

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

Інститут \_\_\_\_\_ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра \_\_\_\_\_ мехатроніки та пакувальної техніки

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Блаженко С.І.  
(прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Соколенко А.І.  
(прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ машини і технології пакування

на тему: Модернізація етикетувальної машини KHS для наклеювання етикеток в  
кругову продуктивністю 24 тис. пл./год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

\_\_\_\_\_ Сога Ярослав Юрійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Васильківський Костянтин Вікторович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 131 Прикладна механіка  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма машини і технології пакування  
(назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ  
Соколенко А.І.  
"8" 04 2020 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сога Ярослав Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Модернізація етикетувальної машини KHS для наклеювання етикеток в кругову продуктивністю 24 тис. пл./год.  
керівник роботи Васильківський Костянтин Вікторович, к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти від "08" 04 2020 року №260-кв
- Строк подання здобувачем роботи 29.05.2020 р.
- Вихідні дані до роботи Продуктивність машини - 24000 пл./год.  
Вид упаковки - пляшка  
Вид пакувального матеріалу - поліетилентерефталат
- Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне обґрунтування.  
Опис пропозиції. Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми.  
Технологічні, кінематичні, силові розрахунки. Розробка технологічного  
маршруту. Монтаж, експлуатація та ремонт машини. Опис блоку управління  
машиною. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.  
Додатки.
- Перелік графічного матеріалу  
Лист 1 – пристрій наклеювання етикеток  
Лист 2 – вакуумний барабан  
Лист 3 – вузол центруючого ковпачка  
Лист 4 – відрізний вузол  
Лист 5 – технологічний маршрут виготовлення деталі корпус



## Зміст

Анотація

Вступ.....	
1. Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва.....	
2. Порівняльний аналіз технологічних та конструктивних рішень процесу етикетування.....	
3. Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи обладнання .....	
4. Опис, будови та принцип роботи модернізованого обладнання.....	
5. Розрахункова частина.....	
6. Розрахунок етикетувальних машин.....	
7. Монтаж, ремонт, експлуатація етикетувальної машини.....	
8. Технологія виготовлення деталі.....	
9. Охорона праці.....	
Висновки.....	
Список використаної літератури.....	

					Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сога Я.Ю.			<b>Зміст</b>	Літ.	Арк.	Листів
Керівн.		<i>Васильківський</i>				1	1	1
Репенз.						НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.								
Затверд.								

## Анотація

Дипломний проект на тему: «Модернізація етикетувальної машини KHS для наклеювання етикеток в кругову продуктивністю 24 тис. пл./год.» виконаний згідно виданому завданню.

Під час виконання дипломного проекту було наведено сучасний стан безалкогольної галузі, представлені аналоги обладнання, яке модернізується, розглядаються проблеми етикетування пляшок, приведені технології процесу етикетування. Проведено відповідні розрахунки, викладені основні вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту обладнання. Висвітлені питання автоматизації, техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

В основу модернізації покладено проблему етикетування пляшок в безалкогольній галузі на етикетувальних машинах, великих відходів стрічки, швидкості етикетування.

Дипломний проект складається з аркушів пояснювальної записки та 5 листів креслень формату А1, на яких зображено загальний вигляд обладнання та вузлів.

*Ключові слова: етикетка, автомат, гарячий клей, пакування, ПЕТ-пляшка.*

					Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сога Я.Ю.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Васильківський					
Реценз.					Анотація НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Затверд.							

## An annotation

Is the diploma project on a theme: «Modernization of labeller of KHS RF 25 in the conditions » executed in obedience to the given out task.

During implementation of diploma project the modern state of non-alcoholic industry was resulted, the presented analogues of equipment which is modernized are examined problems of etiketuvannya of bottles, resulted technologies of process of etiketuvannya. The proper calculations, expounded the basic requirements to editing, exploitation and repair of equipment, are conducted . Lighted up questions of automation, accident and guard of environment prevention.

The problem of etiketuvannya of bottles in non-alcoholic industry on labellers, large wastes of ribbon, speed of etiketuvannya is fixed in basis of modernization.

A diploma project consists of folias of explanatory message and 5 letters of drafts of format of A1, which the general view of equipment and knots is represented on.

*Key words: label, automatic machine, hot glue, packing, PET bottle.*

					Modernization of labeller of KHS RF 25			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сога Я.Ю.			An annotation	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр.						НУХТ ПМ-4-1		
Затверд.								

## Вступ

Безалкогольна галузь, орієнтуючись на кінцевого споживача, виробляє нові види напоїв, якість яких дуже висока і залежить від сировини - води, концентрованих соків, барвників. З цих основних компонентів вітчизняні виробники стабільно забезпечені лише вітчизняною водою.

Харчова промисловість України включає в себе двадцять дві спеціалізовані галузі, а саме: цукрову, спиртову, хлібопекарну, м'ясо-молочну, пиво-безалкогольну та багато інших специфічних видів виробництв харчових продуктів .

На сьогоднішній день в Україні працює більше 70 безалкогольних заводів, проте в цілому ділити ринок і визначати курс його розвитку продовжують найбільші компанії. Процес консолідації ринку поки не увійшов до фази уповільнення, і тиск на дрібних виробників з боку титанів українського безалкогольного бізнесу щорічно посилюється.

Наперекір найоптимістичнішим прогнозам безалкогольний ринок України не перестає дивувати експертів і гравців стрімкими темпами зростання. У 2005 році споживання підвищилося на 10,5%, рік потому ринок, побивши п'ятирічний рекорд, додав 13%, а минулий рік додав ще 12%.

Цього року динаміка зовсім не сповільнилася, і за підсумками перших чотирьох місяців українці випили на одну п'яту більше, ніж в першому півріччі 2008 року (ріст переважно забезпечується експортом продукції у сусідні країни- Росію і ін. ( Соса-Сола Беверідж, Оболонь, Росинка).

Минулого року преміальний сегмент безалкоголки показав найбільш вражаюче зростання виробництва, що склало 16% порівняно з показниками 2017 року. Це викликано різким зростанням споживчого попиту і підвищеною активністю виробників, що пропонують новий вигляд і торгові марки вод і соків.

					Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25			
Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Сога.Я.Ю.				<b>Вступ</b>	Літер.	Анк.	Анквнів.
Перевір.	Васильківський							
Реценз.								
Н.								
Затверд.								
						НУХТ ПМ-4-1		

За словами експертів, у 2018 році безалкогольний ринок в Україні виросте на 10,5% - до 150 млн. декалітрів в порівнянні з 135 млн. дал за аналогічний період 2008 року. Хоча слова експертів можна ставити під сумнів у зв'язку з світовою економічною кризою та тенденцією до зниження експортних потужностей до сусідніх країн.

Таким чином підвищення конкурентоспроможності української продукції забезпечило підвищення попиту на неї з одночасним витісненням з внутрішнього ринку більшої частини іноземних товарів. Через торгову мережу реалізується три чверті товарів вітчизняного виробництва, а продовольчих товарів - 95%. Зниження конкуренції з боку імпорту виявилось одним з головних факторів поживлення реальної економіки в харчовій промисловості.

					<i>Вступ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва

Модернізація лінії пакування мінеральної води в пляшки ПЕТ.

Лінія пакування мінеральної води складається з видувної машини,(яка більш детально буде розглянута в роботі мого співробітника Євгена) з машини для фасування рідкої продукції,яка працює з дозувальним пристроєм,що працює за об'ємом, витискнутого типу,рідина переміщується барометричним способом,за схемою наповнення з короткою трубкою шатровим методом,з золотниковою запірною арматурою,з комбінованим видом системи керування запірною арматурою.А також машина для етикетування KHS-RF 25.На даний час ринок мінеральної води залежить від заказчика,тому при розробленні лінії пакування води важливо не збільшення продуктивності лінії,а забезпечення сталої безперервної роботи,з мінімальною кількістю бракованих одиниць.На мій погляд з цих 3-х машин найбільш в удосконалення потребує етикетувальна машина,розробку якої і буде представлена в моєму дипломному проєкті.

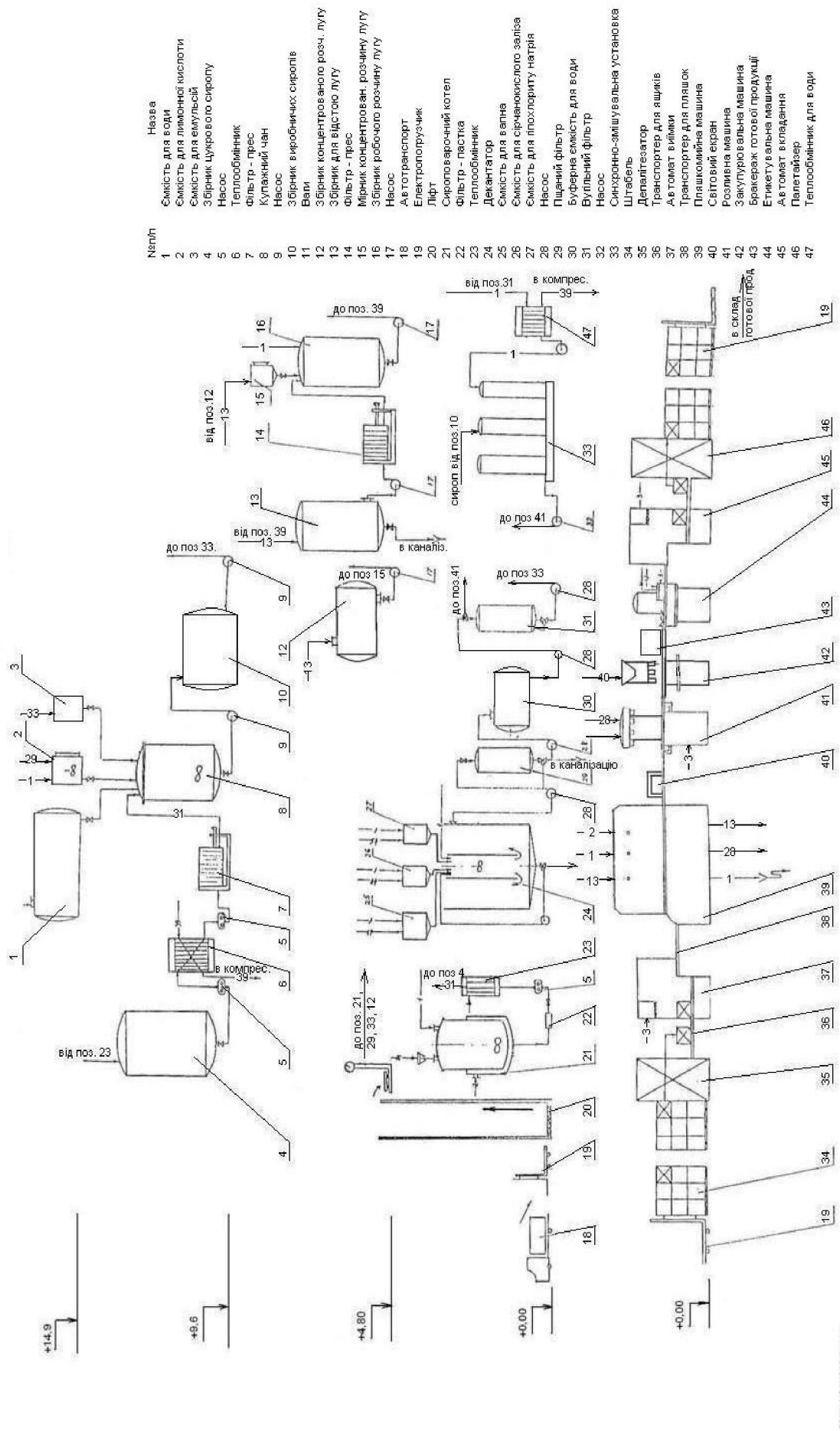
Виробництво газованих безалкогольних напоїв включає наступні основні стадії:

- приготування цукрового сиропу;
- приготування купажних сиропів;
- насичення води для напою двооксидом вуглецю;
- розлив;
- бракераж;
- **наклеювання етикеток;**
- передача готової продукції на склад;
- зберігання і транспортування продукції.

					ДП.76.01.000			
Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Слава Я Ю				Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Літер.	Арк.	Аркушів.
Певеніп.	Васильківський							
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.								
						<b>НУХТ ПМ-4-1</b>		

Цукор доставляють автотранспортом на завод, вкладають мішки на піддони і за допомогою ліфта піднімають на склад сировини. За необхідності цукор автотранспортом підвозять в сироповарочне відділення і необхідну масу завантажують в сироповарочний котел, куди одночасно подають відповідну кількість води. Готовий цукровий сироп направляють на фільтр-пастку, а потім насосом через теплообмінник перекачують до купажного цеху в збірник цукрового сиропу.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		



№п/п	Назва
1	Смієсть для води
2	Смієсть для лимонної кислоти
3	Смієсть для емульсії
4	Збірник цукрового сиропу
5	Насос
6	Теплообмінник
7	Фільтр - прес
8	Кулажний чан
9	Насос
10	Збірник виробничих сиропів
11	Ваги
12	Збірник концентрованого розч. луку
13	Збірник для відстою луку
14	Фільтр - прес
15	Мірник концентрован. розчину луку
16	Збірник робочого розчину луку
17	Насос
18	Ав.оттранспорт
19	Електропозувачик
20	Ліфт
21	Сироповарочний котел
22	Фільтр - пастика
23	Теплообмінник
24	Декантатор
25	Смієсть для в'яння
26	Смієсть для сиренокислого заліза
27	Смієсть для плосколигуну нагрія
28	Насос
29	Піщаний фільтр
30	Буферна ємність для води
31	Вульній фільтр
32	Насос
33	Синхронно-змішувальна установка
34	Штабель
35	Депалезатор
36	Транспортер для ящиків
37	Ав.томат вижимки
38	Транспортер для пляшок
39	Пляшомийна машина
40	Світловий екран
41	Розливна машина
42	Закулювальна машина
43	Бракерак готової продукції
44	Етикетувальна машина
45	Ав.томат вкладання
46	Палетадер
47	Теплообмінник для води

**Технологічна схема виробництва безалкогольних напоїв**

- Умовні позначення
- основний продукт/літ
  - вода
  - пара
  - стиснене повітря
  - луг
  - діоксид вуглецю
  - лимонна кислота
  - цукор
  - цукровий сироп
  - емульсії
  - розсол
  - мронен пробка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
-----	------	----------	--------	-----	---	------

Технологічна вода, що використовується для виробництва безалкогольних напоїв очищається і пом'якшується. Процес водопідготовки проводиться реагентним способом. Вихідна вода із свердловин в автоматичному режимі подається в центральний стакан декантатора, куди одночасно із ємностей поступають реагенти: вапняний розчин, сірчанокисле залізо, гіпохлорид натрію. Після проходження реакції осадження солей в нижній частині декантатора утворюється осад, який по мірі необхідності скидається в каналізацію. Для покращення проходження реакції осад частково подається насосом в верхню частину декантатора одночасно з водою. Після всього пом'якшена і очищена вода з верхньої частини декантатора поступає на піщаний фільтр, де вона при фільтруванні звільняється від мілких частинок, походить через буферну ємність, яка служить для накопичення води, і насосом подається на вугільний фільтр для дехлорування і більш жорсткого фільтрування. Далі підготовлена вода йде на технологічні цілі в сироповарочне відділення, купажне відділення і в цехи розливу на синхронно-змішувальну установку. На синхронно-змішувальній установці вода охолоджується на теплообміннику, деаерується, насичується двооксидом вуглецю і змішується в визначеній пропорції з сиропом. Готовий напій йде на автомат розливу.

Двооксид вуглецю на завод привозять в рідкому вигляді в спеціалізованих автоцистернах, з яких його зливають в стаціонарні цистерни, призначені для зберігання. По мірі необхідності, двооксид передають на станцію газифікування, з якої газоподібний двооксид вуглецю через гребінку подається на синхронно-змішувальну установку.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Порожню склотару на завод доставляють автотранспортом. За допомогою автонавантажувача, штабеля ящиків з пляшками, встановлені на піддон, знімаються з автотранспорту і перевозяться в склад посуду. По мірі необхідності, піддони з тарою подають на депалетайзер, де ящики з пляшками знімаються з піддонів і стрічковим транспортером направляються на автомат виймання пляшок з ящиків.

Порожні ящики переміщуються до автомату для вкладання пляшок в ящики, а порожні пляшки пластинчастим транспортером переміщуються до пляшкомильної машини. Робочий розчин лугу в ванни машини поступає з напірного збірника. Концентрований розчин лугу на завод доставляють в спеціалізованих цистернах, звідки його насосом перекачують в ємність для зберігання.

З цієї ємності по мірі необхідності концентрований розчин лугу насосом перекачують в напірний збірник, з якого розчин йде в ємність для приготування робочого розчину. Відпрацьований луг з пляшкомильної машини, з метою економії, зливають в збірник для відстоювання. Потім його насосом передають на фільтр, а з нього освітлений розчин лугу перекачують в ємність для приготування робочої концентрації.

Чисті пляшки, що вийшли з пляшкомильної машини, пластинчастим транспортером послідовно переміщуються до світлового екрана, автомата розливу і закупорювання, **етикетувального автомату**, пакувального автомату готової продукції, автомату для вкладання пляшок в ящики, потім стрічковим транспортером ящики з готовою продукцією направляються до політайзера. Готову продукцію, сформовану в пакети, встановлену на піддони, автонавантажувачем доставляють в склад готової продукції або завантажують в автомобілі.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Технологічний процес

Підйом води із свердловини: мінеральну воду насосом із свердловини подають в чисту продезинфіковану ємність для накопичення води через фільтр-циклон, де відфільтровується пісок. Необхідно один раз на добу зливати осад із фільтра-циклона, а при необхідності й частіше. Ємності герметично закриваються за допомогою прокладок із фольги стерильними фільтрами для повітря. По мірі необхідності, вода надходить у відділення водопідготовки. Ємність для накопичення води із свердловини необхідно дезинфікувати один раз на 15 діб, а після ремонту чи бактеріального забруднення – негайно. В якості миючого засобу можна використовувати лише кальційовану воду, а в якості дезинфікуючого – гіпохлорид натрію. Перед проведенням дезинфекції потрібно змити залишок води із ємностей на свердловині, почистити і ретельно промити її миючим засобом і водою. В одній із накопичувальних ємностей потрібно приготувати дезинфікуючий розчин із вмістом активного хлору 0,1-0,3% г/л. Потім вмикають насос і через шланг ополіскують цим розчином обидві ємності, після чого перекачують весь розчин у відділення водопідготовки, прокачують через фільтр грубого очищення, минаючи мембранний, заповнюють комунікації до цехів розливу (до синхронно-змішувальних установок). Витримують 1 годину. Потім із свердловини в ємності набирають воду із шланга через насос ретельно промивають їх водою і перекачують всю воду через комунікації і обидва фільтри до синхронно-змішувальних установок. Потрібно виключити промивання мінеральною водою синхронно-змішувальних установок і установок для фасування води. Далі проводять обов'язкову лабораторну перевірку за участю хіміка на відсутність дезинфікуючих засобів. Промивні води відбирають для мікробіологічного контролю. Повітряні фільтри, встановлені на ємностях, необхідно два рази на місяць і витримувати в автоклаві при температурі 120°-130°С протягом 30 хв.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

### Фільтрування води

Підвішені речовини, які містяться у воді, викликають омутніння води і зменшують ефективність її бактерицидної обробки. Тому вода перед розливом повинна бути звільнена від цих речовин. У відділі водопідготовки встановлено два фільтри для мінеральної води: фільтр грубої очистки і мембранний фільтр.

Для забезпечення якісної фільтрації, воду слід подавати у фільтри при рівномірному тиску (2,0-3,5 атм.), який виключає гідравлічні удари. В якості фільтруючого матеріалу у фільтрі грубої очистки використовується сукно.

Щоденно для дезинфекції необхідно знімати фільтруючий матеріал, замочувати на дві години в холодній воді (вміст хлору 8 мг/л), промивати і висушувати, і після цього встановлювати у фільтр. Мембрани фільтру регенерації не підлягають. Їх необхідно замінювати при підвищенні тиску у фільтрі. Тривалість роботи фільтрів обумовлюється ступенем забруднення води. По мірі забруднення фільтру швидкість фільтрації зменшується. Для уникнення цього, один раз на зміну фільтри промивають зворотним потоком води. Дуже важливо не допускати попадання хлорних та інших дезинфікуючих речовин та мембранний фільтр.

### Знезараження мінеральної води.

Ступінь бактеріальної чистоти води визначається величиною їх полі-титру. Головна мета знешкодження води полягає у знищенні патогенних мікроорганізмів. При фільтрації мінеральна вода надходить до установки, де очищується ультрафіолетовим опроміненням.

### Охолодження води

Вода після фільтрації і знезараження охолоджується в теплообміннику до 4-10°C, так як розчинність газів підвищується при зниженні температури. До більш низьких температур воду не охолоджують, тому що це може привести до випадання осаду солей, внаслідок зменшення їх розчинності.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Насичення мінеральних вод CO<sub>2</sub>

Масова частка двооксиду вуглецю у мінеральній воді, розлитій в пляшки повинна бути в межах, передбачених діючою нормативно-технічною документацією. Насичення води відбувається в безперервно діючих автоматичних сатураторах, в які двооксид вуглецю потрапляє зі станції газифікації.

## Розлив мінеральної води

Насичена двооксидом вуглецю мінеральна вода транспортується до фасувальної машини, де відбувається розлив у пляшки. Для зменшення дегазації води і зменшення витрат двооксиду вуглецю при фасуванні не повинно бути різкого перепаду між тиском в сатураторі і робочим тиском в резервуарі фасувальної машини.

## Зберігання і транспортування готової продукції

Мінеральну воду потрібно зберігати в сухих темних складських приміщеннях. Гарантійний термін зберігання мінеральної води – один рік, при температурі 5-20°C. Транспортування готової продукції здійснюється всіма видами транспорту у відповідності з правилами перевезень, діючими на даному виді транспорту.

## Підготовка води

Для приготування напою використовується вода із свердловин, яка проходить фільтрацію на фільтрі грубого очищення (фільтруючий матеріал – сукно), та на мембранному фільтрі.

Резервуар для приготування цукрового сиропу заповнюють обробленою водою і нагрівають її. Після набирання води вмикають мішалку і вносять у резервуар цукор. Розчин доводять до кипіння, і кип'ятять протягом 20-30 хвилин. Потім фільтрують. Охолоджують до температури 20°C і перекачують у чистий резервуар.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

### Проведення дезинфекції

Перед запуском лінії в експлуатацію і кожні п'ять днів перед зупинкою лінії на вихідні дні потрібно проводити дезинфекцію обладнання.

Дезинфекцію проводять гарячим розчином лугу з температурою 80-85°C і концентрацією 1% (у 500 л води додають 10 кг 45% розчину лугу) протягом 10-15 хв. Для цього необхідно приготувати лужний розчин в системі сиропокупажного відділення і перекачати його в резервуар для сиропу, спустити купажер цеху по сиропній комунікації і промити купажери, пропускаючи воду через миючі головки. Потім цей розчин пропустити через пастеризатор і машину для фасування. Розчин лугу після мийки обладнання прокачують в каустичне відділення. Резервуар для сиропу і комунікації промивають водою із відділення водопідготовки. Після цього потрібно переконатися у відсутності дезинфікуючого розчину. Далі систему заповнюють розчином гіпохлориду натрію 0,5 мг/л і залишають на вихідні дні в системі трубопроводів цеху. Дезинфікуючий розчин в сиропній ємності і комунікації до дозуючого насосу витримують дві години, промивають водою із відділення водопідготовки. Потрібно переконатися у відсутності хлору і заповнити резервуар цукровим сиропом для подальшої роботи.

					Опис апаратурно-технологічної схеми безалкогольного виробництва	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## 2.Порівняльний аналіз технологічних та конструктивних рішень процесу етикетування

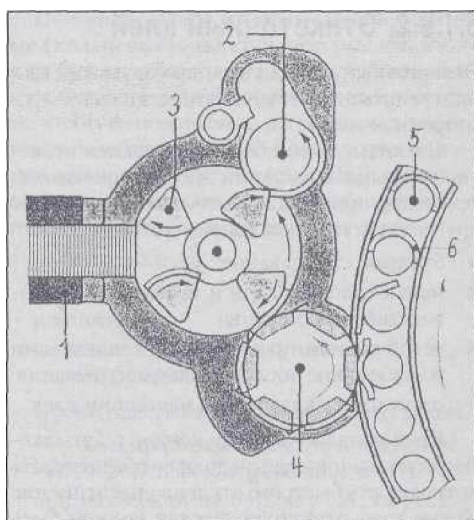
### Основний принцип нанесення етикеток

Основний принцип етикетування полягає в наступному: етикетка повинна бути наклеєна точно на визначене на пляшці місце міцно і рівно.

Досягається це слідуючими технологічними етапами (рис. 1):

-З початку сегменти великого ротора- етикетопереносчика (плашки) (3) покриваються невеликою кількістю клею за допомогою клеєного валика (2), а потім переміщається до магазину етикеток (1) ; завдяки хорошій властивості клею до прилипання етикетка захвачується ; при цьому важливо, щоб етикетки були достатньо роз'єднані між собою, так як інакше їх може бути захвачено дві чи більше, що веде до перебоїв в роботі;

-Потім змазані клеєм етикетки захвачуються захватами малого ротора- етикетопереносчика (4) і утримуються лицьовою стороною всередину при допомозі губки (рис.1);

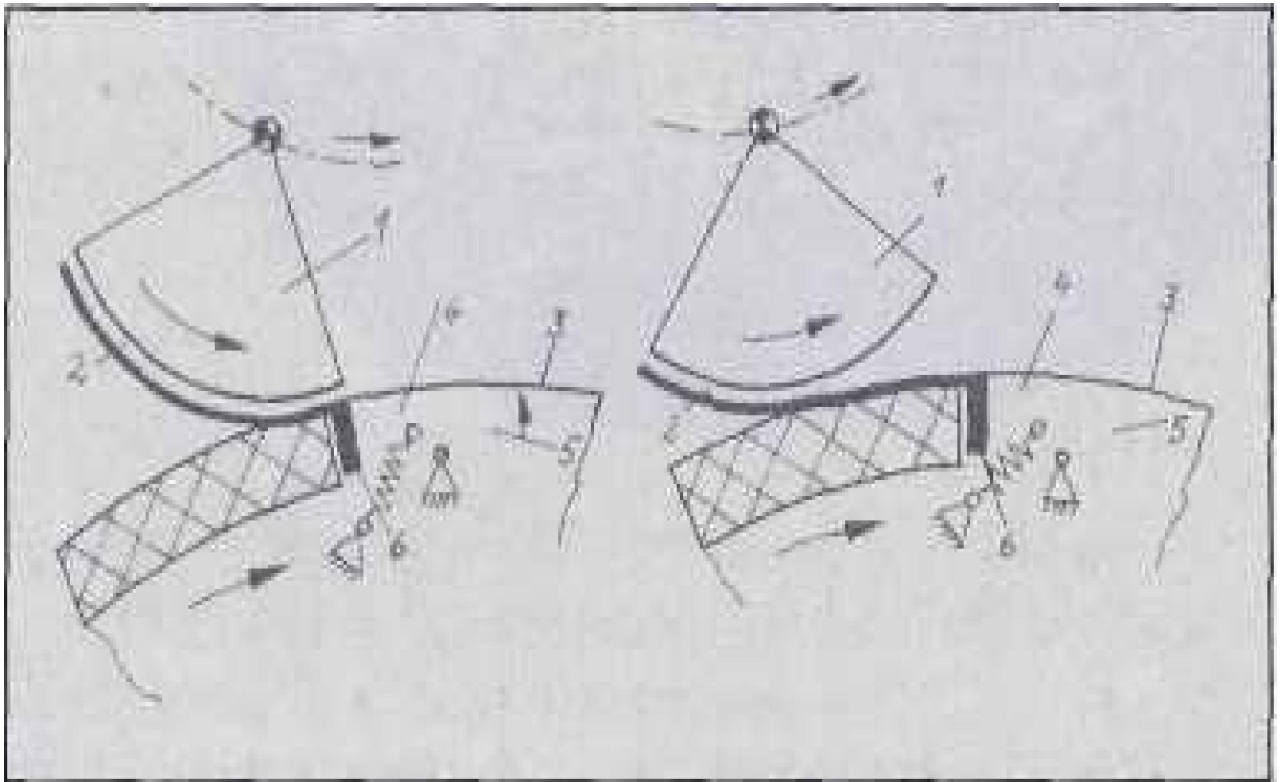


**Рис. 1.** Технологічні етапи етикування пляшок: 1 — подача етикеток; 2 — клеєвий валик; 3 — сегментні переносчики етикеток (плашки); 4— малий ротор-етикетопереносчик; 5 — пляшка; 6 — етикетка

Зм.	Лист	Но	Підпис	Дат				
Розроб.		Созд Я Ю			Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Літер.	Арк.	Аркушів.
Певені.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.								
						<b>НУХТ ПМ-4-1</b>		

-Етикетки повертаються клеєною стороною до пляшки; в цей же час захвати відкриваються і звільняють етикетку;

-Етикування пляшки проходить вздовж щіток і резинових валиків , які міцно притискають етикетки.



**Рис. 2.** Передача етикеток малим ротором-етикетопереносчиком:

1 — клеєвий сегмент; 2 — етикетка; 3 — малий ротор з захватами;  
4— пальчиковий захват; 5— кулачок включення; 6— упорная планка

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## Автомат Б-12

Автомат Б-12 має оригінальну конструкцію, малу масу і високу продуктивність.

Основний робочий орган автомата – етикетопередатчик має форму восьмипелюсткової розетки. Він здійснює переривчасте обертання в площині, перпендикулярній напрямку руху пляшок на конвеєрі, і в той же час має лінійний зворотньо-поступальний рух в напрямку руху пляшок. Етикетопередатчик під час одного ходу (що відповідає повороту на 1/8 кола) виконує наступні операції: набирає клей на дві лапки; знімає з магазину етикетку; наносить на етикетку дату; наклеює етикетку на пляшку.

Переривчастий обертальний рух етикетопередатчика здійснюється за допомогою механізму мальтійського хреста, що складається з водила 5 і чотирьох пазового хреста 6. Зворотньо-поступальний рух етикетопередатчику передається ричагом 11 від кулака 4. Ричаг 11 передає рух штемпелю 10, що наносить дату на етикетку. Клеєвий

Диск 8, що переносить клей з клеєвої ванни 7 на лапки етикетопередатчика 9, обертається періодично, отримуючи рух від валика мальтійського хреста 6 через ланцюгову передачу.

Короткочасна зупинка всіх механізмів апарату для усунення неполадок може бути проведена без виключення електродвигуна 1 за допомогою рукоятки 3, яка роз'єднає муфту 2. Зупинений автомат не заважає руху пляшок по конвеєру.

Етикетки, що закладені в магазин, піджимаються до лапок етикетопередатчика тросом, надітим на ролики, і натягнутим вантажем.

Етикетування пляшок здійснюється наступним чином. Пляшка, що подається конвеєром до автомата, при своєму русі знімає етикетку з лапок етикетопередатчика. Етикетка підхвачується двома самоцентруючими роликами 2, які прижимають її до поверхні пляшки. При подальшому русі пляшки етикетка пригладжується щітками 3.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Пляшки повинні проходити між лапками етикетопередатчика тільки в моменти його зупинки, тому для синхронізації руху пляшок і руху етикетопередатчика в автоматі є фіксуєча зірочка, що зв'язана з основним механізмом. Для забезпечення синхронності руху необхідно також здійснювати невеликий тиск на пляшки; для цього перед автоматом на конвеєрі повинно знаходитись декілька пляшок (10-12).

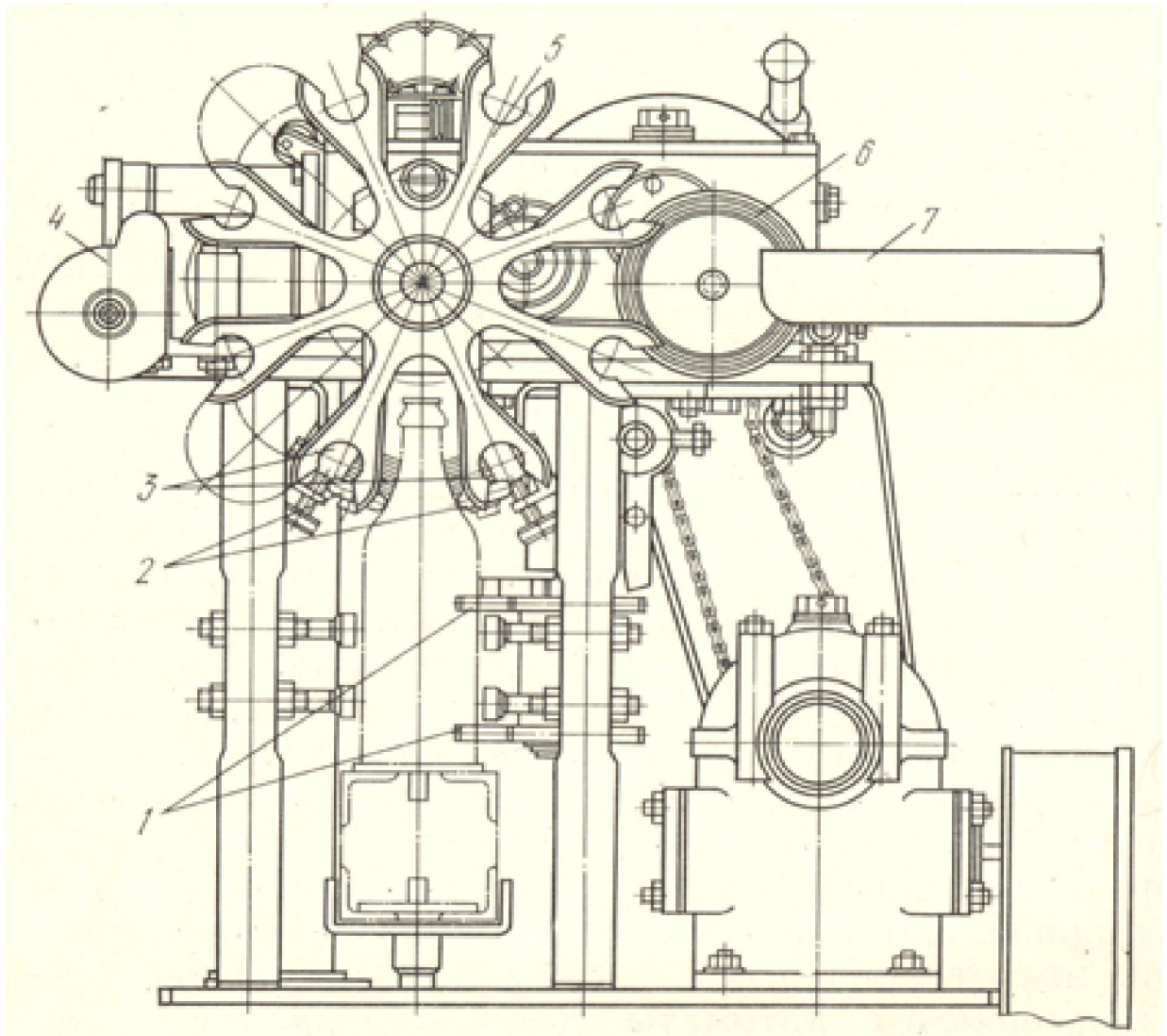


Рис.4 Автомат Б-12

1-направляючі; 2- самоцентруючі ролики; 3-щітки; 4-датуючий пристрій;  
5-води́ла; 6-чоти́р'юх пазовий хрест; 7-клеєва ванна

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Технічна характеристика автомата Б-12

Продуктивність, пляшок за годину .....	6600
Частота обертання етикетопередатчика, об/хв.....	13,75
Мінімальна швидкість конвеєра м/с.....	0,28
Потужність електродвигуна, кВт.....	0,6
Частота обертання електродвигуна, об/хв.....	1410
Габаритні розміри, мм.....	740×700×1460
Маса, кг.....	290

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Конструкція і принцип дії етикетувальної машини LANGGUTH 230/400 V

Етикетувальна машина LANGGUTH 230/400 V виконана із масивної зварної конструкції, котра обшита листами із волокнистої сталі. На нижній опорній плиті змонтовано регульований привід. На опорній плиті розташовано наступні вузли і деталі (рис. 5):

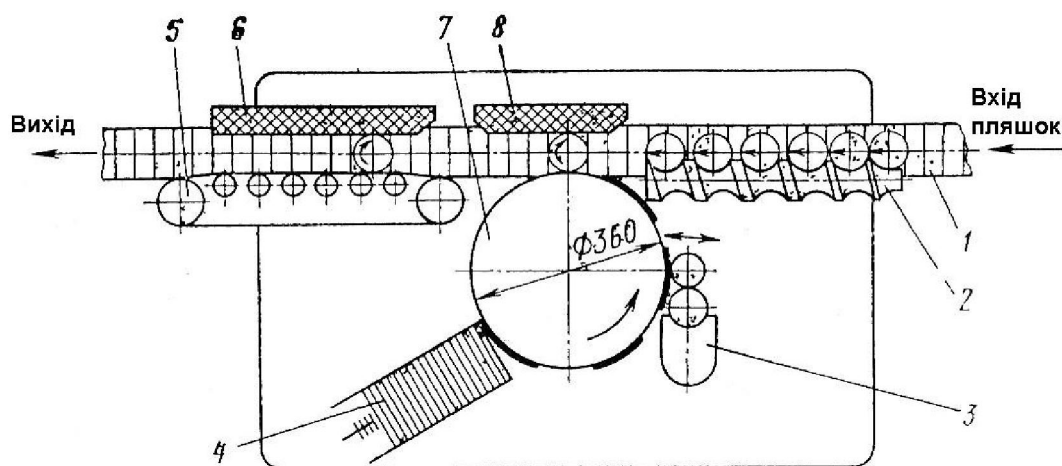


Рис. 5. Етикетувальна машина LANGGUTH 230/400

1. підвідний конвеєр;
2. розподільний шнек;
3. валик з ванною для нанесення клею;
4. барабан (магазин) для етикеток, що регулюється;
5. притискна стрічка;
6. система розгладжувальних щіток;
7. барабан для перенесення етикеток;
8. притискні щітки.

Поряд з машиною розташовано резервуар для клею з насосом для його подачі.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Принцип роботи машини

Пляшки подаються по конвеєрній стрічці і встановлюються покроково на однаковій відстані одна від одної за допомогою розподільного шнека. При цьому пляшки проходять повз вимикач, що належить магазину етикеток. Проходить процес передачі етикетки з магазину на валик для нанесення клею. Магазин для етикеток здійснює поворотний рух за рахунок кулачка. Валик для нанесення клею витягує етикетку з магазину етикеток,



наносить на неї горизонтальні полоски клею і підводить її до пристрою для зняття етикеток. Він знімає етикетку з валика і вводить її в зазор між стрічкою додаткового притискання і пляшкою. В момент контакту з початком етикетки пляшка опиняється між стрічкою і плитою додаткового притискання. Пляшка обертається, намотуючи етикетку. Під дією сил притискання етикетка міцно закріплюється на пляшці.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

При переході на іншу продукцію проводиться зміна розмірів магазину відповідно до необхідної етикетки. Зміна висоти етикетки: перестановка відбувається за рахунок ходового гвинта і зіркоподібної рукоятки відповідно шкалі. Зміна ширини етикетки: в межах визначеного діапазону ширини замінюється тільки лист для етикеток і переставляється обмежувач магазину в кінці штабеля етикеток. Це переміщення проводиться за допомогою затискних гвинтів, встановлених під обмежуючою планкою.

Перед вкладанням етикеток в магазин їх потрібно добре перелистати чи продути повітрям, щоб роз'єднати місця „злипання”, що виникли після вирубки.

При необхідності проводять зміну притискного паса. Для цього необхідно послабити затискний гвинт і цим якомога більше послабити натяг паса. Його знімають і ставлять новий, виставляють необхідний натяг і фіксують затискним гвинтом.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Призначення

Машина Л5-ВЭ2-М і Л5-ВЭ2-М-01 аналогічні по конструкції і ідентичні по принципу роботи.

Етикувальна машина марки Л5-ВЭ2-М призначена для наклеювання однієї етикетки на циліндричну частину пляшки ємністю 250-500 мл по ГОСТ 10117-80 і скляних банок для консерви і встановлюється в лініях упаковки харчових рідин. Машина може бути використана в галузях харчової промисловості: лікєро-горілчаній, виноробній, пивоварній, консервній, виробництві мінеральних вод і безалкогольних напоїв, лінія упаковки рослинної олії.

Етикувальна машина марки Л5-ВЭ2-М-01 призначена для наклеювання однієї етикетки на циліндричну частину пляшки ємністю 500 мл по ГОСТ 10117-80 і встановлюється в лініях упаковки оцту.

## Робота машин

Пляшки, що знаходяться на транспортері транспортуються шнеком з певним кроком і поступають по дотичній до вакуумбарабану. Одночасно етикетний магазин при русі вперед натискає ричажком на клапан золотникового пристрою, тим самим з'єднуючи отвори присосів вакуум барабану з вакуумом. Внаслідок рівності швидкостей вакуумбарабану і етикетного магазину на певному проміжку шляху їх руху етикетка присмоктується до вакуумбарабану і вилучається з магазину. При подальшому обертанні вакуумбарабану етикетка штемпелюється і змазується. В момент нанесення клею етикетка притримується на вакуумбарабані гребінкою.

При зустрічі пляшки і етикетки перша входить в клин між подушкою із губчатої резини і вакуумбарабаном, захвачується ним і етикетка накатується на пляшку. В момент зустрічі етикетки і пляшки вакуум перебивається, а присоси з'єднуються з атмосферою.

При подальшому русі пляшки між накатним транспортером і другою подушкою із губчатої резини проходить розгладжування етикетки на плящі.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

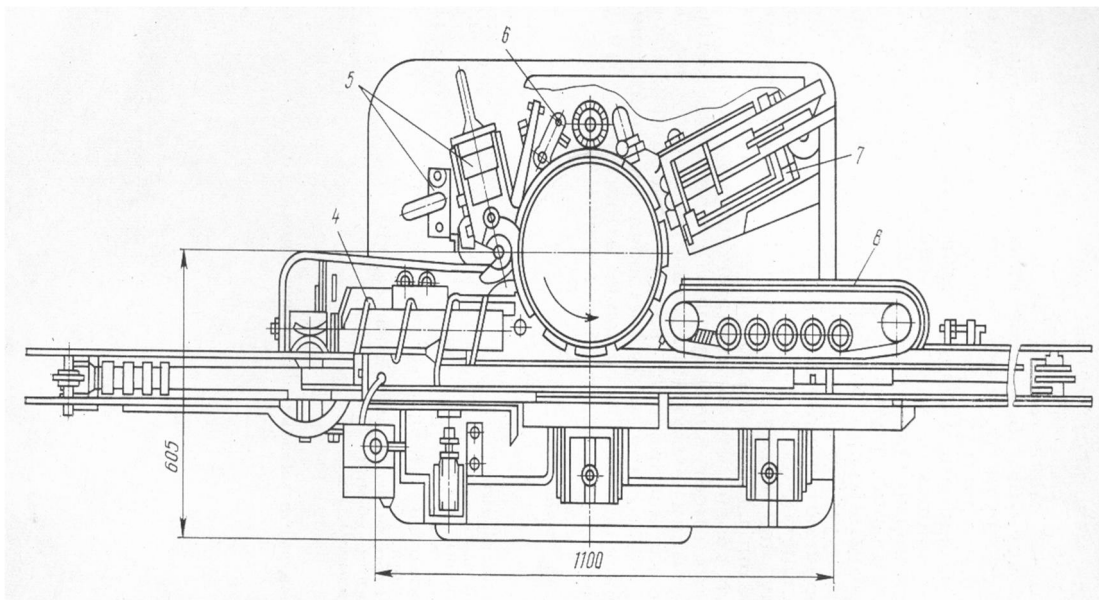
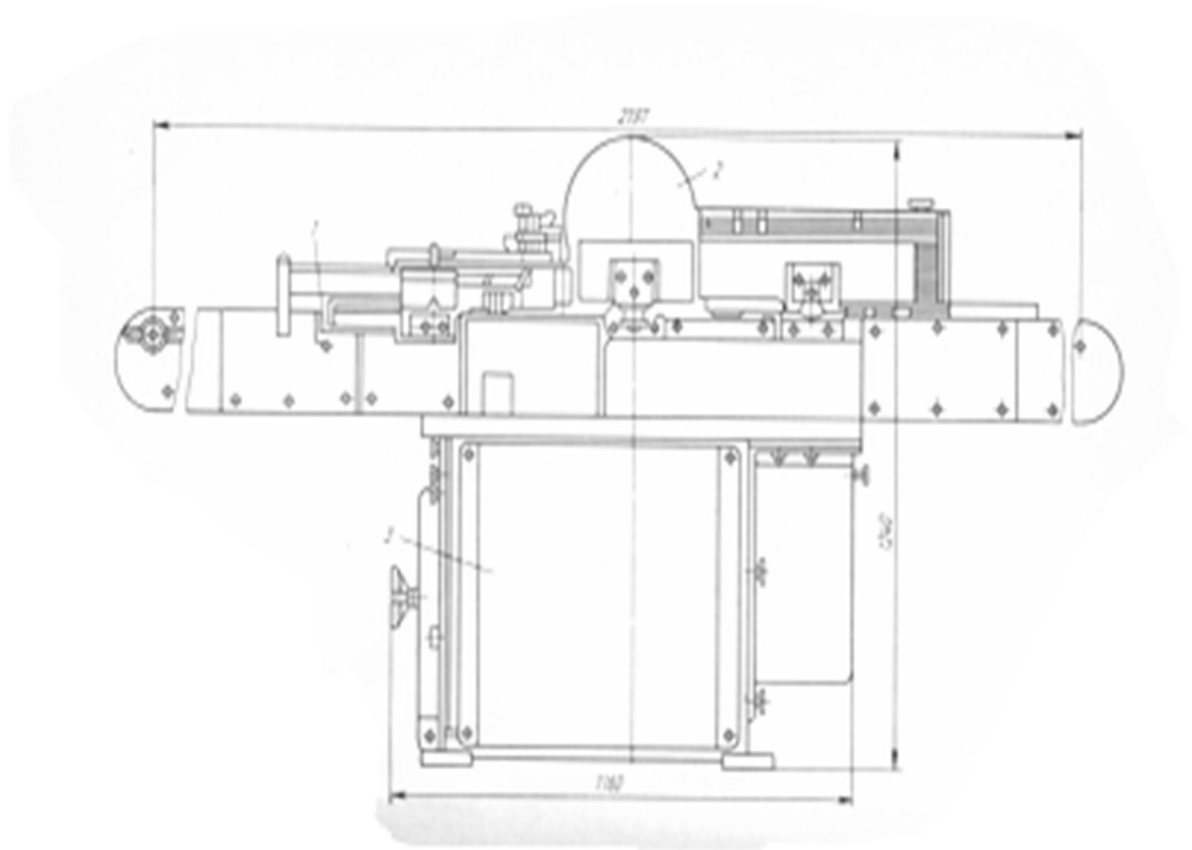


Рис.6 Етикувальна машина марки ЛІ5-ВЭ2-М-01

1-транспортер; 2-вакуумбарaban; 3-електрообладнання; 4-магазин етикетний;  
5-огородження; 6-датуючий і блокуючий механізм; 7-клеєва ванна; 8-станина.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

## Пристосування і робота складових частин

**Транспортер** складається з направляючих, шнека, накатного транспортера, призначений для переміщення пляшок по машині в процесі етикування. В якості пружної опори при нанесенні етикетки на пляшку і при її розгладжуванні служать подушки з губчатої резини. Для покращення розгладжування етикеток допускається обтягування подушок мішковиною.

Для запобігання машини від поломок і недопущення бою пляшок у випадку їх падіння, зовнішня направляюча транспортеру виконана у вигляді підпружиненої калитки, яка відкриваючись, діє на контакти кінцевого вимикача, розмикаючи ланцюг електродвигуна привода і машина зупиняється.

**Вакуумбарабан** призначений для переносу етикеток від етикетного магазину до пляшки і накатки її на пляшку. Вакуумбарабан оснащений золотниковим пристроєм, що служить для розподілу вакуума по його присосам. Золотниковий пристрій складається з рухомого і нерухомого горизонтально розташованих дисків. Клапани рухомого диску рукавами з'єднані з присосами вакуумбарабану. Підключення вакууму до присосів вакуумбарабану забезпечується тільки при наявності пляшки.

**Етикетний механізм** складається з етикетного магазину і його привода. Складний рух етикетного магазину забезпечує правильну передачу етикеток з магазину на вакуумбарабан, а також блокування «немає пляшки – немає етикетки». Плита етикетного магазину несе на собі ричаг, що управляє клапанами золотникового пристрою. При наявності пляшок на транспортері щуп кінцевого вимикача розмикає ланцюг електромагніта, серцевина втягується і не заважає руху магазину до вакуумбарабану.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

При такому русі ричажок магазину натискає на клапан золотникового пристрою , з'єднуючи тим самим , присоси вакуумбарабану з вакуумом.

При відсутності пляшок ланцюг електромагніту опиняється під напругою , серцевина витягується і заважає руху магазину до вакуумбарабану .

Ричажок магазину не натискає на клапани золотникового пристрою , присоси вакуумбарабану з вакуумом не з'єднуються і етикетка не передається на вакуумбарабан.

**Клеєва ванна** призначена для розміщення в ній запасу рідкого клею і нанесення його полосами на внутрішню сторону етикетки в момент проходження її в зоні клеєвої ванни. Ванна включає в себе ванну з клеєвим роликком , намазний ролик і їх привід, що забезпечує обертання клеєвого і намазного роликів і коливальний рух ванни.

Остання умова створює передумови для створення блокування «немає етикетки – немає клею». Робочий хід ванни здійснюється пружиною, а зворотній – кулачком.

**Опорна частина машини** складається з станини і плити. До плити кріпляться всі вузли з їх приводними елементами.

Всередині станини встановлений привід механізмів, що складається з електродвигуна , двоступінчастої клинопасової передачі, конічної зубчастої та ланцюгової передач.

Всередині станини встановлений також вакуум-насос з електродвигуном . Він може бути встановлений за межами автомату чи може бути використана центральна вакуумна станція.

**Електрообладнання** автомату включає магнітні пускачі , пакетний вимикач трансформатор, блоки зажимів, пульт керування.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

**Штемпелюючий механізм** призначений для нанесення на зворотню сторону етикетки штемпеля. Штемпелюються етикетки шляхом прокатування по їхній поверхні барабанчика зі знаками. Знаки змазуються штемпельною фарбою при допомозі войлочного кільця. Штемпелюючий механізм здійснює коливальні рухи ,що дозволяє здійснити блокування «немає етикетки – немає штемпеля». Механізм «немає етикетки – немає штемпеля» і «немає етикетки – немає клею» призначений для запирання штемпелюючого механізму і клеєвої ванни при відсутності етикетки на вакуумбарабані.

Щуп механізму блокування під дією пружини ,що підтримує контакт кулачка і ролики, входять в проріз вакуумбарабана , повертаючи жорстко зв'язаний з ним упор, в який впирається барабанчик зі знаками і клеєва ванна.

**Комплект огорожень** охороняє механізми від попадання в них побічних предметів, а також дозволяє забезпечити необхідні норми техніки безпеки для оператора. Блокування переповнення на виході установлюється на лінії користувачем, не менше 1 м від краю транспортеру машини.

Машина приводиться в рух від електродвигуна через двоступінчасту клинопасову передачу.

					Порівняльний аналіз існуючих конструкцій	Арк.
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

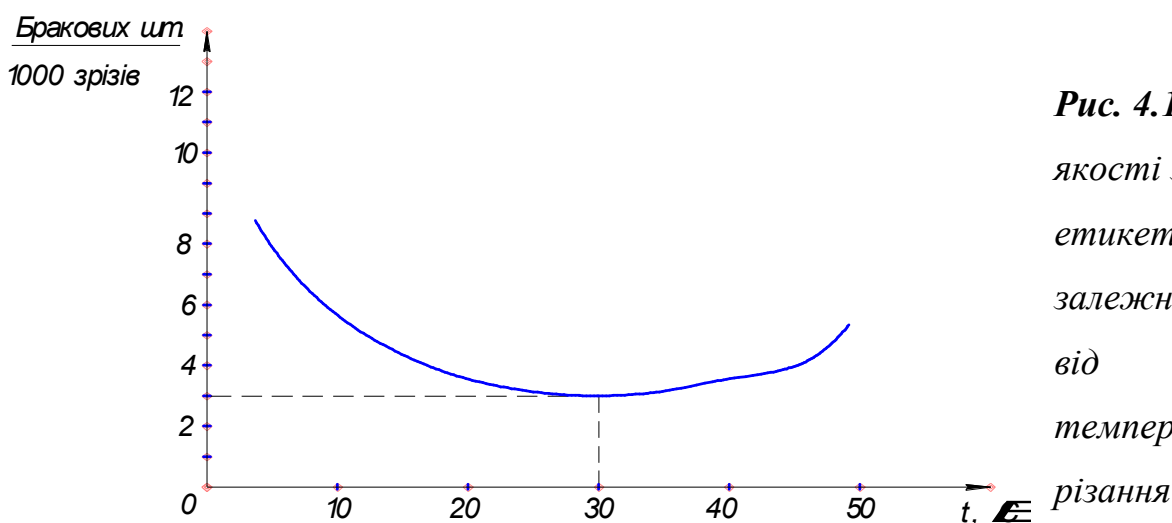
### 3. Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи обладнання

На етикетувальній машині KHS RF-25 були наступні недоліки: швидко затуплювались ножі, а нові працювали не якісно, це проявлялося дослідженням якості зрізу етикетки. Для того щоб усунути даний недолік було проведено:

- встановлення ножів іншої конструкції;
- заміна барабану відрізного пристрою;
- забезпечено раціональну температуру різання.

Встановлення ножа з чотирма ріжучими гранями призведе до збільшення його строку служби, перевертаючи його на одну із ріжучих граней, що дасть можливість заощадити кошти так, як вартість ножів дуже велика.

Для того щоб уникнути наслідків перепаду температур в навколишньому середовищі, ми замінюємо пустотілий барабан відрізного пристрою на барабан з масляною камерою в якій встановлено нагрівачий елемент. Це призведе до покращення умов праці ножів – буде уникнений температурний перепад, після чого буде збільшено їх ресурс роботи, також буде досягнуто раціональних умов різання плівки (етикетки) – це показано на рис. 4.1.



*Рис. 4.1. Крива якості зрізу етикетки в залежності від температури різання*

					052972.ДП.09.004.ПЗ			
Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Соза Я Ю				Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи обладнання.	Літер.	Арк.	Архів.
Перевір.	Васильківський							
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.						<b>НУХТ ПМ-4-1</b>		

## **Будова та принцип роботи обладнання**

Машина KHS Roll-Feed (RF) ( рулонна подача ) (рис. 4.2) являється етикетувальною машиною, що відповідає самому сучасному технічному рівню.

Внаслідок нанесення гарячого клею на етикетки забезпечується точна посадка етикетки і дуже високі показники продуктивності.

Етикетування проводиться з рулона по “безкінечному ” принципу.

На одній машині можна обробляти пляшки різних розмірів. При цьому забезпечується проста переналадка на специфічні форматні частини та установочні розміри.

Важливими особливостями машини являються обзора конструкція, простота в управлінні , різноманітність вбудованих захисних пристроїв.

Для забезпечення простоти і зручності управління, органи управління зібрані на обзорній панелі управління.

### **Принцип роботи машини**

Пляшки, що знаходяться на транспортері транспортуються шнеком з певним кроком і поступають по дотичній до вакуум барабану. Одночасно з відрізного вузла подається етикетка, при русі вперед натискає ричагом на клапан золотникового пристрою, тим самим з'єднуючи отвори присосів вакуум барабану з вакуумом. Внаслідок рівності швидкостей вакуум барабану і руху етикетки, присмоктується до вакуум барабану і вилучається з відрізного вузла. При подальшому обертанні вакуум барабану етикетка штемпелюється і змазується. В момент нанесення клею етикетка притримується на вакуум барабані гребінкою.

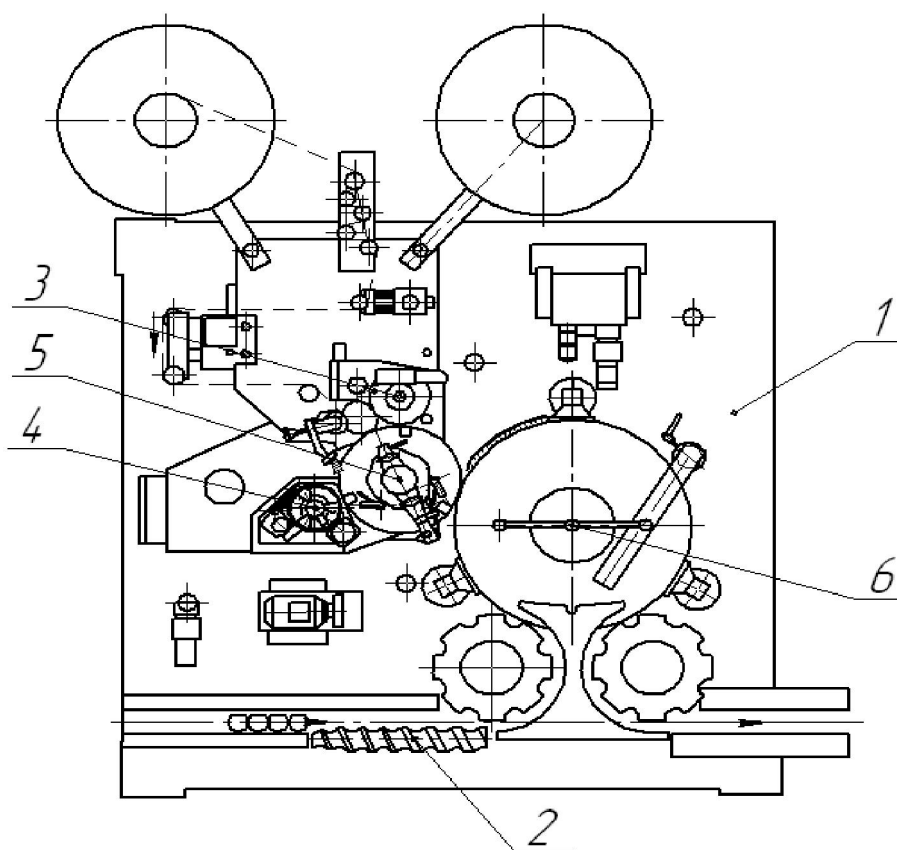
При зустрічі пляшки і етикетки перша входить в клин між подушкою із губчатої резини і вакуум барабаном, захвачується ним і етикетка накатується на пляшку. В момент зустрічі етикетки і пляшки вакуум перебивається, а присоси з'єднуються з атмосферою.

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При подальшому русі пляшки між накатним транспортером і другою подушкою із губчатої резини проходить розгладжування етикетки на пляшці.

При переході на іншу продукцію проводиться зміна ролон етикетки відповідно до необхідної етикетки. Зміна висоти етикетки: перестановка

відбувається за рахунок ходового гвинта і зіркоподібної рукоятки відповідно шкалі. Зміна ширини етикетки: в межах визначеного діапазону ширини замінюється тільки лист для етикеток і переставляється обмежувач етикеток. Це переміщення проводиться за допомогою затискних гвинтів, встановлених під обмежуючою планкою.



*Рис. 4.2.*

*Етикетувальна машина KHS RF 25*

*1- станина; 2- шнек;*

*3- відрізний вузол;*

*4-клевний пристрій;*

*5- вакуум-барaban;*

*6- центруючий пристрій.*

При необхідності проводять зміну притискного паса.

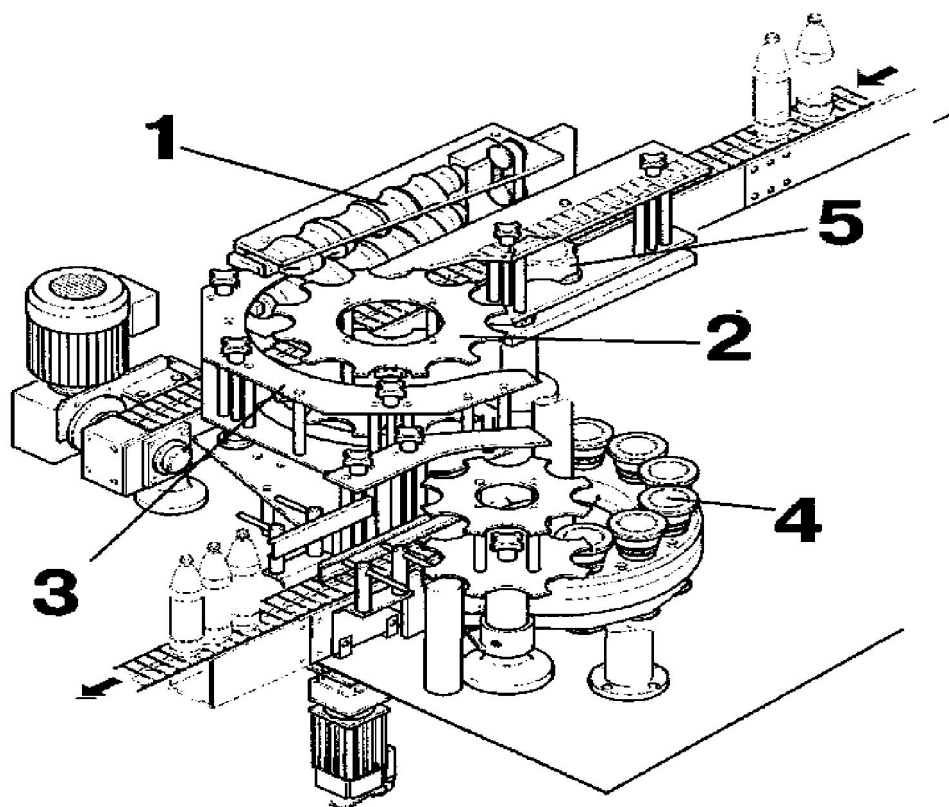
Для цього необхідно послабити затискний гвинт і цим якомога більше послабити натяг паса. Його знімають і ставлять новий, виставляють необхідний натяг і фіксують затискним гвинтом.

					Лист
Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

## Пристосування і робота складових частин

Транспортер складається з направляючих, шнека, накатного транспортера, призначений для переміщення пляшок по машині в процесі етикетування (рис. 4.3). В якості пружної опори при нанесенні етикетки на пляшку і при її розгладжуванні служать подушки з губчатої резини. Для покращення розгладжування етикеток допускається обтягування подушок мішковиною.

Для запобігання машини від поломок і недопущення бою пляшок у випадку їх падіння, зовнішня направляюча транспортеру виконана у вигляді підпружиненої калитки, яка відкриваючись, діє на контакти кінцевого вимикача, розмикаючи ланцюг електродвигуна привода і машина зупиняється.



*Рис. 4.3. Направляючі ємностей*

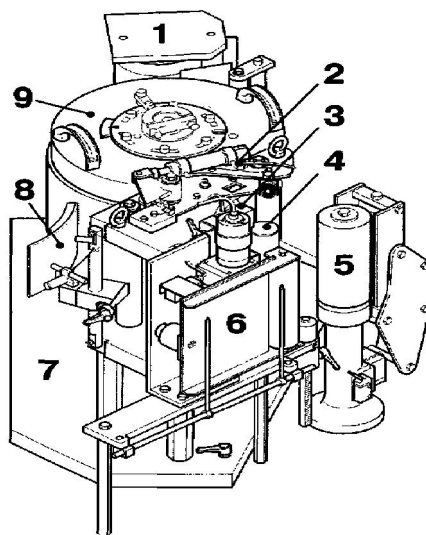
1- Вхідний шнек; 2- зірочки; 3 - напрямні ємностей; 4 – тримачі ємностей;  
5 - блокування ємностей.

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Вакуум барабан** призначений для переносу етикеток від етикетного магазину до пляшки і накатки її на пляшку. Вакуум барабан оснащений золотниковим пристроєм, що служить для розподілу вакуума по його присосам. Золотниковий пристрій складається з рухомого і нерухомого горизонтально розташованих дисків. Клапани рухомого диску рукавами з'єднані з присосами вакуум барабану. Підключення вакууму до присосів вакуум барабану забезпечується тільки при наявності пляшки.

**Етикетний механізм (рис. 4.4)** складається з етикетного магазину і його привода.

Складний рух етикетного магазину забезпечує правильну передачу етикеток з магазину на вакуум барабан, а також блокування «немає пляшки – немає етикетки». Плита етикетного магазину несе на собі ричаг, що управляє клапанами золотникового пристрою. При наявності пляшок на транспортері щуп кінцевого вимикача розмикає ланцюг електромагніта, серцевина втягується і не заважає руху магазину до вакуум барабану.



*Рис. 4.4. Етикувальний механізм*

*1- Клеевий апарат; 2 - ріжучий пристрій; 3 - реєструючий сенсор; 4 - направляючі ролики; 5 - приводні і прижимні ролики; 6 - направляюча етикеток; 7 - пластина проковзування; 8 - прижим етикеток; 9 - вакуумний барабан.*

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При такому русі ричажок магазину натискає на клапан золотникового пристрою, з'єднуючи тим самим, присоси вакуумбарабану з вакуумом.

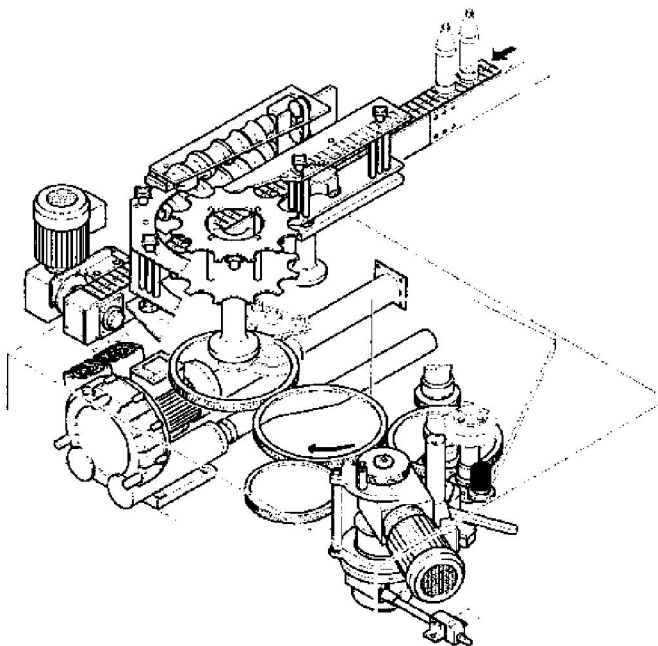
При відсутності пляшок ланцюг електромагніту опиняється під напругою, серцевина витягується і заважає руху магазину до вакуумбарабану.

Ричаг магазину не натискає на клапани золотникового пристрою, присоси вакуум барабану з вакуумом не з'єднуються і етикетка не передається на вакуум барабан.

**Клеєва ванна** призначена для розміщення в ній запасу рідкого клею і нанесення його полосами на внутрішню сторону етикетки в момент проходження її в зоні клеєвої ванни. Ванна включає в себе ванну з клеєвим роликком, намазний ролик і їх привід, що забезпечує обертання клеєвого і намазного роликів і коливальний рух ванни.

Остання умова створює передумови для створення блокування «немає етикетки – немає клею». Робочий хід ванни здійснюється пружиною, а зворотній – кулачком.

Опорна частина машини складається з станини і плити. До плити кріпляться всі вузли з їх приводними елементами (рис. 4.5).



*Рис. 4.5. Конструкція приводу*

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Всередині станини встановлений привід механізмів, що складається з електродвигуна , двоступінчастої клинопасової передачі, конічної зубчастої та ланцюгової передач

Встановлений також вакуум-насос з електродвигуном. Він може бути встановлений за межами автомату чи може бути використана центральна вакуумна станція.

**Електрообладнання** автомату включає магнітні пускачі , пакетний вимикач трансформатор, блоки зажимів, пульт керування.

**Штемпелюючий механізм** призначений для нанесення на зворотню сторону етикетки штемпеля. Штемпелюються етикетки шляхом прокатування по їхній поверхні барабанчика зі знаками. Знаки змазуються штемпельною фарбою

при допомозі войлочного кільця. Штемпелюючий механізм здійснює коливальні рухи ,що дозволяє здійснити блокування «немає етикетки – немає штемпеля». Механізм «немає етикетки – немає штемпеля» і «немає етикетки – немає клею» призначений для запирання штемпелюючого механізму і клеєвої ванни при відсутності етикетки навакуумбарабані.

Щуп механізму блокування під дією пружини ,що підтримує контакт кулачка і ролики, входять в проріз вакуумбарабана , повертаючи жорстко зв'язаний з ним упор, в який впирається барабанчик зі знаками і клеєва ванна.

**Комплект огорожень** охороняє механізми від попадання в них побічних предметів, а також дозволяє забезпечити необхідні норми техніки безпеки для оператора. Блокування переповнення на виході устанавлюється на лінії користувачем, не менше 1 м від краю транспортеру машини.

Машина приводиться в рух від електродвигуна через двоступінчасту клинопасову передачу.

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Технічні дані Innoket RF 25

Тип машини Innoket RF 25	25/ 120-12
Максимальна продуктивність	30000 пл/год
Установочна продуктивність	4500-30000 пл/год
Тарілки ємностей	12
Крок	120 мм
Виконання ріжучого механізму	3-S
Оброблюємі діаметри ємностей	50-105 мм
Допуск діаметра ємностей	± 2 мм
Оброблюєма висота пляшок	110-350 мм
Допуск висоти пляшок	± 6,5 мм
Тип клею	<b>Гарячий клей</b>
Витрати клею	в залежності від площі нанесення
Висота наклейки від основи ємності	5 мм
Довжина етикетки	170-345 мм
Висота транспортерної стрічки	1150-1500 мм
Витрати електроенергії	16,5 кВт
Заводський вхідний запобіжник	36 А
Витрати енергії у виробництві	12,5 кВт
Головний привід	3 кВт
Споживання стиснутого повітря при 6-10 бар (при 12 мм діаметрі шланговому підключенні)	10,5 Нм <sup>3</sup> /год
Пневматична стабілізація порожніх ємностей (залежить від об'єму ємності, продуктивності)	60 Нм <sup>3</sup> /год
Маса машини (нетто)	біля 2100 кг
Машинний стіл	1430×1820 мм
Висота машини	1910 мм
Включаючи тримач рулона (без опор)	1195×1195 мм

					Сутність модернізації. Побудова і принцип роботи	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.Опис, будови та принцип роботи модернізованого обладнання

Машина INNOKET – Roll-Feed (RF) ( рулонна подача ) являється етикетувальною машиною, що відповідає самому сучасному технічному рівню.

Внаслідок нанесення гарячого клею на етикетки забезпечується точна посадка етикетки і дуже високі показники продуктивності.

Етикетування проводиться з рулона по “безкінечному ” принципу.

На одній машині можна обробляти пляшки різних розмірів. При цьому забезпечується проста переналадка на специфічні форматні частини та установочні розміри.

Важливими особливостями машини являються об зорна конструкція , простота в управлінні , різноманітність вбудованих захисних пристроїв.

Для забезпечення простоти і зручності управління , органи управління зібрані на об зорній панелі управління.

Швидко і зручно проводиться заміна направляючих . Кріплення направляючих проводиться вручну.

					Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сога Я.Ю.			<b>Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Переві		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
						НУХТ ПМ-4-1		

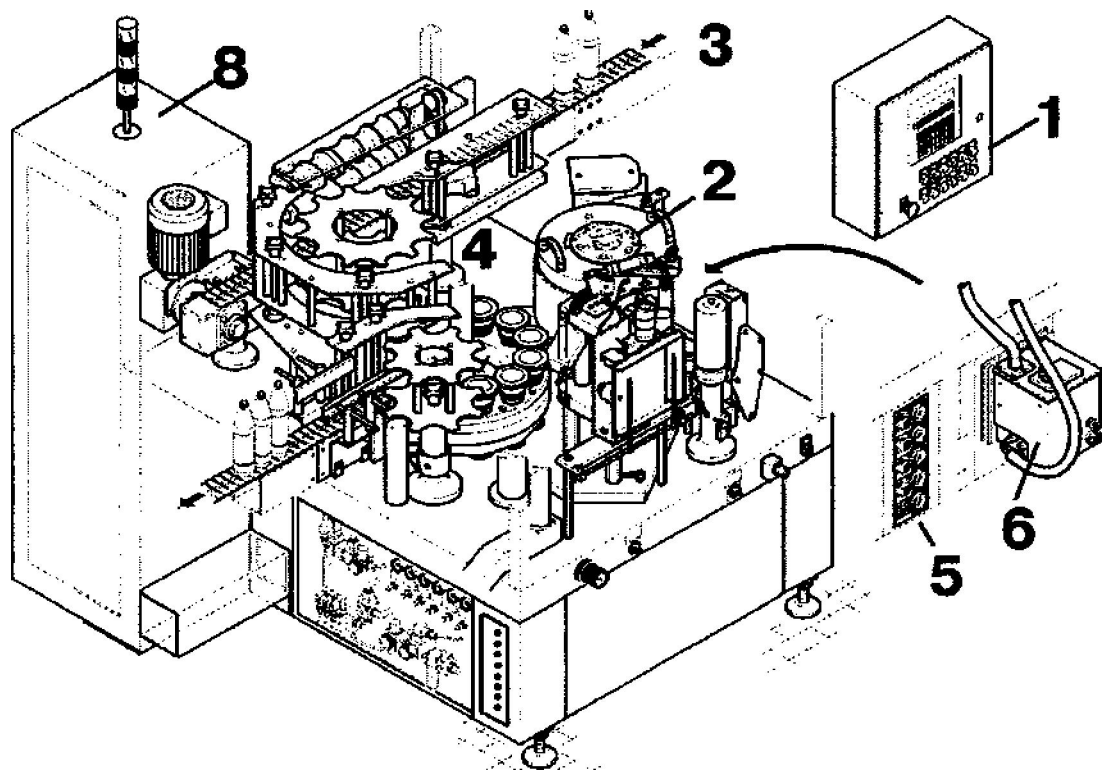


Рис.3.1: Етикетувальна машина загальний вигляд

- 1.Головний пульт управління
- 2.Етикувальний вузол
- 3.Транспортер ємностей
- 4.Тримач ємностей
- 5.Вакуум-управління
- 6.Пристрій подачі гарячого клею
- 8.Розподільчий шкаф з індикаторами неполадок

					Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

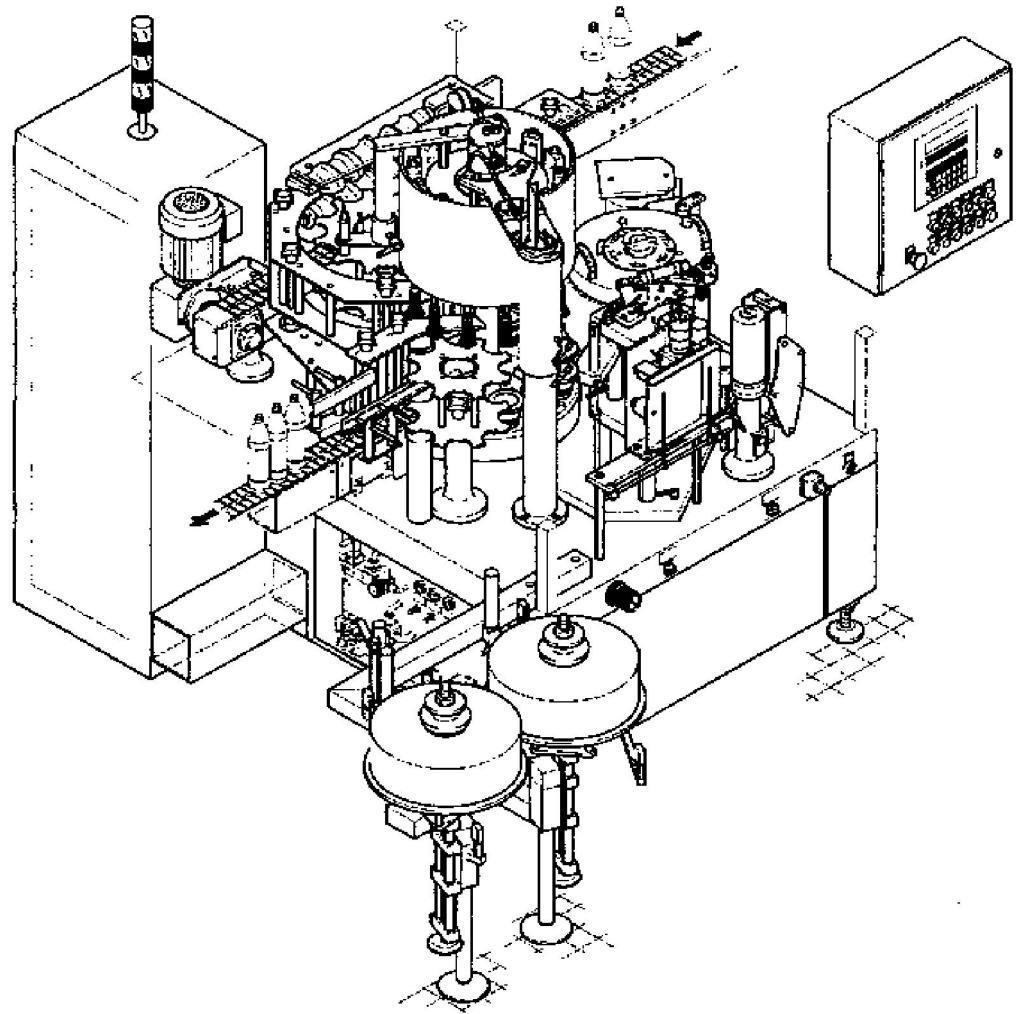


Рис.3.2 : Загальна схема конструкції

					Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

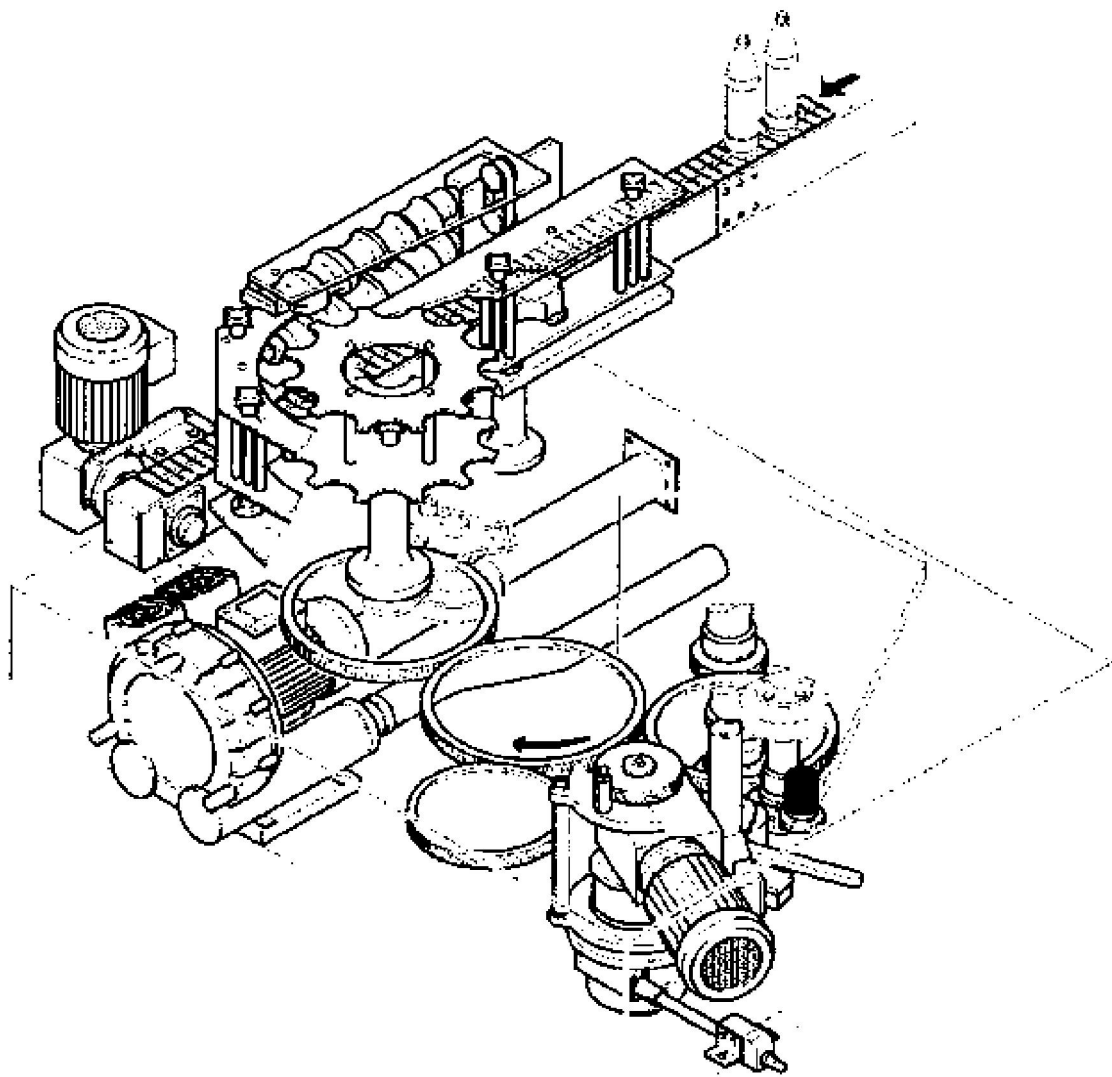


Рис.3.3 : Конструкція приводу

					Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

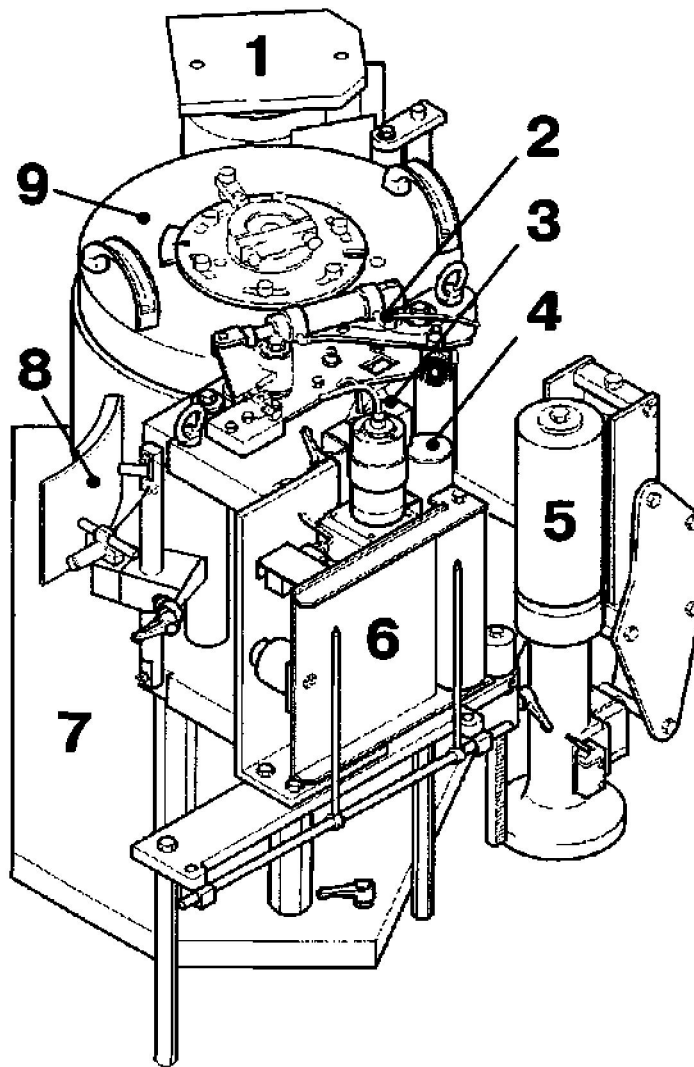


Рис. 3.4 : Етикувальний вузол

- 1.Клеєвий апарат
- 2.Ріжучий пристрій
- 3.Реєструючий сенсор
- 4.Направляючі ролики
- 5.Приводні і прижимні ролики
- 6.Направляюча етикеток
- 7.Пластина проковзування
- 8.Прижим етикеток
- 9.Вакуумний барабан

					Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

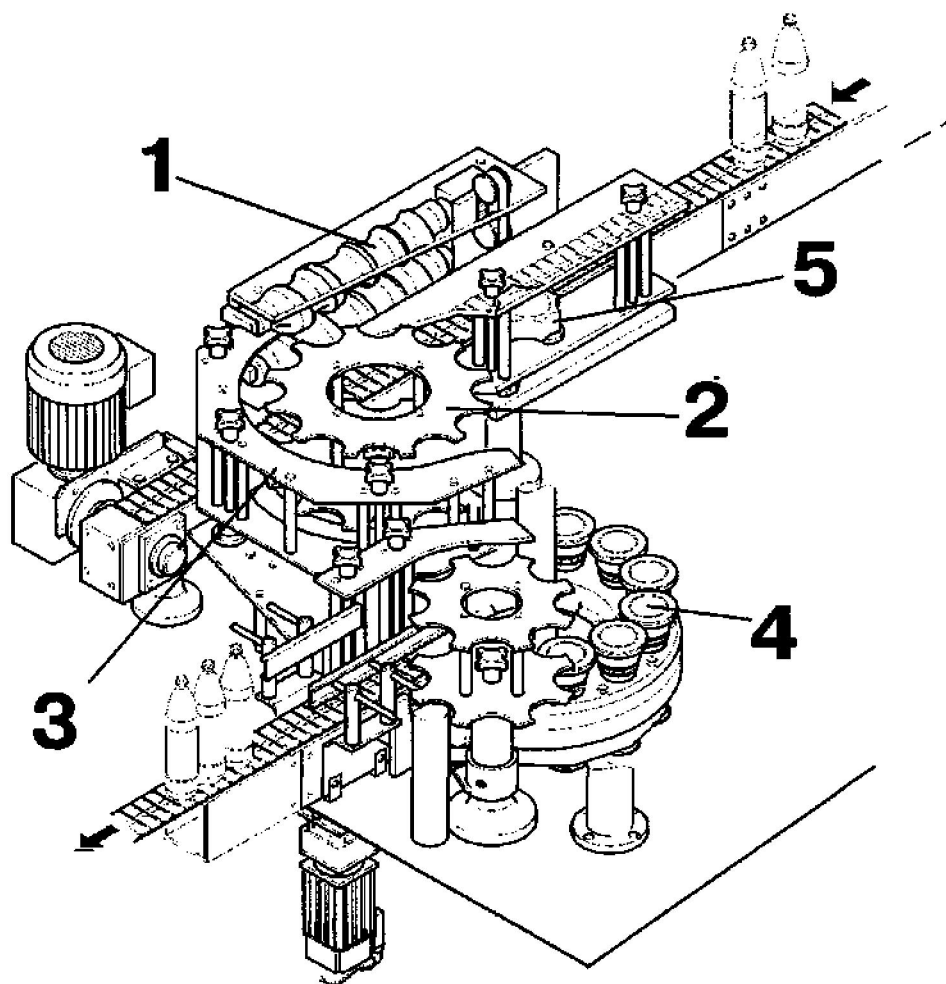


Рис.3.5: Напрямні ємностей

- 1- Вхідний шнек
- 2- Зірочки
- 3- Напрямні ємностей
- 4- Тримачі ємностей
- 5- Блокування ємностей

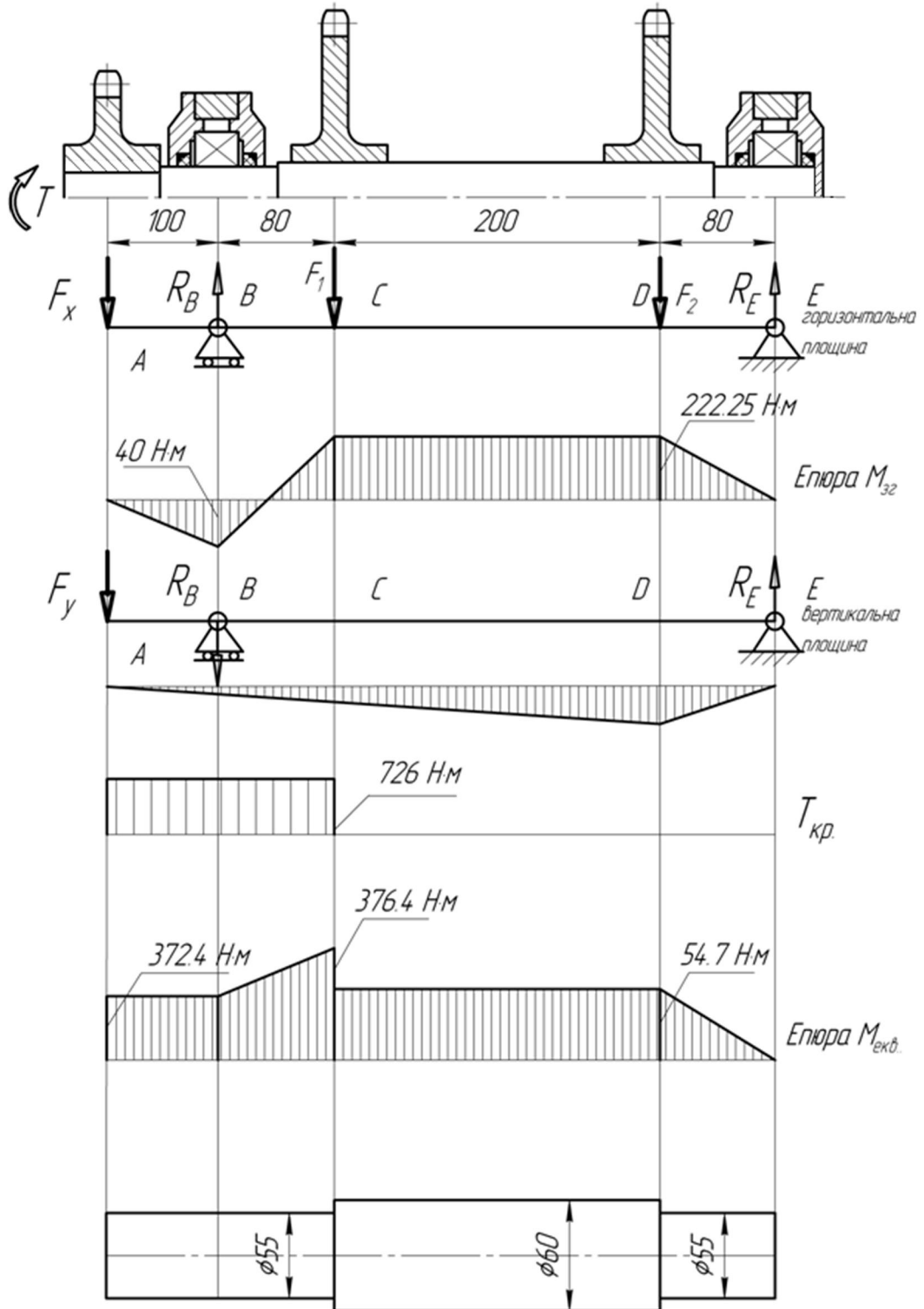
**Технічні дані Innoket RF 25**

Тип машини Innoket RF 25	25/ 120-12
Максимальна продуктивність	30000 пл/год
Установочна продуктивність	4500-30000 пл/год
Тарілки ємностей	12
Крок	120 мм
Виконання ріжучого механізму	3-S
Оброблюємі діаметри ємностей	50-105 мм
Допуск діаметра ємностей	± 2 мм
Оброблюєма висота пляшок	110-350 мм
Допуск висоти пляшок	± 6,5 мм
Тип клею	<b>Гарячий клей</b>
Витрати клею	в залежності від площі нанесення
Висота наклейки від основи ємності	5 мм
Довжина етикетки	170-345 мм
Висота транспортерної стрічки	1150-1500 мм
Витрати електроенергії	16,5 кВт
Заводський вхідний запобіжник	36 А
Витрати енергії у виробництві	12,5 кВт
Головний привід	3 кВт
Споживання стиснутого повітря при 6-10 бар (при 12 мм діаметрі шланговому підключенні)	10,5 Нм <sup>3</sup> /год
Пневматична стабілізація порожніх ємностей (залежить від об'єму ємності, продуктивності)	60 Нм <sup>3</sup> /год
Маса машини (нетто)	біля 2100 кг
Машинний стіл	1430×1820 мм
Висота машини	1910 мм
Включаючи тримач рулона (без опор)	1195×1195 мм

					Опис будови та принцип роботи модернізованого обладнання	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5. Розрахункова частина

### 5.1. Розрахунок приводного вала конвеєра



					Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25			
Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.	Соза Я Ю				Розрахункова частина	Літер.	Арк.	Архівів.
Перевір.	Васильківський							
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.								
						НУХТ ПМ-4-1		

В якості матеріала для валів використовують звичайні конструкційні вуглецеві або леговані сталі. Обираємо сталь 45.

Для початку визначимо реакції опор :

$$\sum M_B = 0;$$

$$Q \cdot 100 - F_1 \cdot (125) - F_1 \cdot (125 + 375) + R_E \cdot (125 + 125 + 375) = 0$$

$$R_E = \frac{F_1(125) - Q \cdot 100 + F_2 \cdot (125 + 375)}{250 + 375} =$$

$$= \frac{-400 \cdot 100 + 1314 \cdot (125 + 375) + 400 \cdot 100}{250 + 375} = 1250 \text{ Н}$$

$$\sum M_E = 0;$$

$$Q \cdot (250 + 375 + 100) + F_1 \cdot (125 + 375) - R_B \cdot (250 + 375) + F_2 \cdot 125 = 0$$

$$R_B = \frac{Q \cdot (250 + 375 + 100) + F_1 \cdot (125 + 375) + F_2 \cdot 125}{(250 + 375)} =$$

$$= \frac{400 \cdot (250 + 375 + 100) + 1314 \cdot (125 + 375) + 1314 \cdot 125}{(250 + 375)} = 1778 \text{ Н}$$

Згинаючий момент в перерізі В :

$$M_B = Q \cdot 100 = 400 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 40 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_D = R_B \cdot 125 = 1778 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 222.25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для побудови епюри еквівалентного моменту користуємось формулою:

$$M_{екв} = \sqrt{M_{зг}^2 + (\alpha \cdot T)^2}$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує відмінність в характеристиках циклів напруження згину та кручення. Приймаємо  $\alpha = 1$ .

$$M_{екв}^B = \sqrt{40^2 + 372,4^2} = 374,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{екв}^D = \sqrt{222,3^2 + 372,4^2} = 422,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

В небезпечних перерізах визначаємо розрахунковий діаметр ,  
матеріал вала — сталь45 ,  $[\sigma_{-1}] = 65 \text{ МПа}$  :

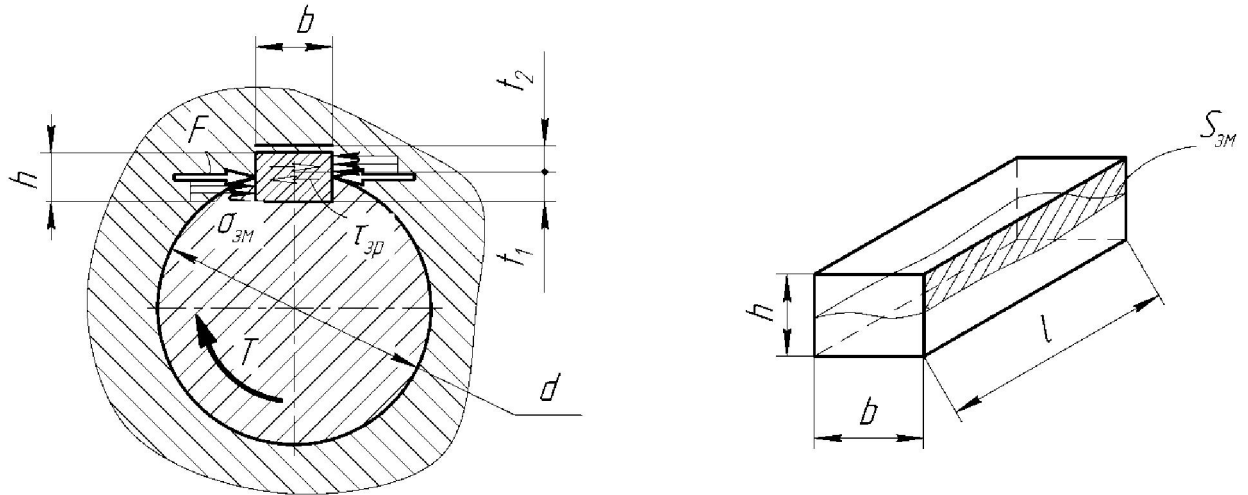
$$d_B = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{374,5 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 48,7 \text{ мм}$$

$$d_D = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{433,7 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 65}} = 51,2 \text{ мм}$$

Для вала приймаємо діаметр вала під підшипниками  $d = 55,0 \text{ мм}$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2. Розрахунок шпонкового з'єднання.



Умова міцності для шпонкового з'єднання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{S_{зм}} \leq [\sigma_{зм}]$$

$$F = \frac{2T}{d},$$

$$S_{зм} = l(h - t_1),$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{l(h - t_1) \cdot d} \leq [\sigma_{зм}]$$

Напруження зминання для шпонки 12×8×40 ГОСТ 23360-78, діаметр вала  $d = 40.0$  мм,  $[\sigma_{зм}] = 150$  МПа:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 372.4 \cdot 10^3}{40 \cdot (8 - 5) \cdot 40} = 41.7 \text{ МПа}$$

Умова міцності для напружень зрізу:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{S_{зр}} \leq [\tau_{зр}] \quad \tau_{зр} = \frac{2T}{b \cdot l \cdot d} = \frac{2 \cdot 372.4 \cdot 10^3}{12 \cdot 40 \cdot 40} = 38.7 \text{ МПа}$$

Отже, шпонка витримає навантаження.

										Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

### 5.3. Кінематичний і силовий розрахунок приводу конвеєра.

Потужність на валу двигуна, з врахуванням загального коефіцієнту корисної дії приводу, визначаємо по формулі:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta}; \quad (48)$$

$N_{\text{дв}}$  - потужність на ведучому валу;  $\eta_{\text{заг}}$  - загальний ККД.

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 \quad (49)$$

$\eta_1 = 0,72$  - ККД мотор - редуктора;

$\eta_2 = 0,92$  - ККД ланцюгової передачі;

$\eta_3 = 0,99$  - ККД пари підшипників.

$$\eta_{\text{заг}} = 0,72 * 0,92 * 0,99 = 0,656$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{0,12}{0,656} = 0,18 \text{ кВт.}$$

Як було згадано раніше в якості тягових ланцюгів приймали пластинчатий петлевий ланцюг з кроком 40 мм. Тоді при крокові зубів  $Z=13$  на тягових зірочках, їх діаметр буде дорівнювати  $d_3=117$  мм. Тоді число обертів ведучих зірочок буде:

$$n_{\text{зр}} = \frac{60 * 1000 * b}{3,14 * d} = \frac{60 * 1000 * 0,144}{3,14 * 117} = 24 \text{ об/хв.}$$

Для спрощення конструкції приводу конвеєра приймаємо мотор-редуктор типу МПз 2-40,  $N=1,1$  кВт,  $n_{\text{вх}} = 35,3$  об/хв.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передаточне число ланцюгової передачі:

$$U_{\text{лп}} = n_{\text{вх}} / n_{\text{зр}} = \frac{35,3}{24} = 1,14 ; \quad (50)$$

Визначаємо потужність на валах привода:

$$N_1 = 0,83 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = N_1 * \eta_{\text{лп}} * \eta_{\text{мп}} = 0,83 * 0,92 * 0,99 = 0,76 \text{ кВт.} \quad (51)$$

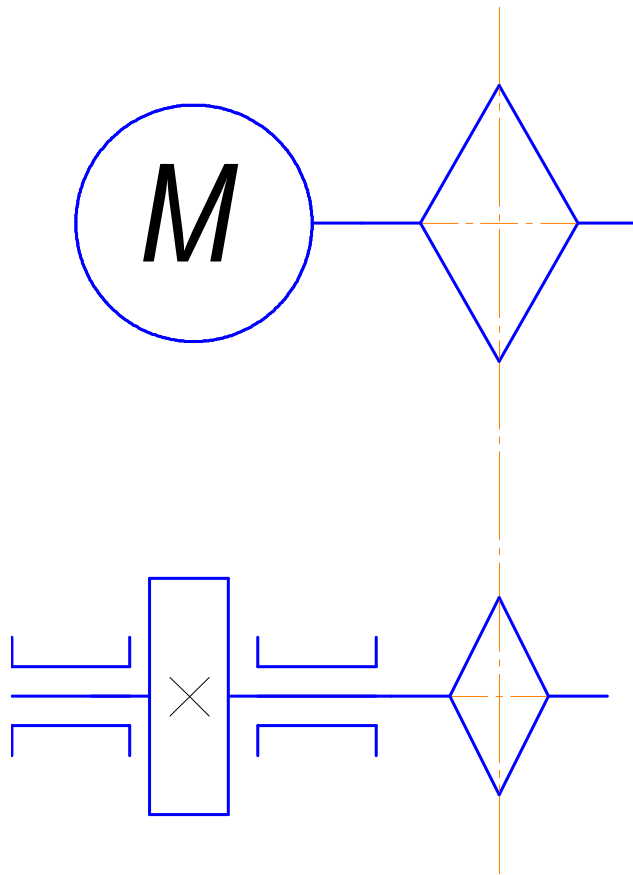


Рис 11.4.1. Кінематична схема приводу конвеєра

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Число обертів (беремо із розрахунку)

$$n_1 = 35,3 \text{ об/хв. } n_2 = 24 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент на валах:

$$T_1 = 9550 * \frac{N}{n} = 9550 * \frac{0,83}{35,3} = 224,5 \text{ Н*м;} \quad (52)$$

$$T_2 = 9550 * \frac{N}{n} = 9550 * \frac{0,76}{24} = 234 \text{ Н*м.} \quad (53)$$

Одержані дані зведемо у таблицю:

№ вала	N, кВт	n, об/хв	T, Н*м
1	0,83	35,3	224,5
2	0,76	31	234

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.4. Розрахунок подаючого конвеєра.

Вихідні дані:

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. продуктивність                      | - 4000 пл/год. |
| 2. крок петлевого ланцюга              | - 40 мм.       |
| 3. маса погонного метра ланцюга        | - 2,45 кг/м.   |
| 4. маса пляшки з продуктом             | - 6,7 Н.       |
| 5. діаметр циліндричної частини пляшки | - 63 мм        |
| 6. довжина конвеєра                    | - 1700 мм.     |
| 7. Кількість доріжок                   | - 1            |
| 8. режим роботи приводу                | - середній     |
| 9. строк служби приводу                | - 15000 год.   |

Визначаємо швидкість руху тягового органу.

$$V = (K_3 * Z * d) / 3600; \quad (23)$$

де:  $Z = 24000$  пл/год - продуктивність конвеєра

$d = 0.063$  м - діаметр пляшки

$K_3 = 1,1 - 1,5$  - коефіцієнт запасу по продуктивності.

Введення коефіцієнта запасу по продуктивності зв'язано з тим, що продуктивність конвеєрів в лініях фасування повинна дещо перевищувати продуктивність основного технологічного обладнання для запобігання заторів.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = (1,1 * 4000 * 0,063) / 3600 = 0,469;$$

Визначення натягу ланцюга в характерних точках.

Натяг в точці А для ліквідації петлевиникнення на непрацюючій ділянці руху приймається рівним :

$$S_a = 10 - 30 \text{ Н.}$$

Величина натягу тягового органу в точці В визначається як сума:

$$S_B = S_a + W_{1-2}; \quad (24)$$

де:  $W_{1-2}$  - опір переміщення ланцюга на неробочій ділянці АВ.

$$W_{1-2} = w_x * (g_l + g_p) * l_{ав};$$

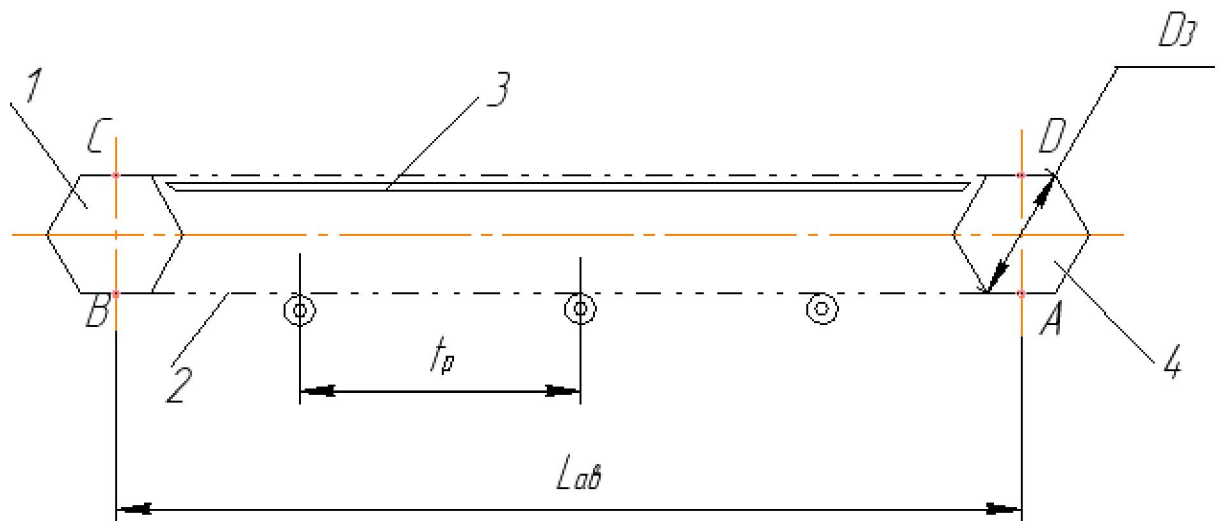


Рис.11.3.1. Схема до розрахунку пластинчастого конвеєра.

Позиції:

1. Ведена зірочка.
2. Ланцюг.
3. Напрямна.
4. Приводна зірочка.
5. Ролики.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

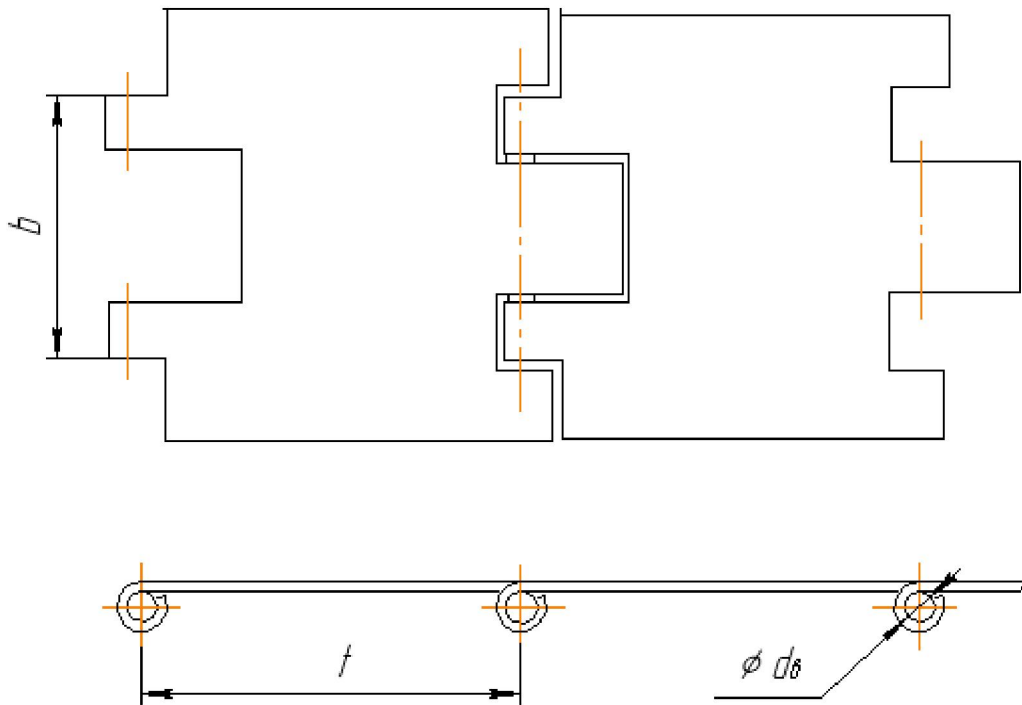


Рис. 11.3.2. Ескіз петлевого ланцюга.

Погонне навантаження від маси ланцюга  $g_{л}$  залежить від матеріала ланцюга і його параметрів:

$$g_{л} = 23 - 25 \text{ Н/м};$$

Погонне навантаження від маси роликів  $g_p$  розраховується по формулі:

$$g_p = (G_p * n) / l = (3 * 3) / 2 = 4,5 \text{ Н/м.} \quad (25)$$

$G_p$  - вага одного ролика. В пластинчастих конвеєрах ролики виготовленні з пластмаси і складають з віссю пару тертя ковзання " пластмаса - метал". Вага одного ролика:

$$G_p = 3-5 \text{ Н.}$$

$n$  - кількість роликів на холостій ділянці конвеєра, визначається з умови, що  $t_p = 0,5 - 0,8 \text{ м.}$  величина коефіцієнта опору переміщення ланцюга на холостій ділянці -  $w_x$  визначається по графіку:

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$w_x = 0,47-0,49$$

$$W_{1-2} = 0,47 * (23+4,5) * 2 = 25,85 \text{ Н.}$$

$$S_B = 20 + 25,85 = 45,85 \text{ Н.}$$

Величина натягу ланцюга в точці С, точці збігання з веденої зірочки рівна:

$$S_c = S_B * K_a; \quad (26)$$

де  $K_a$ - коефіцієнт, який враховує збільшення натягу тягового органу, при огинанні зірочки.

$$K_a = 0.57v + 1.07; \quad (27)$$

$$K_a = 0,57 * 0.462 + 1,07 = 1.33;$$

$$S_c = 45,85 * 1.33 = 61.13 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці набігання на ведучій зірочці (точка D):

$$S_D = S_c + W_{CD}; \quad (28)$$

де  $W_{CD}$  - опір руху тягового органу на робочій ділянці конвеєра

$$W_{CD} = P_1 + P_2; \quad (29)$$

$P_1$  - враховує опір переміщення ланцюга по прямолінійним направляючим.

$$P_1 = w_p * l_{CD} * (g_l + g_p); \quad (30)$$

$w_p$  - коефіцієнт опору руху ланцюга на робочій ділянці конвеєра,  $g_p$  - погонне навантаження від маси пляшок:

$$g_p = G/d = 6,7/0,063 = 106,3 \text{ Н/м.} \quad (31)$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_2$  - додаткове зусилля, яке завантажує робочий орган у випадку гальмування руху пляшок по конвеєрі.

$$P_2 = 1,74 * (n_6 + 7,47), \text{ Н} \quad (32)$$

Де  $n_6$  - число нерухомих пляшок на конвеєрі.

$$n_6 = l/d = 1,77/0,063 = 27 \text{ штук.} \quad (33)$$

$$P_2 = 1,74 * (27 + 7,47) = 59,99 \text{ Н;}$$

$$P_1 = 0,48 * 1,7 * (23 + 106,3) = 105,52 \text{ Н;}$$

$$W_{CD} = 105,52 + 59,99 = 165,5 \text{ Н;}$$

$$S_D = 61,13 + 165,5 = 226,63 \text{ Н.}$$

Тягове зусилля на ведучій зірочці:

$$W_T = S_D - S_a; \quad (34)$$

$$W_T = 226,63 - 20 = 206,63 \text{ Н.}$$

Потужність необхідна для руху приводного вала:

$$N_d = (K_n * W * V) / 1020; \quad (35)$$

$K_n = 1,3$  - коефіцієнт запасу потужності.

$$N_d = (1,3 * 206,63 * 0,462) / 1020 = 0,12;$$

Визначення конструктивних параметрів приводної зірочки;

Дільний діаметр приводної зірочки:

$$D_{зр} = t / \sin(180/z); \quad (36)$$

$t = 40$  мм – крок ланцюга,

$z = 9$  - число зубців зірочки.

$$D_{зр} = 40 / \sin 20 = 117 \text{ мм.}$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина привідної зірочки рівня:

$$B = b + 4 - 8 \text{ мм} = 45 + 4 = 49 \text{ мм.} \quad (37)$$

Діаметр зовнішнього кола:

$$D_a = D_{зр} + 0,3d_p + 6; \quad (77)$$

$d_p = 16,4 \text{ мм}$  — див. Рис. 11.3.3

$$D_a = 117 + 0,3 * 16,4 + 6 = 127,92 \text{ мм.}$$

Діаметр окружності впадин зубців:

$$D_t = 117 - 0,15 * 16,4 = 114,54 \text{ мм.}$$

Радіус заокруглень головки зуба:

$$r = 0,25 * d_p = 0,25 * 16,4 = 4,1 \quad (39)$$

Ескіз привідної зірочки наведено на рис. 11.3.3.

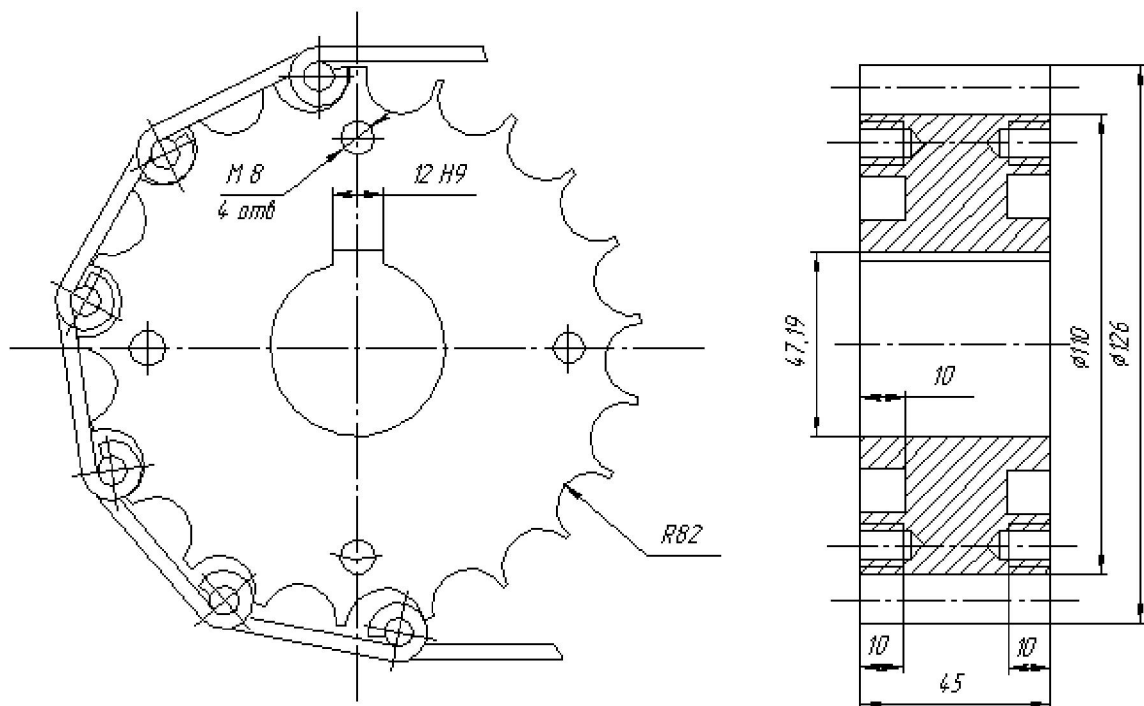


Рис. 11.3.3. Барабан під пластинчатий ланцюг

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка на міцність тягового елемента.

Максимальне зусилля в тяговому елементі:

$$S_{\max} = S_A + P_d; \quad (40)$$

де  $P_d$  - динамічна складова навантаження тягового органа.

$$P_d = R * w_{зр}^2 * \sin \Pi/2; \quad (42)$$

$R = D_{зр} / 2$  - радіус ділильної окружності ведучої зірочки.

$$R = 117/2 = 58,5 \text{ мм.} = 0,0585 \text{ м.}$$

$w_{зр}$  - кутова швидкість ведучої зірочки.

$$w_{зр} = v/R = 0,462/0,0585 = 7,9 \text{ с}^{-1}; \quad (43)$$

$z$  - число зубців зірочки,

$m$  - вага ланцюга і пляшок.

$$m = g_d * (2 * L_{AB} + 2\Pi R) + n_6 * G_6; \quad (44)$$

$$m = 23 * (2 * 1,7 + 2 * 3,14 * 0,0585) + 27 * 6,7 = 267,55 \text{ Н};$$

$$P_d = 58,5 * 7,9^2 * 267,55 * \sin 20 = 2068,71 \text{ Н.}$$

$$S_{\max} = 20 + 2068,71 = 2088,71 \text{ Н.}$$

Максимальне зусилля в тяговому елементі порівнюємо з допустимим  $[S]$ , яке для петлевих ланцюгів рівне 3 кН.

$$S_{\max} < [S] \quad (45)$$

Частота обертання приводної зірочки:

$$n_{зр} = (30 * w) / \Pi = 30 * 7,9 / 3,14 = 75,5 \text{ об/хв.} \quad (47)$$

Отже зірочку підібрано правильно.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 5.5.1 Технологічний розрахунок.

Визначаємо теоретичну, номінальну потужність автомату (в  $\frac{\text{пл.}}{\text{год}}$ ) за формулою:

$$P_1 = \frac{M \cdot D}{\tau_P \cdot \tau_{зм} \cdot z_{зм} \cdot K_B} = \frac{600000 \cdot 20}{238 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 0,7} = 5145 \quad (4.1)$$

де  $M=600000 \frac{\text{дал}}{\text{рік}}$  – річна потужність заводу;

$D=20 \text{ шт}$  – кількість пляшок 0,5 л в 1 дал;

$\tau_P=238 \text{ діб}$  – тривалість роботи заводу на протязі року;

$z_{зм}=2$  – кількість змін за добу;

$\tau_{зм}=7 \text{ год}$  – тривалість зміни;

$K_B=0,7$  – коефіцієнт використання обладнання.

Приймається продуктивність  $P=550 \frac{\text{пл}}{\text{год}}$ . Частота обертання вакуум-барабана (в  $\text{хв.}^{-1}$ ) визначається за формулою [2,с.141]:

$$P = 360 \cdot m \cdot n_1 \cdot k, \frac{\text{шт}}{\text{хв.}} \quad (4.2)$$

де  $m=6$  – кількість сегментів етикетопереносчиків;

$n_1$  – частота обертання вакуум-барабана;

$k=1$  – число магазинів з етикетками.

З формули 4.2 частота обертання:

$$n_1 = \frac{P}{360 \cdot m \cdot k} = \frac{5500}{360 \cdot 6 \cdot 1} = 15,3 \text{ хв.}^{-1}.$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 5.5.2. Енергетичний розрахунок.

Потужність привода (в кВт) розраховується за формулою:

$$P = P_M + P_{Ш} + P_H + P_K + P_{\sigma} + P_{TP},$$

де  $P_M$  – потужність, необхідна для приводу переміщення магазинів;

$P_{Ш}$  – потужність, необхідна для приводу обертання шнека;

$P_H$  – потужність, необхідна для приводу накатного транспортера;

$P_K$  – потужність, необхідна для приводу клеєвого механізму;

$P_{\sigma}$  – потужність, необхідна для приводу вакуум-барабану;

$P_{TP}$  – потужність, необхідна для приводу пластинчатого транспортера.

Визначається потужність (в кВт) для приводу вакуум-барабана по формулі [2,с.201]:

$$P_{\sigma} = \frac{G_4 \cdot f \cdot \pi \cdot d_1 \cdot \omega}{1000}, \quad (4.4)$$

де  $G_4=1000$  Н – сила тяжіння головного вала з прикріпленими до нього деталями;

$f=0,005$  см<sup>-1</sup> – умовний, приведений до вала, коефіцієнт тертя шарикопідшипника;

$d_1=12$  см – діаметр кола по центрам шариків упорного підшипника головного вала;

$\omega$  – кутова швидкість головного вала (с<sup>-1</sup>).

Розраховуємо кутову швидкість головного вала за формулою (в с<sup>-1</sup>):

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,255}{30} = 0,03 \quad (4.5)$$

Після цього підставляємо значення в формулу (4.4):

$$P_{\sigma} = \frac{1000 \cdot 0,005 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 0,03}{1000} = 0,06 \quad (4.6)$$

Розраховується потужність, необхідна для приводу накатного транспортера (в кВт) за формулою:

$$P_H = \frac{P_2 \cdot L \cdot g}{\eta} \quad (4.7)$$

де  $P_2$  – продуктивність автомата (кг/с);

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$L=0,5$  м – довжина транспортера;

$\eta=0,7$  – ККД транспортера.

Визначаємо продуктивність автомата (в кг/с) за формулою:

$$P_2 = \frac{P}{3600} \cdot m_{пл} = \frac{5500}{3600} \cdot 1 = 1,5 \quad (4.8)$$

де  $P=5500$  пл/год – продуктивність автомату;

$3600$  – кількість секунд в годині;

$m_{пл}=1$  кг – маса однієї наповненої пляшки.

Потужність необхідна для приводу накатного транспортера:

$$P_H = \frac{1,5 \cdot 0,5 \cdot 9,81}{0,7} = 10,5 \text{ Вт} = 0,01 \text{ кВт} \quad (4.9)$$

Визначаємо потужність необхідну для приводу кееєвого механізму (в кВт) за формулою:

$$P_K = \frac{G_K \cdot f_1 \cdot \pi \cdot d \cdot \omega_1}{1000} = \frac{200 \cdot 0,005 \cdot 3,14 \cdot 3,2 \cdot 60}{1000} = 0,6 \quad (4.10)$$

де  $G_K=200$  Н – сила тяжіння вала з валиком;

$f_1=0,005$  см<sup>-1</sup> – умовний приведений коефіцієнт тертя шарикопідшипника;

$d=60$  см – діаметр кола по центрам шариків підшипників;

$\omega_1=3,2$  с<sup>-1</sup> – кутова швидкість валика.

Знаходимо потужність, необхідну для приводу механізмів переміщення магазинів (в кВт) за формулою:

$$P_M = F_T \cdot v \quad (4.11)$$

де  $F_T$  – зусилля для переміщення магазинів (Н);

$v$  – швидкість з якою рухається магазин.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо тягове зусилля (в Н) для переміщення магазина за формулою:

$$F_T = G_M \cdot \omega' \quad (4.12)$$

де  $G_M$  – вага магазина з етикетками, кг;

$\omega' = 0,5 \text{ c}^{-1}$  – частота з якою рухається магазин з етикетками.

Знаходимо вагу магазина з етикетками (в Н) за формулою:

$$G_M = m \cdot g = 10 \cdot 9,81 = 98,1 \text{ Н} \quad (4.13)$$

де  $m = 10 \text{ кг}$  – маса магазину з етикетками;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння.

Отримані дані підставляємо в формулу (4.12) і розраховуємо тягове зусилля для зусилля переміщення магазина:

$$F_T = G_M \cdot \omega' = 98,1 \cdot 0,5 = 49,05 \text{ Н}$$

Визначаємо швидкість з якою рухається магазин (в м/с) за формулою:

$$v = \frac{S}{t \cdot 12} \quad (4.14)$$

де  $S$  – довжина кола поверхні барабана;

$t$  – кінематичний цикл.

Розраховуємо довжину кола поверхні барабана (в м) за формулою:

$$S = \pi \cdot d_{\phi} = 3,14 \cdot 0,3 = 0,942 \text{ м}, \quad (4.15)$$

де  $d_{\phi} = 0,3 \text{ м}$  – діаметр вакуум-барабана.

Розраховуємо час за який барабан робить 1 оберт (в с) за формулою:

$$t = \frac{S}{v_1} \quad (4.16)$$

де  $v_1$  – швидкість з якою рухається барабан, м/с.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо швидкість з якою рухається вакуум-барабан (в м/с) за формулою:

$$g_1 = \frac{\pi \cdot d_6 \cdot n_6}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,3 \cdot 15,3}{60} = 0,22 \text{ м/с}, \quad (4.17)$$

де  $n_6=15,3$  об/хв. – частота обертання вакуум-барабана;

$d_6=0,3$  м – діаметр вакуум-барабана.

Отриманні дані підставимо в формулу (4.16):

$$t = \frac{0,942}{4,3 \cdot 12} = 0,018 \text{ м/с}.$$

Визначаємо потужність, необхідну для приводу механізмів переміщення (в кВт) магазинів за формулою (4.11):

$$P_M = 50 \cdot 0,018 = 0,9 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо потужність для приводу пластинчатого транспортера (в кВт) за формулою:

$$P_{TP} = \frac{F_T \cdot g_n}{\eta} \quad (4.18)$$

де  $F_T$  – тягове зусилля (Н).

$g_n$  – швидкість руху транспортера.

Швидкість руху транспортера (в м/с) знаходимо за формулою:

$$g_n = \frac{\Pi \cdot d}{3600} = \frac{5500 \cdot 0,073}{3600} = 0,11 \quad (4.19)$$

де  $d=0,073$  м – діаметр пляшки.

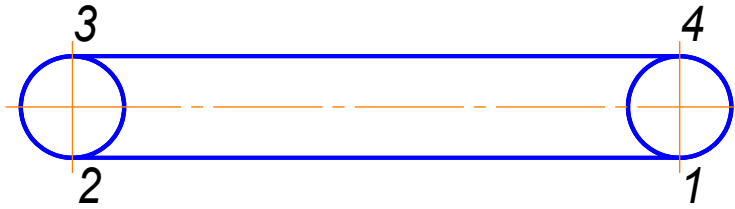
Знаходимо тягове зусилля для конвеєрів з гнучким тяговим елементом (в Н) за формулою:

$$F_{тяг} = F_{max} - F_{min} \quad (4.20)$$

де  $F_{max}$  – максимальний натяг ланцюга в характерній точці, Н;

$F_{min}$  – мінімальний натяг ланцюга в характерній точці, Н.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$F_{\max} = F_4; F_{\min} = F_1.$$

Визначаємо натяг в т.2 за формулою:

$$F_2 = F_1 + W_{1-2} \quad (4.21)$$

де  $F_1 = F_{\min} = 1000 \text{ Н}$  – натяг ланцюга в т.1;

$W_{1-2}$  – опір руху ланцюга між точками 1 та 2 (в Н) за формулою:

$$W_{1-2} = g_{\text{л}} \cdot L_{1-2} \cdot \omega' = 20 \cdot 2 \cdot 0,25 = 10 \quad (4.22)$$

де  $L_{1-2}$  – відстань між точками 1 та 2;

$g_{\text{л}}$  – навантаження від ваги ланцюга;

$\omega'$  – коефіцієнт, що враховує опір, який створюється в русі тягового елемента.

Підставивши отримані дані в формулу (4.21):

$$F_2 = 1000 + 10 = 1010$$

Визначаємо натяг в т.3 за формулою:

$$F_3 = 1,1 \cdot F_2 = 1,1 \cdot 1010 = 1111 \quad (4.23)$$

Визначаємо натяг в т.4 за формулою:

$$F_4 = F_3 + W_{3-4} \quad (4.24)$$

де  $W_{3-4}$  – опір руху ланцюга між точками 3 і 4.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{3-4} = (22,4 + 135) \cdot 2 \cdot 0,25 = 78,7$$

Визначаємо натяг в т.4 за формулою:

$$F_4 = 1111 + 78,7 = 1189,7 \quad (4.29)$$

Розраховуємо тягове зусилля (в Н) за формулою:

$$F_{тяг} = F_{max} - F_{min} = 1189,7 - 1000 = 189,7 \quad (4.30)$$

Визначаємо потужність, яку потрібно для приводу транспортера (в кВт) за формулою (4.18):

$$P_{TP} = \frac{189,7 \cdot 0,11}{(0,7 \cdot 1000)} = 0,03$$

Знаходимо потужність необхідну для обертання шнека (в кВт) за формулою:

$$P_{ш} = П \cdot L \cdot g = \frac{1,5 \cdot 0,335 \cdot 9,81}{1000} = 0,0049 \quad (4.31)$$

де  $П=1,5$  кг/с – продуктивність автомата;

$L=0,335$  м – довжина шнека;

$g=9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення вільного падіння.

Розрахункову загальну потужність привода визначаємо за формулою (4.3) (в кВт):

$$P = 0,06 + 0,01 + 0,6 + 0,9 + 0,03 + 0,0049 = 1,6$$

Розраховуємо потужність для електродвигуна (в кВт) за формулою:

$$P_0 = P \cdot 1,25 = 1,6 \cdot 1,25 = 2 \quad (4.32)$$

де 1,25 – коефіцієнт потужності запасу.

Приймаємо до встановлення електродвигуна марки 4A100L з частотою обертання 1000 об/хв. і потужністю  $P_1=2,2$  кВт.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.6. Конструктивний розрахунок.

Розрахунок першої клинопасової передачі:

Визначаємо межі в яких лежить величина міжосьової відстані за формулами [4,с.130]:

$$a_{\min_1} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + T_0 = 0,55 \cdot (100 + 200) + 10,5 = 175,5 \text{ мм} \quad (4.55)$$

$$a_{\min_1} = D_1 + D_2 = 100 + 200 = 300 \text{ мм} \quad (4.56)$$

де  $T_0=10,5$  – висота перерізу пасу.

Приймаємо міжосьову відстань  $a_1=235$  мм.

Визначаємо довжину пасу за формулою [4,с.121]:

$$L_1 = \frac{2 \cdot a_1 + 0,5 \cdot \pi \cdot (D_1 + D_2) + (D_2 + D_1)^2}{4 \cdot a_1} = \frac{2 \cdot 235 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 200) + (100 + 200)^2}{4 \cdot 235} = 1037 \text{ мм} \quad (4.57)$$

Приймаємо довжину пасу  $L_1=1000$  мм.

Знаходимо кут обхвату (в град.) за формулою [4,с.130]:

$$\alpha_1 = \frac{180 - 57(D_2 - D_1)}{a_1} = \frac{180 - 57(200 - 100)}{235} = 156 \quad (4.58)$$

Визначаємо кількість пасів, що забезпечують передачу даної потужності з одного валу на інший за формулою [4,с.135]:

$$z_1 = \frac{P_1 \cdot C_P}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z} = \frac{2,2 \cdot 1,5}{2,22 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 1,83 \quad (4.59)$$

де  $P_1=2,2$  кВт – потужність, що передається;

$C_P=1,5$  – коефіцієнт режиму роботи;

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_0=2,22$  кВт – потужність, яку зможе передати один пас;

$C_L=0,9$  – коефіцієнт, що враховує вплив довжини пасу;

$C_\alpha=0,95$  – коефіцієнт кута обхвату;

$C_Z=0,95$  – коефіцієнт, що враховує кількість пасів для передачі.

Приймаємо до встановлення кількості пасів  $z=2$ .

Розрахунок другої пасової передачі:

Визначаємо межі в яких лежить величина міжосьової відстані за формулами (4.55) і (4.56):

$$a_{\min_1} = 0,55 \cdot (90 + 360) + 10,5 = 258 \text{ мм}$$

$$a_{\min_1} = 90 + 360 = 450 \text{ мм}$$

де  $D_3=90$  мм – діаметр другого шківа на другому валу;

$D_4=360$  мм – діаметр шківа на третьому валу.

Приймаємо міжосьову відстань  $a_2=300$  мм.

Визначаємо довжину пасу за формулою 4.57:

$$L_1 = \frac{2 \cdot a_2 + 0,5 \cdot \pi \cdot (D_3 + D_4) + (D_3 + D_4)^2}{4 \cdot a_2} = \frac{2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (90 + 360) + (90 + 360)^2}{4 \cdot 300} = 995 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину пасу  $L_1=1000$  мм.

Знаходимо кут обхвату (в град.) за формулою 4.58:

$$\alpha_2 = \frac{180 - 57(D_4 - D_3)}{a_2} = \frac{180 - 57(360 - 90)}{300} = 129^\circ$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість пасів, що забезпечують передачу даної потужності з одного валу на інший за формулою 4.59;

$$z_2 = \frac{P_2 \cdot C_P}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z} = \frac{2,134 \cdot 1,5}{2,22 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 1,84$$

де  $P_2=2,134$  кВт – потужність, що передається;

$C_P=1,5$  – коефіцієнт режиму роботи;

$P_0=2,22$  кВт – потужність, яку зможе передати один пас;

$C_L=0,9$  – коефіцієнт, що враховує вплив довжини пасу;

$C_\alpha=0,95$  – коефіцієнт кута обхвату;

$C_z=0,95$  – коефіцієнт, що враховує кількість пасів для передачі.

Приймаємо до встановлення кількості пасів  $z=2$ .

Розрахунок конічної передачі:

Визначаємо зовнішній ділительний діаметр за формулою [4,с.49]:

$$d_{e_2} = K_{d_1} \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_{H\beta_1} \cdot U_n}{(\sigma_H)^2 (1 - 0,5 \cdot \psi_{bR1})^2 \cdot \psi_{bR1}}} \quad (4.60)$$

де  $K_{d1}=99$  – для прямозубих передач;

$T_3=79 \cdot 10^3$  Н·м – обертовий момент на третьому валу;

$U_K=2$  – передаточне відношення конічної передачі;

$[\sigma_H]$  – допустиме напруження;

$\psi_{bR1}=0,285$  – коефіцієнт ширини зубчастого вінця.

Визначаємо допустиме напруження (в МПа) за формулою [4,с.33]:

$$[\sigma_{H1}] = \frac{\sigma_{H\lim b1} \cdot K_{HL}}{[S_H]} \quad (4.61)$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\sigma_{H \lim bl}$  – межа контактної витривалості;

$K_{HLL1}=1$  – коефіцієнт довговічності;

$[S_{H1}]=1,15$  – коефіцієнт безпеки.

Визначаємо границі контактної витривалості зубців:

$$\sigma_{H \lim bl} = 2HB_1 + 70 = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ МПа} \quad (4.62)$$

де  $HB_1$  – твердість матеріалу шестерні і колеса.

Отримані дані підставляємо в формулу (4.61) і визначаємо допустиме напруження:

$$[\sigma_{H1}] = \frac{560 \cdot 1}{1,15} = 487 \text{ МПа.}$$

Результати підставляємо в формулу (4.60) і визначаємо ділительний діаметр:

$$d_{e2} = 99 \cdot \sqrt[3]{\frac{79 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 2}{(487)^2 (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 155 \text{ мм.}$$

Приймаємо ділительний діаметр по ГОСТ 12289-76  $d_{e2}=160$  мм.

Визначаємо зовнішній круговий модуль за формулою [4,с.50]:

$$m_{e1} = \frac{d_{e2}}{Z_6} = \frac{160}{50} = 3,2 \text{ мм} \quad (4.63)$$

де  $z_6=50$  – число зубців колеса.

Визначаємо кут ділительних конусів:

$$\delta_1 = \arctg U_K = \arctg 2 = 26,6^\circ \quad (4.64)$$

$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 63,4^\circ \quad (4.65)$$

Визначаємо зовнішню конусну відстань:

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{Z_5^2 + Z_6^2} = 0,5 \cdot 3,2 \cdot \sqrt{25^2 + 50^2} = 89,4 \text{ мм} \quad (4.66)$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо довжину зуба за формулою [4,с.49]:

$$b = \psi_{bRI} \cdot R_e = 0,285 \cdot 89,4 = 25,5 \quad (4.67)$$

де  $\psi_{bRI}=0,285$  – коефіцієнт ширини зубчастого вінця.

$R_e=89,4$  мм – зовнішня конусна відстань.

Приймаємо довжину зуба в  $b=26$  мм.

Зовнішні ділильні діаметри шестерні визначаємо за формулою:

$$d_{e1} = m_e \cdot Z_5 = 3,2 \cdot 25 = 80 \text{ мм} \quad (4.68)$$

Визначаємо середній ділильний діаметр шестерні за формулою:

$$d_1 = 2(R_e - 0,5b) \sin \delta_1 = 2(89,4 - 0,5 \cdot 26) \sin 26,6^\circ = 68,4 \text{ мм} \quad (4.69)$$

де  $b=26$  мм – висота зуба шестерні;

$\delta_1=26,6^\circ$  - кут ділильного конуса.

Визначаємо зовнішній діаметр шестерні за формулою [4,с.342]:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2 \cdot m_e \cdot \cos \delta_1 = 80 + 2 \cdot 3,2 \cdot \cos 26,6^\circ = 85,7 \text{ мм} \quad (4.70)$$

де  $d_{e1}=80$  мм – зовнішній ділильний діаметр шестерні.

Визначаємо зовнішній діаметр колеса за формулою:

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2 \cdot m_e \cdot \cos \delta_2 = 160 + 2 \cdot 3,2 \cdot \cos 63,4^\circ = 163 \text{ мм} \quad (4.71)$$

де  $\delta_2=63,4^\circ$  - кут ділильного конуса.

Знаходимо середній круговий модуль за формулою [4,с.342]:

$$m = \frac{d_w}{z_5} = \frac{68,4}{25} = 2,74 \text{ мм} \quad (4.72)$$

де  $d_w=68,4$  мм – середній ділильний діаметр шестерні;

$z_5=25$  шт. – кількість зубців шестерні.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо коефіцієнт ширини шестерні по середньому діаметру за формулою [4,с.342]:

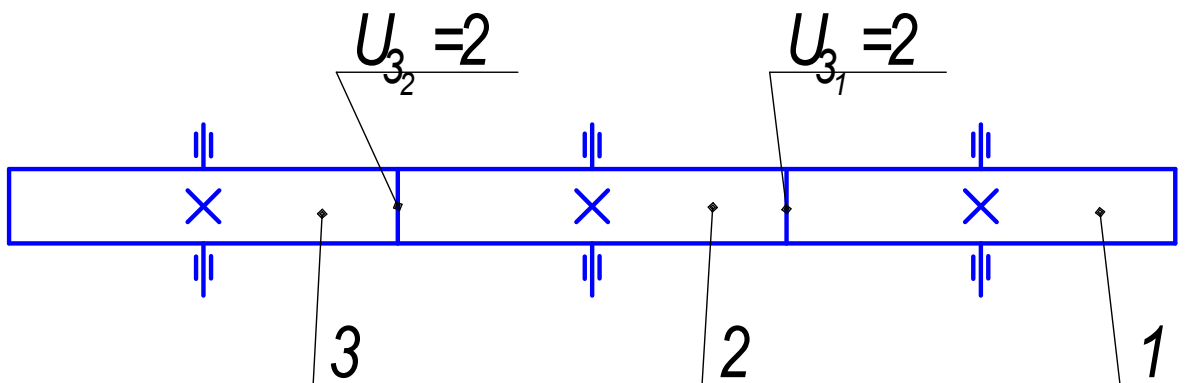
$$\psi_{bd_1} = \frac{b}{d_{w_1}} = \frac{26}{68,4} = 0,38 \quad (4.73)$$

де  $b=26$  мм – висота зуба шестерні.

Розрахунок двох зубчастих передач:

В нашому випадку дві зубчасті передачі складаються з трьох зубчастих колес, розміщених послідовно.

Кінематична схема двох циліндричних зубчастих передач:



					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже в такому випадку ведуть розрахунок трьох зубчастих коліс.  
Визначаємо міжосьову відстань для першого і другого зубчастих коліс за формулою [4,с.32]:

$$a_{\omega} = K_a (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_5 \cdot K_{H\beta}}{U^2 \cdot \psi_{ba} \cdot [\sigma_{H_2}]^2}} \quad (4.74)$$

де  $K_a=49,5$  – для прямозубих коліс;

$U=2$  – передаточне відношення першої зубчастої передачі;

$[\sigma_{H_2}]$  – допустиме контактне напруження;

$K_{H\beta}=1$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині вінці;

$\psi_{ba}=0,2$  – для прямозубих передач коефіцієнт ширини зубчатого вінця.

Приймаємо матеріал для виготовлення зубчастих коліс – сталь легована 20ХМ з термічною обробкою – гартування. Твердість НВ=200.

Визначаємо межу контактної витривалості за формулою [4,с.34]:

$$\sigma_{H \lim b2} = 2HB + 70 = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ МПа} \quad (4.75)$$

Знаходимо допустиме контактне напруження (в МПа) за формулою:

$$[\sigma_{H_2}] = \frac{\sigma_{H \lim b2} \cdot K_{HL2}}{[S_{H_2}]} = \frac{470 \cdot 1}{1,2} = 392 \quad (4.76)$$

де  $\sigma_{H \lim b2}=470$  МПа – межа контактної витривалості;

$K_{HL2}=1$  – коефіцієнт довговічності;

$[S_{H_2}]=1,2$  – коефіцієнт безпеки.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо міжосьову відстань, шляхом підставлення даних в формулу (4.74):

$$a_w = K_a (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_5 \cdot K_{H\beta}}{U^2 \cdot \psi_{ba} \cdot [\sigma_{H_2}]^2}} = 49,5(2 + 1) \sqrt[3]{\frac{275 \cdot 10^3 \cdot 1}{2^2 \cdot 0,2 \cdot 392^2}} = 221 \text{ мм}$$

Приймаємо  $a_w = 224 \text{ мм}$ .

Визначаємо модуль для першого, другого і третього зубчастого колеса за формулою:

$$m = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w = (0,01 \div 0,02) \cdot 224 = 2,24 \div 4,48 \quad (4.77)$$

Приймаємо модуль  $m=3$ .

Визначаємо сумарне число зубців першого і другого колеса (в шт.) за формулою:

$$Z_{\Sigma_2} = \frac{2a_{w_3}}{m} = \frac{2 \cdot 224}{3} = 150 \quad (4.78)$$

де  $a_{w_3} = 224 \text{ мм}$  – міжосьова відстань;

$m=3$  – модуль колеса.

Визначаємо кількість зубців першого колеса за формулою:

$$Z_1 = \frac{Z_{\Sigma_2}}{U_{31} + 1} = \frac{150}{2 + 1} = 50 \quad (4.79)$$

Визначаємо кількість зубців другого зубчастого колеса за формулою:

$$Z_2 = Z_{\Sigma_2} - Z_1 = 150 - 50 = 100 \quad (4.80)$$

Перевіряємо передаточне відношення першої зубчатої передачі:

$$U_{31} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{100}{50} = 2 \quad (4.81)$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо міжосьову відстань за формулою:

$$a_{w_3} = 0,5(z_1 + z_2)m = 0,5(50 + 100)3 = 225 \quad (4.82)$$

Перевіряємо модуль за формулою:

$$m = \frac{(2 \cdot a_{w_3})}{z_1 + z_2} = \frac{(2 \cdot 225)}{50 + 100} = 3 \quad (4.83)$$

Знаходимо кількість зубів третього зубчастого колеса за формулою:

$$z_3 = z_2 \cdot u_{32} = 100 \cdot 2 = 200 \quad (4.84)$$

де  $U_{32}=2$  – передаточне відношення другої зубчастої передачі.

Визначаємо міжосьову відстань для зубчастих коліс другого і третього за формулою:

$$a_{w_4} = 0,5 \cdot m(z_1 + z_2) = 0,5 \cdot 3(100 + 200) = 450 \text{ мм} \quad (4.85)$$

Визначаємо основні геометричні розміри зубчастих коліс.

Розраховуємо дільний діаметр першого, другого і третього коліс за формулами:

$$d_1 = \frac{m \cdot z_1}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 50}{1} = 150 \text{ мм} \quad (4.86)$$

$$d_2 = \frac{m \cdot z_2}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 100}{1} = 300 \text{ мм} \quad (4.87)$$

$$d_3 = \frac{m \cdot z_3}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 200}{1} = 600 \text{ мм} \quad (4.88)$$

де  $m=3$  – модуль зубчастого колеса;

$\beta=0^\circ$  - кут нахилу лінії зуба;

$z_1=50$  шт;  $z_2=100$  шт;

$z_3=200$  шт – кількість зубців першого, другого і третього колеса.

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо діаметри кола вершин зубців для першого, другого і третього зубчастих коліс (в шт.) за формулою:

$$d_{a_1} = d_1 + 2 \cdot m = 150 + 2 \cdot 3 = 156 \text{ мм} \quad (4.89)$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2 \cdot m = 300 + 2 \cdot 3 = 306 \text{ мм} \quad (4.90)$$

$$d_{a_3} = d_3 + 2 \cdot m = 600 + 2 \cdot 3 = 606 \text{ мм} \quad (4.91)$$

Знаходимо діаметри кола впадин зубів першого, другого і третього зубчастих коліс (в шт.) за формулою:

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 150 - 2,5 \cdot 3 = 142,5 \text{ мм} \quad (4.92)$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 300 - 2,5 \cdot 3 = 295,5 \text{ мм} \quad (4.93)$$

$$d_{f_3} = d_3 - 2,5 \cdot m = 600 - 2,5 \cdot 3 = 592,5 \text{ мм} \quad (4.94)$$

Визначаємо ширину третього зубчастого колеса за формулою:

$$b_3 = \psi_{ba} \cdot a_w = 0,2 \cdot 450 = 90 \quad (4.95)$$

де  $\psi_{ba}=0,2$  – для прямозубих передач коефіцієнт зубчастого вінця;

$a_w=450$  мм – міжосьова відстань для другого і третього зубчастих коліс.

Визначаємо ширину другого зубчастого колеса за формулою:

$$b_2 = b_3 + 5 = 90 + 5 = 95 \text{ мм} \quad (4.96)$$

Визначаємо ширину прямого зубчастого колеса за формулою:

$$b_1 = b_2 + 5 = 95 + 5 = 100 \text{ мм} \quad (4.97)$$

					Розрахункова частина	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. РОЗРАХУНОК ЕТИКЕТУВАЛЬНИХ МАШИН

### 6.1. Технологічний розрахунок

Процеси, що протікають у етикувальних машинах, можна розділити на дві групи: процеси, що вимагають по технологічним міркуванням строго певної тривалості; процеси, які залежать від конструкції машини. До першої групи відносяться подача і відбір пляшок і наклеювання етикеток на пляшки. Тривалість цих процесів у секундах: подача пляшки - до 2,5; приклеювання етикетки - 1; відбір пляшки до 2,5.

Подача і відбір пляшок, а також наклеювання етикеток залежать від конструкції машини.

Теоретичну продуктивність етикувальної машини, вважаючи її тільки як транспортуючий пристрій, можна виразити таким чином:

$$\dot{I}_\delta = 3600 \cdot \dot{e} \cdot \dot{i} = 3600 \cdot 360 \cdot 0.051 = 66000 \text{ ,пляшок на годину} \quad (6.1)$$

де  $u$  — кількість заходів;

$n$  — число обертів ротора (рухомої верхньої частини) машини в секунду.

З формули (1) тривалість одного оберту ротора:

$$\dot{O} = \frac{1}{\dot{i}} = \frac{3600 \cdot \dot{e}}{\dot{I}_\delta} = \frac{3600 \cdot 360}{66000} \cong 0.051, \text{ñàé} \quad (6.2)$$

Продуктивність машини виразимо як функцію тривалості основних процесів. Для цього складемо наступне співвідношення:

$$\frac{S'}{T'} = \frac{S}{T} = \frac{S \cdot \dot{I}_\delta}{3600 \cdot \dot{e}} \quad (6.3)$$

де  $S'$  — частина кругового шляху, який проходить пляшка в машині;

$T'$  — час, необхідне для цих операцій;

$S$  — довжина окружності;

$T$  — тривалість одного оберту.

Із цього співвідношення теоретична продуктивність машини

$$\dot{I}_\delta = \frac{3600 \cdot S'}{T' \cdot S} \cdot u = \frac{3600 \cdot 3.25}{16 \cdot 3.6} \cdot 360 = 73125, \text{ пляшок у годину} \quad (6.4)$$

Час, необхідне для подачі пляшки, наклеювання етикетки, відбору :

$$T' = t_2 + t_4 + t_6 + t_8 = 2.5 + 1 + 10 + 2.5 = 16, \text{сек.} \quad (6.5)$$

де  $t_2, t_4, t_6, t_8$  — тривалість у секундах .

Круговий шлях, прохідний пляшкою в машині:

$$S' = S_2 + S_4 + S_6 + S_8 = 0.5 + 0.45 + 1.8 + 0.5 = 3.25, \text{м} \quad (6.6)$$

де  $S_2, S_4, S_6$  і  $S_8$  — довжина ділянок кругового шляху, у м.

Зм.	Лист	№	Підпис	Дат	
Розроб.	Созга Я Ю				Розрахунок етикетувальних машин  Літер.   Арк.   Архів. <hr/> НУХТ ПМ-4-1
Перевір.	Васильківський				
Реценз.					
Н. Контр					
Затверд.					

Тому що всі крапки на круговому шляху мають однакову швидкість, продуктивність машини можна виразити як залежність від тривалості кожного з перерахованих вище процесів, наприклад:

$$\dot{I}_{\delta} = \frac{3600}{t_6} \cdot \frac{S_6}{S} \cdot u = \frac{3600}{10} \cdot \frac{1.8}{3.6} \cdot 360 = 64800 \text{ ,пляшок у годину} \quad (6.7)$$

Дуги  $S$  і  $S_6$  можна замінити відповідними числами:

$$S = u \cdot m = 360 \cdot 0.01 = 3.6 \text{ ,м}$$

$$S_6 = u_6 \cdot m = 180 \cdot 0.01 = 1.8 \text{ ,м}$$

де  $m$ — крок по дузі, у м;

$i_6$  — кількість одночасно працюючих.

Рівняння (7) можна переписати в такому виді:

$$\dot{I}_{\delta} = \frac{3600}{t_6} \cdot u_6 = \frac{3600}{10} \cdot 180 = 64800 \text{ ,пляшок у годину} \quad (6.8)$$

З рівнянь (7) і (8) видна пряма залежність продуктивності машини від числа етикетопереносчиків у барабані. Однак ця залежність зберігає своє значення тільки при постійній кутовій швидкості барабана, тобто при постійному числі обертів. Звичайно при конструюванні великих машин приймають більше високу кутову швидкість, чим для машин малих, щоб зменшити габарити машини. Більше того, етикувальні машини іноді постачають варіаторами швидкості для можливості зміни темпу роботи, аналогічно нашому випадку.

*Кількість етикетопереносчиків*, необхідних для кожної зони, можна знайти з рівняння:

$$u_6 = \dot{I}_{\delta} \cdot \frac{t_6}{3600} = 64800 \cdot \frac{10}{3600} = 180 \text{ ,шт.} \quad (6.9)$$

Очевидно, що це рівняння також варто застосовувати при строго певних умовах. Умовою, що забезпечує повне завантаження столиків і відсутність холостого пробігу їх при заданій окружній швидкості  $\omega$ , буде наступна рівність:

$$t_6 = \frac{S_6}{\omega} = \frac{u_6 \cdot m}{\omega} = \frac{1.8}{0.18} = 10 \text{ ,сек.} \quad (6.10)$$

звідки кількість для кожної зони:

$$u_6 = \frac{t_6 \cdot \omega}{m} = \frac{10 \cdot 0.18}{0.01} = 180 \text{ ,шт.} \quad (6.11)$$

За допомогою рівнянь (9) і (11) можемо визначити число для всіх секторів циклограми. Процеси в які обумовлені часом , і підібрати оптимальні значення кроку  $m$  і швидкості  $\omega$ . *Повна довжина окружності барабану*

$$\begin{aligned} S &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 = \\ &= S' + S_1 + S_3 + S_5 + S_7 = 3.25 + 0.35 = 3.6\text{м,} \end{aligned} \quad (6.12)$$

де  $S_1, S_3, S_5$  і  $S_7$  — довжина шляху в секторах із процесами, що не залежать від часу й швидкості обертання барабану.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Однієї з характеристик етикувальної машини є відношення кількості етикетопереносчиків, що працюють на наклеювання етикеток, до загального їхнього числа. Це відношення називають коефіцієнтом корисної дії по наклеюванню:

$$\eta = \frac{u_6}{u} = \frac{S_6}{S} = \frac{180}{360} = \frac{1.8}{3.6} = 0.5 \quad (6.13)$$

Як видно, цей коефіцієнт підвищується зі збільшенням продуктивності машини по штучній продукції.

#### 4.2. Визначення геометричних і кінематичних параметрів робочих органів вузла завантаження – розвантаження.

##### 6.2.1. Вибір ланцюга

Відстань між напрямними задана і дорівнює  $l = 203 \text{ мм}$ .

Орієнтовна між осьова відстань між зірочками привідного конвеєра  $L_0 \leq 2 \text{ м}$  (з конструктивних міркувань)

Попередньо підбираємо ланцюг, виходячи з умови, що напрямні 2 закріплені на певних ланках ланцюга. Конструктивно приймаємо ланцюг ПР – 25.4 – 5670, тому що  $\frac{l}{t} = \frac{203}{25.4} = 8$ . Тобто напрямні повинні бути закріплені на кожній восьмій ланці ланцюга. Тоді загальна довжина ланцюга в кроках повинна бути кратною 8.

З конструктивних міркувань обираємо зірочку з параметрами:

$$t = 25.4 \text{ мм}; \quad z = 32; \quad d_0 = 194.15 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальну довжину ланцюга:

$$L_{\max} \leq 2 \cdot L_0 + d_0 = 2 \cdot 2000 + 194.15 = 4194.15 \text{ мм}$$

Кількість ланок:

$$n_l = \frac{L_{\max}}{t} = \frac{4194.15}{25.4} = 165.12$$

Приймаємо  $n_l = 160$ .

Кількість прикріплених напрямних (кількість секцій для пляшки):

$$n_c = \frac{160}{8} = 20$$

Тоді розрахункова довжина ланцюга:

$$L_l = n_c \cdot 8 \cdot t = 20 \cdot 8 \cdot 25.4 = 4064 \text{ мм}$$

Міжцентрова відстань між зірочками конвеєра:

$$a = \frac{L_l - d_0}{2} = \frac{4064 - 194.15}{2} = 1935 \text{ мм}$$

Для подальшого розрахунку необхідно розрахувати масу 1м ланцюга з навареними на нього напрямними:

$$q = \frac{m}{L_l} = \frac{q \cdot L_l + m_H \cdot n_c}{L_l} = \frac{2.6 \cdot 4.064 + 0.15 \cdot 20}{4.064} = 3.34 \text{ кг}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 6.2.2. Тяговий розрахунок ланцюга

Тяговий розрахунок ланцюга виконуємо методом обігу контуру, починаючи з точки мінімального натягу ланцюга (точка 1 на Рис. 6.2.)

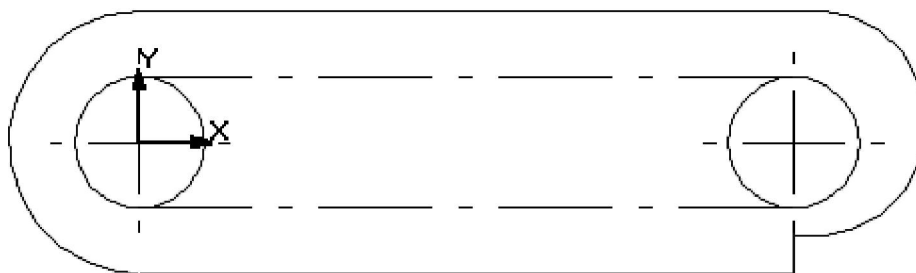


Рис. 6.2. Епюра навантажень

Величиною найменшого натягу задаємося:

$$S_{\min} = 200 \text{ (H)}$$
$$S_1 = S_{\min} = 200 \text{ (H)}$$

Натяг ланцюга в точці 2:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + q \cdot d \cdot a \cdot \omega = 200 + 3.34 \cdot 9.81 \cdot 1.935 \cdot 0.03 = 201.9 \text{ H}$$

де  $\omega = 0.02 \dots 0.03$

Натяг ланцюга в точці 3:

$$S_3 = 1.05 \cdot S_2 = 1.05 \cdot 201.9 = 212 \text{ H}$$

Натяг ланцюга в точці 4:

$$S_4 = S_3 + q \cdot d \cdot a \cdot \omega = 212 + 3.34 \cdot 9.81 \cdot 1.935 \cdot 0.03 = 213.9 \text{ H}$$

Сила тертя при переміщенні пляшок:

$$F_{mp} = m \cdot g \cdot f_{mp} \cdot n_m = 1.75 \cdot 9.81 \cdot 0.3 \cdot 10 = 51.5 \text{ H}$$

де  $m = 1.75 \text{ кг}$  – маса заповненої пляшки;

$f_{mp} = 0.3$  – коефіцієнт тертя.

Тягове зусилля ланцюга:  $W_T = S_4 - S_1 = 213.9 - 200 = 13.9 \text{ H}$

Сумарне зусилля ланцюга:  $W_{\text{сум}} = W_T + F_{mp} = 13.9 + 51.5 = 65.4 \text{ H}$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 6.2.3. Розрахунок ланцюгової передачі

Попередньо вибраний ланцюг ПР – 25.4 – 5670, у якого  $Q_{розр} = 56700 \text{ Н}$ ;  
 $S_{on} = 179.7 \text{ мм}^2$ ;  $q = 2.6 \text{ кг}$  – маса 1м ланцюга.

Допустимий питомий тиск в шарнірах  $[p] = 35 \text{ Мпа}$

Число зубців зірочки  $z = 32$

Розрахунковий крок ланцюга:

$$t = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{N \cdot k_e \cdot 10}{S \cdot [p] \cdot z_1 \cdot n \cdot k_m}} = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.025 \cdot 1.0 \cdot 10}{0.28 \cdot 35 \cdot 32 \cdot 28 \cdot 1.0}} = 5.59 \text{ мм}$$

Перевіряємо умову  $n_1 \leq n_{1 \max}$ . При  $t = 25.4 \text{ мм}$   $n_{1 \max} = 800 \text{ об/хв}$ .

Отже, умова виконується.

Колова швидкість ланцюга:

$$V = \frac{z_2 \cdot n_2 \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{32 \cdot 28 \cdot 25.4}{6 \cdot 10^4} = 0.38 \text{ м/с}$$

Колове зусилля, що передається ланцюгом:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{V} = \frac{1000 \cdot 0.025}{0.38} = 65.8 \text{ Н}$$

Середній питомий тиск в шарнірах:

$$P = \frac{F_t}{S_{on}} = \frac{65.8}{179.7} = 0.37 \text{ МПа}, \text{ що менше допустимого } [P] = 35 \text{ МПа}.$$

Термін служби ланцюга:

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot k_{зм} \cdot \sqrt{z} \cdot \sqrt[3]{a_t \cdot u}}{P \cdot \sqrt[3]{V} \cdot k_e},$$

де  $\Delta t = 3\%$  - допустиме збільшення кроку ланцюга;

$$k_{зм} = \frac{k_{с.з.}}{\sqrt{V}} = \frac{1.4}{\sqrt{0.38}} = 2.27 \text{ – коефіцієнт змащування};$$

де  $k_{с.з.} = 1.4$  – коефіцієнт, що враховує спосіб змащування;

$$a_t = \frac{a}{t} = \frac{1935}{25.4} = 76.18 \text{ – між центрова відстань виражена в кроках}.$$

Тоді

$$T = 5200 \cdot \frac{3 \cdot 2.27 \cdot \sqrt{32} \cdot \sqrt[3]{76.18 \cdot 1}}{0.37 \cdot \sqrt[3]{0.38} \cdot 1.0} = 317075 (\text{год})$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 6.2.4. Розрахунок навантажень ланцюгової передачі

Натяг від провисання веденої гілки від власної маси:

$$F_f = k_f \cdot g \cdot q \cdot a = 6 \cdot 9.81 \cdot 2.6 \cdot 1.935 = 296.1H$$

де  $k_f = 6$  – коефіцієнт провисання для горизонтальної передачі;

$q = 2.6\text{кг}$  – маса 1м ланцюга;

$g = 9.81\text{м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;

$a = 1.935\text{м}$  – між центрова відстань.

Натяг від відцентрових сил при швидкості  $V \leq 12\text{м/с}$  не враховується.

Колове зусилля  $F_t = 65.8 H$

Сумарний натяг ведучої гілки:

$$F_{\sum \text{вед}} = F_f + F_t \cdot k_1 = 296.1 + 65.8 \cdot 1.5 = 394.8H$$

де  $k_1 = 1.5$  – коефіцієнт, що враховує характер навантаження, що передається.

Навантаження, що діє на вал:

$$R \cong (1.15 \dots 1.2) \cdot F_t = 1.2 \cdot 65.8 = 79H$$

Перевіряємо ланцюг по запасу міцності:

$$n = \frac{Q_{\text{роз}}}{F_{\sum \text{вед}}} = \frac{56700}{394.8} = 143.6, \text{ що більше допустимого } [n] = 6.$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 6.3. Вибір електродвигуна

Визначаємо швидкість переміщення завантажувального конвеєра:

$$v = \frac{360 \cdot l}{T_n} = \frac{360 \cdot 0.203}{3} = 24.36 \text{ м/с}$$

де  $T_n = 3 \text{ с}$  – час на підведення – відведення пляшок

Розраховуємо потужність на валу 2 за формулою:

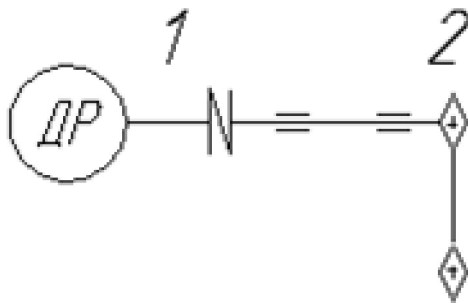
$$N_2 = \frac{W_{\text{пое}} \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{65.4 \cdot 24.36}{1000 \cdot 0.8} = 18.33 \text{ кВт}$$

Визначаємо частоту обертання на валу:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{60 \cdot 24.36}{3.14 \cdot 0.25} = 968 \text{ об/хв}$$

де  $\omega = \frac{2 \cdot v}{d}$  - кутова швидкість.

Вибираємо двигун марки 4А – 180 – 160 – М6 – У3, у якого  $n = 975 \text{ об/хв}$ ;  
 $N = 18,5 \text{ кВт}$



$$n_2 = n_1 = 975 \text{ об/хв.}$$

Потужність на валу 2 розрахована раніше  $N_2 = 18,33 \text{ кВт}$

Крутний момент:

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{18.33}{975} = 179.54 \text{ Нм}$$

Рис 4.3. Схема приводу

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

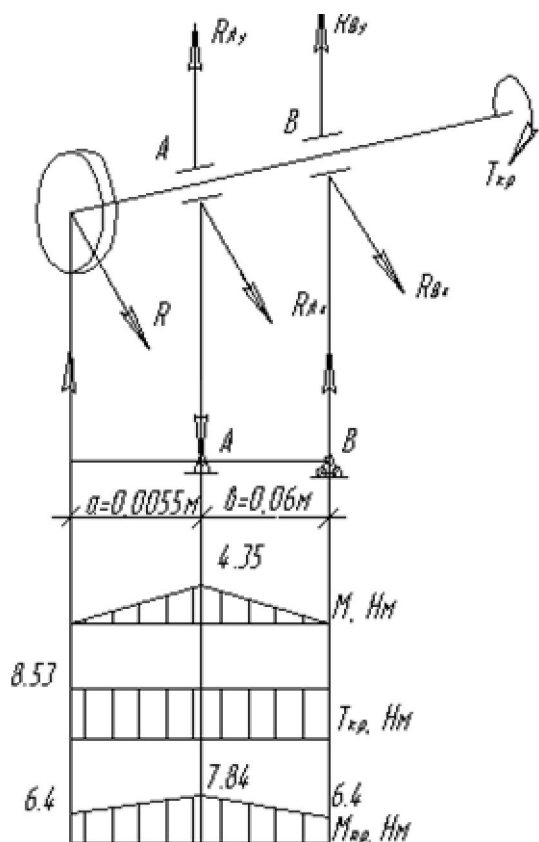
### 6.4.1. Розрахунок вала

Оскільки ланцюгова передача розташована в горизонтальній площині, то розрахунок її ведемо тільки в цій площині.

Навантаження на вал від ланцюга  $R = 790 \text{ Н}$

Крутний момент  $T_{кр} = 853 \text{ Нм}$

Умова рівноваги відносно опори А



$$\sum M_A = 0$$

$$R \cdot a - R_B \cdot b = 0$$

$$R_B = \frac{R \cdot a}{b} = \frac{790 \cdot 0.055}{0.06} = 724 \text{ Н}$$

Умова рівноваги відносно опори В

$$\sum M_B = 0$$

$$R \cdot (a + b) - R_A \cdot b = 0$$

$$R_A = \frac{R \cdot (a + b)}{b} = \frac{790 \cdot (0.055 + 0.06)}{0.06} = 1514 \text{ Н}$$

Перевіряємо правильність знайдених величин реакцій в опорах.

$$-R_A + R + R_B = 0$$

$$-1514 + 790 + 724 = 0$$

Епюри навантаження на валу

Розраховуємо моменти згину:

$$M_1 = R \cdot a = 790 \cdot 0.055 = 435 \text{ Нм}$$

$$M_2 = R \cdot (a + b) - R_A \cdot b = 790 \cdot (0.055 + 0.06) - 1514 \cdot 0.06 = 0$$

Привідний момент:

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг}^2 + (0.75 \cdot T_{кр})^2}$$

$$M_{пр}^0 = \sqrt{0 + (0.75 \cdot 853)^2} = 640 \text{ Нм}$$

$$M_{пр}^1 = \sqrt{4.35^2 + (0.75 \cdot 853)^2} = 784 \text{ Нм}$$

$$M_{пр}^2 = \sqrt{0 + (0.75 \cdot 853)^2} = 640 \text{ Нм}$$

Діаметр вала в небезпечному перерізі:  $d = \sqrt[3]{\frac{M_{пр}}{0.1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{784}{0.1 \cdot 6 \cdot 10^7}} = 0.045 \text{ м}$   
де  $[\sigma] = 6 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$  – допустиме напруження для сталі 40Х.

Приймаємо конструктивно  $d_1 = d_2 = 50 \text{ мм}$  – діаметр вала під підшипниками

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{640}{0.1 \cdot 6 \cdot 10^7}} = 0.043 \text{ м}$$

Приймаємо конструктивно  $d_0 = 46 \text{ мм}$  – діаметр вала під зірочкою.

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

## 6.4.2. Перевірочний розрахунок вала

Матеріал вала – Ст40Х

$$\sigma_B = 1000 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{-1} = 450 \text{ МПа}$$

$$\tau_{-1} = 250 \text{ МПа}$$

$$\psi_\sigma = 0.15; \psi_\tau = 0.1$$

Сумарний момент згину  $M_{зг} = 4.35 \text{ Нм}$

Крутний момент  $T_{кр} = 8.53 \text{ Нм}$

Допустимий момент витривалості  $[n] = 1.8$

Масштабний коефіцієнт при згині і крученні для вала із сталі Ст40Х і  $d = 35 \text{ мм}$ :  $\xi_\tau = 0.9$ ;  $\xi_\sigma = 0.9$

Коефіцієнти стану поверхні:  $k_\sigma^n = k_\tau^n = 1.8$ ;  $k_\tau = 1.5$ ;  $k_\sigma = 1.7$

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень:

$$K\sigma_d = \frac{k_\sigma + k_\sigma^n - 1}{\xi_\sigma} = \frac{1.7 + 1.18 - 1}{0.9} = 2.07$$

$$K\tau_d = \frac{k_\tau + k_\tau^n - 1}{\xi_\tau} = \frac{1.5 + 1.18 - 1}{0.8} = 2.1$$

Визначаємо ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині і крученні вала при  $\sigma_e = 1000 \text{ МПа}$  і  $d = 35 \text{ мм}$ :  $K\sigma_d = 2.70$ ;  $K\tau_d = 2.1$

Визначаємо запас міцності для нормальних напружень:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K\sigma_d \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} = \frac{450}{2.07 \cdot 1.034 + 0.15 \cdot 0} = 210$$

де  $\sigma_a = \frac{M_{зг}}{W_0} = \frac{4.35 \cdot 10^3}{4207} = 1.034 \text{ Па}$  - амплітуда номінальних напружень згину;

де  $W_0 = 4207 \text{ мм}^3$  – осьовий момент опору;  $\sigma_m = 0$

Знаходимо запас міцності для дотичних напружень. Знаходимо полярний момент опору при  $d = 35 \text{ мм}$ ,  $W_p = 7913 \text{ мм}^3$ .

Напруження кручення:

$$\tau = \frac{T_{кр}}{W_p} = \frac{8.53 \cdot 10^3}{7913} = 1.08 \text{ Па}$$

Амплітуда і середнє значення номінальних напружень кручення:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{1.08}{2} = 0.54 \text{ Па}$$

Запас міцності для дотичних напружень:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K\tau_d \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{250}{2.1 \cdot 0.54 + 0.1 \cdot 0.54} = 210.6$$

Загальний запас міцності в перерізі:

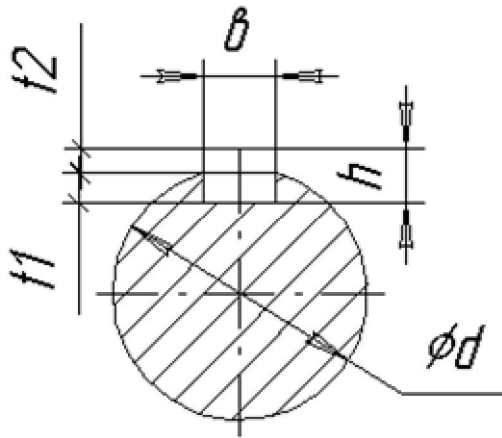
$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\tau^2 + n_\sigma^2}} = \frac{210 \cdot 210.6}{\sqrt{210.6^2 + 210^2}} = 148 > [n] = 1.8$$

Таким чином, перевірка довела, що умови міцності виконуються.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 6.5. Розрахунок шпонкових з'єднань

Найбільш небезпечною деформацією для шпонки є зминання від крутного моменту  $T$ :



$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma]_{зм}$$

За ГОСТ 23360-78 для  $d_1 = 46 \text{ мм}$  вибираємо шпонку  $b \times h = 8 \times 10$

$$d_1 = 46 \text{ мм} \quad T = 853 \text{ Нм}$$

$$t_1 = 6 \text{ мм} \quad l_p = 50 \text{ мм}$$

$$b = 8 \text{ мм} \quad h = 9 \text{ мм}$$

$$[\sigma]_{зм} = 150 \text{ МПа}$$

Рис. 6.4 Ескіз шпонки

$$\sigma_{\zeta i} = \frac{2 \cdot 853 \cdot 10^3}{46 \cdot 50 \cdot (9 - 6)} = 91 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\zeta i} = 150 \text{ МПа}$$

За ГОСТ 23360-78 для  $d_2 = 52 \text{ мм}$  вибираємо шпонку  $b \times h = 8 \times 10$ .  
 $d_1 = 52 \text{ мм}; t_1 = 4 \text{ мм}; l_p = 45 \text{ мм}; b = 8 \text{ мм}; h = 10 \text{ мм}; [\sigma]_{зм} = 150 \text{ МПа}$

Перевірочний розрахунок шпонок на зріз.

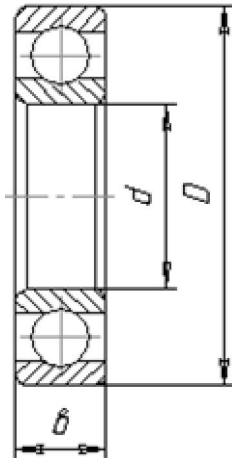
$$\tau_{зр} = \frac{F_{зр}}{S_{зр}} \leq [\tau]_{зр}; \quad \tau_{зр} = \frac{2 \cdot T}{d_g \cdot b \cdot l}$$

$$\tau_{\zeta \delta 1} = \frac{2 \cdot 853 \cdot 10^3}{46 \cdot 8 \cdot 50} = 341 \text{ МПа} < [\tau]_{\zeta \delta} = 950 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\zeta \delta 2} = \frac{2 \cdot 853 \cdot 10^3}{52 \cdot 8 \cdot 45} = 190 \text{ МПа} < [\tau]_{\zeta \delta} = 950 \text{ МПа}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 6.6. Вибір підшипників



Попередньо вибираємо радіально-упорний кульковий підшипник за ГОСТ 831-75 легкої серії №36207

$$d = 50\text{мм}$$

$$D = 72\text{мм}$$

$$B = 23\text{мм}$$

Виконуємо перевірку вибраного підшипника за динамічною вантажопідйомністю

Номінальна довговічність підшипника в млн. обертів:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

де  $C = 2400\text{кгс} = 23544\text{Н}$  – каталожна динамічна вантажопідйомність підшипника №36207;

$P$  – еквівалентне розрахункове навантаження на підшипник;

$p$  – степеневий показник для кулькових підшипників,  $p = 3$

Радіальне навантаження на підшипник  $F_p = R_A = 151.4\text{Н}$

Еквівалентне радіальне навантаження:

$$P_e = (x \cdot v \cdot F_p + y \cdot F_a) \cdot k_\sigma \cdot k_\tau$$

де  $F_a = 0$  – осьове навантаження;

$x = 1$  – коефіцієнт радіального навантаження;

$y = 0$  – коефіцієнт осьового навантаження;

$v = 1$  – коефіцієнт обертання;

$k_\sigma = 1$  – коефіцієнт безпеки;

$k_\tau = 1.05$  – температурний коефіцієнт.

При  $n = 28\text{об/хв.}$  і  $L_h = 20000\text{год}$  (розрахункова довговічність) знаходимо

відношення  $\frac{C}{P}$ , враховуючи, що  $L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n}$

$$\text{Тоді } L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} = \frac{60 \cdot 28 \cdot 20000}{10^6} = 33.6$$

$$\text{Звідси } \frac{C}{P_e} = \sqrt[3]{L} = \sqrt[3]{33.6} = 3.23$$

Отже  $C = 3.23 \cdot P_e = 3.23 \cdot 159 = 513\text{Н}$ , що менше  $C = 23544\text{Н}$

Тому залишаємо обраний підшипник.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 6.7. Вибір і розрахунок вакуумбарабану

Приймаємо коефіцієнт витрат  $J_1 = 0.2$

Маса пляшки  $m_n = 0.045 \text{ кг}$

Маса двох змонтованих підйомних столиків  $m_{cm} = 4 \text{ кг}$

Загальна маса  $P = 2m_n + m_{cm} = 2 \cdot 0.045 + 4 = 4.09 \text{ кг}$

Визначаємо безрозмірне навантаження на привід:

$$X = \frac{1.27 \cdot P}{P_m \cdot D^2} = \frac{1.27 \cdot 40.9}{4 \cdot 10^4 \cdot 0.05^2} = 0.519$$

Знаходимо безрозмірний конструктивний параметр:

$$N = \frac{275.14 \cdot (J_1 \cdot d_1^2)}{D^2 \cdot \sqrt{\frac{P}{P_m \cdot e^2}}} = \frac{275.14 \cdot (0.2 \cdot 0.008^2)}{0.05^2 \cdot \sqrt{\frac{40.9}{4 \cdot 10^4 \cdot 0.13^2}}} = 5.76$$

Визначаємо коефіцієнт пропускної здатності вихлопної лінії:

$$\Omega = 1. \text{ Тоді } \sigma_{\Pi} = \frac{P_{\Pi}}{P_m} = \frac{1 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^4} = 0.25$$

За номограмою при  $X = 0.519$  і  $N = 5.76$  знаходимо безрозмірний час спрацювання  $\tau = 6.3$

За формулою переходу знаходимо дійсний час спрацювання

$$t_1 = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot (e \cdot D^2 \cdot \tau)}{J_1 \cdot d_1^2} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot 0.13 \cdot 0.05^2 \cdot 6.3}{0.2 \cdot 0.008^2} = 0.21 \text{ с}$$

Розраховуємо час опускання, приймаючи до уваги, що маса вантажу змінилась.

$$P_1 = P + m_{\text{пр}} = 4.09 + 3 = 7.09 \text{ кг}$$

$$X = \frac{1.27 \cdot P}{P_{np} \cdot D^2} = \frac{1.27 \cdot 70.9}{4 \cdot 10^4 \cdot 0.05^2} = 0.9$$

$P_{np} = 40000 \text{ Н/м}^2$  – жорсткість пружини зворотного ходу.

$$N = \frac{275.14 \cdot (J_1 \cdot d_1^2)}{D^2 \cdot \sqrt{\frac{P}{P_{np} \cdot e^2}}} = \frac{275.14 \cdot (0.2 \cdot 0.008^2)}{0.05^2 \cdot \sqrt{\frac{70.9}{4 \cdot 10^4 \cdot 0.13^2}}} = 4.37$$

$$\Omega = 1; \quad \sigma_{\Pi} = \frac{P_n}{P_{np}} = \frac{1 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^4} = 0.25$$

і  $\tau = 7.4$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Тоді } t_2 = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot (e \cdot D^2 \cdot \tau)}{J_1 \cdot d_1} = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot (0.13 \cdot 0.05^2 \cdot 7.4)}{0.2 \cdot 0.008^2} = 0.245 \text{ с}$$

Визначаємо час підготовчого періоду спрацювання.

Приймаємо довжину  $l_T = 1.5 \text{ м}$

Визначаємо час розподілу хвилі тиску:

$$t = \frac{l_T}{a} = \frac{1.5}{341} = 0.0043988 \text{ с}$$

де  $a = 341 \text{ м/с}$  – швидкість руху повітря в магістралі.

Знаходимо початковий обсяг робочої порожнини:

$$V_p = V' + \left( \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \right) \cdot l_T = 1.79 \cdot 10^{-5} + \left( \frac{3.14 \cdot 0.008^2}{4} \right) \cdot 1.5 = 9.32 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

де  $V' = 1.79 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$  – обсяг;

$d_T = 0.008 \text{ м}$  – діаметр трубопроводу підвідної магістралі.

Обсяг вихлопної порожнини в момент початку робочого ходу поршня:

$$V_{\text{вих}} = V' + \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 + d_{\text{ум}}^2) \cdot l_T = 1.79 \cdot 10^{-5} + \frac{3.14}{4} \cdot (0.05^2 + 0.016^2) \cdot 1.5 = 1.78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

де  $D = 0.05 \text{ м}$

$d_{\text{ум}} = 0.016 \text{ м}$

Знаходимо значення відносних тисків  $\sigma''_o$  і  $\sigma''_{eo}$ :

$$v = \frac{(V_p \cdot J_1)}{(V_{\text{вих}} \cdot J_2)} = \frac{9.32 \cdot 10^{-5} \cdot 0.2}{1.78 \cdot 10^{-3} \cdot 0.2} = 0.052$$

де  $J_1 = J_2 = 0.2$  – коефіцієнт витрат підвідної і відвідної магістралей

$$\text{Коефіцієнт: } \Pi_{21}^F = \frac{D^2 - d_{\text{ум}}^2}{D^2} = \frac{0.05^2 - 0.016^2}{0.05^2} = 0.897$$

За номограмою для  $X = 0.519$  і  $v = 0.052$ ,  $\sigma''_o = 0.97$ ,  $\sigma''_{eo} = 0.34$

Тоді значення відносних тисків:

$$\sigma_o = \sigma''_o - 0.5 \cdot (1 - \Pi_{21}^F) = 0.97 - 0.5 \cdot (1 - 0.897) = 0.9185$$

$$\sigma_{eo} = \sigma''_{eo} - 0.1 \cdot (1 - \Pi_{21}^F) = 0.34 - 0.1 \cdot (1 - 0.897) = 0.329$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. Монтаж, ремонт, експлуатація етикетувальної машини

Технологія монтажу етикетувальної машини, що надходить окремими блоками, складальними одиницями та вузлами, включає наступні операції: транспортування зі складу до місця монтажу; розпаковка та розконсервація; укрупнююча зборка; такелажні роботи; розміточні роботи; установка обладнання в проектне положення; вивірка в горизонтальному або вертикальному положеннях; перевірка паралельності, перпендикулярності та співвісності вузлів і деталей; кріплення на фундаменті; наладка; випробування холостою ходою та під навантаженням; прийом в експлуатацію.

**1.Транспортування зі складу до місця монтажу.** При перевезенні етикетувальної машини до місця монтажу можна використовувати залізничний або річковий транспорт. Для вантаження етикетувальної машини використовують спеціальний причеп-тягач, узгоджується схема вантаження, розвантаження, маршрут руху та кріплення. На території підприємства транспортування здійснюється за допомогою спец. транспорту.

**2.Розпаковка та розконсервація.** Машина звільняється від упаковки і проводиться очищення машини від шару захисного покриття, звільняються від покриття деталі та вузли апарату.

**3.Укрупнююча зборка.** Проводиться приєднання до машини основних вузлів.

**4.Такелажні роботи.** Переміщення етикетувальної машини здійснюється за допомогою підйомного крану .

**5.Розміточні роботи.** Для вірної орієнтації етикетувальної машини, розміточні роботи виконують за робочими кресленнями технологічної частини проекту. В якості технічних засобів для виконання розміточних робіт використовують сталеві рулетки, складальні метри, відвіси, струни,

Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.		Сога Я.Ю.			Монтаж, ремонт, експлуатація етикетуальної машини	Літер.	Арк.	Архів.
Перевір.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.								
						НУХТ ПМ-4-1		

кутники. Основними розміточними операціями є паралельне перенесення головних осей машини, розмітка взаємно перпендикулярних осей, перенесення осей по вертикалі на різні поверхи будівлі.

**6.Установка обладнання в проектне положення.** Встановлюємо машину у встановлене місце монтажу.

**7.Вивірка в горизонтальному або вертикальному положеннях.** Проводимо переміщення етикетувальної машини у просторі для її правильної орієнтації у місці монтажу.

**8.Перевірка паралельності, перпендикулярності та співвісності вузлів і деталей.** Правильність встановлення перевіряємо спеціальними приладами та пристроями враховуючи можливі допустимі відхилення.

**9.Кріплення на фундаменті.** Стійки машини встановлюють на фундамент і прикріплюють до нього за допомогою чотирьох анкерних болтів.

**10.Наладка.** Проводимо підключення до машини трубопроводів та інших допоміжних засобів і пристроїв, із обов'язковим дотриманням необхідних вимог та стандартів.

**11.Випробування холостою ходою та під навантаженням.** Після перевірки правильності монтажу машини, електродвигуна, проводять випробування холостою ходою упродовж 40-60 хв.

**12.Прийом в експлуатацію.** Етикетувальна машина здається в експлуатацію після проведення всіх монтажних робіт, після її випробування холостою ходою, через підписання акту здачі в експлуатацію повноваженою особою.

**Ремонт** обладнання – сукупність заходів по відновленню працездатності до рівня його надійної експлуатації.

При виникненні несправностей у машині, або після тривалого часу її експлуатації, необхідно провести ремонт.

					Монтаж, ремонт, експлуатація	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Його проводять у такій послідовності: основні можливі несправності та заходи для їх усунення; застосовувані пристрої, інструменти, матеріали; здача в експлуатацію після ремонту.

### **1.Основні можливі несправності та заходи для їх усунення.**

Можливими несправностями етикетувальної машини є: 1) етикетка з магазину не передається на вакуум-барабан; 2) етикетка приклеюється з перекосом. Можливими заходами для їх усунення є : 1) відрегулювання магазину, посилення притискання етикеток пружиною; 2)приведення розмірів етикеток у відповідність зі стандартом., прочистити отвори, виставити рухомі стінки магазину на однакову висоту.

**2.Застосовувані пристрої, інструменти, матеріали.** Електродугове зварювання проводимо за допомогою електрозварювальних пристроїв (автоматів). Так як етикетувальна машина в основному виготовлена із нержавіючої сталі, тому електрозварювання необхідно проводити електродами постійного струму. Також використовуємо допоміжні прилади та матеріали необхідні для проведення ремонту.

**3. Здача в експлуатацію після ремонту.** Етикетувальна машина здається в експлуатацію після ремонту в два етапи – попередньо та остаточно. Попередньо машину після ремонту приймає комісія в складі механіка цеху, представника ремонтної бригади, яка виконувала ремонт, наладчика, який обслуговує дану машину шляхом огляду та випробування холостою ходою. Остаточно машина приймає та ж комісія після випробування машини під навантаженням у виробничих умовах. Прийняття машини із ремонту оформлюється актом прийому-здачі обладнання, який затверджує головний інженер підприємства.

**Експлуатація етикетувальної машини** має проходити у такій послідовності: підготовка обладнання до запуску; запуск обладнання; управління обладнанням; зупинка обладнання.

					Монтаж, ремонт, експлуатація	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1. Підготовка обладнання до запуску.** Перевіряємо чистоту машини, правильність зборки, підключення трубопроводів, положення регулювальних та керуючих органів, блокувальних пристроїв, щільність у місцях з'єднання контрольно-вимірювальної арматури з машиною, наявність сировини, її якість, відсутність у машині сторонніх предметів.

**2. Запуск обладнання.** Запуск етикетувальної машини проводимо шляхом ввімкнення подачі сировини до машини та ввімкнення транспортера.

**3. Управління обладнанням.** Досягнення оптимального режиму здійснюється за допомогою показань контрольно-вимірювальних приладів, а також приладів автоматизації у етикетувальній машині.

**4. Зупинка обладнання.** Зупинка етикетувальної машини проводиться

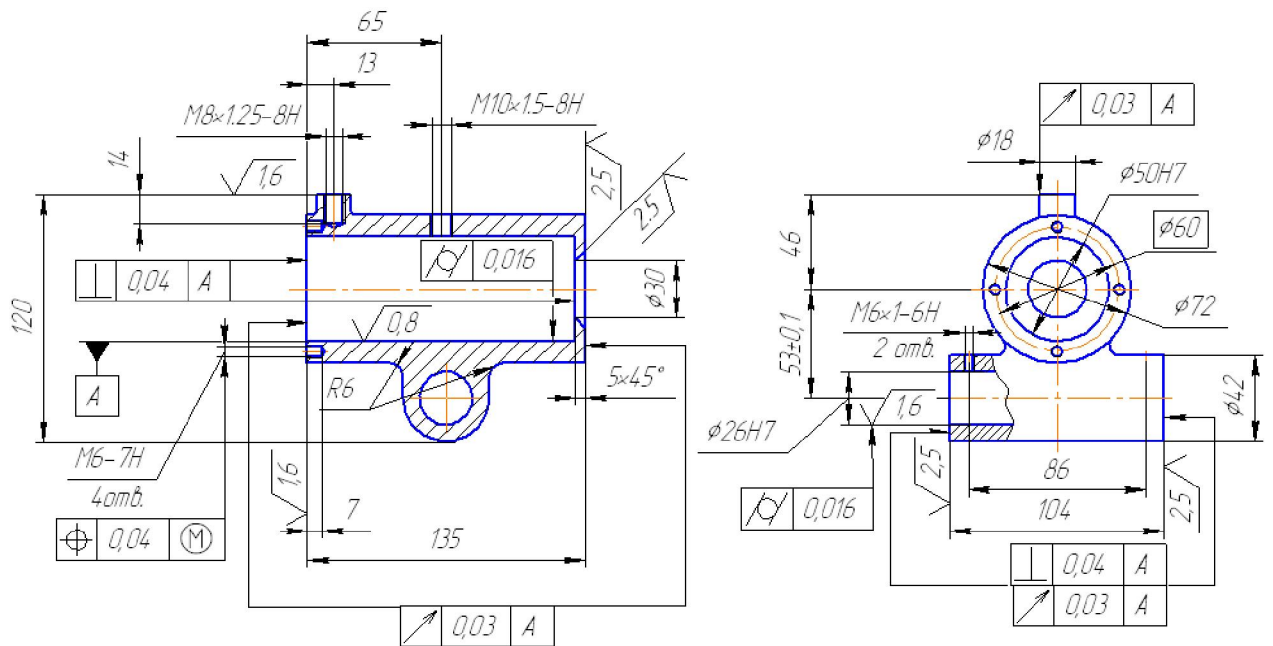
					Монтаж, ремонт, експлуатація	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Технологія виготовлення деталі

Деталь: Корпус

Матеріал: АК12

Спеціальний пристрій: кондуктор



					ДП.29 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Сога Я.Ю.				Літер.	Арк.	Аркушів.
Перевір.	Васильківський						
Реценз.					Технологія машинобудування  НУХТ ПМ-4-1		
Н. Контр.							
Загверд.							

## 8.1. ВИБІР МЕТОДУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ.

**Заготівка** — предмет виробництва з якого при подальшій обробці отримують потрібний виріб.

**Виготовлення заготовок** — один з основних етапів машинобудівного виробництва, який безпосередньо впливає на витрати матеріалів, якість виробів, трудомісткість їхнього виготовлення та собівартість. Виготовлення машин завжди починається з виготовлення заготовок. Розроблюючи технологію виготовлення машин та приладів, забезпечуючи на практиці їх високу якість та надійність з урахуванням економічних показників, інженер-технолог повинен добре володіти методами проектування та виробництва заготовок.

**Заготовками для виготовлення деталей є:**

1. *Виливки (чавунні, сталеві, кольорових металів);*
2. Кування;
3. Об'ємне штампування;
4. Листове штампування;
5. Пресовані вироби та профілі;
6. Прокатний матеріал (круглого, квадратного, прямокутного, шестигранного, періодичного або іншого профілю)
7. Труби;
8. Деталі, отримані вирізанням з листового матеріалу, та деталі, отримані холодним штампуванням, у тих випадках, коли вони потребують остаточної обробки на верстатах.

У сучасному виробництві одним з основних напрямків розвитку технології механічної обробки є використання **чорнових заготовок** з економічними конструктивними формами, що забезпечують можливість використання найбільш оптимальних способів їх обробки, тобто обробки з найбільшою продуктивністю та найменшими відходами. Цей напрямок вимагає безперервного підвищення точності заготовок та наближення їх конструктивних форм та розмірів до готових деталей, що дозволяє відповідно скоротити область використання обробки різанням, обмежуючі її у ряді

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### **Технологічність конструкцій заготовок**

Під технологічністю конструкції виробу розуміють сукупність його властивостей, які визначають відповідність даної конструкції оптимальним витратам на його виготовлення, експлуатацію та ремонт для заданих показників якості, обсягу випуску та умов виконання робіт.

Конструкція деталі повинна допускати можливість її виготовлення складаною з двох або більше частин.

### **Розробка креслення вилівка.**

Вихідним матеріалом деталі є АК12 ГОСТ 1583-93. В умовах серійного чи масового виробництва дуже поширене машинне формування.

Вихідним документом для розробки креслення вилівка є креслення деталі, на яке наноситься припуск на механічну обробку; технологічний припуск; технологічні вказівки по виготовленню вилівка.

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8.2. Технологічний маршрут виготовлення корпусу

<i>Номер переходу операції</i>	<i>Назва операції, переходу</i>	<i>Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний</i>
1	2	3
<b>10</b>	<b>Заготівельна</b>	<b>Ливарна форма</b>
10.1	Виготовити заготовку литтям із АК12 ГОСТ 1583-93	Лиття в кокіль
<b>20</b>	<b>Токарна (УЗЗ)</b>	<b>Токарно - гвинторізальний 16К20, 3-кулачковий патрон</b>
20.1	Точити торець, пов.1.	Різець упорний правий, Т15К6
20.2	Розточити отвір під $\varnothing 50H7$ , начорно, пов.2.	Різець розточний для глухих отворів, Т15К6
20.3	Розточити отвір під $\varnothing 50H7$ , начисто, пов.2.	Різець розточний для глухих отворів, Т15К6, пробка 50H7
<b>30</b>	<b>Токарна (УЗЗ)</b>	<b>Токарно - гвинторізальний 16К20, 3-кулачковий патрон</b>
30.1	Точити торець в розмір 135, пов.1.	Різець упорний правий, Т15К6, Штангель циркуль ШЦ1
30.2	Розточити фаску $5 \times 45^\circ$ , пов.2.	Різець розточний для наскрізних отворів, Т15К6
<b>40</b>	<b>Токарна (УЗЗ)</b>	<b>Токарно - гвинторізальний 16К20, Планшайба, оправка</b>
40.1	Точити торець, пов.1.	Різець упорний правий, Т15К6
40.2	Розточити отвір під $\varnothing 26H7$ , начорно, пов.2.	Різець розточний для наскрізних отворів, Т15К6,
40.3	Розточити отвір під $\varnothing 26H7$ , начисто, пов.2.	Різець розточний для наскрізних отворів, Т15К6, пробка 26H7
<b>50</b>	<b>Токарна (УЗЗ)</b>	<b>Токарно - гвинторізальний 16К20, Планшайба, оправка</b>
50.1	Точити торець в розмір 104, пов.1.	Різець упорний правий, Т15К6 Штангель циркуль ШЦ1
<b>60</b>	<b>Свердлильна (УЗЗ)</b>	<b>Радіально-свердлильний 225, кондуктор</b>
60.1	Свердлити 4 отвори $\varnothing 5$ , пов.1.	Свердло $\varnothing 5$ , Р6М5
60.2	Нарізати різьбу М6×1.0-6Н в чотирьох отворах, пов.2.	Мітчик М6×1.0-6Н, Р6М5
<b>70</b>	<b>Свердлильна (УЗЗ)</b>	<b>Радіально-свердлильний 225, кондуктор</b>
70.1	Свердлити отвір $\varnothing 8.5$ , пов.1.	Свердло $\varnothing 8.5$ , Р6М5
70.2	Нарізати різьбу М10×1.5-8Н, пов.2.	Мітчик М10×1.5-8Н, Р6М5
70.3	Свердлити отвір $\varnothing 6.75$ , пов.3.	Свердло $\varnothing 6.75$ , Р6М5
70.4	Фрезерувати в розмір 46, пов.4.	Торцева фреза з напрямною $\varnothing 20$ , Р6М5
70.5	Нарізати різьбу М8×1.25-8Н, пов.5.	Мітчик М8×1.25-8Н, Р6М5
<b>80</b>	<b>Свердлильна (УЗЗ)</b>	<b>Радіально-свердлильний 225, кондуктор</b>
80.1	Свердлити 2 отвори $\varnothing 5$ , пов.1.	Свердло $\varnothing 5$ , Р6М5
80.2	Нарізати різьбу М6×1.0-6Н в двох отворах, пов.2.	Мітчик М6×1.0-6Н, Р6М5

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.3. Розрахунок припусків.

Припуск на механічну обробку призначають з врахуванням неточності виготовлення виливка. Припуск на механічну обробку також залежить від габаритів деталі. Величина припуску регламентується ГОСТ і складає 0,7 – 2 мм для алюмінієвих виливків і 0,7 – 5 мм для сталі. Приймаємо 1,5 мм на сторону. До технологічного припуску відносяться припуски, що спрощують процес виготовлення виливка. До них відносяться ливарні ухили, напуски, припливи, галтелі.

#### Розрахунок загального припуску ливарної заготовки

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min}=2(Rz_1+D_1+(T_{\text{пр}1}^2+\varepsilon_{y2}^2)^{0,5})$$

де  $Rz_1=20$  мкм,  $D_1=20$  мкм,  $T_{\text{пр}1}=10$  мкм-відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні(табл.11);

$$\text{Тоді } 2Z_{2\min}=2(20+20+(10^2+0^2)^{0,5})=440 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\max}=2Z_{2\min}+T_1-T_2,$$

де  $T_1$ -допуск розміру при чорновому точінні;  $T_2$ -допуск розміру при чорновому точінні;

$$T_1=740 \text{ мкм}; T_2=25 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\max}=440+740-25=1155 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\text{ном}}=(2Z_{2\max}+2Z_{2\min})/2=(1155+440)/2=798 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min}=2(Rz_0+D_0+(T_{\text{пр}0}^2+\varepsilon_{y1}^2)^{0,5}),$$

де  $Rz, D_0, T_{\text{пр}0}$  -відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка виливка.

$$\text{(табл.11) } Rz_0=50 \text{ мкм}, D_0=50 \text{ мкм}; T_{\text{пр}0}=12$$

$\varepsilon_{y1}$  -похибка установлення при чорновому точінні.

$$\varepsilon_{y1}=0 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1\min}=2(50+50+(12^2+0^2)^{0,5})=224 \text{ мкм},$$

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{1\max}=224+740-25=939$$

$$2Z_{1\text{ном}}=(2Z_{1\max}+2Z_{1\min})/2=(939+224)/2=582\text{мкм}$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}}=\sum 2Z_{i\text{ ном}}=582+798=1,380\text{ мкм}$$

приймемо  $2Z_{\text{сум}}=1,5\text{ мм}$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{м}}=M_{\text{дет}}/M_{\text{заг}}=0.6/1,1=0,54$$

Де  $M_{\text{дет}}$ ,  $M_{\text{заг}}$  – маса відповідно деталі і заготовки

#### 8.4. РОЗРАХУНОК ОБРОБКИ КОРПУСА

##### Точіння

**Точіння (токарне оброблення)** – найпоширеніший метод оброблення поверхонь деталей типу тіл обертання на токарних верстатах.

При виборі режимів різання враховують характер оброблення, тип і матеріали інструмента, його геометричні параметри, матеріал і форму заготовки, тип верстата та інші чинники.

##### 30. Токарна.

##### Перехід 30.1. Точити торець в розмір 135.

Глибина різання в даному випадку

$$t=1.5\text{мм}$$

Вибираємо подачу. Для різців з твердосплавними пластинами перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки діаметром до 72 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0,5-0,7 мм/об.

Приймаємо  $s = 0,5\text{ мм/об}$ .

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2}t^{0,15}s^{0,35}} = \frac{327}{T^{0,2}t^{0,15}s^{0,35}}$$

Приймаємо стійкість різця  $T = 60\text{ хв}$ .

Тоді маємо

$$V = 327 / 60^{0,2} \cdot 1.5^{0,15} \cdot 0.5^{0,35} = 173\text{ м/хв}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.29.00.000.ПЗ

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

$l$  – довжина оброблення безпосередньо на деталі,  $l = 36$  мм;

$l_1$  – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,  $l_1 = 2$  мм;

$l_2 = 0$  мм;  $l_3 = 0$  мм.

$$L = 36 + 2 = 38 \text{ мм}$$

$$t_{01} = 226 / 0.5 \cdot 1000 = 0.45 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$t_1$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця на розмір при автоматичній подачі  $t_1 = 0,05$  хв;

$t_2$  – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то  $t_2 = 0.1$  хв;

$t_3$  – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то  $t_3 = 0.6$  хв.

$$T_{д1} = 0,75 \text{ хв.}$$

### Перехід 30.1. Розточити фаску 5x45.

Приймаємо глибину різання 1,5 мм.

Подача табл. №17  $S = 0,4 \dots 0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,5$  мм/об.

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







де  $L=l+l_1+l_2+l_3=19$  мм,

де  $l=8$  мм –глибина свердління;

$l_1=2$  мм – величина на підведення свердла з ручною подачею;

$l_2+l_3=8$  мм - додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу  $t_{\text{доп}}=0,08$  хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_o=0,05+0,22=0,27 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_d = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

Тоді

$$T_d = 0,08+0,08+0,1=0,26 \text{ хв.}$$

Операційний час

$$T_{\text{оп}} = 0,26+0,27=0,53 \text{ хв.}$$

Штучний час становить

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{пп}}$$

За таблицею 24 час на обслуговування робочого місця  $T_{\text{об}} = 2\% T_{\text{оп}}$  і час на відпочинок і природні потреби  $T_{\text{пп}} = 4\% T_{\text{оп}}$ .

$$T_{\text{шт}} = 0,53+(0,02+0,04)\cdot 0,53=0,57 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}}$$

За таблицею 24 час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів  $T_{\text{пз1}} = 10$  хв, час на налагодження оброблення в оправці  $T_{\text{пз2}} = 8$

$$T_{\text{пз}} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_k = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}/n=0,57+18/200=0,67 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N=60/ T_k=60/0,67=89 \text{деталей/год}$$

					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Запишемо залежність з якої можна знайти силу тертя  $F_{тр}$  заготовки по кутику:

$$M_{оп} = F_{тр} \cdot l_2$$

$l_2$  – відстань від осі обертання шпинделя до зусилля тертя 0,053м

Сила тертя в свою чергу визначається:

$$F_{тр} = M_{оп} / l_2 = 7,1 / 0,0675 = 134Н;$$

Визначимо силу затискання гайки

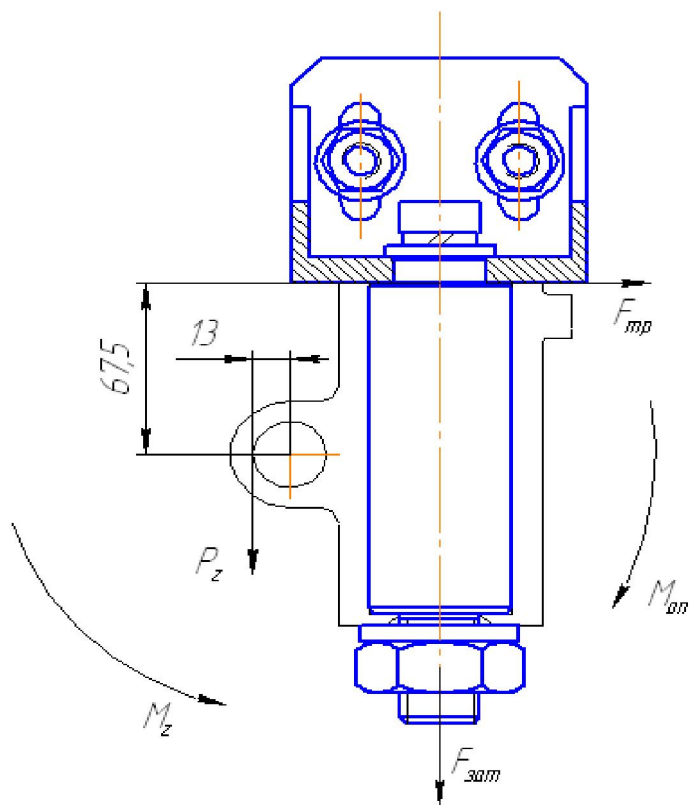
$$F_{зат} = F_{тр} \cdot f = 134 \cdot 0,1 = 13,4Н,$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя між алюмінієм по сталі, 0,1;

Підберемо діаметр гвинта:

$$d = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot \beta \cdot F_{зат}}{f \cdot \pi \cdot i \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 13,4}{0,1 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 140 \cdot 10^6}} = 0,015м$$

Прийmemo  $d=0,03м$ .



					ДП.29.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. Охорона праці

До обслуговування машин допускаються особи, що пройшли технічну підготовку по технічному використанню і обслуговуванню.

Перед пуском машин в роботу впевнитись в їх справності шляхом підкручування механізмів за допомогою маховика.

Машини повинні бути заземлені згідно ГОСТ 12.1.030-81. Для цього є заземлюючі болти на рамках машин і на корпусах електрошкафів.

Підвід електроенергії до машини необхідно провести прокладенням кабеля вводу в трубу.

Обслуговування, ремонт і наладка механічної і електричної частини машини повинні проводитися тільки особами, що пройшли спеціальну підготовку і що мають відповідне кваліфікаційне посвідчення.

Роботи по ремонту електрообладнання повинні проводитись тільки при вимкненій напрузі. В місці вимкнення напруги повинен бути вивішений плакат: « Не вмикати – працюють люди ! »

Під час роботи машини заборонено:

1. Заправляти етикетний магазин етикетками
2. Заправляти клеєву ванну клеєм
3. Знімати етикетки з вакуум-барабана
4. Усувати несправності дистанційного пристрою (шнека)
5. Знімати і встановлювати щитки огорожі і дах електрошкафа
6. Залишати машину під напругою без нагляду.

Зм.	Лист	№	Підпис	Дат				
Розроб.		Соза Я Ю			Техніка безпеки і охорона праці	Літер.	Арк.	Архівів.
Перевір.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд								
						НУХТ ПМ-4-1		

Вмикати пакетний вимикач не впевнившись, що заземлення не має механічних пошкоджень.

При роботі машини в лінії упакування керуватися правилами техніки безпеки передбаченими спеціалістами вимогами при роботі з агресивними рідинами.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Під час виконання даного дипломного проекту, було проведено низку розрахунків та подано матеріал із обґрунтуванням щодо модернізації етикетувальної машини.

Як бачимо, із наведеного у пояснювальній записці матеріалу, існує досить велика різноманітність конструкцій машин даного типу і тому є вибір для обрання машини для даного підприємства. Вибір проводиться за потужністю підприємства та має відповідати цілому ряду поставлених вимог щодо конструкції, практичності в обслуговуванні, роботі, а саме головне – у безпечності для обслуговуючого персоналу.

Провівши ряд розрахунків варто відзначити, що даний проект з модернізації етикетувальної машини є раціональним з точки зору таких параметрів:

- зменшення витрат на пакування;
- збільшення продуктивність обладнання за рахунок зменшення простоїв під час непланових ремонтів.

З техніко-економічних розрахунків видно, що впровадження даного проекту є доцільним.

Зм.	Лист	№	Підпис	Дат	Модернізація етикетувальної машини KHS RF 25			
Розроб.		Созд Я Ю			Висновки	Літер.	Арк.	Архів.
Перевір.		Васильківський						
Реценз.								
Н. Контр								
Затверд.								
						НУХТ ПМ-4-1		

## Список використаної літератури

1. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / Під заг. ред. Ю.М. Кузнецова. – Частина 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003. – 422 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В.И. Анурьев – М.: Машиностроение, 2001.
3. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда: учеб. пособие / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев, Н. И. Сердюк. — М. : Высш. шк., 2001. — 431 с.
4. Беспалько А.П. Гігієнічні аспекти проектування пакувального обладнання / А.П.Беспалько, О.М.Гавва, С.В. Токарчук // Упаковка. – 2010 – №1 – С. 38 – 42.
5. Вода, напитки, продукты питания / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, В. А. Поддубный; под ред. А. И. Соколенко. — К. : П.П.Люксар, 2006. — 368 с.
6. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
7. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
8. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. – 96 с.
9. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.
10. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. — Львів : Новий Світ-2000, 2009. — 136 с.
11. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.
12. Моделювання процесів пакування: підручник / А.І. Соколенко, В.Л. Яровий, В.А. Піддубний, К.В. Васильківський; за ред. А.І. Соколенка ; НУХТ. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 272 с.
13. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підруч. / В.Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
14. Охрана труда на предприятиях пищевых производств: Учеб. пособие / В. В. Осокин, Ю. А. Селезнева. — Донецьк : ДонГУЭТ, 2005. — 146 с.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

15. Пакувальне обладнання: підруч. / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. — Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. — 744 с.

16. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : Кондор, 2015. — 396 с.

17. Пальчевский Б.О. Автоматизация технологических процессов (выготовления и пакування виробів): навч. посіб. / Пальчевский Б.О. — Львів: Світ, 2007. — 392 с.

18. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник / Пальчевський Б.О. — Львів: Світ, 2009. — 232 с.

19. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем: учебн./ Д.Н.Попов. — М.: 2001 — 210с.

20. Продукты питания / А. И. Соколенко, А. Е. Шевченко, В. А. Поддубный и др. ; под ред. А.И.Соколенко ; НУХТ. — К. : Люксар, 2010. — 392 с.

21. Справочник специалиста пищевых производств. Кн. 1 : Механика / А. И. Соколенко, А. И. Українець, В. Л. Яровой, К. В. Васильковский. — К. : АртЭк, 2001. — 304 с.

22. Термінологічний словник пакувальника / Сторіжко Й.І., Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. — Київ: ІАЦ "Упаковка", 1999. — 80 с.

23. Тертя в машинах і системах транспортування вантажів: монографія /А.І. Соколенко, О.П. Мацко, В.А. Піддубний та ін. ; за ред. А. І.Соколенко. — К. : ЛЮКСАР, 2007. — 246 с.

24. Транспортно-технологічні системи пивзаводів / А.І. Соколенко, А.І. Українець, В.А. Піддубний ; За ред. А.І. Соколенка. — К.: АртЕк, 2002. — 304 с.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					