

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) _____ **ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Модернізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОХ-2-2М

_____ Шпильовий Олександр Віталійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник доцент Миколів Іван Михайлович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП

проф. Микола ЯКИМЧУК

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шпильового Олександра Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину

Керівник проекту (роботи) Миколів Іван Михайлович, доцент, канд.техн.наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» листопада 2023 р. № 940-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Реферат; Зміст; Вступ; Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження; Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження; Дослідна частина та узагальнення результатів; Розрахункова частина; Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці та охорони довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Загальний вигляд обладнання – 3 аркуші; Деталі та вузли обладнання – 3 аркуші; Схеми автоматизації – 1 аркуш; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 2 аркуші.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 9.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Реферат, зміст</i>	22.11.2023	
2	<i>Вступ.</i>	25.11.2023	
3	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження</i>	30.11.2023	
4	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	15.12.2023	
5	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	23.12.2023	
6	<i>. Розрахункова частина</i>	02.01.2024	
7	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	12.01.2024	
8	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	15.01.2024	
9	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	23.01.2024	
10	<i>Висновки</i>	29.01.2024	
11	<i>Список використаних джерел</i>	29.01.2024	
12	<i>Графічна частина: 10 аркушів формату А1</i>	30.01.2024	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2024	

Здобувач

_____ (підпис)

Олександр ШПИЛЬОВИЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Іван МИКОЛІВ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

**МОДЕРНІЗАЦІЯ СТАНЦІЇ ОБГОРТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
ПАКЕТІВ В ЛІНІЇ ПАКЕТОФОРМУВАННЯ Isk-30f
ПРОДУКТИВНІСТЮ 1000 КОРОБІВ ЗА ГОДИНУ**

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз існуючого обладнання для обгортання транспортних пакетів, висвітлені переваги та недоліки, що дозволило визначитися з модернізацією, яка полягає в модернізації конструкції подаючого та обмотувального вузлів включаючи конвеєр подачі,

Проведено технологічний розрахунок лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину, викладені основні вимоги до монтажу, технічного сервісу обладнання.

Новизна роботи полягає у модернізації механізму обмотування та натягування плівки, подачі картонних

Результатами модернізації лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину є:

- Удосконалення системи натягу плівки;
- Удосконалення механізму обгортання плівки;
- вирішення проблем пов'язаних з відведенням сформованого транспортного пакету;
- підвищена роботоздатність.

Висвітлені питання техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: пакування, плівка, механізм обмотування, автоматизація.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Миколів І. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Шпильовий О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> РЕФЕРАТ	221866.KP.26.000ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М. В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>

ABSTRACT

MODERNIZATION OF THE TRANSPORT PACKAGE WRAPPING STATION IN THE Lsk-30f PACKAGE FORMING LINE WITH A CAPACITY OF 1,000 BOXES PER HOUR

During the performance of the qualification work, an analysis of the existing equipment for wrapping transport packages was carried out, the advantages and disadvantages were highlighted, which made it possible to decide on the modernization, which consists in the modernization of the design of the feeding and wrapping units, including the feeding conveyor,

The technological calculation of the LSK-30F package forming line with a capacity of 1,000 boxes per hour was carried out, the basic requirements for installation and technical service of the equipment were outlined.

The novelty of the work consists in the modernization of the film winding and tensioning mechanism, cardboard feeding

The results of the modernization of the LSK-30F package forming line with a capacity of 1000 boxes per hour are:

- Improvement of the film tension system;
- Improvement of the film wrapping mechanism;
- solving problems related to the diversion of the formed transport package;
- increased work capacity.

Issues of safety and environmental protection are covered.

Keywords: packaging, film, winding mechanism, automation.

ЗМІСТ

Реферат.....	4
Зміст.....	6
Вступ	7.
1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження	9
2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження	24
3. Дослідна частина та узагальнення результатів	36
4. Розрахункова частина.....	44
5. Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування	77
6. Заходи з охорони праці та охорони довкілля	82
7. Маркетингове обґрунтування проекту	100
Висновки	109
Список використаних джерел.....	111
Додатки.....	112

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Миколів І. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Шпильовий О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	221866.КР.26.000ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М. В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>

ВСТУП

Упаковка грає важливу роль у збереженні якості та підвищенні споживчої цінності харчових продуктів, а також у спрощенні транспортування та зменшенні витрат. Правильно упакований продукт зберігається довше і має привабливий зовнішній вигляд. Упаковка також може бути екологічно вигідною, особливо коли використовуються матеріали одноразового використання.

Останнім часом для упаковки харчових продуктів все частіше використовують картонні лотки, обгорнуті термоусадочною плівкою. Це економічно вигідно і спрощує процес завантаження та розвантаження, а також утилізацію упаковки. Такий тип упаковки широко застосовується у м'ясній, молочній та хлібопекарній промисловості.

Для скріплення пакетів з харчовими продуктами використовуються різні машини, особливо це актуально для підприємств, які виробляють пиво та безалкогольні напої. Сучасне пакувальне обладнання дозволяє робити цей процес ефективнішим та швидшим.

Для скріплення пакетів з харчовими продуктами застосовуються різні типи плівки, зокрема розтягувана плівка. Вона забезпечує надійний захист вантажів, спрощує процес пакування та зменшує витрати. Такий вид упаковки має багато переваг і застосовується в різних галузях промисловості.

Розвиток упакувальної галузі веде до появи різноманітного обладнання, яке робить процес упаковки більш ефективним та економічним. Розробка нових технологій упаковки допомагає підприємствам задовольняти зростаючий попит споживачів та збільшувати їхню виробничу потужність.

Комплексне використання різних видів упаковки є важливою складовою для збереження і транспортування харчових продуктів.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І. М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва ВСТУП	221866.KP.26.000ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Це дозволяє зберігати якість продуктів, підвищує їхню споживчу цінність та зменшує витрати. Одноразова упаковка використовується для зберігання харчових продуктів, і для її транспортування часто використовують пластикові та картонні ящики.

Наприклад, картонні лотки, обгорнуті термоусадочною плівкою, дуже популярні в харчовій промисловості через їхню економічність та екологічність. Такий тип упаковки дозволяє ефективно транспортувати продукти м'ясної, молочної та хлібопекарської промисловості.

Для скріплення транспортних пакетів використовуються різні типи машин, особливо виробники пива та безалкогольних напоїв. Сучасне упаковувальне обладнання дозволяє зробити цей процес швидким та ефективним.

Розтягувана плівка також широко використовується для скріплення пакетів з харчовими продуктами. Вона забезпечує надійний захист вантажів та допомагає знизити витрати на упаковку. Такий тип упаковки має багато переваг і використовується у різних галузях промисловості.

Розвиток упаковувальної галузі призвів до появи різноманітного обладнання, яке робить процес упаковки більш ефективним та економічним. Розробка нових технологій упаковки допомагає підприємствам задовольняти зростаючий попит споживачів та збільшувати їх виробничу потужність.

Метою роботи є: модернізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину.

Об'єкт дослідження - взаємозв'язки між конструктивними та динамічними параметрами механізмів та пристроїв станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину .

Предметом дослідження - станції обгортання транспортних пакетів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд плівок для обгортання транспортної тари

Для обгортання транспортної тари використовуються гнучкі пакувальні матеріали, такі як полімери та їх комбінації. За останні роки, завдяки інтенсивному розвитку композиційних полімерних плівок, ця тенденція використання лише зростає. Незважаючи на те, що гнучкі пакувальні матеріали лідирують на ринку упаковки за своїми еколого-економічними параметрами, їх продовжують вдосконалювати. Одним з важливих напрямків вдосконалення є зменшення матеріалоемності при збереженні фізико-механічних та експлуатаційних властивостей. Наприклад, проводяться дослідження з метою зменшення товщини пакувального матеріалу за рахунок збільшення його жорсткості при збереженні еластичності.

Створення високопродуктивного та гнучкого до переналаштування пакувального обладнання є важливим для задоволення потреб споживачів у якісній продукції, зручності користування та приготування продуктів харчування, а також естетичних смаках. Продуктивність пакувальних машин залежить від тривалості виконання технологічних операцій, швидкості переміщення робочих органів та об'єктів, що обробляються, та швидкодії систем контролю та керування.

На сьогоднішній день існує значна кількість конструктивних схем машин для пакування продукції в гнучкі пакувальні матеріали. Їх можна умовно поділити на такі групи:

- вертикальні машини;
- горизонтальні машини;
- горизонтально-вертикальні машини;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І. М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження	221866.KP.26.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

- машини для асептичного пакування;
- обгорткові машини;
- машини для виготовлення і пакування в термоформовану тару;
- машини для пакування в термоусаджувальну плівку;
- машини для пакування в стретч- або скін-плівку

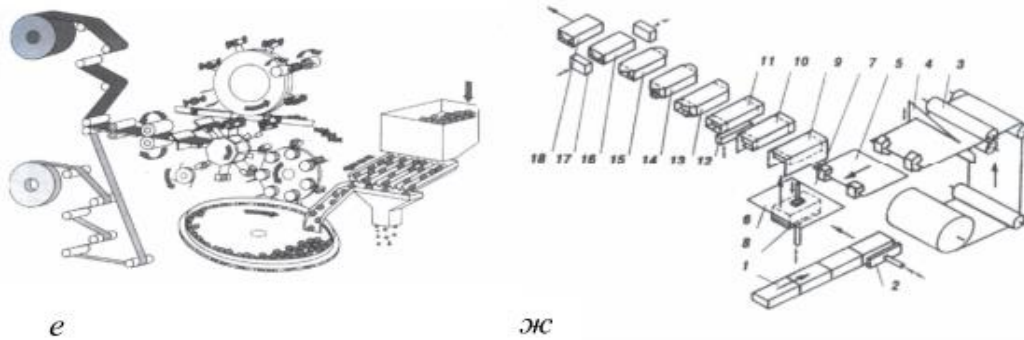
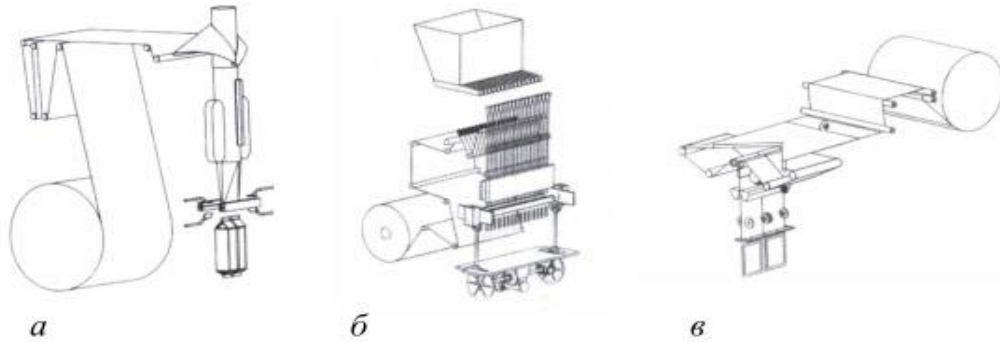


Рис. 1.1 Характерні технологічні схеми машин для формування упаковки з гнучких пакувальних матеріалів: вертикальний спосіб за допомогою комірцевого пристрою (а); вертикальний спосіб формування стік-пакетів (б); вертикальний спосіб дворядного формування плоского пакета (в); горизонтальний спосіб формування тришовного пакета (г); горизонтальний спосіб пакування в МГС (д); пакування способом обгортання з перекручуванням кінців етикетки (е); пакування способом обгортання (ж)

Вибір типу машини для упакування дійсно залежить від різних факторів, таких як тип пакувального матеріалу, вид упаковки, властивості

продукції та технологія пакування. Однак, незважаючи на конструкцію машини, пристрої формування упаковки та подачі пакувального матеріалу мають схожу структуру.

Пристрої подачі пакувального матеріалу включають різні робочі органи, які виконують різноманітні технологічні функції. Наприклад, це може бути пристрій для розгортання плівки, ріжучий механізм для вирізання необхідної довжини матеріалу, пристрій для формування пакета або обгортки, тощо. Важливо, щоб ці пристрої були точними та надійними, оскільки вони визначають якість та ефективність упаковки продукції.



Рис.1.2 Структура пристроїв подачі рулонних пакувальних матеріалів

Відповідно до виконуваних функцій, робочі органи можуть бути розділені на три групи: основні, допоміжні та додаткові.

1. Основні робочі органи виконують основні технологічні функції, такі як подача плівки в функціональний модуль пакування та її розділення на заготовки. У будь-якому пристрої подачі рулонних пакувальних матеріалів необхідно мати всі види робочих органів основної групи.

2. Допоміжні робочі органи забезпечують функціонування основних робочих органів залежно від конструкції пакувальної машини, характеру руху та швидкості плівки. Наприклад, для руху плівки з певною швидкістю, будь то постійна або змінна, потрібно застосовувати механізм акумулювання та гальмування рулону. При зупинках руху плівки потрібно використовувати механізм гальмування і зупинки плівки. У разі руху плівки за складною траєкторією може бути використаний механізм направленого руху плівки.

3. Додаткові робочі органи виконують контрольні, блокувальні, позациклові, регулювальні та інші схожі операції.

Якість роботи пристрою подачі плівки значною мірою залежить від конструкції рулоноутримувача та властивостей плівки та рулону. До товарознавчих характеристик плівки та рулону можна віднести:

- ширину плівки;
- товщину плівки;
- масу плівки в рулоні;
- довжину плівки в машинному та повздовжньому напрямках;
- масу одиниці площі плівки;
- ексцентричність намотування плівки в рулон;
- адгезійне злипання плівки в рулоні.

Одним з найважливіших параметрів, який впливає на якість роботи, є товщина плівки. З різнотовщинністю пов'язані можливі дефекти, такі як збігання плівки, зморшки, негерметичність упаковки тощо.

Механізми, що забезпечують рух пакувального матеріалу, можна розділити на дві групи: ті, що розмотують плівку з рулону, та ті, що переміщують розмотану плівку до пристроїв формування упаковки. У деяких випадках функції цих двох груп механізмів можуть бути об'єднані в одному механізмі. За характером впливу на плівку або рулон механізми руху

поділяють на ті, що тягнуть плівку, ті, що її штовхають, та ті, що обертають рулон

За характером дії на плівку або рулон механізми руху поділяють на ті, що тягнуть плівку; ті, що її штовхають; і ті, що обертають рулон (рис. 1.3).

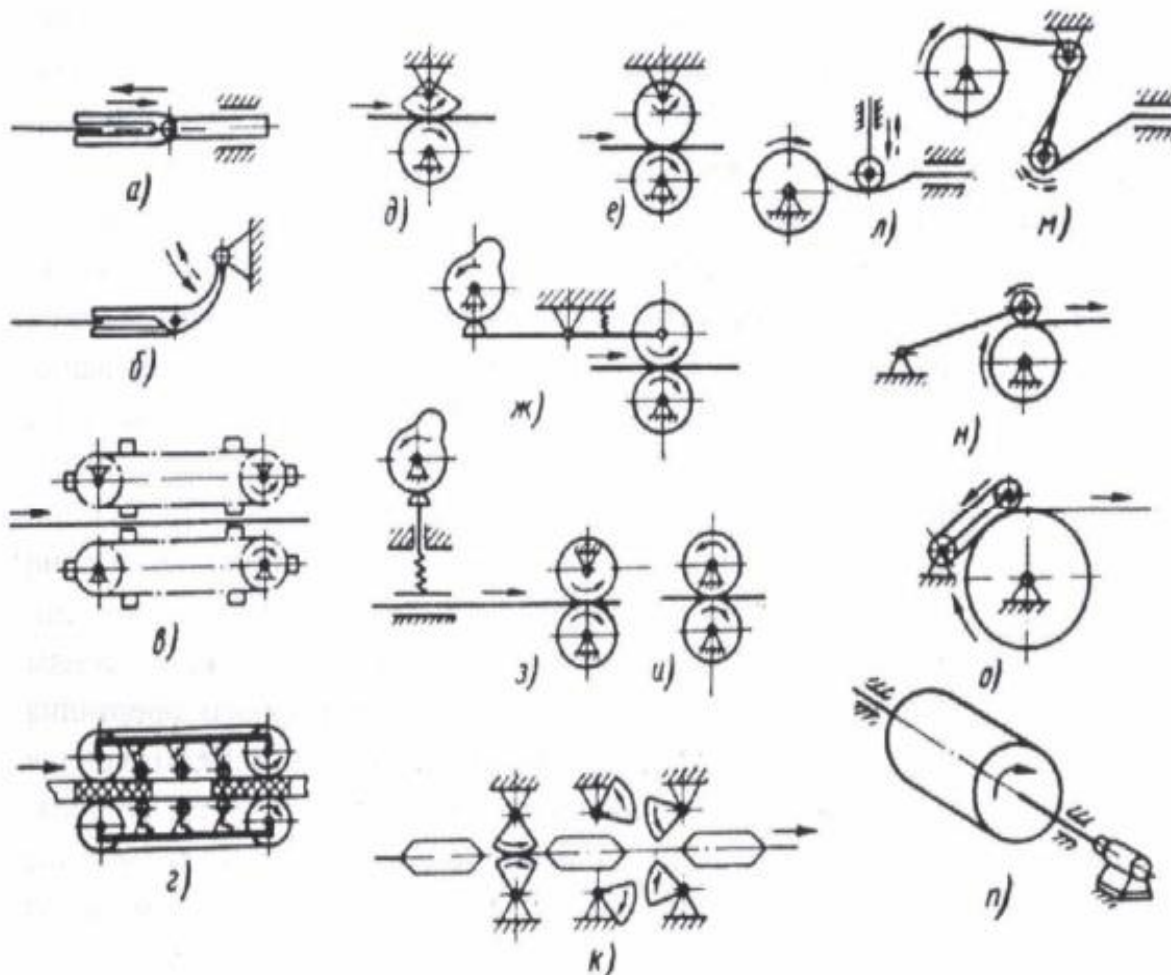


Рис. 1.3. Схеми механізмів руху плівки або рулону

Механізми, що тягнуть плівку, мають робочий орган, на якому фіксується плівка і який її переміщує. Ця зона контакту плівки з робочим органом рухається відносно станини пакувальної машини. Механізми, що штовхають плівку, мають обертаючийся робочий орган, навколо якого рухається плівка завдяки силам тертя. Тут зона контакту плівки з рухомими органами залишається нерухомою відносно станини машини. Механізми для обертання рулону можуть взаємодіяти з рулоном або з плівкою.

При подаванні тонкої нежорсткої плівки рекомендується використовувати механізми, що тягнуть, з механізмами затискання.

Щоб забезпечити потрібний ритм подачі плівки, важливо враховувати механічні властивості матеріалу, такі як міцність на розтягування, жорсткість і твердість, стабільність коефіцієнта тертя, а також рівнотовщинність.

Для успішного руху плівки під час дії робочих органів необхідно подолати опори руху плівки та рулону, їх інерційні навантаження, що виникають під час гальмування і розгону, а також акумулювання і зміни напрямку руху

Найбільш характерні способи створення силової взаємодії робочих органів з плівкою або рулоном наведено на рис. 1.4.

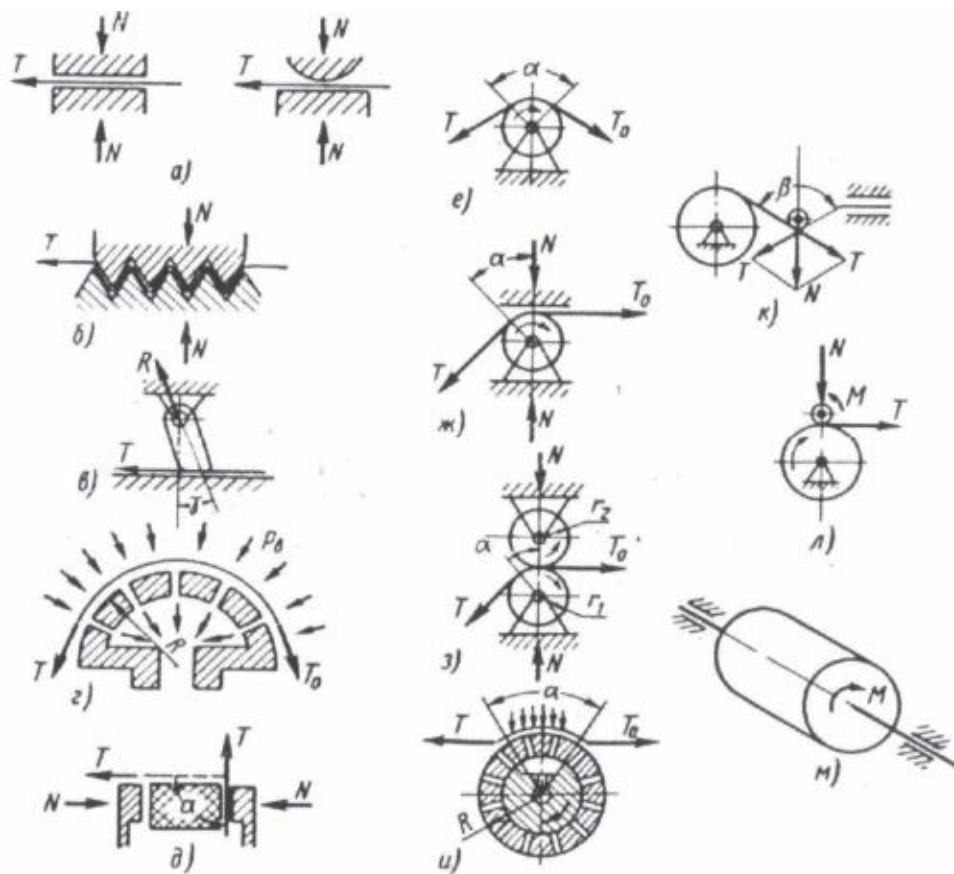


Рис. 1.4. Способи дії робочих органів на плівку або рулон.

У випадках, коли контакт плівки з одним із робочих органів здійснюється через інший робочий орган, нормальний тиск контакту може створюватися будь-яким силовим навантаженням. Для зменшення нормального тиску та збільшення зусилля зчеплення у високопродуктивних пакувальних системах використовується вакуум. Це дозволяє підтримувати

зусилля зчеплення, що адекватне закону руху плівки, та запобігає пропусканню повітря через плівку.

Для забезпечення однорідності натягу плівки важливо уникати коливань натягу, оскільки вони можуть впливати на міцність зварних швів в упаковці. Тому високопродуктивні пакувальні системи передбачають функцію амортизації і акумулювання пакувального матеріалу. Механізми амортизації можуть мати вільно сформовану петлю матеріалу або мати примусово натягнену петлю, в залежності від способу накопичення матеріалу.

Одними з важливих характеристик пакувальних матеріалів, які впливають на безперервну роботу механізму амортизації, є еластичність, коефіцієнт тертя та стійкість до перегинів.

Проект модернізації даного пристрою передбачає:

- Встановлення додаткового рулонотримача для швидкої заміни рулону з плівкою та уникнення браку продукції.
- Заміну системи подачі клею.
- Заміну тарілчастих шайб на пружини заданої жорсткості в прижимних гвинтах для рівномірного натягування плівки в широкому діапазоні товщини

Сполучення нових ознак із раніш відомими у сукупності дає можливість одержати новий позитивний ефект.

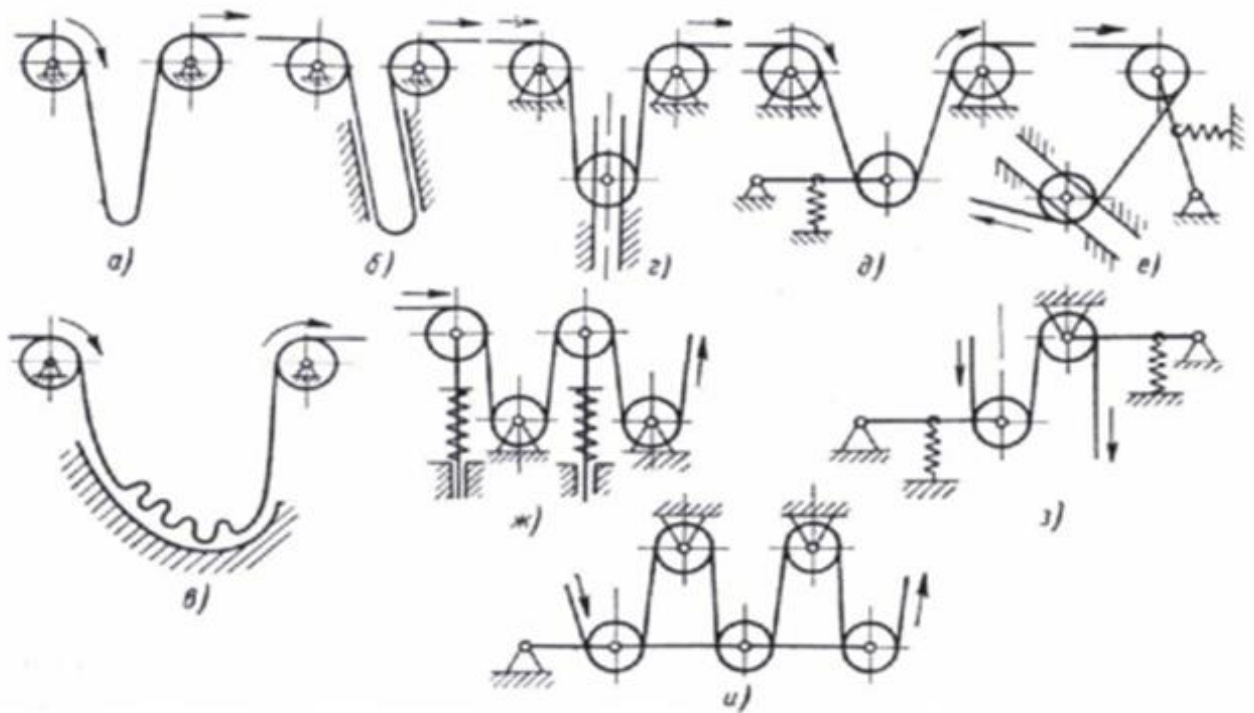


Рис.1. 5. Механізми амортизації і накопичення плівки

Для мінімізації зусиль у полотні рулонного таропакувального матеріалу потрібно враховувати, що робочі органи окремих механізмів працюють циклічно в дискретних режимах з розгоном, гальмуванням і зупинками, що викликає значні динамічні навантаження в полотні матеріалу. Інерційна маса рулону є основним джерелом виникнення динамічних навантажень в полотні матеріалу, оскільки основна частина маси таропакувального матеріалу знаходиться в рулоні, який приводиться до руху механізмами подачі полотна.

Для компенсації цих динамічних навантажень можна використовувати компенсатор пасивної дії, який складається з системи рухомих і нерухомих роликів, що огинають полотно таропакувального матеріалу, що розмотується з рулону. Компенсатор дозволяє накопичувати та протягувати полотно з мінімальним зусиллям під час робочого ходу механізму протягування полотна, тим самим розвантажуючи рулон від накопиченого матеріалу.

Додаткове зображення не було надано, тому я не можу побачити рисунок 1.6, але з вашого опису можна зрозуміти принцип дії компенсатора пасивної дії. Цей механізм дійсно може допомогти зменшити динамічні

навантаження в полотні таропакувального матеріалу, які виникають під час роботи з рулонами. Це особливо важливо для підтримання стабільної роботи упаковувальної машини і підвищення якості упаковки

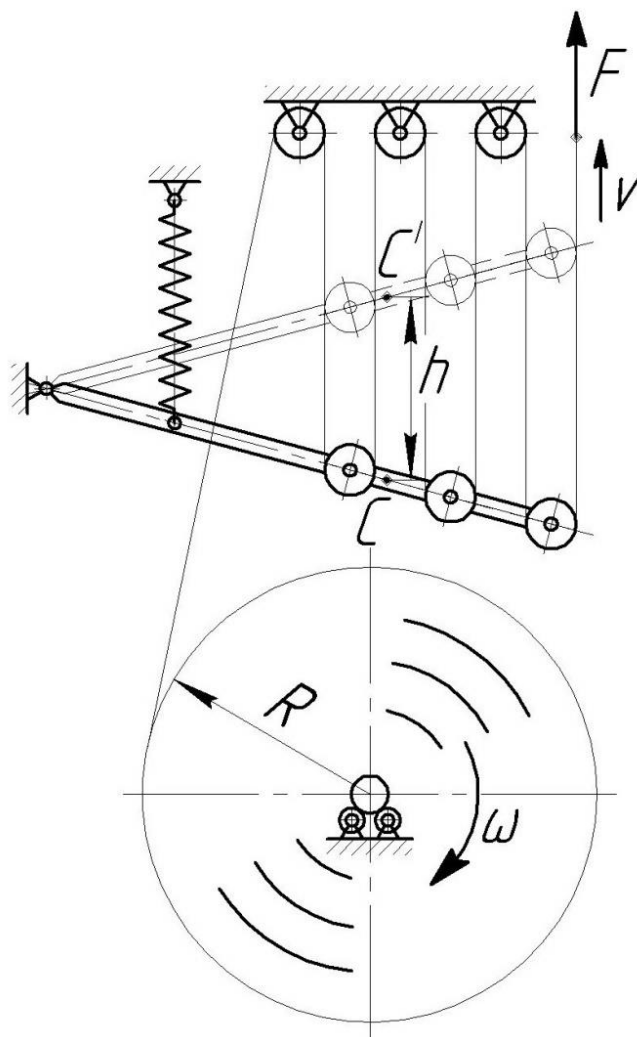


Рис 1.6. Схема компенсатора натягу полотна пасивної дії

При усталеному обертальному русі рулону, за умови, що кутова швидкість $\omega = \text{const}$, тобто $\dot{\omega} = 0$, динамічна складова навантаження дорівнює нулю. Зусилля у полотні матеріалу у цьому випадку буде становитиме лише статичну складову навантаження, .

При зупинці механізму протягування полотна внаслідок інерційних складових, в компенсаторі відбувається накопичення пакувального матеріалу, коромисло компенсатора опускається і потенціальна енергія компенсатора трансформується в кінетичну енергію руху полотна, що забезпечує підтримку усталеного обертального руху рулону.

Для якісної компенсації натягу полотна компенсатори повинні забезпечити достатньо високу частоту власних коливань і високу чутливість до зміни натягу плівки.

Таким чином компенсатори пасивної дії відіграють важливу роль у роботі упаковувальної машини. Вони вирішують дві основні задачі.

По-перше, компенсатори зберігають необхідну кількість таропакувального матеріалу для виконання одного циклу роботи машини, при цьому мінімізуючи силове навантаження на сам матеріал.

По-друге, вони накопичують достатню кількість потенціальної енергії для забезпечення постійної кутової швидкості обертання рулону під час роботи машини. Це допомагає забезпечити стабільну роботу упаковувальної машини і підвищити якість упаковки.

Такий підхід дозволяє зменшити зусилля, необхідні для протягування матеріалу, і підтримувати рівномірний рух матеріалу під час роботи машини

Мінімальне зусилля у плівці забезпечується накопиченням певної кількості матеріалу у компенсаторі при зупинці полотна. У випадку навантаження плівки рушійною силою з боку робочих органів механізму протягування полотна забезпечується з зусиллям $F=0$.

Розглядаючи існуючі конструкції машин можна виділити декілька видів механізмів для протягування полотна плівки, їхнє схематичне зображення показано на Рис.1.7

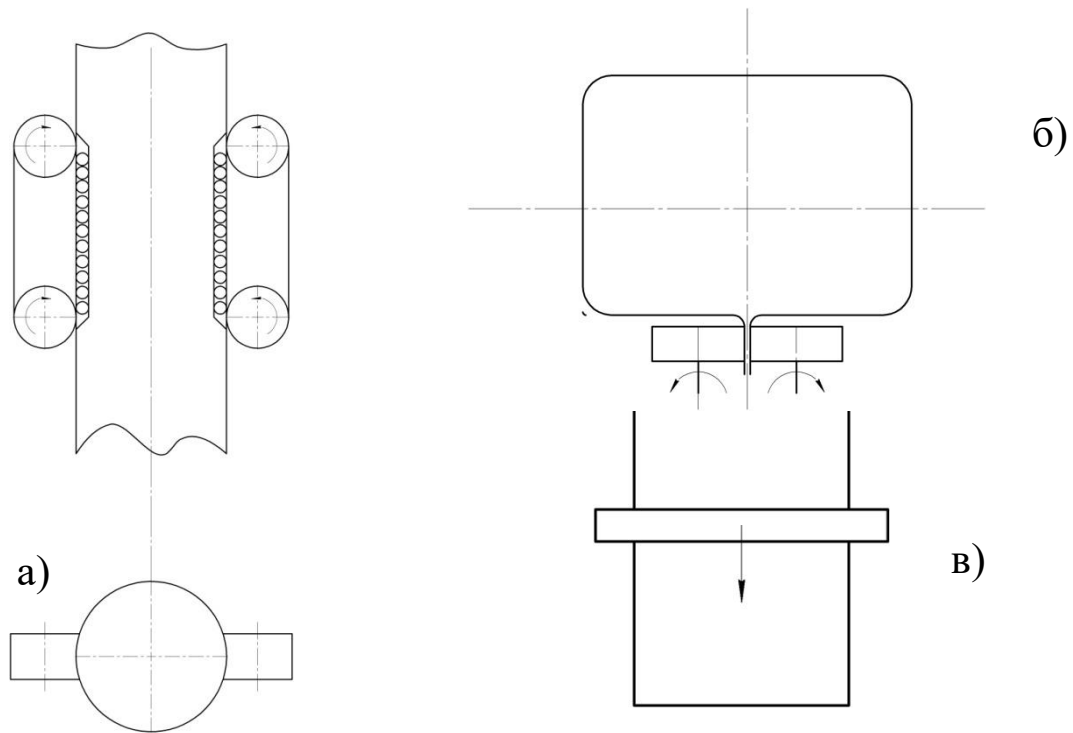


Рис.1.7 Механізми схематичне зображення механізмів протягування плівки (а- протягування полотна двома стрічками; б-протягування полотна роликми, одночасно відбувається формування поздовжнього шва; в- протягування полотна плівки зварювальною головкою або, роликом.)

1.2. Огляд та аналіз обладнання для обгортання транспортної тари

В процесі аналізу наукових джерел були вивчені конструкції пристроїв для пакування в термоусадкову полімерну плівку. Розглянемо деякі з них:

1. Пристрій для упаковки у термоусадкову плівку: Цей пристрій призначений для пакування продуктів, які легко ушкоджуються. Однак він має кілька конструктивних недоліків, зокрема:

- Не можна використовувати його для пакування інших продуктів у термоусадкову плівку.
- Доступ до внутрішніх частин пристрою для налаштування або усунення неполадок є дуже обмеженим.

2. Інші конструкції: Найефективнішими є пристрої, які дозволяють пакувати широкий спектр продуктів у термоусадкову плівку та мають

зручний доступ для обслуговування. Такі пристрої дозволяють підтримувати високу продуктивність та якість пакування.

Конструкція найбільш поширених пристроїв пакування виробів у термоусадкову полімерну плівку складаються: - конвеєр подачі лотків; - рулоноутримувач; - пристрій натягу плівки; - ніж для спайки плівки; - ніж для обрізання плівки; - конвеєр подачі виробів; - механізм обмотування; - конвеєр подачі лотків.

Даний пристрій має кілька недоліків:

1. Це перешкоджає досягненню високої продуктивності, оскільки кожен механізм потребує окремого контролю та обслуговування. Така конструкція може збільшувати час налаштування та ускладнювати підтримку пристрою у робочому стані.

2. Значні габаритно-масові характеристики: Це означає, що пристрій може бути великим і важким, що ускладнює транспортування, установку та роботу з ним. Такі параметри можуть впливати на загальну ефективність і зручність використання пристрою.

- Кутова пакувальна машина серії FP фірми SMI.



Рис. 1.8. Кутова пакувальна машина

Всі пакувальні машини даної серії мають модульну конструкцію, та термотонель. Принцип роботи обладнання побудований на жорсткому циклі положення робочих органів від положення продукту в обладнанні.

Перевагами даної конструкції є:

- 1) висока продуктивність;
- 2) універсальність пакувальних матеріалів;

Недоліком є:

- 3) Великий час налагодження робочих органів.

Пакувальна машина УМ-1 „Автомат”



Рис.1.9. Пакувальна машина УМ-1 «Автомат»

Призначена для обмотування групової упаковки в термоусадочну поліетиленову плівку продукції в скляній, металевій, паперовій або пластиковій тарі.

В даній конструкції обладнання УМ-1 «Автомат» частина продукції що підлягає пакуванню відсікається від загального потоку виробів та переміщується на стіл для обгортання.

Перевагами конструкції пакувальної машини УМ-1 «Автомат» є:

- 1) простота;
- 2) ефективність;

До основних недоліків можна віднести малу продуктивність.

Лінійна автоматична пакувальна лінія CFM



Рис. 1.10. Автоматична пакувальна лінія CFM

Автоматична пакувальна лінія CFM використовується для упаковки продукції в термоусадкову полімерну плівку. Автоматична пакувальна лінія CFM є аналогом конструкції, яка має назву LSK-30F фірми SMI, у якій покладена нова компоновочна схема взаємного розташування всіх механізмів.

Завдяки такому технічному підходу підвищується продуктивність роботи даного пристрою та розширюється можливості його застосування для пакування у термоусадкову полімерну плівку.

До основних недоліків такого пристрою можна віднести:

1. Велика маса;
2. Втрати часу при заміні рулона.
3. Великий накопич-стіл перед машиною.
4. Вимогливість до якості плівки.
5. Проблеми в системі подачі клею.

Висновок до розділу I

На основі проведеного аналізу конструкцій та технічних характеристик станції обгортання транспортних пакетів зробити такі висновки:

– в Україні і за кордоном ведуться інтенсивні роботи з розробки високоефективних спеціалізованих ліній пакетоформування, які відповідають заданій технологічній задачі, можуть програмно переналагоджуватись у

межах попередньозаданих характеристик та мають малі енергетичні і експлуатаційні витрати;

– проведений аналіз конструкцій станції обгортання транспортних пакетів, які активно використовуються в технологічних процесах харчової промисловості дає можливість зробити висновки, що для компоновки такого обладнання використовується обмежена номенклатура функціональних модулів, а їх кількість залежить від структури операцій технологічного процесу обгортання;

– нові конструкції станцій обгортання транспортних пакетів доцільно розробляти на базі функціонально-мехатронних модулів;

– існує потреба до проектування новітніх станцій обгортання транспортних пакетів.

– стиснутого повітря та підвищення продуктивності обладнання.

– Метою роботи є: модернізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування.

– Об'єкт дослідження – конструктивні характеристики ліній пакетоформування.

- Предметом дослідження - параметри процесу та конструктивна реалізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування.

РОЗДІЛ 2
РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ
ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Принцип роботи модернізованої станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину

Загальний вигляд машини для скріплення ротаційним способом нерухомого транспортного пакету розтягнутою полімерною плівкою працює наступним чином: при надходженні вантажу на конвеєр 1 та спрацюванні датчика або при натисканні кнопки “Пуск” вмикається двигун, який приводить в рух роликів конвеєр. Швидкість розмотування рулону співпадає з швидкістю руху вантажу.

Далі при спрацюванні датчика піднімається упор 3. При досягненні пакетом зони кріплення конвеєр зупиняється і на пакет опускається прижимна плита 4. після цього починає обертатись П- подібна рама 7, на якій розміщені каретки 5, 6. Каретки починають рухатись з певним кроком одна відносно одної. При здійсненні одного оберту для кожної з кареток спрацьовують механізми захоплення та утримання плівки 8, 9: затискні губки розкриваються та звільняють плівку. При цьому рама продовжує обертатись, а каретки піднімаються. може обертатися. Також на вал насаджено перше колесо, яке прикріплено до рами. Друге колесо зубчастої передачі закріплено на валу, що виходить з мотор редуктора, який і забезпечує обертання.

Механізм переміщення каретки (рис. 2.1) являє собою дві колони, в середині яких розташовані ланцюгові передачі. Вони приводяться в рух черв'ячним мотор-редуктором. До ланцюгів кріпиться каретка.

При досягненні кареткою верхнього положення вона робить декілька обертів в починає опускаться. Аналогічно для другої каретки. Після

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	221866.KP.26.002 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

досягнення каретками кінцевого нижнього положення вимикаються двигуни, які приводять в рух раму та каретку. Одночасно з завершенням обертання спрацьовують механізми затискання та утримання плівки 8, 9. Після цього приводиться у рух пристрій розгладжування та відрізання плівки 10, 11.

Також на вал насаджено перше колесо, яке прикріплено до рами. Друге колесо зубчастої передачі закріплено на валу, що виходить з мотор редуктора, який і забезпечує обертання.

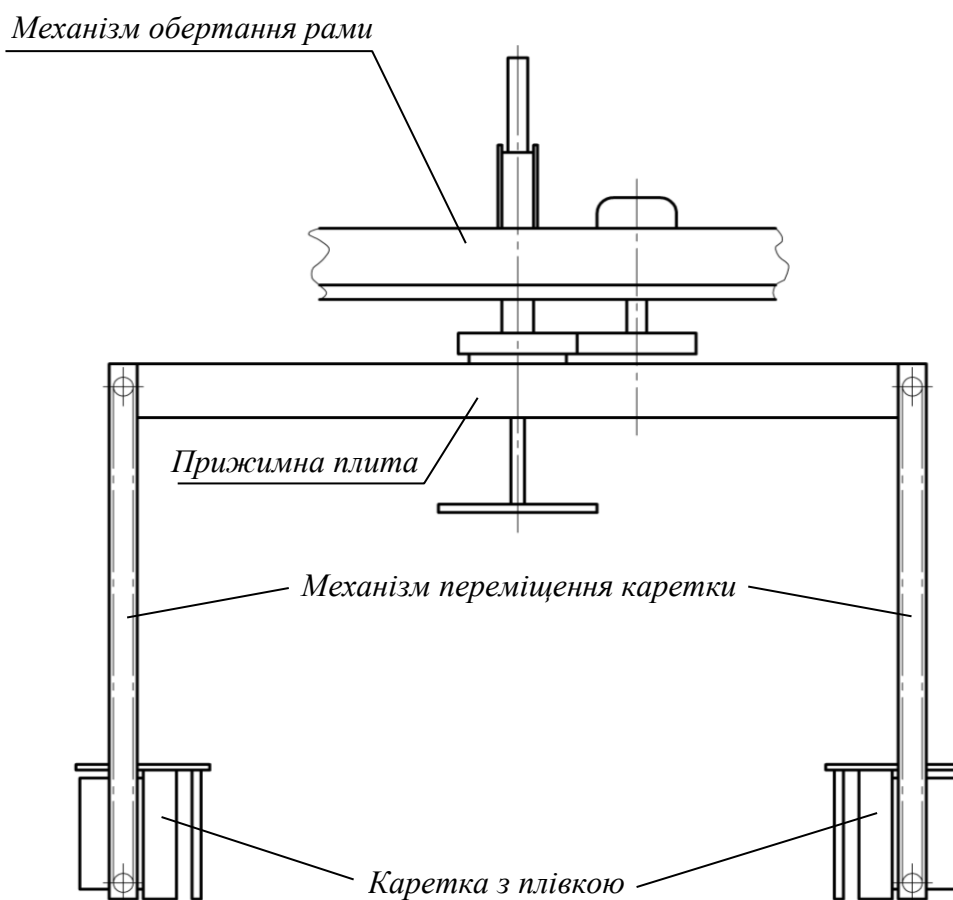


Рис. 2.1. Механізм обертання рами та механізм переміщення каретки

Механізм переміщення каретки (рис. 2.1) являє собою дві колони, в середині яких розташовані ланцюгові передачі. Вони приводяться в рух черв'ячним мотор-редуктором. До ланцюгів кріпиться каретка.

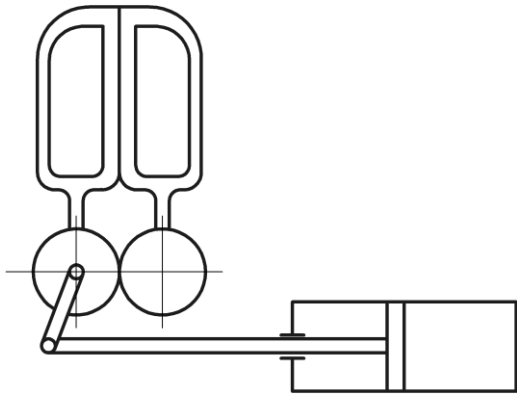


Рис. 2.2. Механізм захоплення та утримання плівки

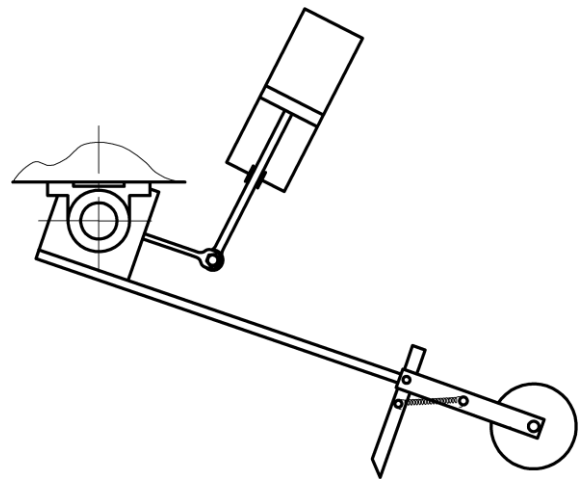


Рис. 2.3. Механізм розгладжування, відрізання плівки

Каретка являє собою металеві, зварені між собою пластини, до однієї з яких кріпиться механізм розмотування плівки (рулоноутримувач та гальмівні ролики).

Механізм захоплення та утримання плівки (рис. 2.2) представляє собою два затискачі. Які здійснюють обертальний рух за рахунок того. Що прикріплені до коліс зубчастої передачі. До одного з коліс за допомогою ричага ще прикріплено шток пневмоциліндра, який приводить в рух весь механізм.

Механізм розгладжування та відрізання плівки (рис. 2.3) складається з труби, на якій закріплено розгладжувальний тампон, ніж та при необхідності електрозварювальні пластини. Другий кінець труби прикріплено до вертикального валу, який повертається на певний кут. Рух валу забезпечує пневмоциліндр.

Механізм фіксування пакету (рис. 2.4) представляє собою планку

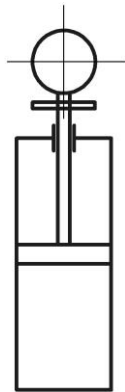


Рис. 2.4. Механізм фіксування (ролик)

яка піднімається пневмоциліндром, до якого прикріплена.

Механізм притискання пакету (рис. 2.5) складається з плити, що закріплена до кінця штоку пневмоциліндра, який її опускає та піднімає.

Роликові конвеєри (рис. 2.6) призначені для подачі та відведення транспортних пакетів відносно зони кріплення. Роликові конвеєри приводяться в рух від черв'ячного мотор-редуктора за допомогою ланцюгової передачі та зірочок насаджених на кожний ролик.

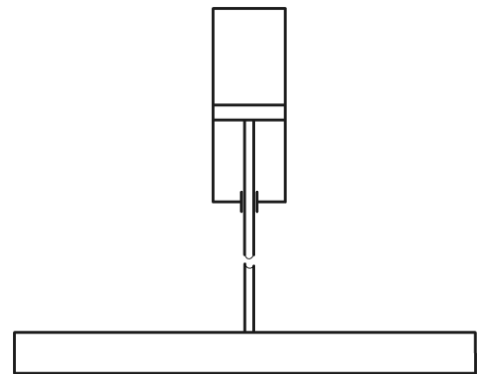


Рис. 2.5. Механізм притискання

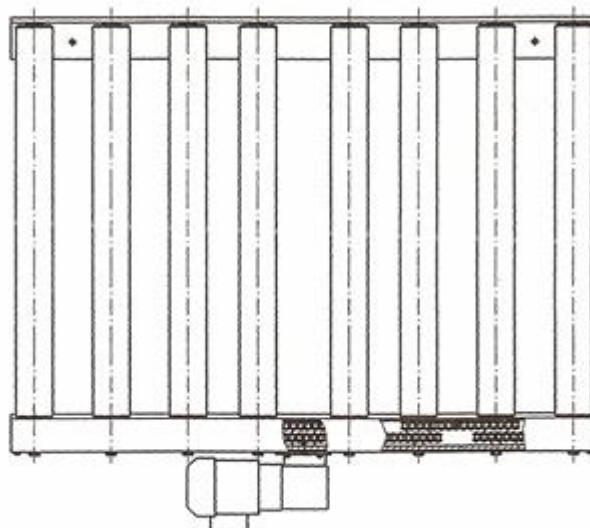


Рис. 2.6. Роликові конвеєри

Фасування харчових продуктів має важливе народногосподарче значення, так як дозволяє зменшити непродуктивні втрати, зберегти якість і підвищити споживчу цінність продуктів. А також, в деякій мірі, збільшити реалізацію продукції що випускається.

2.2. Методика та інструменти дослідження: дослідження деформації полотна плівки

Комп'ютерні технології виконання інженерних розрахунків дозволяють отримати набагато більший обсяг інформації про технічні об'єкти порівняно з традиційними розрахунковими методами.

Вони базуються на розв'язанні нелінійних просторово-нестационарних крайових задач математичної фізики з отриманням відповідних кількісних характеристик. При цьому головним принципом проведення обчислювального експерименту є об'єднання у єдиному комплексі:

- постановки задачі,
- методу її розв'язання,
- заходів отримання результатів у чисельному і графічному вигляді.

Цей принцип покладений в основу створення інформаційних технологій проектування (ІТП) технічних об'єктів різного технологічного призначення. ІТП базується на проведенні імітаційного математичного моделювання поведінки елементів конструкцій згідно з метою досліджень.

Математична модель поведінки елемента конструкції складається з трьох частин: аналітичної, алгоритмічної та цифрової.

Спочатку створюється аналітична модель, яка має вигляд замкненої системи рівнянь (диференціальних, інтегральних, алгебраїчних та ін.), що описує поведінку об'єкта досліджень у реальних просторово-часових умовах.

При побудові аналітичної моделі динамічної або статичної поведінки конструкцій використовуються поняття напружень, деформацій, щільності, а також швидкості зміни цих параметрів. В основу аналітичної моделі

покладені рівняння збереження кількості руху в макрокоординатах для елементів конструкцій з урахуванням їх реологічних властивостей. Реологічні властивості визначають закономірності деформування матеріалу конструкції.

Для розв'язання задачі, поставленої в межах аналітичної моделі, розробляється процедура перетворення вхідних даних у вихідні. У результаті отримаємо алгоритмічну модель об'єкта досліджень.

Програмна реалізація алгоритму шляхом відповідного кодування з використанням мов програмування дозволяє отримати програму для комп'ютера – цифрову модель об'єкта.

Інтелектуальна експертна система (ІЕС), у свою чергу, складається з цифрової моделі об'єкта, комп'ютера та людини. Отже, за наявності такої ІЕС комп'ютерна технологія моделювання зводиться до цифрового моделювання – проведення обчислювальних експериментів за допомогою спеціальних програм.

Для побудови алгоритмічної моделі використовується проєкційно-сітковий метод. Сутність його полягає в заміщенні безперервно-розподіленої за об'ємом фізичної функції набором її наближених значень, які розраховуються в деяких точках відповідної геометричної області. Ці точки називаються вузлами.

З'єднання сукупності вузлів між собою лініями створює набір певних геометричних областей (трикутних або прямокутних), що визначає дискретну модель об'єкта досліджень. Ці дискретні області називаються скінченими елементами (СЕ), а такий метод називається методом скінчених елементів (МСЕ).

Розподілення будь-якого фізичного параметра (переміщень, зусиль, напружень, температур та ін.) можна визначити шляхом заміни заданої геометричної області великою кількістю СЕ.

Процедура описання геометричної області складається з етапів:

- 1) розбивка початкової геометрії конструкції на СЕ заданої форми та розмірів;
- 2) нумерація елементів та вузлів;
- 3) задання фізико-механічних властивостей матеріалу та граничних умов (зовнішніх навантажень, кінематичних обмежень, температур та ін.).

Подальші обчислювальні експерименти дозволяють визначити вузлові переміщення та зусилля СЕ моделі конструкції, а також напруження в елементах.

Сучасні програмні комплекси, що реалізують МСЕ для задач механіки пружних середовищ, складаються з таких типових підсистем:

препроцесор — призначений для автоматизованої підготовки і введення початкових даних;

процесор — створює і розв’язує систему алгебраїчних співвідношень;

постпроцесор — призначений для обробки і видачі результатів.

Для виконання лабораторних робіт обрана інтерактивна система моделювання двовимірних крайових задач механіки суцільних середовищ методом скінченних елементів **ELCUT 4.2**.

ELCUT дозволяє вирішувати плоскі та осесиметричні задачі:

- електростатики;
- лінійної і нелінійної магнітостатики;
- магнітного поля чи змінних струмів;
- розтікання струмів у провідному масиві;
- лінійної і нелінійної теплопередачі;
- аналізу пружного напруженого стану;
- сполучені задачі.

ELCUT керується за допомогою меню і діалогових вікон.

Інтерфейс його складається з двох частин:

- дерева побудови задачі, призначеного для керування процесом побудови;
- графічного поля, призначеного для створення і редагування геометричної моделі об'єкта та перегляду результатів моделювання.

Описати геометрію об'єкта досліджень можна за допомогою вбудованого графічного редактора. Також можна імпортувати фрагменти геометрії моделі з AutoCAD чи інших систем проектування.

Інтерактивний постпроцесор дозволяє переглянути результати розрахунку в різних формах подання: лінії поля чи кольорові карти, графіки різних величин уздовж довільних контурів і ін. Можна також обчислювати інтегральні величини на заданих лініях або поверхнях. Постпроцесор може експортувати таблиці і рисунки у файли для подальшої обробки чи якісного друку.

Усі необхідні зведення стосовно роботи з комплексом вміщені в “Довідкову Систему”, яка активується натисканням клавіші F1. Там же вміщені описи різноманітних прикладів, які вирішуються цією програмою.

Професійна версія комплексу ELCUT дозволяє розв'язувати задачі зі сотнями тисяч вузлів. Студентська версія комплексу ELCUT обмежена 200 скінченними елементами, що повністю задовольняє наші потреби, тому ми використовуємо студентську версію.

2.3. Постановка задачі та методика обробка даних деформації полотна плівки.

Аналізуючи зібрану інформацію про існуючі зразки пакувального обладнання можна зробити висновок, що переважно на обладнанні для пакування продукції в м'яку полімерну тару механізми для протягування полотна плівки виконано таким чином, що зусилля прикладається:

- 1) по краям полотна плівки (Рис.2.7, а).

2) прикладання зусилля до полотна плівки під час протягування це по центру (Рис.2.7 б)

3) зусилля протягування прикладається на відстані $\frac{3}{4}$ від країв полотна (Рис.2.7, в)

Дані схеми прикладання зусилля відповідають механізмам які були розглянуті в попередньому розділі.

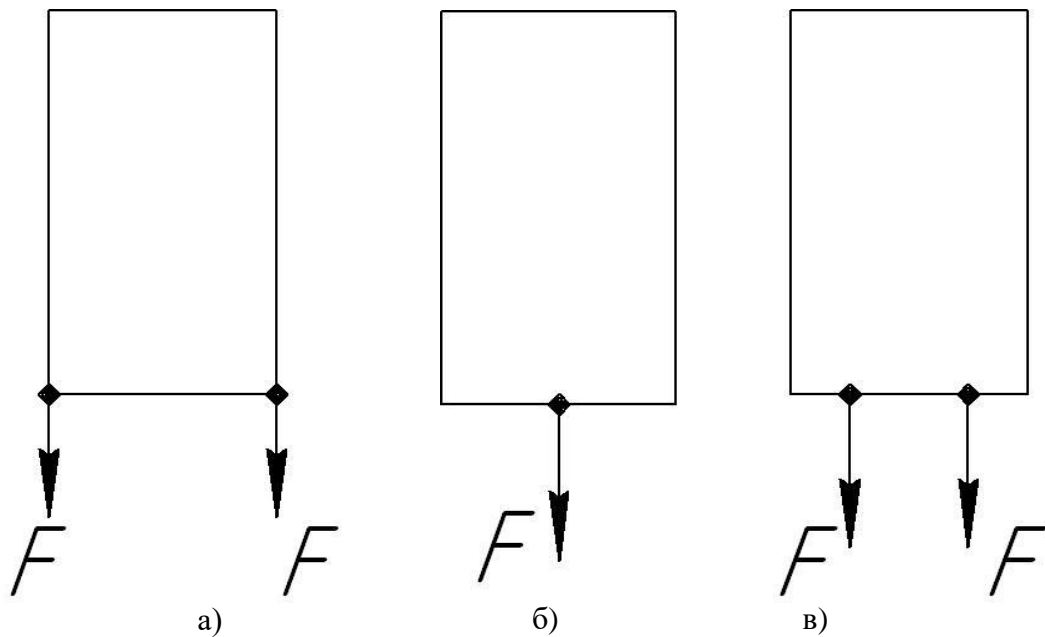


Рис.2.7 Схематичне зображення прикладання зусилля.

Розрахунок виконується за такою послідовністю:

1. За допомогою графічного редактора ELCUT створюємо геометричний контур з відповідними розмірами. (Рис.2.8)

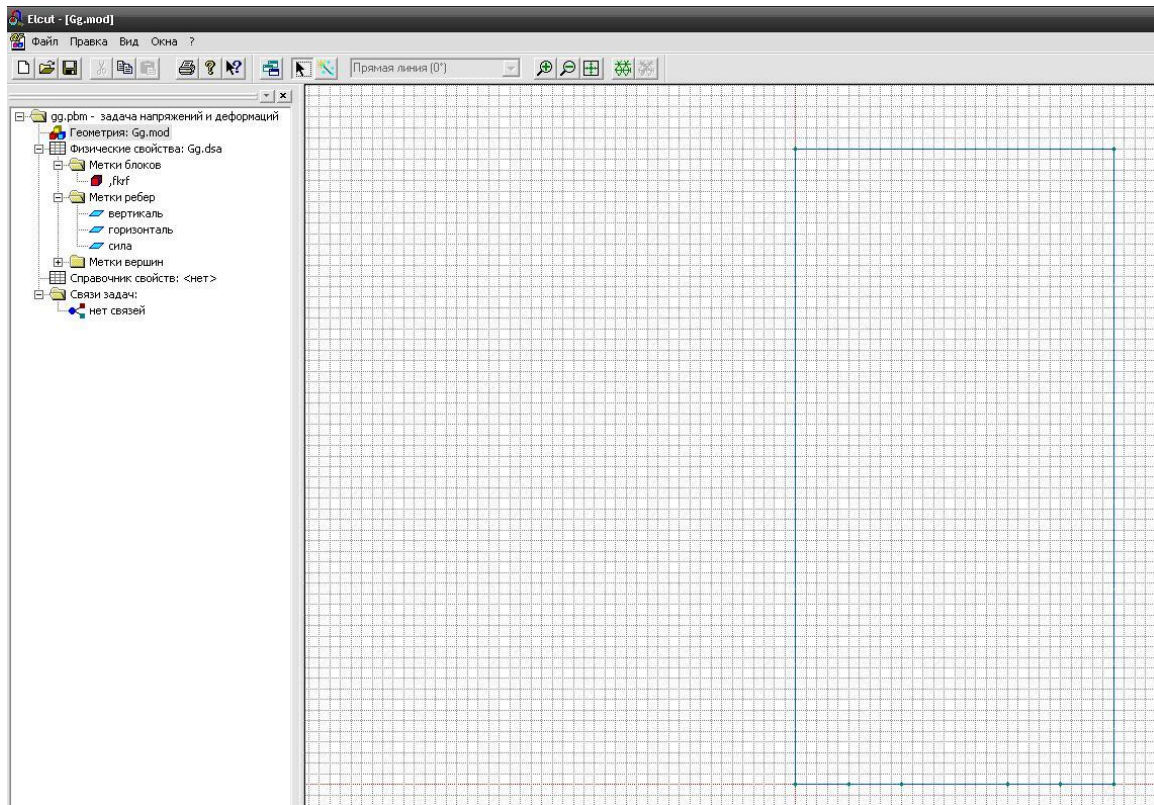


Рис.2.8 Геометричну модель полотна плівки.

2.Задаємо властивості матеріалу (Модуль Юнга і Коефіцієнт Пуассона)
(Рис.2.9)

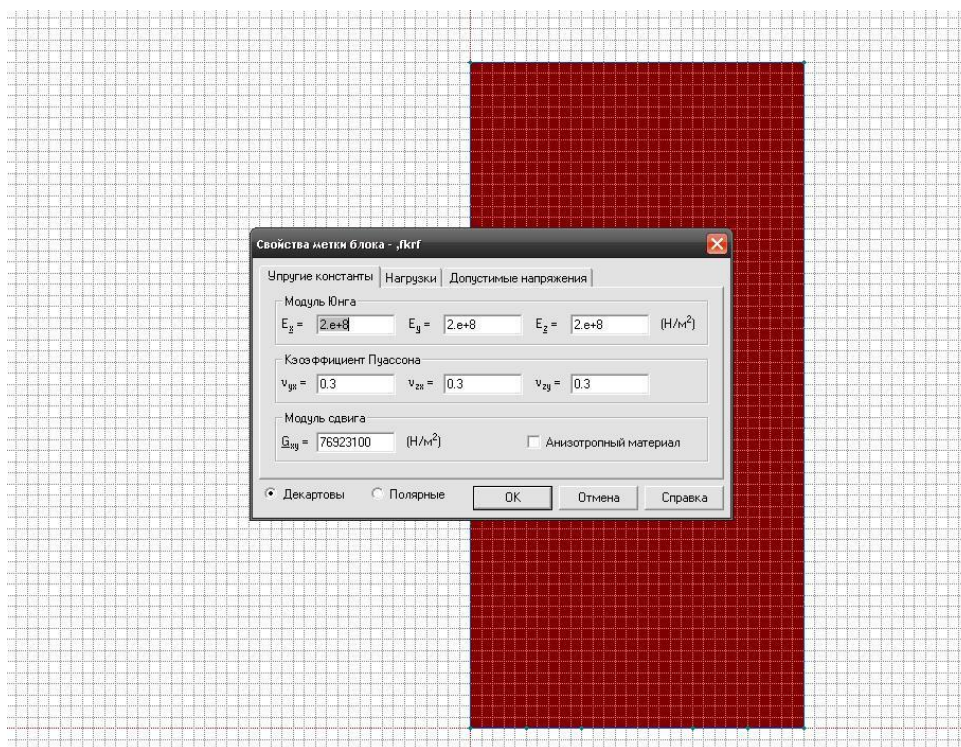


Рис.2.9 Властивості матеріалу

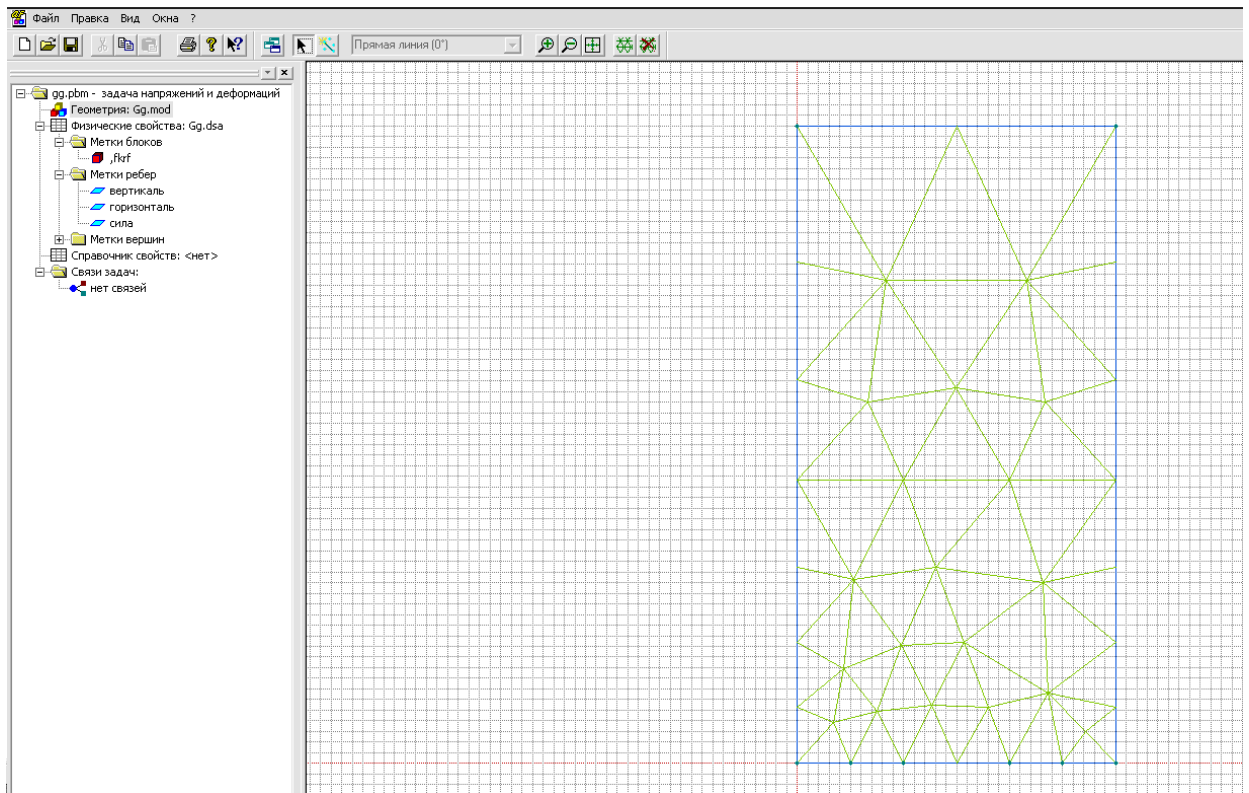


Рис.2.11 Розбивка моделі на кінцеві елементи.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ: ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПОЛОТНА ПЛІВКИ

3.1. Методика та інструменти дослідження.

Математична модель поведінки елемента конструкції складається з трьох частин: аналітичної, алгоритмічної та цифрової.

Спочатку створюється аналітична модель, яка має вигляд замкненої системи рівнянь (диференціальних, інтегральних, алгебраїчних та ін.), що описує поведінку об'єкта досліджень у реальних просторово-часових умовах.

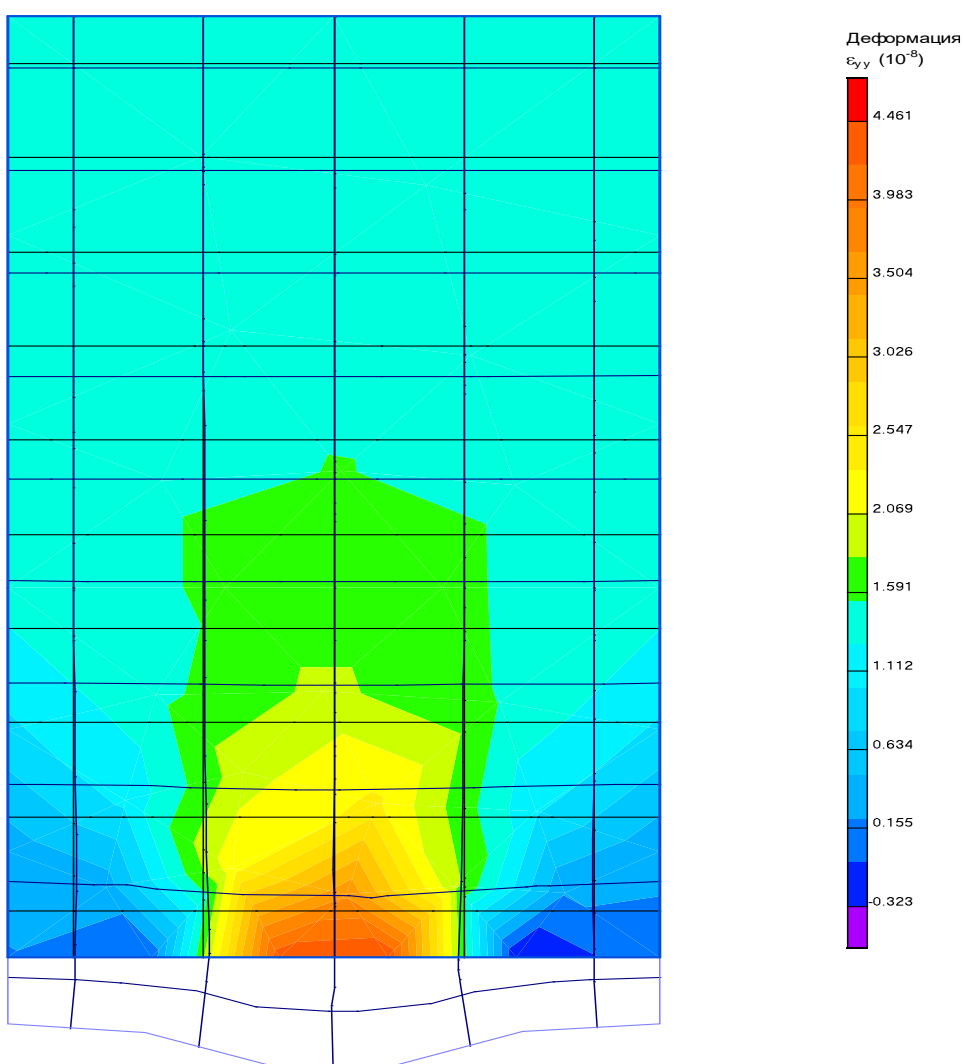


Рис.21 Деформація полотна плівки при прикладанні зусилля по центру.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколай І.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ: ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПОЛОТНА ПЛІВКИ	221866.КР.26.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

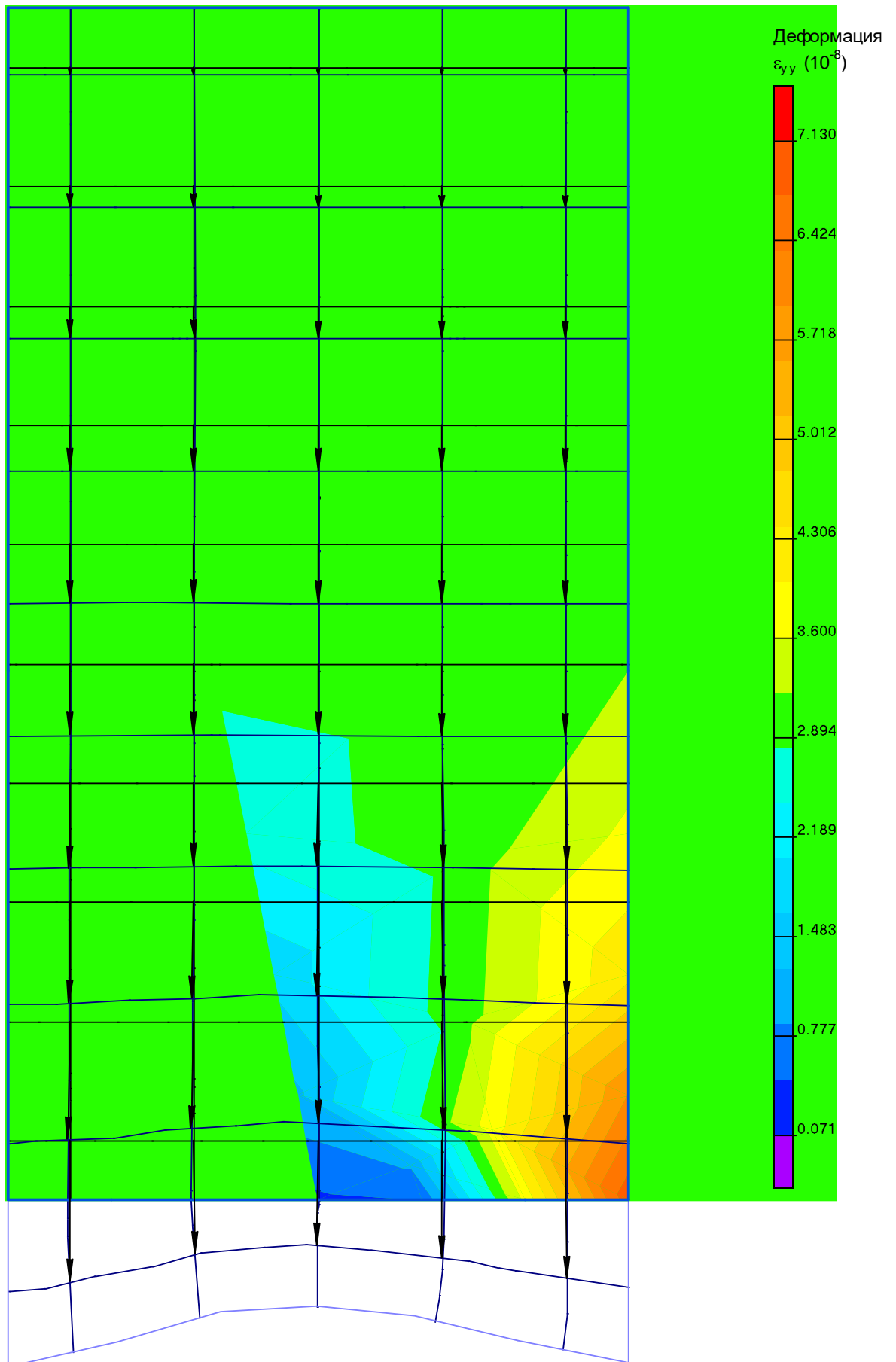


Рис.3.1 Деформація полотна плівки при прикладанні зусилля по краях.

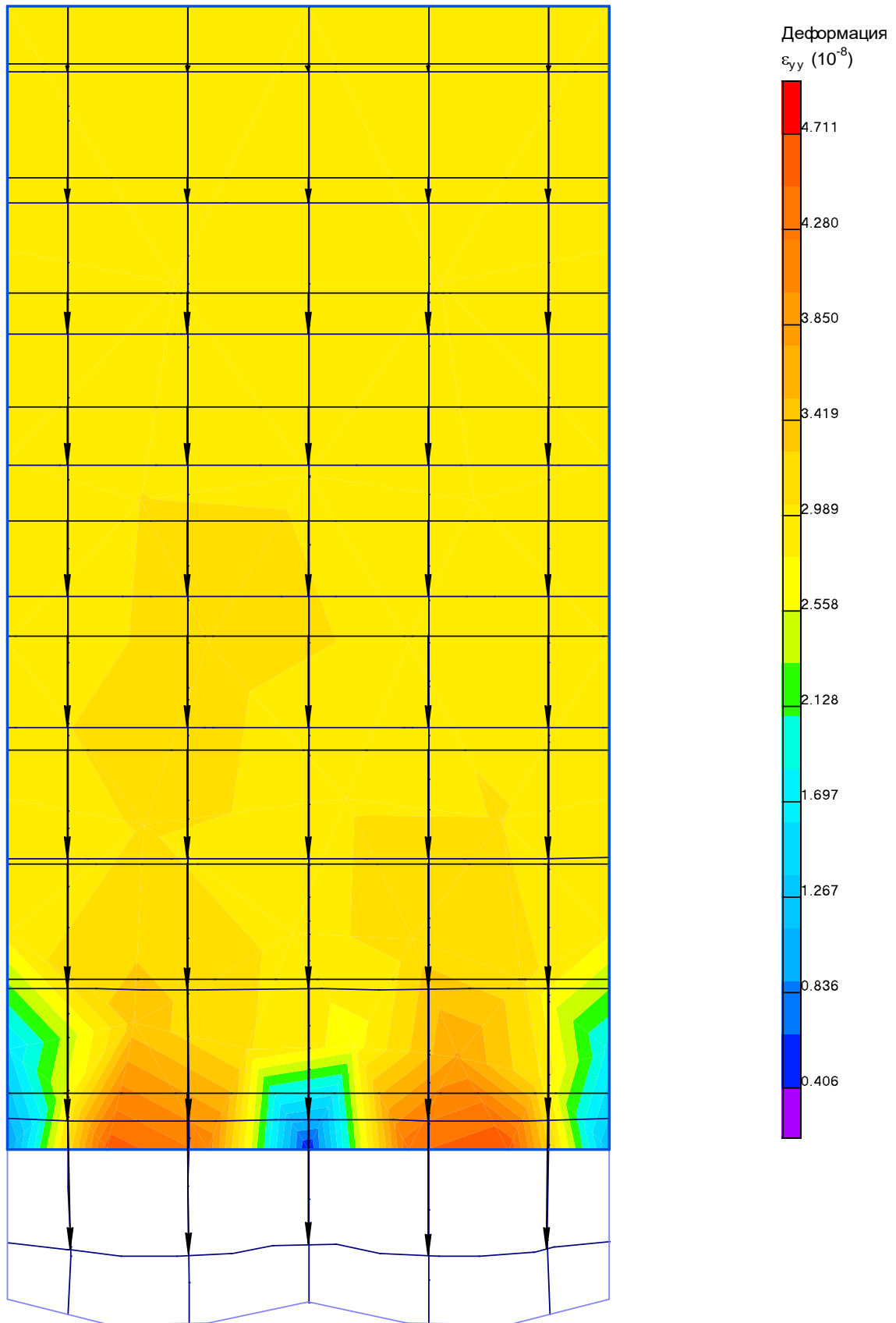


Рис.3.2 Деформація полотна плівки при прикладанні зусилля на відстані від країв

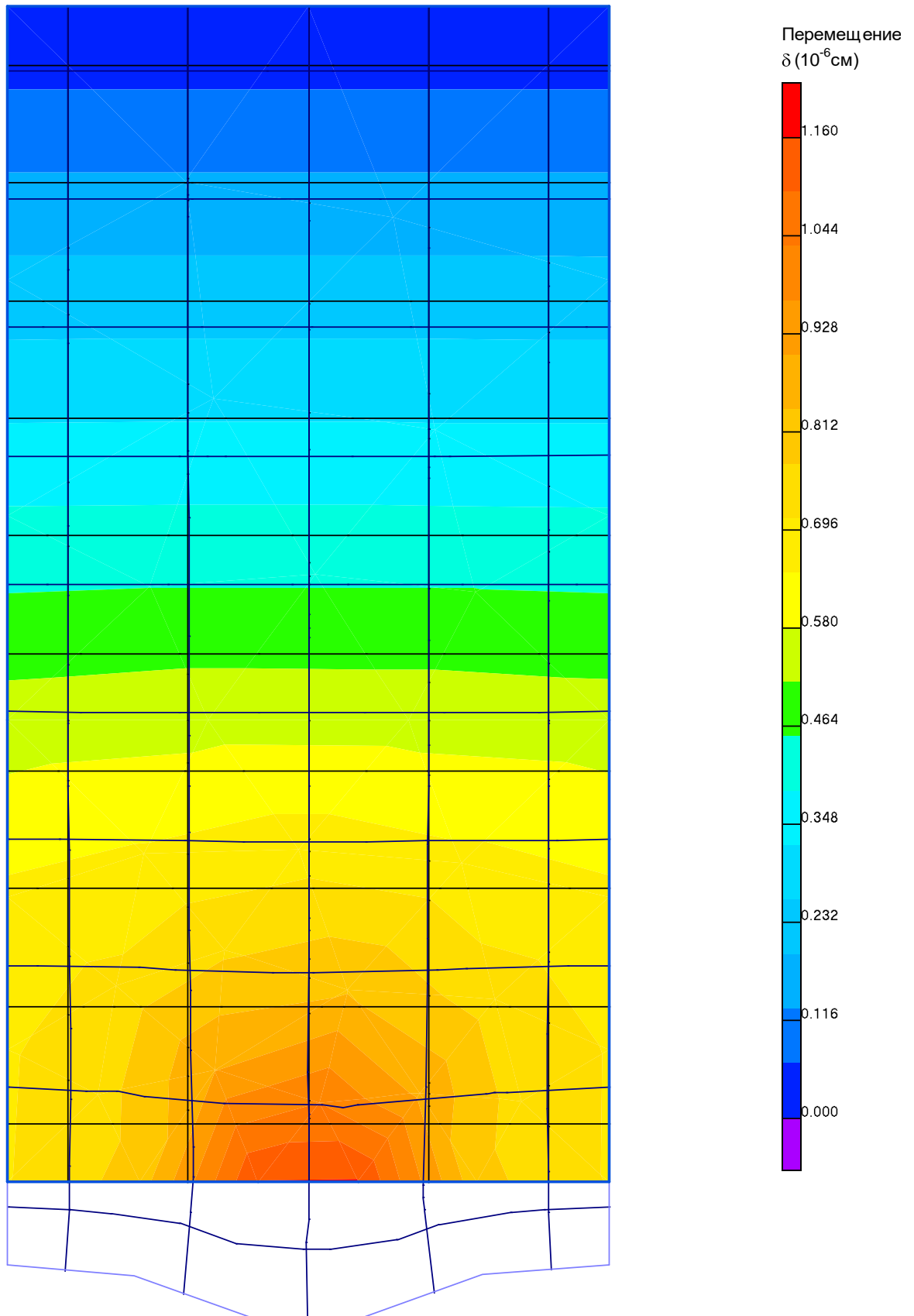


Рис.3.3 Переміщення полотна плівки при прикладанні зусилля по центру.

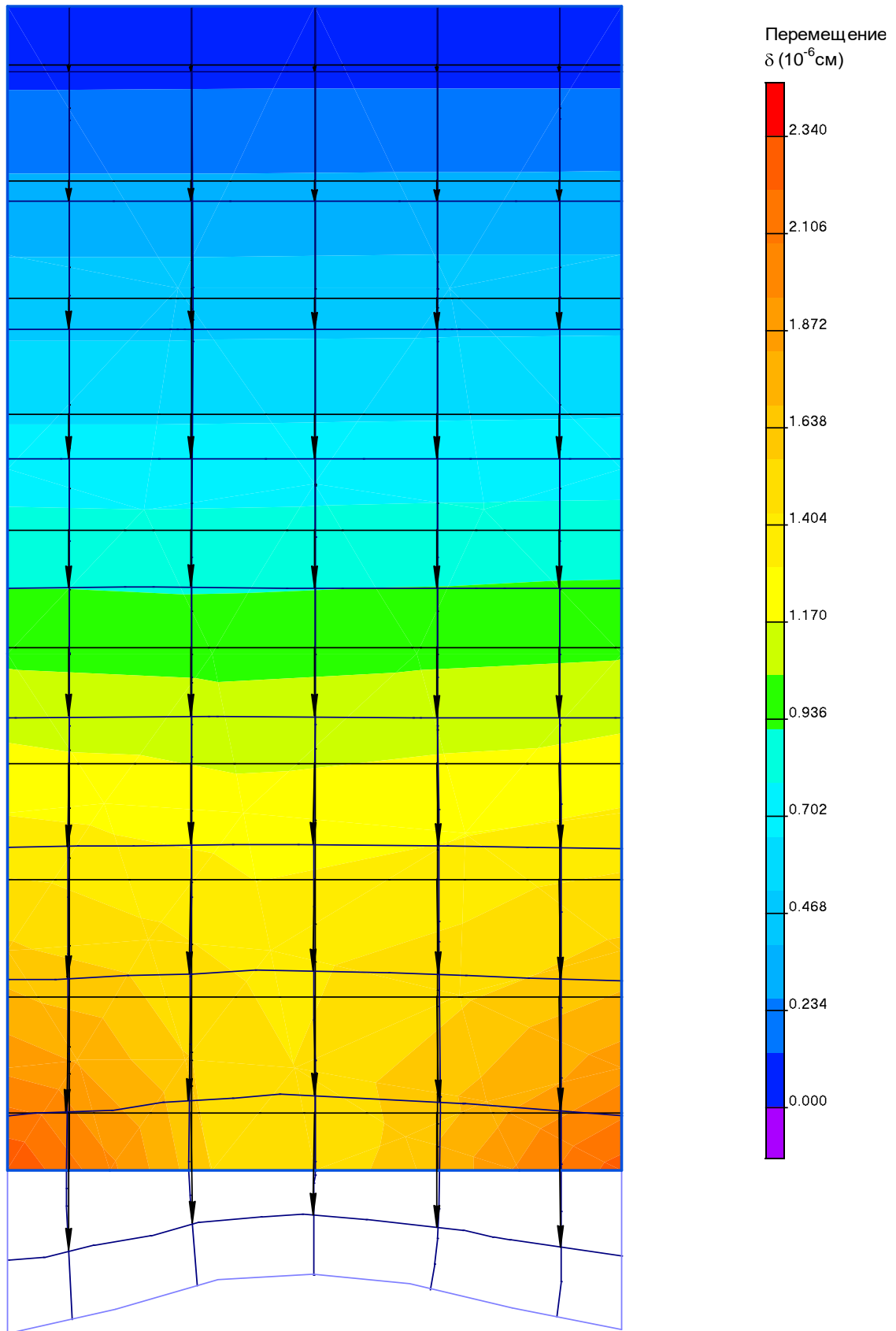


Рис.3.4 Переміщення полотна плівки при прикладанні зусилля по краях

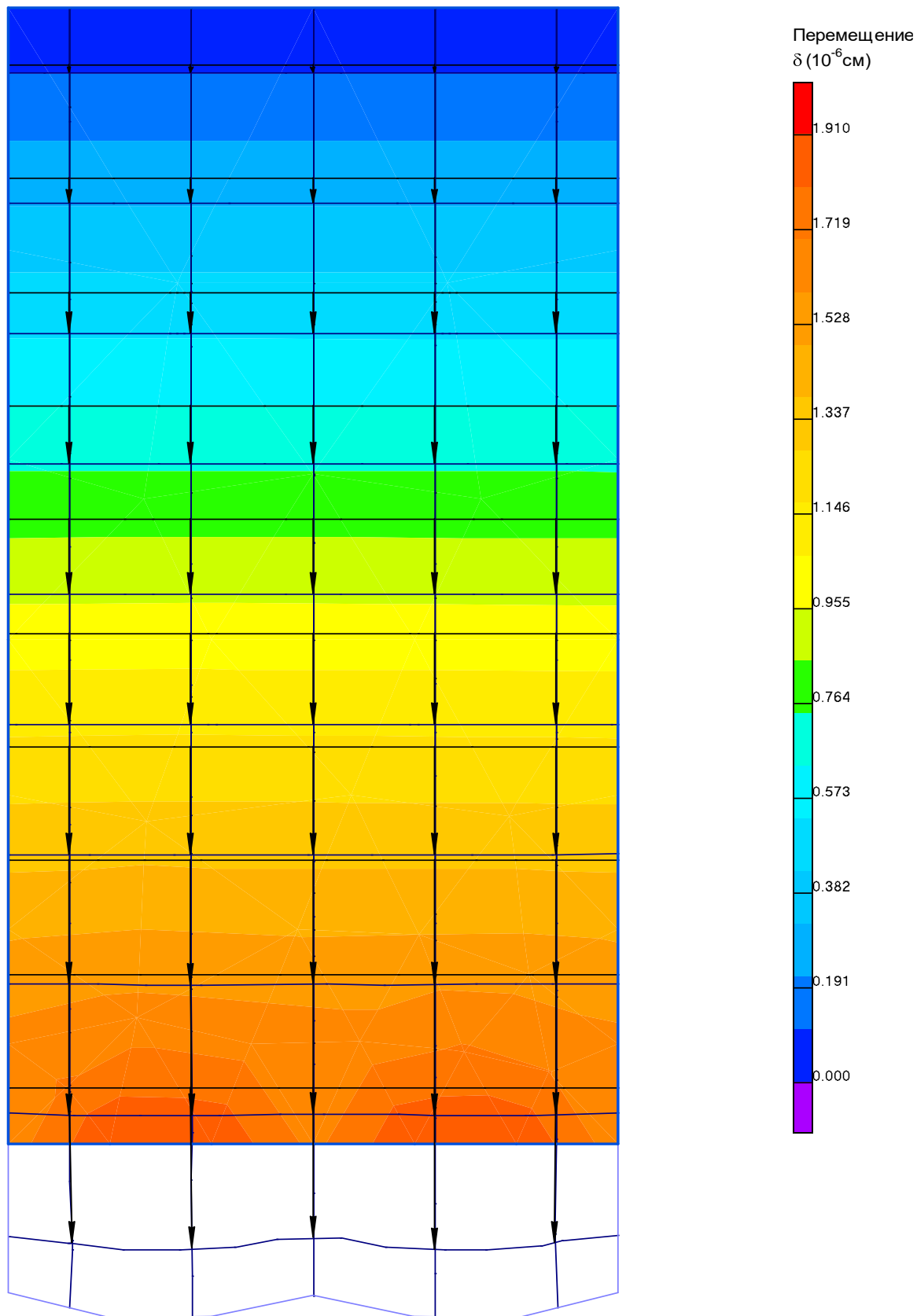


Рис.3.5 Переміщення полотна плівки при прикладанні зусилля на відстані країв

Після розрахунку ми отримали данні, на яких видно розповсюдження деформації по полотні плівки коли зусилля прикладається в центрі (Рис.3.1), по краям (Рис.3.2), та в на відстані від країв (Рис.3.3). Також отримали дані, у вигляді заливки, переміщення полотна плівки, коли зусилля прикладене в центрі, (Рис.3.4) зусилля прикладене по краям, (Рис.3.5)

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що при прикладанні зусилля, однакового по величині, в різних місцях, по ширині полотна плівки деформація буде суттєво відрізнятись, як за розповсюдження так і за так і за числовим значенням.

З отриманих числових значень видно що найбільша деформація буде там де зусилля прикладене по краям полотна плівки (Рис.3.2) а чи ближче зусилля буде прикладатись до центра полотна плівки (Рис.3.3) тим числове значення деформації буде менше. Також можна говорити про те що при прикладанні зусилля на відстані від країв полотна, хвиля розповсюдження деформації вирівнюється маже відразу, на відміну від двох попередніх зразків, тому можна говорити про те, що при використанні даного методу протягування плівки, буде забезпечено більш високу якість пакування, за рахунок уникнення перекосу поліграфії підчас склеювання і інших технологічних операціях формування упаковки.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Технологічні розрахунки

При визначенні продуктивності модернізованого пристрою в раховувались параметри лотка та споживчої упаковки(пляшки), які показані на рис. 4.1.

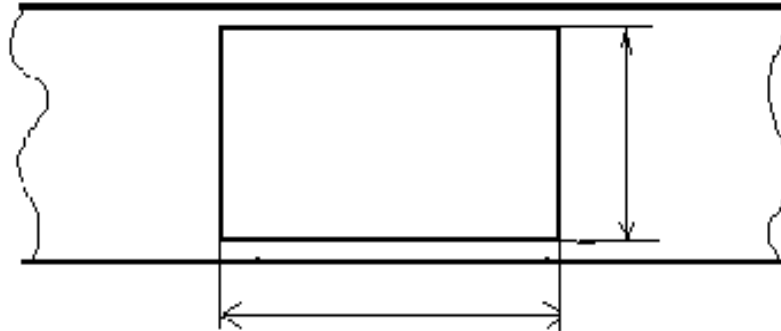


Рис 4.1. Розташування пляшок на лотку

Кількість пляшок з пивом, які можна розташувати на лотку розмірами 320×230 буде:

$$n_{л} = 12 \text{ шт.}$$

Потрібна продуктивність модернізованого пристрою згідно завдання буде складатися:

$$Q_{п} = 12000 \text{ пл / год.}$$

В перерахунку на лотки це буде:

$$Q = Q_{п}/n = 12000/12 = 1000 \text{ лот / год.}$$

Тоді час циклу, або час завантаження і формування однієї транспортної одиниці:

$$T_{циклу} = \frac{3600}{Q_{л}} = \frac{3600}{1000} = 3,6 \text{ с}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	221866.KP.26.004 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

Визначення затрат часу на основні технологічні операції:

Процес обгортання лотка з пляшками складається з таких основних технологічних операцій:

1. Відмотка потрібної довжини плівки на обгортання одного лотка t_1 ;
2. Відрізання частини плівки t_2 ;
3. Переміщення плівки похилим конвеєром до місця обгортання t_3 ;
4. Подача лотка з пляшками до місця обгортання t_4 ;
5. Обгортання плівкою лотка і одночасне його переміщення t_5 ;
6. Перевантаження лотка та переміщення його в середині камери t_6 .

Час потрібний на реалізацію перелічених операцій визначений дослідним і розрахунковим шляхом і рівний:

$$t_1 = 0,4 \text{ с.}$$

$$t_2 = 0,4 \text{ с.}$$

$$t_3 = 0,6 \text{ с.}$$

$$t_4 = 0,6 \text{ с.}$$

$$t_5 = 0,7 \text{ с.}$$

$$t_6 = 0,9 \text{ с.}$$

Загальний час циклу створення однієї транспортної одиниці:

$$T_{\text{циклу}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 0,4 + 0,4 + 0,6 + 0,6 + 0,7 + 0,9 = 3,6 \text{ с}$$

4.2 Конструктивні розрахунки

Розрахунок стрічкового конвеєра

Розрахувати стрічковий конвеєр для переміщення лотків з пивом кількістю $z = 1000$ шт/год при нерівномірності подавання вантажу $K_n = 1,25$

Сила тяжіння по $G_B = 150\text{Н}$

Вибір основних параметрів:

Стрічка конвеєра плоска, підтримується стандартними прямими роликівими опорами з шарикопідшипниками. Натяжний пристрій гвинтовий. Привод встановлено в кінці конвеєра.

Ширину стрічки приймаємо $B = 700\text{мм}$;

Швидкість стрічки приймаємо $V = 2,6 \text{ м/с}$; що відповідає ГОСТ 10624 – 80.

Розрахункова продуктивність конвеєра з урахуванням нерівномірності завантаження лотків $K_{\text{л}} = 1,25$

$$z_p = z * K_{\text{л}} = 1000 * 1,25 = 1250\text{шт/год}$$

Розрахункова продуктивність у вагових одиницях:

$$Q_{\text{в}} = z_p * G_{\text{в}} = 1250 * 2 = 2500\text{Н}$$

Розрахунок стрічкового конвеєра будемо проводити для випадку завантаження виробами які рухаються з кроком $a_0 = 0,5\text{м}$.

Лінійна сила вантажу визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = G_{\text{в}} / a_0 = 150 / 0,5 = 300\text{Н/м};$$

Вибираємо стрічку типу 3 з прокладками Б – 820 з границею міцності однієї прокладки $K_p = 550\text{Н/см}$ і приймаємо попередньо кількість прокладок $i = 2$;

$L = 700\text{мм}$.

$$\text{Для } t_{\text{об}} = (2 * L) / V = (2 * 0,7) / 2,6 = 0,53 \text{ сек};$$

поштучних вантажів в м'якій упаковці беремо товщину верхньої прокладки $V_1 = 1,8\text{мм}$ і нижньої $V_2 = 1,2\text{мм}$;

Товщина однієї прокладки без гумового шару $V = 1,25$

Тоді погонна сила тяжіння стрічки визначається як

$$Q_c \approx 11 * L * (V + V_1 + V_2) \approx 11 * 0,7 * (1,25 + 1,8 + 1,2) = 33\text{Н/м};$$

Обертові деталі верхньої і нижньої опор однакові – прямі, силу тяжіння їх визначаємо з рівняння:

$$G_p = G_{p2} = 60\text{Н}$$

Беремо відстань між рамковими опорами на завантаженій ділянці $t_{p2} = 0,2$

Погонні навантаження обертових деталей роликів опор визначаємо для ділянок:

Вантажної.

$$q_{p1} = G_B / t_p = 60 / 0,2 = 300 \text{Н/м};$$

Звотної

$$q_{p2} = G_B / t_{p2} = 60 / 0,2 = 300 \text{Н/м};$$

Визначення опору руху і натягу стрічки. Поділимо трасу конвеєра на окремі ділянки, починаючи з точки збігання стрічки з приводного барабана від точки 1 до точки 4.

Обчислюємо опір на ділянках. Для середніх умов роботи конвеєра беремо коефіцієнт опору на прямолінійних ділянках з прямими роликівими опорами

$$\omega' = 0,035$$

Натяг стрічки в точці в1, збігання стрічки з приводного барабана беремо $S_1 = S_{36}$

Натяг стрічки в точці 2 визначаємо з рівняння:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + (q_c + q_{p2}) * \omega' * L_{1-2} = S_1 + (33 + 300) * 0,035 * 0,7 = S_1 + 8,2 \text{Н}$$

$$S_2 = S_1 + 8,2 \text{Н}$$

Натяг стрічки в точці 3 визначається з рівняння:

$$S_3 = 1,07[S_{36} + 8,2] = 1,07 * S_{36} + 8,8 \text{Н}$$

Натяг стрічки в точці 4 визначаємо з рівняння:

$$S_4 = S_3 + (q_B + q_c + q_p) * \omega' * L = 1,07 * S_{36} + 8,8 + (300 + 33 + 300) * 0,035 * 0,7 = 1,07 * S_{36} + 24,3 \text{Н};$$

Привод повинен перемагати не тільки натяг стрічки S_4 , а й сили інерції, які виникають під час догону елементів конвеєра і вантажу розміщеного на стрічці.

Це можливо при:

$$S_{пб} = K_1 * S_4' = 1,3 * (1,07 * S_{36} + 24,3) = 1,39 * S_{36} + 32 \text{Н} \quad (a)$$

де K_i – коефіцієнт, який враховує зусилля на поверхні барабана, що витрачається на подолання сил інерції елементів конвеєра і вантажу.

Беремо однобарабанный привод з стальним барабаном і кутом $\alpha = 3,66\text{рад}(210^0)$ обхвату барабана стрічкою і мокрого середовища коефіцієнт тертя $\mu = 0,2$; $e^{\mu\alpha} = 2,08$;

$$S_{\text{пб}} = e^{\mu\alpha} * S_{36} = 2,08 * S_{36}; \quad *(б)$$

$$\text{З рівнянь (а) і (б) запишемо } 2,08S_{36} = 1,39S_{36} + 32$$

або

$$S_{36} = 32 / 0,69 = 46\text{Н}$$

У момент розгону конвеєра натяг стрічки:

$$S_1 = S_{36} = 46\text{Н};$$

$$S_2 = S_{36} + 802 = 46 + 8,2 = 54,2\text{Н};$$

$$S_3 = 107,7S_{36} + 8,8 = 1,07 * 46 + 8,8 = 58\text{Н};$$

$$S_{\text{пб}} = 1,39 S_{36} + 32 = 1,39 * 46 + 32 = 96\text{Н}.$$

Розрахунок стрічки:

Потрібну кількість прокладок у стрічці при запасі міцності стрічки $K = 9,5$ визначимо за формулою:

$$i \geq (K * S_{\text{пб}} / \beta * K_p) = (9,5 * 96 / 70 * 550) = 0,024$$

Ми взяли $i = 2$, що відповідає найменшій кількості прокладок (ГОСТ 20 – 62) і забезпечує запас міцності стрічки, більший від прийнятого.

Визначення колового і тягового зусиль. На поверхні приводного барабана колове зусилля визначаємо за формулою.

- При розгоні конвеєра;

$$W_0 = S_{\text{пб}} - S_{36} = 96 - 46 = 50\text{Н};$$

- При установленому русі;

$$W_{0y} = W_0 / K_i = 50 / 1,3 = 39\text{Н};$$

Тягове зусилля визначаємо за формулою:

- При розгоні

$$W_T = S_{пб} - S_{зб} + K' * (S_{пб} - S_{зб}) = 96 - 46 + 0,04 * (96 + 46) = 56Н$$

$$W_T = 56Н$$

- При установленому

$$W_{ty} = W_T / K_i = 56 / 1,3 = 43Н; K_i = 43Н;$$

Приймаємо діаметр приводного барабану $D = 100\text{мм}$

Пружність на приводному валу конвеєра при установленому русі:

$$N_0 = (W_{ty} * V) / 1020 = (43 * 2,6) / 1020 = 0,011\text{кВт.}$$

к.к.д. – мотор–редуктора по каталогу заводу виробника $\eta_p = 0,7$. Вал мотор-редуктора з'єднаний за допомогою ланцюгової передачі.

Приймаємо к.к.д. ланцюгової передачі $\eta_l = 0,94$;

$$\text{Загальний к.к.д. привода } \eta_{п} = \eta_l * \eta_p = 0,7 * 0,94 = 0,66$$

Установочну потужність електродвигуна привода конвеєра визначимо за формулою:

$$N = N_0 / \eta_{п} = 0,011 / 0,66 = 0,02\text{кВт.}$$

Визначаємо частоту обертання приводного барабану.

По каталогу заводу виробника “київський редукторний завод”, приймаємо мотор-редуктор частотою обертання вала $n_p = 71\text{об/хв.}$

Електродвигун АИР 63 В4 з потужністю $P_d = 0,37\text{кВт}$

Визначаємо передаточне число пасової передачі

$$U_l = n_p / n_b = 71 / 57,32$$

Приймаємо передаточне число ланцюгової передачі $U_l = 1,23$

Розрахунок ланцюгової передачі стрічкового конвеєра

Розрахувати цепну передачу з роликівим ланцюгом при наступних умовах:

міцність, яка передана ведучою зіркою, $z = 0,011\text{кВт}$, частота обертання зірки $n_1 = 71\text{мин}^{-1}$.

Робота передачі – безперервна, передача яка розташована вертикально.

Натяжні цепи регулюються переміщенням мотор-редуктора.

Змазка передачі періодична.

Для даної передачі приймаємо приводну роликову нормальний цеп ПР по ГОСТ 13568 - 75

Передаточне число зубців меншої зірочки $z_1 = 15$;

Число зубців більшої зірочки визначимо за формулою:

$$Z_2 = z_1 * U = 15 * 1,23 = 18,45$$

Прийmemo попередньо шаг цепи $p = 15,875\text{мм}$

Тоді площа опорної поверхні шарніра (ОСТ 13568 75) $A = dl = 5,08 * 15,63 = 79\text{мм}^2$;

Швидкість цепи визначимо за формулою:

$$V = n, z, p / (60 * 1000) = 71 * 15 * 15.875 / (60 * 1000) = 0.28\text{м/с};$$

Окружна сила передачі визначимо за формулою:

$$F_t = P_1 * 10^3 / V = 0.011 * 10^3 / 0.28 = 39\text{Н}$$

Міжосьова відстань передачі визначаємо за формулою:

$$A = 40p = 15,875 * 40 = 635\text{мм};$$

Згідно з умовою роботи приймаємо:

K_1 – коефіцієнт динамічного навантаження.

$K_1 = 1$ навантаження спокійне.

K_2 – коефіцієнт засобу регулювання натяжки цепи,

$K_2 = 1$.

K_3 – коефіцієнт міжосьової відстані передачі:

$K_3 = 1$

K_4 – коефіцієнт враховуючий кут нахилу:

$K_4 = 1$

K_5 – коефіцієнт спос. змазки цепи:

$K_5 = 1,5$ при періодичній змазці.

K_6 - коефіцієнт режиму роботи, при двохзмінної роботи:

$K_6 = 1,25$

При цьому експлуатації передачі:

$$K = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 = 1 * 1 * 1 * 1 * 1,5 * 1,25 = 1,875;$$

Допустима колова сила:

$$[F_t] = A * [P] = 79 * 35 = 2765\text{Н}$$

де допускається тиск в шарнірі по таблиці $[P] = 35\text{МПа}$

Перевіримо ланцюг на зносостійкість шарнірів за формулою:

$$F_t = 118\text{Н}$$

$$[F_t] / K = 2765 / 1,875 = 1475\text{Н}$$

тому

$$F_t < [F_t] / K$$

тобто цеп зносостійка.

Число ланок ланцюга визначимо за формулою.

$$z_3 = (z_2 + z_1) / 2 [(z_2 - z_1) / (2\pi)]^2 * p / a + 2 * a / p = (15 + 18) / 2 + [(18 - 15) / 6.28]^2 * 15.875 / 635 + 2 * 635 / 15.875 = 16.5 + 0.0025 + 80 = 96$$

Довжина ланцюга за формулою:

$$l = z_{зр} * p = 96 * 15,875 = 1524\text{мм} = 1,524\text{м.}$$

Уточнюємо міжосьову відстань за формулою:

$$a = (p / 4) * \{z_3 - (z_2 + z_2) / 2 + [(z_3 - (z_2 - z_1) / 2)^2 - 8 * [(z_2 - z_1) / (2 * \pi)]^2]^{1/2}\} \\ = (15.875 / 4) * \{96 - (18 + 15) / 2 + [(96 - (15 + 18) / 2)^2 - 8 * [(18 - 15) / 6.28]^2]^{1/2}\} = 3.969 * \{80 + (6400 - 1.3)^{1/2}\} = 635\text{мм.}$$

Для провисання цепи наше значення a уменшимо на $0,0025a = 0,0025 * 635 = 1,59$

$$\text{Останнє } a = 635 - 1,59 = 633\text{мм};$$

Визначимо ідеальний діаметр зірочок за формулою:

$$\text{Менша} - d_1 = p / \sin(\pi / z_1) = 15.875 / \sin(3.14 / 15) = 76.35\text{мм.}$$

$$\text{Більша} - d_2 = p / \sin(\pi / z_2) = 15.875 / \sin(3.14 / 18) = 91,42\text{мм.}$$

Розмір зубців, а також діаметр вершин d_a та d_{2f} зірочок приймаємо за ГОСТ 591 – 89

$$d_{a1} = 81,11\text{мм}$$

$$d_{a2} = 98.5\text{мм}$$

Діаметр ступиці max;

$$d_{f1} = 66,04\text{мм}$$

для $z = 15$ $D_c = 56\text{мм}$

$$d_{f2} = 76,08\text{мм}$$

для $z = 18$ $D_c = 71\text{мм}$

Розрахунок конвеєра переміщення лотків з пляшками

Для переміщення лотків з пляшками вдовж системи обгортання та через термокамеру в модернізованому пристрої приймаємо ланцюговий конвеєр. В якості транспортного елементу візьмемо два ланцюгових конвеєра між якими через з'єднувальні стержні протягнута стрічка.

Ширину стрічки визначаємо конструктивно з врахуванням параметрів транспортної одиниці, тобто лотка.

Погонне навантаження від вантажонесучого елементу буде:

$$g_{вн} = 2g_{л} + g_c + g_{сітки}$$

де: $g_{л}$ - вага одного метру ланцюга,

$$t = 19.05 \text{ мм.}$$

$$g_{л} = 1,9 \text{ кг/м.}$$

g_c – сумарна вага стержнів які розташовані на 1 м.,

$$g_c = 5 * 0,222 \text{ кг/м} = 1,11 \text{ кг/м.}$$

де:

0,222 кг/м – маса одного метру круглої сталі (ГОСТ 2590-90) з якої зроблені стержні;

5 – кількість стержнів які приходяться на 1 м. Несучого полотна.

$$g_{сітки} = 8 \text{ кг/м. (шириною } l_c = 450 \text{ мм.)}$$

$$g_{вн} = 2 * 1,9 + 1,11 + 8 = 12,92 \text{ кг/м.}$$

З попереднього розрахунку значення $g_{вн}$:

$$G_{вн} = 235,56 \text{ н/м.}$$

Для підтримання транспортної системи на робочій ділянці конвеєра приймаємо нерухому напрямну, а на холостій ділянці прямі ролюкоопори:

Схема розташування підтримуючих напрямних відносно відстані між роликками на зворотньої частині конвеєра приймаємо:

$$G_{px} = G_p / l_{px} = 2.0 / 0.2 = 10 \text{ кг/м.}$$

Визначення натягу ланцюгів зробимо методом обходу по контуру. При цьому приймаємо найменший натяг в точці збігання ланцюгів з приводом зірочок.

Натяг ланцюгів в точці збігання:

$$S_1 = S_{\min} = 100 \text{ Н}$$

Де:

S_{\min} – розташовується в межах 50...200Н.

Натяг ланцюгів в точці 2 (набігання) наведеною зірочку:

$S_2 = S_1 + W_{1-2}$ – переміщення транспортної системи на зворотньої ділянці конвеєра.

$$W_{1-2} = (g_{px} + q)l \cdot \omega'$$

тут l – довжина конвеєра. Її приймаємо конструктивно, з врахуванням розмірів вузла обгортання термокамери. $l = 2400 \text{ мм}$.

ω' коефіцієнт опору переміщення сітки на холостій ділянці конвеєра

$$\omega' = 0,025$$

$$S_2 = 100 + (12,9289,81 + 1089,81) \cdot 2,480,025 = 113,49 \text{ Н}$$

Натяг сітки і ланцюгів в точці збігання з веденої зірочки:

$S_3 = K_{зир} \cdot S_2$ де $K_{зир}$ - коефіцієнт який враховує збільшення натягу ланцюгів при огинанні зірочки.

$$K_{зир} = 1,06$$

$$S_3 = 1,06 \cdot 113,49 = 120,34$$

Натяг ланцюгів в точці набігання на ведучу зірочку:

$$S_4 = S_3 + W_{3-4}$$

де

W_{3-4} – опір переміщення сітки з латками на робочій ділянці конвеєра.

$$W_{3-4} = \omega'' \cdot l (g_{вн} + g_{в})$$

ω'' - коефіцієнт переміщення сітки з вантажом по нерухомій напрямній ($\omega'' 0,65$)

Тоді

$$S_4 = 120,3 + 0,65 * 2,4(235,56 + 12,92 * 9,81) = 685,5 \text{ Н}$$

Величина тягового зусилля буде рівнятися:

$$W_T = S_4 - S_1 = 685,5 - 100 = 585,5 \text{ Н}$$

Швидкість переміщення сітки визначаємо з врахуванням продуктивності пристрою та розташування лотків на сітці:

$$V = l_{p.p} / T_{\text{цикл}} = 0,54 \text{ м} / 3,6 \text{ м} = 0,15 \text{ м/с}$$

Потужність на приводному валу конвеєра

$$N_k = (W_T * v) / 1020 = (585,5 \text{ Н} * 0,15 \text{ м/с}) / 1020 = 0,086 \text{ кВт}$$

Ділильні діаметри тягових зірочок при кроку ланцюгів $P_t = 19,85$ і кількості зубців $z_d = 25$

$$D_{зир} = P_t / \sin(180/z) = 19,5 / \sin(180/25) = 151,99 \text{ мм}$$

Частота обертання та кутова швидкість приводного вала:

$$\omega_k = 2 * V / D_{зир} = 2 * 0,15 / 0,15199 = 1,974$$

$$n_k = 30 * \omega_k / \pi = 18,85 \text{ об/хв}$$

Для передавання руху з привода на тягові зірочки конвеєра використовуємо ланцюгову передачу.

Параметри ланцюгової передачі приймаємо наступними:

а) передаточне число $U_l = 1,26$

б) кількість зубців зірочок $z_1 = 18$ $z_2 = 23$

Інші характеристики ланцюгової передачі визначимо за допомогою розрахункової системи APM WinMachine.

Крутні моменти на валах передачі:

$$T_k = T_2 = 9550 * N_k / n_k = 9550 * 0,086 / 18,85 = 43,57 \text{ Н*м}$$

$$T_1 = T_2 / U_l * \eta_l = 43,57 / 1,26 * 0,95 = 36,4 \text{ Н * м}$$

де коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі вибираємо з таблиці.

По значенню T_1 та $n_1 = n_2 * U_l = 18,85 * 1,26 = 23,75 \text{ об/хв}$

4.3. Пневматичні розрахунки Розрахунок рушійної сили пневмоциліндру механізму натягу плівки

В механізмі приймемо обертовий пневмоциліндр FESTO DSR-40-180-P з діаметром поршня $\varnothing = 40\text{мм}$ і з діапазоном повороту $0 \dots 184$.

Рушійна сила P_p , обумовлена тисками повітря P_1 та P_2 у нагнітальній та вихлопних полостях пневмоциліндра.

$$P_d = P_1 F_1 - P_2 F_2 - P_a (F_1 - F_2)$$

F_1 , та F_2 – ефективні площі поршня пневмоциліндра.

Основним слаг. являє собою величину постійну і залежить від атмосферного тиску P_a та площі штока.

$$F_{шт} = F_1 - F_2$$

Якщо $F_{шт}$ мала по зрівнянню з F_1 та F_2 , можливо враховувати $F \approx F_2 = F_1$, а вираз приймає вид

$$P_d = F * (P_1 - P_2) = F P_n$$

Визначимо площу поршня пневмоциліндра.

$$F = \pi D^2 / 4 = 3.14 * 5^2 / 4 = 19.6\text{см}^2.$$

де $D = 5\text{см}$ діаметр поршня

$$P_1 = 5\text{атм} \quad P_2 = 1\text{атм}$$

$$P_d = 19,6(5 - 1) = 78,5\text{кГс}.$$

4.4 Теплові розрахунки/Тепловий розрахунок термокамери

а) Визначення вхідних даних для розрахунку.

Виходячи з раніше визначеної, для пристрою для пакування пляшок з пивом в термоусадкову плівку, продуктивність складає:

$$Q = 1000\text{лотків} / \text{год}$$

Вага одного обгорнутого, термоусадковою плівкою, лотка з 12 пляшками складає:

$$G_{\text{л}} = G_{\text{б}}12 + G_{\text{пл}} + G_{\text{лотка}}$$

Картонний ящик має розміри:

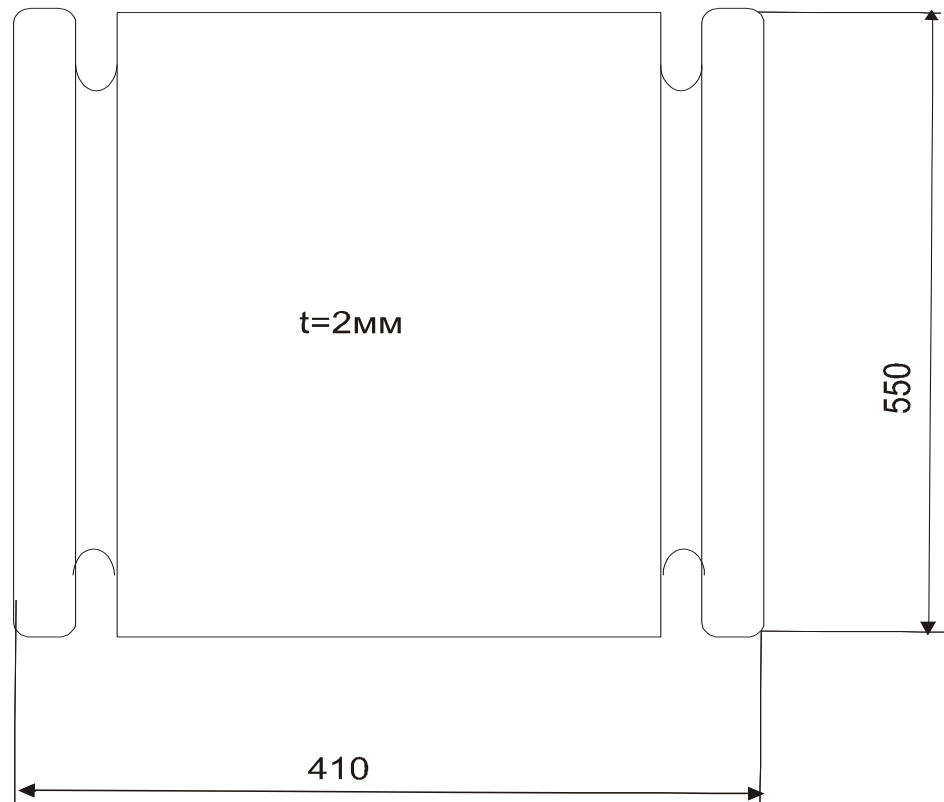


Рис. 4.2. Лоток в розгорнутому вигляді

Вага лотка при товщині $t=1,5$ мм:

$$G_{\text{л}} = S \cdot \rho_1 = 0,32 \cdot 0,23 \cdot 0,8 = 0,06 \text{ кг}$$

S -площа картонної заготовки, м^2 ;

ρ_1 -питома вага гофрокартону $\text{г}/\text{м}^2$ (при товщині $t=1,5$ мм, $\rho_1=800$ $\text{г}/\text{м}^2$ [20] табл.3 стор.24);

Вага однієї пляшки з пивом місткістю 1000 мл рівна 1,04 кг.

Вага поліетиленової термоусадкової плівки товщиною 38 мкм, [20] табл.3.31 стор.24;

$$\rho_2=0,1 \text{ кг}/\text{м}^3$$

При ширині рулона 700 мм на обгортання однієї упаковки потрібно:

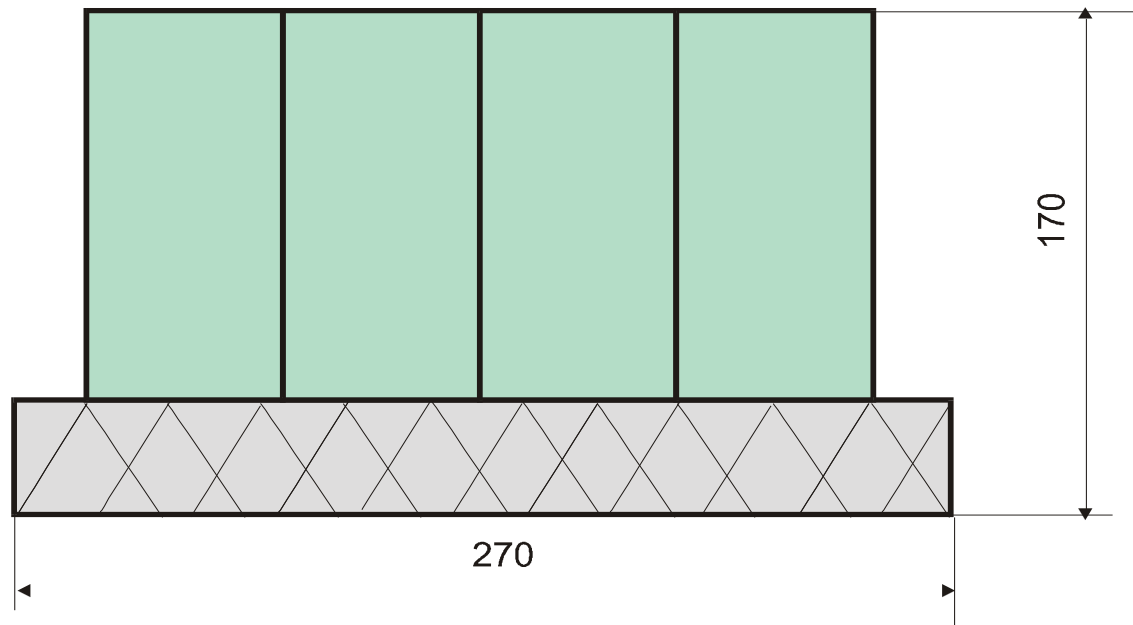


Рис.4.3. Схема до визначення витрат плівки на обгортання одного лотка

Площа однієї плівки

$$S = 0,7(2 \cdot 0,17 + 2 \cdot 0,27) = 0,616 \text{ м}^2$$

Вага плівки, яка потрібна на обгортання

$$G_{пл} = S \cdot \rho_2 = 0,616 \cdot 0,1 = 0,0616 \text{ кг}$$

Загальна вага одного упакованого лотка

$$G_{л} = 12 \cdot 1,04 + 0,06 + 0,616 = 12,72$$

б) розрахунок теплового балансу термоусадкової камери

В загальному вигляді кількість теплоти, яка потрібна на 1 кг продукції:

$$q_n = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$$

де q_1 -витрата теплоти на нагрів транспортного пристрою, кДж/кг;

q_2 -витрата теплоти зовнішніми поверхнями стінок камери, кДж/кг;

q_3 -витрата теплоти на нагрів повітря, яке поступає через завантажувальний отвір, кДж/кг;

q_4 -витрата теплоти на нагрів термоусадочної плівки, кДж/кг;

q_5 -витрата теплоти, що витрачається внаслідок акумуляції частини тепла стінками термоусадочної камери, кДж/кг.

Визначимо складові витрат теплоти.

Ширина стрічки $B=280$ мм.

Витрата теплоти на нагрів частини конвеєра

$$q_1 = q_M \cdot C_M (t_M^{\text{II}} - t_M^{\text{I}})$$

де q_M -маса транспортних елементів на 1 кг вантажу, а саме:

$$q_M = q_M^{\text{I}} + q_M^{\text{II}}$$

де q_M^{I} -маса рухомих частин по яким рухається вантаж, кг:

$$q_M^{\text{I}} = \frac{q_{\text{стр}}}{q_{\text{вант}}} = \frac{3,3}{23,6} = 0,14 \text{ кг}$$

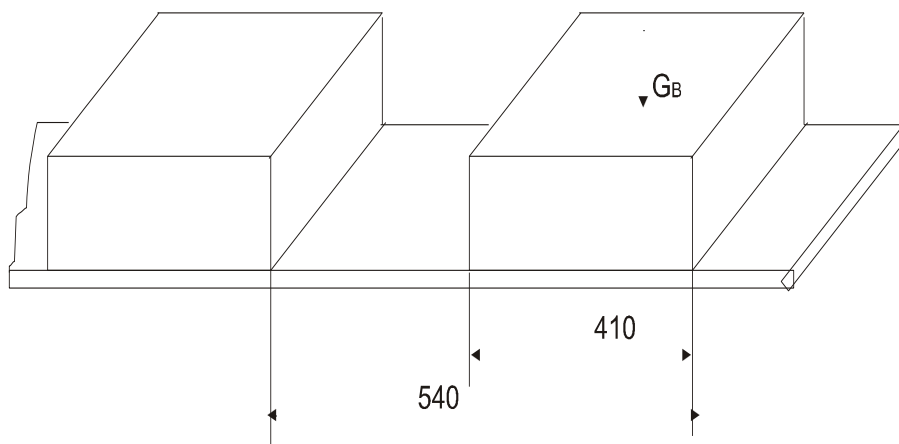


Рис.4.4. Схема до визначення маси транспортних елементів

де q_B - погонне навантаження від стрічки, $q_B=3,3$ кг/м

$q_{\text{вантаж}}$ - погонне навантаження від ваги вантажу і тоді вага вантажу, Н/м:

$$q_s = \frac{G_s}{1,04} = \frac{127,2}{1,04} = 122,3 \text{ Н/м або } 12,23 \text{ кг/м}$$

q_M^{II} -маса нерухомих частин по яким рухається вантаж, $q_M^{\text{II}}=0,26$ кг:

$$q_M = 0,14 + 0,26 = 0,4 \text{ кг}$$

C_M -теплоємність матеріалу, $C_M=0,462$ кДж/кгК

t_M^{I} - температура частин конвеєра на вході в термоусадкову камеру,
 $^{\circ}\text{C}(t_M^{\text{I}}=60^{\circ}\text{C});$

t_M^II - температура частин конвеєра на виході з термокамери, $^{\circ}\text{C}$ ($t_M^I = 80^{\circ}\text{C}$);

В результаті отримаємо

$$q_1 = 0,462 \cdot 0,4(80 - 60) = 3,7 \text{ кДж/кг}$$

Визначення витрат теплоти зовнішніми поверхнями (стінками_ термокамери (на одиницю продукції)

$$q_2^I = \frac{3,6Q_{HC}}{П}$$

Q_{HC} -витрати теплоти зовнішніми поверхнями у навколишнє середовище:

$$Q_{HC} = \alpha \cdot f_n(t_B - t_K)$$

де α -сумарний коефіцієнт теплопередачі, $\alpha = 3,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$;

f_n -площа поверхні стінки термокамери

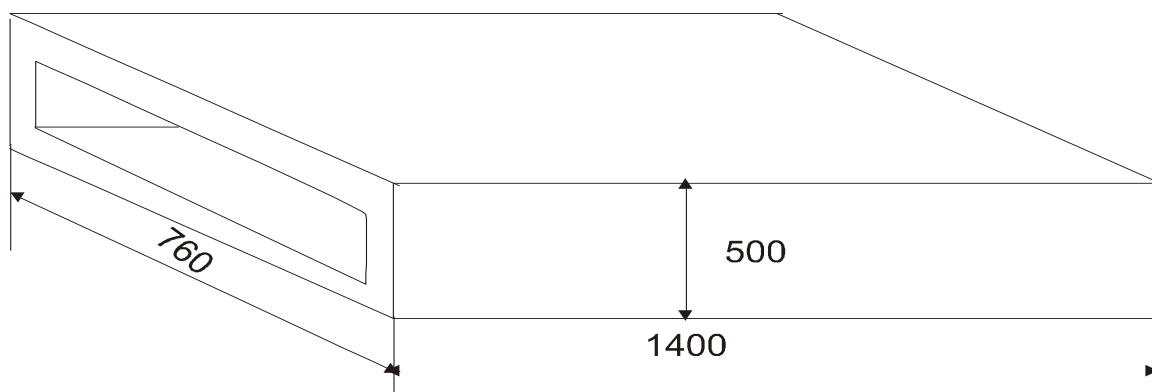


Рис.4.5. Схема до визначення площі поверхонь стінок термокамери

t_B -температура поверхні термокамери, вона вибирається з врахуванням вимог техніки безпеки(в зоні роботи обслуговуючого персоналу, $t_B = 30^{\circ}\text{C}$;

t_K -температура повітря в цеху де відбувається процес пакування, $t_K = 20^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{HC} = 3,11 \cdot 2,1(30 - 20) = 67,18 \text{ Вт}$$

$П_0$ -продуктивність термокамерив перерахунку за хвилину:

$$П_0 = Q_L G_L = 16,67 \cdot 12,72 = 212 \text{ кг/хв}$$

$$Q_L = 1000 \text{ лотків/год} = 16,67 \text{ лотків/хв}$$

Вага одного лотка 12,72 кг

Для обгортання такої кількості продукції необхідно таку кількість плівки:

$$П = \frac{П_0 G_{плів}}{G_{лот}} = \frac{212 \cdot 0,0616}{12,72} = 1,02 \text{ кг}$$

Тоді

$$q_2^l = \frac{3,6 \cdot 67,18}{1,02} = 237,1 \text{ кДж/кг К}$$

Визначення витрат тепла. Що потрібна на нагрів повітря, яке поступає через завантажувальний отвір:

$$q_3 = C_M (t_{ex} - t_k)$$

C_M -теплоємність повітря, $C_p=1,005$ кДж/кгК

t_{ex} - температура повітря на вході в термоусадочна камеру, $^{\circ}\text{C}(t_{ex}=40^{\circ}\text{C})$;

t_k -температура повітря в цеху, $^{\circ}\text{C}(t_k=20^{\circ}\text{C})$.

$$q_3 = 1,005(40 - 20) = 20,1 \text{ кДж/кгК}$$

Визначення теплоти на нагрів термоусадочної плівки:

$$q_3 = C_P (t_{exпл} - t_k)$$

C_P - теплоємність термоусадочної плівки , $C_p=1,3$ кДж/кгК

$$q_3 = 1,3(168 - 20) = 192,4 \text{ кДж/кгК}$$

Витрата теплоти на акумуляцію стінками термоусадочної камери вважаємо незначним внаслідок того, що камера працює в стабільному тепловому режимі.

Взагалі витрати тепла при роботі термоусадочної камери складають:

$$q_3 = 3,7 + 237,1 + 20,1 + 192,4 = 453,3 \text{ кДж/кгК}$$

Переводимо витрати тепла термоусадочної камери в кВт:

$$Q_{II} = q_{II} \cdot П_0 = 0,063 \cdot 453,3 = 28,56 \text{ кВт}$$

З врахуванням отриманого значення Q_{II} визначимо кількість тенів та їхню потужність, яку треба встановити в камері для реалізації вище перерахованого теплового процесу.

Встановлена потужність з врахуванням коефіцієнту запасу:

$$P_{вст} = Q_{II} K_3 = 1,26 \cdot 28,56 = 36 \text{ кВт}$$

де K_3 - коефіцієнт, який враховує витрати тепла, які нами не були враховані (можливість зміни температури в цеху4 інша товщина плівки, друга вологість лотка і ін.).

вибираємо для упаковки трубчаті електронагрівачі (ТЕН) захищеного виконання довжиною L .

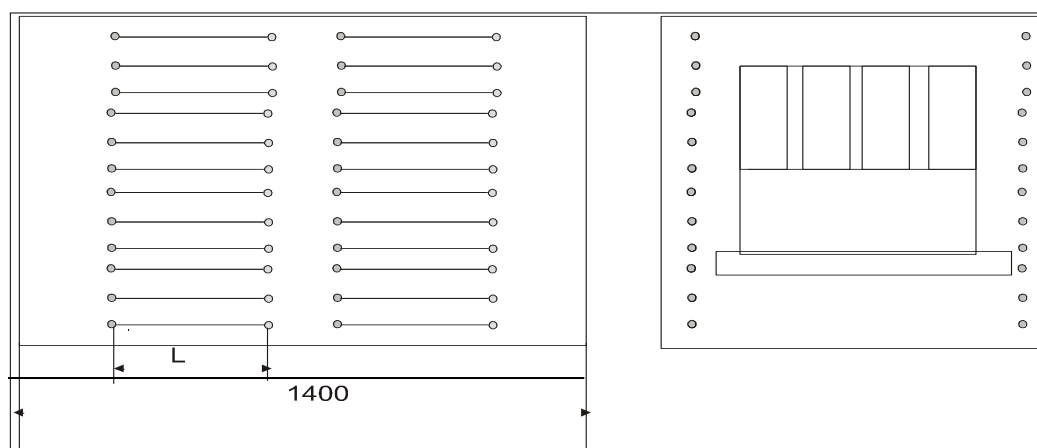


Рис.4.6. Схема до визначення кількості ТЕНів

Потужність одного ТЕНу буде рівна:

$$N_T = \frac{P_{вст}}{n} = \frac{36}{24} = 1,5 \text{ кВт}$$

де n -кількість ТЕНів , яка підібрана з метою рівномірного нагріву термокамери по всій довжині, $n=24$.

Приймаємо до монтажу 24 ТЕНи типу ТЕН 60 а13/1,5Р220 з довжиною активної частини $L=680$ мм та номінальним опором 30,26 Ом.

Для транспортування лотків з пляшками використовуємо стрічковий конвеєр (із спеціальними термоізоляційним покриттям стрічки), який має розміри дивись рис. 4.7.

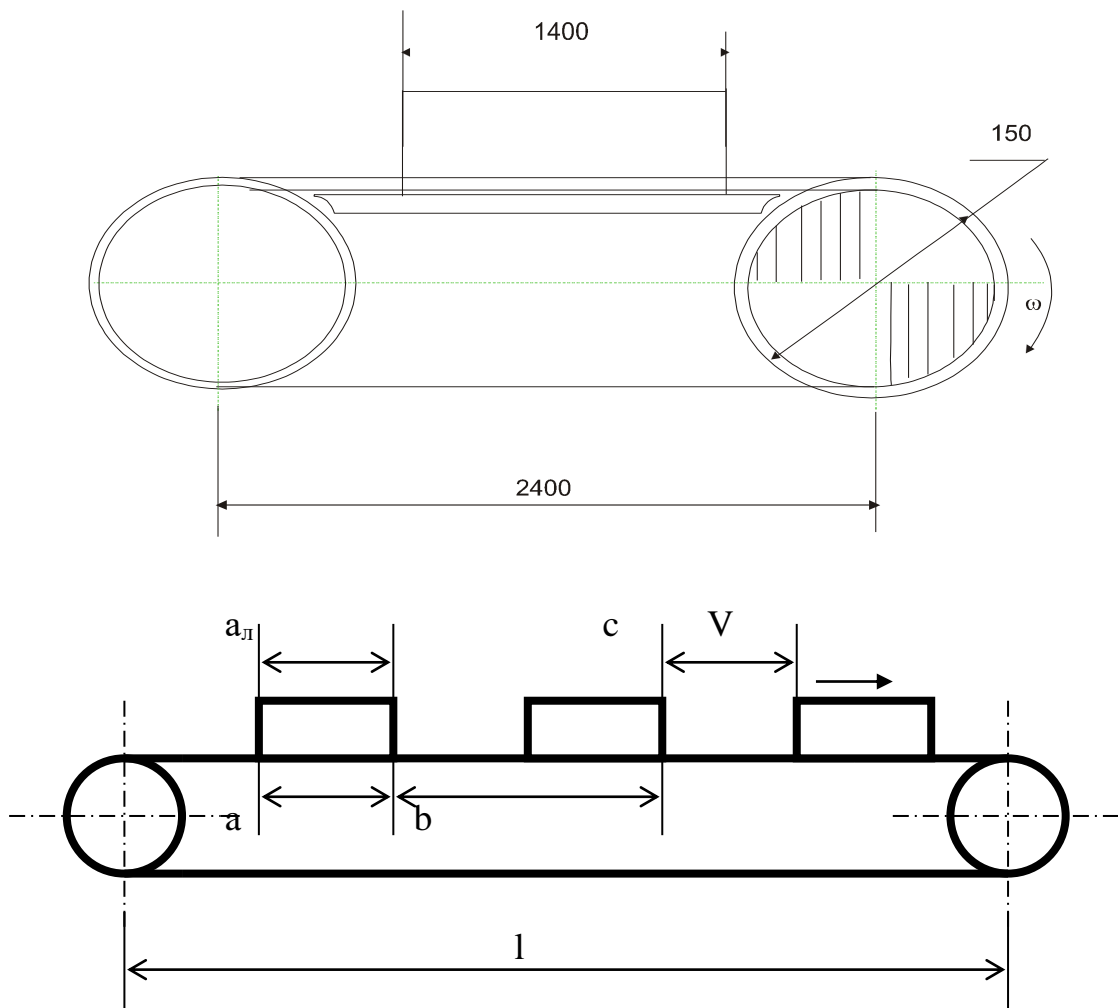


Рис.4.7. Схема переміщення по стрічковому конвеєрі

$$l_k = 2325 \text{ мм.}$$

$$2325 \text{ мм.} = 2,325 \text{ м.}$$

$$T_{\text{циклу}} = 0,9 \text{ сек.}$$

$$V = l_k / T_{\text{ц.к.}} = 2,325 / 0,9 = 2,6 \text{ м / с.}$$

4.1. Розрахунок та підбір приводу до механізму розтягування полімерної плівки

1. Визначаємо кут нахилу витка:

$$\text{tg} \alpha = \frac{500}{2200} = 0,227 ;$$

$$\alpha = \text{arctg} 0,227 = 12^\circ 47' 22'' .$$

2. Визначаємо довжину вже розтягнутої полімерної стрічки затраченої при одному оберті рами:

$$L' = \frac{1000}{\cos\alpha} = \frac{1000}{\cos 12^\circ 47' 22''} = 1025,44 \text{ мм};$$

$$L'' = \frac{1200}{\cos\alpha} = \frac{1200}{\cos 12^\circ 47' 22''} = 1230,53 \text{ мм};$$

$$P_1 = 2(1025,44 + 1230,53) = 4511,94 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо периметр розтягувального ролика:

$$P_2 = \pi d = 3,14 \cdot 120 = 376,8 \text{ мм.}$$

Визначаємо кількість обертів розтягувального ролика на один оберт рами:

$$n' = \frac{4511,94}{376,8} = 11,97 \text{ об.}$$

4. Визначаємо час за який рама робить один оберт:

$$t = 1/28 = 0,0357 \text{ хв.}$$

5. Визначаємо частоту обертання розтягувального ролика:

$$n = \frac{11,97}{0,0357} = 335,3 \text{ об./хв.}$$

Вибираємо соосний мотор-редуктор типу АСF 25/2 потужністю 0,06 кВт з такими параметрами: $n_1 = 1400$ об./хв., $n_2 = 347$ об./хв., $i = 4$, $T_2 = 1,6$ Нм та трифазним двигуном з гальмівним пристроєм та синхронною частотою обертання 1500 об./хв. типу 71АТF з такими параметрами: $P_H = 0,25$ кВт, $n_H = 1400$ об./хв., $\eta = 63\%$, $m = 6,8$ кг.

4.2. Розрахунок та підбір приводу до механізму переміщення каретки з плівкою

Каретка з плівкою прикріплена до ланцюгової передачі. Для визначення потужності двигуна використаю метод обходу по контуру (рис. 4.1).

$$S_1 = 300 \text{ Н};$$

$$S_2 = S_1 + qgl_0\omega + W_k;$$

$$S_3 = S_2k_3;$$

$$S_4 = S_3 + qgl_0\omega + W_k$$

де S_1, S_2, S_3, S_4 – значення натягу ланцюга в певних точках; $q = 0,8$ кг/м – погонне навантаження ланцюга; $k_3 = 1,03$ – коефіцієнт опору на зірочці; $\omega = 0,1$ – коефіцієнт шкідливого опору; $l_0 = 2,4$ м – міжосьова відстань.

Отже, необхідно визначити сумарну силу опору переміщення вантажу W_k . Для цього необхідно знати нормальні реакції напрямної площини. Для визначення нормальної реакції напрямної площини використаю розрахункові схеми, зображені на рис. 4.2:

$$M_0 = N_1 l_1 - mgl_2 = 0; \quad N_1 = \frac{mgl_2}{l_1}.$$

Визначаємо маси складових каретки.

а) корпус каретки:

$m_1 = 0,45 \cdot 0,435 \cdot 0,01 \cdot 7800 = 15,27$ – маса горизонтальної пластини, на якій розміщений пристрій для розтягування плівки;

$m_2 = m_3 = 0,12 \cdot 0,4 \cdot 0,01 \cdot 7800 = 3,744$ кг – маса вертикальної пластини-напрявної.

б) пристрої, змонтовані в каретці:

маса рулону плівки $m_5 = 25$ кг:

$$m_6 = \left(3,14 \frac{0,12^2 - 0,115^2}{4} \cdot 0,63 + 3,14 \frac{0,052^2}{4} \cdot 0,105 \right) 7800 + 25 = 31,271 \text{ кг} - \text{ маса}$$

бобіни з плівкою маса бобіни з плівкою;

$$m_7 = m_8 = \left(3,14 \frac{0,12^2 - 0,115^2}{4} \cdot 0,63 + 3,14 \frac{0,047^2}{4} \cdot 0,105 \right) 7800 = 5,953 \text{ кг} - \text{ маса}$$

розтягувальних роликів;

$m_9 = m_{10} = 10$ кг – маса мотор-редукторів.

Загальна маса каретки:

$$m_{\text{заг}}^k = 15,27 + 3,744 \cdot 2 + 31,271 + 5,953 \cdot 2 + 10 \cdot 2 \approx 86 \text{ кг}.$$

Отже:

$$m = \frac{m_{\text{заг}}^{\text{к}}}{2} = \frac{86}{2} = 43 \text{ кг}; \quad N_1 = \frac{mgl_2}{l_1} = \frac{43 \cdot 9,81 \cdot 0,336}{0,358} = 396 \text{ Н};$$

$$\sum X = N_2 - N_1 = 0; \quad N_1 = N_2.$$

Визначаємо величину сили шкідливого опору від сил тертя-кочення підшипників по напрямних:

$$W_{\text{к}} = N \frac{2k}{d_n},$$

де $k = 0,01$ – коефіцієнт тертя-кочення; $d_n = 0,022$ м – зовнішній діаметр кільця підшипника.

$$W_{\text{к}} = 396 \frac{2 \cdot 0,01}{0,022} = 360 \text{ Н}.$$

За методом обходу по контуру, маємо:

$$S_1 = 300 \text{ Н};$$

$$S_2 = S_1 + qgl_0\omega + W_{\text{к}};$$

$$S_3 = S_2 k_3;$$

$$S_4 = S_3 + qgl_0\omega + W_{\text{к}};$$

$$S_2 = 300 + 2,6 \cdot 2,4 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 360 = 666,1 \text{ Н};$$

$$S_3 = 666,1 \cdot 1,03 = 686,1 \text{ Н};$$

$$S_4 = 686,1 + 2,6 \cdot 2,4 \cdot 9,81 \cdot 0,1 + 360 = 1047,5 \text{ Н}.$$

Знайдемо тяглове зусилля:

$$W_{\text{Т}} = S_{\text{наб}} - S_{\text{зб}} + (k_3 - 1)(S_{\text{наб}} + S_{\text{зб}});$$

$$W_{\text{Т}} = S_4 - S_1 + (k_3 - 1)(S_4 + S_1)$$

$$W_{\text{Т}} = 1047,5 - 300 + (1,03 - 1)(1047,5 + 300) = 788 \text{ Н}.$$

Потужність електродвигуна мотор-редуктора:

$$N = \frac{W_{\text{Т}} \upsilon}{1000 \eta},$$

де $\eta = \eta_{л.п.} \eta_{ч.р.}$; $\eta_{л.п.} = 0,9$ – ККД відкритої ланцюгової передачі; $\eta_{ч.р.} = 0,68$ – закрыта несомогальмівна черв'ячна передача при числі заходів черв'яка $z = 1$.

Необхідна швидкість піднімання каретки при накладанні плівки на 100 мм повинна становити:

$$v = \frac{1 - 0,1 \cdot 2}{60 / 28} \approx 0,373 \text{ м/с}; \quad v = \frac{znt}{60 \cdot 1000}, \text{ звідки}$$

$$n = \frac{60 \cdot 1000 v}{zt}$$

Приймаємо $z = 19$, $t = 12,7$ мм:

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,373}{19 \cdot 12,7} \approx 92,75 \text{ об./хв.}$$

Приймаємо $n = 93$ об./хв., тоді:

$$v = \frac{19 \cdot 93 \cdot 12,7}{60 \cdot 1000} = 0,374 \text{ м/с.}$$

Отже ширина накладання плівки становить:

$$\Delta = \frac{1 - \frac{0,374 \cdot 60}{28}}{2} \cdot 1000 = 99,3 \text{ мм.}$$

$$N = \frac{788 \cdot 0,374}{0,9 \cdot 0,68 \cdot 1000} = 0,48 \text{ кВт.}$$

З конструктивних міркувань за каталогом вибираємо одноступінчатий черв'ячний мотор-редуктор RMI 70 з такими параметрами:

- електродвигун з потужністю $N = 0,55$ кВт та частотою обертання 1400 об./хв.;
- частота обертання вихідного вала мотор-редуктора 93 об./хв.;
- крутний момент на вихідному валу 45 Н·м;
- передаточне число редуктора $i = 15$.

4.3. Розрахунок та підбір двигуна для механізму обертання рами

Вихідні дані:

Габаритні розміри рами (рис. 4.3):

$$L_1 = D = 3350 \text{ мм};$$

$$L_4 = 110 \text{ мм};$$

$$L_2 = 2535 \text{ мм};$$

$$L_4 = 110 \text{ мм};$$

$$L_3 = 150 \text{ мм};$$

$$m_{\text{заг}}^{\text{к}} = 86 \text{ кг}.$$

Необхідно знайти масу рами:

$$m_p = V\rho,$$

де V – об'єм рами, м^3 ; $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ – густина заліза, з якого виготовлено раму.

$$V = \sum V_i;$$

$$V = [4(0,15(2,535 - 0,11)0,07) + 2 \cdot 3,35 \cdot 0,07 \cdot 0,11] - [4(0,147(2,532 - 0,11)0,067) + 2 \cdot 0,35 \cdot 0,067 \cdot 0,107] = 0,01 \text{ м}.$$

Отже маса рами:

$$m_p = 0,01 \cdot 7800 = 78 \text{ кг}.$$

Можемо підрахувати загальну масу рами з каретками:

$$m_{\text{заг}} = m_p + m_{\text{заг}}^{\text{к}} + m_{\text{д.п.}} = 78 + 86 + 2,6 \cdot 2,4 \cdot 4 = 189 \text{ кг}.$$

Для визначення крутного моменту на валу двигуна, складемо рівняння:

$$I\ddot{\varphi} = M_p - \sum M_{\text{оп}},$$

де M_p – рушійний крутний момент; $\ddot{\varphi}$ – кутове прискорення; $I = m_{\text{заг}} R^2 =$

$$= m_{\text{заг}} \frac{D^2}{4} = 189 \frac{3,35^2}{4} = 530,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^3 - \text{ момент інерції; } \sum M_{\text{оп}} = M_1 + M_2 -$$

сума моментів опорів, $\sum M_{\text{оп}}$; M_1, M_2 – відповідно момент опору розтягування плівки та моменту опору в підшипниках.

$$M_1 = F \frac{d}{2}; \quad d = 240 \text{ мм}; \quad F = A[\sigma_p] = \delta H[\sigma_p],$$

$H = 500 \text{ мм}$ – висота бобіни з плівкою; $\delta = 0,03 \text{ мм}$ – товщина плівки; $[\sigma_p] = 16 \text{ МПа}$ – опір на розрив.

$$F = 0,03 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 16 \cdot 10^6 = 240 \text{ Н};$$

$$M_1 = 240 \frac{0,24}{2} = 28,8 \text{ Нм}.$$

Визначимо момент опору тертя в підшипниках:

$$M_2 = Gf' \frac{d_n}{2},$$

де $G = 189 \cdot 9,81 = 1854,1 \text{ Н}$ – вага рами з каретками; $d_n = 85 \text{ мм}$ – діаметр підшипника; $f' = 0,4$ – коефіцієнт тертя.

$$M_2 = 1854,1 \cdot 0,4 \frac{0,085}{2} = 31,5 \text{ Нм}.$$

$$\text{Отже: } \sum M_{\text{оп}} = 28,8 + 31,5 = 60,3 \text{ Нм}.$$

Визначимо кутове прискорення:

$$\ddot{\phi} = \omega/t,$$

$$\text{де } t = 1 \text{ с} \text{ – час розгону; } \omega = \pi n/30 = \frac{3,14 \cdot 28}{30} = 2,93 \text{ рад/с}.$$

$$\ddot{\phi} = \frac{2,93}{1} = 2,93 \text{ рад/с}.$$

Визначаємо рушійний крутний момент:

$$M_p = I\ddot{\phi} + \sum M_{\text{оп}} = 530,3 \cdot 2,93 + 60,3 = 1614,1 \text{ Нм}.$$

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна:

$$N = \frac{M_p \omega}{1000 \eta} = \frac{1614,1 \cdot 2,93}{1000 \cdot 0,9} = 5,3 \text{ кВт}.$$

За каталогом вибираємо мотор-редуктор АСФ 100/3:

- електродвигун потужністю 5,5 кВт, з частотою обертання 2800 об./хв.;
- частота обертання вихідного валу 28 об./хв.;
- передаточне число редуктора $i = 98,6$;
- крутний момент на вихідному валу 1720 Нм.

4.4. Розрахунок та підбір привода роликового конвеєра

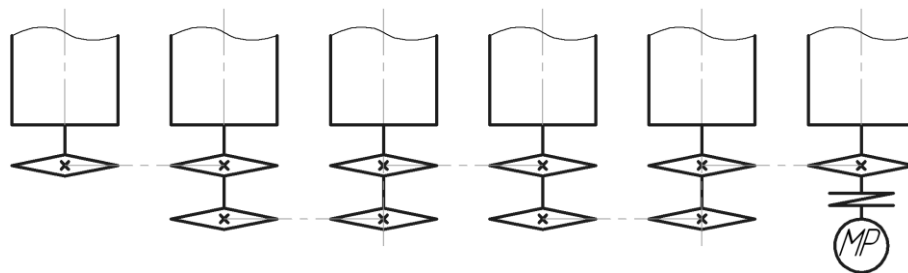


Рис. 4.8. Схема роликового конвеєра

Вихідні дані:

$$Q = 100 \text{ пак./год.} \quad v = 0,15 \text{ м/с}$$

$$L = 6900 \text{ мм;} \quad i = 61$$

$$G_p = 3,5 \text{ кг}$$

Потужність привода роликового конвеєра:

$$N = \left(C \frac{QL}{367} + \frac{iG_p C' v}{102} \right) \frac{1}{\eta \mu},$$

де Q – продуктивність конвеєра, пак./год.; L – довжина конвеєра, м; G_p – сила тяжіння частини ролика, що обертається, Н; i – кількість роликів на конвеєрі, шт.; v – швидкість руху вантажу, м/с; C – коефіцієнт опору переміщення вантажів, Н; C' – коефіцієнт опору переміщенню роликів, Н; $\mu = 0,4$ – коефіцієнт

тертя кочення; $\eta = 1,8$ – коефіцієнт експлуатації.

$$C = \frac{fd + 2\mu}{D}; \quad C' = \frac{fd}{D};$$

$f = 0,2$ – коефіцієнт тертя в підшипниках; $d = 17$ – діаметр цапфи, мм; $D = 50$ мм – зовнішній діаметр ролика.

$$C = \frac{0,2 \cdot 17 + 2 \cdot 0,4}{50} = 0,084; \quad C' = \frac{0,2 \cdot 17}{50} = 0,068.$$

Уточнюємо значення частоти обертання вихідного валу для подальшого вибору мотор-редуктора:

$$n = \frac{v \cdot 60 \cdot 1000}{\pi d} = \frac{0,15 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50} = 57,3 \text{ об./хв.}$$

Приймаємо $n = 57$ об./хв. Тоді:

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 57}{60000} = 0,14915 \approx 0,15 \text{ м/с} - \text{задовольняє умови задачі}$$

$$N = \left(0,084 \frac{100 \cdot 6,9}{367} + \frac{61 \cdot 3,5 \cdot 0,068 \cdot 0,15}{102} \right) \frac{1}{1,8 \cdot 0,4} = 0,24 \text{ кВт.}$$

За каталогом вибираємо мотор-редуктор фірми Motovario H A32-AIS71A4 з алюмінієвим корпусом:

- електродвигун потужністю 0,25 кВт;
- частота обертання вихідного валу 57 об./хв.;
- передаточне число редуктора $i = 24,5$;
- крутний момент на вихідному валу 40 Нм.

4.5. Розрахунок та підбір пневмоциліндрів

4.5.1. Підбір пневмоциліндра для пристрою прижимання пакету

Вихідні дані: $m = 20$ кг; $P_1 = 6$ атм; $P_2 = 1$ атм.

Для притискання пакету прижимної плитою необхідне більше зусилля, ніж для піднімання прижимної плити. Тому запишемо рівняння спокою системи зображеної на рис. 4.5:

$$\sum X = N - mg - P_{пр} = 0,$$

звідки:

$$N = mg + P_{пр},$$

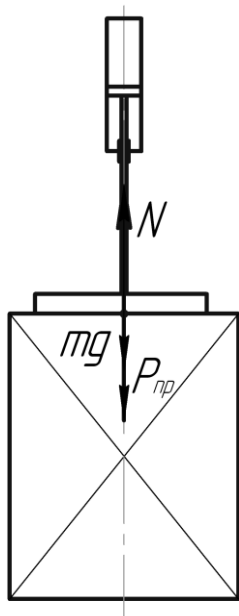


Рис. 4.9. Розрахункова схема для підбору пневмоциліндра пристрою прижимання пакету

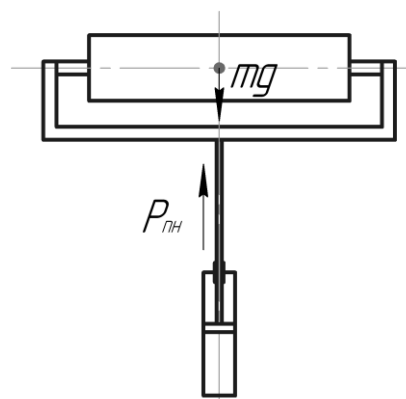


Рис. 4.10. Розрахункова схема для підбору пневмоциліндра упору

де: $P_{пр} = 300$ Н – зусилля притискання пакету прижимною плитою

$$N = 20 \cdot 9,81 + 300 = 496,2;$$

$$N = P_{пн},$$

де $P_{пн}$ – зусилля пневмоциліндра, Н.

$$N = \frac{\pi d^2}{4} (P_1 - P_2).$$

Діаметр штоку циліндра:

$$d = \sqrt{\frac{4N}{\pi(P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 496,2}{3,14 \cdot (0,6 - 0,1)}} \approx 36 \text{ мм.}$$

Вибираємо пневмоциліндр **40N2A63E700**.

6.5.2. Підбір пневмоциліндра для упору

Вихідні дані: $m = 5,1$ кг; $P_1 = 6$ атм; $P_2 = 1$ атм.

У випадку піднімання упору запишемо рівняння (рис. 4.6):

$$mg - P_{\text{пн}} = 0;$$

$$P_{\text{пн}} = mg,$$

де $m = 5,1$ кг – маса упора.

$$P_{\text{пн}} = 5,1 \cdot 9,8 = 50,031 \text{ Н.}$$

Для визначення діаметра штоку пневмоциліндра запишемо рівняння:

$$P_{\text{пн}} = \frac{\pi d^2}{4} (P_1 - P_2),$$

звідки:

$$d = \sqrt{\frac{4P_{\text{пн}}}{\pi(P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50,031}{3,14(0,6 - 0,1)}} \approx 11,3 \text{ мм.}$$

За каталогом підбираємо пневмоциліндр **40N2A63E700**.

4.5.3. Підбір пневмоциліндра для механізму захоплення та утримання плівки

Вихідні дані:

$m = 1$ кг – маса одного захвату;

$R = 0,33$ м – радіус обертання центра ваги захвата;

$r = 0,1$ м – радіус важеля;

$h = 0,071$ м;

$P_1 = 6$ атм, $P_2 = 1$ атм.

Для знаходження зусилля $P_{\text{пн}}$ складемо рівняння (рис. 4.7):

$$I\ddot{\varphi} = M_p - M_{\text{оп}}; \quad M_p = I\ddot{\varphi} + M_{\text{оп}};$$

$M_{\text{оп}} = mgr_f$ – момент опору у підшипнику

$$M_{\text{оп}} = 1 \cdot 9,81 \cdot 0,01 \cdot 0,4 = 0,04 \text{ Нм};$$

$$I = mR^2 = 1 \cdot 0,33^2 = 0,1089 \text{ Нм.}$$

Знайдемо кутове прискорення з яким рухаються захвати:

$$\ddot{\varphi} = \frac{\pi n}{30t} = \frac{3,14 \cdot 5}{30 \cdot 0,1} = 5,2 \text{ рад/с}^2,$$

де: $n = 5$ об/хв – частота обертання захватів; $t = 0,1$ с – час розгону.

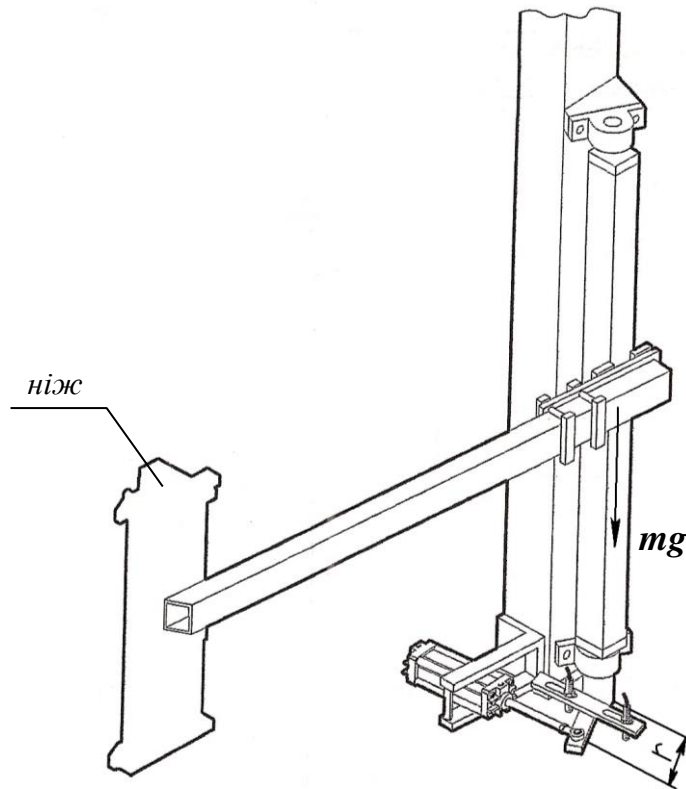


Рис. 4.8. Розрахункова схема для механізму відрізання полімерної розтягнутої плівки

$$I\ddot{\varphi} = M_p - M_{оп};$$

$$I = mr^2 = 10 \cdot 0,2^2 = 0,4 \text{ Нм};$$

$M_{оп} = mgr_0f$ – момент опору у підшипнику,

де $f = 0,2$ – коефіцієнт тертя-кочення.

$$M_{оп} = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,026 \cdot 0,2 = 0,51 \text{ Нм}.$$

Знайдемо зусилля пневмоциліндра:

$$M_p = P_{пн}r;$$

$$P_{пн} = \frac{I\ddot{\varphi} + M_{оп}}{r};$$

$$P_{пн} = \frac{0,4 \cdot 76 + 0,51}{0,1} = 154,55 \text{ Н}.$$

Знайдемо кутове прискорення з яким рухається рукав:

$$\ddot{\phi} = \frac{\pi n}{30t} = \frac{3,14 \cdot 73}{30 \cdot 0,1} = 76 \text{ рад/с}^2,$$

де: $n = 73$ об./хв. – частота обертання захватів; $t = 0,1$ с – час розгону.

Визначимо діаметр штоку пневмоциліндра:

$$d = \sqrt{\frac{4P_{\text{пн}}}{\pi(P_1 - P_2)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 154,55}{3,14 \cdot (0,6 - 0,1)}} \approx 20 \text{ мм.}$$

За каталогом вибираємо пневмоциліндр **27N2A25H25**.

РОЗДІЛ 5

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Для кожного технологічного процесу у пиво-безалкогольній промисловості існують оптимальні умови, які забезпечують задану продуктивність при найкращій якості продукції та мінімальних виробничих затратах. Цей набір умов називається нормальним технологічним режимом. Для уникнення можливих відхилень від нормального режиму необхідно впливати на процес, тобто здійснювати регулювання. Для цього необхідно мати інформацію про стан об'єкту, яку можна отримати за допомогою різних засобів вимірювання. Ці та інші функції виконують засоби автоматизації, впровадження яких дозволяє збільшити продуктивність технологічного обладнання завдяки точному дотриманню технологічного режиму; зменшити зношення обладнання та збільшити міжремонтні терміни завдяки рівномірності режиму роботи; покращити якість виробленої продукції; зменшити витрати; знизити витрати сировини і допоміжних матеріалів, собівартість продукції, витрати палива та електроенергії, інтенсифікувати процеси та застосовувати прогресивні технології, підвищити продуктивність праці, покращити умови праці виробничого персоналу, покращити організацію виробництва, оскільки автоматизація створює такий режим процесу, при якому необхідне неперервне постачання його сировиною, паливом і т.д.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ	221866.КР.26.005ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

5.1 Технологічні вимоги до системи автоматизації

№ п.п	Машина, апарат	Кількість	Парам, місце відбору імп.	Знач. парам, допус відхил	Сис автоматизування			Місце Контр. Регул.упр
					Вид сис автоматиз	Хар Конт, Регул. Упр.	Доп. Вим. до сис	
1	Станція ділення	1	Наявність входящого елементу - продукту		Контроль			МПК
					Регулювання			МПК
2	Станція формування	1	Наявність входящого елементу - продукту		Контроль			МПК
					регулювання			МПК
3	Станція обертання плівкою	1	Наявність входящого елементу - продукту		Контроль			МПК
					Регулювання			МПК

5.2. Опис схеми автоматизації

Розвиток техніки та технологій у промисловості вимагає від розробників автоматичних систем управління більш сучасного підходу до вирішення завдань. Використання мікропроцесорної техніки для автоматичного регулювання та управління технологічними процесами дозволяє вирішувати більш складні завдання. Впровадження нових технологій упаковки харчових продуктів та полімерних матеріалів призводить до створення нового покоління машин і автоматів зі складною кінематичною схемою, для яких необхідно здійснювати контроль, регулювання робочих операцій, їх взаємодію, настройку та переналадку.

Впровадження складних систем автоматики призводить до збільшення вартості машин і автоматів, проте в цілому дозволяє підвищити їх продуктивність, знизити енергоспоживання і зменшити затрати на ручну

працю. Для керування машинами і автоматами використовуються програмовані контролери різної складності, які можуть використовуватись з різними типами обладнання.

Головною задачею при проектуванні систем автоматичного управління є знаходження найбільш оптимального варіанту використання компонентів та обладнання. Для зниження вартості автоматизованих систем управління важливо використовувати доступні та недорогі комплектуючі. Надійна робота машини для групової упаковки виробів в термоусадкову полімерну плівку в першу чергу залежить від надійності всіх її вузлів та механізмів. Для забезпечення основної технологічної операції - обмотки блока виробів термоусадковою полімерною плівкою, необхідно виконати ряд технологічних операцій. подача плівки від рулоноутримувача до конвеєра.

При цьому необхідно створити необхідний натяг плівки, в момент розмотування рулону.

В цій технологічній операції бере участь:

1. рулоноутримувач;
2. механізм натягу плівки;

Рулоно-утримувач представляє собою вісь на якій вмонтовані пневмоколби маючи можливість взаємодіяти з призмами, які під час роботи висувуються у момент подачі у колби стиснутого повітря, тим самим фіксують рулон на рулоноутримувачі.

На рулоноутримувач закріпили диск, призначеним для гальмування рулоноутримувача, в момент його обертання під діями інерційної складової до повної зупинки за допомогою:

3. пристрій гальмування.

Забезпечує зусилля притискання колодок до диску рулоноутримувача за допомогою електромагніту.

Для забезпечення виконання цих допоміжних технологічних операцій, їх регулювання та контролю застосовується система керування

Механізм натягу плівки складається з важеля, на якому встановлений блок роликів, який шарнірно зв'язаний з штоком пневмоциліндру GY 5б, який кріпиться на рамі машини, кронштейну на якому встановлений блок роликів..

Плівка проходить через ролики важеля та кронштейну по черзі, що дозволяє використовувати властивість поліспасти для плавного розмотування плівки з рулону. Коли важіль коливається, це створює необхідний натяг на плівку. Під час подачі плівки в зону обмотування, її довжина зменшується, що призводить до повороту важеля з роликами на визначений кут в зоні натягу.

При надходженні продукту до автомату датчики контролю GE 1а контролюють наявність входящого елемента.

При поступанні продукту на станцію формування датчик GE 3а, GE 2а контролюють наявність картонних заготовок.

По мірі надходження упаковок на станцію обгортання плівкою датчики GE 5а, GE 6а контролюють наявність сформованої упаковки і відрізаної стрічки відповідно. Далі сформована обгорнута упаковка проходить термотунель, де піддається остаточній обробці.

5.3. Специфікація на засоби автоматизації

Позиція	Найменування	Тип	Примітка
1	2	3	4
1а – 9а	Фотодатчики. Сенсорний датчик.	SME 3120 LPGD	Banner Engineering Corporation. Minneapolis, MN 55441

Висновки

Впровадження систем контролю і регулювання дозволяє зменшити ручну працю та поліпшити умови праці, зменшити вірогідність аварійних ситуацій, покращити якість продукції, знизити собівартість продукції, збільшити продуктивність обладнання та зменшити втрати сировини, палива і енергії. Ці заходи призводять до високої економічної ефективності.

РОЗДІЛ 6

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

6.1. Аналіз виробничого травматизму на підприємстві

Найбільш травмонебезпечними у виробництві є роботи на транспорті, обслуговування деяких видів технологічного обладнання та електроустаткування, ремонтні, навантажувально-розвантажувальні та транспортно-складські роботи. Високий рівень травматизму зареєстрований при експлуатації етикетувальних автоматів, конвеєрів та деякого іншого обладнання. Значна частина травматизму припадає на електротравматизм. Основними причинами тяжкого ураження робітників електричним струмом при обслуговуванні електроустаткування є порушення техніки безпеки при експлуатації обладнання, дефекти монтажу електропроводки, неякісна ізоляція та її пошкодження.

6.2. Служба охорони праці на підприємстві

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, установах, організаціях незалежно від характеру їх трудової діяльності. Мета інструктажу - навчити працівника правильно і безпечно для себе і оточуючого середовища виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі можуть бути вступними, первинними, повторними, позаплановими та цільовими. Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками щойно прийнятими на роботу і проводиться спеціалістом з охорони праці. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в спеціальному журналі, а також в документі про прийняття працівника на роботу, де записуються інструктуючий та проінструктований працівники.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником. Усі працівники після первинного інструктажу на робочому місці повинні пройти стажування протягом 2-15 змін під

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ	221866.КР.26.006ПЗ				
	Документ затверджено Якимчук М. В.						Інд. змін.

керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма працівниками лінії по розливу газованих напоїв один раз на півріччя, так як робота на лінії не пов'язана з небезпекою.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці у таких випадках:

- при введенні в дію нових нормативних актів про охорону праці;
- при зміні технологічного процесу або устаткування;
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травм, отруєння або аварії;
- на вимогу працівника органу державного нагляду, при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;
- при перерві в роботі виконавця більше ніж 30 календарних днів.

6.3. Фінансування заходів по охороні праці

Згідно Закону про охорону праці (стаття 19. Фінансування охорони праці), фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Для підприємств, незалежно від форми власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції. Фінансування заходів по охороні праці здійснюється підприємством за рахунок ФОП (фондів охорони праці) і штрафів. Ці кошти використовуються в трьох напрямках: впровадження заходів щодо поліпшення умов праці, компенсація в зв'язку з шкідливими умовами праці і відшкодування наслідків шкідливої дії умов праці на робітника.

6.4. Санітарні умови на дільниці

У робочій зоні можливий вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів, таких як підвищена температура повітря та обертові частини

електроприводів при відсутності захисних засобів. Для забезпечення безпеки необхідно забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи. Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників виробництва потрібно проаналізувати роботу обладнання, як це зроблено на прикладі роботи цеху формування пакето-піддонів. Умовні позначення шкідливих і небезпечних чинників нанесені на спрощену апаратурно-технологічну схему. У цеху працюють п'ять спеціалістів, що обслуговують лінію формування пакето-піддонів.

Оператор машини для виймання пляшок, він же обслуговує рольганг — 1 чол.

машиніст ПФМ — 1 чол.

контролер поворотного столику— 1 чол.

машиніст машини развантажування — 1 чол.

черговий слюсар-наладчик — 1 чол.

На технологічній схемі позначена дія перелічених чинників, що виникають під час роботи обладнання. Так, машини для теплової обробки пляшок у роботі створює шум, що випромінюється в приміщення цеху, і загальну вологість, що розповсюджується по всьому цеху, виділяється теплота.

Механічні травми можуть статися у разі недотримання правил техніки безпеки ,невмілого видалення або корегування руху ящиків , які неправильно зорієнтовані на конвеєрі або мають дефекти (розбиті, тріснуті та ін.), а також під час чищення машини від склобою, перебою в роботі машини, через дефекти ящиків, руйнування пляшки в процесі переміщення її.

Для іншого обладнання небезпечні та шкідливі чинники позначені на рисунку.

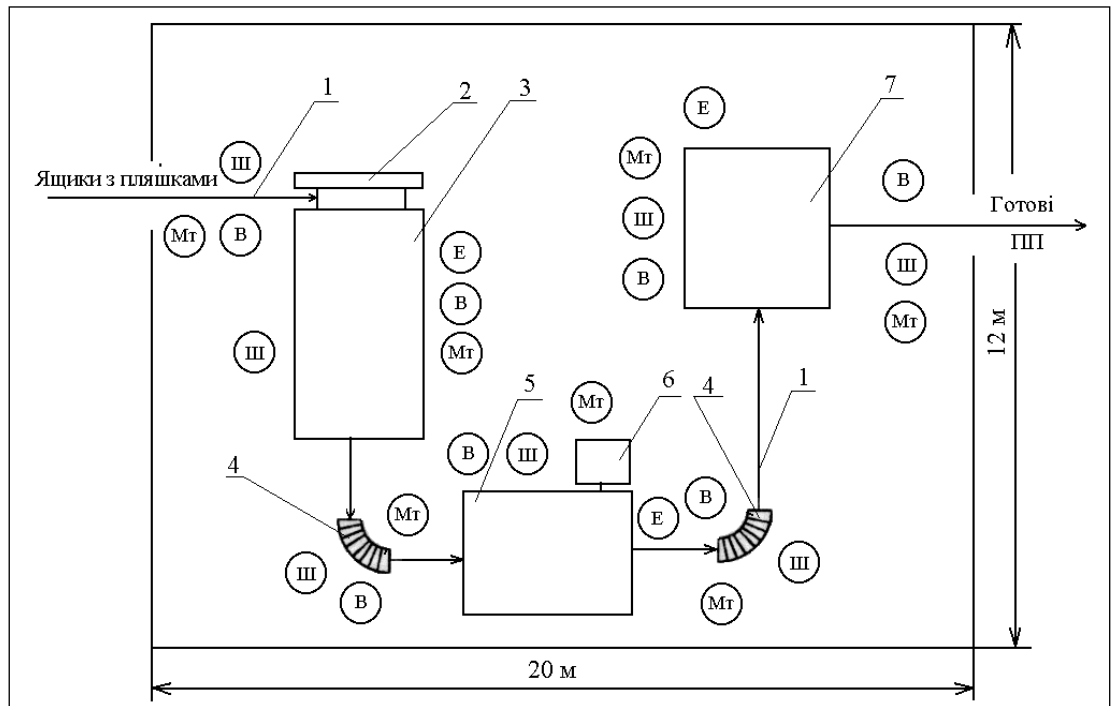


Рис. 6.1. Технологічна схема цеху формування пакетовіддонів

1. Роликовий конвеєр

2. Пристрій зіштовхування

3. Пакето – формувальна машина

4. Рольганг

5. Поворотний столик

6. Пристрій с плівкою для обгортання

7. Пристрій для вивантаження

Ш - шум

В - вібрація

Мг - механічні травми

Е - електробезпека

6.5. Метеорологічні умови

Під час праці людина витрачає енергію, яку накопичує її організм за рахунок їжі. Інтенсивність витрат залежить від характеру та інтенсивності праці, а також від оточуючого середовища, зокрема від стану повітря в приміщенні, який називається мікрокліматом. Це включає температуру, вологість, швидкість руху повітря і інші параметри, які можуть впливати на комфорт та продуктивність працівників. Метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в

приміщенні С; відносною вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м².

Ці параметри обумовлені в ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ ” Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ”

Таблиця 7.1.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення.

Період року	Температура, С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Оптимальна	допустима				оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному,	оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше
		верхня границя		нижня границя					
		на робочому місці							
постійному	непостійному	постійному	непостійному	оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному,	оптимальна	допустима на робочому місці постійному і непостійному, не більше		
холодний	21...23	25	26	20	17	40...60	75	0,1	Не більше 0,2
теплий	22...24	28	30	22	20	40...60	60 (при 27 С)	0,2	0,1...0,3

6.6. Вентиляція

ля підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, а також ступеня його чистоти у відповідності з санітарними нормами, застосовують вентиляцію, яку в залежності від призначення розділяють на витяжну і припливну. В залежності від способу переміщення повітря вентиляцію ділять на:

- природну,
- механічну,
- змішану.

Природна вентиляція забезпечує допустимі умови роботи в більшості приміщень пивно-безалкогольної промисловості. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати,

очищувати повітря-води. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря працюючої зони цеха повинно відповідати ГОСТ12.100-76 ССБТ "Общие требования безопасности". В цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Витяжна вентиляція служить для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх виділення, а припливна вентиляція призначення для нагнітання свіжого повітря в робочі зони. Припливно-витяжна вентиляція діє за допомогою механічних збудників руху повітря – вентиляторів (механічна вентиляція). Витяжна вентиляція в нашому випадку виконує вентиляцію поточних газів з топки солодосушарки і витяжку сушильного повітря, яке виконує сушку солоду.

Розрахунок

Проектом передбачена загальнообмінна притоково-витяжна вентиляція.

Для сталого процесу загальнообмінної вентиляції та виділення у приміщення тих чи інших шкідливостей необхідна кількість вентиляційного повітря L (м³/год).

Кількість нагрітого повітря, яке необхідне для вилучення із приміщення обчислюється за формулою:

Для уникнення можливих відхилень від нормального режиму необхідно впливати на процес, тобто здійснювати регулювання. Для цього необхідно мати інформацію про стан об'єкту, яку можна отримати за допомогою різних засобів вимірювання. Ці та інші функції виконують засоби автоматизації, впровадження яких дозволяє збільшити продуктивність технологічного обладнання завдяки точному дотриманню технологічного режиму; зменшити зношення обладнання та збільшити міжремонтні терміни завдяки рівномірності режиму роботи; покращити якість виробленої продукції; зменшити витрати; знизити витрати сировини і допоміжних матеріалів, собівартість продукції, витрати палива та електроенергії, інтенсифікувати

процеси та застосовувати прогресивні технології, підвищити продуктивність праці, покращити умови праці виробничого персоналу, покращити організацію виробництва, оскільки автоматизація створює такий режим процесу, при якому необхідне невинне постачання його сировиною, паливом і т.д

$$L = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot \gamma (t_2 - t_1)}, \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де $Q = 1619$ – кількість надлишкового тепла (Вт);

C – питома теплоємність повітря, $C = 1$ кДж/кг·К;

$t_2 = 298$ - температура вихідного повітря, °С;

$t_1 = 291$ – температура припливного повітря, °С;

γ – щільність повітря при даній температурі при нормальних умовах;

$\gamma = 1,2$ кг/м³.

Отже, необхідна кількість вентиляційного повітря буде:

$$L = \frac{3,6 \cdot 1619}{1 \cdot 1,2(298 - 291)} = 693 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Після розрахунку витрати вентиляційного повітря L встановлюють кратність повітрообміну n у приміщенні

$$n = \frac{L}{V}, \text{ год}^{-1}$$

де $V = 293$ - об'єм приміщення, м³.

Визначаємо кратність повітрообміну:

$$N = \frac{L}{V} = \frac{693}{231} = 3 \text{ (год}^{-1}\text{) (об./год.)}$$

Кратність повітрообміну показує інтенсивність вентиляції даного приміщення, тобто кількість обмінів повітря у приміщенні, яке подається або витягується протягом однієї години. У тому випадку, якщо повітря

подається, перед значенням n ставлять знак плюс, якщо витягується - мінус; коли у приміщення одночасно подається та витягується повітря, ставлять знак плюс-мінус. Наприклад, $n = -3$ означає, що із даного приміщення витягується повітря у кількості трьох його об'ємів за одну годину.

Кількість повітря L_M (м³/год), що видаляється місцевою витяжною вентиляцією та залежить від характеру шкідливих виділень, швидкості і напрямку їх руху можна обчислити з виразу:

$$L_M = 3600 \cdot F \cdot V,$$

де F - площа відкритого перерізу витяжного пристрою, м² ;

V – швидкість всмоктування повітря у прорізі (0,5 – 0,7 м/с).

$$L = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,6 = 129,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Передбачаються відключення вентиляційної системи при пожежі.

Передбачається можливість централізованого відключення системи вентиляції

відповідно вимогам СНіП 2.04.05

6.7. Освітлення

Освітлення у побутових та виробничих приміщеннях, а також на території підприємства, повинно відповідати вимогам СНіП 11-01-79 "Естетичне та штучне освітлення". Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму. Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується як у денний, так і в нічний час як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи накаливання, а для освітлення цеху розливу - світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40.

Крім робочого освітлення, передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені протягом всього часу горіння робочого освітлення і мати відмітні знаки. Аварійне освітлення потрібне для

продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше, ніж 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей має забезпечувати освітленість на підлозі основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

На лінії розливу вставлені такі норми освітленості:

1. При комбінованому освітленні (газорозрядні лампи та лампи розжарювання) - 200 лк.
2. При загальному освітленні (газорозрядні лампи) – 75 лк.
3. При загальному освітленні (лампи розжарювання) – 75 лк.

Передбачене джерело понижуючої напруги (24 В) для вмикання переносних світильників і ручного електроінструменту.

6.8. Шум і вібрація, методи боротьби

6.8.1.Вібрація

Вібрації - це механічні коливання машин, механізмів та їх елементів. Найпростішим видом вібрацій є гармонічні (синусоїдальні) коливання.

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення у виробництві призводять до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій. У автоматизованих виробництвах засобом боротьби є дистанційне керування (виключає контакт) відповідним технологічним процесом.

А в неавтоматизованих виробництвах використовують такі засоби та заходи:

1. Зниження вібрації в джерелах їх виникнень:
 - підвищення точності опрацювання деталей;

- оптимізація технологічного процесу;
- поліпшення балансування.

2. Відстройка від режимів резонансу (збільшення жорсткості системи); вибродемпфірування (пружинні віброізолятори).

Поліпшення організації праці вібронебезпечних процесів:

- загальна кількість робочого часу в контакті з віброобладнанням не повинна перевищувати зміни;
- одноразова дія не повинна перевищувати для локальної - 20 хвилин, для загальної - 40 хвилин.
- До лікувально-профілактичних заходів відносяться: масаж; заходи, що загально укріплюють організм; гідропроцедури. Вібрація має властивість кумуляції (накопичення в організмі)

Зниження вібрацій шляхом переводу енергії механічного коливання в інші види енергії, найчастіше в теплову, називають вибродемпфіруванням. Для цього можна використовувати матеріали з більшим внутрішнім тертям.

Використання в конструюванні матеріалів з більшим внутрішнім тертям дозволяє знизити вібрацію в діапазоні середніх та високих частот на 81 дБ. Якщо по будь-яким причинам застосування цих матеріалів неможливо, то для зниження вібрацій використовують вибродемпфіруючі покриття, що мають великі втрати на внутрішнє тертя.

Це дуже важливий аспект забезпечення безпеки на робочому місці. ГОСТ 12.1012-90 встановлює допустимі рівні вібрацій для різних типів машин і обладнання. Машини, що повністю відповідають цим вимогам, мають бути безпечними для користувачів і навколишнього середовища.

Встановлення машини-автомата на окремій платформі та використання підпружинених деталей для зворотно-поступального руху є важливими заходами для зниження рівня вібрацій. Також встановлення

шум-гасників для гашення аеродинамічних шумів є ефективним заходом для зменшення шкідливого впливу на працівників.

Дотримання вимог ГОСТ 12.1012-90 є важливим кроком для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, що працюють з машинами і обладнанням, що потенційно може викликати вібрації.

Норми загальної технологічної вібрації наведені в ГОСТ 12.1.012-90 та таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Середньгеометричні частоти, Гц	Граничні значення нормованого параметра				
	За віброприскоренням, м/с ²		За віброшвидкістю		
	В 1/3 октави	В 1/1 октави	м/с · 10 ⁻²		дБ
			В 1/3 октави	В 1/1 октави	В 1/1 октави
Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	
1,6	0,09		0,9		
2,0	0,08	0,14	0,64	1,3	108
2,5	0,071		0,46		
3,15	0,063		0,32		
4,0	0,056	0,10	0,23	1,30	99
5,0	0,056		0,18		
6,3	0,056		0,14		
8,0	0,056	0,11	0,12	0,22	93
10,0	0,071		0,12		

6.9. Електробезпека

Причинами електротравм часто бувають недоліки в конструкції обладнання, незадовільна організація робочих місць і недостатній інструктаж. Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, або які можуть бути під напругою при

діаметром 12мм, довжиною 5м, забитих в землю і з'єднаних між собою на глибині 0,5м і нижче відмітки землі з допомогою електрозварки сталюю стрічкою розміром 40*40 мм. Внутрішній контур заземлення всіх проектуємих об'єктів виконаний з полосової сталі розміром 25*4мм і нульовими типами кабелів.

Згідно з ПУЕ всі виробничі приміщення поділяються залежно від небезпеки ураження людини електричним струмом на такі категорії:

- I — без підвищеної небезпеки;
- II — з підвищеною небезпекою;
- III — особливо небезпечні.

Розглядаючи приміщення цеху, можна визначити, що зона де встановлене обладнання належать згідно з класифікації ПУЕ до зон підвищеної небезпеки (фактор небезпеки - можливість одночасного доторкання до заземлених конструкцій і до конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції, або непрофесійних дій працівника).

6.10. Побутові приміщення

Побутові приміщення повинні бути розташовані таким чином, щоб працюючі не проходили через виробничі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в цих приміщеннях не працюють. Гардероби мають бути обладнані шафами і лавками відповідної ширини. Душові потрібно розміщувати в приміщеннях, суміжних з роздягальнями, зазвичай між роздягальнями для робочого і домашнього одягу. Кількість душових розраховується за кількістю людей на одну душову сітку, які працюють в найбільш численній зміні залежно від групи виробничих процесів. На один душ розраховується на 15 чоловік, а на один санвузол - не більше 30 чоловік. Туалети розміщують так, щоб відстань між найбільш віддаленим робочим місцем до туалету була не більше 75 м. Кімната для паління

повинна мати площу 0,1 м² на кожного працюючого, але загальна площа кімнати повинна бути не менше 12 м². Їх розміщення узгоджується з протипожежною охороною. Приміщення для їдальні і медпункту розташовують в місцях з найменшим впливом робочих шкідливостей.

6.11. Посудини які працюють під надлишковим тиском

Основним обладнанням, що працює під надлишковим тиском, є форфаси та циліндро-конічні танки (ЦКТ).

У ЦКТ надлишковий тиск створюється самим процесом бродіння в цьому апараті, під час якого виділяється вуглекислий газ. Тиск в апараті контролюється шпунт-апаратами, які спрацьовують при підвищенні тиску до того, який виставлений на самому шпунт-апараті.

Форфаси використовуються для тимчасового зберігання напою перед розливом. Тиск в цих апаратах зумовлений подачею СО₂ для того, щоб напій не пінився і щоб з нього не виходив СО₂. Тиск в форфасі також зумовлений тиском, який створює насос, що перекачує напій. В основному насоси створюють тиск, що не перевищує 10 бар, в окремих випадках багатоступінчасті насоси створюють тиск до 19 бар. Тиск СО₂ - до 8 бар.

Всі посудини, що працюють під надлишковим тиском, обладнані запобіжною арматурою, а оглядові вікна на трубопроводах захищені шайбами

6.12. Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання

- До обслуговування і роботи на машині допускаються тільки особи, які пройшли відповідну підготовку та вивчили правила техніки безпеки і посібник з експлуатації.

- До обслуговування і роботи на машині допускаються тільки особи, які пройшли відповідну підготовку та вивчили правила техніки безпеки і посібник з експлуатації.

- Для обслуговування машини оператори і налагоджувальники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху по ДСТУ 12.4.051-87, спеціальним одягом і захисними окулярами.

- Зона обслуговування машини повинна бути позначена знаком безпеки по ДСТУ 12.4.026-76.

Для забезпечення безпеки переміщення оператора й охорони його ніг від промокання робоче місце забезпечується настилом висотою 250 мм.

Проходи не повинні бути захаращені ящиками, пляшками й іншими сторонніми предметами.

- Для забезпечення електробезпечності електропроводка від шафи до машини повинна бути прокладена тільки в металевій трубі.

Корпус машини і шафу з електроустаткуванням надійно заземлити. Для заземлення машини з заземлюючим контуром на станині передбачений спеціальний болт, відзначений знаком "Земля".

Контроль за надійністю заземлення металевих частин машини повинний здійснюватися відповідно до правил і вимог ПУЕ і ПТЕ.

- Кожухи й огороження машини повинні бути встановлені на місцях і надійно закріплені.

- Перед початком роботи перевірити справність захисних пристроїв, спрацьовування електроблокування. Категорично забороняється працювати з відкритим огороженням каруселі, ушкодженими електрокнопками керування машини.

- Під час роботи машини забороняється поправляти, переставляти упакованні банки.

- При усуненні дрібних неполадок протягом робочої зміни і чищенні обов'язково зупинити машину і вжити заходів обережності проти випадкового пуску. Забороняється лишати на машині в період роботи інструменти й інші предмети.

- Стежити за справністю захисних пристроїв для автоматичної зупинки машини при перевантаженнях механізмів. Для екстреної (аварійної) зупинки машини передбачені дві кнопки "Стоп" із грибоподібним штовхачем червоного кольору.

- Регулярно прочищати трапи для відводу води. По закінченні робочої зміни робити очищення машини, прибирати робоче місце.

- Категорично забороняється робити обдувку машини зі знятими кожухами циліндрів

- При проведенні ремонтних робіт, а також огляді електроустаткування обов'язково виключити пакетник і переконатися у відсутності напруги на корпусі машини. Утримувати в належному стані металеві труби і металорукава, що захищають електричні проводи від ушкодження.

Систематично стежити за заземленням механічних частин, що можуть виявитися під напругою у випадку порушення заземлення.

- Обслуговуючому персоналу забороняється: вмикати автомат без попередження, а також не переконавшись в його справності; працювати при несправних або завчасно закорочених блокіровках; працювати в не заправленому одязі.

6.13. Пожежна безпека

Витік легкозаймистих і горючих рідин та парів відбувається через неповне герметизування фланцевих з'єднань трубопроводів, ущільнювачів сальників насосів та запірної арматури; при недостатньому охолодженні спирту в холодильниках.

На підприємстві існує небезпека загоряння, вибухонебезпечних і горючих сумішей, і найбільш поширеними причинами загоряння можуть бути: утворення іскор механічного походження при ударах металевих частин обладнання (вентилятора і т. д.); потрапляння металевих предметів

в дробарки та інше технологічне обладнання; падіння інструменту на металеву поверхню або бетонну підлогу; відкрите полум'я технологічного обладнання (топки), паяльні лампи, місця спалювання відходів, електрозварювальні роботи, сірники і не погашені цигарки; теплові виявлення електричного струму, іскри або дуги короткого замикання; розряди статичної і атмосферної електрики; перегрів підшипників при неправильному застосуванні змащеного матеріалу, їх несправність, спрацювання або забруднення; недбале поводження з рослинними маслами, промасленими ганчірками.

Цех розливу напоїв в жерстяні банки відноситься по вибухонебезпеці, вибухопожежебезпеці до категорії “В”. Всі вимоги по пожежній безпеці приміщень такої категорії проектом передбачені.

Протипожежні заходи різного роду, що проводяться на заводі направлені на усунення причин, які спричиняють пожежі, здійснення заходів, які обмежують розповсюдження пожеж і створення умов успішної евакуації людей і матеріальних цінностей. Для підтримання пожежної безпеки на підприємстві організовані засоби протипожежної сигналізації, оповіщення та зв'язку, засоби гасіння пожеж та протипожежне водопостачання СНіП II-31-74.

Розрахунковий запас води при тригодинному пожежегасінні визначається за формулою, м³::

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot \frac{(n_1 + n_2)}{1000} \approx 11 \cdot (n_1 + n_2),$$

де: 3600 і 1000 – перевідні коефіцієнти відповідно годин в секунди і літрів – в м³; n₁ – потреба води на внутрішнє пожежегасіння (2·2,5=5 л/с); n₂ – на зовнішнє пожежегасіння (10...40 л/с).

Витрата води для гасіння пожежі визначається по об'єму приміщення та його ступеню вогнестійкості. Для даного приміщення приймаємо секундну витрату води 25 л/с. Тоді розрахунковий запас води для трьохгодинного пожежегасіння визначається так:

$$Q = 3 \cdot 3600 \cdot \frac{25}{1000} = 270 \text{ м}^3.$$

Отже, запас води при трьохгодинному пожежегасінні повинен бути 270 м³.

Пожежну безпеку промислових об'єктів регламентують ГОСТ 12.1.004-85 ССБТ «Пожарная безопасность.Общие требования»

6.15. Пропозиції щодо покращення умов праці

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно встановити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи.

Для запобігання травмам та травмонебезпечним ситуаціям необхідно ретельно утримувати обладнання у справному стані.

Щодо зниження рівня шуму на виробництві, це можливо шляхом удосконалення будови звукопоглинаючих перегородок, стін, перекриттів; використанням спеціальних фундаментів або вітрозахисних амортизаторів. У випадках, коли уникнення шуму на робочому місці не є можливим, рекомендується використовувати засоби індивідуального захисту: шумозахисні навушники, біруші та інші засоби.

Висновки

Можна зробити висновок, що в результаті модернізації пакетоформуючої машини LSK-30F порушень норм техніки безпеки і охорони праці не спостерігається..

РОЗДІЛ 7

МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

З досвіду зарубіжних підприємств 95% термозбіжних плівок використовується для не харчових продуктів і тільки 5% для харчових.

У нашій країні термоусадочні плівки знайшли широке застосування для упаковки харчової продукції. Сфери застосування її в харчовій галузі досить різноманітні, найбільш часті з них такі:

- Упаковка хлібобулочних виробів - застосовується для збільшення термінів реалізації і, крім того, в такій упаковці хлібобулочні вироби набувають естетичний товарний вигляд;

- Упаковка м'яса і птиці - для збільшення термінів зберігання, додання естетичного вигляду і зручності для роздрібної торгівлі;

- Упаковка кондитерських виробів або напівфабрикатів з використанням літаків відповідних розмірів.

Така упаковка, завдяки жорсткому лотка, забезпечує більшу безпеку товару в порівнянні із звичайною розфасовкою в пакети і має більш привабливий для споживача обсяг фасування.

Групова упаковка банок, пляшок, пакетів з алкогольними та прохолодними напоями, молочними продуктами та ін.

Процес виготовлення та роботи термозбіжної плівки

Термозбіжна плівка – це прозорий матеріал, здатний стискатися під впливом температури, що дозволяє упаковці приймати практично будь-яку форму. Процес виробництва може відрізнитись залежно від ряду нюансів, наприклад оригінальної чи вторинної сировини, типу щільності видувки поліетилену або структури.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І. М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О.В.	Назва, додаткова назва МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	221866.КР.26.007ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

овочів, фруктів, хлібобулочних виробів і готових страв. Крім того, термозбіжна плівка є незамінною при упаковці напоїв, таких як пляшкова вода, соки та алкогольні напої.

Особливість термозбіжної плівки полягає в тому, що вона тісно обгортає продукт, забезпечуючи його захист від зовнішнього середовища. Це допомагає зберігати свіжість продуктів, запобігає проникненню бактерій та інших мікроорганізмів, а також захищає від механічних пошкоджень. Таким чином, термозбіжна плівка допомагає продовжити термін придатності продуктів харчування.

Використання термозбіжної плівки також зручне для споживачів. Вона легка у використанні, може бути легко відкрита без необхідності використання додаткових інструментів, а також забезпечує видимість продукту, що важливо для споживачів при купівлі.



Переваги використання термозбіжної плівки в харчовій промисловості

Переваги використання термозбіжної плівки в харчовій промисловості численні і різноманітні. Перш за все, вона допомагає зберігати свіжість продуктів харчування, подовжуючи їх термін придатності. Термозбіжна плівка створює герметичний бар'єр, що запобігає проникненню повітря і вологи, які можуть сприяти розвитку бактерій та грибків.

Також, цей матеріал ефективно захищає продукти від забруднення. Це особливо важливо для транспортування та зберігання продуктів, які легко можуть бути забруднені або пошкоджені, наприклад, свіжих овочів, фруктів, м'яса та риби.

Останньою, але не менш важливою перевагою є зручність використання та зберігання термозбіжної плівки. Вона легка, гнучка та може бути легко відкрита без необхідності використання додаткових інструментів. Крім того, термозбіжна плівка дозволяє створити компактні пакети, що ефективно використовують простір, що полегшує зберігання та транспортування.

Проблеми та виклики, пов'язані з харчовою термозбіжною плівкою

Проблеми та виклики, пов'язані з харчовою термозбіжною плівкою, є багатогранними і потребують уваги. Одним з основних питань є вплив на навколишнє середовище. Пластикові упаковки для харчових продуктів складають більшу частину пластикових відходів, які забруднюють навколишнє середовище. Крім того, виготовлення упаковки часто супроводжується викидами в атмосферу, включаючи парникові гази, важкі метали та частинки, а також стічними водами та/або відходами.

Однак, є можливості для вдосконалення. Наприклад, розробка більш сталих матеріалів для упаковки, таких як біорозкладані або повторно використовувані матеріали, може зменшити вплив на навколишнє середовище. Також, оптимізація процесів виробництва, щоб зменшити викиди і відходи, може бути корисною.

Нарешті, важливо розглянути питання поводження з відходами на кінцевому етапі життєвого циклу упаковки. Кожен тип упаковки має свої виклики щодо утилізації, і виробники повинні розглядати це при проектуванні своїх продуктів.

Напрямки розвитку та інновації в області харчової термозбіжної плівки

Напрямки розвитку та інновації в області харчової термозбіжної плівки динамічні і захоплюючі. Використання нових технологій та матеріалів може значно поліпшити ефективність та сталість цього важливого сектору.

Один з ключових напрямків інноваційного розвитку – це впровадження біорозкладаних матеріалів. Здатність таких матеріалів розкладатися під впливом природних факторів може значно зменшити вплив упаковки на

навколишнє середовище. Наприклад, новий матеріал Ultramid® Flex F, розроблений компанією BASF, є ідеальним рішенням для різноманітних застосувань, включаючи харчову промисловість.

Крім того, розвиток нових технологій, таких як використання підйомника PalVac Sprint для переміщення упакованих в термозбіжну плівку товарів, може поліпшити ефективність процесу упаковок.

Все це свідчить про те, що інновації в області харчової термозбіжної плівки продовжують рухатися вперед, пропонуючи нові можливості для поліпшення якості продуктів, зручності для споживачів і сталості для нашого навколишнього середовища.

Висновок

Висновок нашого аналізу підкреслює важливість харчової термозбіжної плівки в сучасному світі. Цей матеріал відіграє ключову роль у забезпеченні якості, свіжості та безпеки харчових продуктів, а також у зручності їх зберігання та транспортування. Проте, разом з цим, він ставить перед нами серйозні виклики, особливо щодо впливу на навколишнє середовище.

Однак, майбутнє харчової термозбіжної плівки обіцяє бути захоплюючим. З появою нових матеріалів, таких як біорозкладані пластики, і нових технологій, що поліпшують ефективність та сталість процесу упаковки, ми можемо очікувати значних прогресів у цій області.

Все це вказує на те, що харчова термозбіжна плівка залишатиметься важливим інструментом в харчовій промисловості, надаючи нові можливості для поліпшення якості продуктів, зручності для споживачів і сталості для нашого навколишнього середовища.

На ринку існує широкий вибір матеріалів для упаковки продукції. Всі вони відрізняються технічними характеристиками, особливостями і властивостями, а також найкращим чином підходять під певні категорії товарів. Для того, щоб правильно вибрати матеріал для упаковки необхідно також ознайомитися з видами обладнання, яке здійснює обмотку товару.

Найкращим показником того, яку саме плівку варто вибрати, є обладнання, встановлене на виробництві. Тільки з урахуванням його можливих параметрів і характеристик підприємство може підвищити рівень продуктивності і збільшити захист вантажу під час доставки.



Термоусадка виробів

Упаковувати продукцію можна за допомогою термоусадки, обандеролювання, обмотки, запечатування та заклеювання. Деякі з цих видів можна здійснювати вручну і заощаджувати на покупці пристрою. При цьому відсоток освіти шлюбу при доставці тільки збільшується, а імідж компанії погіршується. Саме тому машинна упаковка товару з кожним роком стає все популярнішим. Тільки з допомогою обладнання можна створювати якісну і однакову тару.

Одним з найбільш надійних способів пакування вантажу стала термоусадка. Вона легко справляється із зберіганням продуктів і збільшує термін придатності товарів. Завдяки технології теплового обдування, плівка приймає форму виробу і підвищує її герметичність.

Існує два види термозбіжної плівки:

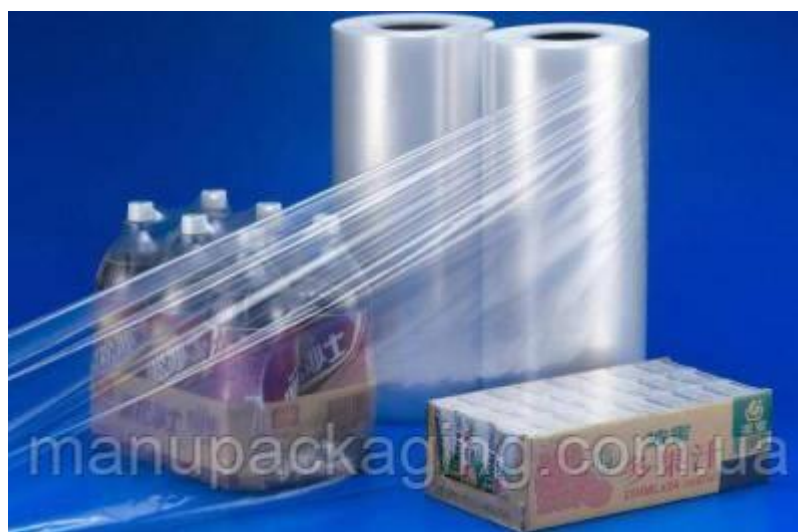
- *ПВХ-плівка;*

ПВХ-плівка – це матеріал, який вмощується при температурі нижче 90 С° і дозволяє продукту «дихати» завдяки процесам циркуляції повітря. Він знижує витрати на електроенергію і зберігає товарний вигляд виробу.

До мінусів використання ПВХ плівки можна віднести втрату властивостей при недотриманні правил температур зберігання та погіршення

якості запаювання шва при відсутності системи ізоляції. Якщо упаковка вантажу відбувається на складі з нестабільним рівнем температури, фахівці настійно рекомендують відмовитися від використання ПВХ-матеріалу. Його застосування підвищує собівартість продукту і збільшує загальну вагу товару.

Крім іншого пари хлориду, які виділяються при роботі з ПВХ-плівкою негативно впливають на здоров'я оператора. Останні дослідження свідчать, що такі пари можуть стати причиною виникнення онкологічних захворювань.



• ПОФ-плівка.

Що стосується ПФО плівки то це матеріал, який адаптується під зовнішню середу. Він може працювати в умовах підвищеної (+20 С) і зниженою (-50 С°) температур, що дозволяє експлуатувати його в суворих кліматичних умовах. Плівка не втрачає своїх характеристик, не жовтіє і не стає крихкою. Вона активно використовується для усадки продуктів харчування (наприклад, овочів, фруктів, печиво), тому що не виділяє хлор.



Шви ПФО плівки більш якісні, еластичні та міцні, що дозволяє упаковувати товар з гострими кутами. Матеріал збільшує термін зберігання виробів, чим скорочує кількість виробничих відходів і підвищує прибуток компанії. Також плівку використовують для пакування нехарчових продуктів (наприклад, предмети для побуту, канцелярія, одяг тощо).

Завдяки своїй багатошаровій структури ПОФ-плівка має відмінні показники еластичності і міцності. Вона відповідає європейським стандартам якості і безпечна у використанні.



Матеріал скорочує собівартість упаковки однієї одиниці вантажу від 15 до 50%. Якщо підприємство використовує ПФО усадку від 500 кг протягом року, в такому випадку економія складе 150 тисяч гривень і більше. До мінусів ПОФ-плівки можна віднести початкові вкладення коштів в підбір матеріалів і купівлю професійного пристрою.

Висновок

Працюючи з двома видами матеріалів можна помітити, що питома щільність ПОФ нижче на 35% з розрахунком на 1 кілограм нетто, що значно більше показників ПВХ. ПОФ-плівка знижує свою вартість на 25% від початкової ціни і краще захищає виріб від ушкоджень при зберіганні, розподілі і транспортуванні.

Якщо оцінити кількість переваг від використання ПФО плівки і детально вивчити властивості ПВХ-матеріалу, можна прийти до висновку, що використання першого незабаром принесе набагато більше користі для підприємства і допоможе автоматизувати пакувальну лінію.

ВИСНОВКИ

Упаковка пакованих харчових виробів термозбіжною плівкою необхідна для організації процесу групової (поштучної) упаковки продукції, в той же час захищає продукт від зовнішніх впливів. Типова машина для таких технологічних операцій складається з механічного 2-х рулонного зварювача і термоусадочного тунелю. Таке обладнання призначено для упаковки термоусадковою плівкою різної продукції: пластикових пляшок, бляшанок, друкованої продукції, коробок та ящиків з фасованим харчовим продуктом, тощо

Визначені основні переваги такого типу обладнання:

Всі налаштування зварювача і тунелю, виробляються з окремих блоків управління, що дозволяє працювати (керувати, перенастроювати) кожен вузол окремо, не зупиняючи лінію в цілому;

Електронний блок керування з можливістю відстеження аварійних і позаштатних ситуацій (кінець плівки, заземлення продукції тощо);

Метою даної кваліфікаційної роботи була модернізація станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину.

Вирішивши поставлені задачі при виконанні роботи були отримані наступні результати:

- зроблений огляд обладнання для обгортання транспортних пакетів та проаналізовані конструкції машин та їх вузлів. Можна констатувати, що типовими операціями є формування рукава або полотна з полімерних плівок та термоусадкового тунелю.
- були проаналізовані технологічні схема обгортання пакованого виробу термоусадковою плівкою та визначено основні їх недоліки.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І. М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Шпильовий О	Назва, додаткова назва ВИСНОВКИ	221866.KP.02.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М. В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш

- Запронована модернізована схема механізму обгортання
- . Метою модернізації була розробка удосконаленої конструкції обгортального механізму, який би забезпечував постійний натяг плівки в процесі обгортання.
- Проведено автоматизацію згідно до удосконаленої технологічного обладнання та розроблено алгоритм роботи машини.
- Розраховані механізми модернізованої станції обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину,

Використовувати модернізовану модернізовану станцію обгортання транспортних пакетів в лінії пакетоформування LSK-30F продуктивністю 1000 коробів за годину можна на харчових підприємствах, пакована продукція яких потребує збільшення вантажної одиниці для транспортування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пакувальне обладнання : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К. : ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
2. Гавва О. М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2007. — 136 с.
3. Гавва О. М. Наукові основи розрахунку параметрів потоково – транспортних систем харчових виробництв : дис. докт. техн. наук : 05.18.02 / Гавва Олександр Миколайович – Київ, 1996. – 562 с.
4. Термінологічний довідник пакувальника / Й.І. Сторіжко, О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. – К. : ІАЦ Упаковка, 1999. – 80 с.
5. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К. : ІАЦ Упаковка, 2008. – 436 с.
6. Кривошей В.М. Упаковка в нашому житті / В.М. Кривошей. — К. : ІАЦ Упаковка, 2001. — 160 с.
7. Якимчук М.В. Мехатроніка в пакувальному обладнанні / М.В. Якимчук, О.М. Гавва // XI Науково-практична конференція молодих вчених «Новітні технології пакування» (НУХТ, Київ, Україна, 3 квітня 2015). – К. : НУХТ, 2015. – С. 51-55.
8. Мікульонок І. О. Енергосилові параметри процесу приготування полімерних композиційних матеріалів у змішувачі з овальними роторами / І. О. Мікульонок // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2004. — № 1. — С. 33—39.
9. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації: Підручник. – Кривий Ріг: КК НАУ, 2017. – 444 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Миколів І. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Шпильовий О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних джерел	221866.KP.26.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М. В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i>	

10. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації [Текст]: Навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Видавництво Ліра-К, 2014. – 344 с.
11. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих [Текст]: Підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
12. Якимчук, М.В. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів./ М.В. Якимчук, О.М. Гавва, А.П.Беспалько, Л.О.Кривопляс-Володіна – Друк. Моногр., К: Видавництво «Сталь», 2017. –515 с.ISBN 9786176761297
13. Кривопляс-Володіна, Л.О., Дослідження електропривода з лінійним двигуном для пакетоформувальних машин/Л.О. Кривопляс-Володіна, О.М.Гавва, С.В. Токарчук //Харчова наука і технології (ISSN 24097004 (Online)) Volume 11 Issue 2 / 2017. – С. 111 – 118. (входить до Переліку міжнародних наукометричних баз Web of Science (WoS), Ulrich's Periodicals Directory, Google Scholar, Open Academic Journals Index (OAJI), DOAJ).
14. Кривопляс-Володіна Л.О., Багатокритеріальний структурно-параметричний синтез функціональних модулів потоковотехнологічних пакувальних систем/ О.М.Гавва, Л.О.Кривопляс-Володіна, А.В.Деренівська // Міжнародна науковотехнічна конференція –Scientific Works of NUFT Volume 23, Issue 5, Part 1, 7 -8 листопада 2017р. - Р. 98 – 109
15. Володін С., Гнатів Т., Кривопляс-Володіна Л.О. Синтез мехатронної системи функціонального модуля пакувальної машини з пропорційним регулятором тиску // Гідроаеромеханіка в інженерній практиці: матеріали XXII Міжнародної науковотехнічної конференції 23 -26.05.2017р. - НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». С.111 -114.
16. Кривопляс-Володіна, Л.О. Методологія синтезу компоновочних рішень// Л.О.Кривопляс-Володіна, О.М.Гавва, А.І. Волчко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – Київ - 2013. – № 3. – С. 178 - 182.

17. Гавва, О.М. Багатокритеріальний структурнопараметричний синтез функціональних модулів потоковотехнологічних пакувальних систем / О.М.Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, А.В. Деренівська //Наукові праці НУХТ. – Київ, 2017. – № 5.Частина1 – С 70-76.
18. Павленко І.І. Захватні пристрої роботів: Навчальний посібник / Павленко І.І., Годунко М.О. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2014. - 368 с.
19. Мажара В.А. Визначення кутів повороту ведучих ланок адаптивного захватного пристрою / Мажара В.А., Годунко М.О, Кислун О.А. //Збірник наукових праць КНТУ / техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація / - Вип. 27.Кіровоград: КНТУ, 2014. - С. 28 - 33.
20. Якимчук М.В. Мікропроцесорна техніка в системах керування пакувального обладнання / М.В. Якимчук, О.М. Гавва // Харчова промисловість. – 2004. – № 3.
- Бережко К.І. Шляхи зменшення енерговитрат в пакувальному обладнанні / М.В. Якимчук, О.М. Гавва, К.І. Бережко // Упаковка. – 2005. – № 3. – С. 45-48.
21. Якимчук М.В. Виконавчі механізми укладальних машин в лініях фасування (шляхи модернізації) / М.В. Якимчук, А.П. Беспалько, В.Г. Валіулін, В.С. Костюк // Упаковка. – 2014. – № 4. – С. 50-54.
22. Устаткування для пакування харчових продуктів. Терміни та визначення : ДСТУ 2515-94. – К. : Держстандарт України, 1995. – 26 с. – (Державний стандарт України).
23. Пристрої устаткування для пакування функціональні. Терміни та визначення : ДСТУ 2379-94. – К. : Держстандарт України, 1995. – 21 с. – (Державний стандарт України).
- Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів) : навч. посіб. / Б.О. Пальчевський. – Львів : Світ, 2007. – 392 с.