини, присутністю наповнювачів, жиро-, водо-, газо-, ароматонепроникністю та вологоміцністю.

Здійснено аналіз значної кількості науково-технічної і патентної літератури – як вітчизняної так і зарубіжної – стосовно аспектів, методів, прийомів, технологій і процесів розроблення та виробництва пакувальних матеріалів для харчових продуктів з необхідним комплексом бар'єрних, захисних, санітарно-гігієнічних властивостей, у тому числі з використанням широкої гами хімічних сполук, які вводять до композиції паперової маси на стадії її підготовки, або на поверхню готового паперу.

Комплекс виконаних авторами досліджень та експериментальних робіт у промислових умовах надали змогу розробити і впровадити промисловий спосіб виробництва жиронепроникного та вологоміцного видів паперу, які є заміником рослинного пергаменту за своїми споживними й



експлуатаційними характеристиками, а технологія виробництва не має небезпечних стадій пергаментациї концентрованими хімічними реагентами, є екологічно чистою і введена на паперових фабриках України.

Новий вид жиро- і вологостійкого паперового пакувального матеріалу характеризується високим комплексом захисних, бар'єрних, механічних, споживних, друкарських та санітарно-гігієнічних властивостей і може використовуватися для виготовлення найрізноманітнішого пакування.

Проведені дослідження з вивчення впливу розроблення целюлозного волокна і хімічних добавок на властивості механічної міцності паперу у сухому й вологому стані показали можливість виготовлення матеріалу для упакування харчових продуктів з високим вмістом вологи, показники якості якого відповідали б якості рослинного пергаменту.

Разом з тим, структура пор із заданими розмірами забезпечує новому виду паперового пакувального матеріалу підвищену вбирність під час однобічного змочування. Завдяки цьому паперовий пакувальний матеріал всмоктує надлишок рідкої фази упакованого продукту, а висока його вологоміцність забезпечує необхідну технологічність на стадії перероблення й фасування.

У монографії охарактеризовано основні волокнисті напівфабрикати, що використовуються для виробництва паперу й картону: целюлоза, деревна маса, макулатура, технології та процеси їхнього отримання, властивості, сфери й умови використання.

Наведено загальну технологічну схему виробництва паперу і картону з характеристикою основних операцій: розмелювання целюлози, приготування паперової маси, виливання волокнистої суспензії та формування паперового полотна, його пресування, сушіння, каландрування, розрізання на рулони й упакування.

Розглянуто класифікацію паперу і картону за призначенням, видом використаної сировини, умовами перероблення та експлуатації, номенклатуру показників якості, методи їх визначення, а також наведено характеристику їхніх властивостей та приладів для вимірювання.

Наведено класифікацію пакувальних і допоміжних пакувальних матеріалів у виробництві паперового пакування й картонної тари, у тому числі на основі комбінованих матеріалів, характеристику їхніх властивостей, технології виробництва та сфери застосування. Систематизовано вимоги до паперових пакувальних матеріалів і пакування для харчових продуктів різних агрегатних станів, складу, терміну, умов зберігання та використання.

Паперовий пакувальний матеріал, виготовлений відповідно до нової технології на традиційному папероробному обладнанні, пройшов усебічні дослідження, у тому числі випробування під час нанесення кольорового друку, розрізання на бобіни необхідного розміру, під час фасування у нього харчових продуктів на автоматах, змінювання його властивостей під час зберігання протягом передбаченого нормативною документацією строку, з позитивним ефектом.

Розроблений паперовий пакувальний матеріал пройшов дослідження за санітарно-гігієнічними вимогами й нормами і допущений органами державного санітарного нагляду до застосування як пакування для харчових продуктів.

У монографії також розглянуто: перспективні напрями розвитку технологій створення матеріалів для пакувальної індустрії; способи нанесення бар'єрних покриттів (нанотехнології, плазмове оброблення); застосування біополімерів та біотехнологій для забезпечення екологічності пакувальних матеріалів; роль пакування у сучасних технологіях ідентифікації й обліку продукції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.с. 998620 СССР, МКИЗ D 21 D 3/00. Устройство для пропитки полотна тонких технических бумаг / В.И. Ратников, Е.Е. Волков, Л.П. Вепрев, Л.А. Коптюх, Н.А. Струговец, Г.И. Новиков, Е.Я. Мальцев. – Оpubл. 23.02.83. – Бюл. № 7. – 2 с.
2. Баблюк Е. Наномодифицированные полимерные материалы / Е. Баблюк // Тара и упаковка. – 2011. – № 3. – С. 37–39.
3. Баблюк Е. Перспективы применения нанотехнологий и современная упаковка / Е. Баблюк // Тара и упаковка. – 2007. – № 1. – С. 12–15.
4. Берзіна С.В. Екологічне маркування (нові правила та відповідальність) / С.В. Берзіна // Упаковка. – 2015. – № 3. – С. 46–48.
5. Бернацек В.В. Дослідження фізико-механічних властивостей кашированого мікрогофрокартону / В.В. Бернацек // Квалілогія кн. – 2007. – № 1. – С. 17–23.
6. Бернацек В.В. Особливості використання адгезивів у виробництві пакувань: кашірування, ламінування, флокування / В.В. Бернацек та ін. // Квалілогія кн. – 2013. – № 1. – С. 58–61.
7. Благодір О.Л. Систематизація технологій виготовлення етикетково-пакувальної продукції в Україні / О.Л. Благодір, Т.В. Розум, О.П. Сокол // Наук. зап. [Укр. акад. друкарства]. – Сер. : Технічні науки. – 2015. – № 2. – С. 95–100.
8. Бойчук Н. Дослідження технологічних та експлуатаційних властивостей крохмальних клеїв для виготовлення гофрокартону / Н. Бойчук та ін. // Квалілогія кн. – 2008. – № 2. – С. 37–42.
9. Бондарев А. С глаз долой. Плащ-невидимка / А. Бондарев // Кореспондент. – 2009. – № 38. – С. 51–54.
10. Бондарев А. Секрет невидимости / А. Бондарев // Кореспондент. – 2008. – № 7. – С. 52–54.
11. Борисов Е. В центре внимания биоразлагаемые полимеры / Е. Борисов // Хим. журн. – 2005. – № 5. – С. 68–71.

12. Брукс Д. Производство упаковки из ПЭТ / Д. Брукс // СПб. : Профессия, 2006. – С. 24–30.
13. Васильєва І.М. Сучасний асортимент та безпечність картонної тари : дис. ... / І.М. Васильєва, І.В. Шурдук. – 2014.
14. Вишнякова Т.Б. Исследование взаимосвязи структурных и потребительских свойств материалов для упаковывания жиро- и влагосодержащих пищевых продуктов / Т.Б. Вишнякова, Л.А. Коптюх, А.Р. Морозовский // Тара и упаковка. – 1998. – № 2. – С. 34–37.
15. Вишнякова Т.Б. Исследование факторов, влияющих на структуру и свойства бумаги для упаковки пищевых продуктов / Т.Б. Вишнякова, Л.А. Коптюх, А.Р. Морозовский // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1997. – № 2. – С. 36–42.
16. Власова Г. Индустрия упаковки. Технология переработки и упаковки / Г. Власова // Упаковка. – 2001. – № 2. – С. 14–18.
17. В мире используют нанотехнологии для производства бумаги и картона // Бумага и жизнь. – 2007. – № 12. – С. 7.
18. Гавенко С.Ф. Исследование эксплуатационных характеристик гофрированного картона / С.Ф. Гавенко, Н.В. Головацька // Технологія і техніка друкарства. – 2010. – № 4. – С. 193–197.
19. Гавенко С.Ф. Кашированный мікрогофрокартон (ринок, виробництво, властивості) / С.Ф. Гавенко, І.І. Регей, В.В. Бернацек // Упаковка. – 2013. – № 2. – С. 27–31.
20. Гавенко С.Ф. Нові можливості розумного і активного пакування / С.Ф. Гавенко, О.М. Савченко // Квалілогія кн. – 2012. – № 2. – С. 81–88.
21. Гетьманчук Ю. Застосування полімерів для виготовлення пакувальних матеріалів / Ю. Гетьманчук, Б. Пасальський // Товари і ринки. – 2010. – № 2. – С. 154–159.
22. Гетьманчук Ю. Застосування полімерів для виготовлення пакувальних матеріалів / Ю. Гетьманчук, Б. Пасальський // Товари і ринки. – 2010. – № 2. – С. 154–164.

## Список використаних джерел

---

---

23. Головацька Н.В. Дослідження крохмальних клеїв для виготовлення гофрокартону / Н.В. Головацька // Квалілогія кн. – 2010. – № 1. – С. 87–90.
24. Гончаренко А. Как по маслу. Пищевые бумаги с барьерными свойствами в Украине / А. Гончаренко // Бумага и жизнь. – 2005. – № 10. – С. 24–30.
25. Гринчук С.С. Вплив фізико-хімічної обробки поліпропіленових плівок на їх змочуваність / С.С. Гринчук, Н.С. Снігур, Н.В. Ярکا // Наук. зап. [Укр. акад. друкарства]. – 2008. – № 1. – С. 112–117.
26. Грундке Г. Новые требования к упаковке / Г. Грундке // Упаковка. – 2003. – № 2. – С. 41–45.
27. Гуль В. Полимеры для упаковки пищевой продукции / В. Гуль // Тара и упаковка. – 1993. – № 3. – С. 24–26.
28. Гумен О.М. Дослідження процесу виготовлення пакувальної продукції з гофрокартону / О.М. Гумен, С.М. Гумен, П.М. Яблонський // Восточ.-европ. журн. передовых технологий. – 2013. – Т. 1. – № 5 (61).
29. Гуменюк Г.Д. Гармонізація національних стандартів України з міжнародними стандартами у харчовій промисловості / Г.Д. Гуменюк // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. – 2016. – № 2 (22). – С. 29–37.
30. Гусева Л.Р. Биоразлагаемые полимеры: мир иллюзий? / Л.Р. Гусева // Пластик. – 2007. – № 7–8. – С. 53–54.
31. Гуць В.С. Моделирование показателей качества пищевых продуктов и прогнозирование срока их годности / В.С. Гуць // Упаковка. – 2009. – № 3. – С. 30–34.
32. Джиглиобьянко Д. Инновации Basell в упаковочных материалах / Д. Джиглиобьянко, М. Дуреев // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С. 63–75.

33. Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон ; под ред. Г.М. Козубова, Н.П. Зотовой-Спасновской // Петрозаводск ; Карел. фил. АН СССР, 1976. – 152 с.
34. Дубініна А.А. Розробка раціональної форми пакування з комбінованого біорозкладувального пакувального матеріалу для фруктових та овочевих паст і соусів / А.А. Дубініна, С.О. Ленерт, О.С. Круглова // Прогресив. техніка та технології харч. виробництв ресторан. госп-ва і торгівлі. – 2013. – № 1 (2). – С. 213–219.
35. Дубініна А.А. Целюлоза з технічної коноплі для пакувального матеріалу (товарознавча оцінка) / А.А. Дубініна, О.С. Круглова, Д.В. Березовський // Упаковка. – 2013. – № 6. – С. 16–19.
36. Дубинина А.А. Паропроницаемость комбинированного упаковочного материала из возобновляемого сырья / А.А. Дубинина, С.А. Ленерт, О.С. Круглова // Товары и рынки. – 2013. – № 2. – С. 132–139.
37. Дубинина А.А. Quality assessment of combined packaging material using desirability function / А.А. Дубинина и др. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2013. – Т. 5. – № 3 (65). – С. 57–61.
38. Ересько Г.А. Окислительные процессы в колбасных изделиях, упакованных в модифицированной газовой сфере / Г.А. Ересько, А.К. Башкирова, Е.В. Франко // Упаковка. – 2008. – № 3. – С. 34–38.
39. Ершова О.В. Влияние композиционной структуры целлюлозно-бумажных материалов на качество гофрокартона / О.В. Ершова, О.А. Мишурина, Л.В. Чупрова // Современ. наукоем. технологии. – 2015. – № 8. – С. 21–23.
40. Жук О. Биоупаковка – альтернатива пластику / О. Жук // Мир упаковки. – 2006. – № 3. – С. 11–12.
41. Зайцева И.Д. Применение химических вспомогательных веществ для улучшения эксплуатационных свойств картона для плоских слоев гофрированного картона : дис. ... / И.Д. Зайцева, А.Д. Воробьев. – 2017.

42. Замотаев П.В. Стратегические модели развития упаковки в современном обществе / П.В. Замотаев // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С. 20–31.
43. Захаревич В.Б. Пакувальні матеріали для хлібобулочних виробів / В.Б. Захаревич, О.М. Гавва, М.І. Юхно // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 104–106.
44. Заявка 10246836. Германия. МПК7 D 21 H 17/59. Безводные или водосодержащие составы для обработки гидрофильных бумажных продуктов ; Wasserfreie oder wasserhaltige Zusammensetzung zur Behandlung eines hydrophilen Papierprodukts / G. Mayer, H. Spitzner ; Saxol Chemie GmbH. – № 10246836.2. – Заявл. 08.10.2002. – Опубл. 22.04.2004.
45. Заявка 10700003. Германия. МПК6 C 08 H 5/04, C 08 L 97/02. Промежуточный продукт на основе полимеров лигнина и его применение в качестве реагента для получения водостойких производных крах мала ; Zwischenprodukt für die Herstellung von Ligninpolymerisaten und dessen Verwendung für die Herstellung von Reagentien für die Herstellung von wasserfesten Stärkederivaten / A. Hüttermann, M. Fastenrath, S. Noetzold, B. Monties, C. Lapierre, S. Baumberger. – № 19700903.4. – Заявл. 14.01.97. – Опубл. 16.07.98.
46. Заявка 10212821. Германия. МПК7 B 31 F 5/04. Способ получения картонных или бумажных материалов для упаковки гигроскопичных товаров и упаковки из такой бумаги или картона ; Verfahren zur Herstellung eines Karton- und/oder Papierverbundes für eine Verpackung für schüttfähige hygroskopische Güter sowie Verpackung aus einem derartigen Karton- und/oder Papierverbund / W. Barthel, D. Oberdorf // Henkel GmbH. – № 10212821.9. – Заявл. 22.03.2002. – Опубл. 09.10.2003.
47. Заявка 03064167 ВОИС, МКИ B32B29/00; B41M7/00; B65D30/00; D21H25/06. Способы изготовления упаковки с приданием барьерных свойств против жиров и масел, не содержащих фторуглерода ; Non-fluorocarbon oil and

- grease barrier methods of application and packaging / P.A Egan (US); Echorack LLC (US), Egan Philip A (US). – № 2002US39540. – Заявл. 11.12.2002. – Опубл. 07.08.2003.
48. Заявка 0855266 ЕПВ, МКИ В32В27/30; D21H19/82; D21H19/84. Ламинированный упаковочный материал, способ его производства и изготовления упаковочных контейнеров из него ; A laminated packaging material, a method of producing the same and packaging containers produced from the material / M. Bentmar (SE); M. Berlin (SE); S. Andren (SE); Tetra Laval Holdings & Finance (CH). – № 19970101283. – Заявл. 28.01.97. – Опубл. 29.07.98.
49. Заявка 2565593. Франция. МКИ C08 L 83/06. Compositions d'emulsions aqueuses pour le traitement antiadherent et hydrofuge de materiaux cellulosiques / A. Fau (Франция); Rhone – Poulenc Specialites Chimiques. – № 8409107. – Заявл. 12.06.84. – Опубл. 13.12.85.
50. Заявка 4335247. ФРГ. МКИ B 21 H 19/20. Способ обработки бумажного полотна ; Verfahren und Mittel zur Oberflächenbehandlung von Karton, Papier und Vollpappe / Armbruster Rudi; Gruber+Weber GmbH & Co.KG. – № 4335247.2. – Заявл. 15.10.93. – Опубл. 22.06.95.
51. Заявка 2003119697. Япония. МКИ D21H19/18, D21H21/16, D21H19/00, D21H21/14. Влагопрочная бумага ; Moistureproof paper / T. Otohata, M. Watabe, I. Seki; Jujo Paper Co. Ltd. – № 20010315092. – Заявл. 12.10.2001. – Опубл. 23.04.2003.
52. Заявка 55-80599. Япония. МКИ D 21H. Маслонепроницаемая водостойкая бумага / С. Саран, Х. Китамура, К. Курихара; Асаки Хасей Кочек. К.К. – № 53-151932. – Заявл. 11.12.78. – Опубл. 17.06.80.
53. Заявка 2004131859. Япония. МКИ D21H19/10; D21H19/28; D21H19/00. Маслостойкая бумага ; Oil-resistant paper / E. Miyake; Torpan Printing Co. Ltd. – № 20020295755. – Заявл. 09.10.2002. – Опубл. 30.04.2004.



54. Идиатуллин А.М. Пергамент как современный упаковочный материал / А.М. Идиатуллин, Н.А. Костикова, И.С. Идиатуллин и др. // Бумага и жизнь. – 2003. – № 6. – С. 41–46.
55. Кайнаш А.П. Сучасні види пакування м'яса птиці та м'ясних продуктів / А.П. Кайнаш, Н.О. Офіленко, А.М. Бурбак // Наук. вісн. Полтав. ун-ту економіки і торгівлі. – Сер. : Технічні науки. – 2014. – №. 1. – С. 73–79.
56. Калініна О.С. Аналіз впливу пакувань на якість продуктів харчування / О.С. Калініна, Р.І. Байцар // ScienceRise. – 2017. – № 2. – С. 28–36.
57. Калініна О. Вплив технічно-естетичних показників якості пакування на попит продукції / О. Калініна, Р. Байцар // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2016. – № 77. – С. 143–147.
58. Капину С.Г. Экологичный полимер – это просто и недорого / С.Г. Капину // Упаковка. – 2009. – № 4. – С. 26–27.
59. Карпунин И.И. Технологические режимы переработки растительного сырья для производства упаковки / И.И. Карпунин, В.В. Кузьмич, Т.Ф. Балабанова // Наука и техника. – 2011. – № 3.
60. Кимпияки Т. Барьерные дисперсные покрытия – новая возможность для упаковочной промышленности / Т. Кимпияки, К. Сантамаки // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 1999. – № 3–4. – С. 24–29.
61. Кирван М.Д. Упаковка на основе бумаги и картона / М.Д. Кирван // СПб. : Профессия, 2008.
62. Колоскова А.Н. Класифікатор багатосарових комбінованих пакувальних матеріалів / А.Н. Колоскова // Вісн. Нац. техн. ун-ту «ХПІ». – Сер. : Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2017. – Т. 16. – С. 7–11.
63. Коневич М. Сучасні пакувальні матеріали та їхня екологічна характеристика / М. Коневич // Зб. тез Всеукр. студент. наук.-техн. конф. «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». – 2008. – Т. 1. – С. 10.

64. Коптюх Л.А. Бумага для упаковывания жиросодержащих пищевых продуктов / Л.А. Коптюх // Упаковка. – 1996. – № 1. – С. 10–11.
65. Коптюх Л.А. Владопрочная бумага для упаковывания творога / Л.А. Коптюх // Упаковка. – 1998. – № 1. – С. 28.
66. Коптюх Л.А. Властивості пакувальних матеріалів в залежності від умов їх виготовлення / Л.А. Коптюх, В.А. Осика, В.Г. Плосконос та ін. // Упаковка. – 2009. – № 4. – С. 26–28.
67. Коптюх Л.А. Жиронепроникний і вологостійкий пакувальний папір / Л.А. Коптюх // Харчова і перероб. пром.-сть. – 1998. – № 2. – С. 30–31.
68. Коптюх Л.А. Матеріали і пакування з бар'єрними і захисними властивостями / Л.А. Коптюх // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С.103–110.
69. Коптюх Л.А. Нові технології і процеси створення пакувального паперу та фільтрувального картону для харчової промисловості / Л.А. Коптюх : дис. ... д-ра техн. наук. – Київ, 1998. – 458 с.
70. Коптюх Л.А. Новые виды жиронепроницаемой и владопрочной бумаги для упаковки пищевых продуктов / Л.А. Коптюх // Тара и упаковка. – 1997. – № 7. – С. 11–15.
71. Коптюх Л.А. Новые виды жиронепроницаемой и владопрочной бумаги для упаковывания пищевых продуктов / Л.А. Коптюх // Тара и упаковка. – 1997. – № 5. – С. 34–35.
72. Коптюх Л.А. Применение метода ЯМР-спектроскопии для отработки технологии изготовления экологически чистых целлюлозно-бумажных материалов / Л.А. Коптюх, Т.Б. Вишнякова ; тезисы докл. Междунар. симпозиума «Хроматография и спектроскопия в анализе объектов окружающей среды и токсикологии» // СПб., 1996. – С. 292–293.
73. Коптюх Л.А. Разработка жиронепроницаемых и владопрочных материалов для упаковки пищевых продуктов / Л.А. Коптюх // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 1995. – № 4. – С. 35–41.

74. Коптюх Л.А. Разработка и организация промышленного производства жиронепроницаемой и влагопрочной упаковочной бумаги для пищевой промышленности / Л.А. Коптюх // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 1997. – № 8. – С. 18–26.
75. Коптюх Л.А. Разработка и организация производства жиронепроницаемой и влагопрочной упаковочной бумаги / Л.А. Коптюх // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 1997. – № 11–12. – С. 28–30.
76. Коптюх Л.А. Тонкий металлизированный упаковочный материал на основе бумаги / Л.А. Коптюх, Л.М. Вайсман // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1996. – № 4. – С. 24–29.
77. Коптюх Л.А. Упаковочный материал на основе металлизированной бумаги / Л.А. Коптюх // Упаковка. – 1997. – № 1. – С. 12–13.
78. Корнауки А. Целлофан – 100 лет на рынке / А. Корнауки // Упаковка. – 2009. – № 2. – С. 28–29.
79. Корниенко Н.Д. Анализ влияния химического состава целлюлозных композиционных материалов на влагопрочностные характеристики упаковочных картонов / Н.Д. Корниенко и др. // Современ. наукоем. технологии. – 2015. – № 9.
80. Коротка В. Дослідження механічних властивостей біодеградуючих плівок для виготовлення пакувань / В. Коротка, Р. Зацерковна // Комп'ют. технології друкарства. – 2013. – № 30. – С. 224–228.
81. Косиньски Т. Мониторинг изготовления упаковки из картона и гофрокартона / Т. Косиньски, П. Копеж // Упаковка. – 2013. – № 3. – С. 36–37.
82. Крестьянполь О.А. Функціональне проектування гнучких виробничих систем пакування / О.А. Крестьянполь // Технол. комплекси. – 2014. – № 1. – С. 220–225.
83. Кривошей В.М. Безпечність харчової продукції та упаковки (роздуми та нові факти) / В.М. Кривошей // Упаковка. – 2011. – № 6. – С. 44–46.

84. Кривошей В.Н. Полимерный или картонный ящик: что выбрать? / В.Н. Кривошей // Упаковка. – 2012. – № 5. – С. 30–32.
85. Кривошей В.Н. Состояние и перспективы развития упаковочной индустрии / В.Н. Кривошей // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С. 8–20.
86. Кулешов А.В. Бумагообразующие свойства вторичных растительных волокон / А.В. Кулешов, А.С. Смолин // Химия растител. сырья. – 2008. – № 2.
87. Кулік Л.Й. Дослідження експлуатаційних характеристик пакувань з гофрокартону / Л.Й. Кулік // Квалілогія кн. – 2009. – № 2. – С. 70–72.
88. Кучер Г. Упаковочные материалы, алюминированные в вакууме / Г. Кучер // Тара и упаковка. – 1991. – № 4. – С. 24–26.
89. Легонькова О. Крахмалонаполненные полимерные био-разлагаемые материалы / О. Легонькова, О. Сдобникова, А. Бокарев и др. // Тара и упаковка. – 2003. – № 5. – С. 56–57.
90. Лихолай С.В. Сучасні тенденції технології лакування картонного пакування водно-дисперсійним лаком / С.В. Лихолай та ін. // Зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студ. «Актуальні задачі сучасних технологій». – 2015. – Т. 1. – С. 22–23.
91. Локс Ф. Упаковка и экология / Ф. Локс. – М. : Изд-во МГУП, 1999. – 220 с.
92. Махотина Л.Г. Научные основы создания многослойных целлюлозных композиционных материалов для высококачественной упаковки : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – СПб. : Гос. техн. ун-т растител. полимеров, 2009.
93. Меленин В. Программирование и упаковка / В. Меленин // Упаковка. – 2000. – № 6. – С. 22–24.

94. Мишурина О.А. Перспективы использования влагопрочного картона и гофрокартона на рынке упаковочных материалов / О.А. Мишурина и др. // Междунар. журн. приклад. и фундамент. исследований. – 2015. – № 6–2.
95. Морозов А.С. Процеси відходуотворення в тарнопакувальних матеріалах та механізми їх реалізації / А.С. Морозов. – 2011.
96. Муллина Э.Р. Исследование влияния химического состава целлюлозы на физико-механические свойства бумаги / Э.Р. Муллина и др. // Современ. наукоем. технологии. – 2015. – № 9.
97. Муравин Я.Г. Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов / Я.Г. Муравин, М.Н. Толмачева, А.М. Додонов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 185 с.
98. Мусина Л.Р. Практические решения повышения физико-механических и барьерных свойств целлюлозно-бумажного материала с применением полимерного покрытия / Л.Р. Мусина, М.Ф. Галиханов // Вест. Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 2.
99. Нанотехнологии для упаковки // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 7. – С. 6.
100. Никитин В.М. Химия древесины и целлюлозы / В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголев. – М. : Лесная пром.-сть, 1981. – Т. 1. – 362 с.
101. Новик Е.В. Диоксины в окружающей среде и продукции ЦБП: обзорная информация / Е.В. Новик, В.С. Скубова, Б.А. Федосимов. – М. : Лесная пром.-сть, 1990. – Вып. 1. – 52 с.
102. Орешкин Е.Ф. Процессы окисления липидов в мясных продуктах / Е.Ф. Орешкин, С.В. Тимченко // Обзорная информ. – М. : АгроНИИТЗИММП, 1992. – 42 с.
103. Осика В.А. Жиростійкий пакувальний папір для харчових продуктів / В.А. Осика, Л.А. Коптюх, В.В. Рибальченко // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С. 122–138.

104. Осика В.А. Розроблення складу розчину для підвищення жиронепроникності пакувального паперу / В.А. Осика, Л.А. Коптюх // Упаковка. – 2010. – № 3. – С. 16–19.
105. Осика В.А. Упаковочные материалы с барьерными и защитными свойствами / В.А. Осика, Л.А. Коптюх, В.В. Рибальченко // Тара и упаковка. – 2007. – № 2. – С. 32–35.
106. Осика В.А. Якість водонепроникних паперових пакувальних матеріалів / В.А. Осика, К.В. Мостика // Упаковка. – 2011. – № 6. – С. 22–26.
107. Осипов П.В. Оптимизация производства влагопрочной бумаги для упаковки пищевых продуктов / П.В. Осипов, А.И. Матросов, В.А. Глазова и др. // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2002. – № 1–2. – С. 26–28.
108. Пат. 9404753 ВОИС, МКИ D21H 17/06, D21H 17/07, D21H 17/10. Пропитывающий агент для производства бумаги с высокой устойчивостью к проникновению жира, масла и к водной бреле ; Impregnating agent for producing papers with high resistance to the penetration of grease, oil and aqueous media / В. Ullmann (Германия); Dresden Papier AG. – № 19933DE00724. – Заявл.12.08.93. – Опубл. 03.03.94. – Приоритет 17.08.92. – № 19924227184 (Германия).
109. Пат. 03084678 ВОИС, МКИ D21H23/58; B05D1/28; D21H23/00. Процесс пропитки полимером ; Polymer impregnation process / С.Ј. Emery; Ch.M. Shields; Tembec USA LLC (США). – № 2003US09575. – Заявл. 26.03.2003. – Опубл. 16.10.2003.
110. Пат. 2005014931 ВОИС, МКИ D21H17/34, D21H21/14, D21H17/00. Способ производства бумаги ; A method for the production of paper / К. Ito (Япония); BASF AG (Германия); Seiko PMC Corp. (Япония); Ito Kenichi (Япония). – № 2004EP08088. – Заявл. 20.07.2004. – Опубл. 17.02.2005.

## Список використаних джерел

---

111. Пат. 1170418 ЕПВ, МКИ C08B31/04; C08B31/18; D21H19/10. Покрытие для бумажной продукции ; Coating for paper products / R.L. Billmers (США); V.L. Mackewitz (США); D. Hanchett (США). – № 20010114872. – Заявл. 29.06.2001. – Опубл. 09.01.2002.
112. Пат. 2467601. Канада. МКИ B32B27/10, B65D30/08, D21H19/34, D21H21/16. Бумага без содержания фторированного углеводорода с эластичной крахмал-основной пленкой и способы ее производства ; Non-fluorocarbon paper having flexible starch-based film and methods of producing same / S.R. Sharp (US); P.A Egan (US); Echorack LLC (US). – № 20042467601. – Заявл. 18.05.2004. – Опубл. 19.11.2004.
113. Пат. 2223972. Россия. МКИ7 C08F2/28, D21H21/20. Агент для повышения влагопрочности и способ его получения / М. Гожински (DE), К. Бирманн (DE), Х.Й. Махерей (DE), А. Андерссон (SE); Акцо Нобель Н.В. (NL). – № 2002116360/04. – Заявл. 14.11.2000. – Опубл. 20.02.2004.
114. Пат. 2226489. Россия. МКИ7 B65D65/42, B32B29/00, D21H19/00. Газонепроницаемый упаковочный материал / М. Ваха-Ниси (FI), М. Талиа (FI); М. Тиссю Оудж (FI). – № 98110462/12. – Заявл. 01.06.98. – Опубл. 10.04.2004.
115. Пат. 2049184. Россия. МКИ6 D21H27/10, D21H19:18, D21H19:20. Композиция для покрытия упаковочной бумаги / В.Г. Матюшова (UA), И.Л. Карпова (UA), С.А. Мосеева (UA); Институт химии высокомолекулярных соединений АН Украины (UA); малое предприятие «Копол» (UA). – № 92009309/12. – Заявл. 02.12.92. – Опубл. 27.11.95.
116. Пат. 2104240. Россия. МКИ В 65 D 65/38. Упаковочный материал и способ производства упаковочного материала / Э. Линдгрэн (SE), К. Ларссон (SE), С. Сундстранд (SE); А. Андерссон (SE); Ека Нобель Актиеболаг (SE). – № 2004322/13. – Заявл. 27.10.92. – Опубл. 10.02.98.
117. Пат. 6794016. США. МПК7 В 32 В 3/28. Влагопрочный гофрированный картон ; Recyclable water-resistant

- corrugated fiberboard sheet / Kumabe Masahiro, Ogawa Fumito, Yamakoshi Masaru, Nishiyauchi Tatsuhiko; Oji Paper Co., Ltd. – № 10/180137. – Заявл. 27.06.2002. – Опубл. 21.09.2004. – НПК 428/182.
118. Пат. 6255375. США. МПК7 С 08 L 5/36. Использование горячего расплава для барьерного покрытия бумаги ; Repulpable hot melt paper coating and coated product / J.S. Michelman; Michelman Inc. – № 08,743151. – Заявл. 04.11.96. – Опубл. 03.07.2001. – НПК 524/322.
119. Пат. 6541556. США. МПК7 С 08 L 5/098. Повторно-перерабатываемый гофрированный коробочный картон ; Repulpable corrugated boxboard / Verube Serge; Le Groupe Recherche I.D. Inc. – № 09/662167. – Заявл. 14.09.2000. – Опубл. 01.04.2003. – НПК 524/398.
120. Пат. 6579415. США. МПК7 D 21 С 9/00. Повышение стойкости волокнистых листов во влажном состоянии ; Method of increasing the wet strength of a fibrous sheet / R.A. Jewell; Weyerhaeuser Co. – № 10/260876. – Заявл. 27.09.2002. – Опубл. 17.06.2003. – НПК 162/157.6.
121. Пат. 6790270. США. МКИ D21H21/16, D21H17/22, D21H17/28. Протеиновая и крахмальная проклейка для масло- и жиронепроницаемой бумаги ; Protein and starch surface sizings for oil and grease resistant paper / R.L. Billmers (США); V.L. Mackewicz (США); R.M. Trksak (США); Nat Starch Chem. Invest (США). – № 20030395615. – Заявл. 21.03.2003. – Опубл. 14.09.2004.
122. Пат. 6497790. США. МПК7 D 21 Н 25/04. Улучшение качества коробочного картона ; Paperboard of improved smoothness and bulk / K.K. Mohan, M.J. Smith, A.A. Koukoulas; International Paper Co. – № 09/877614. – Заявл. 08.06.2001. – Опубл. 24.12.2002. – НПК 162/206.
123. Пат. 49568. Україна. D21H 27/10, 17/33. Жиронепроникний вологоміцний папір / Л.А. Коптюх, М.Т. Лозовик, М.І. Коновал, В.О. Шевченко, Г.О. Кувелас, В.М. Радченко; ВАТ «Укр. наук.-дослід. ін.-т паперу». – № 2001129225. – Заявл. 29.12.2001. – Опубл. 16.09.2002.
124. Пат. України 86290. Процес виготовлення жиронепроникного волокнистого матеріалу. Д 21 Н 21/00 /



## Список використаних джерел

---

- Л.А. Коптюх, В.А. Осика, В.В. Рибальченко, Т.Л. Бутко. – Заявка 20070827 від 19.07.2007. – Опубл. 26.01.2009. – Бюл. № 2.
125. Пат. України 86291. Процес виготовлення жиронепроникного волокнистого матеріалу. Д 21 Н 21/00 / Л.А. Коптюх, В.А. Осика, В.В. Рибальченко, Т.Л. Бутко. – Заявка 20070828 від 19.07.2007. – Опубл. 26.01.2009. – Бюл. № 2.
126. Пат. України 86292. Процес виготовлення жиронепроникного волокнистого матеріалу. Д 21 Н 21/00 / Л.А. Коптюх, В.А. Осика, В.В. Рибальченко, М.Т. Лозовик. – Заявка 20070829 від 19.07.2007. – Опубл. 26.01.2009. – Бюл. № 2.
127. Пат. України 86293. Процес виготовлення жиронепроникного волокнистого матеріалу. Д 21 Н 21/00 / Л.А. Коптюх, В.В. Рибальченко, В.А. Осика, Т.Л. Бутко. – Заявка 20070830 від 19.07.2007. – Опубл. 26.01.2009. – Бюл. № 2.
128. Пат. України 86289. Склад для надання жиронепроникності волокнистому матеріалу. Д 21 Н 21/00 / Л.А. Коптюх, В.А. Осика, В.В. Рибальченко, М.Т. Лозовик. – Заявка 20070826 від 19.07.2007. – Опубл. 26.01.2009. – Бюл. № 2.
129. Пат. 2860808. Франція. МКИ В65D65/40, D21H27/10, В41М5/00. Бумага с барьерными свойствами от проникновения водяных паров ; Cold-sealable paper with a water vapour barrier based on acrylic polymer emulsion, used for packaging food and other products, e.g. confectionery, coffee, biscuits and washing powder / J.M. Santarella, N. Cartier, P. Mary, F. Mathevet; Ahlstrom res and services (FR); Ahlstrom Oy (FI); Ahlstrom Labelpack (FR). – № FR20030050682. – Заявл. 14.10.2003. – Опубл. 15.04.2005.

130. Пат. 2670752. Франция. МКИ В 65 D 63/42. Композитный упаковочный материал для пищевых продуктов повышенной влажности, в частности, для мягких сыров / М. Brodart. – № 9016208. – Заявл. 19.12.90. – Оpubл. 26.06.92.
131. Пат. 2745553. Франция. МКИ D21H19/08, D21H19/82. Одноосновная обертка для шоколадных продуктов ; Mono wrapping for chocolate products / D.L. Defrenne; Illochroma (BE). – № 19970002294. – Заявл. 26.02.97. – Оpubл. 05.09.97.
132. Пат. 11169396. Япония. МКИ А61F5/44; А61F13/15; В65D81/26. Водопоглощающий листовой материал и способ его изготовления ; Water absorbing sheet and manufacture thereof / М. Yamada; Y. Matsuda; Tokushu Paper MFG Co. Ltd. – № 19970363432. – Заявл. 16.12.97. – Оpubл. 29.06.99.
133. Пат. 11309816. Япония. МКИ В32В27/10; В32В27/20; В65D65/40. Ламинированная бумага для упаковки жидкостей и емкость для упаковки жидкостей ; Liquid packaging laminate paper and liquid packaging vessel / Т. Kuroda, Т. Sakatani; Sumitomo Chemical Co. – № 19980121035. – Заявл. 30.04.98. – Оpubл. 09.11.99.
134. Пат. 11350382. Япония. МКИ В65D81/34, В65D81/34. Термогерметизирующий упаковочный материал для пищевых продуктов ; Heat-sealable packaging material for food / N. Wakatsuki, К. Hara; Taiko Seishi KK. – № 19980167757. – Заявл. 01.06.98. – Оpubл. 21.12.99.
135. Пат. 7256811. Япония. МКИ В32В9/00; В32В29/00; С23С14/08. Упаковочный материал и упаковочный контейнер из него ; Packaging material and packaging container using the same / J. Honma, Т. Tomita; Toppan Printing Co. Ltd. – № 19940050361. – Заявл. 22.03.94. – Оpubл. 09.10.95.

136. Петриченко С.В. Новые материалы для упаковки пищевых продуктов / С.В. Петриченко, О.В. Гвоздев // Пр. Таврійс. держ. агротехнол. ун-ту. – 2014. – Т. 1. – № 14. – С. 30–36.
137. Петухов А.Д. Зшивання поліолефінів у процесі екструзії / А.Д. Петухов, Л.І. Мельник // Упаковка. – 2007. – № 2. – С. 53–59.
138. Пинчукова К.В. Влияние химической природы клеевого состава на свойства целлюлозно-бумажных волокон / К.В. Пинчукова, О.А. Мишурина, Л.В. Чупрова // Современ. наукоемкие технологии. – 2015. – № 11. – С. 18–21.
139. Поботаев П.А. Гофрокартон и актуальность использования его в качестве упаковки / П.А. Поботаев // Молодежь и наука. – 2016. – № 7. – С. 134–134.
140. Примаков П.С. Технологія паперу і картону / П.С. Примаков, В.А. Барабаш. – Київ : ЕКМО, 2008. – 425 с.
141. Проскочило А.В. До питання товарознавчого аналізу пакувань товарів, що придбаваються та продаються аптечними закладами / А.В. Проскочило та ін. – 2013.
142. Путінцева С.В. Сучасний стан і проблеми світового та українського ринків целюлозно-паперової продукції / С.В. Путінцева // Вісн. Херсон. нац. техн. ун-ту. – 2016. – № 1. – С. 126–130.
143. Роговин З.А. Химия целлюлозы / З.А. Роговин // Химия. – 1972. – 520 с.
144. Рябцев Г.Л. Світові тенденції розвитку ринку полімерних пакувань / Г.Л. Рябцев // Матеріали наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія України», 22–25 трав. 2007 р., м. Алушта, Україна. – С. 52–62.
145. Сафиулина М. Условия эксплуатации и механические воздействия на элементы ящичной тары / М. Сафиулина // Тара и упаковка. – 1999. – № 1. – С. 40–41.
146. Седов Е. Теста: картони с водно-дисперсионным барьерным покрытием / Е. Седов // Тара и упаковка. – 2002. – № 3. – С. 50–52.

147. Смиренный И.Н. Другая жизнь упаковки / И.Н. Смиренный, П.С. Беляев, А.С. Клинков, О.В. Эфремов. – Тамбов : Першина, 2005. – 178 с.
148. Соколов О.Д. Сучасні матеріали для упаковки харчових продуктів: властивості і екологія / О.Д. Соколов // Наук. пр. [Одес. нац. акад. харчових технологій]. – 2010. – № 2 (38). – С. 405–410.
149. Средства для скрепления транспортных пакетов // Упаковка. – 2010. – № 4. – С. 55–59.
150. Средство Mowiol фирмы Hoechst (Германия) для придания барьерных свойств специальным видам бумаги ; Mowiol provides the barrier which special papers need // Pulp and Paper International. – 1992. – Т. 34. – № 9. – С. 53–54.
151. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле. – СПб., 2006. – 380 с.
152. Сторожук І. Виробництво картонної упаковки: стан, можливості та перспективи бізнесу / І. Сторожук // Маркетинг в Україні. – 2005. – № 3. – С. 16–21.
153. Сухарева Л.А. Антикоррозионные материалы для пищевой промышленности / Л.А. Сухарева // Промокраска. – 2004. – № 6. – С. 12–14.
154. Термопластичний пакувальний матеріал // Упаковка. – 2008. – № 4. – С. 4.
155. Технология целлюлозно-бумажного производства : в 3 т. – Т. 2. – Ч. 1 : Производство бумаги и картона. – СПб. : Политехника, 2005. – 423 с.
156. Технология целлюлозно-бумажного производства : в 3 т. – Т. 1. – Ч. 3 : Производство полуфабрикатов. – СПб. : Политехника, 2004. – 316 с.
157. Телетов О.С. Упаковка як об'єкт інноваційного маркетингу / О.С. Телетов, В.М. Шатова // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2014. – № 2. – С. 11–20.

158. Трухтенкова Н.Е. Бумага для производства декоративных облицовочных материалов / Н.Е. Трухтенкова. – М. : Лесная пром.-сть. – 1990. – 256 с.
159. Упаковка. Эволюция или революция? (Спектр тенденций развития упаковки) // Packaging. – 2006. – С. 12–16.
160. Фейнман Р.Ф. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики / Р.Ф. Фейнман // Рос. хим. журн. – 2002. – ТХVLI. – № 5. – С. 4–6.
161. Фляте Д.М. Бумагообразующие свойства волокнистых материалов / Д.М. Фляте. – М. : Лесная пром.-сть, 1990. – 136 с.
162. Фляте Д.М. Направления развития производства бумаги для гофрирования : обзор. информ. / Д.М. Фляте. – М. : ВНИПИЭИлеспром. – 1990. – Вып. 8 : Целлюлоза, бумага, картон. – 36 с.
163. Фляте Д.М. Свойства бумаги / Д.М. Фляте. – М. : Лесная пром.-сть, 1986. – 680 с.
164. Фогет О. Фторхимикаты придают бумаге жиро-, масло- и водонепроницаемость / О. Фогет // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 1995. – № 11–12. – С. 28–29.
165. Хохлова Р.А. Тенденції у розвитку плівкових матеріалів, що біорозкладаються, для задруковування і виготовлення пакувань / Р.А. Хохлова, К.О. Мокрецова // Технологія і техніка друкарства. – 2011. – № 2 (32). – С. 88–93.
166. Чорна А.І. Сучасний стан і перспективи розроблення нових видів пакування для хлібобулочних виробів / А.І. Чорна, Л.Ю. Арсеньєва, О.С. Шульга // Наук. пр. Нац. ун-ту харчових технологій. – 2015. – № 6 (21). – С. 27–34.
167. Чупрова Л.В. Исследование влияния качества исходного сырья и клеящих составов на прочностные свойства упаковочного гофрокартона / Л.В. Чупрова и др. // Современ. проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1.

168. Шевчик В.Г. Методи розрахунку механічних властивостей гофрованого картону / В.Г. Шевчик, С.Є. Хаджинова // Упаковка. – 2013. – № 1. – С. 20–25.
169. Шендерівська Л.П. Тенденції розвитку ринку упаковки України / Л.П. Шендерівська, Д.А. Савенок // Наук. вісн. Міжнар. гуманітар. ун-ту. – Сер. : Економіка і менеджмент. – 2016. – № 16. – С. 97–101.
170. Шредер В.Л. Упаковка из картона : монография / В.Л. Шредер, С.Ф. Пилипенко. – Киев : Экспресс-Полиграф, 2004. – 658 с.
171. Шредер В.Л. Хронология развития упаковки / В.Л. Шредер // Упаковка. – 2013. – № 4. – С. 65–69.
172. Шунтова С.Г. Экономико-экологическая оценка развития индустрии тары и упаковки для пищевой продукции / С.Г. Шунтова // Тр. Одес. политехн. ун-та. – 2005. – № 1. – С. 299–302.
173. Ahn D.U. et al. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties / D.U. Ahn // Meat Science. – 1998. – Т. 49. – № 1. – P. 27–39.
174. Allaoui S. Effects of the environmental conditions on the mechanical behaviour of the corrugated cardboard / S. Allaoui, Z. Aboura, M.L. Benzeggagh // Composites Science and Technology. – 2009. – Т. 69. – № 1. – P. 104–110.
175. Arora A. Nanocomposites in food packaging / A. Arora, G.W. Padua // Journal of Food science. – 2010. – Т. 75. – № 1.
176. Arvanitoyannis I.S. Migration of substances from food packaging materials to foods / I.S. Arvanitoyannis, L. Bosnea // Critical reviews in food science and nutrition. – 2004. – Т. 44. – № 2. – P. 63–76.
177. Bartkowiak A. et al. Innovations in Food Packaging Materials / A. Bartkowiak // Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food. – Springer International Publishing, 2016. – P. 383–412.

178. Bastioli C. Global status of the production of biobased packaging materials / C. Bastioli // *Starch-Stärke*. – 2001. – Т. 53. – № 8. – P. 351–355.
179. Beigl P. Comparison of ecological effects and costs of communal waste management systems / P. Beigl, S. Salhofer // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2004. – Т. 41. – № 2. – P. 83–102.
180. Bell R.G. Meat packaging: Protection, preservation, and presentation / R.G. Bell // *Meat science and applications*. – 2001. – P. 463–490.
181. Beuchat L.R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables / L.R. Beuchat // *Microbes and infection*. – 2002. – Т. 4. – № 4. – P. 413–423.
182. Brody A.L. Flexible packaging of foods / A.L. Brody, S. Sacharow // *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. – 1970. – Т. 1. – № 1. – P. 71–155.
183. Bunger. Offnen einen gesschlossenen Wasserkreislaufes // *Allgemeine Papier Rundschau*. – 1991. – № 16. – S. 424–432.
184. Cabedo L. et al. Optimization of biodegradable nanocomposites based on aPLA/PCL blends for food packaging applications / L. Cabedo // *Macromolecular Symposia*. – WILEY-VCH Verlag, 2006. – Т. 233. – № 1. – P. 191–197.
185. Coccia V. Cellulose Nanocrystals Obtained from *Cynara Cardunculus* and Their Application in the Paper Industry / V. Coccia, E. Cotana, G. Cavalaglio, M. Gelosia, A. PetTozzi // *Sustainability*. – 2014. – Vol. 6, Issue 8. – P. 5252–5264. doi: 10.3390/su6085252.
186. Coles R. Food packaging technology / R. Coles, D. McDowell, M.J. Kirwan (ed.). – CRC Press, 2003. – Т. 5.
187. Cuq B. Proteins as agricultural polymers for packaging production / B. Cuq, N. Gontard, S. Guilbert // *Cereal chemistry*. – 1998. – Т. 75. – № 1. – P. 1–9.
188. Dos Santos I.R. Rodrigues dos Santos I. Impact of kaolin filler on physical and mechanical paper properties formed by ECF pulp / I.R. dos Santos, G. Ventrorm, J.C. Caraschi, J.S.C. Favaro // *CERNE*. – 2014. – Vol. 20, Issue 2. – P. 231–238. doi: 10.1590/01047760.201420021618/

189. Duncan T.V. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors / T.V. Duncan // *Journal of colloid and interface science*. – 2011. – Т. 363. – № 1. – С. 1–24.
190. Eilert S.J. New packaging technologies for the 21st century / S.J. Eilert // *Meat science*. – 2005. – Т. 71. – № 1. – P. 122–127.
191. El-Saied H. Preparation of Modified Kaolin Filler with Cesium and Its Application in Security Paper / H. El-Saied, S. El-Sherbiny, O. Ali, W. El-Saied, S. Rohyem // *Advances in Materials Science and Engineering*. – 2013. – Vol. 2013. – P. 1–7. doi: 10.1155/2013/274245.
192. Farris S. et al. Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications: a review / S. Farris // *Trends in food science & technology*. – 2009. – Т. 20. – № 8. – P. 316–332.
193. Gaines L.L. Energy and materials use in the production and recycling of consumer-goods packaging / L.L. Gaines. – Argonne National Lab., IL (USA), 1981. – № ANL/CNSV-TM-58.
194. Hult E.L. Efficient approach to high barrier packaging using microfibrillar cellulose and shellac / E.L. Hult, M. Iotti, M. Lenes // *Cellulose*. – 2010. – Т. 17. – № 3. – P. 575–586.
195. Jones R. Polymers, nanotechnology and the future of packaging / R. Jones // *Plastic in Packaging*/ – 2004. – P. 12.
196. Jovanovic S. Application of natural and synthetic polymers in a production of paper / S. Jovanovic, M. Krgovic, D. Osap // *Hemijska industrija*. – 2007. – Vol. 61, Issue 4. – P. 171–185. doi: 10.2298/hemind0704171j.
197. Kermanian H. The effect of type and mixture of resin on the properties of impregnated paper / H. Kermanian, S. Raftei, E. Rasooly // *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*. – 2017. – Vol. 8, Issue 1. – P. 25–38.
198. Khwaldia K. Biopolymer coatings on paper packaging materials / K. Khwaldia, E. Arab-Tehrany, S. Desobry // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2010. – Т. 9. – № 1. – P. 82–91.



199. Kirwan M.J. Paper and paperboard packaging / M.J. Kirwan // *Food packaging technology*. – 2003. – Т. 241.
200. Kirwan M.J. Plastics in food packaging / M.J. Kirwan, J.W. Strawbridge // *Food packaging technology*. – 2003. – P. 174–240.
201. Klein S. (Испания) – изготовитель вспомогательных веществ и добавок для бумажной и пищевой промышленности / S. Klein, D. Petersen ; Ceratonia S.A. // *Wochenblatt für Papierfabrikation*. – 1991. – № 7. – S. 247–249.
202. Koenig-Lewis N. et al. Consumers' evaluations of ecological packaging–Rational and emotional approaches / N. Koenig-Lewis // *Journal of Environmental Psychology*. – 2014. – Т. 37. – P. 94–105.
203. Kopp J. Isocyanatderivate in der Papierveredelung / J. Kopp, H. Traubel, E. Wenderoth // *Wochenblatt für Papierfabrikation*. – 1996. – № 7. – S. 294–297.
204. Kühne B. et al. Innovation in traditional food products in Europe: Do sector innovation activities match consumers' acceptance? / B. Kühne // *Food Quality and Preference*. – 2010. – Т. 21. – № 6. – S. 629–638.
205. Lennersten M.S. The influence of light and packaging materials on oxidative deterioration in foods: a literature review / M.S. Lennersten. – SIK Institutet för livsmedelsforskning, Göteborg, Sverige, 1995.
206. Lin Q.B. et al. Analysis of isothiazolinone biocides in paper for food packaging by ultra-high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry / Q.B. Lin // *Food Additives & Contaminants: Part A*. – 2010. – Т. 27. – № 12. – P. 1775–1781.
207. Ling L.I. Ecological Values of Traditional Chinese Packaging Materials [J] / L.I. Ling // *Packaging Engineering*. – 2011. – Т. 14. – P. 28.
208. Lopes C.M. Application of Nanotechnology in the Agro-Food Sector / C.M. Lopes, J.R. Fernandes, P. Martins-Lopes // *Food*

- Technology and Biotechnology. – 2013. – Vol. 51, Issue 2. – P. 183–197.
209. Lu D. Materials for advanced packaging / D. Lu, C.P. Wong (ed.). – New York : Springer, 2009. – Т. 181.
210. Magnier L. Communicating packaging ecofriendliness: An exploration of consumers' perceptions of ecodesigned packaging / L. Magnier, D. Crié // International Journal of Retail & Distribution Management. – 2015. – Т. 43. – № 4/5. – P. 350–366.
211. Magnier L. Consumer reactions to sustainable packaging : The interplay of visual appearance, verbal claim and environmental concern / L. Magnier, J. Schoormans // Journal of Environmental Psychology. – 2015. – Т. 44. – P. 53–62.
212. Magnucka-Blandzi E. Mathematical modeling of shearing effect for sandwich beams with sinusoidal corrugated cores / E. Magnucka-Blandzi, K. Magnucki, L. Wittenbeck // Applied Mathematical Modelling. – 2015. – Т. 39. – № 9. – P. 2796–2808.
213. Makwana S. et al. Prefilled syringes : An innovation in parenteral packaging / S. Makwana // International journal of pharmaceutical investigation. – 2011. – Т. 1. – № 4. – P. 200.
214. Mandaraka M. Greece faces up to the EU packaging regulation : Businesses reveal their plans to meet the new legislative environment / M. Mandaraka, I. Kormentza // Environmental Management and Health. – 2000. – Т. 11. – № 1. – P. 7–19.
215. Marsh K. Food packaging – roles, materials, and environmental issues / K. Marsh, B. Bugusu // Journal of food science. – 2007. – Т. 72. – № 3.
216. Martínez-Sala A.S. et al. Tracking of returnable packaging and transport units with active RFID in the grocery supply chain / A.S. Martínez-Sala // Computers in Industry. – 2009. – Т. 60. – № 3. – P. 161–171.
217. Matz S.A. Packaging Materials / S.A. Matz // Snack Food Technology. – Springer Netherlands, 1984. – S. 276–292.

218. Mostyka K.V. Analysis requirements for paper packaging for food / K.V. Mostyka, L.A. Koptiukh, V.A. Osyka // *Technology audit and production reserves*. – 2015. – Vol. 6, Issue 4 (26). – P. 29–35. doi: 10.15587/2312-8372,2015.56168.
219. Mostyka K.V. Doslidzhermia vlastyvostei zhyronepronyknoho pakuvalnoho paperu / K.V. Mostyka, V.A. Osyka, L.A. Koptiukh // *Tovary I rynky*. – 2015. – Issue 2. – P. 98–105.
220. Ochi S. Development of high strength biodegradable composites using Manila hemp fiber and starch-based biodegradable resin / S. Ochi // *Composites part A: Applied science and manufacturing*. – 2006. – T. 37. – № 11. – P. 1879–1883.
221. Organically bound chlorine by the AOX method // *Scanbdina – VIAN Pouep, Paper and Board – Scan – W. 9 : 89*. – Accepted February 1989 // Testing committee, box 5604, S – 11486, Stockholm, Sweden.
222. Ostermann A. Visionaries wanted : Packaging challeng for future / A. Ostermann, R. Ruhland. – *VR Interpack, 2004*. – Special E45-E47.
223. Osyka V. et al. Development of wrapping paper with improved opacity, strength and whiteness / V. Osyka // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2017. – T. 1. – № 5 (89). – P. 4–10.
224. Ozdemir M. Active food packaging technologies / M. Ozdemir, J.D. Floros // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2004. – T. 44. – № 3. – P. 185–193.
225. Pack to the future *Manufacturing chemistry*. – Sept, 2004. – P. 43.
226. Pat. DE 3210671 / Bundesrepublik Deutschland, C2 Int CI3 H 02 B 3/52. Verfahren fur Herstellung eines Elektroisiermaterials auf Zellulosebasis und Anlage zu dessen Verwicklichung / L.A. Koptyukh, E.E. Volkov, V.I. Ratnikov, S.A. Skurat, G.I. Koikov, L.P. Veprev, N.A. Strugovets, G.I. Novikov, E.I. Malzev. – Заявл. 23.09.82. – Опубл. 13.10.83, ИЗР, 1983. – № 22. – 8 с.

227. Pat. 2502206 / Republique Fransaise. Int CI2 D 21 J 1/20. H 01 B 3/52. Procédé de fabrication d'un isolant électrique à base de cellulose appareil pour sa mise en oeuvre et isolant électrique obtenu par ledit procédé / L.A. Koptuykh, E.E. Volkov, V.I. Ratnikov, S.A. Skurat, G.I. Koikov, L.P. Veprev, N.A. Strugovets. – Заявл. 22.03.82. – Опубл. 24.09.82, ИЗР, 1982. – № 2. – 22 с.
228. Peelman N. et al. Application of bioplastics for food packaging / N. Peelman // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Т. 32. – № 2. – P. 128–141.
229. Pelzer R. Современные влагопрочные добавки на основе эпихлоргидриновой смолы ; Moderne Nassfestmittel auf Epichlorhydrin-Harz-Basis / R. Pelzer // Das Papier. – 1991. – № 7. – S. 372–377.
230. Penman E. The Effects of CaCO<sub>3</sub> Coated Wood Free Paper Usage as Filler on Water Absorption, Mechanical and Thermal Properties of Cellulose-High Density Polyethylene Composites / E. Penman, M. Tufan // Materials Science. – 2016. – Vol. 22, Issue 4. doi: 10.5755/j01.ms.22,4.14222/
231. Piergiovanni L. Cellulosic Packaging Materials / L. Piergiovanni, S. Limbo // Food Packaging Materials. – Springer International Publishing, 2016. – P. 23–31.
232. Piringer O.G. Evaluation of plastics for food packaging / O.G. Piringer // Food Additives & Contaminants. – 1994. – Т. 11. – № 2. – P. 221–230.
233. Pflaum B. Lookig out jok the new packaging trends / B. Pflaum // Paskaging technology International. – 2001. – P. 6–7.
234. Qiong G.U.O. Study of Ecological Packaging Design and Technology [J] / G.U.O. Qiong // Packaging Engineering. – 2004. – Т. 5. – P. 022.
235. Raheem A.R. Impact of product packaging on consumer's buying behavior / A.R. Raheem, P. Vishnu, A.M. Ahmed // European Journal of Scientific Research. – 2014. – Т. 122. – № 2. – P. 125–134.

236. Raheem D. Application of plastics and paper as food packaging materials-An overview / D. Raheem // Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2013. – Т. 25. – № 3. – P. 177.
237. Rastogi V. Bio-Based Coatings for Paper Applications / V. Rastogi, P. Samyn // Coatings. – 2015. – Vol. 5, Issue 4. – P. 887–930. doi: t0.3390/coati»gs5040887/
238. Rhim J.W. Bio-nanocomposites for food packaging applications / J.W. Rhim, H.M. Park, C.S. Ha // Progress in Polymer Science. – 2013. – Т. 38. – № 10. – P. 1629–1652.
239. Rudawska A. et al. Technical and organizational improvements of packaging production process / A. Rudawska // Advances in Science and Technology Research Journal. – 2016. – Т. 10. – № 30.
240. Sahin H.T. A Study on Physical and Chemical Properties of Cellulose Paper Immersed in Various Solvent Mixtures / H.T. Sahin, M.B. Arslan // International Journal of Molecular Sciences. – 2008. – Vol. 9, Issue 1. – P. 78–88. doi: 10.3390/ijms9010078.
241. Sara R. Packaging as a retail marketing tool / R. Sara // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 1990. – Т. 20. – № 8. – P. 29–30.
242. Shah S. Role of packaging in consumer buying behavior / S. Shah, A. Ahmed, N. Ahmad // International Review of Basic and Applied Sciences. – 2013. – Т. 1. – № 2. – P. 35–41.
243. Silayoi P. Packaging and purchase decisions : An exploratory study on the impact of involvement level and time pressure / P. Silayoi, M. Speece // British food journal. – 2004. – Т. 106. – № 8. – P. 607–628.
244. Singh P. Active packaging of food products: recent trends / P. Singh, A. Abas Wani, S. Saengerlaub // Nutrition & Food Science. – 2011. – Т. 41. – № 4. – P. 249–260.
245. Siracusa V. et al. Biodegradable polymers for food packaging: a review / V. Siracusa // Trends in Food Science & Technology. – 2008. – Т. 19. – № 12. – P. 634–643.

246. Spence K.L. et al. The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: water interactions and physical properties for packaging applications / K.L. Spence // *Cellulose*. – 2010. – Т. 17. – № 4. – P. 835–848.
247. Tankhiwale R. Graft copolymerization onto cellulose-based filter paper and its further development as silver nanoparticles loaded antibacterial food-packaging material / R. Tankhiwale, S.K. Bajpai // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2009. – Т. 69. – № 2. – P. 164–168.
248. *The future of Global Packaging*. – Pira International Ltd, 2005. – 433 p.
249. Toland J. New barrier coating and anti-counterfeiting technologies offer opportunities for papermakers / J. Toland // *Pulp & Paper international*. – 2005. – Т. 45. – № 8. – P. 31–33.
250. Trier X. Polyfluorinated surfactants (PFS) in paper and board coatings for food packaging / X. Trier, K. Granby, J.H. Christensen // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2011. – Т. 18. – № 7. – P. 1108–1120.
251. Van Birgelen M. Packaging and proenvironmental consumption behavior : Investigating purchase and disposal decisions for beverages / M. Van Birgelen, J. Semeijn, M. Keicher // *Environment and Behavior*. – 2009. – Т. 41. – № 1. – P. 125–146.
252. Vargas F. et al. Cellulosic pulps of cereal straws as raw material for the manufacture of ecological packaging / F. Vargas // *BioResources*. – 2012. – Т. 7. – № 3. – P. 4161–4170.
253. Verghese K. Environmental innovation in industrial packaging: a supply chain approach / K. Verghese, H. Lewis // *International Journal of Production Research*. – 2007. – Т. 45. – № 18–19. – P. 4381–4401.
254. Wang A. Research on Today's Traditional Ecological Packaging [J] / A. Wang, X. Wang // *Packaging Engineering*. – 2007. – Т. 12. – P. 60.
255. Wong K.K.Y. et al. Citronella as an insect repellent in food packaging / K.K.Y. Wong // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2005. – Т. 53. – № 11. – P. 4633–4636.

256. Wypych A. Dielectric Properties and Characterisation of Titanium Dioxide Obtained by Different Chemistry Methods / A. Wypych, I. Bobowska, M. Tracz, A. Opasinska, S. Kadlubowski, A. Krzywania-Kaliszcwska et al. // *Journal of Nanomaterials*. – 2014. – Vol. 2014. – P. 1–9. doi: 10.1155/2014/124814.
257. Yokozeki T. et al. Mechanical properties of corrugated composites for candidate materials of flexible wing structures / T. Yokozeki // *Composites Part A: applied science and manufacturing*. – 2006. – Т. 37. – № 10. – P. 1578–1586.
258. Zaharri N.D. Effect of Zeolite Modification via Cationic Exchange Method on Mechanical, Thermal, and Morphological Properties of Ethylene Vinyl Acetate/Zeolite Composites / N.D. Zaharri, N. Othman, Z.A.M. Tshak // *Advances in Materials Science and Engineering*. – 2013. – Vol. 2013. – P. 1–9. doi: 10.1155/2013/394656.
259. Zhang G. Green packaging management of logistics enterprises / G. Zhang, Z. Zhao // *Physics Procedia*. – 2012. – Т. 24. – P. 900–905.
260. Zhang M. et al. Research of Chitosan Wrapping Paper in Preservation of Vegetables [J] / M. Zhang // *Storage and Process*. – 2001. – Т. 3. – С. 4.

*Наукове видання*

ОСИКА Віктор Анатолійович,  
КОПТЮХ Леонід Андрійович

# **ПАПЕРОВІ ПАКУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ**

*Монографія*

Редактор Н.Ю. Ананьїна  
Комп'ютерне верстання Л.І. Власової  
Дизайн обкладинки Н.Ю. Слінкіної

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 23,97. Тираж 300 пр. Зам. 302.

---

Видавець і виготовлювач

Київський національний торговельно-економічний університет  
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 4620 від 03.10.2013 р.