

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КЛУБ ПАКУВАЛЬНИКІВ УКРАЇНИ
ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР «УПАКОВКА»

ХІІІ Всеукраїнська студентська науково-практична конференція з проблем пакувальної індустрії

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
Додаток до журналу «Упаковка»[®]

6 листопада 2018 р.
(м. Київ, Національний університет
харчових технологій)



Київ

За підтримки:



DOW EUROPE GMBH



Coca-Cola Beverages
Ukraine



WINDMÖLLER & HÖLSCHER

Представництво
Windmüller & Hölscher



PackGroup



Національний університет
харчових технологій

ЗМІСТ

Серія паковань для кондитерських виробів ТМ «Для Неї» <i>О.Р. Коржовська, науковий керівник Т.О. Божко, к. мист., Київський національний університет культури і мистецтв</i>	3
Дизайн нової упаковки для печива <i>К.А. Герасимчук, науковий керівник Х.І. Ковальчук, к.т.н., Львівський інститут економіки і туризму</i>	5
Процес сушіння картону з мінеральним наповнювачем <i>В.В. Телестакова, науковий керівник проф. В.М. Марчевський, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»</i>	8
Дослідження пристрою для фальцювання розгортки картонного пакування з фальцювальними валиками, що рухаються по циклоїдах <i>Б.Р. Іваськів, науковий керівник П.І. Бегень, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів</i>	11
Моделювання процесу видуву ПЕТ-тари <i>В.М. Дагдій, науковий керівник О.Л. Сокольський, к.т.н., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»</i>	13
Механічні властивості армованих полімерних матеріалів для виготовлення пакування <i>В.О. Караулова, науковий керівник А.Я. Карвацький, д.т.н., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»</i>	16
Розробка та дослідження енергетично-ефективного комплексу пакування упаковок для харчових продуктів <i>В.М. Якимчук, науковий керівник О.М. Гавва, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ</i>	19
Дозування та фасування сипких сумішей харчових продуктів <i>А.В. Сокол, науковий керівник О.М. Гавва, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ</i>	22

Обґрунтування параметрів бункера з ефектом «самозапірання» для дрібнодисперсних сипких матеріалів <i>Р.З. Швед, науковий керівник Ю.П. Шоловій, к.т.н., Національний університет «Львівська політехніка»</i>	25
Дослідження параметрів руху сипкої продукції при проектуванні обладнання <i>П.Р. Панченко, науковий керівник Н.М. Московська, к.т.н., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків</i>	28
Синтез інтегрованих моделей пневмосоплових систем для флотаційних установок переробки полімерної упаковки <i>К.В. Рівна, О.А. Вітюк, науковий керівник Л.О. Кривопляс-Володіна, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ</i>	30

Серія паковань для кондитерських виробів ТМ «Для Неї»

О.Р. Коржовська, науковий керівник Т.О. Божко, к. мист., Київський національний університет культури і мистецтв



Упаковка є одним з найважливіших елементів маркетингової комунікації – процесу передачі інформації про товар цільовій аудиторії. Вона полегшує транспортування продукції та її рух на ринку, сприяє пізнанню товару і його виробника споживачами, підкреслює відмінні риси товару, допомагає скласти враження про нього, особливо коли дедалі складніше виділити серед різноманіття інших товарів на вітрині магазину чи прилавку.

В основу паковань для кондитерських виробів покладено ідею передати жіночність та вишуканість. Тобто було бажання створити не просто оболонку товару, що містить всю інформацію про товар та слугує засобом для транспортування, але яка б мала цікавий, виразний вигляд, що міг би замінити букет квітів своїм візуальним сприйняттям та підкреслити значимість товару. Це дає змогу товару бути святковим подарунковим пакуванням для жіночої статі.

Після усвідомлення основних особливостей дизайну упаковки кондитерських виробів, постало конструктивне завдання, зокрема створення технологічної розгортки. Основне завдання для такого типу товарів полягає у забезпеченні цілісності пакування та захисту продуктів. Дизайн має бути цікавим, але водночас простим у виробництві та мати небагато дрібних деталей. Для більшої ергономіки було обрано форму шестикутника як основи, оскільки площини будуть

тримати товар нерухомим, а за допомогою кутів легко можна дістати виріб. Разом з тим для акценту на жіночності було прийнято рішення зробити декоративні висічки на затворному елементі, які асоціюються з квіткою.

Наступним етапом завдання було створення елементів ідентифікації. Графічне вирішення впливає на свідомість споживачів, спонукаючи зробити вибір саме цього товару серед численного розмаїття інших, тому на етапі розробки засобів графічної ідентифікації паковань, потрібно враховувати елементи пакувальної конструкції до графічних елементів, а також бути уважним до деталей, щоб витримати «обличчя» бренду. З огляду на те, що основною ідеєю представлення пакування є квіти, і прийнято колоподібні форми затвору, то основою стилістики стали площини з колоподібними краями, а білі лінії на них, що паралельні бічним сторонам пакувальної конструкції, вдало їх підкреслюють. А основним принтом вирішили обрати квіти гіацинту, які ростуть купкою, що виглядає доречною «плямою» на пакуванні та не відволікає від інформації, якщо дати їм «повітря» у вигляді зайвого простору. Цю квітку можна вважати «не заїждженим» варіантом, що також виокремить такий товар серед інших.

Щодо основної інформації та логотипу, вирішено було їх зобразити на плашці у вигляді «ажурної» етикетки, що дає змогу залучити більше площин та надати графічне стилізоване зображення продукту, який міститися в середині, що, в свою чергу дає змогу покупцеві швидше зорієнтуватися у виборі продукту безпосередньо. Логотип і назвою, і графічним вирішенням звертає увагу на цільовій аудиторії. Рукописний шрифт, використаний для позначення виду кондитерських виробів, обрано з максимально плавними лініями, що доповнюють всі заокруглені елементи.

Кольорова гама зосереджується на кольорі «фуксія» (рожево-фіолетовий) та білому кольорі. Перший колір дає сприйняття жіночності, ніжності, романтичності та вишуканості, а білий колір додає урочистості, легкості, радості. А доповнюються ці кольори помаранчевими та фіолетовими відтінками.

Представлення товарів у пропонованих пакуваннях покликані підкреслювати подарунковий та престижний характер самої продукції. Цю упаковку розроблено таким чином, щоб врахувати нюанси пакувальної конструкції для такого виду товару, як кондитерські вироби. Пакування не наслідують попередні вирішення для цього виду товарів і водночас не уособлюють складності в процесі виготовлення. Їх формування є технологічним для втілення. Конструктивне вирішення передбачає однібічний друк, що може бути реалізованим на різних матеріалах. Такий дизайн упаковки можна рекомендувати як подарунковий.

Дизайн нової упаковки для печива

К.А. Герасимчук, науковий керівник Х.І. Ковальчук, к.т.н., Львівський інститут економіки і туризму

З кожним днем упаковка для кондитерських виробів стає однією з важливих компонентів у забезпеченні економічного процвітання країн, тому на сьогоднішній день рівень розвитку пакування досить високий з огляду на конкуренцію фірм виробників, які намагаються знайти якомога більше способів підвищення попиту на свою продукцію. Незвичайний дизайн – втілення великих ідей у реальність.

Упаковки є обличчям продукту. В обставинах жорсткої конкуренції упаковка може бути останнім шансом залучити увагу покупців. Найчастіше покупці забувають про те, що хотіли купити звичайний товар, якщо в їхньому полі зору з'являється яскрава та неординарна упаковка.

Розвиток пакування печива, пояснюється тим, що виробники постійно стежать за змінами естетичних і технологічних вимог суспільства та на ринку. Тому новітня упаковка борошняних кондитерських виробів вирішує потреби споживачів, які мають певні вимоги до продукції.

З метою збереження конкурентоспроможності виробники повинні використовувати особливий дизайн упаковки – розміри, графічне оформлення, текстуру, щоб повідомити про властивості торгової марки та сприяти розрізненню товарів на ринку.

Ринок упаковки для печива характеризується тим, що печиво складають рядами в коробки, фасують у пакети з полімерних плівок і коробки з полімерних матеріалів. Коробки художньо оформлюють і перев'язують шовковою або паперовою стрічкою. Внутрішні стінки ящиків та ряди вистилають пергаментом, підпергаментом, пергаміном, парафінованим або папером для письма, целофаном чи полімерними плівками.

Сучасне пакування виготовляють таким способом, щоб кондитерські вироби не постраждали при транспортуванні. Упаковки розроблюють таким чином, що готовий виріб щільно фіксується в тарі і залишається нерухомим аж до прибуття в магазин або до місця доставки.

На транспортну тару наносять маніпуляційні знаки «Обережно, крихке», «Боїться нагрівання». Маркування транспортної тари додатково включає масу бруто чи кількість пакувальних одиниць без внесення інформаційних даних про харчову та енергетичну цінність продукту [1].

Ураховуючи споживні властивості печива, особливості маркування, нами розроблено дизайнерський проект нової упаковки печива.



Рисунок. *Нова упаковка для печива*

Дизайнерське проектування нової упаковки містить дві частини художнього конструювання упаковки:

- визначення принципу й характеру форми упаковки (ескіз або макет);
- технічне розроблення упаковки, результатом якого є креслення деталей, вузлів, виробу в цілому.

Засоби створення конструкції: ритм, пропорційні співвідношення, принцип симетрії, закони пластики [2].

У результаті художнього конструювання упаковки досягається цілісність матеріально-технічних і соціально-культурних споживчих властивостей виробів, які відповідають різним вимогам, що пред'являються до кондитерських виробів.

Дизайн споживчої упаковки полягає в гармонійному оформленні її елементів: форми, розмірів, кольору, текстури матеріалу, з якого її виготовлено. Традиційною формою споживчої упаковки є класична прямокутна, квадратна або кругла, адже вона легше виготовляється і складається, тому саме таку форму була нами обрано. В художньому оформленні форма упаковки спроможна не тільки виділити товар, але й зробити його легко розпізнаваним, вплинути на імідж товаровиробника [3].

Розмір упаковки пов'язаний насамперед з маркетинговими дослідженнями і рішенням про те, в якій ситуації або в розрахунку на яку сім'ю ця упаковка створюється, до того ж розмір може нести в собі певні емоційні асоціації. Розміри обиралися, виходячи з розмірів і кількості печива.

Нова упаковка для печива – ефектна коробка з оптимальним наповненням. Конструкція упаковки формувалася з врахуванням того, що вона повинна давати можливість легко отримати доступ до вмісту

упаковки. Основним фактором, що впливає на емоційне сприйняття, найбільш дієвим і первинним, є колір.

Загалом при створенні дизайну упаковки ми звертали увагу на те, що:

- усі елементи обов'язково мають гармонійно поєднуватись між собою;
- дизайн не повинен бути занадто нав'язливим, вульгарним, банальним;
- не завжди виправданим є використання поєднань багатьох контрастних кольорів;
- споживачем краще сприймаються графічні, фотографічні та живописні зображення, ніж текстові подання;
- дизайн упаковки має створюватися з урахуванням естетичних смаків та механізмів сприйняття дійсності конкретної групи споживачів.

Отже, розроблена упаковка має досить високі показники щодо конкурентоспроможності. Дизайн упаковки представлено гармонійним оформленням її елементів.

Оформлення упаковки має гармонійно поєднуватися з товаром, тому що вдало підібрані кольори можуть не тільки прикрасити упаковку, але і розкрити її вміст, підкреслити особливі властивості товару. Із загальним стилем оформлення повинен поєднуватися також і шрифт відповідно до змісту тексту і розміру упаковки.

Література

1. *Ловачёв Л. Г.* Снижение потерь продовольственных товаров при хранении / Л. Г. Ловачев, М. А. Волков, О. Б. Церевинов. – М.: Экономика, 1980. – 256 с.
2. *Фиелл Шарлотт, Фиелл Питер.* Энциклопедия дизайна: концепции, материалы, стили / Шарлотт Фиелл, Питер Фиелл. – М.: АСТ Астрель. – 2008. – 202 с.
3. Як дизайн упаковки впливає на успіх нового продукту [Електронний ресурс]. URL: <http://www.nielsen.com/ua/uk/insights/news/2016/package-design-for-breakthrough-innovations.html>.

Процес сушіння картону з мінеральним наповнювачем

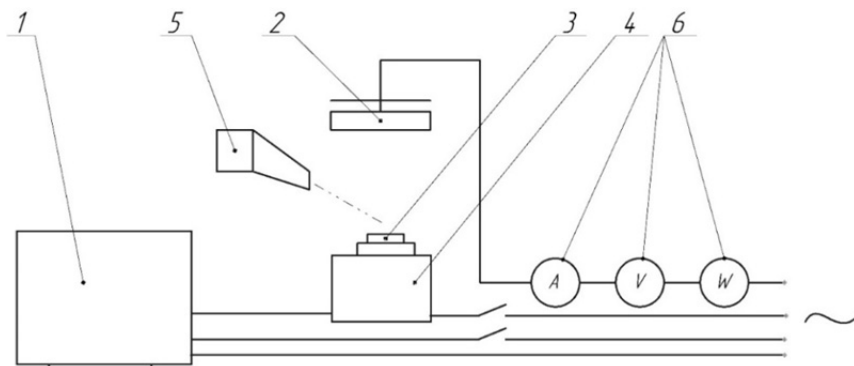
*В.В. Телестакова, науковий керівник проф. В.М. Марчевський,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І. Сікорського», м. Київ*

Сучасний ринок потребує екологічно чистих паковань, що забезпечують якість та тривалий термін зберігання продуктів.

Метою роботи є встановлення кінетичних закономірностей процесу сушіння картону, наповненого цеолітом.

Проведено дослідження процесу сушіння нового виду картону, що продовжує термін зберігання харчових продуктів і покращує їх якість [1]. Для дослідження кінетики сушіння виготовлено картон масою 200-220 г/м² і з вмістом цеоліту 18 та 6%.

Дослідну установку для сушіння зразків картону зображено на рис. 1.



1 – комп'ютер; 2 – інфрачервоний випромінювач; 3 – картон; 4 – електронні ваги;
5 – пірометр; 6 – ватметр, амперметр, вольтметр

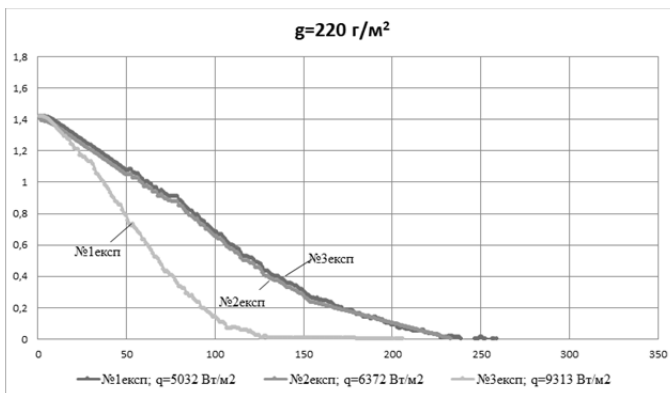
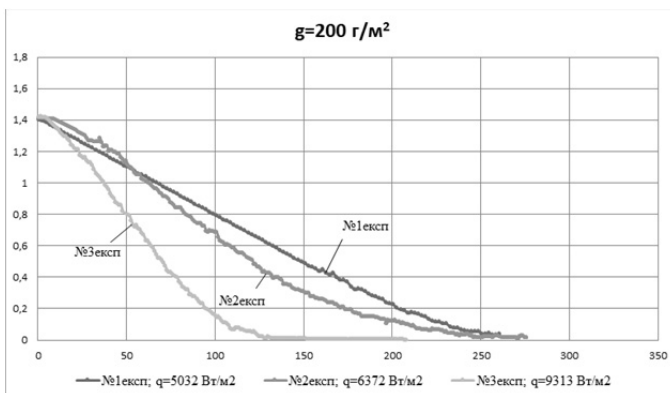
Рис. 1. Дослідна установка для сушіння зразків картону інфрачервоним випромінюванням

З метою проведення експериментів сушіння виготовлялись дослідні зразки картону однакового розміру $\varnothing 50$ мм. Зразок картону розміщували на сітку, що знаходиться на електронних вагах, інфрачервоний випромінювач встановлювали над дослідним зразком на заданій висоті. Експериментальні зразки висушувались до постійної маси. Напруга, струм та потужність випромінювача контролювались вольтметром, амперметром і ватметром. Зміна маси автоматично

вимірювалась вагами та записувалась в програмі Microsoft Excel на комп'ютері. Температура поверхні картону вимірювалась пірометром кожні 3-5 секунд.

Результати експериментального дослідження

Залежність вологовмісту від часу сушіння картону, наповненого цеолітом, при різній густині теплового потоку зображено на рис. 2.



1 експ – $q=5032 \text{ Вт/м}^2$; 2 експ – $q=6372 \text{ Вт/м}^2$; 3 експ – $q=9313 \text{ Вт/м}^2$

Рис. 2. Залежність вологовмісту картону, наповненого цеолітом (6 та 18%), від часу сушіння

З рис. 2 видно, що криві процесу сушіння картону при різних теплових потоках мають однаковий характер зміни швидкості сушіння. На цих кривих можна виділити три періоди: період прогрівання, період постійної швидкості сушіння та другий період сушіння, швидкість якого зменшується за степеневим законом.

Зі збільшенням густини променевого теплового потоку швидкість сушіння в першому періоді значно збільшується, час сушіння в першому періоді практично в 1,5 рази більший від часу сушіння в другому періоді, що може бути зумовлено впливом цеоліта, який накопичує значну кількість поверхневої незв'язаної води.

Період прогрівання досить малий, а перший період сушіння за різних теплових потоків протікає з постійною швидкістю. Зі збільшенням густини теплового потоку перший період зменшується, це пояснюється використанням мінерального наповнювача (цеоліт) при формуванні цього картону з достатньо розвиненою поверхнею, на якій утримується незв'язана волога. Другий період сушіння зі збільшенням густини теплового потоку також зменшується, тому що мінеральний наповнювач містить адсорбційно зв'язану воду та воду в мікрокапілярах, швидкість випаровування якої зменшується зі зменшенням вмісту зв'язаної води.

Отримані експериментальні дані досить точно підтверджують адекватність запропонованої математичної моделі.

Результати роботи захищено патентом України на корисну модель №124545.

Висновки

Визначено, що зі збільшенням густини теплового потоку швидкість сушіння в першому періоді значно збільшується. Встановлено, що зі збільшенням маси квадратного метру швидкість сушіння зменшується за лінійним законом, тобто збільшується тривалість сушіння.

Література

1. *Марчевський В.М., Телестакова В.В.* Картон з новим мінеральним наповнювачем // Науковий журнал «Молодий вчений». – 2018. – № 2 (54).

Дослідження пристрою для фальцювання розгортки картонного пакування з фальцювальними валиками, що рухаються по циклоїдах

Б.Р. Іваськів, науковий керівник П.І. Бегень, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

Представлені на ринку фальцювально-склеювальні потокові лінії відповідають високим вимогам точності та якості фальцювання. Проте їх висока функціональність є причиною того, що їм притаманна і висока вартість, великі габарити, складність конструкції та обслуговування. Для малих пакувальних підприємств використовувати такі лінії нерентабельно [1]. Тому актуальним є завдання насичення ринку обладнанням, що призначено для використання на малих і середніх підприємствах при малотиражному виробництві картонної тари.

У пристрої середню частину розгортки *КР* (рис. 1) нерухомо фіксують вакуумними присмоктувачами *1*, вмонтованими в плиту *2*, що закріплена на станині *3*, а незафіксовані елементи *Ел 1* та *Ел 2* розгортки *КР* фальцюють, відповідно, валиками *4* і *4'*, які приводяться в дію зубчастими колесами *5* і *5'* [2]. За допомогою осей *6*, *6'* колеса прикріплено до повзунів *7*, *7'*, що переміщуються вздовж горизонтальних напрямних *8*, *8'* у зустрічному напрямку.

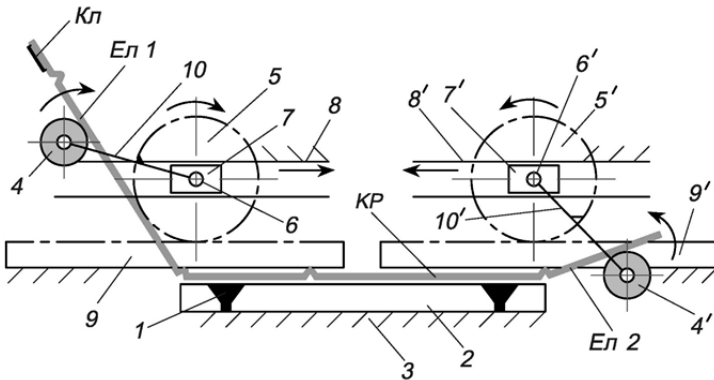


Рис. 1. Принципова схема запропонованого фальцювального пристрою

Внаслідок контакту з нерухомими зубчастими рейками *9*, *9'* зубчасті колеса *5*, *5'* обертаються навколо осей *6*, *6'* і обертають жорстко приєднані до них важелі *10*, *10'*. На важелях консольно закріплено фальцювальні валики *4*, *4'*, які контактують з незафіксованими елементами розгортки *Ел 1*, *Ел 2* і фальцюють їх.

При розрахунку кінематики фальцювання на пристрої необхідно врахувати, яким приводом будуть оснащені повзуни, що приводять у рух

зубчасті колеса. При застосуванні механічного привода переміщення повзуна буде нерівномірним. Тоді поточний кут фальцювання знаходимо за формулою:

$$\mu_1 = \arctg \frac{R \cdot \left(1 - \cos \frac{S_B}{R}\right)}{0,5 \cdot b - S_B + R \cdot \sin \frac{S_B}{R}}; \quad (1)$$

вираз для знаходження кутової швидкості фальцювання:

$$\omega_t = \frac{R \cdot \left(1 - \cos \frac{S_B}{R}\right)^2 + \sin \frac{S_B}{R} \cdot \left(0,5 \cdot b - S_B + R \cdot \sin \frac{S_B}{R}\right)}{\left(0,5 \cdot b - S_B + R \cdot \sin \frac{S_B}{R}\right)^2 + R^2 \cdot \left(1 - \cos \frac{S_B}{R}\right)^2}; \quad (2)$$

де R – радіус зубчастого колеса, S_B – поточні переміщення кривошипа, b – ширина елемента розгортки, яку фальцює пристрій.

Висновки

Пристрій вирізняється компактністю привода виконавчих інструментів, тому ним доцільно фальцювати транспортну тару з гофрованого картону. Застосування механічного привода для повзунів у пристрої забезпечить плавне і якісне фальцювання елементів картонних розгорток.

Література

1. *Регей І.І.* Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгорток картонного пакування: моногр. Укр. академ. друкарства. – Львів: УАД, 2009. – 176 с.
2. Патент № 106252 України, МПК В31В 3/00, В31В 1/00. Пристрій для фальцювання розгорток картонного пакування. Опубл. 11.08.2014. Бюл № 15. – 4 с.

Моделювання процесу видуву ПЕТ-тари

В.М. Дагдій, науковий керівник О.Л. Сокольський, к.т.н., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

У процесі видувного формування полімерної тари спочатку полімерна заготовка (так звана преформа) формується шляхом лиття під тиском, після чого її знову розігрівають та вводять в іншу форму, де кінцевий виріб роздувається під дією стисненого повітря. Часто пневматичному видуву передують механічне осьове витягування преформи за допомогою штока [1]. Незважаючи на те, що видувне формування застосовують протягом багатьох років, виробники все ще стикаються з труднощами в оптимізації та контролі процесу [2].

Метою роботи є визначення розподілу товщини стінки тари за висотою та часом видуву під дією таких вхідних факторів, як розподіл температур, тиск у формі, для досягнення найбільш рівномірної та мінімальної товщини стінки сформованої тари й визначення технологічних режимів, необхідних для цього.

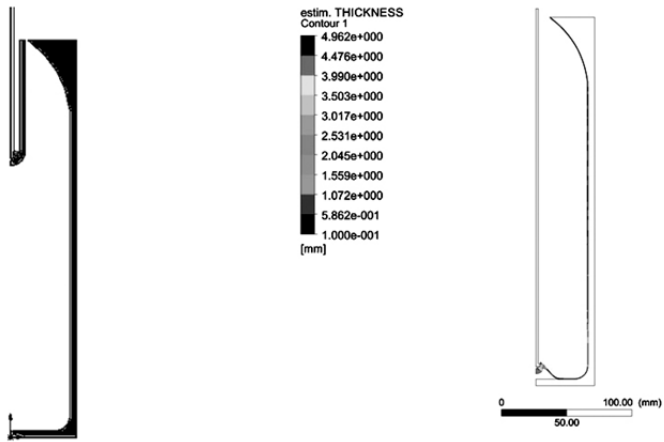
Зважаючи на короткий час видуву (0,5 с), залежність в'язкості полімеру від швидкості зсуву приймалась за степеневим законом з урахуванням впливу зміни температур.

Для моделювання процесу видуву задача розглядалась як осьосиметрична (рис. 1а). Результати моделювання свідчать про те, що за ізотермічних умов товщина стінки тари не є рівномірною (рис. 1б).

Внутрішня поверхня преформи задавалась як вільна поверхня з діючим на неї тиском, зовнішня поверхня преформи – як вільна поверхня до контакту з роздувною формою. Розв'язувалась задача визначення розташування заготовки протягом часу видуву за умови збереження її об'єму. Форма та шток вважались не деформованими.

Для досягнення рівномірнішого розподілу товщин стінки тари було виконано визначення необхідного для цього перерозподілу температури преформи. Преформа розподілялась на низку умовних вузлів за висотою. Для кожного вузла преформи її нова початкова температура визначалась ітераційною процедурою.

У результаті проведених розрахунків отримано більш рівномірний розподіл товщини стінки за висотою пляшки (рис. 2).



a

б

Рис. 1. *Моделювання видуку за ізотермічних умов: а – геометрія розрахункової області; б – результат розрахунку товщини стінки тари*

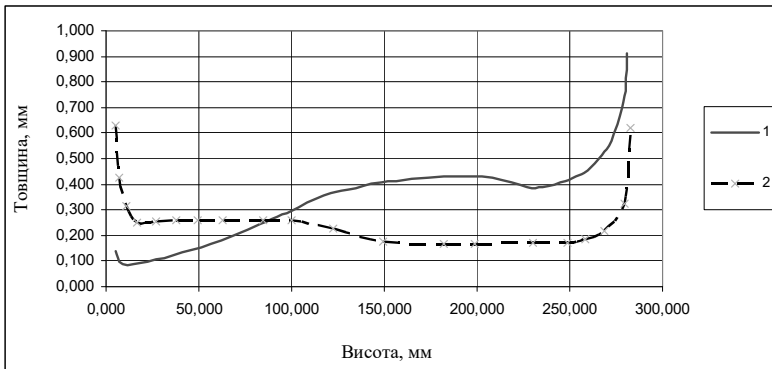


Рис. 2. *Розподіл товщини стінки за висотою пляшки: 1 – за ізотермічних умов, 2 – у результаті розрахункового розподілу температур*

Таким чином, проведені дослідження показали, що преформу потрібно розігрівати не рівномірно, а з урахуванням ступеня розтягування в кожній ділянці.

Література

1. Справочник упаковщика [Электронный ресурс] // Способы упаковки. ПЭТ бутылки: история, свойства, технология производства. URL: <https://ref.unipack.ru/119/>.
2. Производство изделий из полимерных материалов: Учеб. пособие / Крыжановский В.К. и др. Санкт-Петербург: Профессия, 2004. – 464 с.

Механічні властивості армованих полімерних матеріалів для виготовлення пакування

В.О. Караулова, науковий керівник А.Я. Карвацький, д.т.н., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ, Україна

Полімери є одними із найпоширеніших матеріалів, що використовуються в пакувальній індустрії. Вони незамінні для виконання цілої низки функцій. Неперевершений баланс їхніх властивостей у поєднанні зі спеціальними методами проектування й обробки часто дає можливість отримувати економічно вигідні рішення, які виправдовують провідні позиції полімерів на ринку пакувальних матеріалів. Однак їх застосування для упаковки має певні недоліки, що стосуються низької здатності до природного розкладання після використання під дією сил навколишнього середовища та характеристик міцності, наприклад полімерних плівок. Розв'язання цієї подвійної проблеми може бути використанням армованих природним волокном полімерів для пакування та дослідження їхніх механічних властивостей, які необхідні для проектування упаковки, що останнім часом набуло розвитку в пакувальній індустрії [1, 2]. Тому розробка структури нових армованих природним волокном полімерів для пакування та дослідження їхніх механічних властивостей є безумовно актуальним завданням.

Метою проведених досліджень є визначення ефективних механічних властивостей нових композитних полімерів залежно від матеріалів матриці й армувального волокна природного походження та його об'ємного вмісту в композиті.

Для досягнення поставленої мети авторами роботи сформульовано математичні моделі задач напружено-деформованого стану (НДС) під час випробування зразків армованих полімерів у наближеннях ізотропного та ортотропного середовищ; визначено за аналітичними залежностями ефективні механічні властивості (модуль пружності під час розтягу, коефіцієнт Пуассона, границю міцності, жорсткість та ударну в'язкість) композитних полімерних матеріалів для ізотропного та ортотропного наближень у разі односпрямованої орієнтації армувального волокна залежно від матеріалів матриці й волокна та його об'ємного вмісту; розроблено числову методику та програмне забезпечення для розв'язання задач НДС на базі методу скінченних елементів у наближеннях ізотропного та ортотропного середовищ; виконано числові експерименти НДС зразків армованих полімерів для визначення ефективних механічних властивостей залежно від матеріалів матриці і волокна та його об'ємного вмісту; зіставлено отримані механічні властивості з відповідними властивостями, розрахованими за аналітичними залежностями; розроблено

рекомендації щодо впровадження армованих полімерів з використанням волокна природного походження в пакувальній індустрії.

Результати порівняння механічних властивостей армованих полімерів, розрахованих у наближеннях ізотропного і ортотропного середовищ, наведено на рисунку.

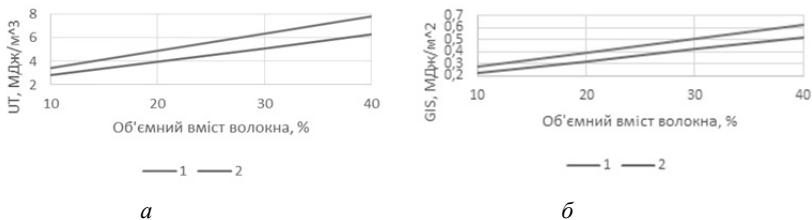


Рисунок. Порівняння залежностей механічних властивостей армованих полімерів від об'ємного вмісту волокна (матриця – Vinyl ester resin, волокно Abaca), розрахованих у наближеннях ізотропного [3] і ортотропного середовищ

1, 2 – ортотропна та ізотропна моделі будови композиту; а – ударна міцність; б – ударна в'язкість

Аналіз даних рисунку показує, що застосування моделі ізотропного середовища замість ортотропного для армованих полімерів з односпрямованою орієнтацією армуючого волокна призводить до значної похибки у визначенні таких механічних властивостей, як жорсткість – понад 19 % і ударна в'язкість – понад 17 %.

Висновки

Головним результатом проведених досліджень є вирішення важливої науково-технічної задачі з дослідження ефективних механічних властивостей нових композитних полімерів залежно від матеріалів матриці та армованого волокна природного походження, а також його об'ємного вмісту в композиті, що забезпечує заощадження матеріальних ресурсів та зменшення техногенного впливу на довкілля. Показано, що на етапі розробки полімерних композиційних матеріалів для визначення механічних властивостей доцільно скористатися аналітичними співвідношеннями та числовим моделюванням.

Література

1. Основные направления в области создания биоразлагаемых термопластов / С.П. Рыбкина, В.А. Пахаренко, Т.С. Шостак, В.В. Пахаренко // Пластические массы. – 2008. – № 10. – С. 47–54.
2. Theoretical Prediction on the Mechanical Behavior of Natural Fiber Reinforced Vinyl Ester Composites / S. Ramakrishnan, K.

- Krishnamurthy, M. M. Prasath et al. // Applied Science and Advanced Materials International. – 2015. Vol. N 1 (3). – P. 85–92.
3. *Караулова В.О., Карвацький А.Я., Мікульонок І.О.* Числова модель напружено-деформованого стану для дослідження міцності армованих полімерів з ортотропними властивостями // VII Всеукраїнська науково-практична конференція: Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки, 7-8 червня 2018 р., Київ. — К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2018. – С. 8–9.

УДК: 621.798.3:004.0 (043.3)

Розробка та дослідження енергетично-ефективного комплексу пакування упаковок для харчових продуктів

В.М. Якимчук, науковий керівник О.М. Гавва, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Розробка енергоощадних технологій є одним із пріоритетних напрямів розвитку пакувальної індустрії на найближче десятиліття. З огляду на обсяг пакетних перевезень, який обчислюється сотнями мільярдів тон на рік, можна стверджувати, що операція формування транспортних пакетів є масовою, а її автоматизація – актуальне завдання сьогодення.

Реалізувати такі завдання можна шляхом створення роботизованих комплексів пакування. Важливим завданням при цьому є розроблення функціональних модулів з функцією збереження енергії під час процесу формування транспортного пакета шляхом її рекуперації та подальшим використанням.

Найбільш енерговитратним модулем в таких комплексах є модуль накопичення шарів вантажів на рухомій платформі. Приводами у таких модулях можуть бути електродвигуни, гідро- та пневмоциліндри. У більшості наукових праць [1-4] розглядаються питання рекуперації енергії у електро- та гідроприводах мехатронного модуля накопичення шарів вантажів. Поряд із цим відсутня інформація щодо використання сучасних конструкцій пружинно-пневматичних та пневматичних акумуляторів для рекуперації енергії в пневматичних приводах функціональних мехатронних модулів покрокового накопичення шарів вантажів.

Метою роботи є розроблення методики розрахунку акумуляторів, які мають різну фізичну природу для рекуперації енергії в пневматичних приводах функціональних мехатронних модулів покрокового накопичення шарів вантажів на платформі роботизованих комплексів пакування.

Основні наукові результати

За результатами проведеного аналізу типових технологічних процесів пакування вантажів, конструкцій роботизованих комплексів для пакування запропоновано, що у випадку застосування пневмоциліндрів як приводу робочих органів ПФМ доцільно використовувати пружинно-пневматичні та пневматичні акумулятори енергії.

На рисунку наведено схему модуля з рекуператором енергії на базі пружинно-пневматичного акумулятора. Для керування такою

платформою запропоновано створити мехатронний модуль накопичення шарів вантажів з сучасною пневматичною системою керування. Платформа 1, на яку встановлюються вантажі 2, переміщується у вертикальному напрямку донизу вздовж напрямних 3. Платформа з'єднана з пружинами 4, а також штоком пневматичного циліндра 5. Безштокова порожнина пневмоциліндра 5 з'єднана з ресивером 6 через пневморозподільники 7.1 і 7.2.

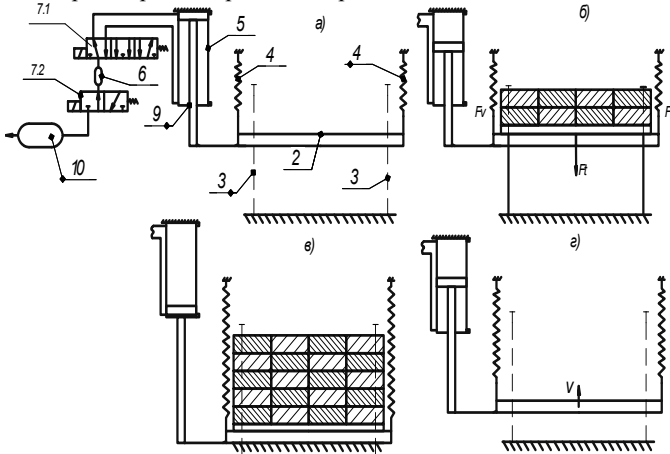


Рисунок. Поетапна схема навантаження платформи з рекуператором енергії на базі пружинно-пневматичного акумулятора

Пневматичний циліндр, оснащений фіксатором 8, а також датчиками положення 9.

Розроблені математичні моделі дають можливість визначити і розрахувати параметри пневматичної системи керування, розміри її компонентів для різних схем переміщення платформи під дією ваги вантажів. Передбачається, що переміщення платформи може відбуватися при укладанні кожного окремого вантажу; укладанні кожного шару вантажів; з механізмом фіксації (захоплення) на мінімальній швидкості. Для кожного варіанта визначено об'єм ресивера пневматичної системи з урахуванням фізико-механічних характеристик платформи та вантажу:

$$V_0 = -\frac{cz_{\max}^2 - m_{nl}gz_{\max}}{2P_0 \ln\left(\frac{P_k}{P_0}\right)}$$

де, P_0 , P_k – відповідно початковий та кінцевий тиск у системі; Z_{\max} – висота початкового положення платформи; m_{nl} – поточна маса навантаженої платформи.

Результати роботи можна використати при проектуванні нових конструкцій функціональних мехатронних модулів накопичення шарів вантажів із пневматичним приводом, оснащених рекуператорами енергії на основі пневматичних акумуляторів.

Література

1. *Кривопляс А.П.* Пакетоформирующие машины / А.П. Кривопляс, А.А. Кукибный и др. – М.: Машиностроение, 1982. — 239 с.
2. *Жавнер М.В.* Методы расчета и проектирования исполнительных устройств робототехнических систем на базе пружинных механизмов: дис. канд. техн. наук: 02.05.02. / Милана Викторовна Жавнер. – СПб, 2003. – 132 с. – Библиогр.: с. 125-130.
3. *Крутіков Г. А.* Синтез енергозберігаючих гідропневмоагрегатів: Автореф... дис. д-ра техн. наук: 05.05.17 «Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати» / Геннадій Анатолійович Крутіков — Харків, 2011. — 35 с.
4. *Евдокимов А.И.* Схемы энергосбережения для пневматических приводов / А.И. Евдокимов, В.А. Осипов // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. — 2003. — С. 364 — 365.

Дозування та фасування сипких сумішей харчових продуктів

А.В. Сокол, науковий керівник О.М. Гавва, д.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Вступ

Попит населення на готові харчові продукти або напівфабрикати щорічно зростає. Такі продукти здебільшого є сумішшю різних складових компонентів із різними фізико-механічними властивостями [1]. До таких продуктів можна віднести суміші сипких продуктів, наприклад, пластівці й родзинки або шматочки горіхів тощо. Дозування такої продукції здійснюється загальновідомими способами – ваговим або об'ємним. У випадку, коли вага частинок продукції наближено однакова, то жодних проблем із якістю пакування немає. Поряд із цим у випадках, коли частинки мають різну вагу то на різних стадіях переміщення відбувається розподілення їх на фракції, що призводить до різної кількості складових компонентів в упаковці та відповідного розшарування – легка фракція зверху, а важка – внизу упаковки. Для усунення цього недоліку розроблено нову конструкцію дозувально-фасувального модуля.

Результати досліджень

Дозувально-фасувальний модуль (Рисунок) складається з бункера 1, який поділено перегородками 2 на зони дозування та фасування. У зоні дозування концентричними перегородками 3 та 4 бункер поділено на смності, які заповнюються різними компонентами сипкого продукту.

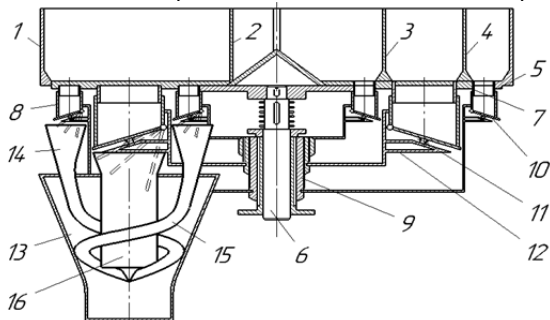


Рисунок. *Схема модуля дозування та фасування сипких сумішей харчових продуктів*

До днища бункера 1 прикріплено рухомий диск 5. Обертається диск від вертикального вала 6. До диска 5 прикріплено верхні стакани 7 стаканчикозового дозатора. Нижні стаканчики 8 прикріплено до механізмів регулювання їх у вертикальному напрямку 9. Днище стаканів

закривають клапани 10, які утримуються через ролик 11 копіром 12. У зоні розвантаження (фасування) встановлено лійку 13, у середині якої змонтовано напрямні 14, 15, 16 продуктопроводу. Конструктивне виконання продуктопроводів таке, що забезпечує одночасне переміщення компонентів сипких продуктів у вихідну частину лійки, яка входить у горловину упаковки. У нижній частині лійки відбувається перемішування компонентів за рахунок їх складного руху.

Достатньо якісне змішування компонентів сипкої продукції відбуватиметься за умови, коли вертикальна складова швидкості легкої і важкої фракцій на виході із продуктопроводів 14, 15 та 16 буде однаковою. Для забезпечення цієї умови продуктопроводи 14 та 15 можуть бути виконані з різним кроком гвинтової лінії та кутом формування конуса.

Конічну гвинтову лінію в нерухомій системі координат XYZ можна описати рівняннями виду:

$$\begin{cases} x = a \cdot \cos \varphi; \\ y = a \cdot \sin \varphi; \\ z = b \cdot \varphi. \end{cases} \quad (1)$$

при $\varphi \in [0; \varphi_{\max}]$,

де a, b – параметри гвинтової лінії, що визначаються через геометричні параметри конуса

$$a = R - \frac{P}{2\pi} \cdot \varphi \cdot \tan \beta; \quad b = \left[R - \frac{P}{2\pi} \cdot \varphi \cdot \tan \beta \right] \cdot \tan \beta,$$

де R – радіус основи конуса; P – крок гвинтової лінії; β – половинний кут при вершині конуса; φ – кут переміщення матеріальної частинки сипкої продукції по конічній гвинтовій лінії.

Кут підйому конічної гвинтової лінії за умови її побудови на поверхні зрізаного конуса можна визначити за виразом:

$$Q = \arctg \left[\frac{P}{\sqrt{P^2 \cdot \tan^2 \beta + 4\pi^2 (R - z \tan \beta)^2}} \right], \quad (2)$$

де z – поточне значення відстані у напрямку від більшої до меншої основи конуса, $z \in [0; H_o]$; H_o – відстань між основами конуса.

Рух матеріальної частинки по гравітаційній поверхні, що має профіль конічної гвинтової лінії, у загальному випадку можна записати такою системою рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv_1}{dt} &= g \cdot \cos \psi - f(g \cdot \cos \omega + v_1^2 \cdot k_n); \\ v_1^2 \cdot k_z &= g \cdot \cos \gamma. \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

де v_1 – швидкість матеріальної частинки; g – гравітаційне прискорення; f – коефіцієнт тертя матеріальної частинки по гравітаційній поверхні; ψ , ω , γ – кути, що визначаються кривизною поверхні, заданою параметричними рівняннями (1); k_n , k_z – нормальна та геодезична кривизна траєкторії руху матеріальної частинки.

Рух матеріальної частинки легкої фракції (вертикальний продуктопровід) можна описати рівнянням:

$$\frac{dv_{2z}}{dt} = g - \frac{F_a}{m_1}, \quad (4)$$

де v_{2z} – вертикальна складова швидкості руху матеріальної частинки легкої фракції; m_1 – маса матеріальної частинки в продуктопроводі 16; F_a – сила аеродинамічного опору переміщення матеріальної частинки легкої фракції.

Висновки

Розроблена конструкція модуля дозування та фасування суміші сипкої продукції дає можливість забезпечити точність дозування складових продукції, рівномірне розподілення їх за об'ємом упаковки, а також зменшити енерговитрати на попереднє змішування компонентів сипкої продукції. На основі результатів математичного модулювання можуть бути визначені раціональні параметри продуктопроводів дозувально-фасувального модуля, що забезпечують якісне перемішування продукції.

Література

1. Пакувальне обладнання: підручник. / О.М. Гавва [та ін.] – К.: ІАЦ «Упаковка». – 2010. – с.744.

Обґрунтування параметрів бункера з ефектом «самозапирання» для дрібнодисперсних сипких матеріалів

Р.З. Швед, науковий керівник Ю.П. Шоловій, к.т.н., Національний університет «Львівська політехніка»

При розвантаженні дрібнодисперсних сипких матеріалів (СМ) з бункерів виникають певні труднощі, спричинені їх обмеженою текучістю в зоні випускного отвору, хаотичним і непрогнозованим рухом, а інколи й повною його відсутністю [1]. Одним із ефективних методів покращення умов витікання є застосування динамічного впливу вібрації на СМ за допомогою конічного коливного днища, що сприяє зменшенню сил щеплення між частинками матеріалу, зміні його напруженого стану і, в результаті, покращенню показників текучості (рис. 1).

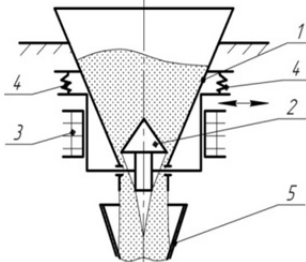


Рис. 1. Бункер з конічним коливним днищем: 1 – бункер; 2 – конічне днище; 3 – віброзбудник; 4 – пружні елементи; 5 – приймальна ємкість

Робота таких пристроїв базується на використанні ефекту «самозапирання потоку» продукції в результаті припинення дії вібрації, тобто формуванні стійкого склепіння над випускним отвором. Тому для ефективної роботи бункера необхідно обґрунтувати параметри розвантажувальної лунки та встановити оптимальні режими вібрації конічного днища.

З цією метою було розроблено математичну модель, яка ґрунтувалась на дослідженні силових факторів, що призводять до формування стійкого склепіння над кільцевим випускним отвором, утвореним стінками лунки та конічним днищем. При гравітаційному витіканні СМ визначили ширину кільцевого випускного отвору b_o (рис. 2).

На продукт, що знаходився в елементарному об'ємі склепіння, діяли прирости сил, значення яких визначались формою і розмірами лунки та конічного днища (рис. 2).

$$dF_{aym} + dF_{C1} + dF_{C2} = dG.$$

Підставивши вирази для визначення цих приростів сил, що діють на СМ у елементарному об'ємі склепіння у конічній розвантажувальній лунці з кільцевим випускним отвором, отримали:

$$\frac{\tau_0 \cdot dh_c \cdot l_o}{f} + \sigma'_1 \cdot \sin(\delta_1) \cdot dh_c \cdot \cos(\delta_1) \cdot l_1 + \sigma'_1 \cdot \sin(\delta_2) \cdot dh_c \cdot \cos(\delta_2) \cdot l_2 = \rho_0 \cdot g \cdot dh_c \cdot b_o \cdot l_o.$$

З цього рівняння визначали граничне максимальне значення ширини кільцевого випускного отвору b_o конічної лунки бункера, що забезпечує формування стійкого склепіння при гравітаційному витіканні матеріалу:

$$b_o = \frac{\tau_0 \cdot (l_1 + l_2) + \sigma'_1 \cdot f \cdot (\sin(2\delta_1) \cdot l_1 + \sin(2\delta_2) \cdot l_2)}{f \cdot \rho_0 \cdot g \cdot (l_1 + l_2)}.$$

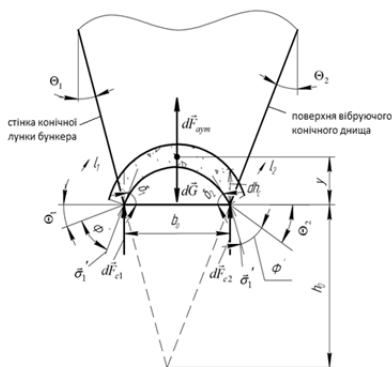


Рис. 2. *Схема дії сил, що діють на елементарний об'єм склепіння при гравітаційному витіканні дрібнодисперсного СМ з конічної розвантажувальної лунки бункера з кільцевим випускним отвором*

Для подальшого дослідження геометричних параметрів лунки бункера було встановлено величини напруження у масиві, що виникають при вільному витіканні СМ.

Крім ширини кільцевого випускного отвору b_o при конструюванні бункерів часто виникає проблема вибору кута нахилу стінок конічної розвантажувальної лунки. Використавши результати математичного моделювання, у програмному середовищі MathCAD було отримано графічні залежності розмірів випускних отворів від кута нахилу стінок лунки (рис. 3) та коефіцієнта зовнішнього тертя (рис. 4).

Для забезпечення ефективної роботи бункера при його проектуванні важливо досліджувати взаємозалежність основних геометричних параметрів розвантажувальної лунки та вплив на них фізико-механічних властивостей продукту.

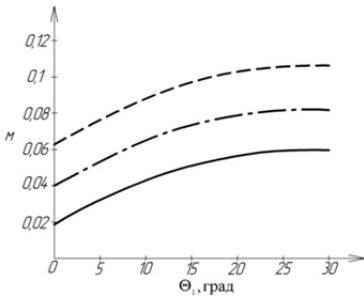


Рис. 3. Залежність розміру випускного кільцевого отвору лунки від кута її нахилу:
 а) круглий отвір;
 б) отвором (— для $\tau_0 = 50$ Па;
 — · — для $\tau_0 = 100$ Па;
 — — — для $\tau_0 = 150$)

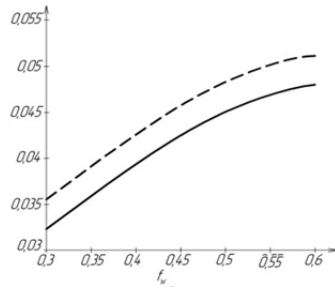


Рис. 4. Залежність розміру випускного отвору лунки бункера від коефіцієнта зовнішнього тертя
 (— — — для $\rho_0 = 500$ кг/м³;
 — — — для $\rho_0 = 700$ кг/м³)

Такий бункер може працювати як автономний дозатор або завантажувальний пристрій технологічних позицій дозатора для СМ.

Література

1. Катальмов А. В. Дозирование сыпучих и вязких материалов / А. В. Катальмов, В. А. Любартович ; за ред. Ю. К. Кузнецов. – Л. : Химия, 1990. – 240 с.
2. Kache G. Ausfließen eines kohäsiven, hochdispersen Pulvers / G. Kache, J. Tomas // Süttgut. – 2010. – №6. – S. 246–252.

Дослідження параметрів руху сипкої продукції при проектуванні обладнання

П.Р. Панченко, науковий керівник Н.М. Московська, к.т.н., Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків

Існує широкий спектр пакувального та транспортувального обладнання, для проектування та розробки якого є необхідність оцінювання характеристик переміщення продукції. Традиційно для цього використовувались методи аналітичного розрахунку, які потребували значної бази практичних і теоретичних даних, що значно ускладнювало процес проектування.

З метою запобігання цій проблемі та прискорення процесів конструювання, а також оцінювання можливості використання найсучасніших пакетів моделювання для продукції різної фракції було виконано дану роботу.

Дослідження проводилось на прикладі гвинтового конвеєра (рис. 1), спроектованого з можливістю використання під широкий діапазон сипкої продукції. В якості умов, що впливають на створення моделей розглянуто такі фактори:

- розмір фракції сипкого середовища;
- універсальність спроектованої установки;
- відповідність результатів аналітичних розрахунків результатам моделювання для прийняття рішення про коректність обраної моделі;
- використання та перевірка класичних теорій аналітичного моделювання сипкої продукції.

Дослідження проводилися за допомогою кінцево-елементних пакетів, які дали можливість отримати картину характеру руху та розподілу швидкостей руху сипкого середовища різної фракції.

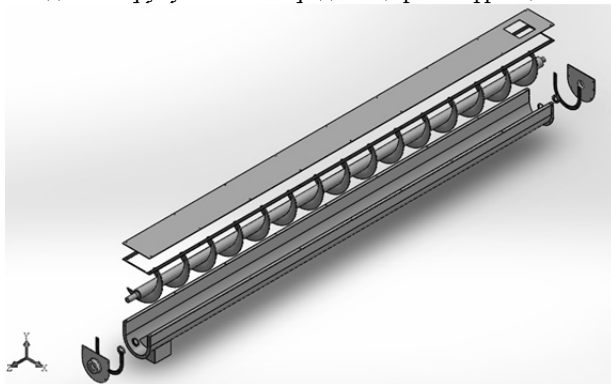


Рис. 1. Модель гвинтового конвеєра

Аналітична частина роботи уможливила оцінювання правильності обраної моделі імітації руху. Для першого варіанта було розглянуто сипку продукцію як сукупність штучних елементів (окремих частинок). Анімування процесу показало, що повний час виходу на сталий (лінійний рух) продукту здійснився за 6 сек. До цього моменту частинки мали хаотично гвинтовий рух. Елементи нарізки кадрів із зазначенням часу наведено на рис. 2.

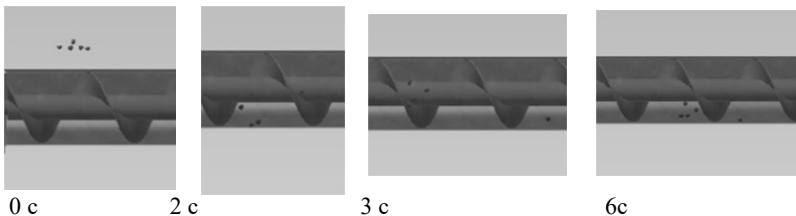


Рис. 2. Характерні моменти руху частинок

Заміна сипкої продукції на рідину – ще один класичний прийом, що використовується для аналітичних розрахунків. Skorиставшись цією теорією, змодельовано рух сипких продуктів за допомогою додатка Flow Simulation

(рис. 3). Коректними параметрами відстеження обрано швидкості на виході та виході шнеку. Кінцева швидкість сталого руху складала близько 0,9 м/с, що є дуже близьким до теоретичного розрахунку. Тобто модель заміни руху сипкого середовища на рідину може вважатися допустимою. Складність її реалізації буде лише у коректному добірї симулюючої рідини залежно від розмірів фракції реального продукту, що і становитиме подальшу роботу в цьому напрямі.

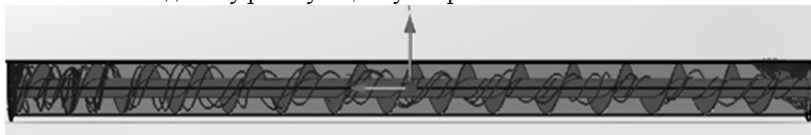


Рис. 3. Генерація потоку

Існує окрема категорія дрібнодисперсної сипкої продукції, яка визначається низкою специфічних властивостей, зокрема утворенням легкої повітряної суспензії. Моделювання такого середовища за допомогою двох попередніх моделей буде помилковим. Цю проблему вирішено шляхом заміни середовища на повітряне. Анімація за газовою моделлю виявила більш стабільний рух середовища, відсутність прив'язки до точкових цілій та більшу точність моделювання. За рахунок встановлення сталого руху тільки за умов повного заповнення робочого об'єму конвєсєра графік швидкості на виході показав більш тривалий період виходу на нормальний режим експлуатації.

Синтез інтегрованих моделей пневмосоплових систем для флотаційних установок переробки полімерної упаковки

К.В. Рівна, О.А. Вітюк, науковий керівник Л.О. Кривопляс – Володіна, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

Вступ

Переробка полімерних упаковок є досить складним процесом. Гранульовану сировину, або вторинні полімери, отримують шляхом переробки полімерних відходів, що значно знижує витрати на виробництво полімерних виробів. Оновлені вироби пакувань можуть формуватися як із повністю вторинної сировини, так і з первинної сировини з добавкою перероблених полімерів.

Актуальність

У зв'язку з різким зростанням попиту переробки вторинної сировини полімерів зростає попит на нові технічні рішення щодо обладнання для переробки полімерних сумішей відходів. Одним із видів такого обладнання на етапі сортування подрібнених полімерних упаковок є технологічні гідрофлотаційні установки.

Основна частина

Для удосконалення існуючих систем флотації проведено роботу щодо аналізу та синтезу пневмосоплових ежектуючих систем із залученням імітаційного моделювання в ПП FlowVision, ESaving, MathCAD.

Вхідними параметрами дослідних моделей було обрано: параметри дослідного повітряного потоку (тиск, щільність, температура і швидкість потоку); параметри струменя у вихідному перерізі ежектора, сопла: радіус вихідного перерізу сопла, тиск, температура газу і частинок, швидкість газу і частинок, склад газового потоку, розміри частинок рідинно-газової суміші на виході.

Флотація - це процес молекулярного прилипання частинок флотованого матеріалу до поверхні розділу двох фаз, зазвичай газу (частіше повітря) і рідини, обумовлений надлишком вільної енергії поверхневих граничних шарів, а також поверхневими явищами змочування. Традиційно в питаннях моделювання форми струмнини в пневмосоплових ежекторних системах звертаються до напівемпіричних залежностей для оцінювання далькостійності азотного факелу і середнього діаметру крапель. Ці залежності розроблено для конкретних випадків, що мають достатньо обмежену область використання. Крім цього, в сучасних умовах, провідні виробники обладнання переробки упаковки переходять до розрахунку процесів сумішоутворення і розпилювання методами вираховування гідрогазодинаміки. У такому випадку більш сучасним і практичним є моделювання струмнини методом CFD (Computational Fluid Dynamics).

Результати флотації залежать від низки факторів, основними з яких є: речовинний склад полімерної суміші, крупність подрібнення полімерів перед флотацією, густина розчину і порядок введення реагентів, інтенсивність аерації і перемішування суспензії, інтенсивність знімання піни (верхнього шару), тривалість флотації, температура води, схема флотації, витрати води, що надходить у флотаційну машину. Вектор руху зріджувального агента протилежний за напрямком до вектора сили тяжіння. Сила гідродинамічного опору направлена в бік, протилежний напрямку дії вектора сили тяжіння O і визначається як $F=f(w_r)$. Для організації сталого бульбашкового або емульсійного режиму, доводиться вдаватися до додаткового способу впливу на потік, яким може бути обумовлений коливальний процес, налаштований таким чином, щоб двофазний потік не розширюється, не допускаючи росту і злиття газових бульбашок у потоці рідини. Коливальний процес стиснення – розширення газової бульбашки в рідині буде стійким і не згасаючим у разі наявності джерела коливань, якщо рушійні коливання за частотою збігаються з власною частотою коливань бульбашки газу в рідині. Тобто, вимушені коливання середовища в двофазному потоці будуть провокувати існування газових бульбашок певного радіуса.

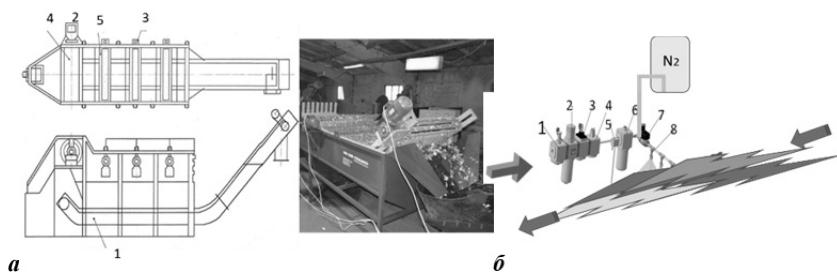


Рис. 1. а) Схема установки для флотаційної мийки: 1 – конвеєр, 2 – редуктор, 3 – вал привідний, 4 – барабан вивідний, 5 – барабан; **б)** Засальний вид дослідної фізичної моделі підготовки зрідженого азоту для флотаційного потоку розділення полімерних фракцій на окремі групи: 1 – ручний клапан безпеки; 2 – фільтр-регулятор; 3 – клапан безпеки; 4 – клапан «м'якого пуску»; 5 – реле тиску; 6 – масло розпилювач; 7 – клапан електромагнітний мембранний для подачі N2 із зовнішнього ресивера; 8 – фітинги.

Висновки

Проведені імітаційні дослідження показали, що найбільш оптимальними за витратними характеристиками є соплові системи з тиском на вході 0,6 МПа, при забезпеченні режиму подачі струмینی з найменшими показниками турбулізації потоку на виході та діаметрі розпилення в межах середнього кола до 33 мм (для соплового вихідного отвору 4 мм). Це дає змогу забезпечити розпил робочого середовища на достатню поверхню верхнього шару гідрофлотаційної установки. У свою чергу, запропоновані моделі уможливають на етапі добору елементної бази виконання оцінювання технологічних можливостей обраної системи.

ІАЦ «Упаковка», 02002, м. Київ, вул. Є. Сверстюка, 4А
Тел./факс: +38 044 517-23-23, +38 044 517-23-83
E-mail: upakjour@nbi.com.ua
upakjour@ukr.net
www.upakjour.com.ua
www.packinfo.com.ua

packinfo.com.ua

РackINFO – пакувальний B2B пошуковий портал



Що таке RackINFO?

- B2B маркетингові послуги
- B2B торговий майданчик
- База даних компаній
- Зручний інструмент пошуку

Обладнання	28 %
Тара та упаковка	27 %
Пакувальні матеріали	20 %
Допоміжні пакувальні засоби	12 %
Сировина	8 %
Послуги	5 %

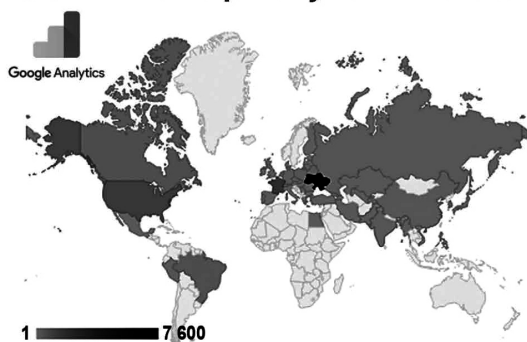
Які переваги для вашого бізнесу?

- B2B послуги
- Нові продажі
- Нові ділові партнери
- Нові клієнти
- Ділові контакти безкоштовно
- Демонстрація діяльності
- Рекламу продукції
- Європейська ділова мережа
- Маркетингові рішення On-line
- Широкі можливості для бізнесу

Для кого це?

- Бізнесменів
- Керівників компаній
- Менеджерів з закупівель
- Фахівців з експорту
- Промислових компаній
- Малих та середніх підприємств
- Дистриб'юторів
- Виробників

РackINFO користувачі 13 000+



Україна	58,6 %
Франція	12,3 %
Польща	9,2 %
США	8,7 %
Канада	2,9 %
Південна Корея	2,9 %
Бразилія	2,7 %
Беларусь	1,0 %
Росія	0,9 %
Німеччина	0,8 %

#Просувайте свою компанію на українському та європейському ринках