

Ольга Залета

АНАЛІЗ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ЗАМОРОЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Актуальність теми дослідження. Заморожена продукція має високий попит серед споживачів. Для забезпечення збереження її органолептичних властивостей, зокрема й належного естетичного вигляду, необхідно правильно підібрати упаковку та визначити чиним здійснити технологічний процес пакування.

Постановка проблеми. Основним реологічним недоліком замороженої продукції є її крихкість, ламкість, а отже, і висока чутливість до ударних навантажень, що можуть виникати під час реалізації технологічної операції фасування. Усунути цю проблему можна лише шляхом модернізації обладнання, що виконує цей процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відомих дослідженнях, спрямованих на вдосконалення конструкції технологічного обладнання, розглядаються і застосовуються переважно точні методи оптимізаційного синтезу компонентів, у той час як вузькі інженерні завдання, одне з яких висвітлено в цій роботі, часто потребують індивідуального підходу та вирішуються евристичними методами, які значно менш формалізовані.

Виділення не досліджених частин загальної проблеми. Існуюче обладнання, що призначене для пакування саме замороженої продукції, має складну конструкцію, значні габарити та не передбачає переналадження, яке б впливало на швидкість переміщення продукції в упаковку.

Постановка завдання. Виявлення механізму, який може впливати на швидкість переміщення сипкого продукту під час його пакування, та вдосконалення його конструкції таким чином, щоб зменшити сили ударної взаємодії частинок замороженої продукції між собою.

Виклад основного матеріалу. У статті здійснено аналіз конструкції типового автомата для пакування сипких речовин. Об'єктом проектування є рукоутворювач та спосіб його фіксації на рамі автомата. Запропонований варіант модернізації полягає в застосуванні механізму регулювання кута нахилу рукоутворювача. Результати проектування представлені у вигляді складального креслення, виконаного в САД-середовищі, на якому зображено спосіб кріплення рукоутворювача на рамі автомата, та механізм, який забезпечує його поворот на потрібний кут.

Висновки відповідно до статті. У роботі розроблено елементи конструкції автомата для пакування сипких речовин, які дозволяють виконати його переналадження, адаптоване під специфічні технологічні вимоги до пакування замороженої продукції. Одержані результати проектування можуть бути використані для переобладнання типового автомата вертикального типу, що призначений для пакування продукції в тришарові полімерні пакети, з метою пакування сипкої або дрібношарової замороженої продукції будь-якого походження. Запропонована розробка також може бути застосована при виготовленні нового обладнання аналогічного призначення.

Ключові слова: заморожена продукція; пакет; пакування; автомат; механізм; конструкція; проектування; рукоутворювач.

Рис.: 5. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. Заморожена продукція (напівфабрикати, морепродукти, овочі, ягоди та ін.) дуже поширена та має попит серед споживачів завдяки помірній ціні і тривалому терміну придатності за умови дотримання належних умов зберігання. Водночас завдяки простоті виготовлення чи переробки вона може випускатись дрібними підприємствами, часто – із залученням значної частки ручної праці, де з огляду на економічні можливості, автоматизовані лише окремі технологічні операції, а дорогі вартісні автоматичні лінії, які б охоплювали весь технологічний процес, залишаються недоступними. У цій же площині існує проблема й з модернізацією обладнання. Ринкова конкуренція зумовлює стрімкий і неперервний розвиток пакувальної галузі, що постійно диктує потреби в удосконаленні тих чи інших технічних засобів, які обслуговують виробничий процес. В ідеалі це досягається періодичним оновленням парку наявного на підприємстві обладнання. Однак у реальних умовах діючого виробництва не завжди є змога придбати нові технологічні машини (ТМ). У такому разі проектне завдання часто спрямовується на розробку (вдосконалення) окремих пристроїв, механізмів, машин, спрямовану або на підвищення показників ефективності їхньої роботи, або на покращення якості продукції, що виготовляється.

Постановка проблеми. Заморожена продукція має специфічні реологічні властивості, що зумовлюють її високу чутливість до механічних впливів, зокрема тих, що виникають під час виконання технологічного процесу її пакування, коли відміряна доза фасується в пакет та зазнає при цьому ударів частинок одна об одну. Для уникнення такого впливу пропонується удосконалити спосіб подачі продукту в пакет та конструкцію механізму, який виконує цю функцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні умови виробництва вимагають підвищення якості проєктованого пакувального обладнання, що переважно призводить до ускладнення його конструкції і, як наслідок, збільшення обсягу проєктних робіт. З іншого боку, обмеження фінансування цих робіт робить необхідним скорочення тривалості та зменшення трудомісткості процесу проєктування. Це зумовлює необхідність застосування систем автоматизованого проєктування (САПР), які б підвищували ефективність робіт, пов'язаних із проєктуванням пакувальних машин (ПМ) [1].

Отже, головне завдання САПР полягає в тому, щоб на ранніх етапах проєктування правильно вибрати основні параметри конструкції і оцінити різні характеристики її ефективності, а також впродовж усього процесу проєктування контролювати зміну цих характеристик так, щоб у результаті пред'явити до випробувань конструкцію, доцільність якої вже не вимагає доведення [2].

Алгоритмізація процесу синтезу компонувань ТМ стала можливою тільки після створення систем їх формалізованого опису з різним ступенем конкретизації. Існує багато методів кодування функцій, технічних характеристик і компонувань машин [3; 4; 5].

Зокрема, у [3] запропоновано описувати компонування з допомогою структурних формул, побудованих згідно з принципами алгебри логіки й теорії множин, що відображають структуру машини та розміщення ФМ у координатному просторі.

Графічний метод опису й синтезу компонувань машини, наведений у [4] полягає в побудові моделей її структури у вигляді принципово-структурних схем ТМ, елементами якої є функціональні модулі (ФМ) – пристрої, що є функціонально самостійними та конструктивно закінченими сукупністю механізмів, що об'єднані спільним функціональним призначенням. Ці схеми описують не лише склад та просторове розташування ФМ, а і зв'язки між ними та траєкторію переміщення рухомих ФМ, що надає більш повну інформацію про ТМ порівняно зі структурними формулами [6].

Аналіз робіт у галузі автоматизації проєктування ТМ свідчить про те, що автоматизовані, переважно креслярські й обчислювальні операції, пов'язані з їх конструюванням. Водночас проблеми вибору найбільш раціональних технологічних і конструкторських рішень залишаються поза межами автоматизованого розв'язання [6; 7].

Проєктування передуює конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійснених та економічно доцільних рішень. Результат проєктування – проєкт створюваного об'єкта. Конструювання – створення конкретної однозначної конструкції об'єкта відповідно до проєкту. Конструкція – це взаємне розміщення частин та елементів будь-якого предмета, машини, приладу, яка визначається його призначенням. Конструкція передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, також матеріал, з якого виготовляють окремі елементи. Конструювання базується на результатах проєктування і уточнює всі інженерні рішення, прийняті під час проєктування. Проєктування і конструювання мають одну мету – це види розумової діяльності, пов'язаної зі створенням конкретного уявленого образу нового виробу, якого ще не існує або існує в іншій формі й має інші розміри. Цей образ зазнає розумових перетворень (перестановка складових частин, заміна їх іншими елементами, або надання їм іншої форми). Одночасно проводиться оцінювання ефективності внесених змін, визначається їхній вплив на кінцевий результат. Об'єкт створюють відповідно до загальних принципів логічного мислення і він набуває згодом кінцевої, технічно обґрунтованої форми й будови [8].

САПР, які найчастіше використовуються для проєктування та конструювання ТМ загалом та ПМ зокрема, є САД-системи, призначені для створення віртуальних моделей машини та її типових ФМ у графічному середовищі відповідних програм. Для цього використовуються три типи даних про об'єкт проєктування: множина віртуальних моделей ФМ, множина параметрів і характеристик (геометричні, фізичні, технічні, техніко-економічні), множина відношень (зв'язків) між ФМ та ознаками чи характеристиками ПМ. Визначальним для якості майбутньої машини завданням є розробка системи правил для об'єднання електронних моделей ФМ у загальну модель машини [1; 6].

Функціонально-модульна структура ТМ викликає деякі особливості її автоматизованого проектування, які необхідно врахувати [7]:

1. Загальна службова функція будь-якого машинного обладнання виконується кінцевою множиною ФМ, кожен з яких виконує закінчену частину загальної службової функції.

2. Вибір ФМ здійснюється на основі ієрархічного підходу. Структура технологічної лінії формується з функціональних елементів у вигляді окремих технологічних машин і транспортних машин, а структура окремої технологічної машини – із функціональних елементів у вигляді окремих функціонально закінчених механізмів і вузлів.

3. Структура технологічного комплексу будь-якого ієрархічного рівня створюється шляхом появи зв'язків між ФМ. Ці зв'язки забезпечують передачу виробів (матеріальні зв'язки), приводи робочих органів (енергетичні зв'язки) та контроль та керування функціонуванням машинного обладнання (інформаційні зв'язки).

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Відсутні конструктивні можливості для переналадження пакувального обладнання під технологічні вимоги для пакування замороженої продукції

Мета статті. Основною метою роботи є аналіз конструкції автомата для пакування сипкої продукції з метою виявлення та вдосконалення механізму, який би забезпечував безпечне фасування чутливих до механічних впливів заморожених виробів в упаковку.

Виклад основного матеріалу. Ця робота присвячена вирішенню завдання модернізації конструкції обладнання для пакування попередньо замороженої продукції, такої як напівфабрикати (пельмені, вареники), ягоди, подрібнені овочі, морепродукти.

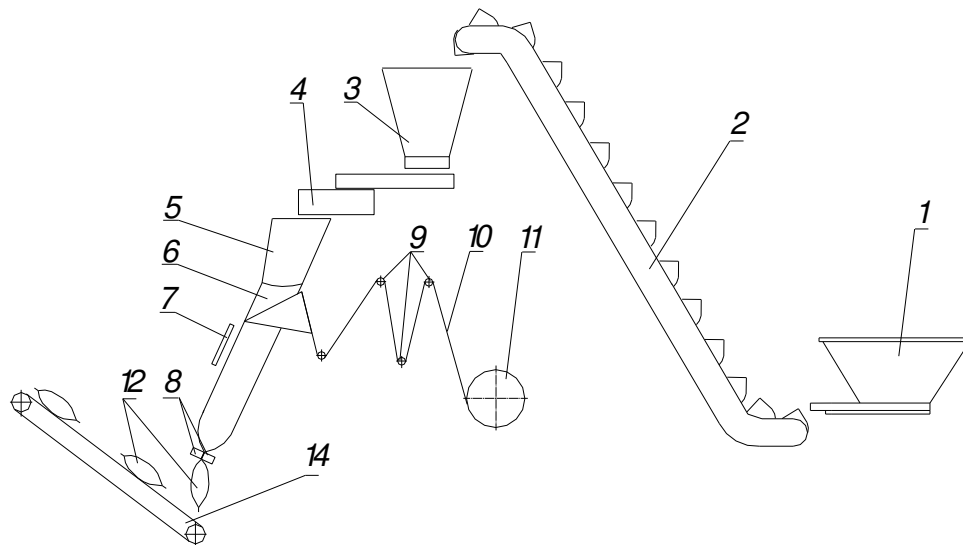
Заморожування напівфабрикатів може здійснюватися тунельним, контактним способами з використанням різного типу швидкоморозильних апаратів і камер. Дрібні плоди, зокрема, заморожують способом флюїдизації (псевдозрідження). Суть методу полягає в тому, що через шар продукту знизу вгору з певною інтенсивністю продувається повітря. При цьому щільний шар продукту переходить у зважений стан, частки продукту інтенсивно перемішуються, бурлять, нагадуючи киплячу рідину. Цей метод забезпечує індивідуальне заморожування, відсутність ефекту злипання, привабливий зовнішній вигляд, високу якість і малі втрати маси [9].

Таким чином, розглядатимемо цю продукцію як сипку і дрібноштучну, до яких можна застосувати то же самий технологічний процес пакування. Взагалі для пакування таких речовин використовуються упаковки, виготовлені з полімерних плівкових матеріалів. Для заморожених виробів придатними є плівки з поліетилену високої густини, поліпропілену чи комбінованих полімерних матеріалів, які володіють достатньою морозостійкістю та механічною міцністю та водночас мають низьку собівартість, що робить їх пріоритетним пакувальним матеріалом серед інших можливих.

Технологічний процес пакування сипкої та дрібноштучної продукції (зокрема продукції, технологія виготовлення якої вимагає попереднього заморожування) у тришовні полімерні пакети в загальному випадку складається з таких технологічних операцій [10]:

- завантаження продукту;
- розмотування і подача пакувального матеріалу;
- формування плівкового рукава;
- зварювання поздовжнього шва пакета;
- протягування плівкового рукава на крок;
- зварювання нижнього поперечного шва пакета;
- дозування продукту і фасування відміряної дози у сформовану упаковку;
- зварювання верхнього поперечного шва пакета;
- відрізання пакета;
- відведення готової продукції;
- утворення транспортної упаковки.

Функціональну схему роботи технологічної лінії для пакування зморожених продуктів представлено на рис. 1.



*Рис. 1. Функціональна схема технологічної лінії для пакування замороженої продукції:
1 – живильник; 2 – завантажувальний транспортер; 3 – бункер; 4 – дозатор; 5 – приймальна воронка;
6 – рукавоутворювач; 7 – механізм поздовжнього зварювання; 8 – механізм поперечного зварювання;
9 – система подаючих валків; 10 – плівка; 11 – рулон; 12 – готова продукція;
13 – відвідний транспортер*

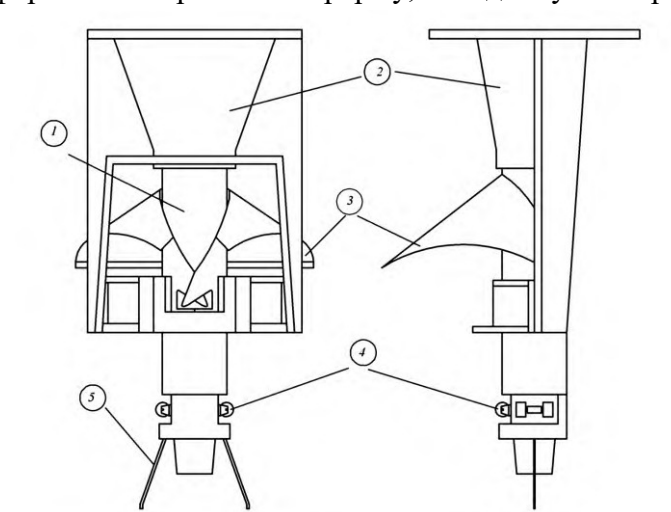
Основна частина цього технологічного процесу реалізується автоматом або напівавтоматом вертикального типу для пакування продукції в тришовні полімерні пакети.

Поставлене інженерне завдання полягає в оптимізації технологічної операції подачі продукту в пакет, яка виконується рукавоутворювачем 7.

Рукавоутворювач – це пристрій для виготовлення рукава стрічки пакувального матеріалу склеюванням, термосклеюванням чи зварюванням [11].

Як видно з рис. 1, рукавоутворювач виконує дві функції одночасно: забезпечує як формоутворення упаковки, так і ціленаправлений рух продукту в пакет. У переважній більшості ПМ, які працюють за принципом описаного технологічного процесу (здебільшого для пакування сипкої продукції) рукавоутворювач розміщений строго вертикально.

У загальному випадку він являє собою металеву трубу (рис. 2) з овальною, круглою або прямокутною формою поперечного перерізу, обладнану «комірцем» або без нього.



*Рис. 2. Механізм рукавоутворення:
1 – приймальний бункер; 2 – продуктопровід; 3 – «комірець»;
4 – натяжні ролики; 5 – механізм поперечного натягування рукава*

Рукавоутворювач працює так: стрічка пакувального матеріалу надходить спочатку до рукавоутворювального комірця 3, після чого формується рукав навколо продуктопроводу 2. Після того, як рукав сформований, пакувальний матеріал надходить до натяжних роликів 4, які забезпечують постійний натяг плівки. Коли упаковка сформована по продуктопроводу 2 продукт подається з дозатора через приймальний бункер 1. Механізм 5 призначений для поперечного натягування рукава. Це потрібно для того, щоб зварний шов мав гарний вигляд, без складок і загинів.

Як відомо з практики роботи підприємств, що спеціалізуються на виготовленні заморожених напівфабрикатів, традиційний варіант просторового розміщення рукавоутворювача зумовлює стрімке висипання виробів та різкі удари один об одного під час потрапляння в плівковий рукав, що може призводити до появи дефектів (тріщин, надломлень) та, як наслідок, зниження їхньої споживчої якості. Тому відмінною особливістю обладнання для пакування саме заморожених продуктів має бути похиле розміщення рукавоутворювача для сповільнення руху виробів та убезпечення їх від механічних пошкоджень. Очевидно, що чим більший кут нахилу, тим плавнішого переміщення вдається досягти. Однак наближення до горизонтального положення, поперше, ускладнює реалізацію операції фасування, по-друге, надмірне гальмування продукту під час його переміщення по внутрішній поверхні рукавоутворювача може негативно відобразитися на продуктивності ПМ. Вибір і налагодження оптимального положення доцільно визначати для конкретної продукції безпосередньо на виробництві.

Таким чином, необхідно спроектувати такий механізм, який, з одного боку, дозволить би зменшити швидкість руху продукції під час її фасування в упаковку, з іншого – положення якого можна було б регулювати безпосередньо під час експлуатації ПМ залежно від потреб, продиктованих властивостями цієї продукції.

Прототипом для модернізації оберемо фасувально-пакувальну машину УФС-30А-3В (рис. 3).

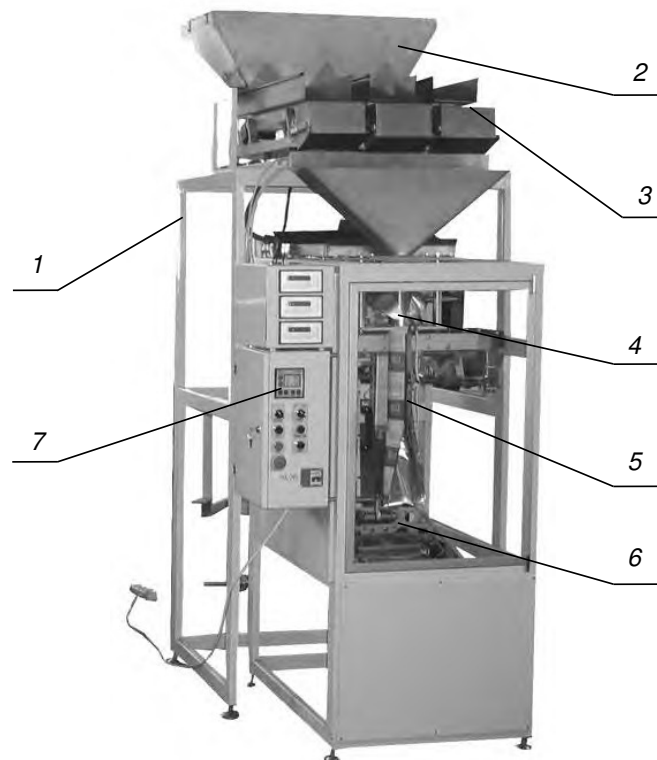


Рис. 3. Пакувальний автомат УФС-30А-3В:
1 – рама; 2 – бункер; 3 – дозатор; 4 – рукавоутворювач; 5 – механізм
поздовжнього зварювання; 6 – механізм поперечного зварювання; 7 – блок керування

Процес пакування виконується нею в такій послідовності. Стрічка пакувального матеріалу розмотується з рулону та з допомогою системи механізмів подачі плівки (на рисунку не показані), направляється на рукавоутворювач 4 і обгортає його, утворюючи накладку, що відповідає ширині поздовжнього шва пакета. Механізм поздовжнього зварювання 5 завершує формування рукава. Він являє собою рухому зварну губку, яка притискається до рукавоутворювача в місці накладання країв плівки в момент її вистою, утворює завдяки нагріванню зварний шов та повертається в початкове положення.

Механізм поперечного зварювання 6, що являє собою пару зварних губок, у розімкнутому стані переміщується вгору на крок, рівний висоті пакета, після чого змикається, захопивши рукав, і протягує його вниз, зварюючи при цьому одночасно верх нижнього пакета та дно верхнього. Механізми поздовжнього і поперечного зварювання працюють по чергово. Дозування продукту, що висипається із бункера 2, виконується дозатором 3. Фасування відбувається під час утворення поперечних зварних швів упаковки та протягування рукава на крок.

У даному типі обладнання рукавоутворювач розташований у компонованні, як показано на рис. 4.

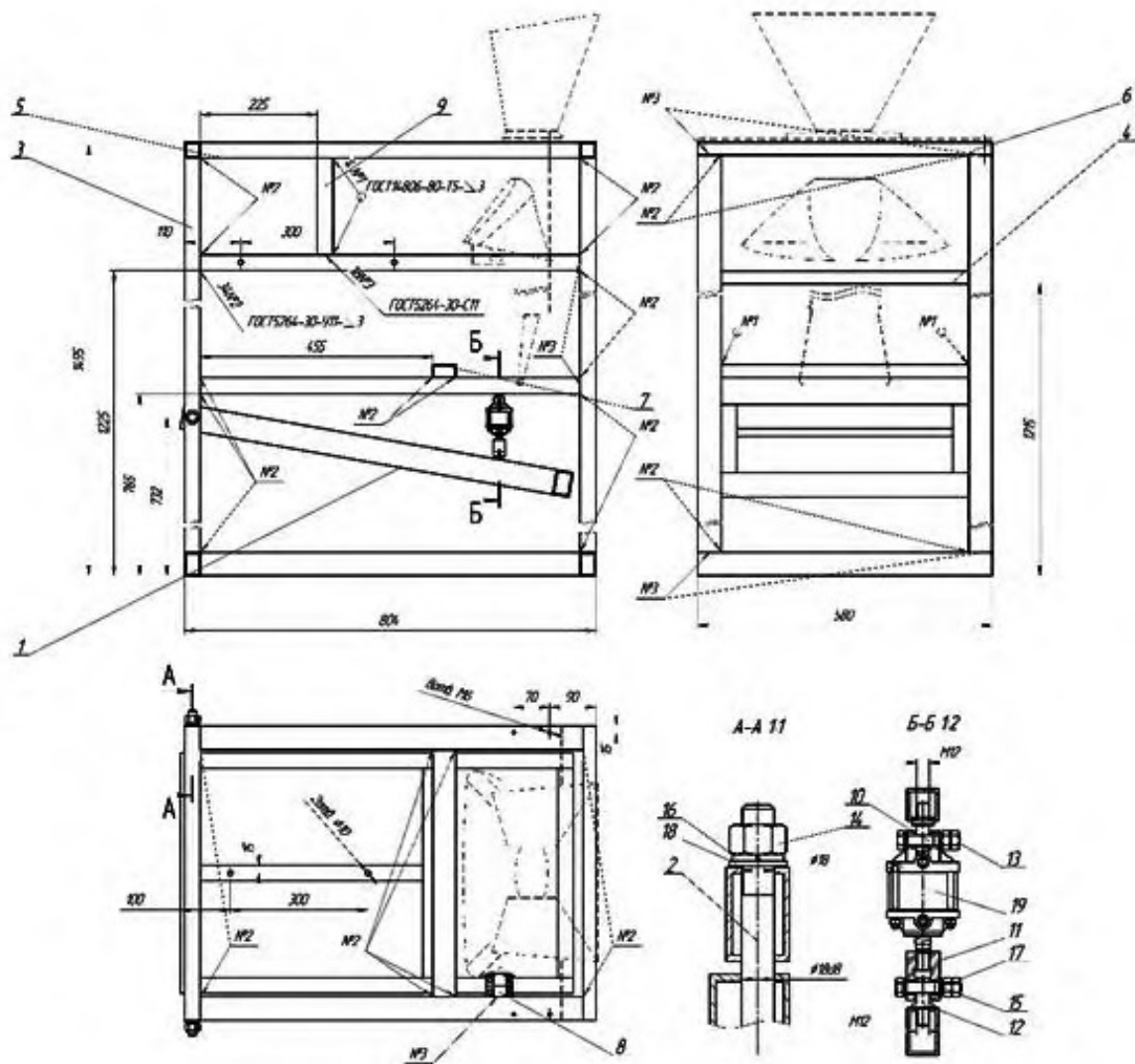


Рис. 4. Загальна конструкція механізму переміщення продукту в пакет:
1 – рамка; 2 – вісь; 3 – стійка; 4 – розпірка; 5 – поперечина довга; 6 – поперечина коротка;
7 – балка; 8 – консоль; 9 – розпірка вертикальна; 10 – болт; 11 – вилка; 12 – вушко;
13-16 – шайби; 17 – гайка; 18 – пневмоциліндр

Поставлене завдання полягає в розробці механізму регулювання положення рукавоутворювача, який забезпечує переміщення замороженої продукції в плівковий рукав. Безпосереднім об'єктом проектування є рама автомата, на якій кріпляться основні виконавчі пристрої. Модернізація цього ФМ полягає в забезпеченні можливості нахилу рукавоутворювача у вертикальній площині на потрібний кут для безпечної подачі дози продукту в пакет без відчутних втрат продуктивності.

На рис. 5 представлено результат проектування конструкції розроблюваного механізму в САПР AutoCAD.

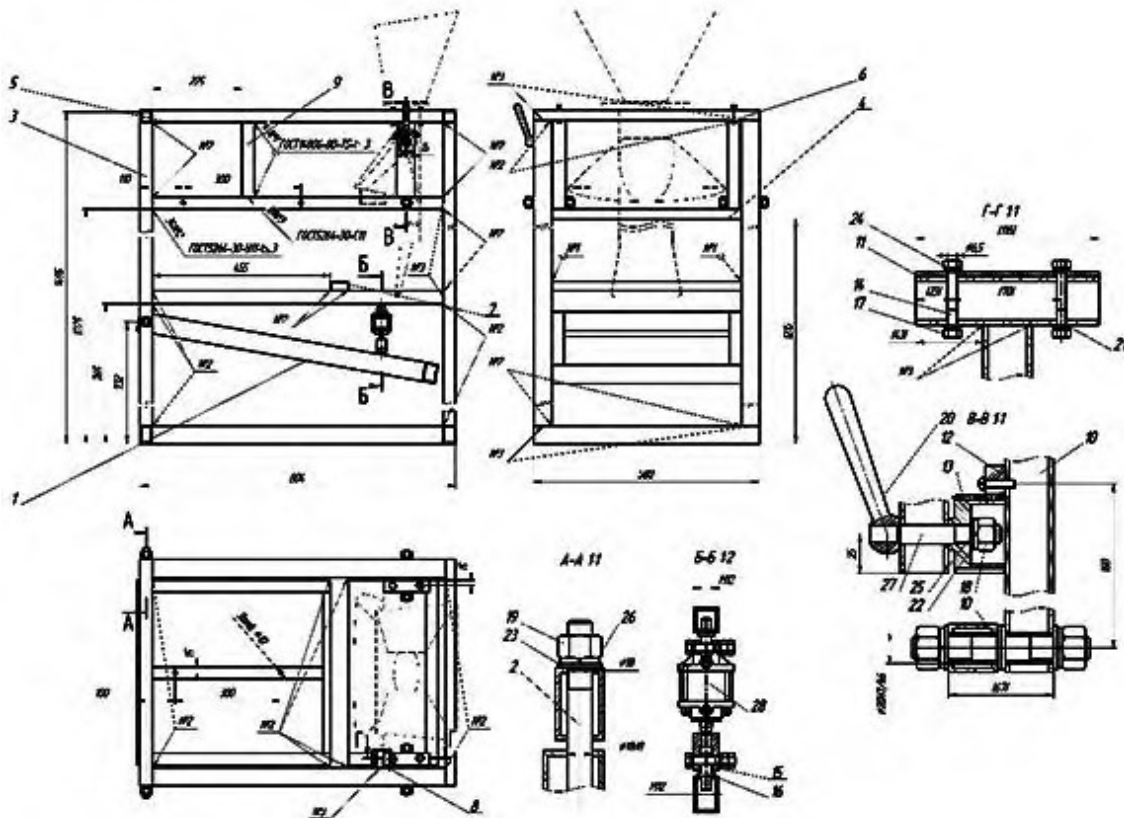


Рис. 5. Модернізована конструкція механізму переміщення продукту в пакет:
 1 – рама; 2 – вісь; 3 – стійка; 4 – розпірка; 5 – поперечина довга; 6 – поперечина коротка; 7 – балка;
 8 – консоль; 9 – розпірка вертикальна; 10 – стійка мала; 11 – полицка; 12 – рейка зубчата;
 13 – колесо зубчате; 14 – болт; 15 – вилка; 16 – вушко; 17-19 – гайки; 20 – руків'я;
 21-26 – шайби; 27 – шпильки; 28 – пневмоциліндр

Основними елементами модернізованого ФМ є: рамка 1, вісь 2, стійки 3, розпірка 4, довга поперечина 5, коротка поперечина 6, балка 7, консоль 8, вертикальна розпірка 9, стійка 10, полицка 11, зубчата рейка 12, зубчате колесо 13, руків'я 20, пневмоциліндр 28.

Принцип роботи вузла полягає в наступному: після подачі продукту в плівковий рукав пневмоциліндр 28 переміщує рамку, на якій закріплений механізм поперечного зварювання, вгору. Зварні губки змикаються, після чого рамка опускається вниз. У процесі руху відбувається зварювання поперечних швів пакета і протягування рукава.

У разі виникнення потреби змінити (відрегулювати) кут нахилу механізму рукавоутворення слід повернути руків'я 20. При цьому через рейкову передачу змінюється положення стійок 3 із полицками і закріпленими на них рукавоутворювачем і вузлом поздовжнього зварювання.

Коригування положення механізму рукавоутворення здійснюється оператором, який обслуговує це обладнання. При цьому треба керуватись результатами спостережень за якістю виконання процесу фасування для конкретного виду продукції, що пакується.

Висновки відповідно до статті. На основі викладеного матеріалу можна зробити такі висновки. У роботі виконано модернізацію автомата для пакування продукції в тришарові полімерні пакети шляхом вдосконалення механізму переміщення продукту в пакет, а саме – розроблено і представлено на кресленні детальну конструкцію механізму рукавоутворення, який забезпечує безпечне переміщення чутливої до механічних впливів замороженої продукції в пакет. При цьому забезпечено можливість регулювання кута нахилу відповідно до реологічних особливостей продукції, що пакується. Такий спосіб вдосконалення адаптований під специфічні технологічні вимоги до пакування замороженої продукції. Отриманий результат може бути використаний для переоснащення типового пакувального обладнання зазначеного виду з метою пакування сипкої чи дрібноштучної замороженої продукції, або застосований для виготовлення нового обладнання подібного призначення.

Список використаних джерел

1. Пальчевський Б. О. Автоматизований синтез технологічних машин. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. Луцьк, 2009. № 26. С. 266–270.
2. Пальчевський Б. О. Принципи побудови і сучасні тенденції розвитку методів проектування технологічного обладнання (на прикладі пакувального виробництва). *Науковий журнал «Технологічні комплекси»*. 2010. № 1. С. 3–9.
3. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3 част. : навч. посіб. для ВНЗ / під заг. ред. Ю. М. Кузнецова. Частина 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. Кіровоград, 2003. 422 с.
4. Шувалова Л. А. Методы абстрактного синтеза структуры и последовательности выполнения операций фасовочно-упаковочных машин. *Вісник Технологічного університету Поділля*. 2005. № 4. С. 55–58.
5. Романенко В. Д. Методи автоматизації прогресивних технологій : підручник. Київ : Вища школа, 1995. 519 с.
6. Основи САПР пакувального обладнання : навч. посіб. / Б. О. Пальчевский та ін. Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2008. 160 с.
7. Автоматизация процессов машиностроения : учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Я. Буда и др. ; под ред. А. И. Дашенко. Москва : Высш. шк., 1991. 480 с.
8. Кіндрацький Б. І. Раціональне проектування машинобудівних конструкцій : монографія. Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2003. 280 с.
9. Назаренко В. О. Формування якості товарів: Частина 1 : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 386 с.
10. Гавва О. М. Пакувальне обладнання : в 3 кн. Кн. 1. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2008. 436 с.
11. Пристрої устаткування для пакування функціональні. Терміни та визначення: ДСТУ 2379-94. Київ : Держстандарт України, 1995. 21 с.

References

1. Palchevsky, B. O. (2009). Avtomatyzovanyi syntezy tehnologichnyh mashyn [Automated synthesis of technological machines]. *Mizhvuziv's'kyi zbirnyk «Naukovi notatky» – Intercollegiate collection «Scientific Notes»*, 26, 266–270 [in Ukrainian].
2. Palchevsky, B. O. (2010). Prynypy pobudovy i suchasni tendencii rozvytku metodiv proektuvannya tehnologichnogo obladnannya [Principles of construction and modern trends in the development of methods for technological equipment design (on the example of packaging production)]. *Naukovyi zhurnal «Tehnologichni komplekсы» – Scientific journal «Technological complexes»*, 1, 3–9 [in Ukrainian].
3. Kuznetsov, Yu. M. (Ed.). (2003). *Agregatno-modulne tehnologichne obladnannya [Aggregate-modular technological equipment]*. (Vols. 3. Vol. 1. Prynypy pobudovy agregatno-modulnogo tehnologichnogo obladnannya – Principles of construction of aggregate-modular technological equipment). Kirovograd [in Ukrainian].
4. Shuvalova, L. A. (2005). Metody abstraktnogo sinteza struktury i posledovatelnosti vypolneniya operatsiyi fasovochno-upakovochnykh mashyn [Methods of abstract structure synthesis and sequencing operations of packing machines]. *Visnyk Tehnologichnoho universyrtu Podillya – Bulletin of the Technological University of Podillya*, 4, 55–58 [in Ukrainian].

5. Romanenko, V. D. (1995). *Metody avtomatyzatsii progresyvnyh tehnologiy [Methods of automation of advanced technologies]*. Kyiv: Higher school [in Ukrainian].
6. Palchevsky, B. O., Krestyanpol, O. A., Valetskyi, B. P., Bondarchuk, D. V., Rak, V. S. (2008). *Osvovy SAPR pakuvalnogo obladnannya [Fundamentals of CAD-design of packaging equipment]*. Lutsk: LNTU [in Ukrainian].
7. Buda, J., Ganovski, V., Wichmann, V. S., Dashchenko, A. I. (Ed.) (1991). *Avtomatizatsiia protsesov mashynostroeniia [Automation of mechanical engineering processes]*. Moscow: Higher school [in Russian].
8. Kindratsky, B. I., Sulim, G. T. (2003). *Ratsionalne proektuvannya mashynobudivnyh konstruktсий [Rational design of machine-building structures]*. Lviv: KINPATRI LTD [in Ukrainian].
9. Nazarenko, V. O., Yudicheva, O. P., Zhuk, V. A. (2012). *Formuvannya yakosti tovariv [Formation of product quality]*. (Vol. 1). Kyiv: Center for Educational Literature [in Ukrainian].
10. Gavva, O. M., Bezpalko, A. P., Volchko, A. I. (2008). *Pakuvalne obladnannya [Packing equipment]*. (Vols 1-3). Vol. 1: *Obladnannya dlya pakuvannya produktiv v spozhyvchu taru – Equipment for packaging products in consumer packag.* Kyiv: IAC “Packag” [in Ukrainian].
11. DSTU 2379-94. *Devices of the equipment for packing are functional. Terms and definitions* (1995). Kyiv: State Standard of Ukraine.

UDC 621.798:004.9

Olga Zaleta

ANALYSIS AND MODERNIZATION OF EQUIPMENT CONSTRUCTION FOR PACKAGING OF THE FROZEN PRODUCTS

Urgency of the research. Frozen products are in high demand among the consumers. To ensure the preservation of its organoleptic properties, including the proper aesthetic appearance, it is necessary to properly select the package and in a certain way to carry out the packaging technological process.

Target setting. The main rheological disadvantage of the frozen products is its fragility, fracturing, and hence high sensitivity to shock loads that may occur during the implementation of the technological operation. This problem can be solved only by upgrading the equipment, that performs this process.

Actual scientific researches and issues analysis. In the known studies aimed at improving the design of technological equipment, mainly exact methods of optimization synthesis of configurations are considered and applied, while narrow engineering problems, one of which is considered in this paper, often require an individual approach and are solved by heuristic methods, which are much less formalized.

Uninvestigated parts of general matters defining. Existing equipment designed for packaging frozen products has a complex structure, large dimensions and does not provide for readjustment, which would affect the speed of the movement of the products into the package.

The research objective. To identify a mechanism that can affect the speed of the movement of the bulk product during its packaging, and improve its design to reduce the impact forces of the particles of the frozen products with each other.

The statement of basic materials. The article analyzes the design of a typical machine for packaging bulk materials. The object of design is the sleeve former and the method of its fixation on the machine frame. The design results are presented in the form of an assembly drawing made in CAD-environment, which shows the method of mounting the sleeve former on the machine frame and the mechanism that ensures its rotation to the desired angle.

Conclusions. The paper develops elements of the design of the machine for packaging bulk materials, which allow us to perform its readjustment, adapted to the specific technological requirements for the packaging of the frozen products. The obtained design results can be used to re-equip a typical vertical type machine, which is designed for packaging products in three-seam polymer bags, to pack bulk or small frozen products of any origin. The proposed development can also be used in designing of new equipment for similar purposes.

Keywords: frozen products; package; packaging; machine; mechanism; construction; design; sleeve former.

Fig.: 5. References: 11.

Залета Ольга Михайлівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної механіки, Луцький національний технічний університет (вул. Потебні, 56, м. Луцьк, 46018, Україна).

Zaleta Olga – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Mechanic, Lutsk National Technical University (56 Potebni Str., 46018 Lutsk, Ukraine).

E-mail: o.zaleta@lutsk-ntu.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0777-9972>