

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту (декан факультету)

Блаженко С.І.
(прізвище та ініціали)

«06» 12 20 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Кривопляс-Володіна Л.О.
(прізвище та ініціали)

«06» 12 20 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: «Дослідження ефективності методів формування транспортних пакетів.»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 1

Галушка Богдан Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Костюк Володимир Степанович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Бойко Р.І.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

Інститут (факультет)

Кафедри

Освітній ступінь

Спеціальність

Освітньо-професійна програма

ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
мехатроніки та пакувальної техніки

магістр

131 Прикладна механіка

(код і назва)

Прикладна механіка

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ

Кривопляс-Володіна Л.О.

“01” 10 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Галушка Богдан Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження ефективності методів формування транспортних пакетів.»

керівник роботи Костюк Володимир Степанович, к.т.н, доц.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01” 10 2024 року № 859-Кс

2. Строк подання здобувачем роботи 05.12.2024

3. Вихідні дані до роботи

1. Типи обладнання

2. Опис експериментальної установки

3. Інтернет ресурси

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Реферат українською. Реферат англійською. Вступ. Розділ 1. Розділ 2. Розділ 3. Розділ 4. Висновок. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

10 арк. (Презентація)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	1
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ Й АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТУ	5
1.1. Аналіз технологій для формування шару вантажів	7
1.2. Аналіз технології та обладнання для формоутворення транспортного пакету	12
1.3. Аналіз технологій для скріплення транспортного пакету	16
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ ПІД ЧАС ФОРМОУТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТУ	28
2.1. Дослідження кінематичних параметрів переміщення вантажу в транспортній системі пакетоформувальної машини	28
2.2. Дослідження кінематичних та динамічних параметрів переміщення транспортного пакету скріпленого за допомогою протиковзальних листів.	43
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ-КОВЗАННЯ ШАРІВ ВАНТАЖУ ПО ПРОТИКОВЗАЛЬНОМУ ЛИСТУ.	46
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	48
2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ	53
3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ	53
ВИСНОВКИ	73

АНОТАЦІЯ

Потреба в машинах для формування порцій неухильно зростає, і метою дослідження є визначення характеристик і характерних параметрів процесу формування порцій на різних стадіях.

Метою дослідження є технічна експлуатація та робочий орган машини для формування транспортних упаковок з контейнерів з харчовими продуктами. Предметом даного дослідження є математична модель, що відображає процес упаковки і робочий орган пакувальної машини.

Предметом дослідження є технологічний процес формування пакету.

Для вивчення були поставлені наступні завдання:

- Дослідження та аналіз технічних процесів та обладнання для формування транспорту;
- Вивчення процесу переміщення вантажів в транспортній системі і під час формування блоків транспортної упаковки;;
- Визначення коефіцієнта тертя-ковзання шару вантажу по нековзному листу.

Ключові слова: перевантаження, кут тертя, технологічний процес, транспортний пакет, шар вантажів.

ABSTRACT

The need for machines for forming portions is steadily growing, and the purpose of the study is to determine the characteristics and characteristic parameters of the portion formation process at different stages.

The purpose of the study is the technical operation and working body of the machine for forming transport packages from food containers. The subject of this study is a mathematical model that reflects the packaging process and the working body of the packaging machine.

The subject of the study is the technological process of forming a package.

The following tasks were set for the study:

- Research and analysis of technical processes and equipment for forming transport;
- Study of the process of moving goods in the transport system and during the formation of transport package blocks;;
- Determination of the coefficient of friction-slip of the cargo layer on a non-slip sheet.

Keywords: overload, friction angle, technological process, transport package, cargo layer.

ВСТУП

У нових умовах виробництва харчових продуктів практика упаковки в транспортні контейнери стає все більш поширеною. Потреба в удосконалених і ефективних пакувальних машинах (ПУП) неухильно зростає. PFMS використовується для роботи дозуючого і фасувального обладнання та інших систем, автоматичного формування щільних упаковок певних розмірів без пошкодження упаковки і продукту, автоматичної подачі порожніх піддонів до місця упаковки, фіксації упаковок для забезпечення стабільності при транспортуванні від виробника до споживача, а також конвеєра для транспортування безперервна і скоординована робота вантажно-розвантажувального обладнання. Залежно від кількості готової упаковки на упаковці повинна бути гарантована безперебійна упаковка товару. 1. Однією з традиційних важливих операцій в такому обладнанні, яка визначає продуктивність машини для формування пакетів, є положення шару вантажу на піддоні або на вже покладеному шарі вантажу.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ Й АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТУ

Аналіз теоретичних аспектів, які складають базову основу для розуміння технічного процесу формування транспортної упаковки, необхідний для того, щоб підкреслити важливі концепції і принципи, що визначають ефективність і функціональність пристроїв формування і кріплення упаковки.

Процес формування транспортної упаковки складається з 3 основних технічних операцій. Підготуйте одиницю вантажу до упаковки, помістіть її в упаковку за певною схемою і закріпіть упаковку. Ці завдання повинні забезпечити виготовлення досить міцної і стабільної упаковки, здатної сприймати поздовжні, поперечні і вертикальні статичні і динамічні навантаження, що діють під час транспортування і виконання робіт по NRTS, без ознак руйнування конструкції.

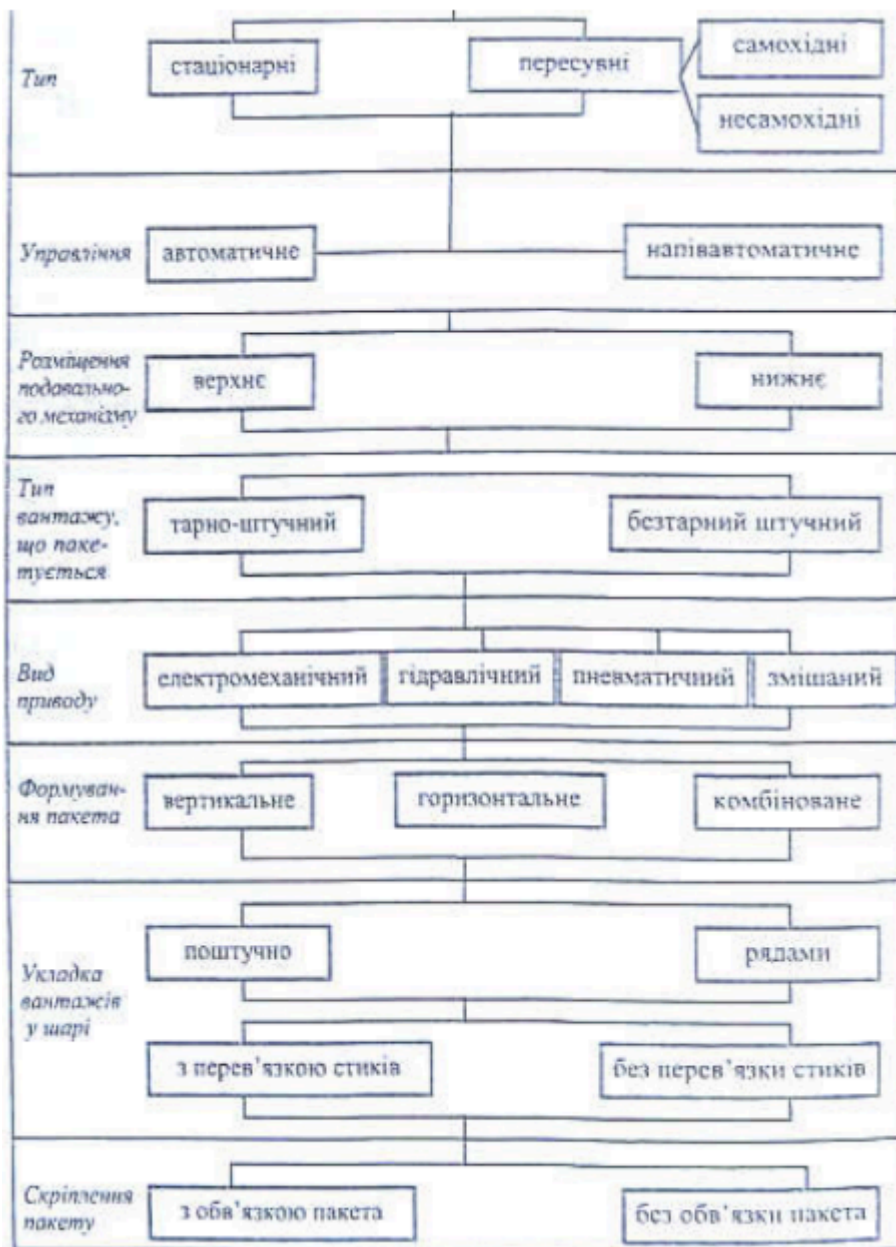


Рис.1.1. Класифікація пакетоформувальних машин.

Наведена вище класифікація PFM (рисунок 1.1) виглядає наступним чином: мобільність, ступінь автоматизації, рівень приймання упакованих товарів, тип упаковки, універсальність, пов'язана зі стандартним розміром контейнера, то, як машина налаштовується від стандартного розміру вантажу до іншого стандартного розміру, тип приводу механізму формування упаковки (без піддонів, на піддонах або прокладках), напрямок укладання товару при формуванні упаковки (стовпчиками,

стопками, шарами), навик формування шарів, схема "перев'язки" швів [1,2,3]

Комплекс механізмів PFM складається з наступних основних компонентів: Подача окремих вантажів для упаковки.Формування рядів, шарів і упаковок.Видача готової упаковки. Пакувальний вузол транспортує окремі вантажі в PFM і передає їх на приймальний пристрій PFM.Блок формування стовпчиків приймає надходять вантажі для упаковки, транспортує їх до місця зберігання, орієнтує вантажі відповідно до схеми укладання в стовпчики і формує стовпчики.Блок формування шарів накопичує стовпчики для формування шарів.Пристрій для формування упаковки послідовно укладає шари в упаковці, вміщеній на порожній піддон.

1.1. Аналіз технологій для формування шару вантажів

Першою умовою забезпечення ефективності, функціональності і стабільності обладнання для виготовлення транспортних упаковок є раціональне формування шарів вантажу на піддонах [4, 5, 6].

Машина для формування пакетів працює за двома принципами (рис. 1.2., рис.1.3.):

1. Укладання шару вантажу на піддон шляхом опускання каретки Завантаження
2. Підніміть піддон до вантажного відсіку і покладіть шар вантажу

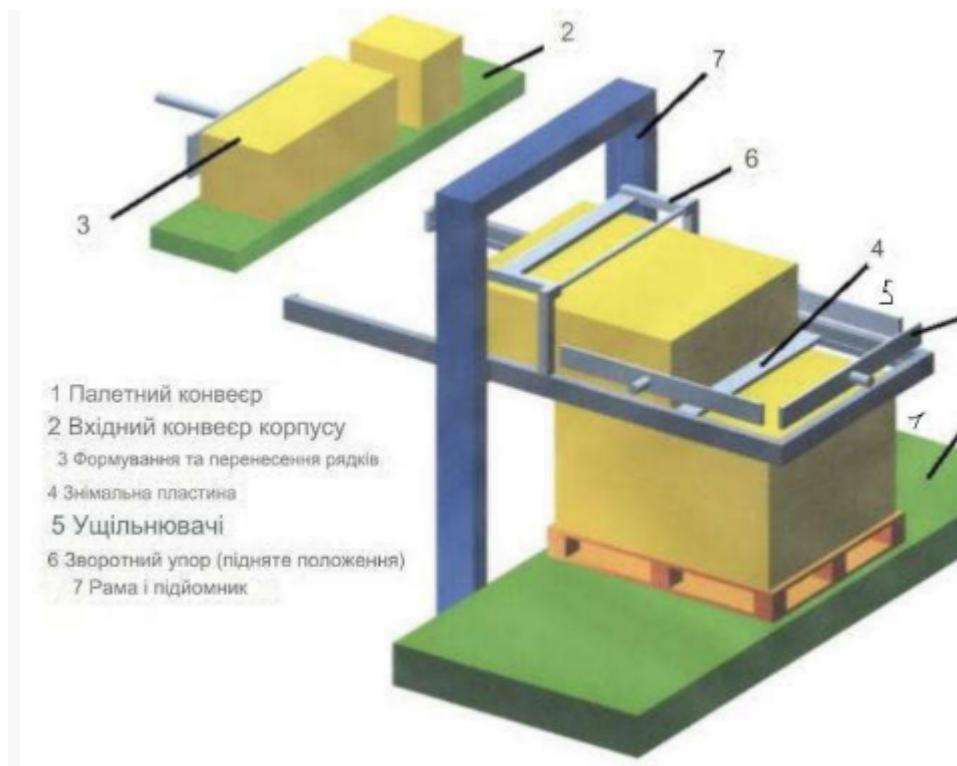


Рис.1.2. Технологічна схема роботи пакетоформувальної машини низького рівня

На рисунку 1.2 показана Технічна схема роботи типової машини для формування пакетів низького рівня з конвеєром для подачі і розвантаження піддонів. Вантаж транспортується в зону формування стовпчиків, яка може перебувати на будь-якій висоті підйомника. Перед формуванням кожного ряду заготовку можна повертати в міру необхідності відповідно до шаблону шару, щоб укласти її на піддон. Безперервні ряди переміщуються вертикально вгору і вниз, а також горизонтально безпосередньо в положення над попереднім шаром або порожнистим піддоном для втягування і укладання шарів, в якості проміжного етапу знімна пластина переносить весь шар на окрему формувальну платформу, що дозволяє машині для формування пакетів працювати з більш високою швидкістю циклу. Бічні ущільнення і Стопорні блоки надійно утримують шар при транспортуванні. Потім знімна пластина рухається вгору і вниз, щоб отримати наступний шар. Часто встановлюються пристрої для підйому і укладання розрізних листів між шарами.

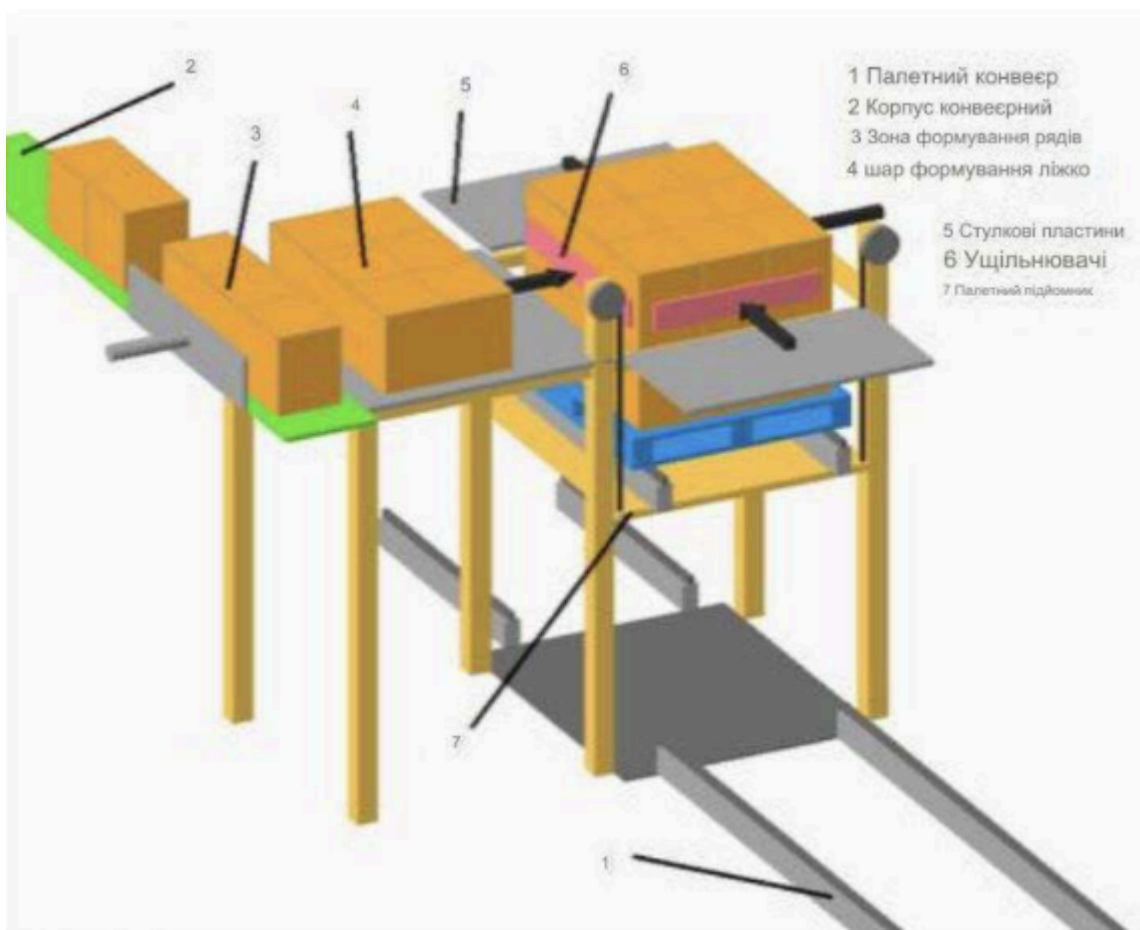


Рис.1.3 Технологічна схема роботи пакетоформувальної машини високого рівня

На рисунку 1.3 показана Типова технологічна схема роботи високорівневої машини для формування пакетів з завантажувальним і розвантажувальним конвеєром для піддонів. Порожні піддони піднімаються до рівня, на який переноситься перший шар дренажу. Вантаж транспортується в зону формування колони на високому рівні. При необхідності перед формуванням кожного ряду на складеному піддоні можна розгорнути завантаження за допомогою шаблону для шарів. Послідовні ряди виробів переміщуються до формуючого шару, утворюючи цілісний шар. Потім весь шар проштовхується через закриту жалюзійну пластину, яка відкривається вбік, щоб додати шар порожнистих піддонів або попередні шари. Для цієї операції також часто використовуються подвійні ізолюючі жалюзі. Бічне ущільнення надійно утримує шар при транспортуванні. Потім опустить піддон з вантажним блоком на 1 шар для прийому наступного шару і

повторюйте цикл до тих пір, поки піддон не буде повністю завантажений. В табл.1.1 наведена характерна технологічна операція пакувальної машини. Залежно від способу формування вантажного шару, ПМФ підрозділяється на машини горизонтального, вертикального або комбінованого формування. При горизонтальному укладанні з стовпчиків формуються окремі горизонтальні шари, кожен з яких систематично займає всю площу плоского піддону. Наступні шари накладаються один на одного. Розміщення окремих вантажів в шарі може здійснюватися за різними схемами. На рисунку 1.4 показані різні способи розміщення товарів на рівні транспортної упаковки.

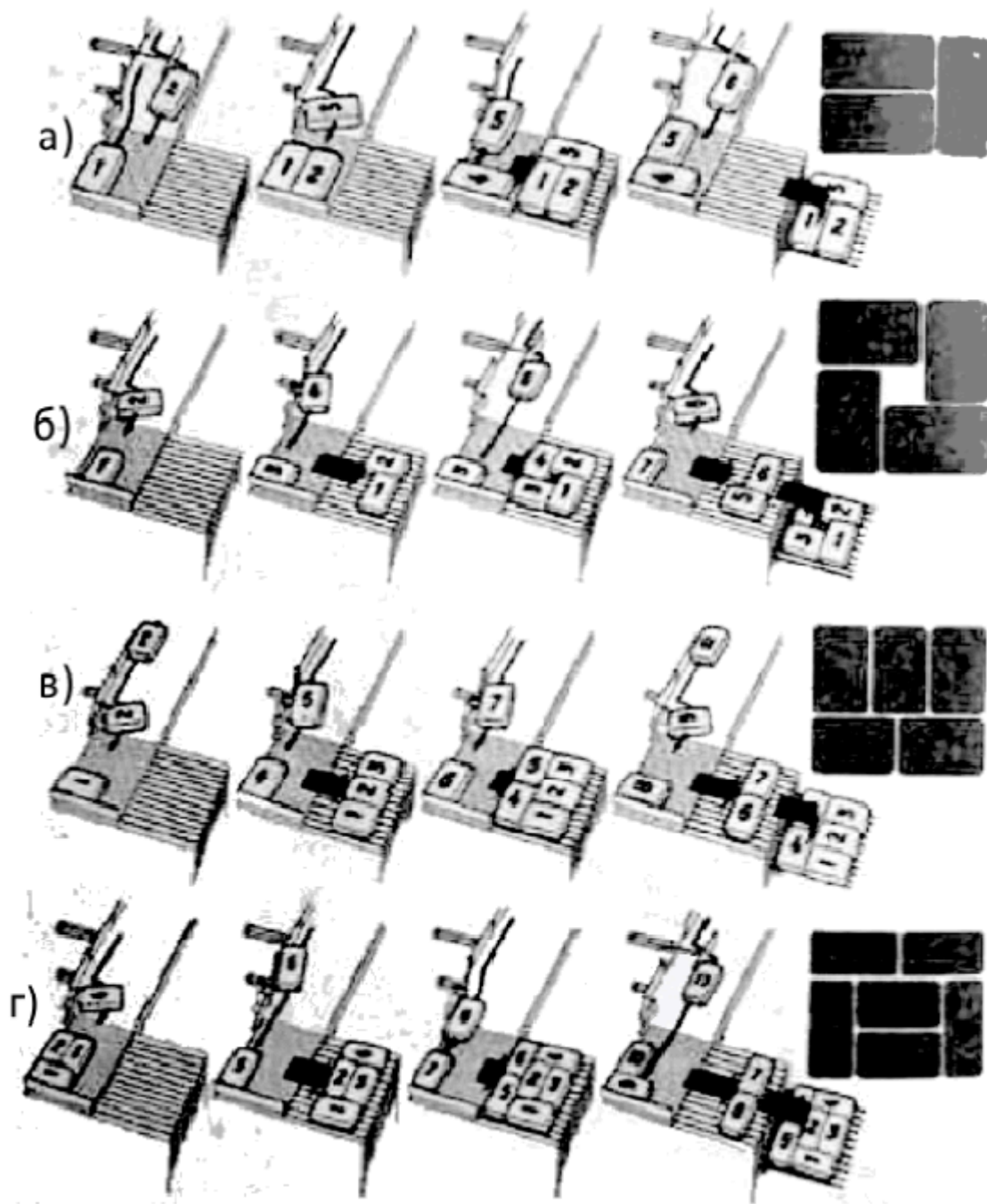


Рис. 1.4. Схеми розміщення одиничних вантажів у шарі: А – трійник; б-колодязь; в- п'ятирник ; г- комбінована- двійник+ чотирник.

Таким чином досягаються 2 цілі: максимально використовується площа робочої поверхні піддону; окремі Вантажні з'єднання упаковки скріплюються для підвищення стійкості при транспортуванні. [7]

Табл.1.1. Характерні технологічні операції в пакетоформувальній машині.

Принципова схема роботи	Технологічна операція
	1. Транспортування мішків над стрічковим конвеєром
	2. Станція плющення мішків
	3а. Вирівнювання сумки обертовим ременем
	3б. Вирівнювання сумки шляхом повороту клапана
	4. Формування лінії / шару в залежності від малюнка сумки
	5. Формування шару з усіх боків / розміщення шару на стелі

1.2. Аналіз технології та обладнання для формоутворення транспортного пакету

1.2.1. Аналіз технологій формоутворення транспортного пакету за допомогою роботизованих технічних систем

1.2.1.1. Технологічна схема роботи чотирьох осьового промислового

робота для вкладання вантажів на піддон

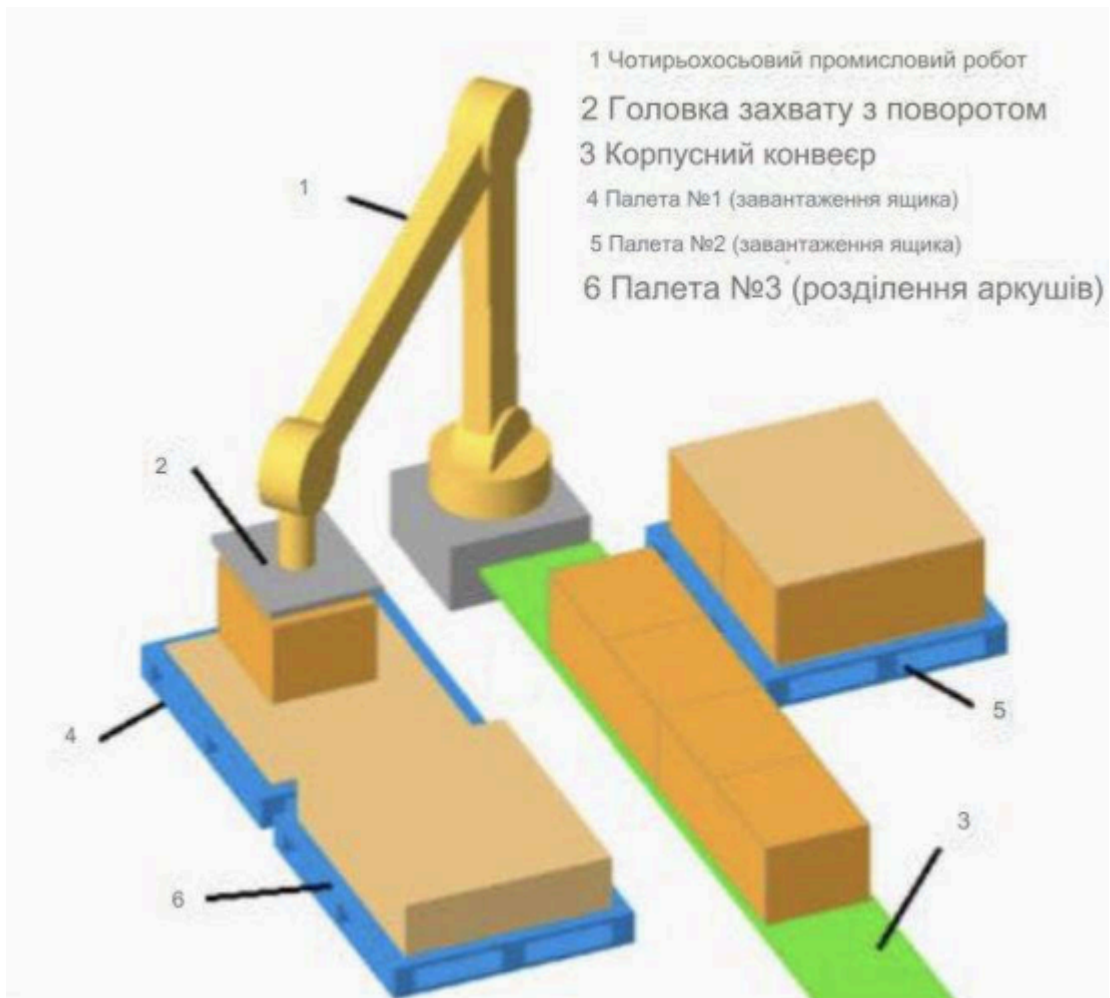


Рис. 1.5. Технологічна схема роботи чотирьох осевого промислового робота для укладання вантажів на піддон

На цьому малюнку показаний Типовий шарнірний робот (рис.1.5) з 4 ступенями свободи осередків для укладання на піддони, що складається з 2 окремих коробок з піддонами, що надходять на загальний конвеєр. Робот також розміщує розділовий лист між шарами. Захватна головка являє собою всмоктуючий підйомний пристрій, призначений для перевезення легких вантажів. Бічні затискачі або гачки використовуються для підйому важких вантажів. Захватна головка також може повертати коробку для забезпечення блокування при штабелюванні. Розміщення осередків для укладання на піддони з використанням багатосуглобових роботів вимагає ретельного врахування вимог безпеки з точки зору робочої зони робота.

Використання спільних роботів зросло, оскільки оператори можуть безпечно і вручну втручатися в нормальну роботу робота[8].

1.2.2.1. Технологічна схема роботи трьохосьового порталного робота

1. Конвеєр з корпусом
2. Конвеєр 5. Стопка порожніх піддонів 8. Направляючий блок по осі Y
3. Положення піддону 1 6. Колона робочої зони 6. 9. Направляюча по осі Z
4. Положення піддону 2 7. Напрямна по осі X 10. Захватна головка

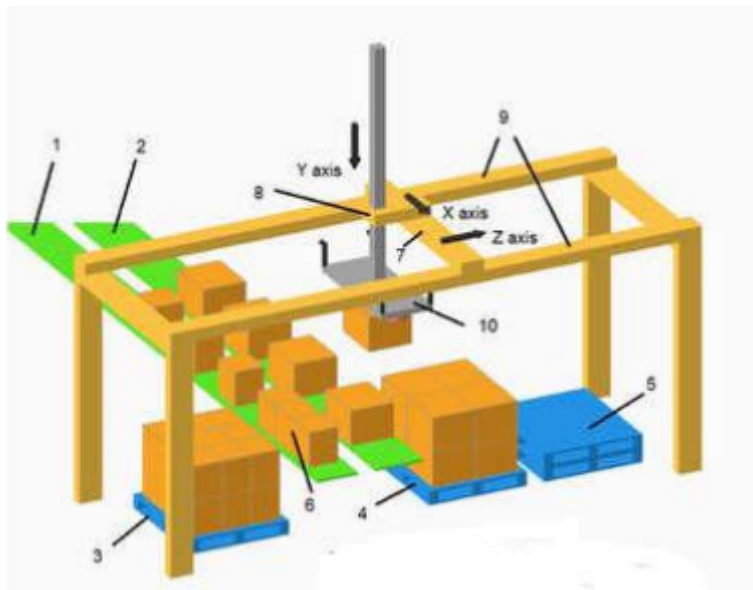


Рис. 1.6. Технологічна схема роботи трьох осьового порталного робота

На цьому малюнку показаний 3-осьовий порталний робот у секторі укладання піддонів. Цей робот формує 2 завантажені транспортні упаковки з окремих конвеєрів для продуктів. Робот також переміщує порожню палету з вільної стопки піддонів в положення завантаження піддонів. Вантажні піддони і штабелі порожніх піддонів переміщуються в сектор і назад за допомогою передавальних головок. Головка використовує вакуум для підйому ящиків та / або гачки для підйому піддонів. Ви також можете повернути коробку, щоб створити взаємозалежне вирівнювання всередині шару. Портал дозволяє вам проходити через різні лінії доставки вантажів з індивідуальними роботами, розробленими для конкретної зони.

1.2.2. Аналіз пакетоформувальних машин

1.2.2.2. Звичайні пакетоформувальні машини

Звичайні палетизатори - це повністю автоматичні системи для прийому продуктів (мішків, тюків, коробок, лотків і т.д.), формування шарів і укладання їх в штабелі з одним завантаженням. Ці машини працюють дуже швидко і підходять для обробки 1 одиниці товару за раз. Схема та конфігурація завантаження піддонів вибираються на екрані під назвою "інтерфейс людина-машина" (НМІ). Ви можете пов'язати поточну систему з системою управління складом, щоб вносити зміни в номенклатури та шаблони на льоту.

Цей тип піддонів складається з 1 високопродуктивної машини, здатної обробляти до 40 упаковок або 200 коробок на хвилину. Традиційна Механіка системи означає, що для належного обслуговування цих машин не потрібно особливих знань. Зі звичайних піддонів можна виготовити стійкі піддони, які економлять місце при зберіганні і транспортуванні [9, 10].

Основна відмінність між палетизаторами високого рівня та низького рівня полягає в точці подачі. Як правило, це високорівневі машини (рис. 1.6), але машина - це машина високого рівня. Машина низького рівня, яка приймає продукти приблизно на 8 футів над підлогою (рис.1.7) отримає продукт приблизно на 3 фути над підлогою. Ряди і шари формуються таким же чином. Після того, як шар сформований, його піднімають на верхню частину піддону і укладають при знятому фартусі. Через це додаткове переміщення палетизатори низького рівня часто працюють повільніше, ніж палетизатори високого рівня. [8].

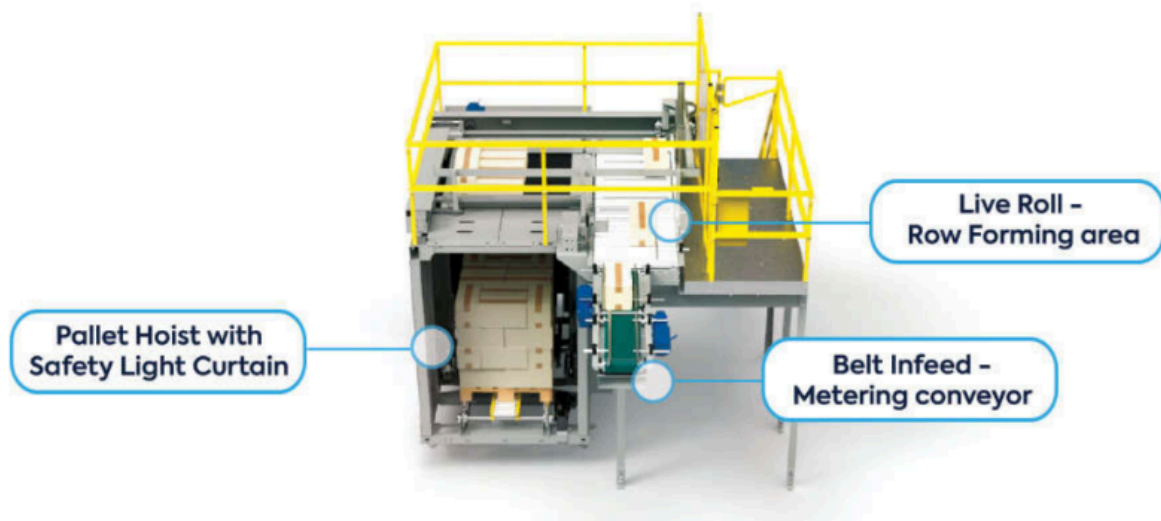


Рис. 1.6. Пакетоформувальна машина високого рівня

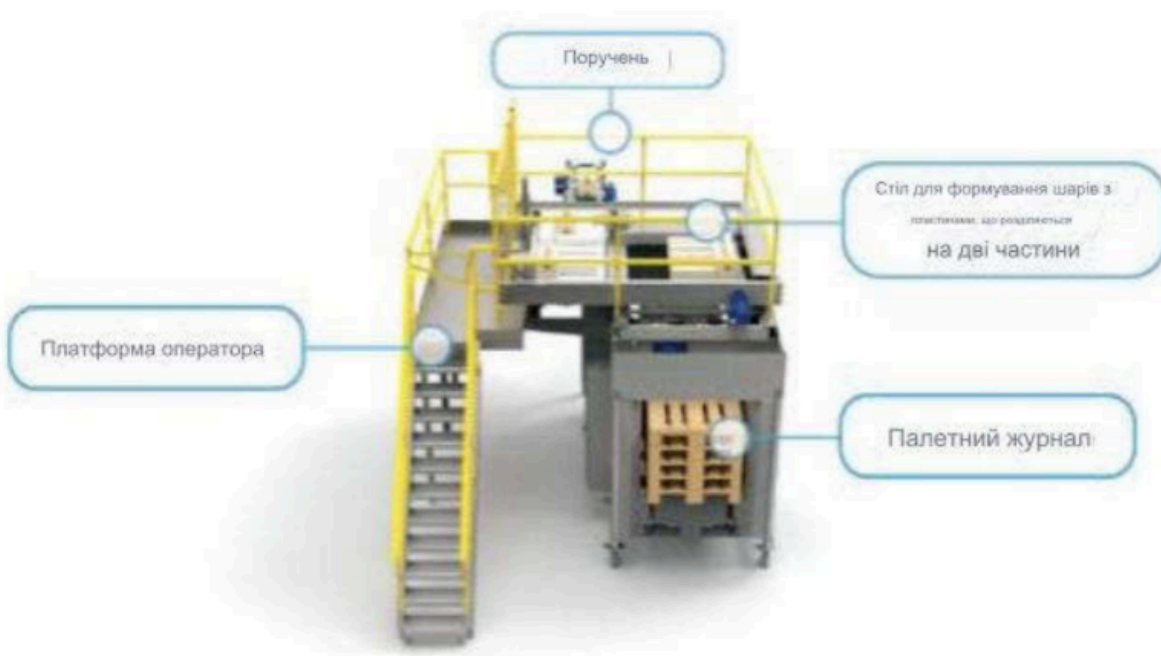


Рис. 1.7. Пакетоформувальна машина низького рівня

1.3. Аналіз технологій для скріплення транспортного пакету

1.3.1. Скріплення за допомогою термозбіжної плівки

Технологія, запропонована в 1960-х роках для закріплення транспортних упаковок термоусадочними плівками, є найстарішою.

До появи новітніх технологій термоусадочні чохла були найкращим засобом забезпечення оптимальної стійкості і захисту вантажу. У пристрої для формування упаковки використовується рукав з полімерної плівки з вирізаними і запечатаними складками. На групу товарів на піддоні накладається велика плівка, а потім використовується тепло, щоб підігнати плівку [3].

В якості термоусадочних плівок використовуються два типи плівок: перший тип плівки характеризується односторонньою орієнтацією в поздовжньому або поперечному напрямку.

Для 2-го типу плівки характерна подвійна орієнтація сірника, тобто як поздовжня, так і поперечна. Термозбіжна плівка виготовляється шляхом видавлювання циліндричної гільзи і наповнення її повітрям. В цьому випадку плівка додатково нагрівається і розтягується в поперечному напрямку. Сучасне обладнання дозволяє виробляти термоусадочні плівки зі стабільними характеристиками, заданими споживачами. Кількість збігів визначається ще одним фактором — товщина плівки варіюється від 0,1 до 0,3 мм в залежності від ваги вантажу на піддоні.

Такий спосіб кріплення транспортної упаковки забезпечує дуже хорошу стійкість і захист товару на піддоні. Плівка щільно прилягає до контуру піддону і вантажу, тому вона особливо добре працює з товарами, які мають значно меншу площу, ніж піддон. Однак це створює обмеження для продуктів харчування та напоїв, оскільки для цих видів продукції зазвичай використовується вся площа піддону.

Вартість експлуатації системи термоусадочного покриття буде набагато вище, ніж вартість упаковки в стрейч-плівку.

Цей метод термообробки, що вимагає значних витрат енергії на нагрівання, становить небезпеку виникнення пожежі.

Крім того, термоусадочний пристрій вимагає великих витрат на технічне обслуговування в порівнянні з іншими методами. Більшість переваг, які дає використання термоусадочних чохлів, можна отримати більш

економічними способами, такими як еластичні чохла, які практично зробили термоусадочні чохла застарілими.

Найбільш поширеним джерелом тепла для термоусадки є природний газ або рідкий пропан, але використовуються й інші методи нагріву, такі як інфрачервоні або електричні обігрівачі типу "фена".

Існують різні типи термоусадочних матеріалів. Більшість сучасних підходів до термоусадки забезпечують більш контрольоване використання тепла і забезпечують важливе відповідність дна для правильного поєднання піддонів і вантажів.

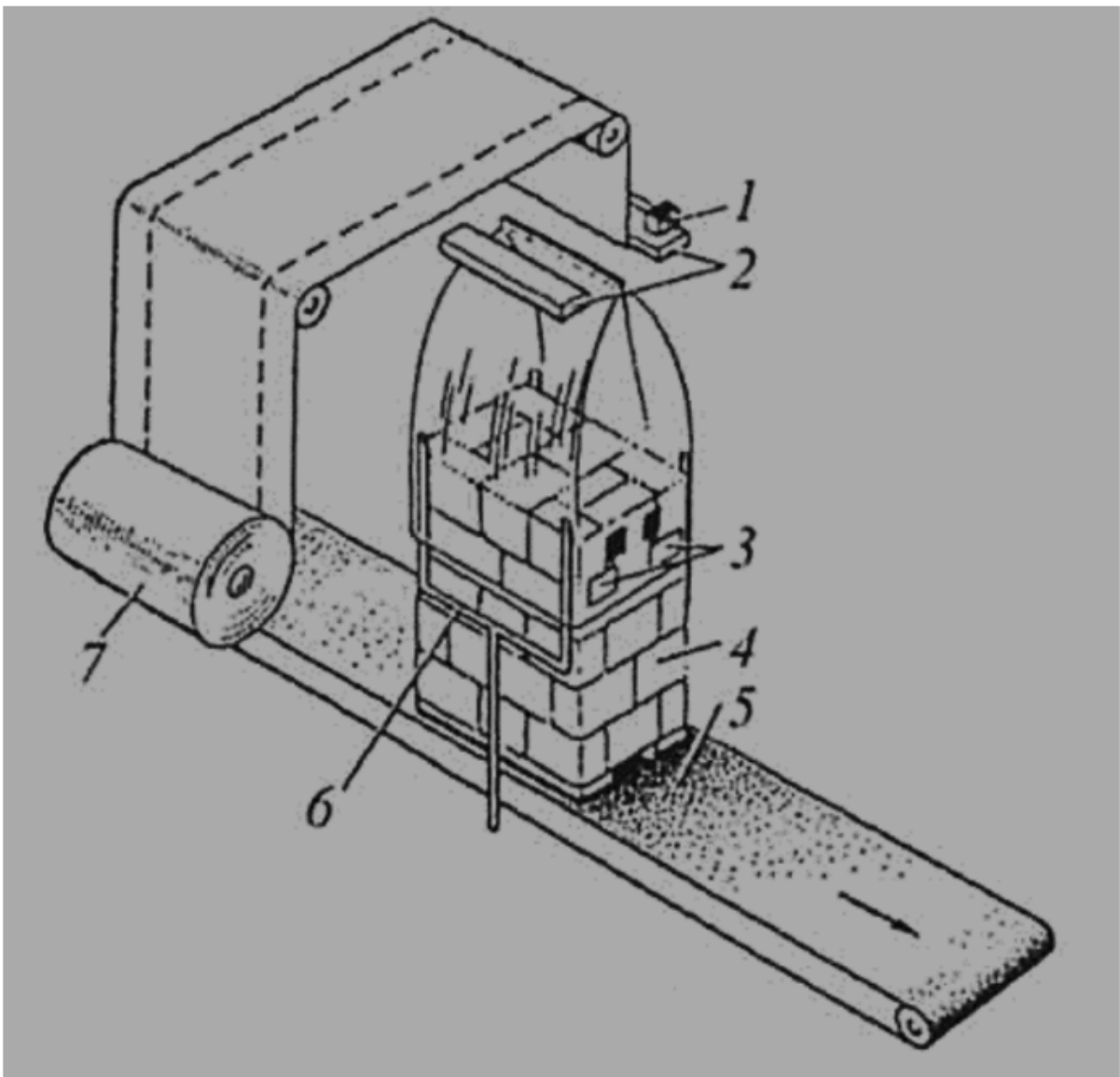


Рис.1.8. Технологічна схема машини закріплення транспортного пакету за допомогою термозбіжного чохла: 1 — різальний пристрій; 2 — зварювальні колодки; 3 — пневматичні захоплювачі; 4 — пакет вантажу на піддоні; 5 — конвеєрна стрічка; 6 — вила для розтягування плівкового чохла; 7— рулон плівки

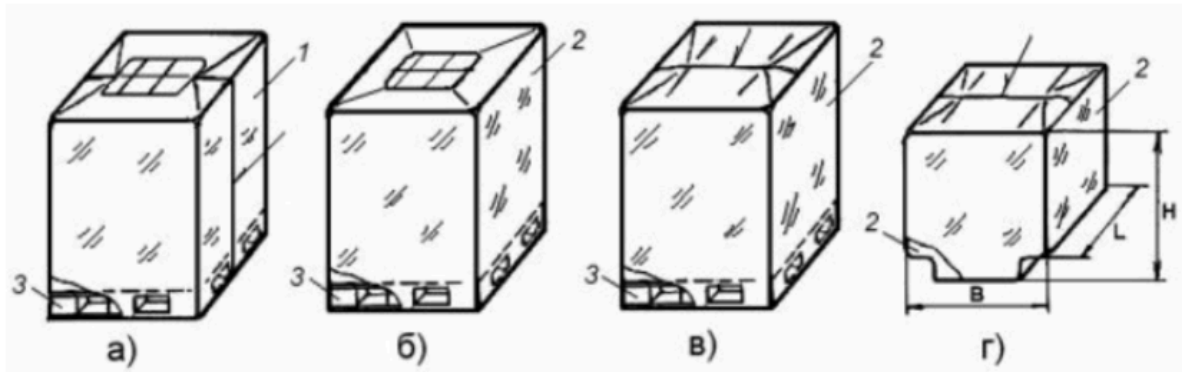


Рис. 1.9 Схеми скріплення транспортних пакетів оболонками з термозбіжної плівки: 1 – стрічка плівки; 2 - рукав плівки; 3 - плоский піддон.



Рис.1.10 Загальна схема скріплення транспортного пакету термозбіжною плівкою з піддоном

1.3.2. Технологія скріплення транспортного пакету розтягувальною (стрейч-) плівкою

Спіральна намотування розтягнутою плівкою є найбільш поширеним способом кріплення транспортних упаковок і не вимагає великих витрат [3].

Товщина тонкої плівки коливається від 8 до 40 мікрон, а ширина - до 1500 мм.

Плівка може бути одно- та багатошаровою.

Пристрій використовує попередньо розтягнуту на 60-400% формовану плівку низької щільності або лінійну стрейч-плівку з надутим шаром перед упаковкою товарів на піддони.

Стрейч-плівки можуть бути нанесені різними візерунками в залежності від необхідної стабільності, навантаження і захисту.

Існує два методи обгортання:

- Піддон з вантажем нерухомий-котушка зі стрейч-плівкою обгорнута, як показано на малюнку 1.11;
- Піддон з вантажем обертається-Котушка зі стрейч-плівкою може переміщатися у вертикальному напрямку (рис.1.12, рис.1.13).

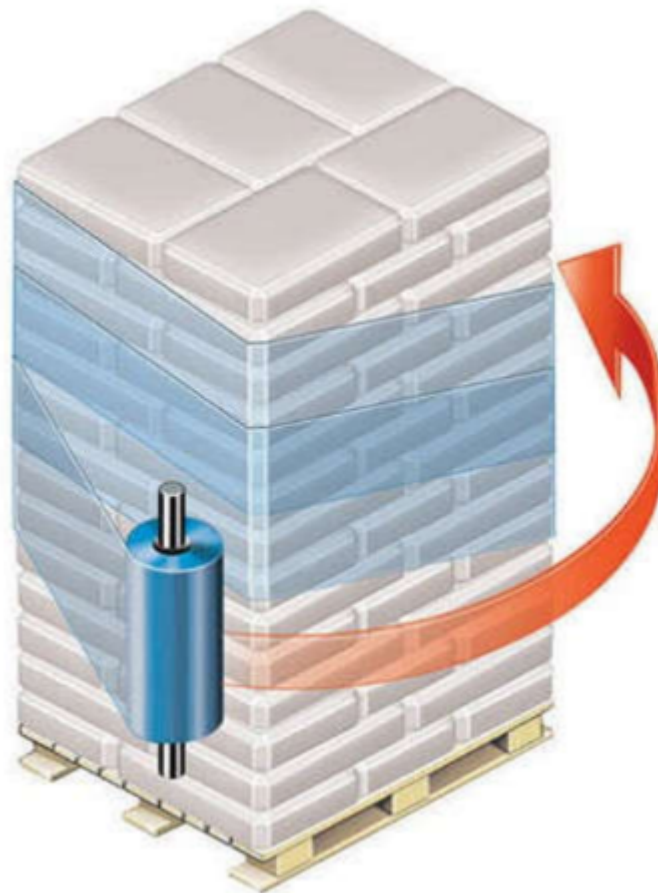


Рис.1.11 Технологічна схема скріплення нерухомого транспортного пакету за допомогою стрейч плівки

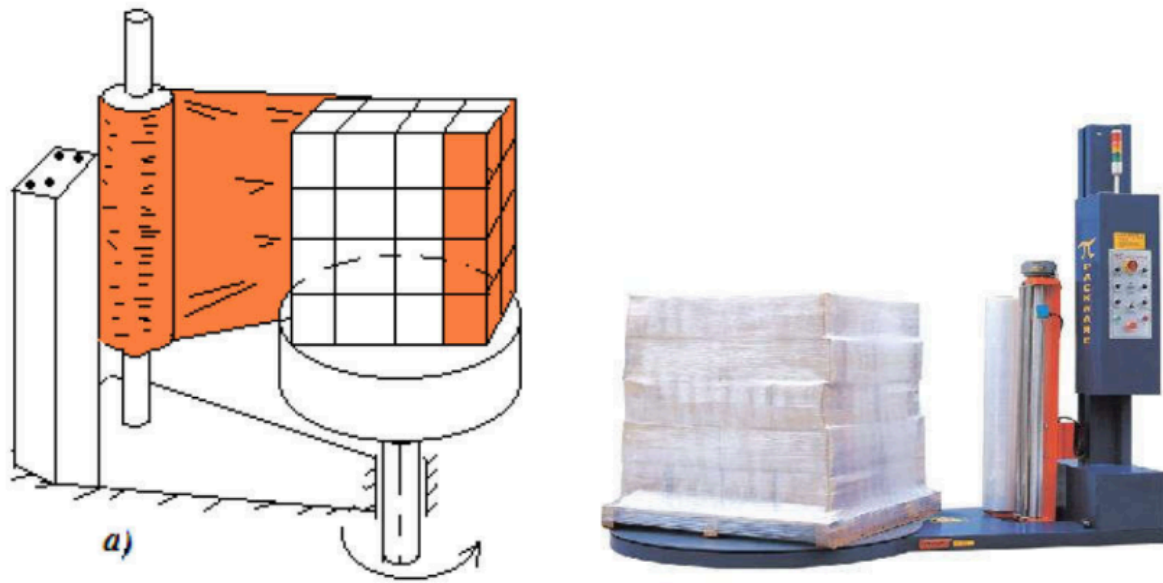


Рис.1.12 Технологічна схема скріплення з обертанням транспортного пакету та прямим навиванням стрейч плівки

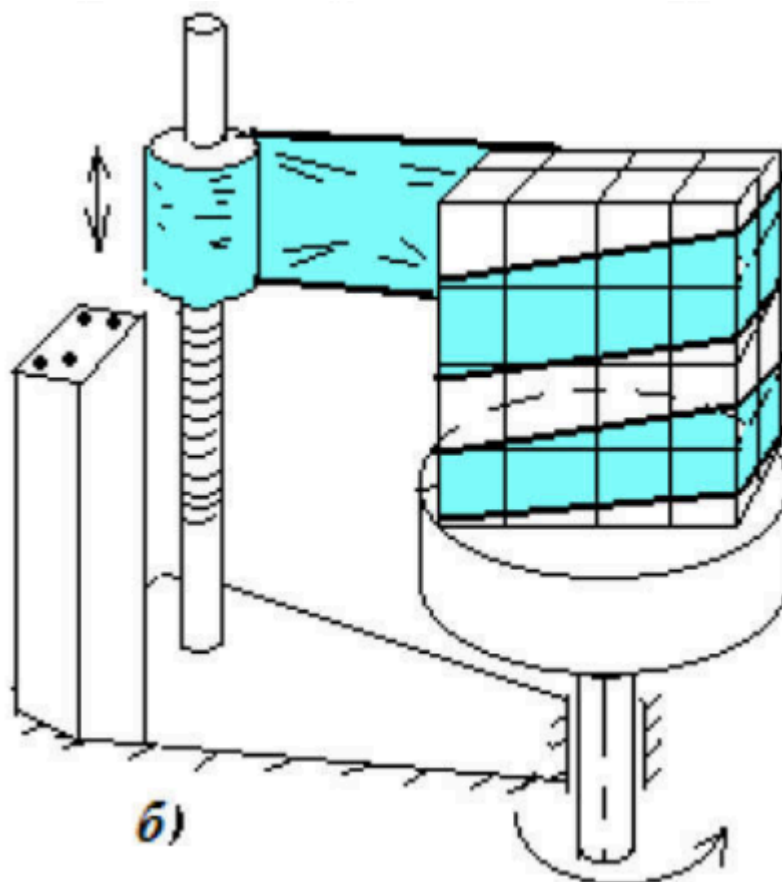


Рис.1.13 Технологічна схема скріплення з обертанням транспортного пакету та спіральним навиванням стрейч плівки

1.3.3. Технологія скріплення транспортного пакету Стрейч-Худ

Харчова технологія стрейч-упаковки-досить новий напрямок в укладанні продуктів на піддони (рис. 1.14). Упаковка стрейч-капот являє собою еластичний рукав, який щільно обмотує вантаж, прикріплений до піддону [3, 11].

Рукав натягується на товар за допомогою пристрою і закріплюється під піддоном, а за рахунок горизонтального і вертикального тиску товар міцно фіксується на піддоні Стрейч-харчова плівка забезпечує герметичність упаковки. Чудові механічні властивості стрейч-плівки hood гарантують збереження вантажу при транспортуванні на будь-які відстані завдяки її стійкості до ударів і трясці.

Харчова стрейч-худ плівка має високу міцність і еластичність. При транспортуванні товарів, упакованих за цією технологією, плівка stretch hood показує відмінні результати по стійкості до проколів та інших зовнішніх впливів. Завдяки цим властивостям плівки stretch hood ідеально підходять для упаковки великогабаритних і важких вантажів.

Харчова стрейч-худ плівка володіє високими оптичними властивостями. При одношаровій упаковці продукти, упаковані за цією технологією, мають естетичний зовнішній вигляд.

Харчова стрейч-плівка виступає в якості аналога поліетиленової кришки. Однак, в порівнянні з ПЕ, у неї є багато переваг. Упаковка за допомогою стрейч-плівки не вимагає додаткових зусиль і витрат на термоусадку, так як вона зменшує саме навантаження і надійно фіксує її на піддоні. Крім того, цей вид упаковки набагато економічніше, ніж упаковка в поліетилен. Упаковка товарів з використанням цієї технології дозволяє заощадити до 40% в порівнянні з упаковкою в поліетилен і до 10% в порівнянні з упаковкою в традиційну стрейч-плівку.



Рис.1.14 Технологія скріплення транспортного пакету СТРЕЙЧ- ХУД плівкою

1.3.4 Технологія скріплення шарів транспортного пакету протиковзальними листами

Нековзні листи дозволяють скоротити використання пластикової плівки або картону. Вони дуже екологічні, оскільки підлягають вторинній переробці [12, 13]. Крім того, нековзні вставки дозволяють без ризику укладати піддони штабелем. Вони можуть бути виготовлені з коричневого крафт-паперу, покритого "клеєм", і бути водонепроникними або водовідштовхувальними. Перший лист, поміщений на піддон, запобігає потраплянню вологи в середину виробу. Цей тип нековзної вставки широко використовується для транспортування чутливих продуктів, таких як продукти, які необхідно зберігати в сухому приміщенні. Вставка утримується під кутом 40-45 градусів і запобігає ковзанню по всіх видах поверхонь, таким як поліетилен, папір, картон, целофан, ткани поліпропіленові пакети або дрібна упаковка. "Клей" спеціально розроблений для поверхневого з'єднання, яке забезпечує високу стійкість

до зсуву (запобігає переміщенню упаковки вліво і вправо і підвищує стійкість стопки упаковок на піддоні), низький опір розриву (легко відшаровується при підйомі) і не залишає видимих або липких слідів. на поверхні, на яку нанесений цей матеріал (рис. 1.15).



Покриває 100% листа



Покриває 50% листа



Покриває 30% листа

Рис. 1.15. Види нанесення точок «клею» на нековзку вставку

Технологія поєднання шарів в транспортних упаковках є дуже новою і мало досліджена. Тому було вирішено провести подальше вивчення динамічних параметрів фіксації транспортної упаковки з використанням цієї методики (рис. 1.16).



a



б

Рис. 1.16. Технологія скріплення шарів транспортного пакету за допомогою протиковзальної прокладки

Високий коефіцієнт тертя ($COF50^\circ$) запобігає зісковзуванню вантажу при переміщенні і транспортуванні (рис. 1.17).

Нековзний лист не тільки підвищує стійкість до динамічних навантажень під час логістичного процесу:

- Знижує вартість стрейч-плівки,
- Скорочує використання обв'язувальних матеріалів, або вони більше не потрібні
- Це зменшує кількість пошкоджень і втрат товару.



Рис. 1.17 Випробування скріплення транспортного пакету
проти ковзальними листами

Проведено аналіз технологій та обладнання для формування транспортних упаковок. Показана багатоваріантність вибору і актуальність досліджень, пов'язаних з визначенням розумних параметрів переміщення вантажу і забезпеченням стабільності упаковок при проведенні пакувальних і логістичних операцій.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ ПІД ЧАС ФОРМОУТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПАКЕТУ

2.1. Дослідження кінематичних параметрів переміщення вантажу в транспортній системі пакетоформувальної машини

Під час роботи машини для формування пакетів вантаж подається з різними видами перевантаження на конвеєр. Найбільш поширеною є операція подачі вантажу за допомогою роликів конвеєра і його переміщення по стрічковому конвеєру, який виконує функцію подавача в машині для формування пакетів (рис.2.1).

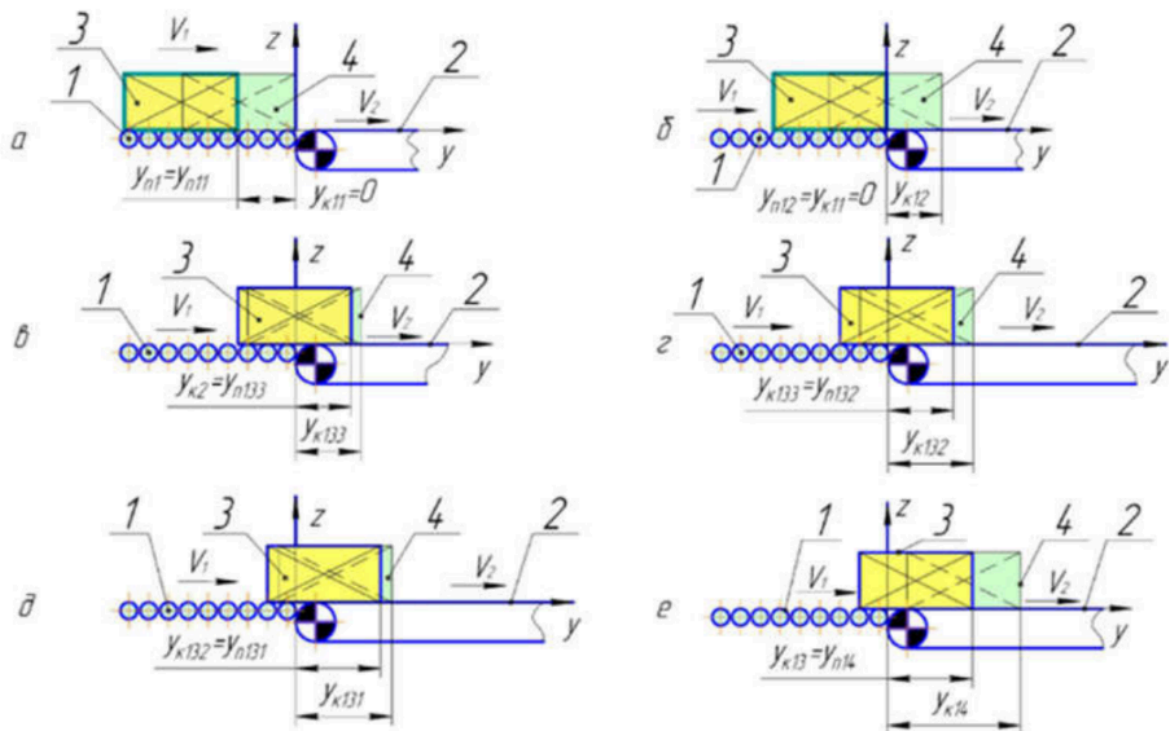


Рис. 2. 1. Схема процесу транспортування вантажу роликівим та стрічковим конвеєрами: 1- приводний роликівий конвеєр; 2- стрічковий конвеєр; 3- вантаж в початковому положенні; 4- вантаж в кінцевому положенні.

Перевантаження відбувається у чотири етапи :

Перший етап полягає у виконанні кроку (рисунок 2.3, а) характеризується рівномірним лінійним переміщенням вантажу зі швидкістю V_1 по подаючому роликовому конвеєру 1.

На другому етапі (рисунок 2.3, б), вантаж 3 переміщується з подаючого конвеєра 1 на проміжний стрічковий конвеєр 2 і здійснюється з постійною швидкістю V_1 . Під час переміщення вантажний блок ковзає по стрічці проміжного конвеєра. Процес перевантаження відбувається до тих пір, поки не будуть виконані умови для врівноваження сили тертя [14, 15, 16].

$$n_p \cdot F_1 = F_2 \quad (2.1)$$

Де F_1 - сила опору тертя-кочення переміщенню вантажу по одному ролику подавального конвеєра 1; n_p - кількість роликів на яких лежить вантаж при перевантаженні з конвеєра на конвеєр; F_2 - сила опору тертя-ковзання при переміщенні вантажу по стрічковому конвеєру 2.

Далі, **на третьому етапі**, (рис. 2.3, в, г, д), під час перевантаження з подавального конвеєра 1 на проміжний стрічковий конвеєр 2, відбувається поступове збільшення сили тертя F_2 . Рівняння, що характеризує третій етап набуває вигляду $n_p \cdot F_1 \leq F_2$. На 3-му етапі прискорене переміщення вантажу починається зі ковзання по роликах подає конвеєра, швидкість якого варіюється від V_1 до v_2 .

Під час перевантаження на **4-й стадії** як показано на рис. 2.3, е, вантаж переміщується стрічковим конвеєром 2, переміщається з лінійною швидкістю V_2 і ковзає по ролику подає конвеєра 1.

2.1.1. Розрахунок першого етапу

Перша стадія характеризується рівномірним лінійним переміщенням зі швидкістю V_1 вантажу 3 по подаючому роликовому конвеєру (рис.2.2).

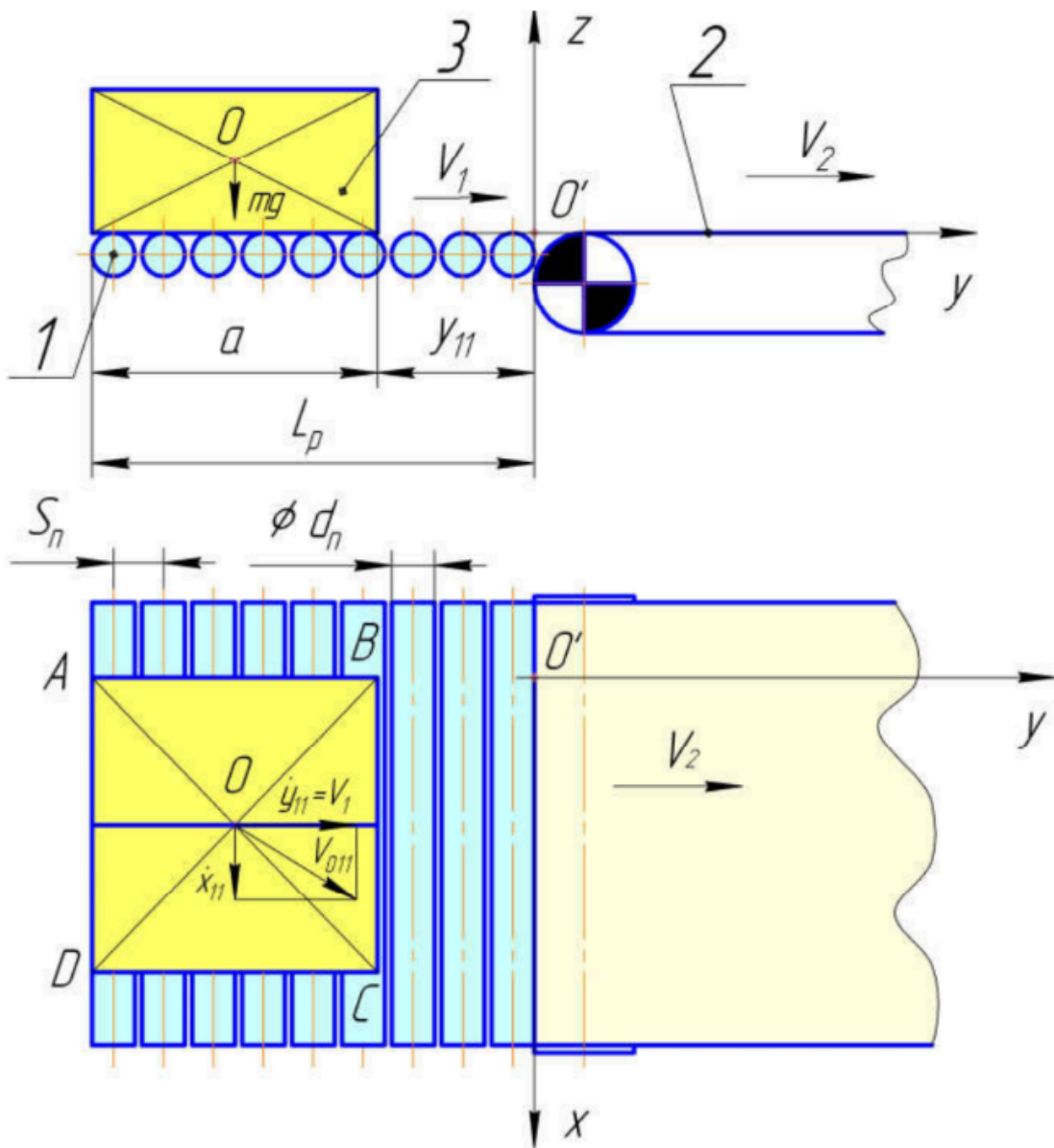


Рис. 2.2. Розрахункова схема до першого етапу

1 - приводний роликівий конвеєр; 2 - стрічковий конвеєр; 3 - поперечно розіраний блок сиру.

Приймаємо початкові умови для першого етапу

Початковий час: $t_{n11} = t_{n1} = 0$ (с).

Початкові координати передньої частини сирного блоку в системі XOY:

$$x_{n11} = x_{n1} = 0,5 \cdot b \quad (м) \quad (2.2)$$

$$y_{n11} = y_{n1} = -L_p + a \quad (m) \quad (2.3)$$

Кінематичні параметри руху вантажу

Оскільки вантаж рівномірно і лінійно переміщається по подаючому конвеєру вздовж осі ou , між початковими і кінцевими параметрами переміщення існують наступні залежності:

$\dot{y}_{n11} = \dot{y}_{k11} = \dot{y}_{11} = V_1 \text{ (м\c)}$ – швидкість вантажу на першому етапі відносно осі OY ;

$\ddot{y}_{n11} = \ddot{y}_{k11} = \ddot{y}_{11} = 0 \text{ (м\c^2)}$ – прискорення вантажу на першому етапі відносно осі OY ;

$\dot{x}_{n11} = \dot{x}_{k11} = \dot{x}_{11} = 0 \text{ (м\c)}$ – швидкість вантажу на першому етапі відносно осі OX ;

$\ddot{x}_{n11} = \ddot{x}_{k11} = \ddot{x}_{11} = 0 \text{ (м\c^2)}$ – прискорення вантажу на першому етапі відносно осі OX .

Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення на першому етапі показаний на рис. 2.3.

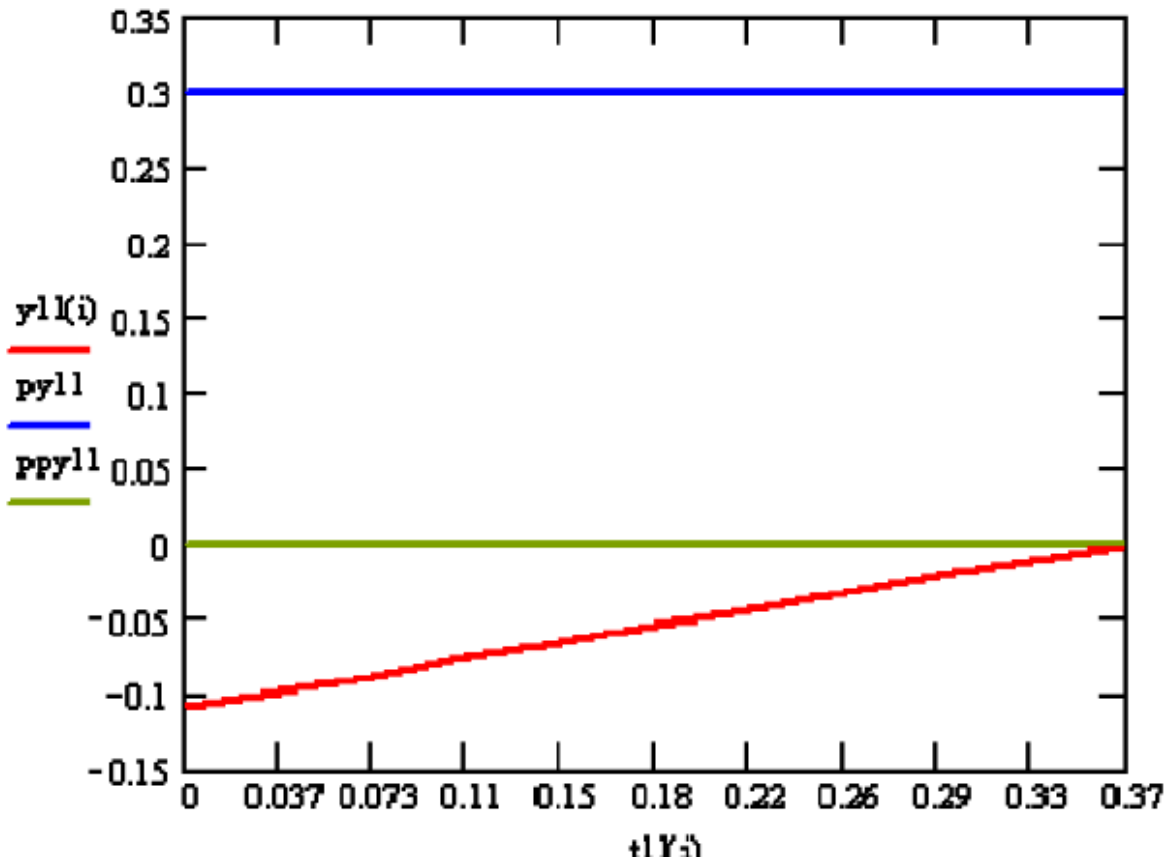


Рис. 2.3. Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення від часу для першого етапу перевантаження вантажу

$y_{11}(i)$ - переміщення, (м);

py_{11} - швидкість переміщення вантажу на подавальному роликовому конвеєрі, (м/с);

ppy_{11} - прискорення, (м/с²);

$t_{11}(i)$ - час переміщення, (с).

На першому етапі значення швидкості та прискорення можна

описати як сталі: відповідно $\dot{y}_{11} = 0$ та $\ddot{y}_{11} = 0$ (м/с²); а переміщення лінійно зростає із збільшенням проміжку часу.

2.1.2. Розрахунок другого етапу

На другому етапі вантаж переміщається з подаючого конвеєра типу 1 на проміжний стрічковий конвеєр 2 з постійною швидкістю V_1 зі ковзанням по стрічковому конвеєру (рис. 2.4).

Приймаємо початкові умови для другого етапу

Початковий час: $t_{n12} = t_{к11} = t_{11}$

Початкові координати передньої грані вантажу ХОУ:

$$x_{n12} = x_{к11} = x_{12};$$

$$y_{n12} = y_{к11} = 0 \quad (\text{м})$$

Кінематичні параметри рівномірно і лінійно рухомих вантажів:

$$\dot{y}_{n12} = \dot{y}_{к11} = \dot{y}_{к12} = \dot{y}_{12} = V_1 - \text{швидкість вантажу на другому етапі}$$

відносно осі ОУ;

$$\ddot{y}_{n12} = \ddot{y}_{к11} = \ddot{y}_{к12} = \ddot{y}_{12} = 0 \quad (\text{м/с}^2) - \text{прискорення на другому етапі відносно осі}$$

ОУ;

$$\dot{x}_{n12} = \dot{x}_{к11} = \dot{x}_{к12} = \dot{x}_{12} = 0 \quad (\text{м/с}) - \text{швидкість вантажу на другому етапі}$$

відносно осі ОХ;

$$\ddot{x}_{n12} = \ddot{x}_{к11} = \ddot{x}_{к12} = \ddot{x}_{12} = 0 \quad (\text{м/с}^2) - \text{прискорення вантажу на другому етапі}$$

відносно осі ОХ;

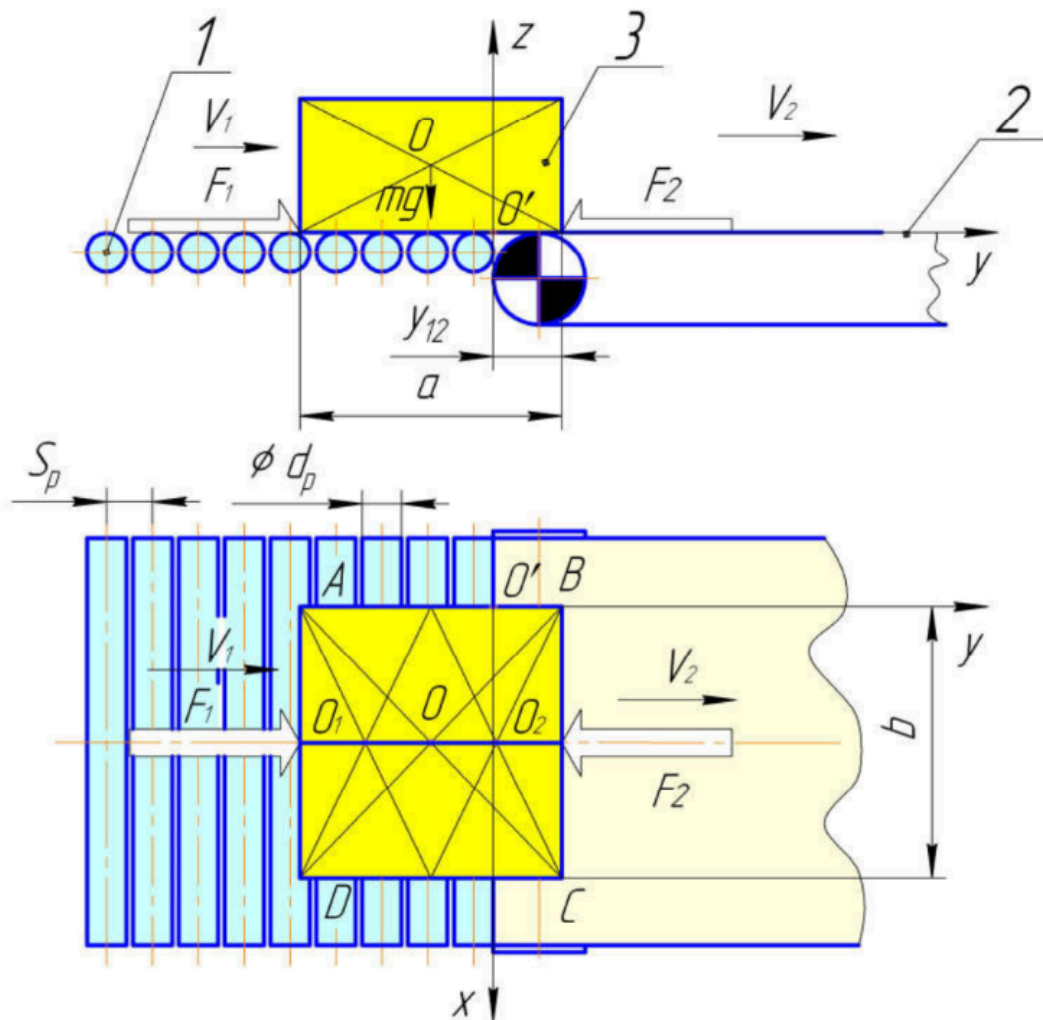


Рис. 2.4. Розрахункова схема до другого етапу

1 - приводний роликівий конвеєр;

2 - стрічковий конвеєр;

3 – вантаж.

На цьому етапі руху пояснюється наступна формула:

$$(n_p \cdot F_1) < F_2. \quad (2.4)$$

Таким чином, сила, що діє на вантаж під час переміщення на другому етапі:

1. сила опору тертя-кочення переміщенню вантажу по роликам подавального конвеєра:

$$F_1 = mg \left(\frac{a - y_{12}}{a} \right) \cdot \frac{2f_1}{d_p} \quad (2.5)$$

2. Сила опору фрикційному ковзанню при переміщенні сирних блоків по стрічковому конвеєру:

$$F_2 = mgf_2 \frac{y_{12}}{a} . \quad (2.6)$$

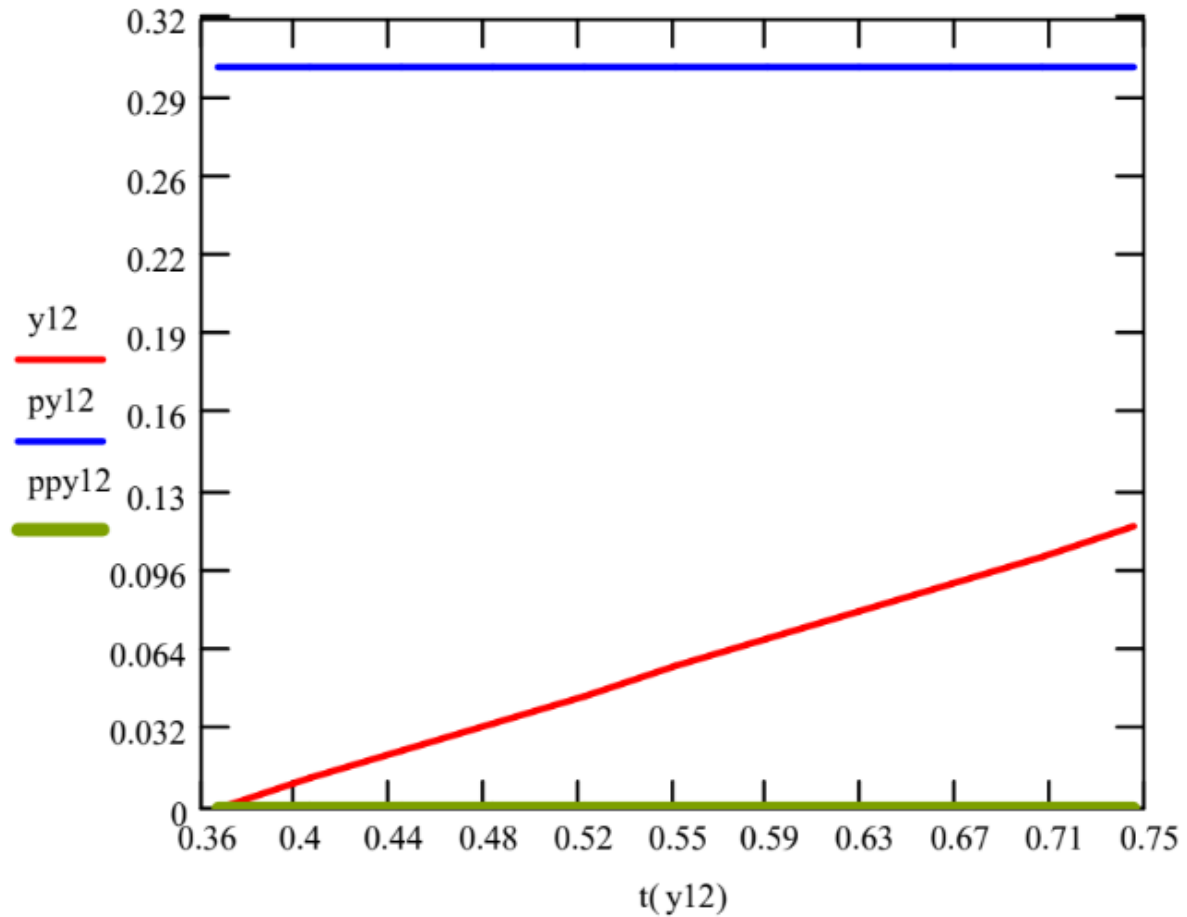


Рис. 2.5. Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення від часу для першого етапу першого етапу перевантаження вантажу

$y_{12}(i)$ - переміщення, (м);

$\text{ру}12$ - швидкість переміщення блоку сиру на подавальному роликовому конвеєрі, (м/с);

$\text{рру}12$ - прискорення, (м/с²);

$t_{12}(i)$ - час переміщення, (с).

На другому етапі значення швидкості та прискорення можна описати як значення сталі: V_1 та $\ddot{y}_{12}=0$ (м/с²) а переміщення лінійно зростає із збільшенням проміжку часу.

2.1. 3. Розрахунок третього етапу.

Третя стадія (рис. 2.9) характеризується переміщенням сирного блоку з роликів конвеєра 1, що рухається зі швидкістю v_1 , на стрічковий конвеєр 2, що рухається зі швидкістю v_2 . Швидкість сирних блоків при транспортуванні варіюється від V_1 до V_2 (м/сек). Під час транспортування вантаж ковзає по роликів конвеєру.

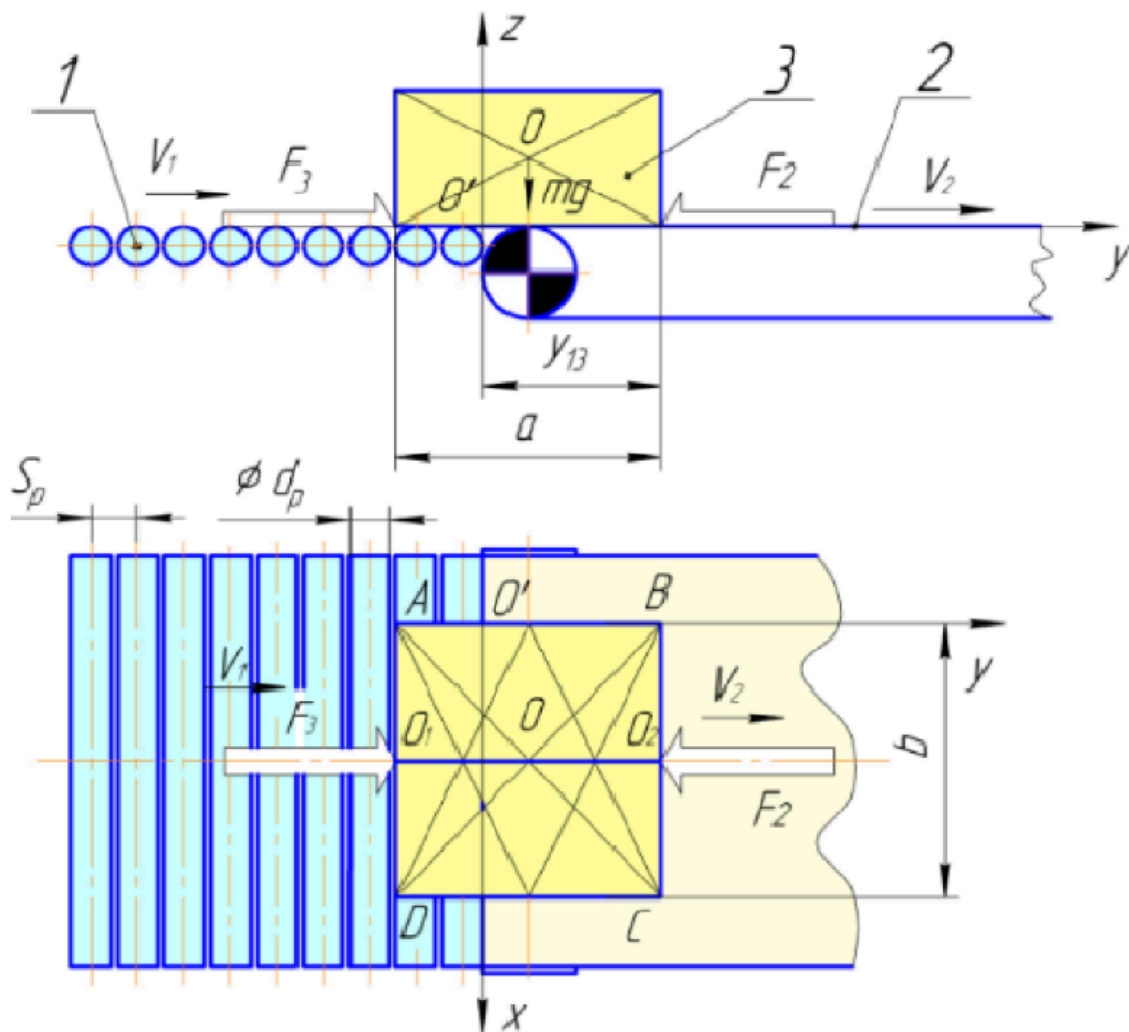


Рис. 2.6. Розрахункова схема до третього етапу

1 - приводний роликів конвеєр,

2 - стрічковий конвеєр; 3 – вантаж.

Початковий час: $t_{n13} = t_{\kappa12}$.

Початкові координати центра мас блоку сиру руху вантажу в системі

ХОУ: $y_{n13} = y_{\kappa12}$; $x_{n13} = x_{\kappa12} = x_{12}$

Кінематичні параметри вантажу:

$\dot{y}_{n13} = \dot{y}_{\kappa12} = V_1$ – швидкість вантажу на другому етапі відносно осі ОУ;

$\ddot{y}_{n13} = \ddot{y}_{\kappa12} = 0$ (m/c^2) – прискорення вантажу на другому етапі відносно осі ОУ;

$\dot{x}_{n13} = \dot{x}_{\kappa12} = \dot{x}_{13} = 0$ (m/c) – швидкість вантажу на другому підетапі відносно осі ОХ;

$\ddot{x}_{n13} = \ddot{x}_{\kappa12} = \ddot{x}_{13} = 0$ (m/c^2) – прискорення вантажу на другому етапі відносно осі ОХ;

Третій етап руху вантажу описують наступним рівнянням:

$$m\ddot{y}_{13} = F_2 - F_3 \quad (2.7)$$

де F_3 - сила опору тертя-ковзання переміщенню вантажу по роликам подавального конвеєра, що знаходиться за формулою:

$$F_3 = mgf_3 \cdot n_p \quad (2.8)$$

Де $f_3 = 0,013$ - коефіцієнт тертя-ковзання вантажу по роликам конвеєра.

Необхідно підставити значення сил F_1' , F_2 з рівнянь (2.6, 2.8) в дане рівняння (2.7). Отримаємо:

$$m\ddot{y}_{13} = mgf_2 \frac{y_{13}}{a} - n_p \cdot mgf_3 \quad (2.9)$$

Поділивши ліву та праву частини рівняння на величину m отримаю диференціальне рівняння другого порядку:

$$\ddot{y}_{13} = y_{13} \cdot \frac{gf_2}{a} - n_p \cdot gf_3 \quad (2.10)$$

Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення при переміщенні вантажів на 3 роликах для третього ступеня показаний на рисунку 2.10.

Загальний графік зміни переміщення, швидкості і прискорення протягом третього етапу показаний на рис. 2.7.

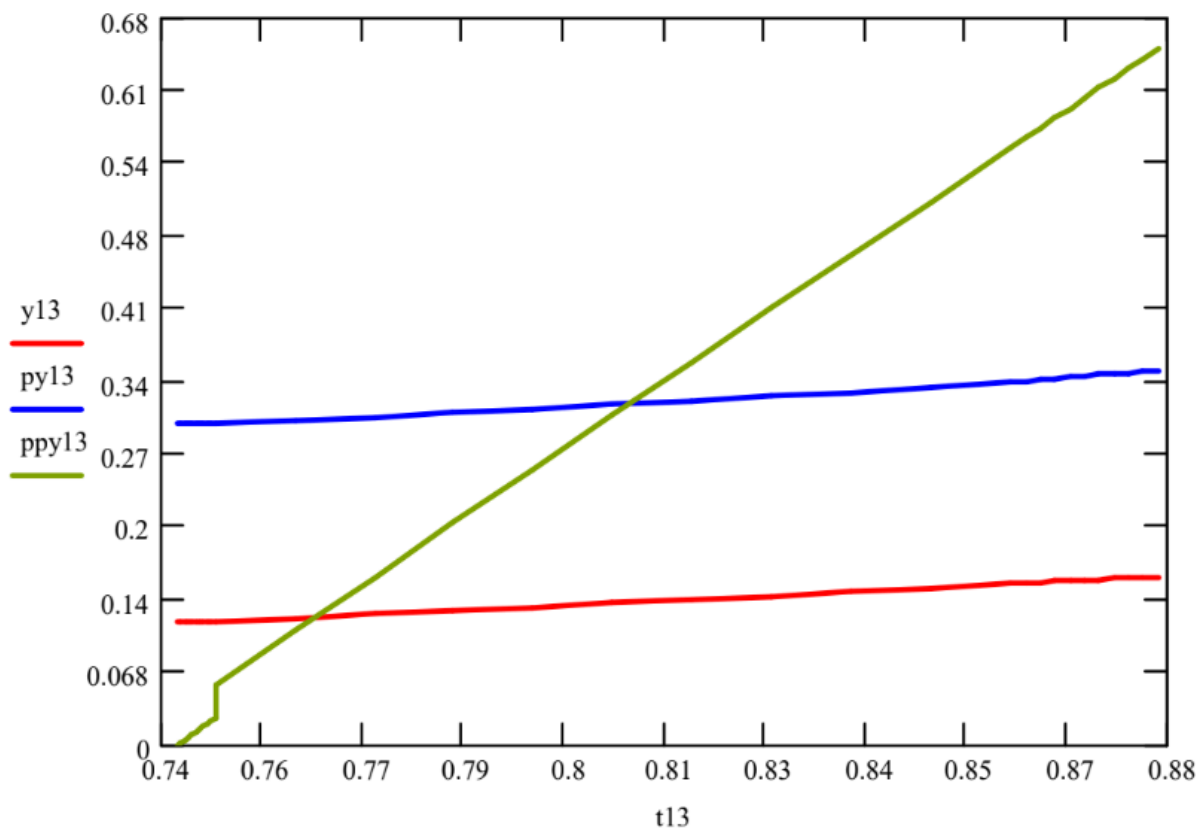


Рис 2.7. Сумарний графік зміни переміщення, швидкості і прискорення від часу для третього етапу

y_{13} - переміщення, (м);

ru_{13} - швидкість переміщення вантажу на подавальному роликовому конвеєрі, (м/с);

rpu_{13} - прискорення, (м/с²);

t_{13} - час переміщення, (с).

На даному етапі Ви отримуєте таке кінематичне збільшення

Параметрів, як швидкість \dot{y}_{13} і переміщення на y_{13} , зі збільшенням тимчасового інтервалу, а також збільшення значення прискорення \ddot{y}_{13} .

2.1.4. Розрахунок четвертого етапу

Цей етап, при якому вантаж переміщається стрічковим конвеєром 2 з лінійною швидкістю V_2 , характеризується ковзанням уздовж одного ролика подає конвеєра 1 (рис. 2.8).

Ми приймаємо початкові вимоги для четвертого етапу

Початковий час: $t_{n14} = t_{\kappa13}$

Початкові координати центра мас вантажу в системі ХОУ: $y_{n14} = y_{\kappa13}$; x_{n14} .

Кінематичні параметри вантажу:

$\dot{y}_{n14} = \dot{y}_{\kappa13}$ – швидкість вантажу на третьому етапі відносно осі ОУ;

$\ddot{y}_{n14} = 0$ (m/c^2) – прискорення вантажу на третьому етапі відносно осі ОУ;

$\dot{x}_{n14} = \dot{x}_{\kappa13} = \dot{x}_{\kappa14} = \dot{x}_{14} = \dot{x}_{\kappa1} = 0$ (m/c) – швидкість блоку сиру вантажу на третьому етапі відносно осі ОХ;

$\ddot{x}_{n14} = \ddot{x}_{\kappa13} = \ddot{x}_{\kappa14} = \ddot{x}_{14} = \ddot{x}_{\kappa1} = 0$ (m/c^2) – прискорення б вантажу на третьому етапі відносно осі ОХ;.

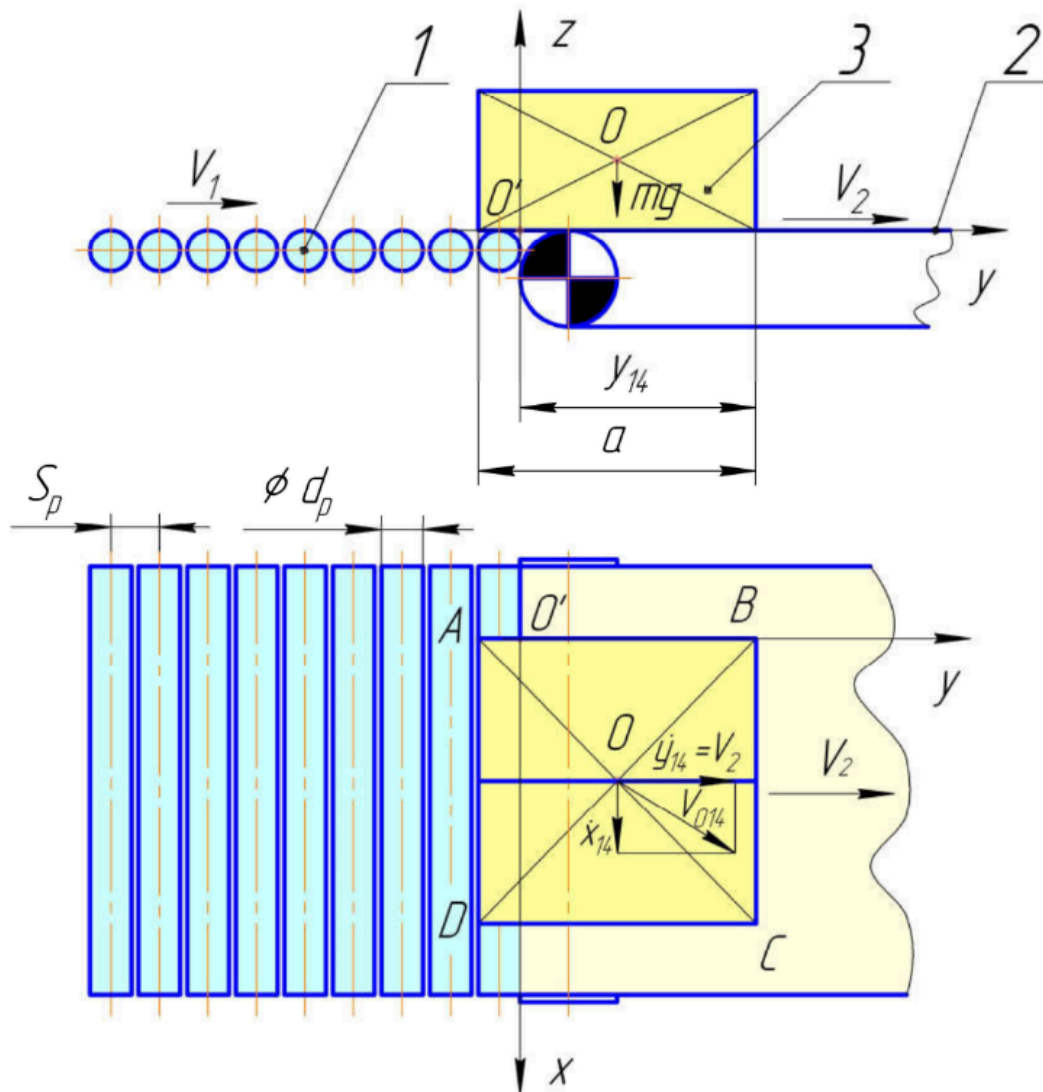


Рис. 2.8. Розрахункова схема до четвертого етапу першого етапу

1 - приводний роликівий конвейер;

2 - стрічковий конвейер;

3 - вантаж.

На 4-му етапі процес ковзання вантажу по роликах подає конвеєра відбувається шляхом переміщення вантажу по роликовому конвеєру.

Рівняння руху вантажу на четвертому етапі:

$$\vec{\dot{x}}_{14} + \vec{\dot{y}}_{14} = \vec{V}_{O14}, \quad (2.11)$$

де \dot{x}_{14} – проекція швидкості центру мас вантажу на вісь OX;

\dot{y}_{14} – проекція швидкості центру мас вантажу на вісь OY;

V_{O14} - швидкість центру мас вантажу на четвертому етапі.

Умови закінчення процесу для четвертого етапу:

Час закінчення етапу: $t_{\kappa 14} = t_{14}$

Кінцеві координати передньої грані вантажу в системі XOY:

$$x_{\kappa 14} = x_{\kappa 1};$$

$$y_{\kappa 14} = x_{\kappa 1}.$$

Отже, врахувавши що $\dot{x}_{14} = 0$ (м/с) рівняння (2.11) набуває вигляду:

$$\dot{y}_{14} = V_{O14} \quad (2.12)$$

Вантаж переміщається стрічковим конвеєром зі швидкістю, що відповідає центру ваги вантажу:

$$V_{O14} = \dot{y}_{14}$$

Вантаж повністю перейде на стрічковий конвеєр при $y_{\kappa 14} = y_{\kappa 1} = a$

Оскільки вантаж на четвертому етапі переміщується за допомогою проміжної конвеєрної стрічки (рівномірний лінійний рух), для визначення тривалості четвертого етапу використовується наступне рівняння:

$$t_{14} = \frac{y_{14}}{\dot{y}_{14}} = \frac{y_{\kappa 14} - y_{n14}}{\dot{y}_{14}} \quad (2.13)$$

Час закінчення четвертого етапу (тривалість першого етапу):

$$t_{\kappa 1} = t_{\kappa 14} = t_{n14} + t_{14} \quad (2.14)$$

Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення на четвертому етапі показаний на рис. 2.9.

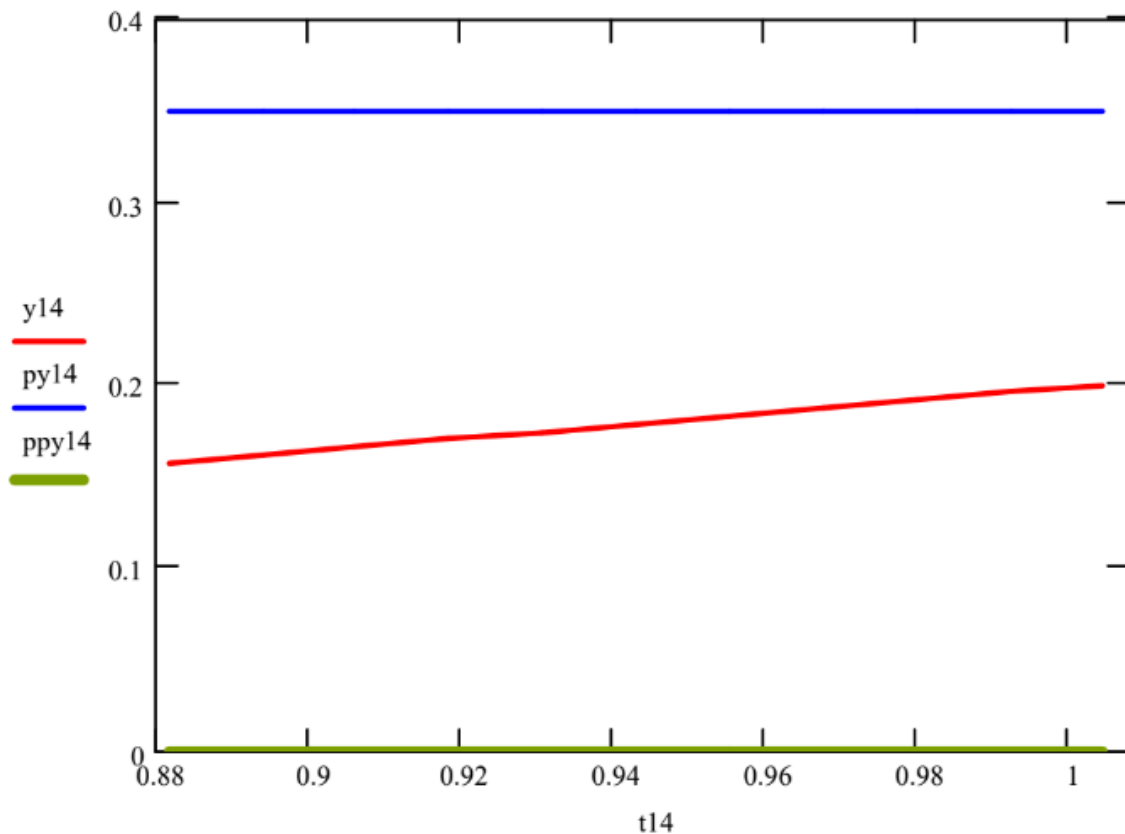


Рис. 2.1. Графік зміни переміщення, швидкості і прискорення від часу для четвертого етапу першого етапу

y_{14} - переміщення, (м);

py_{14} - швидкість переміщення вантажу на подавальному роликовому конвеєрі, (м/с);

ppy_{14} - прискорення, (м/с²);

t_{14} - час переміщення, (с).

На 4-му етапі дослідження були отримані залежності переміщення y_{14} , швидкості \dot{y}_{14} , прискорення \ddot{y}_{14} по часу. Значення швидкості та прискорення можна описати як значення сталі, а зміщення лінійно збільшується зі збільшенням часових інтервалів.

2.2. Дослідження кінематичних та динамічних параметрів переміщення транспортного пакету скріпленого за допомогою протиковзальних листів.

Дослідницький матеріал являє собою прокладку для стабілізації транспортної упаковки без використання додаткових фіксуючих засобів, таких як стрейч-стрічка, термоусадочна стрічка, витяжна стрічка, перев'язь і клей.

Предметом даного дослідження є зміна величини сили тертя між шарами продукту в залежності від кінематичних і динамічних параметрів переміщення транспортної упаковки.

Технологічні вимоги при переміщенні транспортної упаковки з використанням нековзних листів: не повинно відбуватися взаємного переміщення одиниць вантажу в упаковці. Відповідно до цієї умови шар продукту можна вважати суцільним.

Результат. В ході дослідження була розроблена схема силового впливу на шар виробів (рисунок 2.10) для забезпечення їх стійкості за допомогою сил тертя, що виникають між ними [17,18]

Силове навантаження, що діє на шар продукту в упаковці (рис.2.10):

- Сила тертя ковзання між шаром вантажних одиниць та протиковзальним листом:

$$\begin{cases} F_{m.u1} = f_{m.k} \cdot n \cdot m_u \cdot g, \\ F'_{m.u1} = F_{m.u2} = f_{m.k} \cdot (n-1) \cdot m_u \cdot g, \\ F'_{m.u2} = F_{m.u3} = f_{m.k} \cdot (n-2) \cdot m_u \cdot g, \\ \dots \\ F'_{m.u(i)} = f_{m.k} \cdot (n-i) \cdot m_u \cdot g, \\ F_{m.u(i)} = f_{m.k} \cdot (n-i+1) \cdot m_u \cdot g; \end{cases} \quad (2.15)$$

Де $F_{m.u1}, F_{m.u2}, F_{m.u3} \dots F_{m.u(i)}$ - сила тертя ковзання між основою шару вантажних одиниць та протиковзальним листом, Н;

$F'_{m.u1}, F'_{m.u2}, F'_{m.u3} \dots F'_{m.u(i)}$ - сила тертя ковзання між верхом шару вантажних одиниць протиковзальним листом, Н;

$i = 1, 2 \dots n$ - порядковий номер шару вантажних одиниць починаючи від піддону;

n - кількість шарів вантажних одиниць в транспортному пакеті.

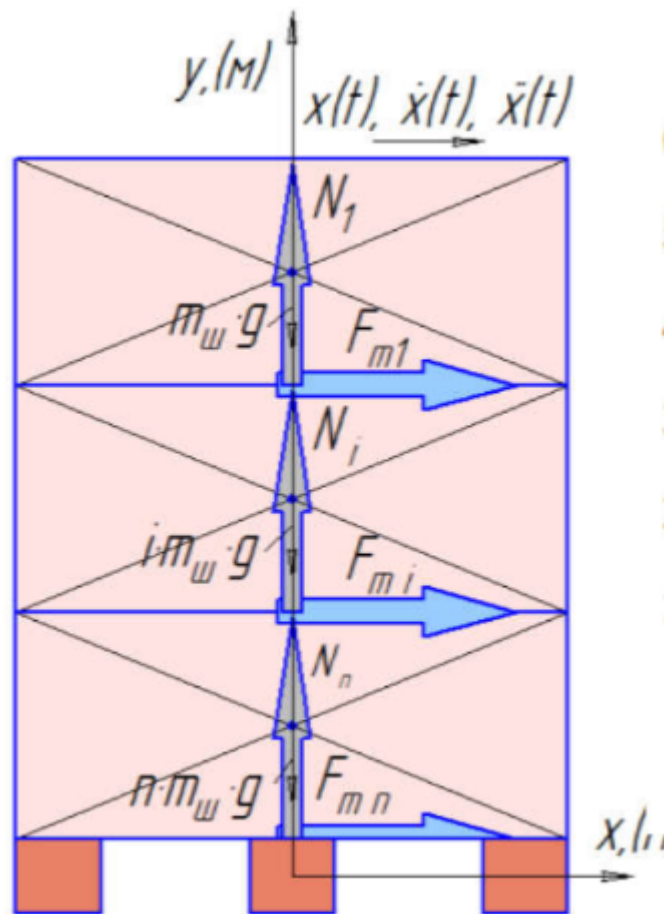


Рис. 2.10. Схема силового навантаження на шари продукції в транспортному пакеті.

- Сила інерції шару вантажних одиниць:

$$F_{in1} = F_{in2} = F_{in3} = \dots = F_{in(i)} = m_w \cdot a_{\max} \quad (2.16)$$

де m_w - маса шару вантажних одиниць в транспортному пакеті, кг;

a_{\max} - максимальне прискорення (динамічне навантаження), що виникає при навантаженні і розвантаженні транспортних і складських операцій:

$$a_{\max} = k_d \cdot g \quad (3)$$

k_d - коефіцієнт динамічного навантаження .

Умови, необхідні для виконання вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування і зберігання при збереженні стабільності транспортної упаковки:

$$F'_{m.u(i)} + F_{m.u(i)} \geq F_{in(i)}. \quad (2.17)$$

Вимога (4) та рівняння (1), (2), (3) Система використовується для визначення необхідного значення коефіцієнта тертя ковзання, який утримує різні шари вантажу в транспортній упаковці і забезпечує її міцність і стійкість:

$$\begin{cases} f_{m.k1} = \frac{k_{\partial}}{2n-1}; \\ f_{m.k2} = \frac{k_{\partial}}{3-2n}; \\ \dots \\ f_{m.k(i)} = \frac{k_{\partial}}{1-3 \cdot i + 2 \cdot n}, \end{cases} \quad (2.18)$$

Заявлений коефіцієнт тертя ковзання вантажної одиниці по обшивці становить $tg(50) = 1,19$ Згідно з проведеними дослідженнями, уникайте високих динамічних навантажень при перевалці і використовуйте додаткові пакувальні засоби (такі як подушки безпеки) при транспортуванні автомобільним і повітряним транспортом. Використання нековзних прокладок перспективно і технічно виправдано, оскільки ці обмеження поширюються і на кріплення інших видів транспортних упаковок.

Визначивши необхідний коефіцієнт тертя на різних етапах переміщення для забезпечення стійкості шару продукту в транспортній упаковці, ви можете раціонально підібрати тип прокладки, щоб запобігти зісковзуванню цих шарів, спростивши схему процесу упаковки і скоротивши час циклу переміщення. Використовуйте різні способи укладання шару на виріб, і вам не доведеться витратити час на зняття додаткових фіксуючих засобів.

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ-КОВЗАННЯ ШАРІВ ВАНТАЖУ ПО ПРОТИКОВЗАЛЬНОМУ ЛИСТУ.

Мета дослідження - визначити коефіцієнт тертя-ковзання.

Об'єктом дослідження є технологія кріплення вантажного шару за допомогою нековзною прокладки.

Предметом даного дослідження є зміна величини сили тертя між шарами продукту в залежності від кінематичних і динамічних параметрів переміщення транспортної упаковки.

Тертя ковзання-це опір, що виникає при переміщенні одного об'єкта по поверхні іншого. Тертя ковзання між двома дотичними об'єктами виникає в основному через шорсткість їх поверхонь і наявність молекулярної адгезії в об'єктах, притиснутих один до одного. Сила тертя є результатом взаємодії двох дотичних об'єктів. Ця сила виникає в точці дотику і знаходиться в загальній дотичній площині до поверхні дотичного тіла, запобігаючи ковзанню одного тіла по іншому [19].

На рисунку 3.1 показано покрокове виконання експерименту з використанням 2 зразків листів, що використовуються в якості прокладок між шарами вантажу.Звичайний картон і нековзні листи.

Як видно з малюнка, коли кут повороту опорної поверхні досягне 22,8 градусів, картонна пачка почне переміщатися по листу картону, а коли кут досягне 57,1 градусів уздовж нековзного листа, картонна пачка почне переміщатися по листу картону.

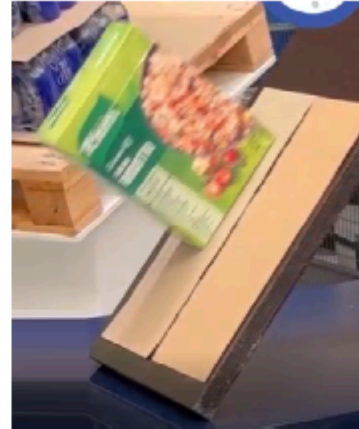
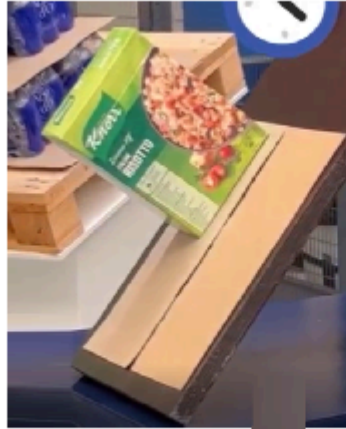
Експериментально було встановлено, що кут тертя ковзання шару картонної упаковки по поверхні нековзного листа становить 57,1 градуса.



I

II

III



IV

V

Рис. 3. 1. Поетапність виконання досліду на лабораторній установаці

ВИСНОВКИ

Були проведені дослідження та аналіз технічних процесів та обладнання для формування транспортних пакетів.

Багатоваріантний вибір сучасних технологій і обладнання визначає розумні параметри переміщення вантажів і актуальність подальших досліджень, пов'язаних із забезпеченням стабільності упаковок під час пакувальних і логістичних операцій.

Проведено дослідження процесу переміщення вантажів під час формоутворення транспортного пакету, а саме : дослідження кінематичних параметрів переміщення вантажу в транспортній системі пакетоформувальної машини; кінематичних та динамічних параметрів переміщення транспортного пакету скріпленого за допомогою протиковзальних листів. Під час дослідження операції транспортування вантажів по транспортним системам пакувальної лінії були визначені залежності переміщення, швидкості, прискорення по часу. Під час аналізу скріплення транспортних пакетів за допомогою протиковзальної прокладки була досліджена схема силового навантаження на шари продукції для забезпечення їх стійкості за допомогою сил тертя, які виникають між ними. Було визначено коефіцієнт тертя ковзання шару навантаження на нековзному аркуші.

Проведені дослідження дозволять раціонально підібрати кінематичні і динамічні параметри, скоротити кінематичний цикл технічного процесу упаковки і забезпечити економію матеріалів і ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Організація торгівлі: підручник/ В.В.Апопій, І.П.Міщук, В.М.Ребицький; за ред. Апопія В.В.– 3-тє вид.– К.:ЦУЛ, 2009.– 632с
2. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. 136 с.
3. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. 96 с.
4. Як правильно пакувати вантаж на палетах: справа техніки. Режим доступу: <https://www.skladpack.ua/blage/yak-pravilno-pakuvati-vantazh-na-paletah-sprava-tehniki/>
- 5 13.Гавва О.М. Скріплення транспортних пакетів стрічками (матеріали, технології та обладнання) О.М. Гавва ,А.П. Беспалько // Упаковка , 2014. № 15-с,45-50.
6. Беспалько А.П. обладнання для скріплення транспортних пакетів (стан ,перспективи ,тенденуї розвитку)
7. Layer palletizer: Perfect layer palletizing. Access mode: <https://www.moellers.com/en/products/palletizer/layer-palletizer/>
8. Palletizing, depalletizing and pallet wrapping machines – overview. Access mode: https://www.allaboutpackagingmachines.co.uk/palletizing_machines_overview.html
9. Top 10 Most Frequently Asked Palletizing Industry Questions, Answered (2022). Access mode: <https://www.ptchronos.com/blog/top-10-most-frequently-asked-palletizer-industry-questions-answered#31-manual-and-semi-automatic-palletizer>

10. Palletizing, depalletizing and pallet wrapping machines – overview.).
Access mode:
https://www.allaboutpackagingmachines.co.uk/palletizing_machines_overview.html
11. СТРЕТЧ-ХУД ПЛІВКА. Access mode: <https://sirius.pro/uk/stretch-hood-film-uk/>
12. Протиковзкий прокладний папір. Режим доступу: <https://viskom.com.ua/anti-slip-paper/>
13. Sopack s.r.o. offers several types of Anti-slip paper. Access mode: <https://www.slipsheet.info/anti-slip-sheet/>
14. Соколенко А.І. , Дрогин В.Л. Піддубний В.А. Моделювання процесів пакування: підручник— Вінниця: Нова книга , 2004. 272 с.
15. Соколенко А.І. Синтез машин ліній пакування та енергозбереження / Упаковка. 2012. № 3. С. 53—55.
16. Стоцько З. А. Моделювання технологічних систем / Стоцько З. А. — Львів: Львівська політехніка, 2013. 188 с.
17. Головишин, Р. Дослідження процесу переміщення транспортнопакету з прокладками Non-Slip Safety Grip for Pallets / Р. Головишин, А. Деренівська// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020 р. - Київ : НУХТ, 2020. – Ч. 2. – С. 122.
18. Деренівська, А. В. Визначення раціональних параметрів забезпечення стійкості транспортних пакетів методами підвищення сил тертя між шарами тарних вантажів / А. В. Деренівська, Л. О. Кривопляс-Володіна, С. В. Токарчук // Харчова промисловість. – 2020. – № 27. – С. 105-113. – Режим доступу :

http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/36819/1/Khp_2020_27_14.pdf.

19. Дюжаєв В. П. Д95 Лабораторний практикум з теоретичної механіки.

Навч.метод. посіб. / В. П. Дюжаєв, О. О. Вершков,
О. М. Леженкін; Таврійський державний агротехнологічний
університет. - Мелітополь: ТДАТУ, 2019. - 56 с.

Режим доступу:

<http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/8681/1/laboratoryj-praktykum-z-teoretychnoyi-mehaniky-djuzhayev.pdf>

20. Інструкція з охорони праці для пакувальника. Режим доступу:

<https://ohoronapraci.com.ua/instructions/558294-instruktsiya-z-okhorony-pratsi-pakuvalnyka-fasovalnyka-vantazhiv>