

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) УНУТТГ ім.акад. І.С.Туллого
Кафедра Мехатроніки та накувальної техніки
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 131 Трикожна механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Трикожна
(назва)
механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Крилат
Морозова КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
«07» 11 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Трохименко Михайлу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування раціональних параметрів роторних механізмів формування картонних уяковок малих розмірів

керівник роботи Костін Володимир Борисович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» 11 2022 року № 794-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 20.01.2023р

3. Вихідні дані до роботи Дослідити способи і засоби об'єктивного формування уяковок, використавши науково-технічну літературу і електронні ресурси, використати матеріали розробки приватної формування тари

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Пропонувати способи, об'єктивного формування уяковок своєю їх класифікацію. Високати, якісні та кількісні показники. Провести експериментальні дослідження властивостей картонних уяковок

5. Перелік графічного матеріалу

Навести скелес існуючого обладнання в наскладовій документації, а також зобразити технічними процес формування листів з мексодовної зогонівки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 07.11.2022 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узагальні способи формування карткових листів	21.01.2023	Звикання
2	Систематизація системних технічних і обладнання	23.01.2023	Звикання
3	Аналіз технічного обладнання і розробка задачі дослідження		
4	Технічний дослідження технічної операції формування карткових урешток	10.02.2023	Виконано
5	Експериментальні дослідження висвітлення карткових урешток	15.02.2023	Звикання
6	Оформлення конструкторської документації механістської роботи	18.02.2023	Виконано

Здобувач освіти


(підпис)

Михайло ТРОХИМЕНКО
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Володимир КОСТІН
(ім'я та прізвище)

«07» 11 2022 р.

Реферат

Ключові слова: тара, пачка, коробка, формування.

В роботі проведено ґрунтовний аналіз літературних джерел, присвячених способам формування картонних пачок невеликих розмірів з плоско складених заготовок. Розглянуто десятки схем машин і пристроїв в науково технічній літературі та патентних матеріалах. Проаналізовано сучасні технології і обладнання, що використовується для формування пачок. Загострено увагу на розгляді існуючих пристроїв і робочих органів призначених для об'ємного формування пачки з плоско складеної заготовки, зокрема роторних пристроїв, які використовують обертовий рух робочих органів для формування коробок об'ємної форми. Складена класифікація способів і засобів формоутворення пачок.

За результатами проведеного дослідження обладнання і аналізу його роботи, сформульовані задачі, що до проведення додаткових досліджень, необхідних для уточнення розрахунків, які використовуються для удосконалення проектування обладнання формуючого пачки і коробки транспортної та споживчої тари.

Згідно з поставленими задачами, проведені аналітичні дослідження декількох найважливіших технологічних операцій, а саме операції виділення однієї заготовки зі стопи плоско складених заготовок, операції переведення плоско складеної заготовки в конструкцію об'ємної форми, операцію загинання клапанів сформованої пачки, які забезпечують формування об'ємної тари пристроями з ротаційними приводами і виконавчими робочими органами, що можуть виконувати обертальний рух. В результаті розробки принципів схем необхідних вузлів обладнання та проведених аналітичних перетворень складених рівнянь, отримані уточнені розрахункові формули, що можуть бути використані при проектуванні раціональних пристроїв та виконавчих органів машин, котрі здійснюють формування картонних пачок різних розмірів.

Експериментально визначені фізичні властивості, параметри тари і обладнання, котрі необхідні для уточнення розрахунків.

Результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень наведено в додатках.

Abstract

Key words: taro, packet, box, forming.

In the work, a thorough analysis of literary sources devoted to the methods of forming small-sized cardboard packs from flat-folded blanks is carried out. Dozens of schemes of machines and devices in scientific and technical literature and patent materials are considered. Modern technologies and equipment used for the formation of bundles are analyzed. Attention has been focused on the consideration of existing devices and working bodies intended for the three-dimensional formation of a bundle from a flat-folded blank, in particular, rotary devices that use the rotational movement of the working bodies to form three-dimensional boxes. A complex classification of methods and means of forming bundles.

According to the results of the research of the equipment and the analysis of its work, tasks were formulated for conducting additional research, necessary for the clarification of calculations, which are used to improve the design of the equipment for forming packs and boxes of transport and consumer containers.

According to the tasks, analytical studies of several most important technological operations were carried out, namely, the operation of separating one blank from a foot of flat-folded blanks, the operation of transferring a flat-folded blank into a three-dimensional structure, the operation of folding the valves of the formed pack, which ensure the formation of a volumetric container devices with rotary drives and executive working bodies that can perform rotational movement. As a result of the development of schematic diagrams of the necessary equipment nodes and analytical transformations of complex equations, refined calculation formulas were obtained that can be used in the design of rational devices and executive bodies of machines that perform the formation of cardboard packs of various sizes.

Experimentally determined physical properties, parameters of containers and equipment, which are necessary for clarification of calculations.

The results of theoretical and experimental studies are given in the appendices.

Зміст

Вступ.....	6
1. Існуючі способи формування картонних пачок із плоско складених заготовок, обладнання і методи розрахунку його параметрів.....	7
1.1 Технологічний процес формування картонної пачки із плоско складеної заготовки.....	7
1. 1.2 Систематизація і аналіз сучасних технологій і обладнання для формування пачок.....	14
1.2.1 Аналіз існуючого обладнання.....	14
1.2.2 Аналіз способів і пристроїв для формування пачок представлених у патентних розробках.....	24
1.2.3 Класифікація способів і засобів формоутворення пачок.....	43
1.3 Огляд і аналіз методів розрахунку пристроїв для формування пачок з картону.....	49
1.4 Висновки.....	50
1.5 Постановка задач дослідження.....	52
2. Аналітичні дослідження технологічних операцій формування картонних пачок з плоско складених заготовок.....	53
2.1 Операція виділення однієї заготовки зі стопи плоско складених заготовок, що міститься в магазині.....	53
2.2 Теоретичне дослідження операції переведення плоско складеної заготовки до конструкції об'ємної форми.....	54
2.3 Теоретичне дослідження операції загинання клапанів сформованої пачки.....	66
3. Експериментальні дослідження релаксаційних характеристик плоско складених картонних заготовок.....	77
Додатки.....	81
Література.....	86

ВСТУП

У відповідності до прогнозів, останнім часом картонна упаковка впевнено відновлює свої позиції на ринку тари.

Папір і картон - одні з перспективних пакувальних матеріалів для виготовлення як споживчої, так і транспортної упаковки. У багатьох країнах обсяг використання цих матеріалів для пакувальних цілей коливається від 25 до 40%. Цьому є кілька пояснень. По-перше, основна сировина для їхнього виготовлення відноситься до відновлюваних джерел сировини, по-друге, ці матеріали при вмілому використанні мають на диво невелике навантаження на екологію. Саме цим пояснюється великий інтерес українських виробників харчових продуктів і різноманітних товарів до картону, картонної упаковки. Тим більше, що в Україні виробництво картонної упаковки, що особливо широко розвивається останнім часом, дозволяє ефективно використати цей вид упакування.

У картонажно-паперовій галузі в Україні в наш час працює 25 целюлозно-паперових, целюлозно-картонних, паперово-картонних комбінатів і заводів, і ряд невеликих підприємств. Ці підприємства за 2000 р. виготовили 308,6 тис. т картону, що більше, ніж в 1999 р. на 79 тис. т, у тому числі 210,2 тис. т картону для виготовлення гофрованого картону й 75,9 тис. т пакувального картону (34,0 тис. т макулатурного картону). При цьому 88,7% пакувального картону виготовляє Київський КБК.

З усієї гами паперових і картонних упаковок найчастіше застосовуються картонні пачки. Їх використовують для пакування різноманітних харчових продуктів, товарів побутової хімії, штучних виробів тощо.

Розглядаючи попит на складні коробки можна встановити, що він зростав протягом останніх п'яти років у середньому на 1,4% у рік, що дозволило в 1997 р. досягти споживання більше 2,5 млн т картонних коробок, що відповідало 90% попиту в країнах Західної Європи, - з огляду на всі типи складних коробок, упакування для порціонних продуктів, упакування типу "мультипак", "дисплей" і інші види спеціальної упаковки. Хоча ринок зростав у середньому на 1,4% у рік (по масі), кількісний ріст був значно більше й становив у середньому 2,8% у рік. Ці розходження в темпах росту відбивають до деякої міри тенденцію останнього років до більше широкого використання матеріалів з більше низькою вагою квадратного метра. Деякою мірою це пов'язане із впровадженням у виробництво технічних рішень, що дозволяють одержувати картон з більше низькою вагою квадратного метра, але з тими ж параметрами міцності. Заслужовує на увагу той факт, що процес зменшення ваги квадратного метра марок картону, використовуваного для виготовлення коробок, є значною мірою похідним від впливу проблем, пов'язаних з охороною навколишнього середовища, і упору на зниження виробничих витрат і витрат, пов'язаних з дистрибуцією впакування. У багатьох країнах плата, пов'язана з повторною переробкою, прямо залежить від перероблюваної маси, що, і це головне через що виявляється тиск,

спрямований на зменшення маси впакування за рахунок зниження ваги квадратного метра використовуваного картону. Крім того, в останні роки в Європі вплив фірм, пов'язаних з роздрібним продажем, змусив виробників картонного впакування піти на деяке зменшення прибутку, що обумовлено безперервним тиском з боку цих фірм, спрямованим на зменшення ціни впакування, що прямо веде до необхідності зменшення маси впакування для того, щоб зберегти рівень прийняттого прибутку. Протягом найближчих п'яти років очікується, що ринок складних коробок і далі буде мати тенденцію до зростання, але темпи цього росту вже не будуть настільки високими, а будуть перебувати в межах приблизно 0,8% у рік.

Отже, можна зробити висновок, що картонна упаковка, і, зокрема, картонні пачки, перебувають зараз на етапі свого прогресивного розвитку, який, за прогнозами спеціалістів, буде тривати принаймні ще кілька найближчих років.

1. Існуючі способи формоутворення картонних пачок із плоско складених заготовок, обладнання і методи розрахунку його параметрів

1.1. Технологічний процес формоутворення картонної пачки із плоско складеної заготовки

Технологічні процеси формоутворення картонних пачок із плоско складених заготовок складаються з гама різноманітних технологічних операцій. Число операцій в одному процесі залежить від поставленої задачі, тобто від характеристик самої пачки, які вона повинна отримати після завершення технологічного процесу (певну форму в залежності від її конструкції, оформлення і т.п.). Всі характеристики пачки обов'язково відбиваються на технологічному процесі її створення шляхом наявності чи відсутності тих чи інших технологічних операцій.

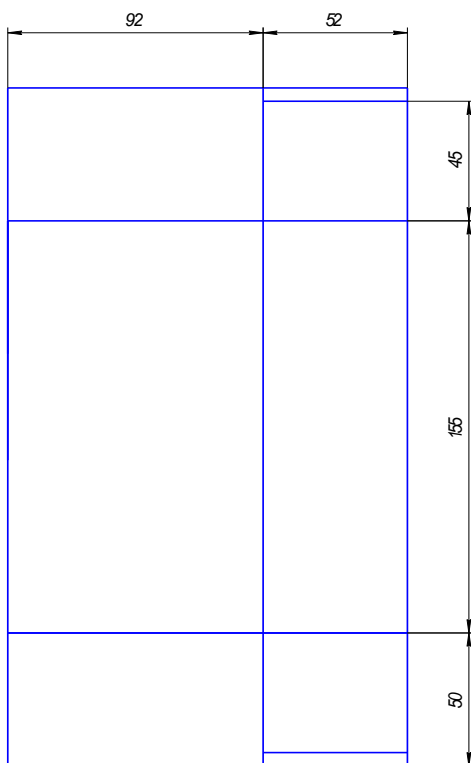


Рис.1.1 Заготовка для картонної пачки автомату для пакування сипких харчових продуктів в картонні пачки

Конструкції пачок, а отже і заготовок для них, вражають своєю різноманітністю. Використання пачок певної конструкції для пакування певної продукції залежить від виду продукту (його реологічних властивостей, що накладають відбиток на особливості процесу пакування), функцій, які повинна виконувати упаковка, дизайнерських рішень. В даній роботі будемо розглядати найбільш типовий варіант заготовки для картонної пачки, зображений на рис.1. Наведена заготовка висікається висічним штампом з листа картону (при цьому штамп робить відповідні прорізи для подальшого утворення клапанів). Далі на верстаті у відповідних місцях робляться канавки (зіги), які позначають лінії згинів. Заключним етапом при виготовленні заготовки для картонної пачки є склеювання висічки по найдовшій грані і підтискання заготовки. В результаті отримуємо готову заготовку для картонної пачки (рис.3).

В результаті аналізу кількох різних машин для пакування харчових продуктів в картонні пачки, було зроблено висновок, що широка гамма технологічних операцій, які призначені для отримання в кінцевому варіанті готової упаковки, можна поділити за призначенням технологічних операцій на 7 груп наступним чином:

- виділення одиничної плоско складеної заготовки з масиву в магазині;
- формоутворення пачки з плоско складеної заготовки;
- формування дна пачки (нанесення клею на клапани та їх загинання);
- заповнення пачки продукцією;
- формування кришки пачки (нанесення клею на клапани та їх загинання);
- маркування, нанесення дати виготовлення, контроль якості заповнених пачок;
- виведення готових пачок з продукцією із пакувальної машини.

Розглянемо один з варіантів технологічного процесу формоутворення пачки із заготовки рис.1, який передбачений в автоматі для пакування сипких харчових продуктів (який також включає в себе процес пакування):

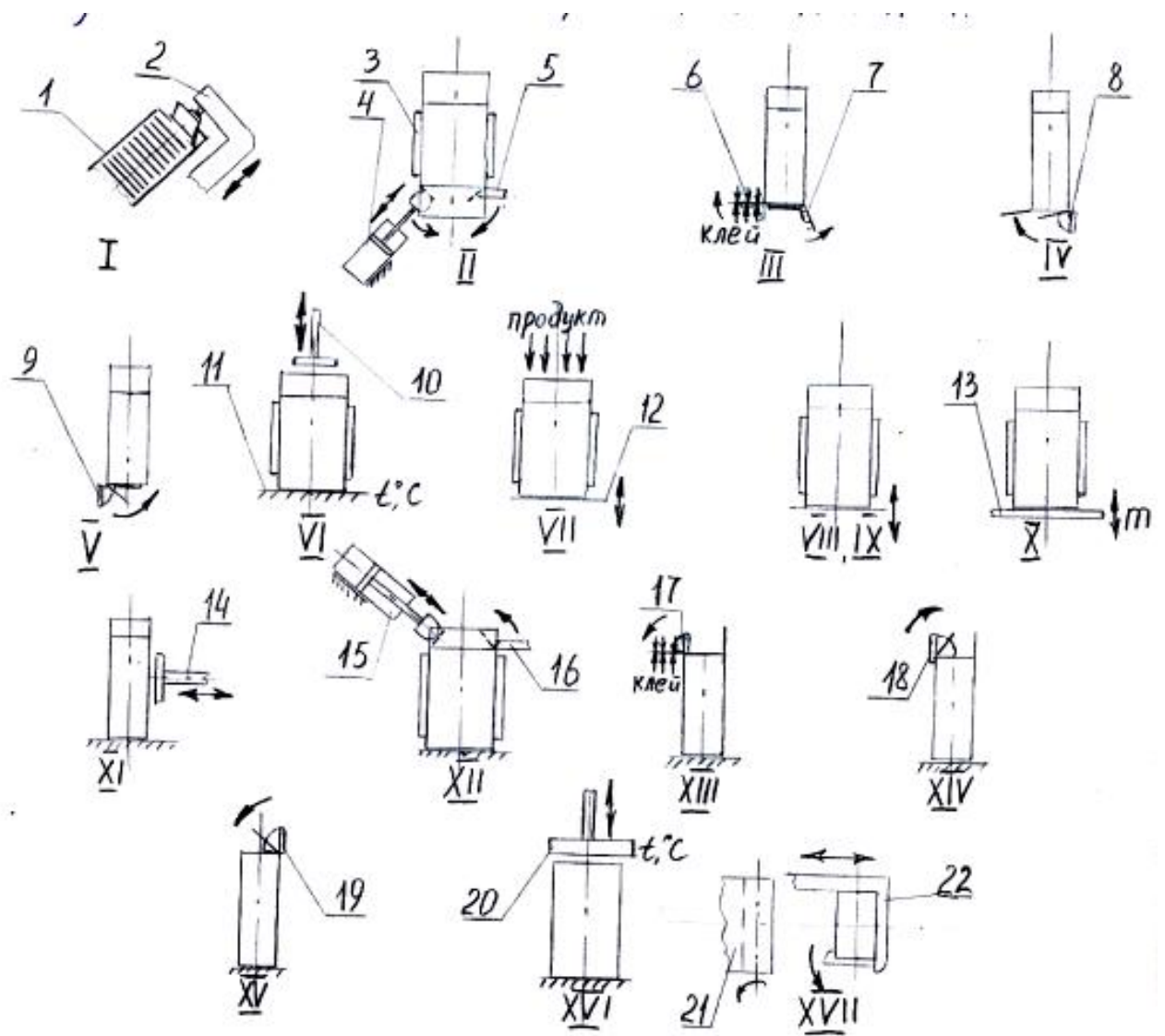


Рис.1.2 Технологічна схема процесу формування пачки та пакування продукції.

Даній технологічній схемі відповідає така технологічна карта:

Табл. 1.1.

№ позиції	Основні і допоміжні операції	Елементи операції	№ робочого органу
I	Виділення заготовки з магазину і надання їй об'ємної форми	—	2
II-VI	Формування дна пачки	Підгинання переднього і заднього нижніх клапанів	4,5
		Відгинання бічних нижніх клапанів	7,8
		Нанесення клею	6

		Закриття дна	9
		Притискання нагрівальною пластиною дна	10,11
VII	Фасування солі в пачку	—	
VII-IX	Ущільнення солі в пачці	—	12
X	Зважування пачки	—	13
IX	Відбраковування пачок з неприйнятною вагою	—	14
XII- XVI	Формування верхньої грані пачки	Підгинання переднього і заднього верхніх клапанів	15,16
		Відгинання бічних верхніх клапанів	17,18
		Нанесення клею	17
		Закриття верхньої грані пачки	19
		Притискання верхньої грані нагрівачем	20
XVII	Виймання пачки з карману ротора і відведення її відвідним конвеєром		21,22

Даний технологічний процес реалізований таким чином.

Магазин 1 містить запас плоско-складених заготовок. Так, масив плоско-складених заготовок кареткою притискається до упору з одного боку та копіру з іншого, які призначені для надання плоско-складеним заготовкам об'ємної форми. Плоско-складені заготовки виймаються з масиву вакуум-захоплюючим пристроєм 2. Цей пристрій приводиться до руху за допомогою пневмо циліндру. Так, в крайньому положенні, коли шток пневмо циліндру втягнутий вакуум-генератор створює вакуум необхідної глибини, і вакуум-захоплюючий пристрій 2, притиснутий в цей час до масиву заготовок, захоплює одну з них. На робочому ході заготовка розгортається при протягуванні її по копіру. В крайньому положенні, коли шток пневмо циліндру витягнутий в кармані ротора опиняється вже розгорнута (об'ємної форми) заготовка. В цьому положенні скидається вакуум, а шток

залишається ще деякий час, доки ротор не відведе карман із заготовкою на “безпечну” відстань. Потім шток пневмоциліндра втягується і цикл роботи повторюється.

На настилі, по якому переміщується заготовка в кармані ротора, закріплені напрямні, які розводять нижні бічні клапани пачки на невеликий кут для запобігання їх неконтрольованого підгинання.

Далі при обертанні ротора верхні бічні клапани заготовки розводяться напрямними для зручності виконання наступних операцій (фасування, пакування). Випаданню пачки з карману ротора запобігає обмежувач. Далі важелем 4 та 5 підгинаються передній та задній нижні клапани заготовки, а важелем 7 відгинається правий нижній бічний клапан. Важіль 4 являє собою пневмоциліндр, розташований під кутом 30° до горизонту, важіль 5 — систему напрямних площин. Після цього клейовим апаратом клей наноситься на відігнутий важелем 6 нижній бічний клапан, а також на підігнуті передній та задній нижні клапани заготовки. Клейовий апарат представляє собою ємність з клеєм, в яку підведене стиснуте повітря. Тиск в простір над клеєм подається дискретно (в момент, коли в позиції нанесення клею є пачка). Отже, клей “витискається” стисненим повітрям у трубопровід, який занурений у клейову ванну. Клей наноситься у 9-ти точках (5 — на бічному клапані і по 2 на передньому і задньому). Після цього напрямною 9 загинається лівий нижній бічний клапан (без клею), а далі — напрямною 8 загинається правий нижній бічний клапан (з клеєм). Далі притискачем 10 дно пачки притискається до нагрітої площини 11. Притискач 10 (механізм формування дна) являє собою пневмоциліндр, розташований вертикально. На штоку пневмоциліндра закріплена притискна пластина, яка на робочому ході заходить в середину пачки і на протязі вистою притискає дно пачки до нагрітої нагрівачами до необхідної температури площини. В наступній позиції відбувається фасування сипкої харчової продукції в пачку.

Фасування відбувається за допомогою карусельного дозатора зі стаканчиками об'ємного типу. Сипка продукція, вивантажена із стаканчика дозатора, потрапляє у воронку, з якої вже потрапляє безпосередньо в пачку.

В позиції фасування, а також в наступній позиціях відбувається ущільнення продукції в пачці. Воно відбувається за рахунок проходження пачки по вібраційній площині, яка приводиться в рух вібратором 12. Вібратор являє собою корпус, на якому закріплений електромагніт. На цьому ж корпусі закріплені листові пружини, на кінці яких кріпиться пластина з матеріалу, який підлягає дії магнітного поля електромагніту. З іншого боку пружин закріплена вібраційна площина, по якій і проходить пачка.

Наступна позиція — позиція контролю ваги. На плиті закріплена тензометрична система зважування 13. Інформація про вагу пачки обробляється мікропроцесорним контролером, і, якщо вага пачки виходить за межі, допустимі стандартом, то в наступній позиції спрацьовує зіштовхувач в бункер 14. Механізм відбраковування пачок приводиться в рух за допомогою електромагніту.

Далі передній та задній верхні клапани пачки підгинаються важелями 15 і 16, які являють собою похило закріплений пневмо циліндр та систему напрямних. Далі важелем відхиляється правий верхній бічний клапан. Лівий верхній бічний клапан залишається відігнутих напрямною. У такому положенні пачка потрапляє у клейовий апарат 17, який наносить клей на верхні клапани пачки. Його конструкція і принцип роботи аналогічний до апарату, який наносить клей на нижні клапани пачки, описаному вище. Далі напрямною 18 закривається лівий верхній бічний клапан пачки (без клею), напрямною 19 — правий. В позиції, де закріплена напрямна 19, знаходиться, також, механізм нанесення дати. Механізм нанесення дати являє собою безконтактну струменеву головку. В наступній позиції спрацьовує притискач 20, який представляє собою вертикально закріплений пневмо циліндр. На штоку пневмо циліндра закріплена нагрівальна площина, яка при зупинці штоку у крайньому витягнутому положенні притискає і нагріває верхню

грань пачки (для кращого склеювання клапанів пачки). Після цього пачка потрапляє під притискач. З-під цього притискача у наступній позиції ротора пачку з карману виводить штовхач 22 (конструкція і принцип дії аналогічний до конструкції і принципу роботи механізму подачі заготовок магазину 2). штовхач 22 виймає пачку з карману ротора і переміщує її на відповідний конвеєр 21.

Відвідний конвеєр 21 являє собою 2 паралельні стрічкові конвеєри, робота яких синхронізована за рахунок приводу від однієї ланцюгової передачі. Ці паралельні конвеєри на протязі часу транспортування пачок притискають верхні грані пачок тим самим покращуючи якість склеювання клапанів.

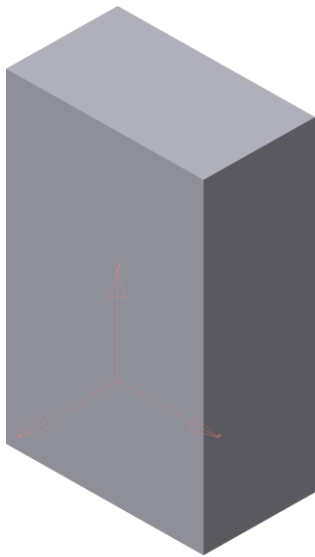


Рис.1.3. Пачка (отримана із заготовки рис.1.1)

1.2. Систематизація і аналіз сучасних технологій і обладнання для формування пачок

1.2.1. Аналіз існуючого обладнання

Потрійні карусельні автомати для виготовлення, наповнення й запечатування твердих пакетів.

Залежно від виду продукту на автоматах цього типу може бути виготовлений подвійний пакет, що складається із зовнішнього твердого пакета й внутрішній м'якого, або одинарний твердий пакет. Автомати можуть бути оснащені різними дозуючими пристроями. Для легко сипучих кристалічних або зернистих продуктів застосовуються об'ємні дозатори з мірними склянками; для важко сипучих об'ємні шнекові дозатори; для продуктів, насипний вага яких різко змінюється, застосовуються вагові дозатори.

Схематичне креслення потрійного карусельного фасувально-пакувального автомата типу АП2Б с об'ємним шнековим дозатором даний на рис. 8. Автомат призначений для фасування й пакування порошку какао, кава, дитячого борошна, цукрової пудри, крохмалю й т.п. порошкоподібних продуктів у виготовлені на ньому подвійні тверді пакети. Вага продукту в готовому пакеті від 100 до 250 г.

Автомат складається з наступних частин: групи механізмів 7 для намазування клеєм, відрізання й подачі тонкого паперу для внутрішнього пакета з рулону на пакетну карусель; групи механізмів 2 для подачі картонної етикетки зовнішнього твердого пакета на цю же карусель; пакетної каруселі 3 з формами й механізмами для виготовлення пакетів; шнекового дозатора 4; насипної каруселі 5, на якій продукт насипається в пакет з дозатора, разом з пакетом струшується й зважується; пакувальної каруселі 6, на якій запечатуються внутрішній і зовнішній пакети; електродвигуна 7 для привода автомата; транспортера 8 для готових пакетів.

На рис. 5 наведена технологічна схема автомата, по якій можна простежити процес виготовлення, наповнення й запечатування пакета.

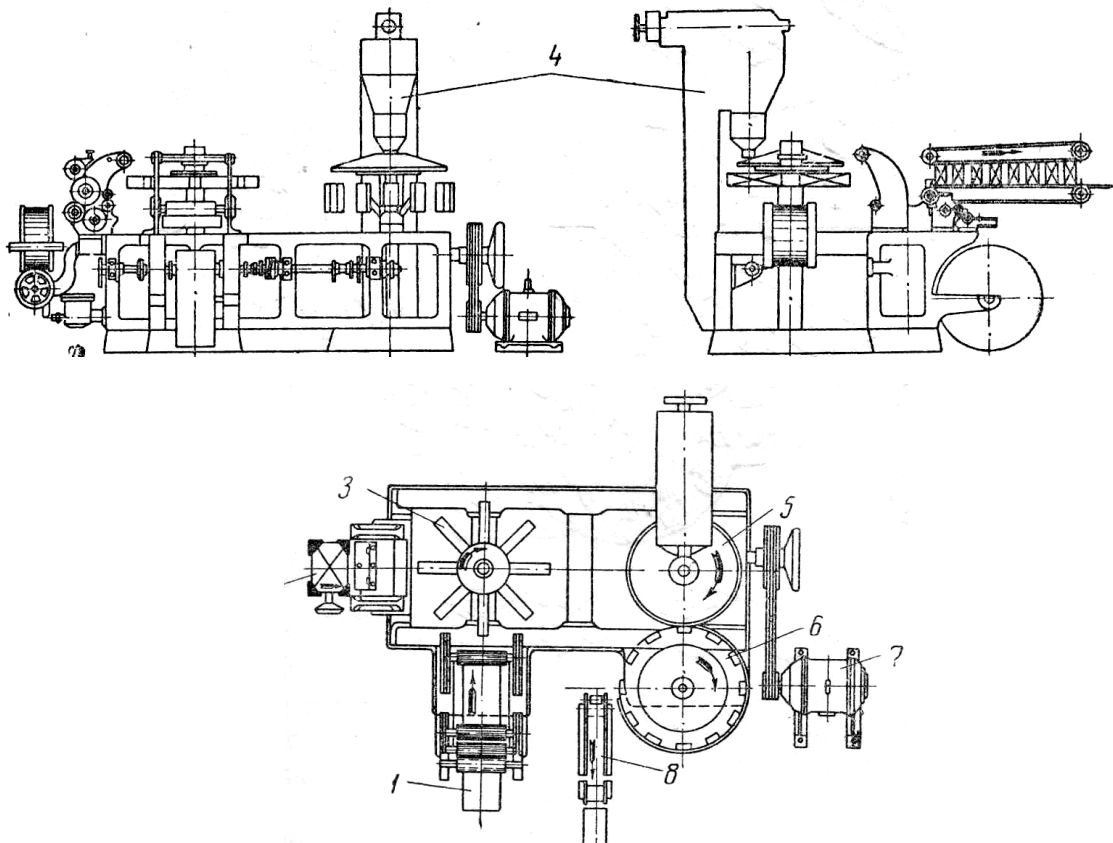


Рис.1.4. Потрійний карусельний фасувально-пакувальний автомат типу АП2Б з об'ємним шнековим дозатором.

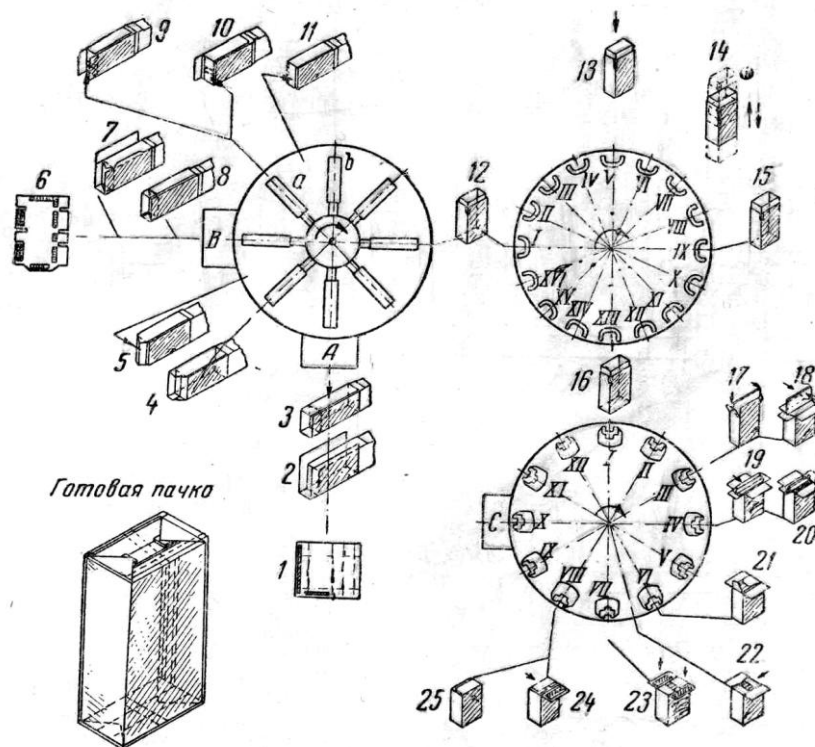


Рис.1.5. Технологічна схема потрійного карусельного фасувально-пакувального автомата типу АП2Б.

Пакетна карусель має вісім форм, на яких виготовляються подвійні пакети. У позиції А відбувається подача відрізаної паперової заготовки для внутрішнього м'якого пакета з нанесеними смужками клею (операція 1), формування внутрішнього пакета (операція 2) і заклеювання його поздовжнього шва (операція 3). Після повороту форми на 45° у наступній позиції загортається права й при подальшому повороті ліва широкі сторони денця внутрішнього пакета (операції 4 і 5).

У позиції В відбувається подача зі стопки висіченої картонної етикетки для зовнішнього твердого пакета з нанесеними смужками клею (операція 6), формування зовнішнього пакета (операція 7) і заклеювання його поздовжнього шва (операція 8).

У позиції С зашпаровуються, разом з куточками денця внутрішнього пакета, вузькі стулки денця зовнішнього пакета (операція 9), а потім права й, при подальшому обертанні каруселі, ліва широкої стулки зовнішнього пакета (операції 10 і 11).

У позиції D притискається денце зовнішнього пакета для кращого його склеювання й проставляється дата випуску, а потім під час повороту форми на 90° денце притискається напрямною пластиною.

Коли форма пакетної каруселі стане в позицію, що збігається з поздовжньою віссю машини, пакет знімається з форми й подається в механізм обертання пакета й після повороту на 90° у перший карман насипної каруселі, що має 16 кишень (операція 12).

Після повороту насипної каруселі на 90° у пакет з дозатора насипається продукт (операція 13). При цьому пакет піднімається і підводить до затвора дозатора, на пластині якого є лапки, що розсовують стулки внутрішнього пакета. У кожній з трьох наступних позицій пакет струшується для ущільнення продукту (операція 14), а коли кишень насипної каруселі стане в позицію, що збігається з поздовжньою віссю машини, виробляється контрольне зважування пакета із продуктом (операція 15).

Після подальшого повороту насипної каруселі на 90° кишеню з пакетом стає проти пакувальної каруселі й у цій позиції пакет передається в першу кишеню пакувальної каруселі, що має 12 кишень (операція 16).

Далі кишеня з пакетом після повороту каруселі на 60° стає в позицію, у якій розправляється й обжимається верхня частина внутрішнього пакета з одночасним відгинанням стулок зовнішнього пакета (операції 17 і 18). У наступній позиції два рази перегинається верхня частина внутрішнього пакета для утворення замка у вигляді гармоніки (операція 19), обжимається й опускається замок внутрішнього пакета (операція 20).

У наступних позиціях послідовно зашпаровуються вузькі стулки зовнішнього пакета (операції 21 і 22), наноситься клей на широкі стулки (операція 23) і вони зашпаровуються (операції 24 і 25), а потім підсушується верхній торець пакета під нагрівальною плиткою.

У позиції Е готовий пакет виштовхується з пакувальної каруселі на транспортер для готових пакетів. Транспортер складається із двох стрічок, нижньої й верхньої, що рухаються в одному напрямку, між якими переміщається пакет. За рахунок притиснення верхньої стрічки верхній торець пакета міцно склеюється. Після виходу із транспортера, пакети надходять на прийомний стіл і укладаються в коробки або ящики.

Вакуум-насос автомата забезпечує роботу присмоктувачів, які відокремлюють етикетку зі стопки. Автомат приводиться від електродвигуна потужністю 2,8 КВт. Кінематична схема привода автомата дана на рис. 6.

Від електродвигуна 61 через клинову пасову передачу приводиться в обертання шків 42, розміщений на проміжному валу. При включенні фрикційної муфти 43 починає рухатися проміжний вал, від якого через циліндричну зубчасту передачу 40—39 приводиться в рух задній кулачковий вал. При виключеній муфті, за допомогою маховика 44, автомат можна повертати вручну.

Від заднього кулачкового вала кінчними шестірнями 36, 37 і 21, 20 рух передається правому й лівому кулачковим валам, а від останнього

конічними шестірнями 6—5-передньому кулачковому валу й ланцюговій передачі 10, 11 — кулачковому валу механізмів подачі етикеток. Від правого кулачкового й вала ланцюговою передачею 57—54 рух передається кулачковому валу механізмів перегину внутрішнього пакета. Всі кулачкові вали обертаються з однаковою кутовою швидкістю.

Задній кулачковий вал складається із двох частин, з'єднаних муфтою 29. Від нього конічними шестірнями 26—28 і 31—82 приводяться в рух водила мальтійських механізмів 27 і 33, які передають періодичний рух із зупинками мальтійським хрестам з вісьмома пазами 22 і 35, що сидять на вертикальних валах пакетної й насипної каруселей. Вертикальний вал пакувальної каруселі приводиться в рух від вертикального вала насипної каруселі циліндричними шестірнями 45, 55 і 59. Насипна карусель за допомогою двох пар співвісних циліндричних шестірень (на схемі не показані) приводиться в періодичний рух із зупинками від вертикального вала насипної каруселі.

Від заднього кулачкового вала циліндричними шестірнями 39, 38 приводиться в рух шнековий дозатор, ексцентриком 18 — вакуум-насос і кулачком 41 — механізм контролю ваги. Від переднього кулачкового вала зірочкою 1 приводяться в рух валики, що розмотують із рулону папір для внутрішнього пакета, і сегмент, що наносить на папір клей. Від того ж вала шестірнею 2 приводиться в рух валик, що подає паперову стрічку, з нанесеними на ній смужками клею, до ножиців, зірочкою 69 — регулятор подачі клею й зірочкою 67 — транспортер для готових пакетів.

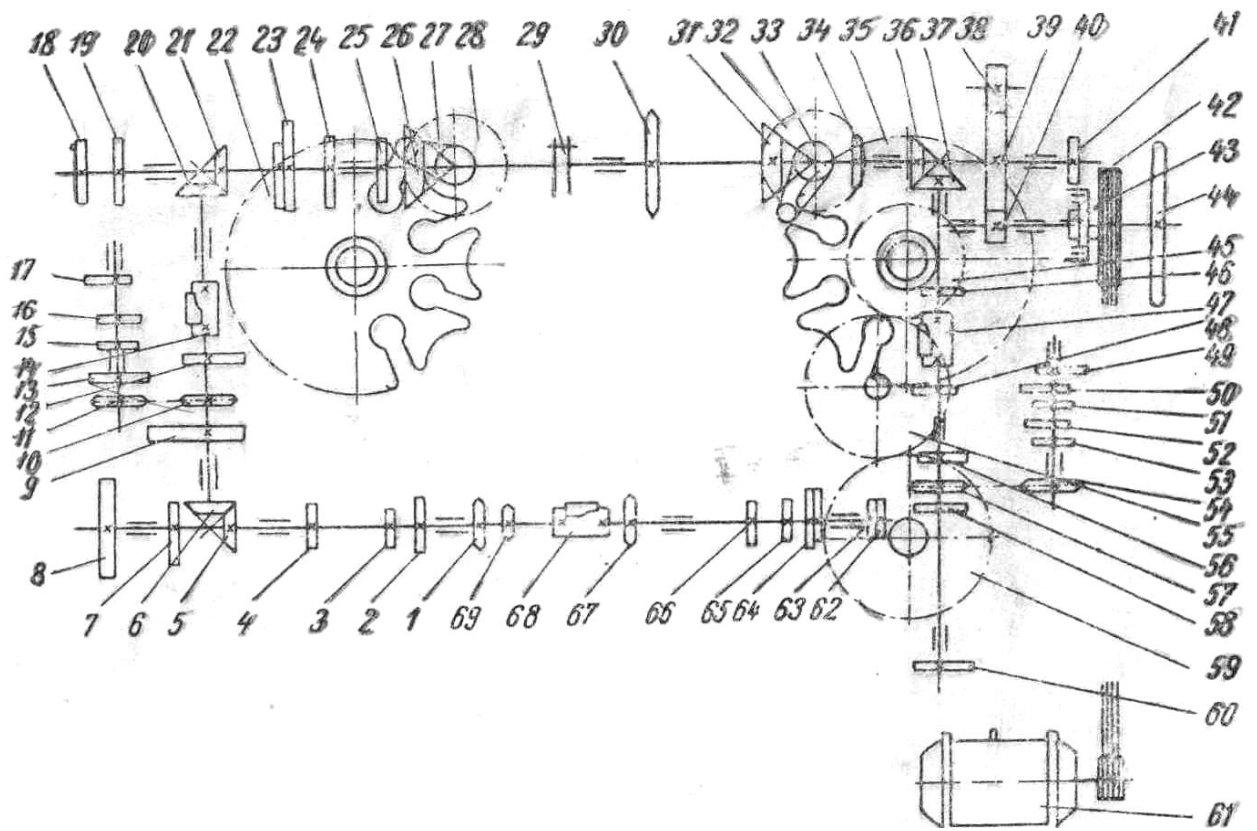


Рис.1.6. Кінематична схема потрійного карусельного фасувально-пакувального автомата типу АП2Б.

Виконавчі механізми автомата приводяться в рух кулачками 3, 4, 7—9, 12, 14—17, 19, 23—25, 34, 46—53, 56, 58, 60, 62—66, 68, шестірнею 13 і зірочкою 30.

Карусельно-лінійні автомати для виготовлення, наповнення й запечаткування твердих пакетів

Схематичне креслення карусельно-лінійного автомата типу АПД, призначеного для фасування й пакування кукурудзяних та вівсяних пластівців у виготовлені на ньому подвійні тверді пакети, представлено на рис. 7. Вага продукту в готовому пакеті: кукурудзяних пластівців — 300 г, вівсяних — 1000 г.

Автомат складається з наступних основних частин: електродвигуна 1; групи механізмів 2 для намазування клеєм, відрізання і подачі тонкого паперу для внутрішнього пакета з рулону на карусель для виготовлення пакетів; групи механізмів 3 для подачі картонної етикетки зовнішнього твердого пакета на пакетну карусель; пакетної каруселі 4 з формами й механізмами для виготовлення пакетів; тички 5, за допомогою якої продукт із дозатора надходить у пакет; лінійної насипної і пакувальної машини 6, на якій продукт насипається в пакет з дозатора, разом з пакетом струшується, а потім запечатуються внутрішній і зовнішній пакети; транспортера 7 для готових пакетів; вагового дозатора 8, що складає із трьох автоматичних ваг.

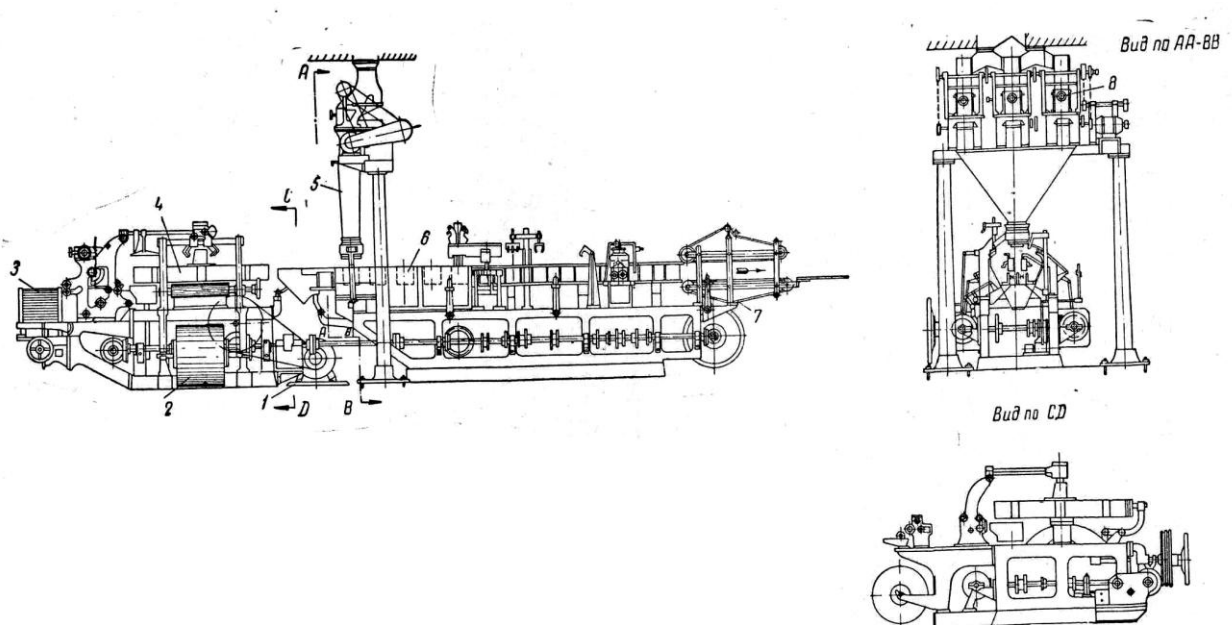


Рис. 1.7. Загальний вид карусельно-лінійного автомата типу АПД

Технологічна схема лінійної машини автомата наведена на рис. 8. Внутрішній і зовнішній пакети в автоматі даного типу виготовляються в такій самій послідовності, як і на потрійному карусельному фасувально-пакувальному автоматі (рис. 5). Виготовлений пакет знімається з форми пакетної каруселі й подається в кишеню I лінійної насипної й пакувальної машини, що має 14 кишень (операція 1).

Після переміщення пакета в II кишеня, у нього з дозатора через тічку насипається продукт (операція 2). В II, III, IV і V кишенях пакет струшується, щоб ущільнився продукт.

В VI і VII кишенях розправляється й обжимається верхня частина внутрішнього пакета й одночасно відгинаються стулки зовнішнього (операції 3 і 4). В VIII і IX кишенях верхня частин-внутрішнього пакета двічі перегинається, утворюючи замок у види-гармоніки, що потім опускається (операції 5, 6 і 7).

У X кишені вузькі стулки зовнішнього пакета піднімаються (операція 8), а в XI і при наступному переміщенні пакета— зашпаровуються (операції 9 і 10). В XII кишені на праву широку стулку зовнішнього пакета наноситься клей (операція 11), в XIII закривається ліва широка стулка й в XIV права (операції 12 і 13), після чого готовий пакет виштовхується на транспортер.

Автомат типу АПД приводиться в дію від електродвигуна потужністю 4,5 КВт. Продуктивність його - 34 пакета у хвилину.

Спрощеною модифікацією даного автомата є карусельно-лінійний фасувально-пакувальний автомат типу АП1Д, призначений для фасування й пакування коротко - різаних макаронних виробів у виготовлені на цьому ж автоматі жорсткі пакети. Вага продукту в готовому пакеті 500-1000г.

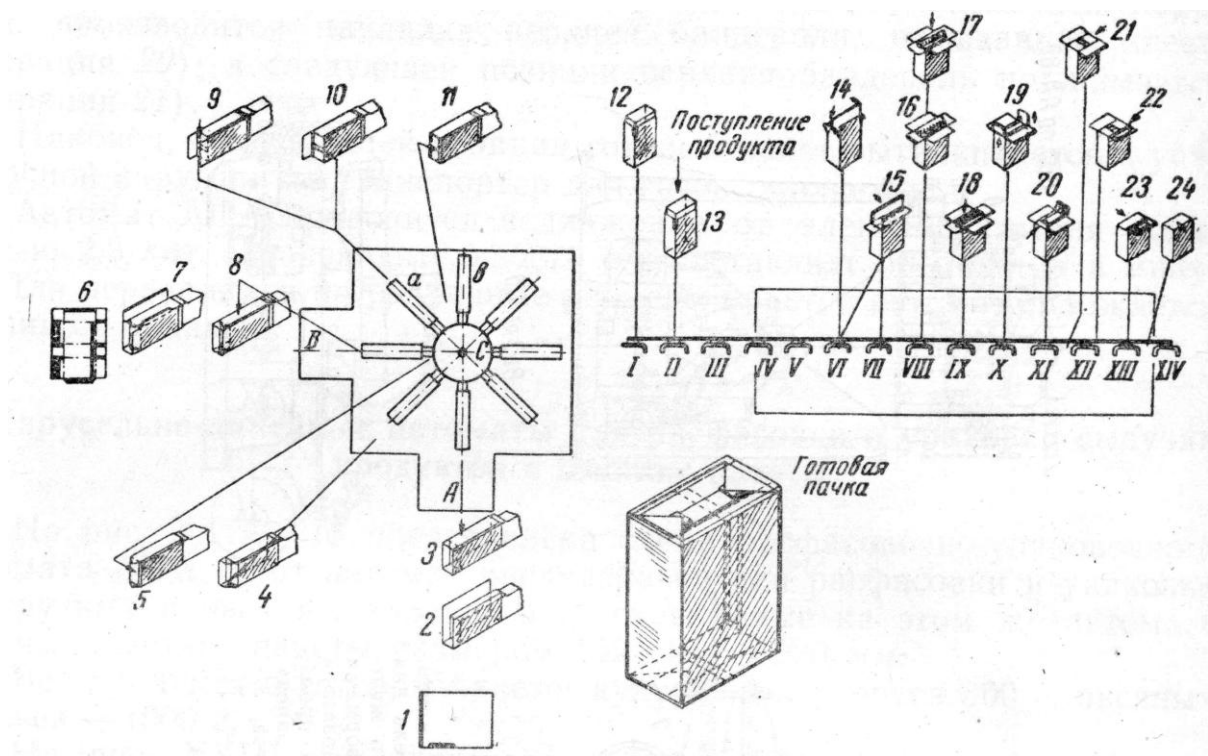


Рис.1.8. Технологічна схема лінійної машини фасувально-пакувального автомата типу АПД.

Автомат типу АПДД приводиться в дію від електродвигуна потужністю 4,5 кет. Продуктивність його - 25-30 пакетів у хвилину.

Автомат для пакування солі в картонні пачки АПС-35

В результаті інформаційного пошуку було встановлено, що прототипом автомату, який розроблявся мною в дипломному проекті, можна вважати автомат для пакування солі в картонні пачки масою 0.5 кг—АПС-35. Принцип роботи автомату АПС-35.

Вакуум-захоплюючий пристрій, закріплений на „Г”-подібному захваті (який приводиться в рух від пневмо-циліндра) захоплює плоско складену заготовку з магазину 1, яка під час робочого ходу вакуум-захвату розгортається (при взаємодії з копіром) і набуває об’ємного вигляду. Об’ємна заготовка розташовується в кармані ротора (ротор має 12 карманів). Під час руху пачки в кармані ротора з нею відбуваються всі технологічні операції.

Так, напрямними 2 розводяться верхні бічні клапани (сіль під час фасування менше розсипається).

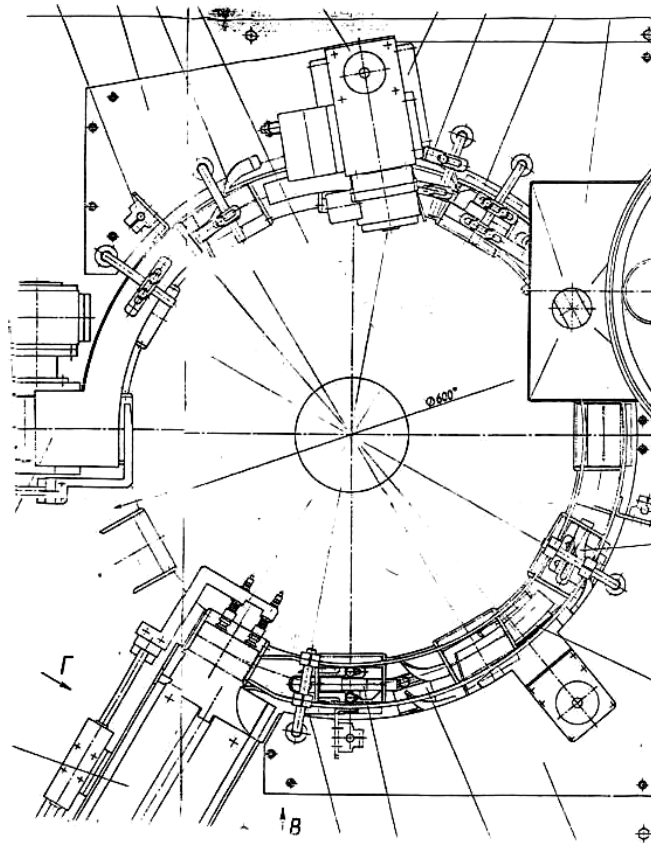


Рис.1.9 Вид зверху автомату АПС-35.

Далі пневмо циліндром 3 і важелем 4 підгинаються нижні задній і передній клапани відповідно. Важелем 5 нижній правий клапан заготовки відгинається для подальшого нанесення на нього клею, а нижній лівий клапан загинається як і потрібно для формування дна пачки. На правий нижній відігнутий клапан і передній та задній нижні клапани клейовим апаратом 6 наноситься клей (ПВА + вода), напрямною 7 клапан з нанесеним клеєм загинається і дно пачки стає вже повністю сформованим.

В наступній позиції маємо вистій пачки для кращого склеювання клапанів, що формують дно. В наступній позиції відбувається фасування солі в пачку. Фасування відбувається дозатором зі стаканчиками карусельного компонування 8 (має 8 стаканчиків). Одночасно з цим в цій і наступній позиції відбувається ущільнення солі в пачці в наслідок дії вібраційної

площини. Далі відбувається формування верхньої грані пачки: пневмоциліндром 9 і важелем 10 відбувається підгинання переднього і заднього верхніх клапанів. Важелем 11 відбувається відгинання правого верхнього клапана для подальшого нанесення на нього клею, а лівий верхній клапан притискає передній і задній верхні клапани. Клейовим апаратом 12 на відігнутий правий верхній клапан наноситься клей. Цей клапан направляючою 13 загинається і повністю закриває верхню грань пачки. Для кращого склеювання клапанів верхньої грані пачки в наступній позиції пачка притискається при жимом 14. Притиснута притискачем, пачка проходить до наступної позиції, в якій захватом 15 вона виймається з карману ротора і переміщується на відповідний стрічковий конвеєр 16. В карманах ротора пачки (заготовки) утримуються за рахунок обмежувача 17. Остання (дванадцята) позиція ротора є порожньою.

Технічна характеристика автомата для пакування солі АПС-35:

- продуктивність – 60 пачок/хв.;
- тип пачки – картонна складна з клапанами, проклеєна по повздовжньому шву, у вигляді плоско складеної заготовки;
- розміри пачки (L×B×H) 45×75×125 мм;
- маса пачки – 0,5 кг;
- тип приводів – електромеханічні, пневмомеханічні;
- встановлена потужність – не більше 2 кВт;
- параметри мережі живлення – напруга 380 В, частота 50 Гц, 3-ьохфазна;
- тиск повітря в магістралі – 4 бар;
- витрати повітря – не більше 420 л/хв.;
- тип автоматики – програмний, із зворотним зв'язком;
- маса автомату - 800 кг;
- габаритні розміри автомату (L×B×H) 2250×1560×1768 мм;
- обслуговуючий персонал – 1 оператор;

1.2.2. Аналіз способів і пристроїв для формування пачок представлених у патентованих розробках

В ході проведення патентного пошуку було опрацьовано кілька патентів з метою виявлення способів і пристроїв, які використовуються для формоутворення картонних пачок.

Патент (19)RU (11)2141437 (13)С1 (51)В 65 В 3/02: „Установка для формування пакетів коробчастої форми і заповнення їх текучим продуктом”

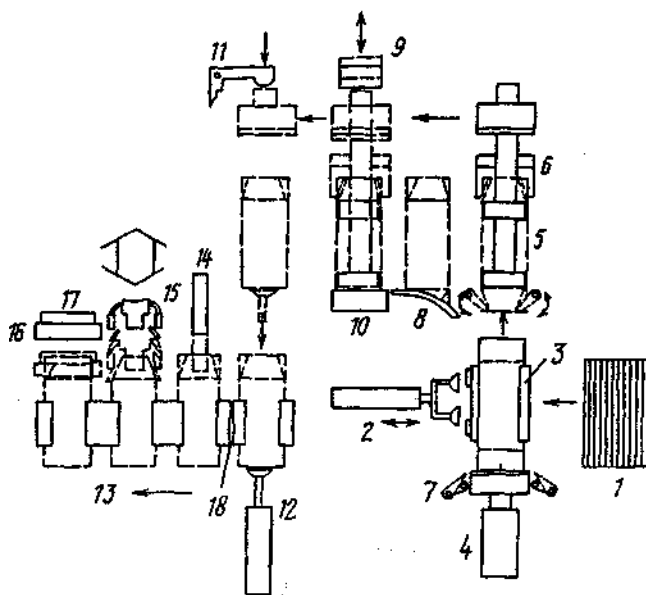


Рис.1.10. Технологічна схема установки для формування пакетів коробчастої форми і заповнення їх текучим продуктом

Цикл формування й заповнення одного пакета здійснюється в наступній послідовності. Вакуумний захват 2 подає з касети магазина-живильника 1 бланк на кутові фіксатори 3. При русі бланк розкривається й потім фіксується на стійках фіксаторів. Вакуумний захват відходить убік і починається нагрівання дна заготовки потоком гарячого повітря, що надходить через сопла нагрівача 4. При цьому відбувається вертикальне переміщення всього вузла з розкритою заготовкою, що надівається на оправку 5, де за допомогою двох кутників 6 здійснюється загибання верхньої частини заготовки, під час вдягання бланка на оправку відкривається замок внутрішньої фіксуєної стійки, після чого спрацьовує механізм пристрою 7, що загинає дно пакета. Потім каретка із закріпленою на ній оправкою із

заготовкою починає рух у горизонтальному напрямку, у процесі якого напрямні 8 формують дно пакета й оправка зупиняється під пресом 9. Оскільки оправка на каретці встановлена з можливістю руху у вертикальній площині, то під дією преса вона рухається вниз до упору 10 і притискає складену нижню частину заготовки. Відбувається запечатування дна пакета. Через певний час прес припиняє тиск на оправку й вона повертається у верхнє положення.

Відразу після цього каретка з оправкою продовжує горизонтальний рух у тому ж напрямку і на заключній ділянці каретка натискає на важіль 11, що, повертаючись, давить на верхню частину оправки й опускає її до торкання дна пакета вакуумним захватом 12, розташованим у місці зупинки пакета під його дном. Вакуумний захват стягає пакет з оправки й вставляє його в механізм 13, що рухає пакет у кроковому режимі.

Кроковий механізм синхронізований з попередніми вузлами таким чином, що як тільки він робить перший крок з пакетом, черговий бланк завантажується в пристрій і починаються операції формування дна пакета.

На першому кроці пакет встановлюється в місце, де відбувається його наповнення продуктом за допомогою продуктової трубки 14, що опускається всередину пакета, що виключає влучення бризків продукту на краї пакета.

На другому кроці пакет встановлюється в місце нагрівання верху пакета, де сопла нагрівача 15 опускаються як усередину пакета, так і з його боків, при цьому трубками спеціальної форми загинається верх пакета.

На третьому кроці пакет встановлюється в місце запечатування верху пакета, де на пакет зверху опускається механізм 16, що складає верх пакета й прес 17, що запечатує його.

Кроковий механізм дозволяє при необхідності збільшити число кроків руху заготовки пакета, наприклад, щоб крім розливу рідкого продукту у пакет, на одному із кроків додавати в нього сухий наповнювач, наприклад,

йогурт зі шматочками ягід або перед розливом продукту здійснювати антибактерицидну обробку пакета у вузлі 18.

Вузол наповнення-нагрівання-запечатування являє собою єдиний блок, що здійснює рух у вертикальній площині нагору і вниз.

Патент (19)SU (11)1756210 (13)A1 (51)В 65 В 43/26: „Пристрій для формування коробів із плоско складених картонних заготовок”

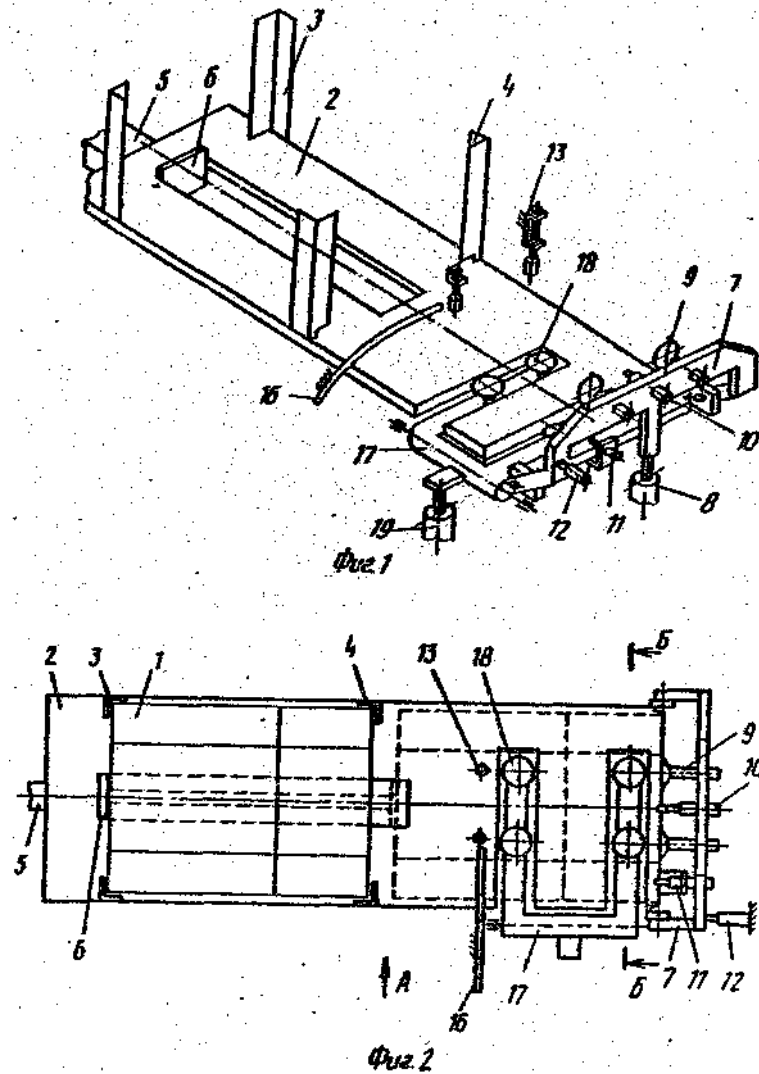


Рис.1.11. Загальний вигляд пристрою для формування коробів із плоско складених картонних заготовок

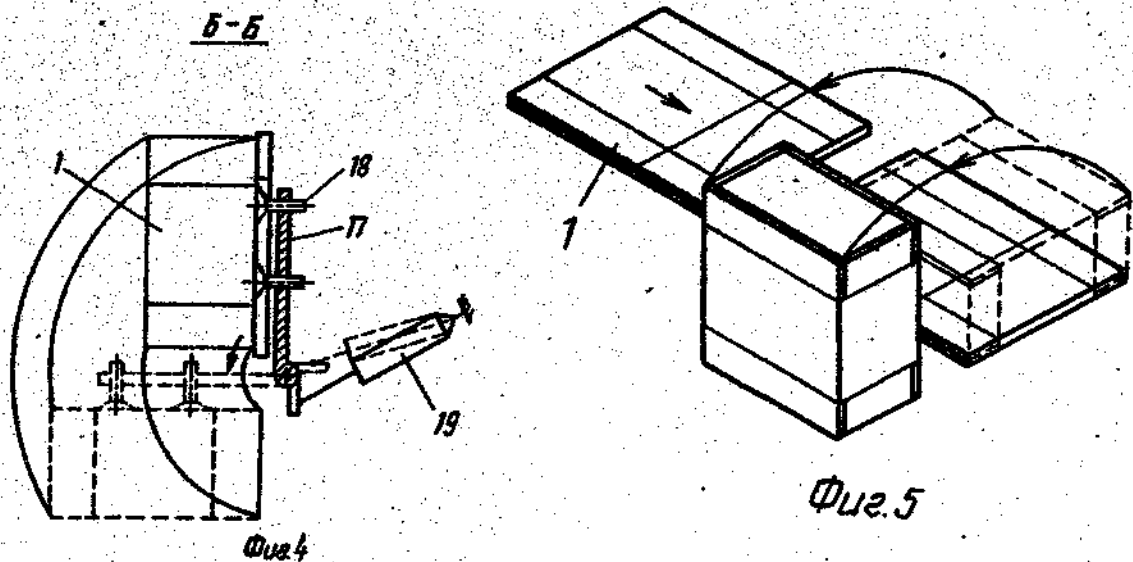
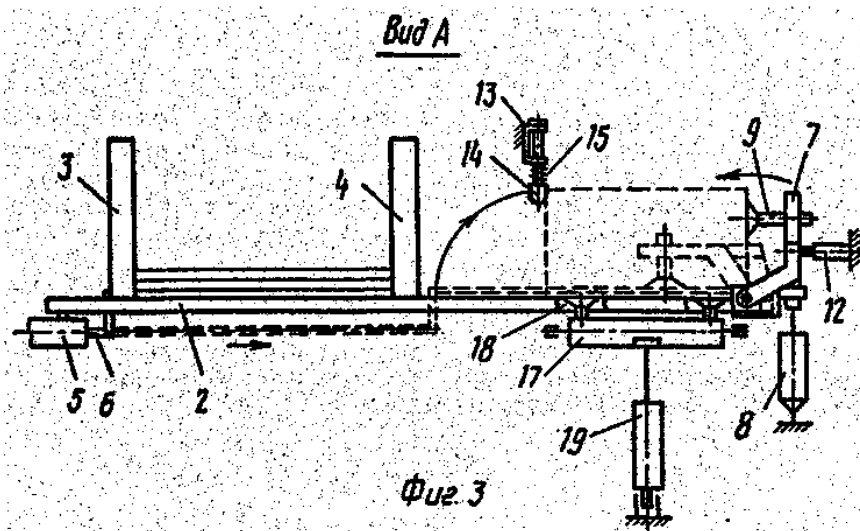


Рис. 1.12. Принцип роботи пристрою.

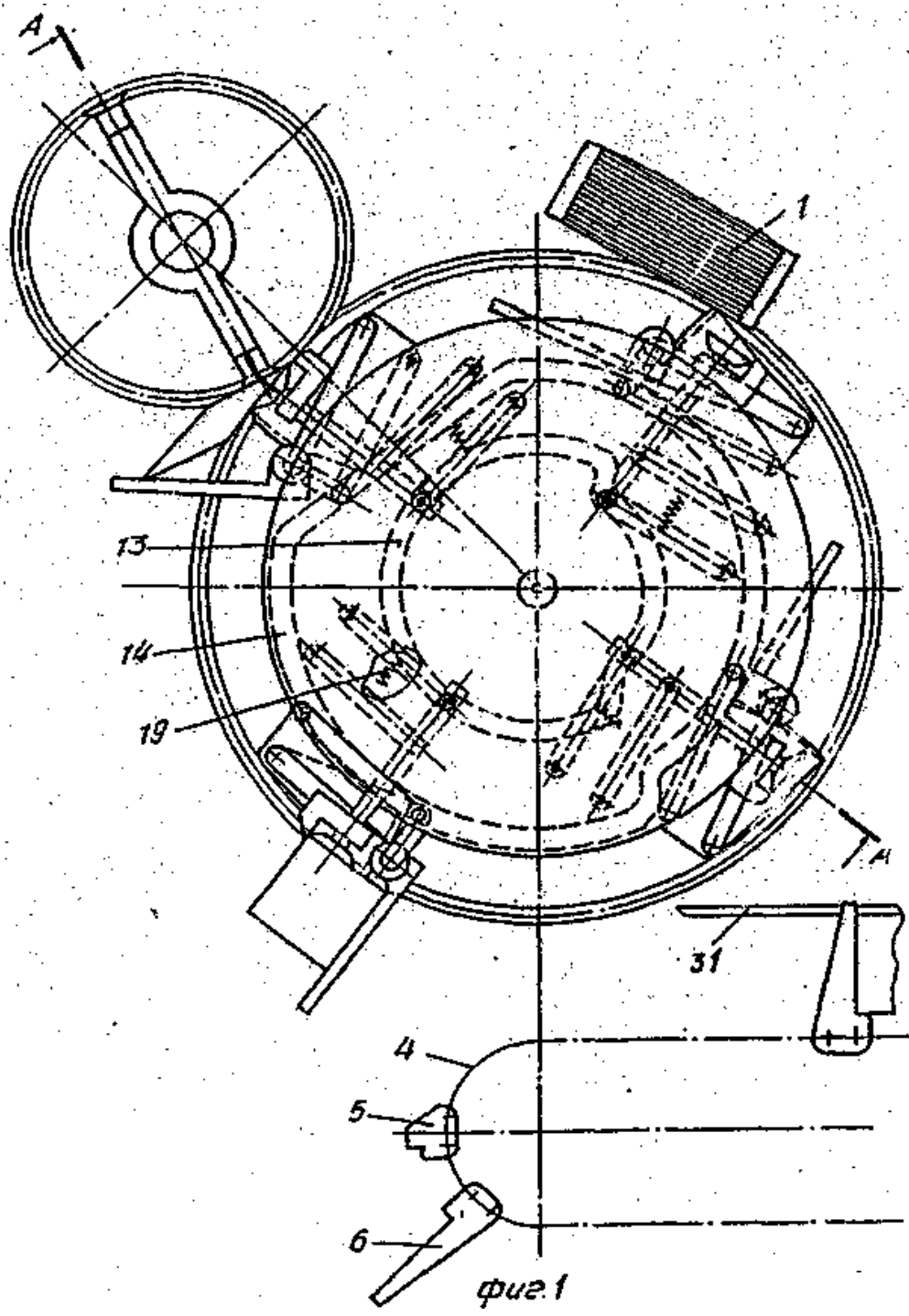
Планка 6 під дією пневмоциліндра 5 виводить нижню заготовку 1 з магазину-накопичувача через нижні прорізи, виконані в підтримуючих напрямних 4, і переміщує її на вільний простір на підставі 2 у зону дії механізму розкриття заготовок. Наприкінці переміщення заготовка 1 своїм переднім торцем натискає на датчик 11, по команді якого починає роботу пневмоциліндр 8, що повертає стулку 7 на 90°. При відсутності сигналу з датчика 11, тобто при відсутності заготовки 1, пневмоциліндр 5 повертається у вихідне положення й повторює свій рух.

При переміщенні стулки 7 у кінцеве положення спрацьовує датчик 10, що упирається в поверхню заготовки 1. По сигналу із цього датчика дається команда на спрацьовування вакуумних захватів 9 і 18. Після витримки певного часу, необхідного для захвата заготовки 1, пневмо циліндр 8 зі стулкою 7 вертаються у вихідне положення, змушуючи розкритися заготовку 1. Остання при розкритті віджимає упори 14, які не дозволяють заготовці повернутися у вихідне положення при відключенні захватів 9 по команді з датчика 12.

Стулка 7 наприкінці ходу натискає на датчик 12. По команді із цього датчика відключаються вакуумні захвати 9 і при наявності сигналів з датчиків 10 і 12 дається команда на роботу пневмоциліндра 19. При відсутності сигналу з датчика 10 (це можливо в тому випадку, якщо заготовка 1 не розкрилася) повторюється рух пневмо циліндра 8, тобто відбувається подача заготовки.

Пневмо циліндр 19 починає свою роботу при наявності сигналів з датчиків 10 і 12 (вакуумні захвати 9 відключаються датчиком 12) і повертає важіль 17 на 90°, переводячи короб 1 у вертикальне положення. Закритися коробу під час переміщення не дозволяє планка 16. Після повороту у вертикальне положення короб попадає у виконавчий пристрій (не показаний), де відбувається його завантаження.

Патент (19)RU (11)2000261 С (51)В 65 В 43/18: „Пристрій для поштучної подачі й формування картонних пачок із плоско складених заготовок”



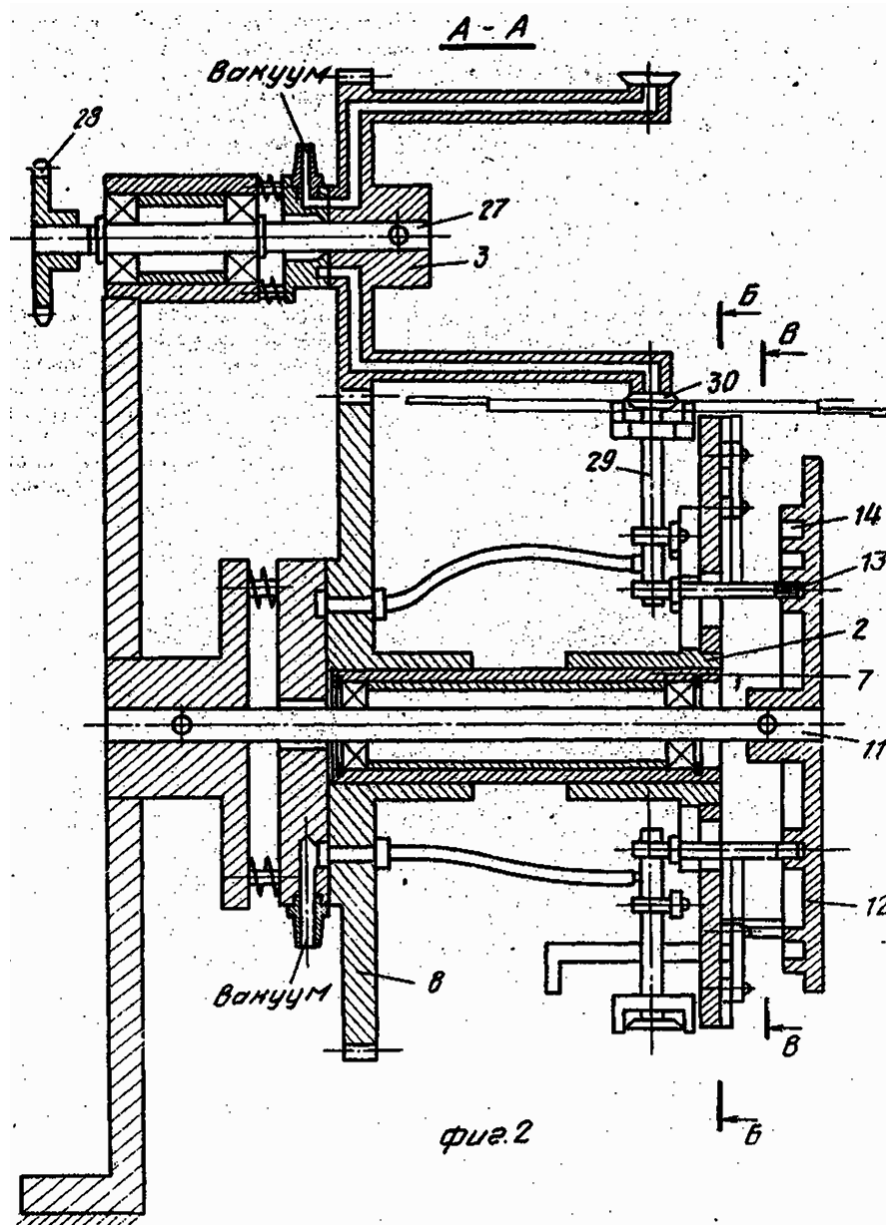


Рис.1.13. Пристрій для поштучної подачі й формування картонних пачок із плоско складених заготовок

Принцип роботи пристрою.

Приводний вал 27 одержує обертання від привода через зірочку 28. Разом з валом 27 обертається ротор 3 і кінематично пов'язаний з ним через зубчасте колесо 8 ротор 2. При обертанні ротора 2 ролики 18 ковзають по профільному пазу 13 нерухомого диска 12 і до моменту підходу вакуум-захвату до магазину 1 відповідна штанга 29 за допомогою шарнірного механізму 17, взаємодіючого з роликом 18 переміщається до магазину 1 і підводить вакуум-присоску разом із заднім упором 20 до плоско-складеної заготовки, розташованої в магазині 1.

Вакуум-присоска захоплює заготовку пачки за нижню грань і при обертанні виносить її з магазину. При цьому заготовка впирається у задній упор 20. Ротор 2 переміщає утримувану вакуум-захватом заготовку до ротора 3, вакуум-присоска 30 якою захоплює заготовку за її задню грань. При подальшому обертанні роторів 2 і 3 починається поступове розкриття заготовки. До цього часу ролик, що ковзає по профільному пазу 14 нерухомого диска 12, через шарнірний механізм 23, зубчастий сектор 26 і шестірню 25 впливає на важіль 31, що повертається навколо своєї осі назустріч, заготовці, що розкривається. Заготовка своїм ребром упирається у важіль 21 і при подальшому обертанні ротора 2 і повороті важеля 21 відбувається її повне розкриття. Розкрита пачка фіксується у такому положенні між заднім упором 20 і переднім упором 21 вакуумний захоплювач. Обертаний ротор 2 переносить розкрити пачку, зафіксовану між упорами 20 і 21, до осередку транспортера 4. де вона фіксується між носіями 5 і 6 і утримується вакуум захватом. Потім вакуум-присоска виходить із зони взаємодії з осередком транспортера, а при русі транспортера 4 нерухомий упор 31 утримує сформовану пачку в осередку. При подальшому обертанні ротора 2 штанга 16, керована шарнірним механізмом 17 від ролика 18, що ковзає по пазу 13, відводить вакуум-присоску, а важіль 21 відводиться у вихідне положення в результаті взаємодії ролика 18 з пазом 14 диска 12.

Наявність на роторі поруч із вакуум-захватом для відділення заготовок із магазину жорсткого упора і поворотного важеля, а також використання для розкриття плоско-складеної заготовки вакуум-захватів, встановлених на додатковому роторі, забезпечує надійне розкриття й надійне утримання розкритої пачки при її подачі до осередку транспортера за рахунок фіксації пачки між твердим упором і поворотним важелем.

Патент (19)SU (11)1824348 (13)A1 (51)В 65 В 7/20: „ Пристрій для загинання картонних клапанів пачок”

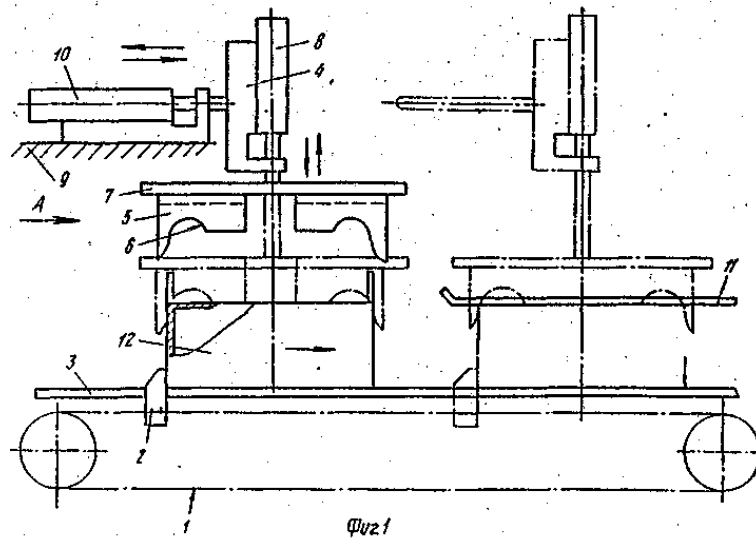


Рис.1.14. Загальний вигляд пристрою для загинання клапанів картонних пачок (вихідне положення)

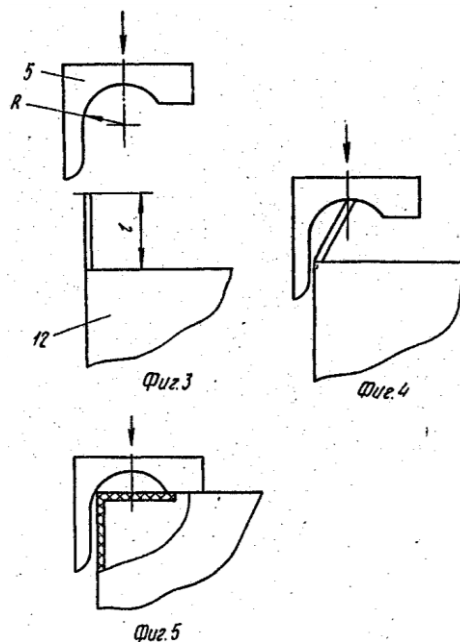


Рис.1.15. Послідовність виконання операцій загинання клапанів картонних пачок

Принцип роботи пристрою.

Картонна пачка 12 з відкритими торцевими клапанами переміщається транспортером 1 з упором 2 по настилі 3 у напрямку, зазначеному стрілкою. При підході пачки до пристрою для загинання клапанів картонних пачок транспортер 1 зупиняється. Далі механізм вертикального зворотно-поступального переміщення 4 своїм пневмоциліндром 8 переміщає притискний пристрій, виконаний у вигляді двох Г-подібних напрямних 5, встановлених над транспортером з можливістю вертикального переміщення. Вони мають внутрішній криволінійний профіль 6, радіус кривизни якого R дорівнює відстані l від вільної кромки клапана до лінії перегину, відносно якого роблять поворот клапана при його загинанні. При цьому напрямні 5 своїми криволінійними профілями 6, контактуючи по вертикалі з відкритими клапанами пачки загинають їх по лінії згинів на 90° і утримують у загнутому положенні. Після цього спрацьовує механізм поздовжнього переміщення 9, що за допомогою пневмоциліндра 10 переміщає синхронно зі швидкістю транспортера 1 механізм вертикального переміщення 4 з пачкою 12 під фіксатор 11 і повертається у вихідне положення. Потім пачка 12 переміщається по транспортеру 1 для закриття інших клапанів пачки.

Цикл повторюється.

Патент (19)SU (11)1756205 (13)A1 (51)В 65 В 7/20: „Пристрій для закривання стулок коробів”

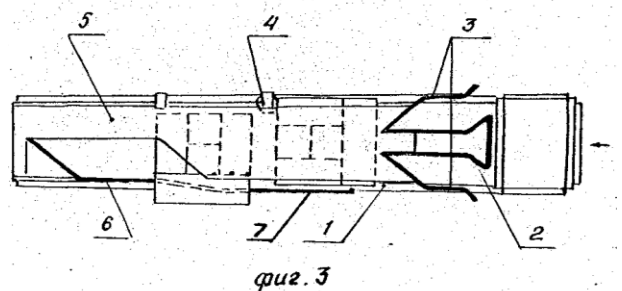
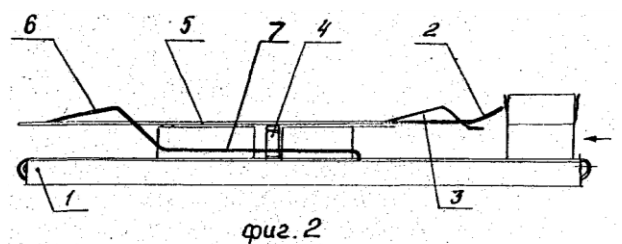
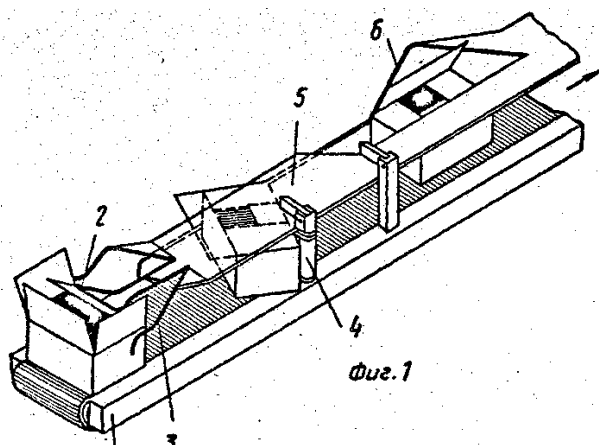
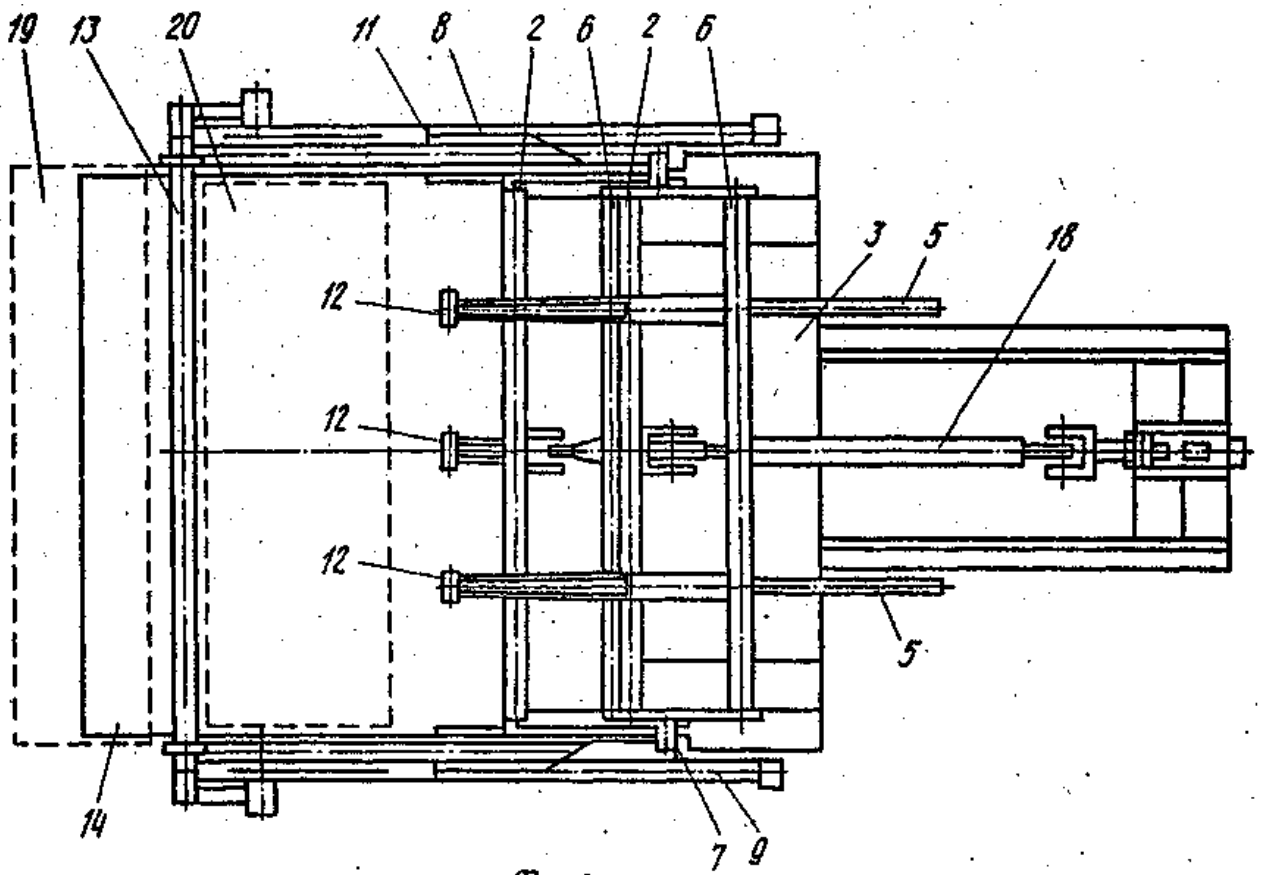


Рис.1.16. Загальний вигляд пристрою для закривання стулок коробів

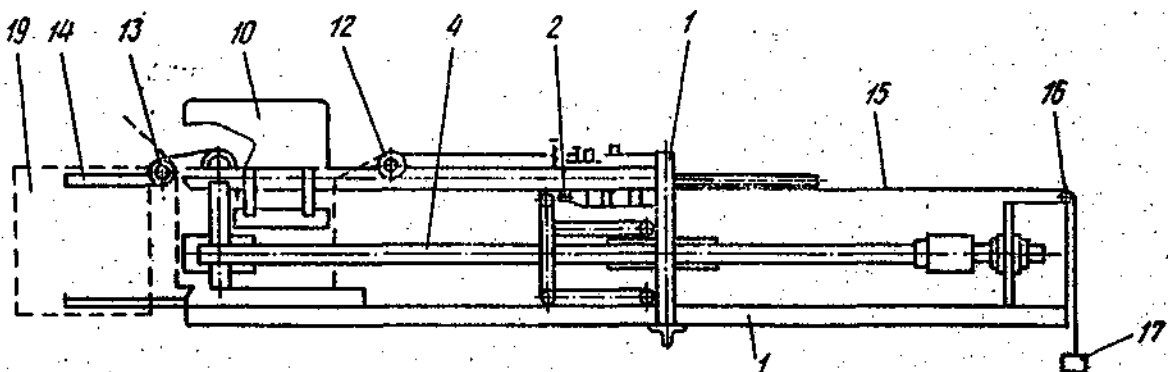
Короба з певним інтервалом надходять по транспортеру 1. Передня торцева стулка коробка натрапляє на напрямну 2 і закривається під час переміщення коробка. У той же час бічні стулки, стикаючись із дугоподібними напрямними 3, також закриваються. У такому положенні короб переміщається під горизонтальну пластину 5. При цьому задня стулка відгинається назад і займає горизонтальне положення під горизонтальною пластиною 5. Надалі при русі по транспортеру 1 короб упирається правим переднім краєм у вертикальну стійку 4 і починає розвертатися на 90°.

Зміщення коробка із транспортера 1 не відбувається через обмежуючий вплив горизонтального стрижня 7. Рухаючись далі, короб входить у зону, у якій горизонтальна пластина 5 має виріз. В цій зоні передня й бічна стулки коробки залишаються зафіксованими пластиною 5, а задня стулка коробка, що тепер зайняла положення бічної, входить у взаємодію з дугоподібною напрямною 6 і закривається. При виході із пристрою стулки коробка можуть остаточно фіксуватися обв'язувальною машиною, наприклад ИПБ-20, або за допомогою обандеролювального механізму. Нарешті, короб може облачатися в розміщену над транспортером 1 обичайку.

Патент (19)SU (11)1785956 (13)A1 (51)B 65 В 7/20: „Пристрій для закривання стулочок картонних ящиків”



Фиг. 2



Фиг. 1

Рис.1. 17. Загальний вигляд пристрою для закривання стулок картонних ящиків

Принцип роботи пристрою.

У вихідному положенні гідро-циліндр 18 закритий, штовхач 2 перебуває в крайньому правому положенні. Ящик 20 встановлюється на піддон і наповнюється брикетами. На кінцеву частину піддона й опорну пластину ролика 13 надівається обичайка 19. Вмикається гідро-циліндр 18. При цьому штовхач 2 переміщається вперед разом із приставкою 6.

Притискні ролики 12 приставки 6 при переміщенні вперед закривають і утримують передню торцеву стулку ящика.

При подальшому русі штовхача 2 ролики 7 приставки 6, взаємодіючи із гвинтовими лопатами 8, повертають вали 9 із важелями 10, закриваючи при цьому бічні стулки ящика 20.

При подальшому русі штовхач 2 подає ящик 20 під ролик 13, закриваючи задню стулку ящика, а ролики 7 приставки 6, дійшовши до упорів 11 гвинтових лопаток, зупиняють приставку 6.

Штовхач 2 продовжує переміщатися вперед, виштовхуючи ящик 20 разом з обичайкою 19, яка після зняття з кінцевої частини піддона 3 і опорна пластини 14, надівається на ящик.

При зворотному ході штовхача 2 вали 9 із важелями бічних стулок ящика і приставка 6 за допомогою впливу вантажу 17 приймають вихідне положення.

Цикл повторюється.

Патент (19)SU (11)1706920 (13)A1 (51)В 65 В 43/14: „Пристрій для поштучної видачі зі стопи картонних плоско-складених заготовок”

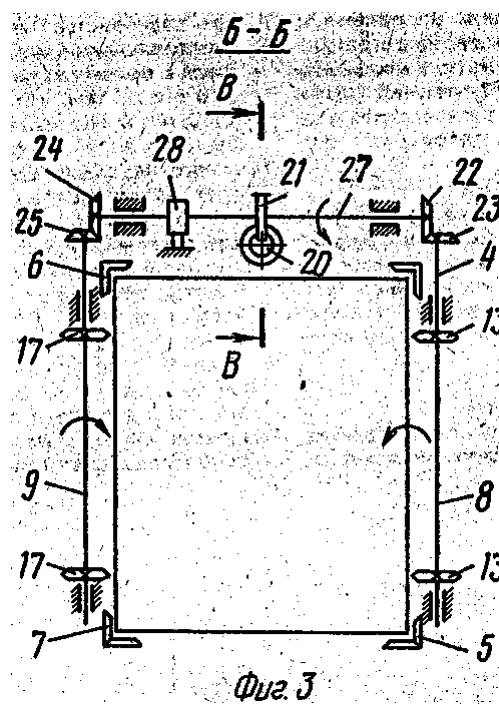
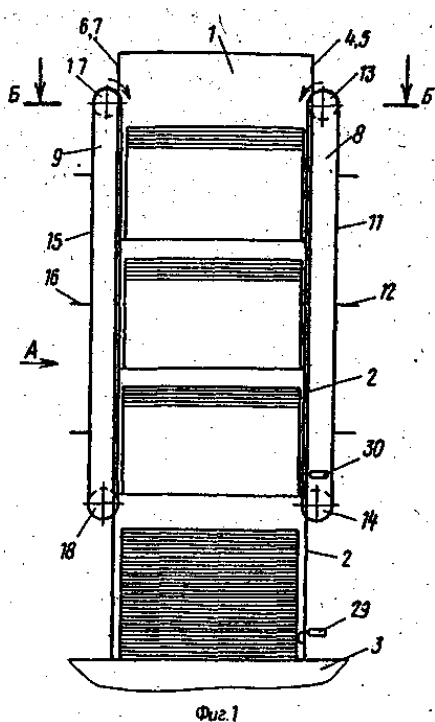


Рис.1.18. Загальний вигляд пристрою для поштучної видачі зі стопи картонних плоско-складених заготовок

Принцип роботи пристрою

Оператор завантажує заготовками 2 всі планки 12 і 16 конвеєрів 8 і 9, що перебувають у магазині 1. Механізм 10 відділення заготовок робить поштучну подачу заготовок з нижньої частини стопи, що перебувають на прийомній площадці 3. Після того, як висота стопи стає нижче мінімальної, спрацьовує датчик 29 і дає команду на переміщення пневмо циліндра 19, що через рейку 20, зубчасте колесо 21 і конічні шестірні 22 і 23, 24 і 25 переміщає конвеєри 8 і 9 на один крок. Таким чином, на прийомну площадку 3 попадає нова стопа заготовок.

Аналогічним чином на прийомну площадку 3 попадають наступні стопи заготовок, розташовані на планках конвеєрів. Після подачі останньої стопи спрацьовує датчик 30, сигналізуючи операторові про необхідність поповнення магазину.

Цикл роботи повторюється.

Патент (19)SU (11)1708694 (13)A1 (51)В 65 В 3/08, В 31 В 1/48:

Пристрій для формування картонних коробок

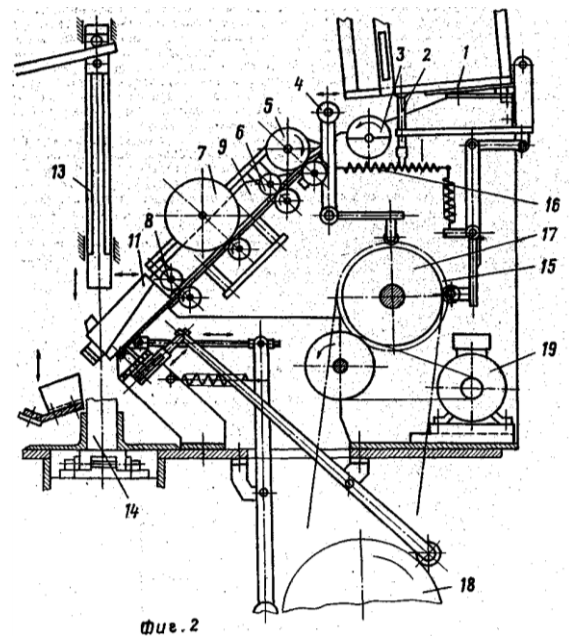
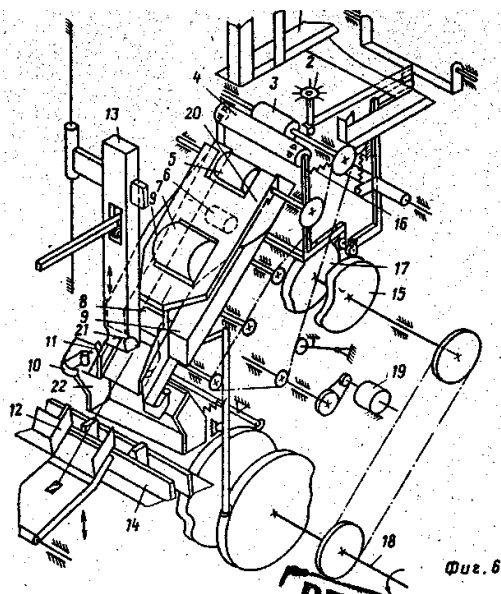


Рис.1.19. Пристрій для формування картонних коробок

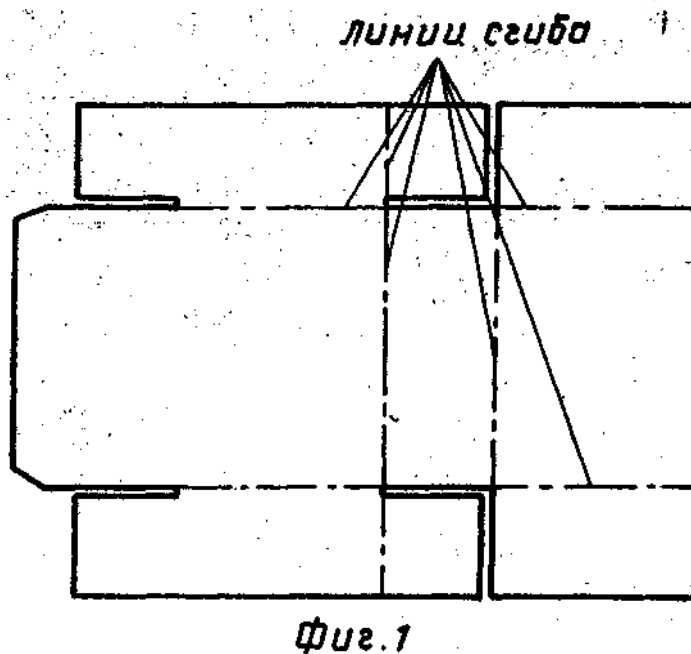
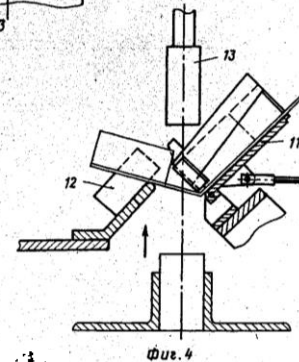
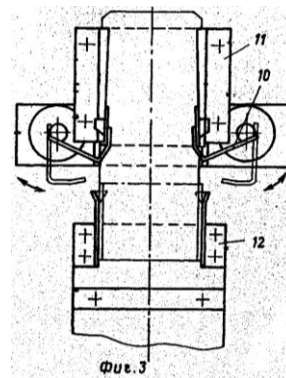
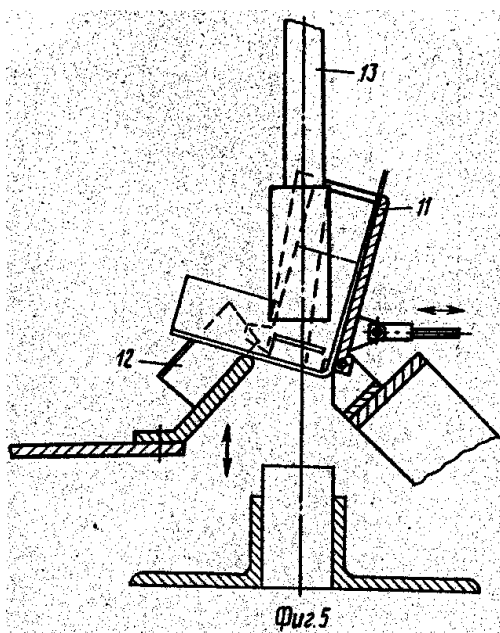


Рис. 1.20. Заготовка для формования коробки

Стопу заготовок укладають у магазин 1. Приводять в обертання вали, подають вакуум на вакуумний захоплювач 2. Захват захоплює одну заготовку й укладає її передню частину на ролик 3. Ролик 4, притискаючись до ролика 3, створює пару, яка виймає заготовку з магазину 1 і направляє її в транспортне пристосування, пройшовши через яке заготовка звертає в "ринву" за рахунок бічних гвинтових напрямних 9 і подається в механізм формування, причому боки

П-подібної напрямної 11 утримують заготовку від випадання з механізму формування.

Спрацьовують L- подібні важелі 10 для підгинання клапанів, далі піднімається П- подібна напрямна 12, потім повертається напрямна 11 при опусканні пуансона 13, внутрішня стінка заготовки входить кутом у фігурну виїмку 21 на пуансоні, забезпечуючи тим самим якісне формування коробки. Далі пуансон деформує коробку і прошовує її в осередок транспортера 14. Формуючі напрямні 11, 12 приймають первинне положення, пуансон 13 піднімається, вакуумний захват захоплює чергову заготовку, цикл повторюється.

Патент (19)SU (11)1757962 (13)A1 (51)B 65 В 19/22: „Автоматична лінія для пакування виробів у коробки”

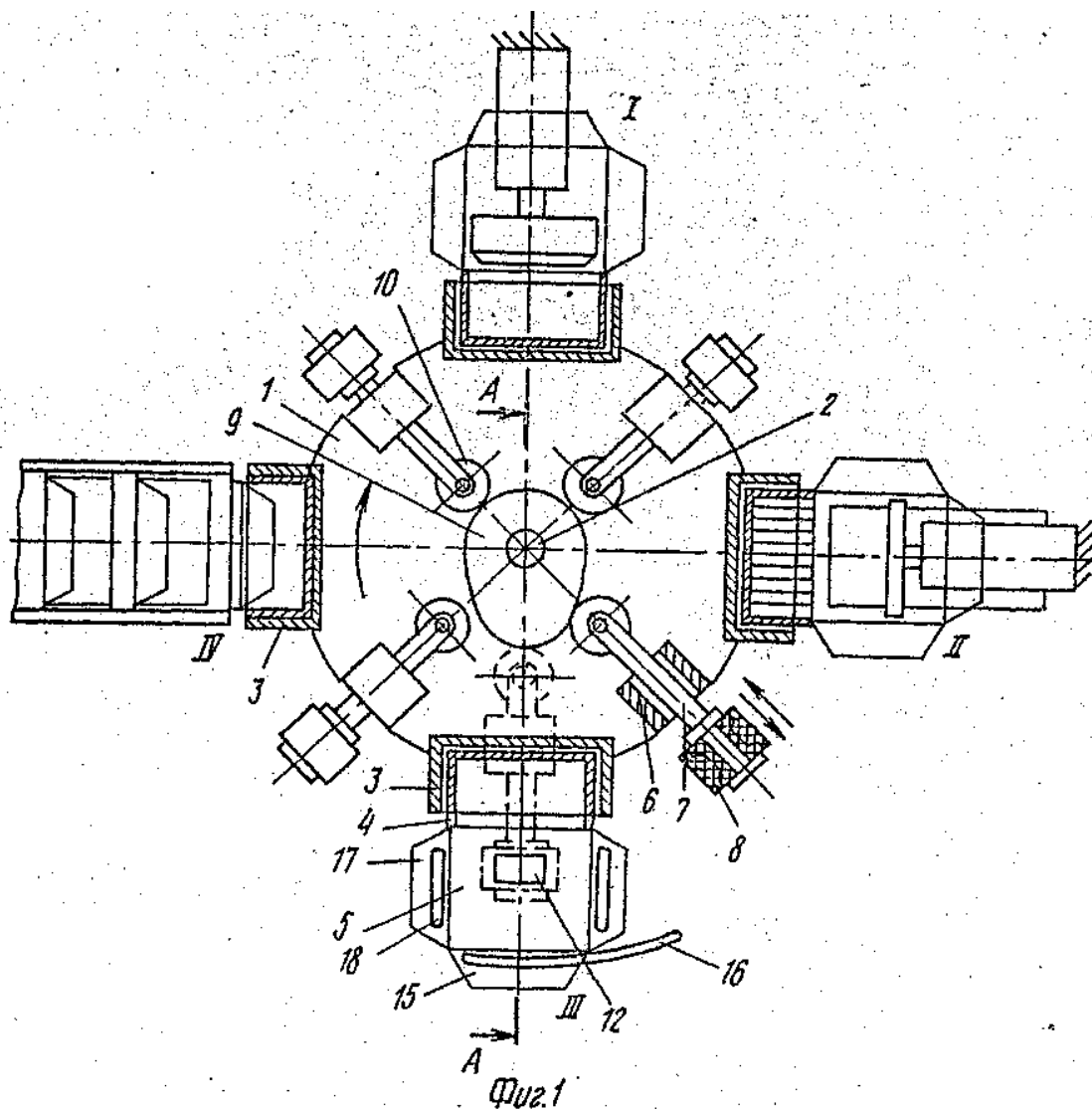


Рис.1.21. „Автоматична лінія для пакування виробів у коробки”

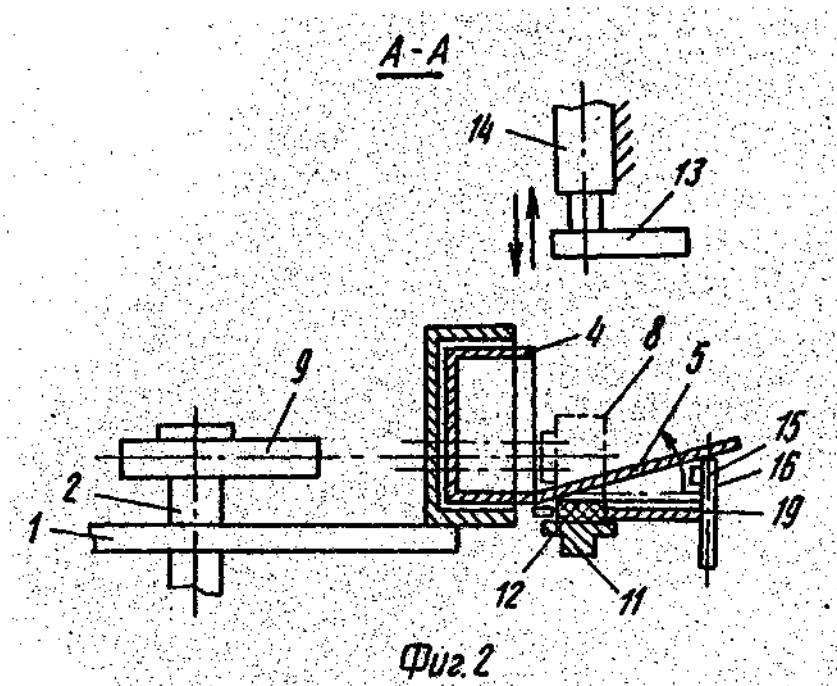


Рис 1.22. Пристрій маркування

При повороті силового стола 1 комірки 3 послідовно проходять позиції із пристроями I, II, III, IV, причому при зупинках здійснюються наступні операції:

- пристрій I здійснює подачу заготовок і формування з них в комірці 3 відкритої коробки, причому кришка 5 у цьому випадку розташовується горизонтально;
- пристрій II здійснює пакування й укладання виробів у коробки 4;
- пристрій III здійснює нанесення на зовнішню сторону кришки 5 пакувальної коробки 4 печатки зі змінними реквізитами (дату виготовлення, номер партії, строк придатності й т.д.) і закривання коробки 4.

Під час повороту стола 1 ролики 10, обкатууючись по копіру 9, висувають штанги 7 з накатними валиками 8, просоченими фарбою, на позицію із пристроєм III. При цьому валики 8, прокочуючись по кліше 12, наносять фарбу на кліше 12, що містить змінні реквізити. Після зупинки поворотного стола зовнішня сторона відкритої й піднятої при повороті бильцем 16 кришки 5 коробки 4 виявляється над кліше. Притискна літа 13, опускаючись притискає кришку 5 до кліше 12, тим

самим переносячи фарбу із кліше на кришку 5 коробки 4. При цьому клапани 15 і 17 кришки 5 наштовхуються на перильце 16, 18 згинаються й приймають

вертикальне положення. Після підйому плити 13 поворотом плити 19 вгору на 90° навколо уявного шарніра, по якому згинається кришка 5 коробки 4, кришка закривається.

- пристрій IV здійснює виведення коробок.

Патент (19)SU (11)1729922 (13)A1 (51)В 65 В 19/22: „Пристрій для пакування груп виробів у складані коробки”

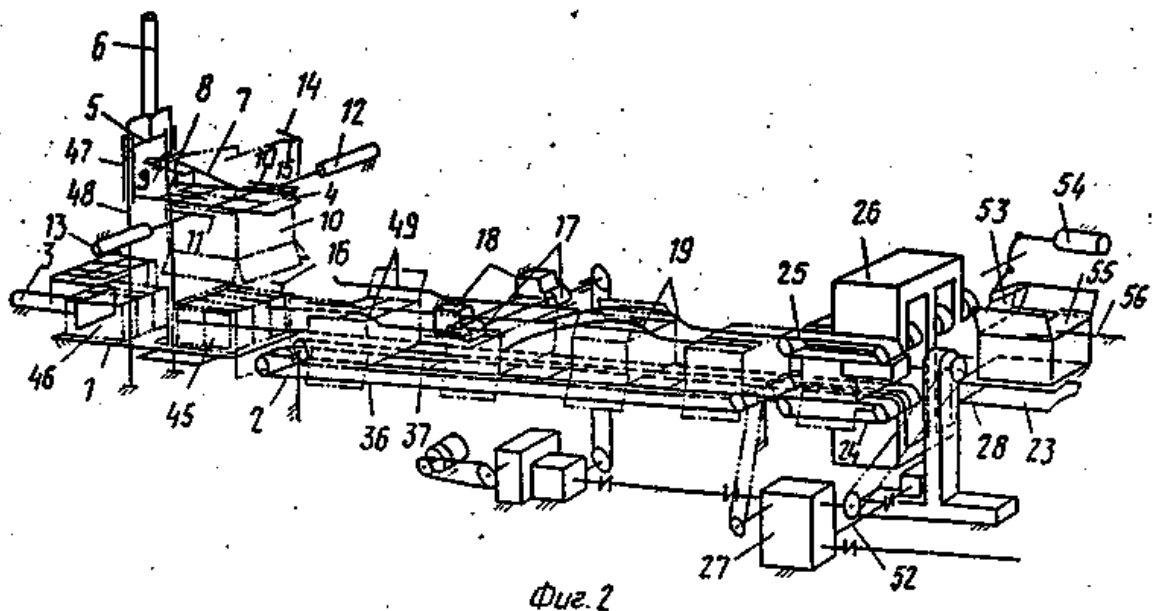
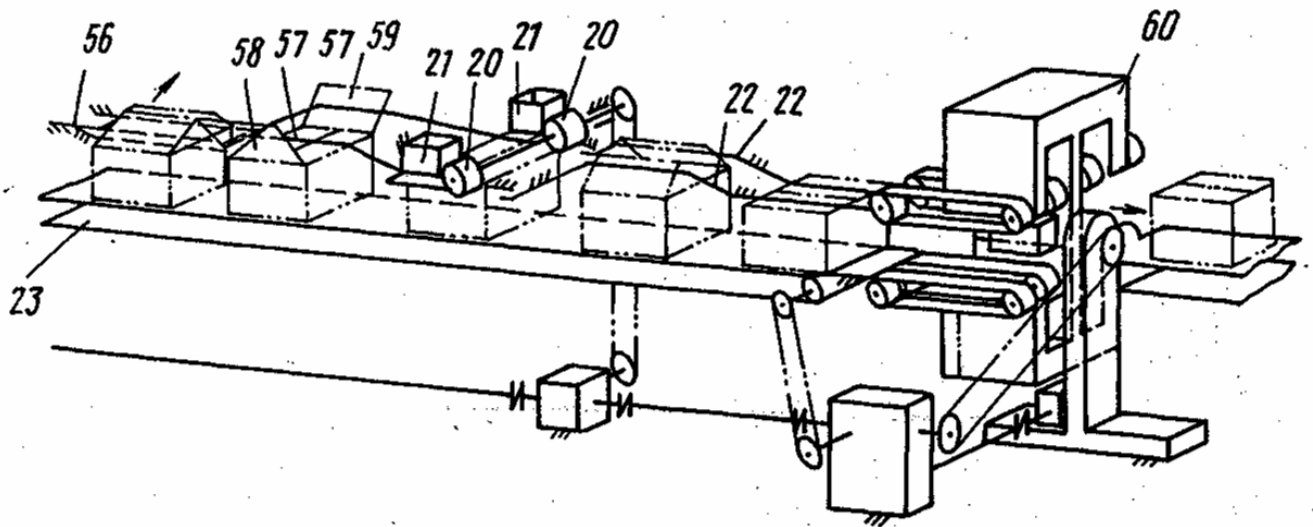
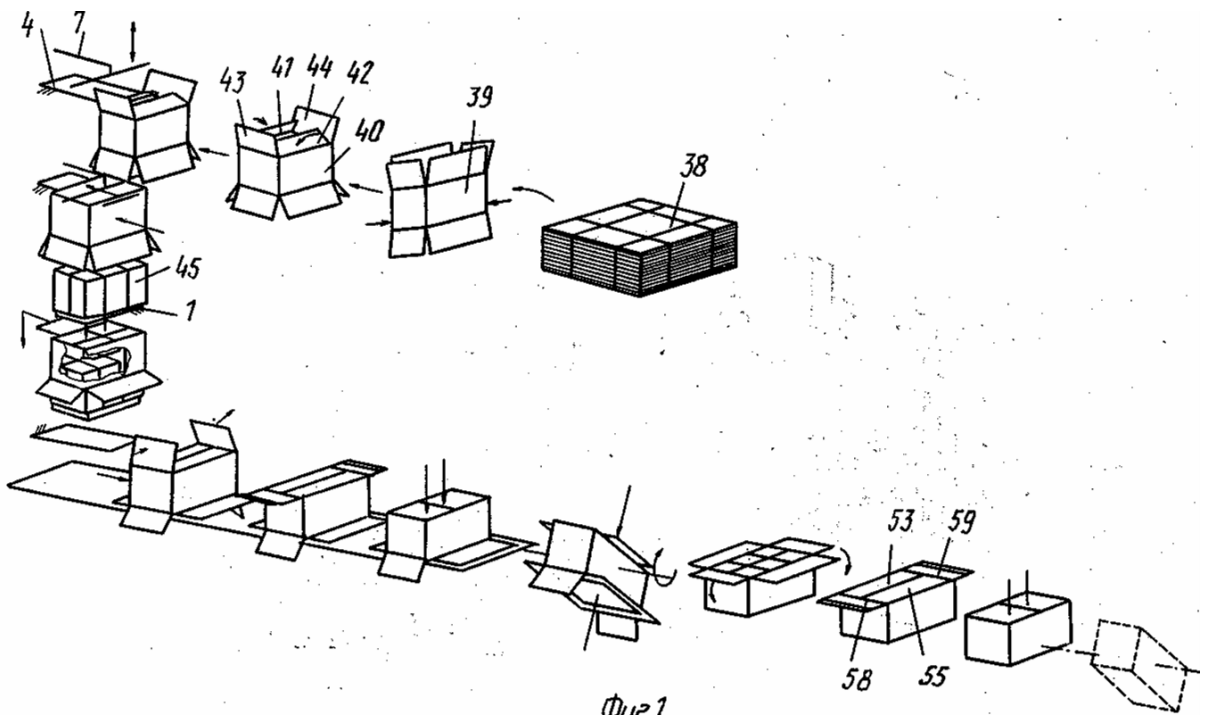


Рис.1.23. Загальний вигляд пристрою для пакування груп виробів у складані коробки



Фиг.3



Фиг.1

Рис.1.24. Технологічна схема пристрою для пакування груп виробів у складані короби

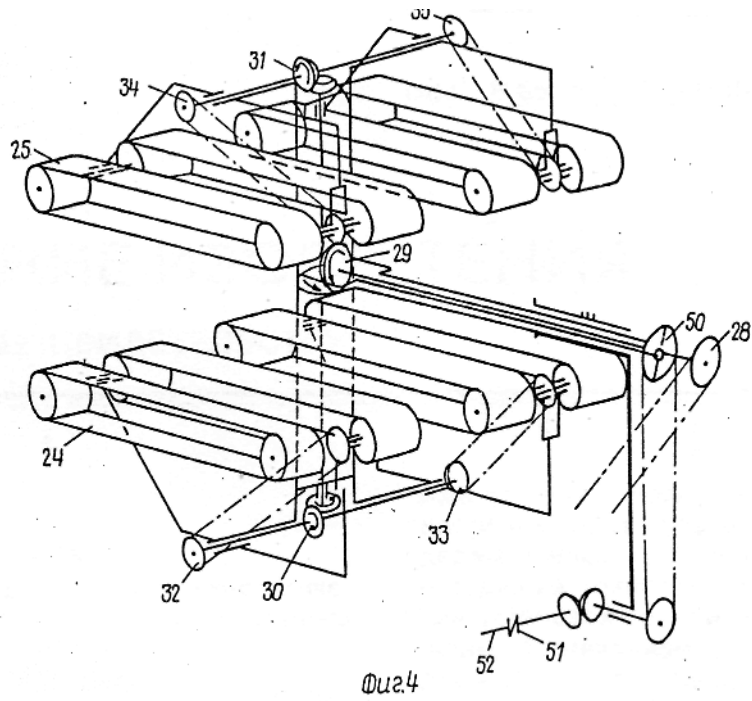


Рис.1.25. Механізм повороту короба на 180° дном донизу

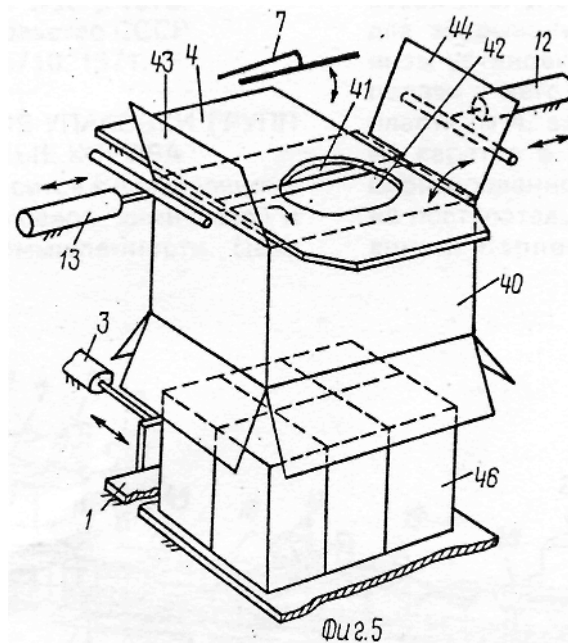


Рис.1.26. Процес встановлення короба дном вверху над площадкою для групи виробів і подачі в нього групи виробів

Принцип роботи пристрою.

Зі стопки 38 заготовок коробів береться заготовка 39 і розправляється, тобто їй надається прямокутна форма в поперечному перерізі. Далі здійснюється формування дна короба 40, тобто загинання всередину під прямим кутом і складання бічних клапанів 41 і 42 дна, підведення згаданих клапанів під пластину 4, після чого подається сигнал пневмо циліндрам 12 і 13 на їхнє спрацьовування, внаслідок чого штовхачі 10 і 11 переміщуються назустріч один одному й, зустрічаючи на своєму шляху передній клапан 43 і задній клапан 44 дна, загинають їх всередину під прямим кутом і складають їх поверх пластини 4.

Наприкінці ходу штовхача 10 копір 14, впливаючи на упор 15, примушує важіль 7 під дією пружини 9 повернутися на шарнірі 8 і опуститися вниз до притиску до згаданих клапанів 43 і 44, після чого пневмо циліндри 12 і 13 повертаються у вихідне положення.

Сформована група 45 виробів, наприклад поліетиленових пакетів 46 із продуктом, зіштовхується штовхачем 3 на площадку під короб 40, після чого подається сигнал на включення пневмо - циліндра 46, що, впливаючи на важіль 7 і пластину 4, закріплені на втулках 47, пересуває останні по скалках 48 каретки 5 вниз, внаслідок чого згаданий короб 40 одягається на групу предметів (пакетів).

При цьому один з кінців важеля 7 упирається в упор 16 і далі під дією останнього переводиться у верхнє положення, звільняючи тим самим передній і задній клапани 42 і 43, а штовхач 3, подаючи нову групу виробів на площадку 1, зіштовхує тим самим короб 40 з виробами 46 на транспортер 2 і знімає бічні клапани 41 і 42 із пластини 4.

Оскільки ширина стрічок 36 і 37 транспортера 2 трохи менше ширини короба 40, те передній і задній клапани верху останнього вільно звисають зі згаданих стрічок. При вході короба 40 на транспортер 2 спеціальні напрямні 49 розкривають і утримують у такому положенні передній і задній клапани 43 і 44 дна короба, які, проходячи далі під валиками 17, змазуються клеєм з ємностей 18

за допомогою напрямних 19 загинаються всередину й, притискаючись до бічних клапанів 41 і 42 дна, з'єднуються з останніми.

При подальшому переміщенні транспортером 2 короб 40 з виробами заводиться в механізм його повороту на 180° дном донизу. Як тільки короб повністю увійде в згаданий механізм, обертання зірочки 28 припиняється й тим самим стрічки 24 і 25 зупиняються із затиснутим у них коробом з виробами. Подається сигнал на ввімкнення зірочки 50 (наприклад, через муфту 51 на валу 52), і весь механізм разом з коробом і виробами повертається на 180° від мальтійського механізму 27. Таким чином, перевернутий на 180° короб при подальшій обробці рухається із притиснутим масою виробів 46 дном, що сприяє склеюванню клапанів останнього.

Далі подається сигнал на обертання зірочки 28, приводяться в рух стрічки 24 і 25 і короб з виробами передається на транспортер 23 під механізм для закривання верху короба, тобто бічний клапан 53 загинається всередину за допомогою пристрою 54, а другий бічний клапан 55 також загинається всередину під прямим кутом і складається за допомогою напрямної 56, що утримує згадані клапани в складеному положенні аж до напрямних 22. Потім короб проходить під напрямними 57, що розкривають і утримують у такому положенні передній 58 і задній 59 клапани верху короба, і підводить під валики 20, що змазують згадані клапани 58 і 59 клеєм. Напрямні 22 здійснюють загинання всередину під прямим кутом, складання згаданих клапанів 58 і 59 і притискання їх до бічних клапанів 53 і 55 верху.

Якщо буде потреба, короб з виробами надходить у механізм 60 повороту його на 180° дном догори.

1.2.3. Класифікація способів і засобів формоутворення пачок

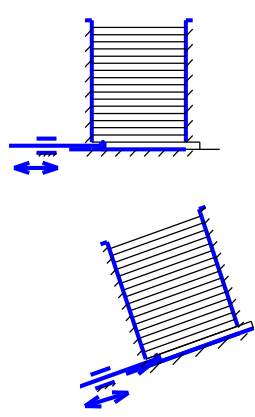
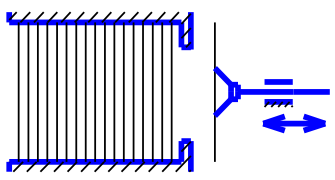
Розглянуті обладнання та пристрої для формоутворення картонних пачок різноманітні за конструкцією, але всі вони призначені для виконання технологічних процесів, які спрямовані на досягнення однієї мети — створення

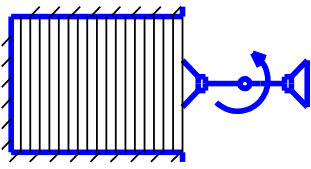
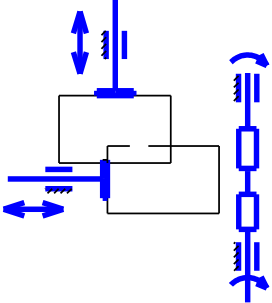
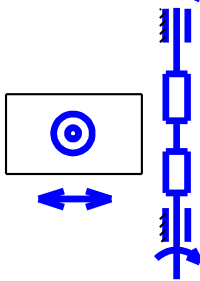
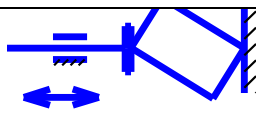
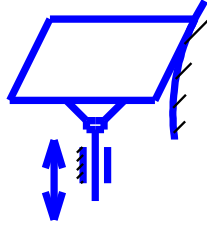
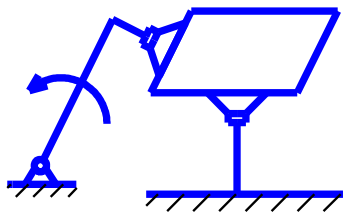
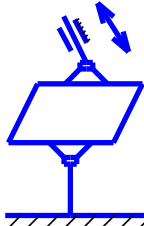
пачки із заготовки. Кожен з технологічних процесів включає цілком певні технологічні операції, які в розділі 1.1. було поділено на 7 груп за призначенням.

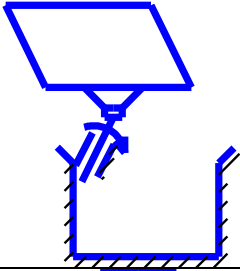
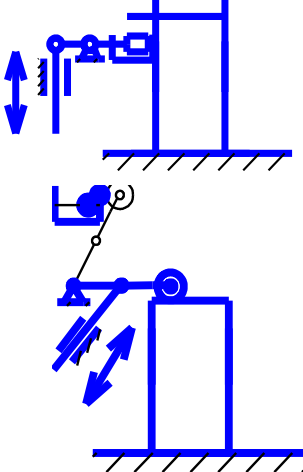
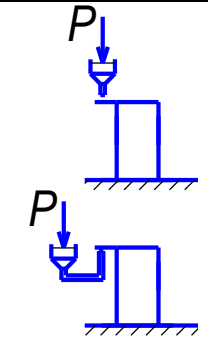
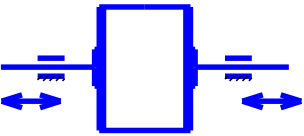
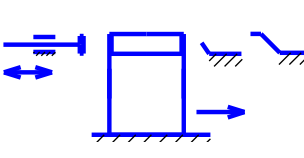
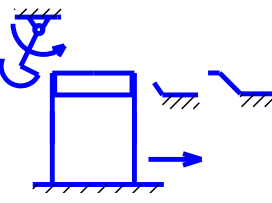
В середині кожної групи можна розглядати різні схеми виконання певної технологічної операції в залежності від конструкції робочих органів, які зручно представити у вигляді таблиці. До таблиці зводимо різновиди виконання технологічних операцій, найбільш характерних для картонної упаковки: виділення заготовки з магазину, формоутворення пачки із плоскоскладеної заготовки, нанесення клею на клапани пачки, формування дна та кришки пачки (тобто закривання клапанів пачки).

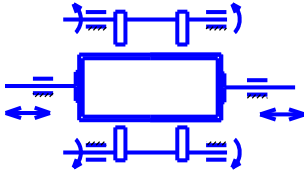
Варіанти виконання найбільш типових технологічних операцій в машинах, призначених для пакування продукції в картонні пачки

Табл.1.2

№ п/п	Назва операції	Реалізація та характеристика операції	Схема операції	Робочі органи	
				Активні	Пасивні
1	2	3	4	5	6
1	Виділення одиночної заготовки з магазину	1. Переміщення вздовж площини заготовки (при горизонтально та похило розташованому магазині)		Штовхач	Опорна площина, напрямні магазину, обмежувач
		2. Переміщенням перпендикулярно площині заготовки			

		3. Коловим рухом робочого органу		Вакуум захоплюючий пристрій	Опорна площина, напрямні магазину
		4. Поступальним переміщенням у двох взаємно-перпендикулярних напрямках		2 штовхача, вали	Опорна площина, напрямні магазину, відсікач
		5. Поступальним переміщенням у двох взаємно-перпендикулярних площинах		Вакуум захоплюючий пристрій, вали	Опорна площина, напрямні магазину, відсікач
2	Формоутворення пачок із плоско складених заготовок	1. Стисканням протилежних ребер заготовки		Штовхач	Опорна площина
		2. Взаємодією напрямної з гранню заготовки при переміщенні останньої вакуум захоплюючим пристроєм		Вакуум захоплюючий пристрій	Напрямна
		3. Обертальним рухом робочого органу при фіксації однієї грані		Вакуум захоплюючі пристрої	
		4. Відносний поступальний рух робочого органу при фіксації протилежної грані		Вакуум захоплюючі пристрої	

		5. Переміщення заготовки у матрицю		Вакуум захоплюючий пристрій	Матриця
3.	Формування дна (кришки) пачки 1. Нанесення клею на клапани пачки	1.1. Важільними системами (знизу та зверху клапану)		Система важелів, ролик (у клеєапараті)	Ролик (на важелі), опорна площина
		1.2. Пневмосистемами (зверху та знизу клапану)		Пневматична система	Опорна площина
	2. Загинання клапанів пачки	2.1. Штовхачами, що рухаються поступально (при нерухомій пачці)		Штовхачі, фіксатори пачки	
		2.2. Напрямними та штовхачем (при переміщенні пачки)		Штовхач	Опорна площина, система нерухомих напрямних
		2.3. Важелем, що виконує обертальний рух та напрямними		Важіль	Опорна площина, система нерухомих напрямних

	2.4. Важелями, що виконують обертальні та поступальні рухи (при нерухомій пачці)		Важелі	Опорна площина
--	--	--	--------	----------------

Аналізуючи наведену таблицю, а також конструкції обладнання, яке призначене для пакування продукції в картонні пачки, можна навести таку класифікацію обладнання і механізмів, призначених для пакування продукції в картонні пачки:

Класифікація машин і механізмів для пакування продукції в картонні пачки

Табл.1.3.

<i>Класифікаційна ознака</i>	<i>Машини для формування картонних пачок</i>			
<i>За рівнем автоматизації</i>	<i>Автоматичні</i>	<i>Напівавтоматичні</i>		
<i>За ступенем універсализації</i>	<i>Спеціальні</i>	<i>Універсальні</i>		
		<i>Першого типу</i>	<i>Другого типу</i>	
<i>За видом приводу</i>	<i>Електро- -механічний</i>	<i>Гнєзмо- -механічний</i>	<i>Гідро- -механічний</i>	<i>Комбінований</i>
<i>За складом робочих органів</i>	<i>Матриця і пуансон</i>	<i>Захвати</i>	<i>Штовхач і система напрямних</i>	
<i>За способом взаємодії робочих органів із поверхнею заготовки</i>	<i>Механічні</i>	<i>Вакуумні</i>	<i>Комбіновані</i>	
	<i>Штангові</i>			
	<i>Створчасті</i>			
	<i>Фрикційні</i>			
	<i>Типу копирів</i>			
	<i>Типу ножиць</i>			
	<i>Фрикційні</i>			

До автоматичних машин відносяться машини, в яких у функції оператора входить лише періодична подача плоско складених заготовок до магазину і спостереження за її роботою. Такі машини використовуються при масовому виробництві продукції. До напіваавтоматичних — машини, в яких оператор змушений брати на себе виконання однієї чи декількох технологічних операцій (фасування продукції, виймання готових упаковок з автомату тощо). Такі машини застосовуються при пакуванні продуктів нестабільної форми, ламких і т.п.

Також машини можна поділити на спеціальні та універсальні. До спеціальних належать машини, які призначені для формування упаковок одного виду та одного типорозміру (таких машин більшість). Універсальні машини, в свою чергу поділяються на машини першого типу та другого типу. До першого типу відносяться машини, призначені для формування упаковок одного виду але різних типорозмірів. Таких машин значно більше, ніж машин другого типу, які можуть формувати різні види тари з різними типорозмірами. Такі машини складні за конструкцією і, як наслідок, досить дорогі.

Що стосується приводів, то переважна більшість машин оснащені комбінованим приводом, який являє собою поєднання електромеханічного і пневматичного приводів. При цьому останнім часом простежується тенденція до застосування окремих приводів для кожного робочого органу.

Дуже різноманітними за конструкцією є робочі органи машин. Але аналізуючи їх конструкції можна зробити висновок, що найбільш розповсюдженими є штовхачі із системою напрямних площин.

Захоплюючі пристрої по способу захоплювання (фіксації) поверхні заготовки поділяються на вакуумні, в яких створюється примусове розрідження окремим вакуум-насосом, механічні та комбіновані. Найбільш різноманітна група механічних захватів. Це штангові пристрої, що вводяться в середину плоскоскладеної заготовки з наступним переміщенням введених важелів у протилежні сторони; пристрої типу ножиць, що захоплюють клапани ящика з

двох сторін; функціональні пристрої, що захоплюють поверхню заготовки за рахунок сил тертя; стулчасті пристрої, що впливають зустрічно на ребра формованої заготовки; пристрої у вигляді копирів, що вводять усередину формованої заготівлі, що мають розміри, які відповідають внутрішнім розмірам ящика. Значна розбіжність основних технічних параметрів машин має місце внаслідок наявності заготовок пачок різних видів і типорозмірів; суб'єктивного вибору схеми машини, її робочих органів і виду приводу (без належного аналізу й обґрунтування).

Наведена вище класифікація дозволяє виділити із всієї маси досліджуваних машин їхні типові групи, які мають подібні показники по ряду ознак, що забезпечує вибір раціональних параметрів робочих органів.

1.3. Огляд і аналіз методів розрахунку пристроїв для формоутворення пачок з картону

Задача щодо вибору раціональних параметрів обладнання для пакування продукції в картонні пачки вирішується шляхом вибору раціональних методів розрахунку і проектування вузлів таких машин, що в свою чергу потребує наявності науково обґрунтованих та підтверджених дослідями методик щодо вибору кінематичних схем, геометричних та ін. параметрів обладнання, а також дані щодо фізико-механічних властивостей пакувального матеріалу (картону) та допоміжних пакувальних засобів (клею).

З метою пошуку згаданих вище даних, було опрацьовано ряд публікацій. Оpubліковану з цього приводу інформацію можна поділити на кілька груп, які присвячені:

- дослідженням (аналітичним та експериментальним) процесів формування картонної упаковки;
- вибору і розрахунку виконуючих механізмів відповідних пристроїв;

- фізико-механічним властивостям картону.

Як свідчить аналіз ряду робіт, які містять відомості про принципові схеми виконавчих механізмів для формування картонної упаковки саме використання пневмо приводів веде до раціонального вирішення проблем.

Робота Федорова К.М. розглядає в комплексі процеси формування картонних ящиків і укладання в них продукції поштучно. Вона присвячена розробці методики проектування машин для формування картонної тари та укладання в неї продукції. Автором наводяться кінцеві залежності по визначенню параметрів технологічних операцій формування тари та укладання в неї продукції.

Значна частина праці Федорова присвячена дослідженню фізико-механічних властивостей гофрованого картону і плоско складених заготовок картонних ящиків. Зокрема, в цій роботі автор багато уваги приділив операції виділення плоско складеної заготовки з магазину.

Також ряд робіт Федорова присвячені проблемі створення обладнання для формування картонної тари та укладання в неї готової продукції. Результатом цих робіт є запропонований комплекс обладнання.

Ця робота найбільш повно охоплює першу групу.

Значна частина робіт присвячена експериментальному визначенню фізико-механічних властивостей картону, як пакувального матеріалу. Тобто визначалися такі його параметри, як коефіцієнт тертя в парі з різними матеріалами (в основному зі сталлю), жорсткості, міцності і т. п.

Для застосування на практиці теоретичних розробок по створенню засобів механізації кінцевих операцій з готовою продукцією в харчовій та ін.. галузях потребує апробації експериментом.

Проведений аналіз опублікованих робіт, присвячених проблемі формоутворення картонної упаковки, свідчить про наявність дефіциту відомостей про створення відповідного обладнання.

1.4 Висновки.

Аналіз літературних даних та науково-технічної документації дозволяє зробити такі висновки:

- теоретичні основи розрахунку і проектування машин і автоматів для механізації операцій пакування готової продукції розроблені не в повному обсязі;
- до сьогодні в повному обсязі не розроблені методи проектування і розрахунку вузлів машин для формування картонних пачок;
- практично відсутні відомості про фізико-механічні властивості картону, як пакувального матеріалу;
- розв'язання проблеми комплексної механізації заключних операцій з готовою продукцією в різних галузях промисловості полягає в розробці науково обґрунтованих методів проектування і розрахунку всіх компонентів автоматизованих потокових ліній;

Оскільки зараз немає необхідних відомостей про вузли формоутворення картонних пачок, то необхідно простежити і дослідити напрямки розвитку, вдосконалення таких пристроїв, і, базуючись на цих відомостях визначити принципи розробки раціональних схем, провести аналітичні дослідження, які необхідно підтвердити експериментально.

Таким чином, підсумовуючи все вище наведене, можна зробити висновок, що для вирішення проблеми проектування і виробництва машин і автоматів, призначених для комплексної механізації заключних операцій з готовою продукцією, які б відповідали світовим стандартам необхідна розробка теоретичної бази, яка має бути підтверджена експериментами.

1.5 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

В зв'язку з викладеним вище, ставляться такі задачі досліджень:

- 1) провести аналітичні дослідження таких операцій формоутворення картонних пачок з плоско складених заготовок:
 - виділення одиничної плоско складеної заготовки з масиву в магазині;
 - об'ємне формоутворення пачки з плоско складеної заготовки;
 - загинання клапанів пачки;

- 2) експериментальне дослідження релаксаційних характеристик плоско складених заготовок

Мета — отримати залежності, які будуть давати змогу визначити основні параметри відповідних операцій.

2. Аналітичні дослідження технологічних операцій формування картонних пачок з плоско складених заготовок

2.1. Операція виділення однієї заготовки зі стопи плоско складених заготовок, що містяться у магазині

Така технологічна операція присутня в будь-якому обладнанні, призначеному для формування картонних пачок із плоско складених заготовок.

2.2. Теоретичне дослідження операції переведення плоско- складеної заготовки до конструкції пачки об'ємної форми

Для формування об'ємної заготовки з плоско-складеної використовуємо вакуум-захвати. Розгортання заготовки відбувається згідно з такою схемою:

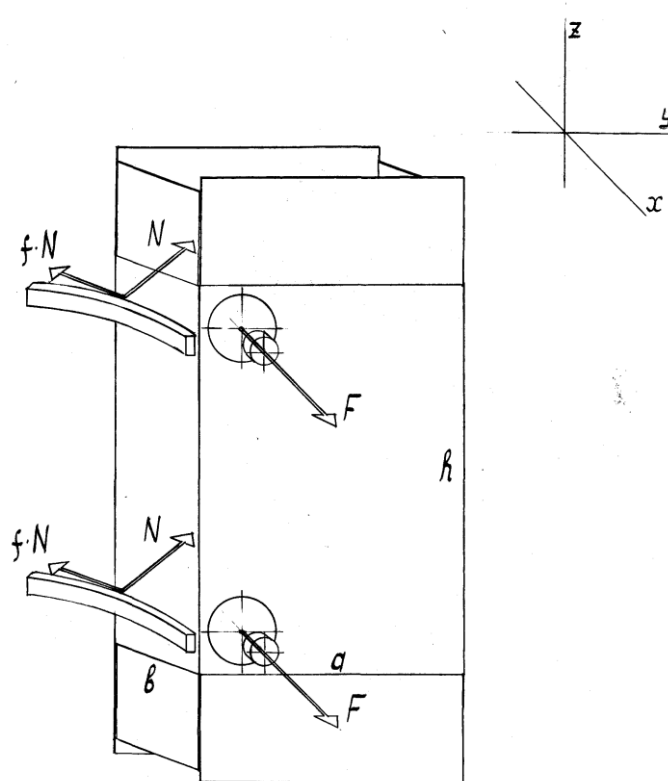


Рис.2.1 Схема розгортання плоско-складеної заготовки за допомогою вакуум-захватів.

a, b, h – розміри пачки;

Розгортання заготовки відбувається при протягуванні її вакуум-захватами по копіру.

Силова взаємодія заготовки з копіром в процесі розгортання в плані представлена на рис.2.2:

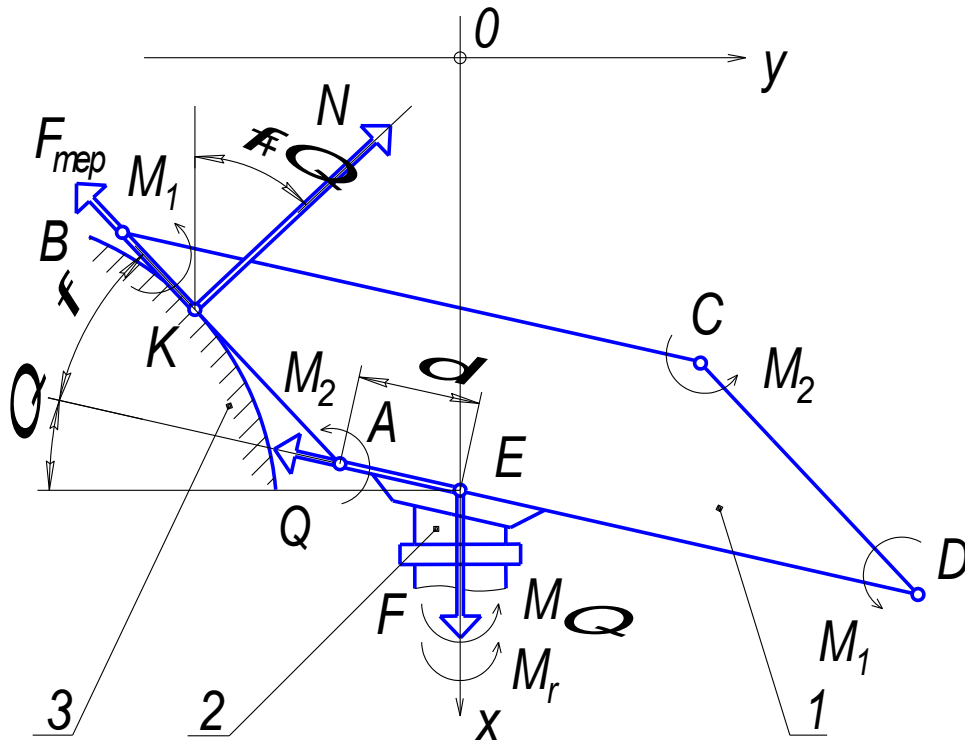


Рис.2.2 Розрахункова схема силової взаємодії заготовки з копіром

Умова статичної рівноваги заготовки пачки у вузлі формування (Рис. 2.2):

$$\sum F_x = 0; \quad (2.2.1)$$

$$\sum F_y = 0; \quad (2.2.2.)$$

$$\sum M_A = 0 \quad (2.2.3.)$$

З першого рівняння:

$$F - Q \cdot \sin \theta - f \cdot N \cdot \sin(\varphi + \theta) - N \cdot \cos(\varphi + \theta) = 0 \quad (2.2.4.)$$

$$F = Q \cdot \sin \theta + N \cdot (f \cdot \sin(\varphi + \theta) + \cos(\varphi + \theta)) \quad (2.2.5.)$$

З другого рівняння:

$$-Q \cdot \cos \theta + N \cdot \sin(\varphi + \theta) - f \cdot N \cdot \cos(\varphi + \theta) = 0 \quad (2.2.6.)$$

$$Q = N \cdot \frac{\sin(\varphi + \theta) - f \cdot \cos(\varphi + \theta)}{\cos \theta} \quad (2.2.7.)$$

де F – зусилля, яке діє на заготовку з боку вакуум-захвату;

Q – боковий тиск, що діє на вакуум-захват з боку заготовки;

$f=0,4$ – коефіцієнт тертя заготовки по напрямній;

φ – поточний кут повороту грані заготовки;

θ – кут розвороту заготовки відносно точки контакту з вакуум-захватом

(т.Е)

N – реакція, що діє з боку копіра на заготовку;

$F_{тер}$ – сила тертя, що виникає між копіром та заготовкою;

Підставляючи друге рівняння в перше, отримаємо:

$$\begin{aligned} F &= N \cdot \operatorname{tg} \theta \cdot (\sin(\varphi + \theta) - f \cdot \cos(\varphi + \theta)) + N \cdot (f \cdot \sin(\varphi + \theta) + \cos(\varphi + \theta)) = \\ &= N \cdot \sin(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta + f) - N \cdot \cos(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta \cdot f - 1) = \\ &= N \cdot (\sin(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta + f) - \cos(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta \cdot f - 1)) \end{aligned} \quad (2.2.8.)$$

З третього рівняння:

$$N \cdot k + F \cdot \delta \cdot \cos \theta - M_r - 2 \cdot (M_1 + M_2) = 0 \quad (2.2.9.)$$

M_r – некомпенсований момент сил

δ – відстань від бічної грані заготовки до місця її контакту з вакуум-захватом.

Розглянемо які зусилля діють на заготовку при її розгортанні по частинах:

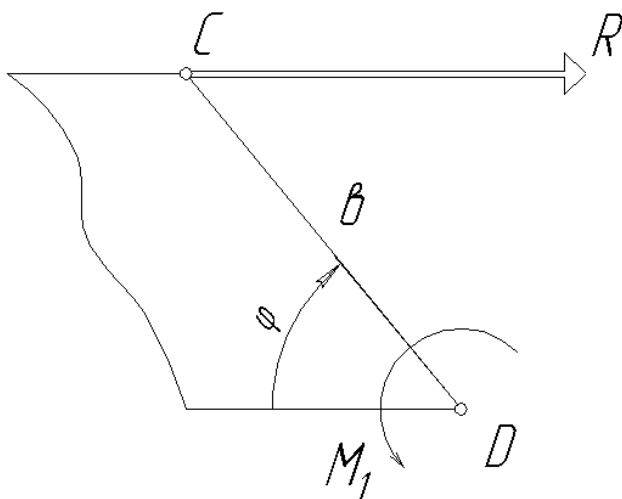


Рис. 2.3. Грань CD .

де M_1 – момент опору зіговочних канавок D і B на заготовці пачки;

b – ширина пачки;

R – зусилля, що передається стороною BC на сторону CD ;

Умова статичної рівноваги сторони CD :

$$\sum M_D = 0; \quad (2.2.10.)$$

$$M_1 - R \cdot b \cdot \sin \varphi = 0 \Rightarrow R = \frac{M_1}{b \cdot \sin \varphi} \quad (2.2.11.)$$

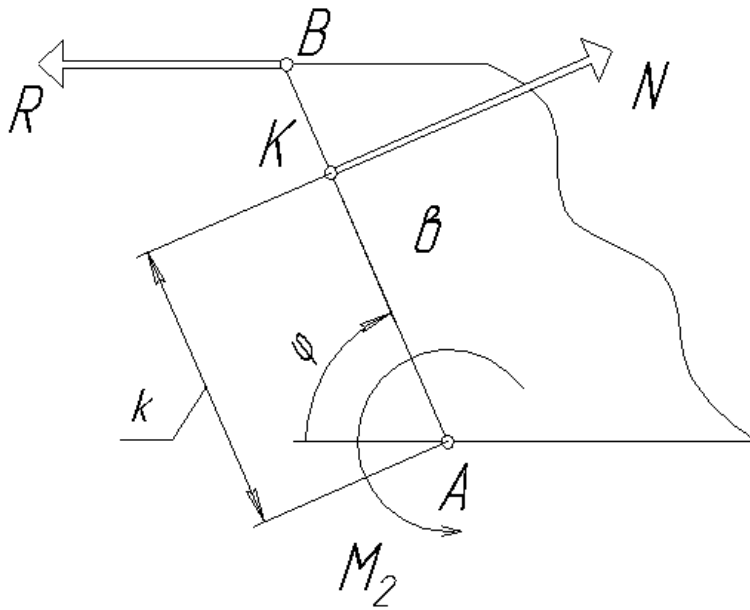


Рис. 2.4. Грань AB .

де M_2 – момент опору зіговочних канавок A і C на заготовці пачки;

k – відстань від точки контакту до точки A ;

Умова статичної рівноваги сторони AB :

$$\sum M_A = 0; \quad (2.2.12.)$$

$$M_2 - N \cdot k + R \cdot b \cdot \sin \varphi = 0 \Rightarrow N = \frac{M_2 + R \cdot b \cdot \sin \varphi}{k} \quad (2.2.13.)$$

Підставляючи в останню формулу отриманий раніше вираз для визначення зусилля R , отримаємо:

$$N = 2 \cdot \frac{M_1 + M_2}{k} \quad (2.2.14.)$$

Коефіцієнт 2 вводиться, оскільки ми розглядали тільки 2 шарніри, а всього їх 4.

Отже, зусилля F , яке необхідно розвинути вакуум-захватами:

$$F = 2 \cdot \frac{M_1 + M_2}{k} \cdot (\sin(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta + f) - \cos(\varphi + \theta) \cdot (\operatorname{tg} \theta \cdot f - 1)) \quad (2.2.15.)$$

Відповідно отримаємо значення бокового зусилля Q , яке необхідно компенсувати вакуум-захватами:

$$Q = 2 \cdot \frac{M_1 + M_2}{k} \cdot \frac{\sin(\varphi + \theta) - f \cdot \cos(\varphi + \theta)}{\cos \theta} \quad (2.2.16.)$$

Отже, аналізуючи формули для визначення зусиль F та Q , бачимо, що вони залежать від таких величин, як f (коефіцієнт тертя матеріалу заготовки (картону) по матеріалу копіра), φ (кут розкривання заготовки), k (відстань від вершини А заготовки до точки контакту з копіром), M_1 і M_2 (моменти опорів зіговочних канавок).

Значення моментів M_1 і M_2 залежать від матеріалу заготовки, його вологості, ступеня злежуваності, а також від кута розкривання заготовки. При проведенні експериментів врахувати і визначити ступінь впливу кожного фактора досить складно, тому було прийняте рішення спростити дослідну модель і визначити вплив на значення моментів M_1 і M_2 тільки кута розкривання заготовки.

Експериментально отримані значення моментів M_1 і M_2 для різних кутів φ розкриву заготовки являють собою такі графіки залежностей.

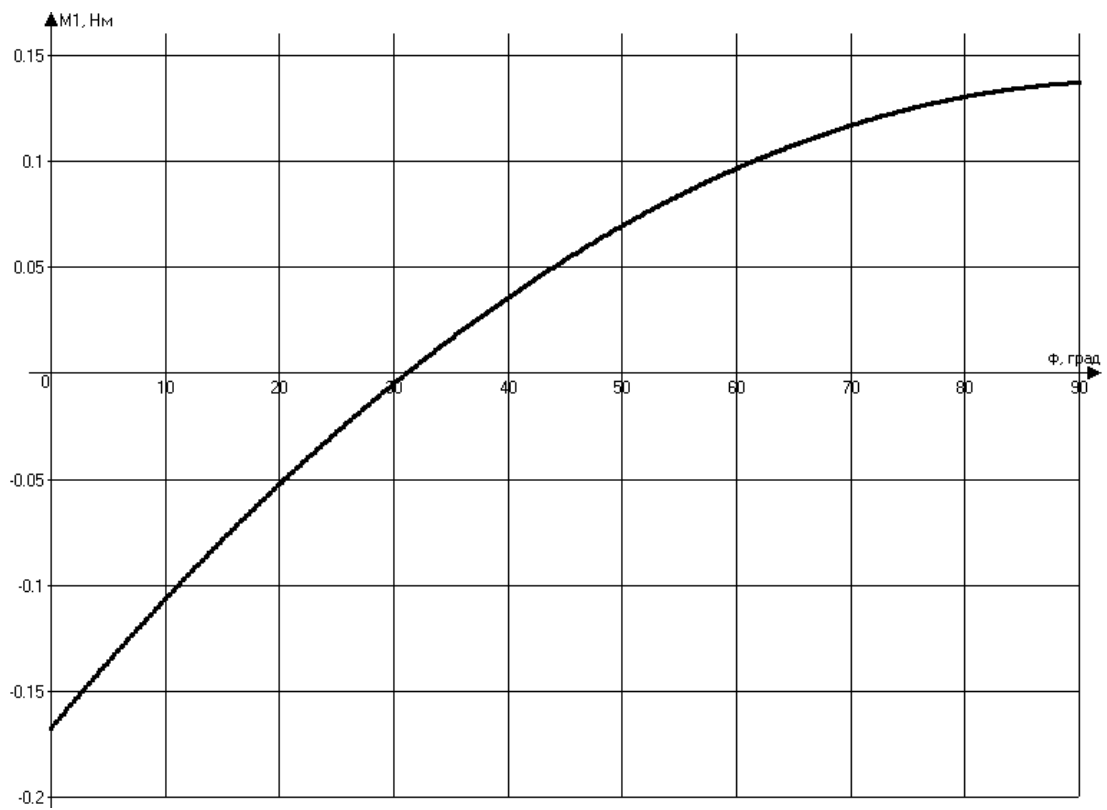


Рис.2.5 Графік залежності моменту опору розкриванню пачки M_1 від кута розкривання пачки φ .

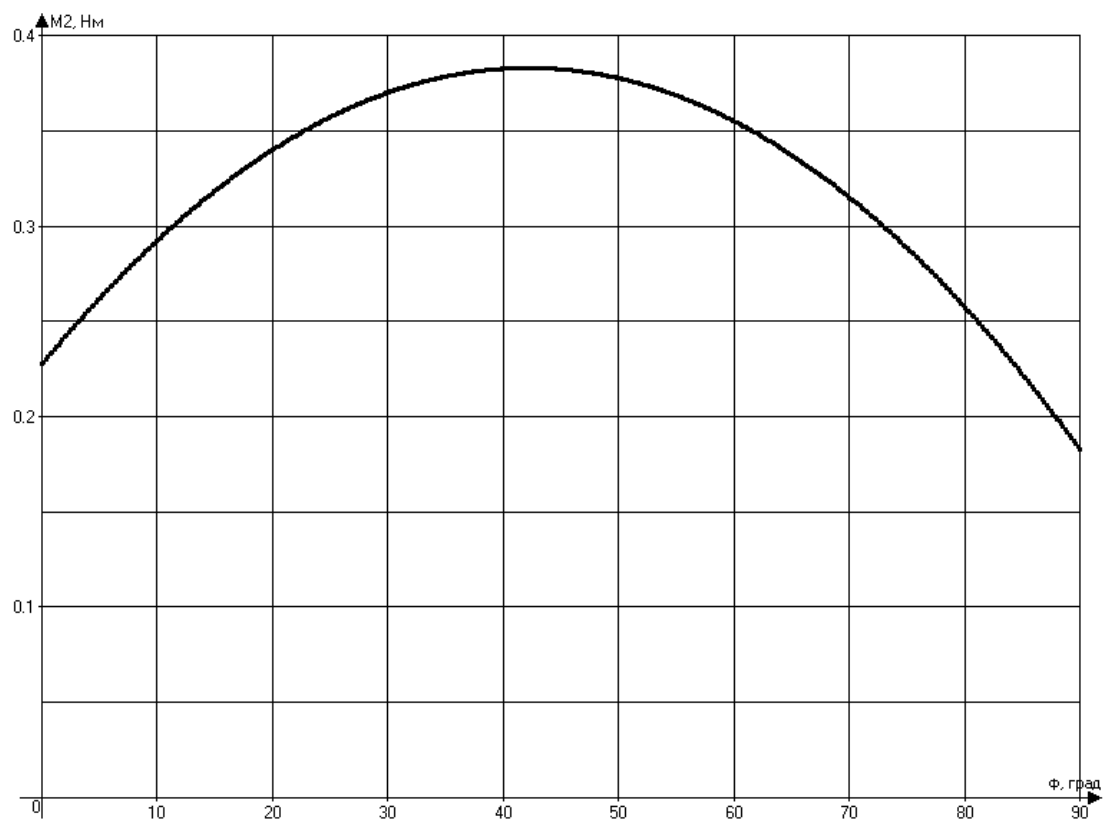


Рис.2.6 Графік залежності моменту опору розкриванню пачки M_2 від кута розкривання пачки φ .

$$M_1 = -3.3901515 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.006436 \cdot \varphi - 0.1675 \quad (2.2.17.)$$

$$M_2 = -8.75 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.007378 \cdot \varphi + 0.2273636 \quad (2.2.18.)$$

Некомпенсований момент сил M_r , що діють на заготовку, компенсується моментом M_θ , який виникає внаслідок деформації вакуум-захвату.

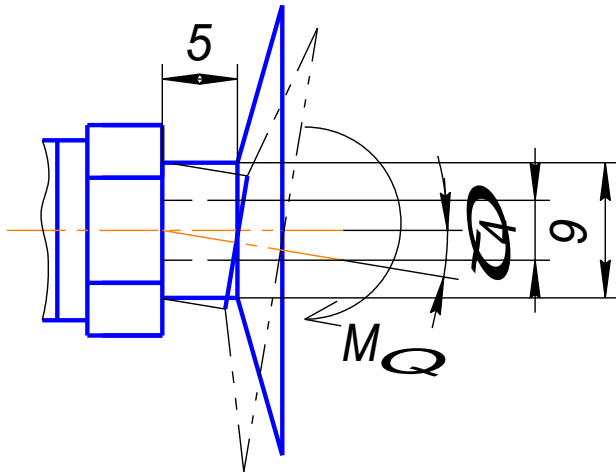


Рис.2.7 Розрахункова схема вакуум-захвату.

Розглядаємо вакуум захват як консольно закріплену балку. Тоді момент сил M_θ і кут повороту θ пов'язані між собою такою залежністю:

$$\theta = \frac{M_\theta \cdot l}{E \cdot I_x} \quad (2.2.19.)$$

$l = 5$ мм – довжина ділянки, що деформується;

$E = 8 \cdot 10^3$ Па – модуль пружності гуми (матеріалу вакуум-захвату);

I_x – момент інерції перерізу ділянки, що деформується (кільця);

$$I_x = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) \quad (2.2.20.)$$

$D = 9$ зовнішній діаметр кільця ;

$d = 4$ внутрішній діаметр кільця ;

Отже, підставляючи у формулу () вираз (), отримаємо:

$$\theta = 64 \cdot \frac{M_\theta}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \Rightarrow M_\theta = \frac{\pi \cdot \theta \cdot E \cdot (D^4 - d^4)}{64} \quad (2.2.21.)$$

При цьому повинна виконуватись рівність:

$$M_{\theta} = M_r \quad (2.2.22)$$

Також в рівняннях по визначенню необхідних для розкривання заготовки зусиль невідомими є M_r , M_{θ} , φ , θ , k . Отже, необхідно скласти систему з 5-ти рівнянь.

$$\sum M_E = 0 \quad (2.2.23.)$$

$$-2 \cdot (M_1 + M_2) - M_r + N \cdot (k + \delta \cdot \cos \theta) + f \cdot N \cdot \delta \cdot \sin \varphi = 0 \quad (2.2.24.)$$

Наступне рівняння отримаємо у взаємозв'язку з профілем копіра. Для цього детальніше розглянемо процес взаємодії заготовки з копіром.

Величини кута розкривання заготовки φ , кута розвороту заготовки θ та відстані від вершини А заготовки до точки контакту з копіром k пов'язані між собою і залежать від вибраного профілю копіру і від положення заготовки відносно цього копіра (положення заготовки відносно копіра в кожний певний момент часу при її переміщенні, тобто від відстані, яку пройшла передня грань заготовки від свого початкового положення в магазині).

Встановимо цю залежність.

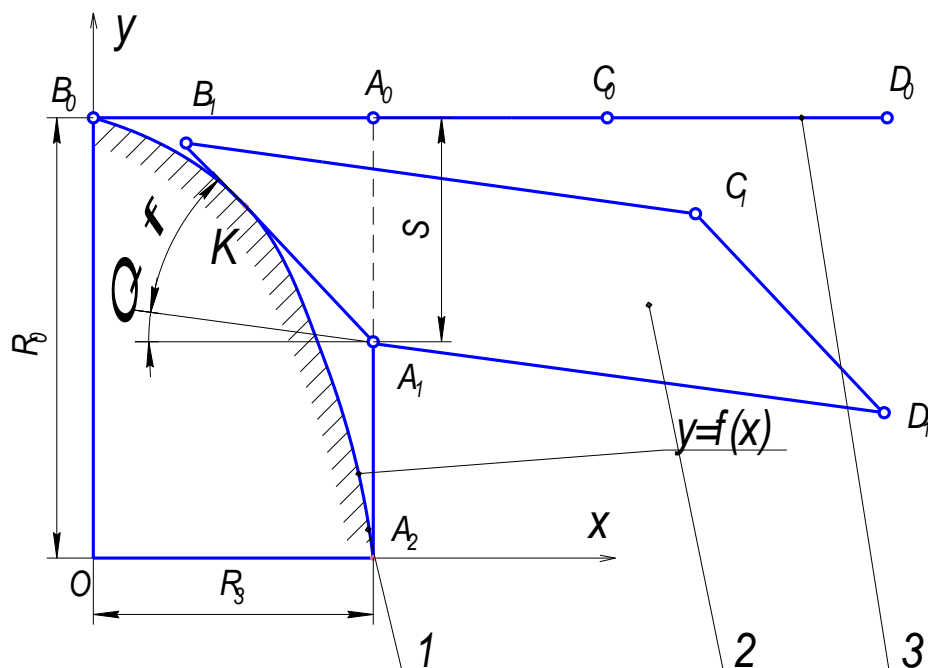


Рис. 2.8. Схема взаємодії заготовки з копіром в процесі її розкривання

1 – копiр

2 – заготовка в процесi розкривання

3 - плоско складена заготовка в магазинi

$B_0A_0C_0D_0$ – початкове положення заготовки (плоско складена в магазинi)

$B_1A_1C_1D_1$ – поточне положення заготовки в процесi її розкривання

Введемо такi позначення:

$OB_0=R_0$ – початковий рaдiус профiлю копiра

$OA_2=R_3$ – кiнцевий рaдiус профiлю копiра

$A_0A_1=S$ – шлях, який заготовка пройшла вiд моменту її видiлення вакуум-захватом з магазину

В обранiй координатнiй площинi можна записати:

$$т. \quad K(R_3 - k \cdot \cos(\varphi + \theta); R_0 - S + k \cdot \sin(\varphi + \theta)) \quad (2.2.25.)$$

Так, як т. К лежить на кривiй, яка окреслює профiль копiра, можна записати рiвняння:

$$R_0 - S + k \cdot \sin(\varphi + \theta) = f(R_3 - k \cdot \cos(\varphi + \theta)) \quad (2.2.26.)$$

Складаємо систему рiвнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} -2 \cdot (M_1 + M_2) - M_r + N \cdot (k + \delta \cdot \cos \varphi) + f \cdot N \cdot \delta \cdot \sin \varphi = 0 \quad (2.2.27.) \\ M_\theta = \frac{\pi \cdot \theta \cdot E \cdot (D^4 - d^4)}{64} \quad (2.2.28.) \\ R_0 - S + k \cdot \sin(\varphi + \theta) = f(R_3 - k \cdot \cos(\varphi + \theta)) \quad (2.2.29.) \\ N \cdot k + F \cdot \delta \cdot \cos \theta - M_r - 2(M_1 + M_2) = 0 \quad (2.2.30.) \\ M_r = M_\theta \quad (2.2.31.) \end{array} \right.$$

Спростимо отриману систему.

З першого рiвняння:

$$M_r = -2 \cdot (M_1 + M_2) + N \cdot (k + \delta \cdot \cos \varphi) + f \cdot N \cdot \delta \cdot \sin \varphi \quad (2.2.32.)$$

Виразивши з першого рівняння M_r і прирівнявши праві частини першого і другого рівнянь (згідно п'ятого рівняння), отримаємо:

$$-2 \cdot (M_1 + M_2) + N \cdot (k + \delta \cdot \cos \varphi) + f \cdot N \cdot \delta \cdot \sin \varphi = \frac{\pi \cdot \theta \cdot E \cdot (D^4 - d^4)}{64} \quad (2.2.33.)$$

$$\theta = \frac{64 \cdot (N \cdot (k + \delta \cdot \cos \varphi + f \cdot \delta \cdot \sin \varphi) - 2 \cdot (M_1 + M_2))}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \quad (2.2.34.)$$

$$\theta = \frac{64 \cdot (M_1 + M_2) \cdot \left(\frac{\delta}{k} \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi) - 1\right)}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \quad (2.2.35.)$$

Підставляючи в останнє рівняння функції $M_1 = f(\varphi)$ та $M_2 = f(\varphi)$ отримаємо:

$$\theta = \frac{64 \cdot (-3.3901515 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.006436 \cdot \varphi - 0.1675 + -8.75 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.007378 \cdot \varphi + 0.2273636)}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \times \left(\frac{\delta}{k} \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi) - 1\right) \quad (2.2.36.)$$

$$\theta = \frac{64 \cdot (-12.14 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.014 \cdot \varphi + 0.06) \cdot \left(\frac{\delta}{k} \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi) - 1\right)}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \quad (2.2.37.)$$

Отриманий вираз являє собою залежність $\theta=f(k,\varphi)$.

Підставляючи формулу () у четверте рівняння отримаємо:

$$N \cdot k + F \cdot \delta \cdot \cos \theta + 2 \cdot (M_1 + M_2) - N \cdot (k + \delta \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi)) - 2(M_1 + M_2) = 0 \quad (2.2.38.)$$

$$(M_1 + M_2) + \frac{(M_1 + M_2)}{k} \cdot \delta \cdot \cos \theta \cdot (\sin(\theta + \varphi) \cdot (\operatorname{tg} \theta + f) - \cos(\theta + \varphi) \cdot (f \cdot \operatorname{tg} \theta - 1)) -$$

$$-(M_1 + M_2) \cdot (1 + \delta \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi)) = 0 \quad (2.2.39.)$$

$$(M_1 + M_2) \cdot \left(\frac{\delta}{k} \cdot \cos \theta \cdot (\sin(\theta + \varphi) \cdot (\operatorname{tg} \theta + f) - \cos(\theta + \varphi) \cdot (f \cdot \operatorname{tg} \theta - 1)) - \frac{\delta}{k} \cdot (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi)\right) = 0 \quad (2.2.40.)$$

$$\frac{\delta}{k} \cdot (M_1 + M_2) \cdot (\sin(\theta + \varphi) \cdot (\sin \theta + f \cdot \cos \theta) - \cos(\theta + \varphi) \cdot (f \cdot \sin \theta - \cos \theta) - (\cos \varphi + f \cdot \sin \varphi)) = 0 \quad (2.2.41.)$$

Підставляючи значення моментів M_1 та M_2 отримаємо:

$$(-12.14 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.014 \cdot \varphi + 0.06) \times \quad (2.2.42.)$$

$$\times (\sin(\theta + \varphi) \cdot (\sin\theta + f \cdot \cos\theta) - \cos(\theta + \varphi) \cdot (\sin\theta + f \cdot \cos\theta) - (\cos\varphi + f \cdot \sin\varphi)) = 0$$

Отже, система рівнянь прийме вигляд:

$$\theta = \frac{64 \cdot (-12.14 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.014 \cdot \varphi + 0.06) \cdot \left(\frac{\delta}{k} \cdot (\cos\varphi + f \cdot \sin\varphi) - 1\right)}{\pi \cdot E \cdot (D^4 - d^4)} \quad (2.2.43.)$$

$$(-12.14 \cdot 10^{-5} \cdot \varphi^2 + 0.014 \cdot \varphi + 0.06) \times \quad (2.2.44.)$$

$$\times (\sin(\theta + \varphi) \cdot (\sin\theta + f \cdot \cos\theta) - \cos(\theta + \varphi) \cdot (\sin\theta + f \cdot \cos\theta) - (\cos\varphi + f \cdot \sin\varphi)) = 0$$

$$R_0 - S + k \cdot \sin(\varphi + \theta) = f(R_3 - k \cdot \cos(\varphi + \theta)) \quad (2.2.45.)$$

Отримана система рівнянь розв'язується за допомогою числових методів. Внаслідок розв'язання даної системи рівнянь отримаємо геометричні параметри системи: кут розкриття пачки φ , кут розвороту заготовки θ , параметр k , які залежать від геометричних параметрів профілю копіра (R_0 , R_3), який в свою чергу визначаються функцією, яка окреслює профіль копіра, та шляху, який пройшла точка А від моменту виділення заготовки вакуум-захватом з магазину (S).

Довжини відрізків R_0 , R_3 визначаються з рівнянь:

$$f(0) = R_0 \Rightarrow R_0; f(R_3) = 0 \Rightarrow R_3 \quad (2.2.46.)$$

З конструктивних міркувань доцільно обирати функцію $y = f(x)$ таким чином, щоб виконувалася рівність:

$$R_3 = b = 52 \text{ мм} \quad (2.2.47.)$$

Визначивши геометричні параметри механізму формування заготовки за допомогою формул наведених вище визначаємо діючі силові фактори (F , N , Q , $F_{тер}$, M_θ). Знаючи максимальні значення зусиль F (зусилля, яке діє на заготовку з боку вакуум-захвату) та Q , боковий тиск, що діє на вакуум-захват з боку заготовки) які сприймаються вакуум-захватом, підбираємо вакуум-захват відповідних розмірів.

Також можна простежити вплив на діючі зусилля відстані від бічної грані заготовки до місця її контакту з вакуум-захватом δ .

Таким чином вирішується задача оптимізації геометричних параметрів копіра. Тобто проаналізувавши кілька різних профілів підбираємо для кожного відповідного діаметру вакуум-захвати. Критерієм остаточного вибору профілю копіра є мінімізація діючих зусиль (а отже і діаметрів вакуум-захватів), рівномірність їх розподілу на шляху заготовки (це забезпечить більшу довговічність вакуум-захвату), а також зручність (простота) виготовлення профілю.

2.3. Теоретичне дослідження операції загинання клапанів сформованої пачки

При проєктуванні механізмів закривання бічних клапанів пачок доцільно використати напрямні площини (без приводу), що значно спростить конструкцію механізмів і знизить загальні енерговитрати автомату.

Розглянемо схему взаємодії бічного клапану пачки із напрямною площиною, призначеною для його закривання.

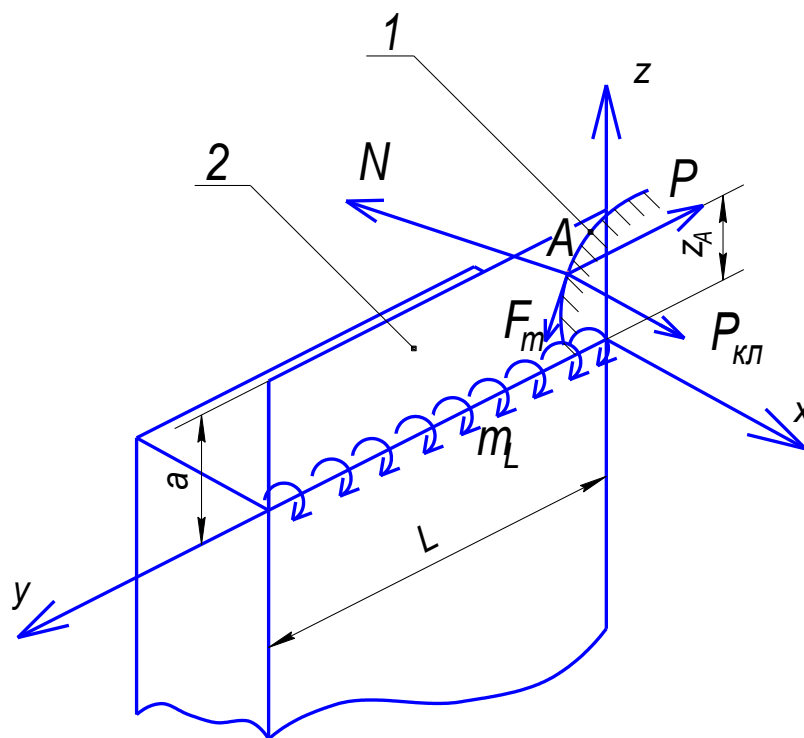


Рис. 2.9. Схема взаємодії бічного клапану пачки із напрямною механізмом закривання бічних клапанів

- 1 – пачка;
- 2 – бічний клапан;
- 3 – напрямна;

Так, як реакція N виникає внаслідок тиску пачки на напрямну, то:

$$N = P \cdot \sin \alpha \quad () \quad (2.3.1.)$$

P – зусилля, з яким клапан діє на напрямну внаслідок обертання пачки в кармані ротора;

N – реакція напрямної, що діє на пачку;

α – кут між напрямком руху пачки (напрямком дії сили P) і дотичною, проведеною в точці контакту пачки з напрямною (т. А);

Внаслідок пружних властивостей картону, клапан пачки при його загинанні намагається повернутися у вихідне (вертикальне) положення під дією внутрішніх сил, які відносно лінії рильовання створюють розподілений момент сил. Тому клапан діє на напрямну з певним зусиллям, яке можна розрахувати за формулою:

$$P_{кл} = \frac{M}{z_A} \quad () \quad (2.3.2.)$$

$$M = m_L \cdot L \quad () \quad (2.3.3.)$$

$P_{кл}$ – зусилля, з яким клапан діє на напрямну внаслідок дії розподіленого моменту сил m_L .

m_L – розподілений момент внутрішніх сил, які виникають в матеріалі пачки (картоні) при закриванні клапану напрямною і спрямовані на повернення клапану пачки у його початкове положення (вертикальне, як на малюнку).

M – зосереджений момент сил, яким можна замінити дію розподіленого моменту сил m_L ;

Для нормальної роботи механізму необхідне виконання трьох умов:

- умови закривання клапану;
- умови не заклинювання клапану;

- умови збереження стійкості клапаном;

Записуємо аналітичні залежності, які описують дані умови.

Умова закривання клапану:

Для того, щоб клапан закривався при переміщенні пачки вздовж напрямної площини, необхідно щоб результуюча проекцій всіх діючих зусиль на вісь ОУ була напрямлена в сторону закривання клапану пачки.

$$N_y - F_{my} + P_{кл} > 0 \quad (2.3.4.)$$

F_m – сила тертя між клапаном пачки і напрямною площиною (F_{my} – проекція сили тертя на вісь ОУ);

$$N_y > F_{my} + P_{кл} \quad (2.3.5.)$$

В отриману формулу підставляємо значення діючих зусиль :

$$N \cdot \cos \alpha > f \cdot N \cdot \sin \alpha + \frac{M}{z_A} \quad (2.3.6.)$$

Підставляємо значення зусилля N з формули (2.3.6.):

$$P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - f \cdot P \cdot \sin^2 \alpha > \frac{M}{z_A} \quad (2.3.7.)$$

Отриману нерівність розв'язуємо відносно сили P:

$$P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha - f \cdot P \cdot \sin^2 \alpha > \frac{M}{z_A} \quad (2.3.8.)$$

$$P \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \alpha - f \cdot \sin^2 \alpha) > \frac{M}{z_A} \quad (2.3.9.)$$

$$P > \frac{M}{z_A \cdot \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \frac{1}{2} f \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right)} \quad (2.3.10.)$$

$$P > \frac{2 \cdot M}{z_A \cdot (\sin 2\alpha - f \cdot (1 - \cos 2\alpha))} \quad (2.3.11.)$$

Умова не заклинювання клапану:

Для того, щоб не відбувалося явище заклинювання клапану пачки в процесі його закривання, необхідно, щоб рушійні сили переважали сили опору переміщенню клапана (тобто його закриванню), якими в даному випадку виступають сили тертя.

$$P_{руш} > P_{тер} \quad (2.3.12.)$$

Запишемо дану нерівність у вигляді:

$$P \cdot \cos \alpha > F_{тер} + P_{кл} \cdot \sin \alpha \quad (2.3.13.)$$

Підставляємо в отриману формулу вирази () та вираз для сили тертя:

$$P \cdot \cos \alpha > f \cdot N + \frac{M}{z_A} \cdot \sin \alpha \quad (2.3.14.)$$

Підставляємо в отриману формулу вираз () і розв'язуємо нерівність відносно зусилля P :

$$P \cdot \cos \alpha > f \cdot P \cdot \sin \alpha + \frac{M}{z_A} \cdot \sin \alpha \quad (2.3.15.)$$

$$P \cdot (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) > \frac{M}{z_A} \cdot \sin \alpha \quad (2.3.16.)$$

$$P > \frac{\frac{M}{z_A} \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} \quad (2.3.17.)$$

$$P > \frac{\frac{M}{z_A}}{\operatorname{ctg} \alpha - f} \quad (2.3.18.)$$

Умова збереження стійкості клапаном:

Для збереження стійкості клапаном пачки необхідно щоб діючі на нього зусилля задовольняли умову.

$$\Sigma F_x < P_{кр} \quad (2.3.19.)$$

$P_{кр}$ – критична сила, з якою клапан діє на клапан.

ΣF_x – сума проєкцій діючих на клапан зусиль на вісь ОХ

При невиконанні даної умови клапан втратить стійкість і подальше його закривання стане неможливим.

Рівняння для визначення критичної сили :

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{4 \cdot l^2} \quad (2.3.20.)$$

I_{min} – мінімальний момент інерції перерізу клапану (прямокутника);

$E = 3.2 \cdot 10^9$ Па - модуль пружності картону;

$$I_{min} = \frac{(h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{12} \quad (2.3.21.)$$

Підставляємо отриманий вираз у формулу ():

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{48 \cdot l^2} \quad (2.3.22.)$$

$h = 155$ мм – висота пачки;

$l = 92$ мм – ширина пачки;

$a = 45$ мм – ширина бічного клапану пачки;

$\delta = 0,6$ мм – товщина картону, з якого виготовлена пачка;

Отже, формула () прийме вигляд:

$$N \cdot \sin \alpha + f \cdot N \cdot \cos \alpha < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{48 \cdot l^2} \quad (2.3.23.)$$

В отриманий вираз підставляємо формулу ():

$$P \cdot \sin \alpha \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{48 \cdot l^2} \quad (2.3.24.)$$

Отриману нерівність розв'язуємо відносно зусилля P :

$$P < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{48 \cdot l^2 \cdot \sin \alpha \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha)} \quad (2.3.25.)$$

$$P < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{24 \cdot l^2 \cdot (1 - \cos 2\alpha + f \cdot \sin 2\alpha)} \quad (2.3.26.)$$

Отже, отримаємо таку систему нерівностей, виконання яких необхідне для забезпечення закривання клапанів пачки:

$$P > \frac{2 \cdot M}{z_A \cdot (\sin 2\alpha - f \cdot (1 - \cos 2\alpha))} \quad (2.3.27.)$$

$$P > \frac{\frac{M}{z_A}}{\operatorname{ctg} \alpha - f} \quad (2.3.28.)$$

$$P < \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (h + 2 \cdot a) \cdot \delta^3}{24 \cdot l^2 \cdot (1 - \cos 2\alpha + f \cdot \sin 2\alpha)} \quad (2.3.29.)$$

Зусилля P задається потужністю двигуна та конструкцією приводу ротора. Регульованими параметрами є відстань від верхньої (або нижньої) грані пачки до точки контакту з напрямною площиною (точка А) z_A та кут α між напрямком руху пачки (напрямок дії сили P) і дотичною, проведеною в точку контакту пачки з напрямною (точка А). Підбором регульованих параметрів необхідно досягти виконання отриманої системи нерівностей.

Для збереження контакту напрямної із клапаном пачки по лінії, поверхня напрямної повинна повторювати траєкторію, яку описує клапан при закриванні. Отже, поверхня копіру повинна бути гвинтовою.

Також, при виборі кута α між напрямком руху пачки (напрямок дії сили P) і дотичною, проведеною в точку контакту пачки з напрямною (якщо контакт відбувається по лінії, то мається на увазі кут між напрямною і напрямком руху пачки), потрібно враховувати той факт, що пачка переміщується не по прямій лінії, а по колу.

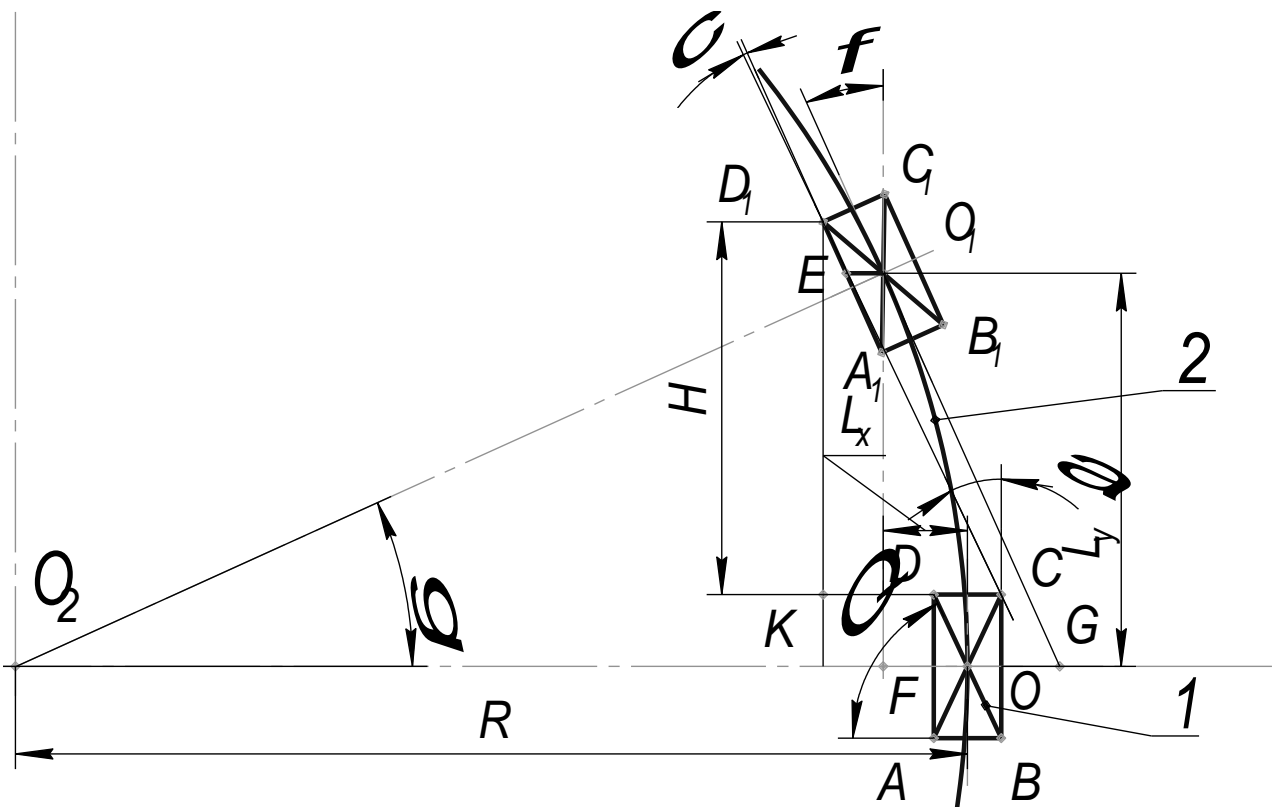


Рис. 2.11 Схема переміщення пачки в роторі автомату

1 – пачка;

2 – траєкторія переміщення центрів пачок;

Нехай в початковий момент пачка займає положення 1 (зображена на Рис. 36 прямокутником $ABCD$). При переміщенні пачки по траєкторії 2 клапан пачки поступово закривається і в певний момент закривається повністю (чотирикутник $A_1B_1C_1D_1$). Різниця цих двох положень характеризується величиною зміщення центру пачки (вздовж осі OX та OY), а також кутом повороту осі пачки. Так, в початковому положенні клапан пачки контактує з напрямною під кутом α (напрямна розташована по лінії CD_1), а в кінцевому положенні, враховуючи те, що в кінцевому положенні (коли клапан повністю закритий) вісь пачки повертається відносно свого центру (т. O – в початковий момент, т. O_1 –) на кут φ . Отже, в кінцевому положенні контакт клапану з напрямною відбувається під кутом:

$$\chi = \alpha - \varphi \quad (2.3.30.)$$

Визначення кута розвороту пачки в момент повного закривання клапану φ .

$\angle O_2O_1G = 90^\circ$, так як пряма O_1G є дотичною до кривої 2.

$$\text{З } \triangle O_1GF: \quad (2.3.31.)$$

$$\text{З } \angle FO_1G = 90 - \angle O_2O_1F = 90 - (90 - \gamma) = \gamma \text{ іншого боку:}$$

$$\angle FO_1G = \varphi \quad (2.3.32.)$$

$$\varphi = \gamma \quad (2.3.33.)$$

Отже:

$$\text{tg} \angle FO_1G = \frac{O_1F}{O_2K} \quad (2.3.34.)$$

З $\triangle O_2O_1F$:

$$\text{tg} \varphi = \frac{L_y}{\sqrt{R^2 - L_y^2}} \quad (2.3.35.)$$

L_y – зміщення центру пачки вздовж осі ОУ;

R – радіус кривої (кола) 2;

$$\text{З } \triangle KD_1C: \quad KC = D_1K \cdot \text{tg} \angle KD_1C = H \cdot \text{tg} \alpha \quad (2.3.36.)$$

З іншого боку:

$$KC = \frac{DC}{2} + L_x + \frac{D_1B_1}{2} \cdot \cos \angle D_1O_1E \quad (2.3.37.)$$

$DC = AB = b = 52$ мм – ширина пачки;

L_x – зміщення центру пачки вздовж осі ОХ;

D_1B_1 – діагональ пачки;

$$D_1B_1 = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2.3.38.)$$

$a = 92$ мм – довжина пачки;

Очевидно, що:

$$\angle D_1O_1E = \angle D_1B_1A_1 - \angle A_1O_1G = \theta - \varphi \quad (2.3.39.)$$

$$L_x = O_2O - O_2F = R - R \cdot \cos \gamma = R - R \cdot \frac{\sqrt{R^2 - L_y^2}}{R} = R - \sqrt{R^2 - L_y^2} \quad (2.3.40.)$$

Отже, маємо рівняння:

$$(L_y - \frac{a}{2} + \frac{c}{2} \cdot \sin(\theta - \varphi)) \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} + \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \cdot \cos(\theta - \varphi) \quad (2.3.41.)$$

$$L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(\theta - \varphi) - \frac{b}{2} - R + \sqrt{R^2 - L_y^2} - \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} \cdot \cos(\theta - \varphi) = 0 \quad (2.3.42.)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin(\theta - \varphi) + \cos(\theta - \varphi) = \frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (2.3.43.)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta - \varphi}{2} + 1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\theta - \varphi}{2} = (1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\theta - \varphi}{2}) \cdot \frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (2.3.44.)$$

$$\begin{aligned} & (\frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}} + 1) \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\theta - \varphi}{2} - 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta - \varphi}{2} + \\ & + \frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}} - 1 = 0 \end{aligned} \quad (2.3.45.)$$

$$\varphi = \theta - 2 \cdot \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha - (\frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}})^2 + 1}}{\frac{2 \cdot (\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{\sqrt{a^2 + b^2}} + 1} \quad (2.3.46.)$$

Останнє рівняння являє собою залежність кута повороту центра пачки від геометричних параметрів самої пачки, від розмірів ротора, від кута розташування копіра, а також від відстані зміщення центру пачки вздовж осі ОУ. Для визначення кута розвороту пачки в момент повного закривання клапану, необхідно з останнього рівняння виключити відстань зміщення центру пачки вздовж осі ОУ L_y . Для цього складаємо таку систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = \theta - 2 \cdot \arctg \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha - \left(\frac{2 \cdot \left(\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha \right)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right)^2 + 1}}{2 \cdot \left(\frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b}{2} + R - \sqrt{R^2 - L_y^2} - L_y \cdot \operatorname{tg} \alpha \right) + 1}}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (2.3.47.) \\ \operatorname{tg} \varphi = \frac{L_y}{\sqrt{R^2 - L_y^2}} \quad (2.3.48.) \end{array} \right.$$

Дану систему рівнянь розв'язуємо відносно кута φ . Розв'язання даної системи здійснюється за допомогою числових методів.

Отже при виборі кута нахилу напрямної α , окрім рівнянь (2.3.47), (2.3.48) необхідно врахувати те, що в момент повного закривання клапану контакт його з напрямною відбувається вже не під кутом α , а під кутом, що визначається з рівняння (2.3.49).

Мінімальна необхідна довжина напрямної визначається з рівняння:

$$L_{\text{напр min}} = \frac{H}{\cos \alpha} = \frac{L_y - \frac{a}{2} + \frac{c}{2} \cdot \sin(\theta - \varphi)}{\cos \alpha} \quad (2.3.49.)$$

Реальна довжина напрямної визначається з урахуванням певного запасу по довжині, а також з урахуванням того, що бічний клапан може відхилитися від вертикалі в бік протилежний напрямку закривання.

3. Експериментальні дослідження релаксаційних характеристик плоско складених картонних заготовок

Сучасне обладнання передбачає так званий двох-ступінчастий процес формування картонної упаковки, кожний етап якого відбувається на окремому обладнанні:

- виготовлення плоско-складеної заготовки
- формування упаковки з плоско-складеної заготовки

Але при такому розділенні постає проблема зберігання плоско-складених заготовок. Процес зберігання в даному випадку є дуже відповідальним з наступних причин. Плоско складені заготовки перед безпосереднім використанням зберігаються в стопах, сприймаючи при цьому тиск з боку інших заготовок. При знятті цих зовнішніх силових факторів (наприклад при вийманні заготовки із стопи) мають місце залишкові моменти (описані в розділі 2.2.), які спричиняють певну деформацію граней пачки і певну релаксацію ліній згину, тобто заготовка частково набуває об'ємної форми. Так як ці моменти залежать від терміну і умов зберігання, то в певний момент часу може виникнути ситуація, коли залишкові моменти будуть компенсувати один-одного, тобто не буде попереднього часткового самовільного формоутворення, заготовка буде плоскою з великою вірогідністю викривлення площини. Це, в свою чергу призведе до зростання до нескінченності зусилля R , яке необхідно подолати при формоутворенні пачок(формула()). Отже, можна зробити висновок, що формоутворення пачок із плоско-складених заготовок реалізується з високою вірогідність лише при наявності певної релаксації плоско-складених заготовок.

Релаксаційні характеристики плоско складених заготовок розглядаємо через кут їх вільного розкривання. Для визначення кута вільного розкривання плоско-складених заготовок були проведені дослідження залежності величини цього кута від терміну зберігання та величини діючого навантаження.

Прийняті припущення:

- поверхня заготовок абсолютно плоска;
- товщина заготовок постійна по всій площі;
- тиск розподілений рівномірно по всій площині заготовки

Методика проведення експерименту:

було виготовлено 90 зразків заготовок (рис. 37) розміром 100x130 мм. Посередині більшої сторони зроблена зігвочна канавка. Заготовки поділяються на 2 рівні групи. Кожна заготовка згинається вздовж зігвочної канавки і заміряється відстань між краями, коли вони вже перестануть розходитись (після зняття діючого на заготовку зусилля). Після цього виміряна відстань перераховується в кут вільного розкривання заготовки (за теоремою косинусів):

$$\alpha = \arccos \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}; \quad (3.1.)$$

a, b, c - сторони трикутника ($b=c=65$ мм, a – вимірювана величина)

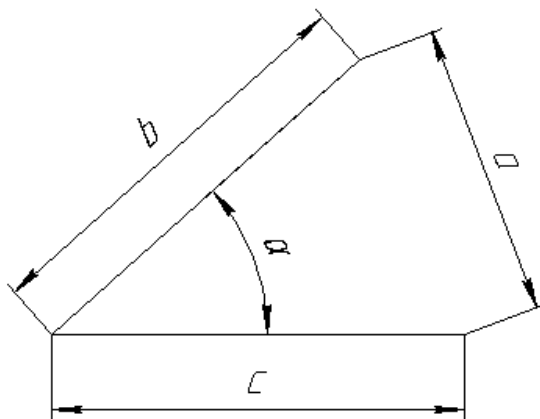


Рис. 3.1. Розрахункова схема заготовок для проведення дослідів

Для дослідження впливу силових факторів на різні групи заготовок встановлюємо різний вантаж ($P_1 = 30$ Н, $P_2 = 60$ Н).

Значення кута з плином часу (вплив часу) контролювалося на протяжні 90 діб (дослідні дані наведені в додатку). Обробка отриманих результатів проводилась за такими формулами:

- середнє значення:
$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (3.2.)$$

- дисперсія:
$$S_N^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot \bar{y}^2 \right) \quad (3.3.)$$

- r-критерій:
$$r_{min} = \frac{y - y_{min}}{S_N \sqrt{n \cdot (n-1)}} \quad r_{max} = \frac{y_{max} - y}{S_N \sqrt{n \cdot (n-1)}} \quad (3.4.) \quad (3.5.)$$

$r_{кр} = 2.95$ (для рівня значущості $\alpha = 0,05$, кількості зразків $n = 45$ і кількості дослідів $N = 16$)

- критерій Кохрена:
$$G_p = \frac{S_{Nmax}^2}{\sum_{i=1}^n S_{Ni}^2} \quad (3.6.)$$

$G_{кр} = 0.07$ (при $f_N = n - 1 = 44, f_s = N = 16$)

- перевіряємо умову: $G_p < G_{кр} \quad (3.7.)$

- величина довірчої похибки: $\varepsilon_y = t_N \cdot S_{\bar{y}} \quad (3.8.)$

$t_N = 1,96$ при $f_t = N(n-1) = 16(45-1) = 704$

- інтервал, в якому з імовірністю $\alpha = 0,95$ знаходиться середній результат:

$$\bar{y} \pm \varepsilon_y \quad (3.9.)$$

- відносна похибка: $\Delta y = \frac{\varepsilon_y}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (3.10.)$

Отримані результати представлено у вигляді графіків (рис. 38) та у вигляді таблиць (додатки). Як бачимо обидві залежності носять експоненціальний характер, при чому з часом різниця кутів вільного розкривання зменшується, а сама величина кута асимптотично прямує до значення 10° . Це значення повинно бути враховане шляхом підстановки у формулу (R), а отримане з неї зусилля взаємодії граней пачки, має задовольняти систему рівнянь ().

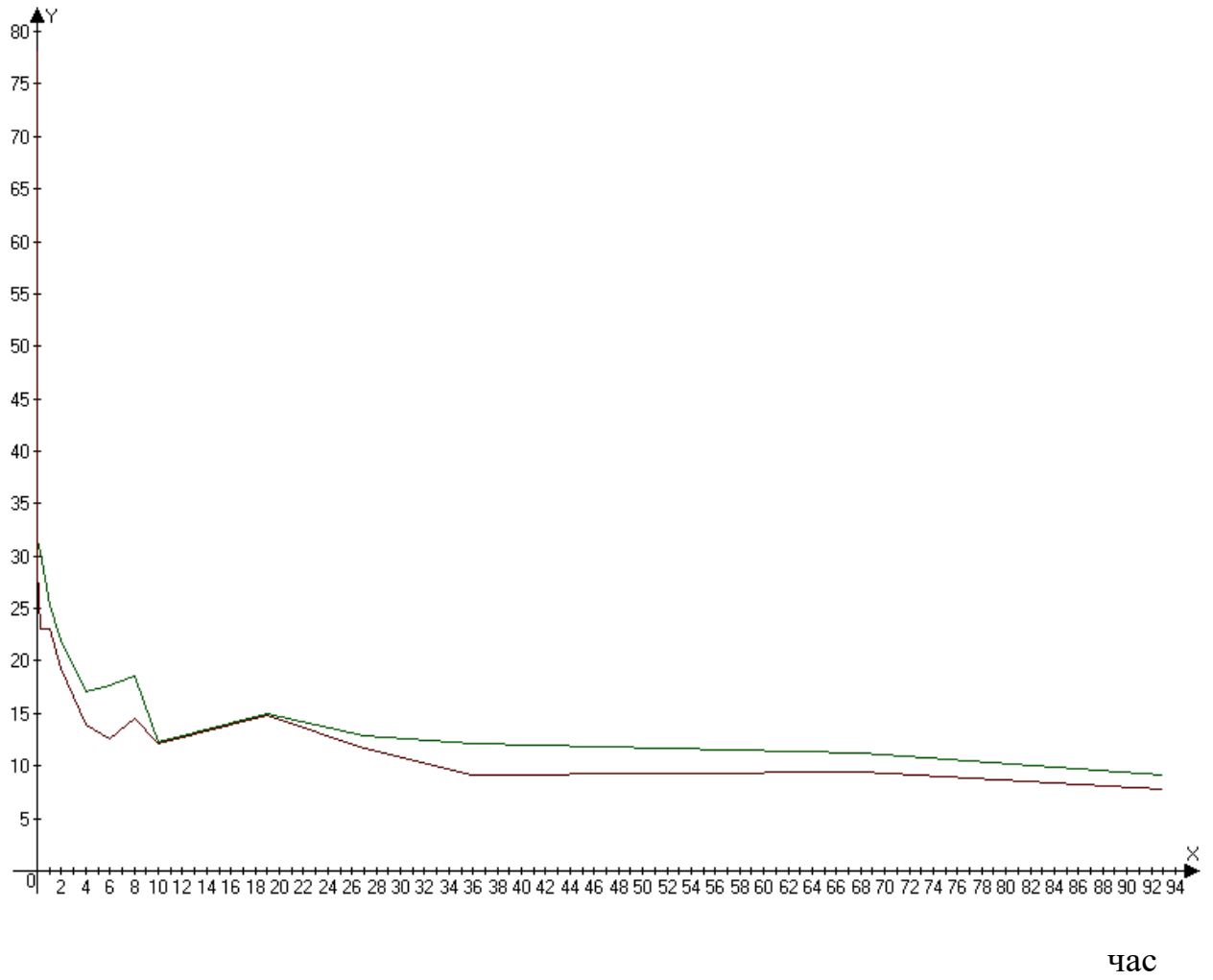


Рис. 3.2. Залежність кута відхилення від часу

ДОДАТКИ

Зусилля $P_1 = 30 \text{ Н}$

Кут вільного розкривання заготовки, °															
Термін зберігання															
0	10 хв	30 хв	60 хв	5 Г	1 доба	2 доби	4 доби	6 діб	8 діб	10 діб	19 діб	27 діб	36 діб	68 діб	93 доби
77	41		31	34	25	20	17	17	18	10	14	12	12	9	7
76	41		33	32	29	16	17	18	18	11	16	12	12	9	7
75	43		29	30	29	20	18	19	16	13	15	12	12	9	7
74	39		38	30	27	19	18	18	16	12	12	12	12	10	7
78	47		31	30	23	22	16	19	19	12	14	12	12	10	8
75	40		34	30	23	23	19	18	19	12	14	12	12	10	8
73	38		32	30	27	20	15	18	18	12	14	12	12	10	8
76	37		29	34	25	20	22	16	17	12	14	12	10	10	8
74	36		30	28	25	25	15	20	18	12	14	12	10	10	8
75	49		35	29	24	25	18	17	18	12	17	12	11	10	8
77	43		33	32	27	20	15	17	18	12	15	14	11	10	8
75	43		36	30	27	24	16	15	19	12	15	14	13	10	8
77	43		29	29	26	21	15	15	20	12	15	15	13	11	9
76	42		34	29	26	20	20	20	21	13	15	13	13	11	9
77	47		37	29	21	20	16	18	15	13	17	13	13	11	9
78	40		33	29	27	19	17	18	20	13	17	13	13	11	9
77	47		27	29	22	21	16	17	20	13	13	12	13	11	9
80	49		29	29	23	20	15	16	19	13	13	13	13	11	9
80	45		30	32	27	23	16	17	17	13	14	11	13	11	9
76	42		32	34	25	23	18	20	17	13	14	13	13	11	9
72	42		36	29	26	22	19	20	18	13	14	13	13	11	9
78	43		31	29	28	22	17	19	17	12	15	13	13	11	9
83	44		29	29	27	25	17	15	18	12	12	13	13	11	9
76	42		29	30	22	21	16	17	19	12	17	12	13	11	9
83	45		29	34	32	20	14	16	20	12	17	12	11	12	9
78	45		28	27	23	20	20	16	18	12	15	12	11	12	9
81	43		27	29	25	24	19	20	18	12	16	12	12	12	9
80	42		28	31	25	23	14	20	20	12	13	12	12	12	9
80	40		33	34	23	23	17	20	20	12	15	12	12	12	10
77	42		34	36	22	28	16	18	19	11	18	12	12	12	10
77	46		29	29	22	21	15	18	18	11	17	14	12	12	10
81	40		33	29	24	25	16	20	18	13	17	15	12	12	10
78	51		29	29	23	23	16	15	18	13	15	14	12	12	10
78	51		33	27	24	23	16	15	20	13	14	14	12	12	10
77	43		28	27	25	20	21	16	20	13	13	14	12	12	10
83	49		29	32	23	22	18	16	20	13	15	13	12	12	10
76	49		36	32	25	21	18	16	18	13	15	13	12	12	10
81	40		33	26	28	20	20	21	19	13	15	13	12	12	11
81	37		30	27	25	22	19	20	20	12	15	13	12	12	11
81	37		36	30	26	24	15	18	18	12	15	13	12	12	11
82	40		31	34	28	27	19	20	18	12	18	12	12	13	11
81	43		30	31	27	25	18	15	18	12	16	15	12	13	11
78	47		36	36	25	23	20	18	18	12	13	15	12	13	11
80	44		28	31	23	22	14	16	19	12	13	15	11	13	11

	81	45		29	29	28	27	16	17	22	12	17	15	11	13	11
Мінімальне значення кута вільного розкривання заготовки, °	72.00	36.00		27.00	26.00	21.00	16.00	14.00	15.00	15.00	10.00	12.00	11.00	10.00	9.00	7.00
Максимальне значення кута вільного розкривання заготовки, °	83.00	51.00		38.00	36.00	32.00	28.00	22.00	21.00	22.00	13.00	18.00	15.00	13.00	13.00	11.00
Середнє значення кута вільного розкривання заготовки, °	77.98	43.16		31.47	30.36	25.27	22.09	17.09	17.67	18.53	12.24	14.93	12.93	12.07	11.24	9.20
Середнє квадратичне відхилення	7.61	14.27		8.85	5.83	5.38	5.86	3.86	3.18	1.85	0.46	2.38	1.20	0.61	1.23	1.44
Мінімальне значення г-критерію	0.05	0.04		0.03	0.04	0.04	0.06	0.04	0.03	0.06	0.07	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04
Максимальне значення г-критерію	0.04	0.05		0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	0.04	0.06	0.02	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
Довірча похибка	0.33	0.62		0.39	0.25	0.23	0.26	0.17	0.14	0.08	0.02	0.10	0.05	0.03	0.05	0.06
Відносна похибка	0.43	1.44		1.22	0.84	0.93	1.15	0.98	0.78	0.43	0.16	0.69	0.40	0.22	0.48	0.68

Зусилля $P_2 = 60 \text{ Н}$

	Кут вільного розкривання заготовки, °															
	Термін зберігання															
	0	10 хв	30 хв	60 хв	5 год	1 доба	2 доби	4 доби	6 діб	8 діб	10 діб	19 діб	27 діб	36 діб	68 діб	93 доби
77	41	42	31	20	15	18	14	10	14	12	14	10	9	8	6	
76	41	41	29	22	16	20	14	13	14	12	16	10	10	9	6	
75	39	39	29	22	22	18	13	11	15	12	15	11	7	9	7	
74	43	35	32	23	20	20	13	13	12	12	12	11	8	8	7	
78	41	40	25	22	20	20	15	13	16	11	14	12	10	9	7	
75	32	42	29	21	20	18	15	12	16	12	14	12	11	9	7	
73	40	40	32	20	21	18	12	13	15	13	15	12	9	9	7	
76	33	36	29	16	20	18	12	12	15	12	14	12	9	11	7	
74	39	33	27	21	20	20	13	12	15	10	14	12	11	10	7	
75	38	32	29	22	21	19	13	11	15	12	14	12	10	9	7	
77	41	34	29	20	18	18	14	12	15	12	17	10	9	10	7	
75	43	32	29	18	16	20	13	11	15	12	15	12	9	10	7	
77	42	36	23	22	20	20	13	13	15	12	15	12	9	10	7	
76	44	34	29	27	18	20	14	12	15	13	15	12	10	10	7	
77	37	34	29	22	19	19	14	13	15	13	17	12	9	9	8	
78	39	34	32	23	20	20	14	12	14	13	17	12	10	10	8	

	77	36	33	28	24	20	18	15	12	11	12	13	12	9	10	8
	80	50	32	31	24	13	20	15	12	15	12	13	12	8	9	8
	80	42	36	34	20	20	20	15	13	16	12	14	12	11	10	8
	76	39	38	29	24	20	20	13	14	12	13	14	12	9	9	8
	72	38	34	29	23	22	18	13	13	14	13	14	11	7	9	8
	78	42	34	28	24	22	18	14	13	14	12	15	12	9	10	8
	83	43	34	29	24	21	19	15	12	15	12	12	12	9	9	8
	76	39	38	29	23	21	13	12	12	13	11	17	12	9	8	8
	83	37	38	30	24	16	20	15	12	16	12	17	10	9	9	8
	78	38	38	30	24	21	20	16	13	14	12	15	12	9	9	8
	81	42	36	27	23	22	21	15	14	15	11	16	13	9	9	8
	80	36	39	31	27	21	20	12	14	15	13	13	12	10	10	8
	80	36	41	24	20	21	20	15	13	12	13	15	10	10	10	8
	77	40	41	27	25	22	20	13	12	16	13	18	12	8	9	8
	77	37	36	25	21	23	17	13	14	16	12	17	12	10	9	8
	81	36	41	30	25	22	21	15	13	14	13	17	12	9	10	8
	78	45	40	29	27	20	20	13	12	16	12	15	12	10	10	8
	78	41	38	26	23	20	20	15	13	15	12	14	13	8	9	8
	77	40	36	29	23	23	21	13	14	14	12	13	12	8	10	8
	83	45	41	30	24	19	21	13	13	13	12	15	13	8	10	8
	76	40	39	29	25	21	20	14	13	14	10	15	11	9	10	8
	81	43	41	30	25	20	20	13	13	13	12	15	12	9	10	9
	81	45	42	29	26	21	20	13	13	16	12	15	12	9	9	9
	81	45	38	29	26	22	18	14	13	16	12	13	12	9	9	9
	82	43	38	34	25	22	19	14	12	15	13	13	13	9	9	9
	81	42	42	26	26	22	20	15	12	15	13	17	12	9	10	9
	78	41	39	28	27	21	20	16	13	15	13	16	12	9	8	9
	80	42	43	28	23	20	18	16	13	15	13	16	12	10	9	9
	81	43	42	29	25	22	22	13	13	16	13	15	10	9	10	9
Мінімальне значення кута вільного розкривання заготовки, °	72.00	32.00	32.00	23.00	16.00	13.00	13.00	12.00	10.00	11.00	10.00	12.00	10.00	7.00	8.00	6.00
Максимальне значення кута вільного розкривання заготовки, °	83.00	50.00	43.00	34.00	27.00	23.00	22.00	16.00	14.00	16.00	13.00	18.00	13.00	11.00	11.00	9.00
Середнє значення кута вільного розкривання заготовки, °	77.98	40.42	37.60	28.89	23.13	20.13	19.33	13.87	12.58	14.60	12.18	14.89	11.73	9.13	9.38	7.82
Середнє квадратичне відхилення	7.61	11.66	10.70	5.01	5.89	4.53	2.14	1.25	0.75	1.52	0.56	2.19	0.65	0.80	0.47	0.60
Мінімальне значення г-критерію	0.05	0.06	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.04	0.07	0.07	0.07	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Максимальне значення г-	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03

критерію																
Довірча похибка	0.33	0.51	0.47	0.22	0.26	0.20	0.09	0.05	0.03	0.07	0.02	0.10	0.03	0.03	0.02	0.03
Відносна похибка	0.43	1.26	1.24	0.76	1.11	0.98	13.00	0.39	0.26	0.45	0.20	0.64	0.24	0.38	0.22	0.34

Загальні висновки:

В роботі проведено огляд і аналіз існуючих конструкцій технічних засобів, призначених для формування споживчої та транспортної тари.

Проаналізовані письмові та електронні джерела, що стосуються аналітичних розробок технологічних схем формувального обладнання.

Розроблені аналітичні розрахунки головних технологічних операцій, а саме: видалення плоско складеної заготовки з масиву заготовок, операція об'ємного формування пачки з плоско складеної заготовки, операції загинання клапанів сформованої пачки.

Проведені експериментальні дослідження направлені на з'ясування параметрів картонних заготовок і роботи виконавчих органів пристроїв формувальних машин.

Результати проведеної роботи можуть бути використані при проектуванні сучасного формувального обладнання.

Література

1. „Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств” под ред. Д.т.н. проф. А.Я. Соколова, М., Пищепромиздат, 1960 г., 742с.
2. Благодарский В.А.Машины-автоматы для упаковки пищевых продуктов: Справочник. - К.: Техника, 1985, 229 с.
3. Бройдо Б.Е. Упаковочные автоматы: - К.: 1961, 192 с.
4. Оборудование фасовочно-упаковочное и заверточное: Отраслевой каталог. – М.: 1973 г., 120 с.
5. Ю. Бурляй и др. Классификационно-номенклатурный справочник упаковочного оборудования для пищевых продуктов: М, 1982 г., 224 с.
6. Федоров К.М. Разработка методов расчета и конструирования машин для формирования картонной тары и укладки пакетов пищевой продукции Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук . – К.: 1991.- 26 с.
7. А.с. № 979220 Устройство для поштучной подачи из стопы картонных плоско сложенных заготовок ящиков и их формирование Авт. : Костин В.Б., Масло Н.А., Криво пляс К.П. и др. – 1982, бюл. № 45
8. А.с. № 1242427 Устройство для поштучной подачи из стопы картонных плоско сложенных заготовок ящиков и их формирование Авт. : Федоров К.М. – 1986, бюл. № 25
9. А.с. № 1486410 Устройство для поштучной подачи из стопы картонных плоско сложенных заготовок ящиков и их формирование Авт. Федоров К.М., Гукало А.В., Сечев - Яворский О.Т. и др.– 1989, бюл. № 22
10. Пісаренко Г.С, та ін. Опір матеріалів: Підручник/ Г.С. Пісаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; під ред. Г.С. Пісаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.: іл.