

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту(декан факультету)
Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Завідувач кафедри
Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«13» 06 2024р.

«13» 06 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 131 Прикладна механіка
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Прикладна механіка

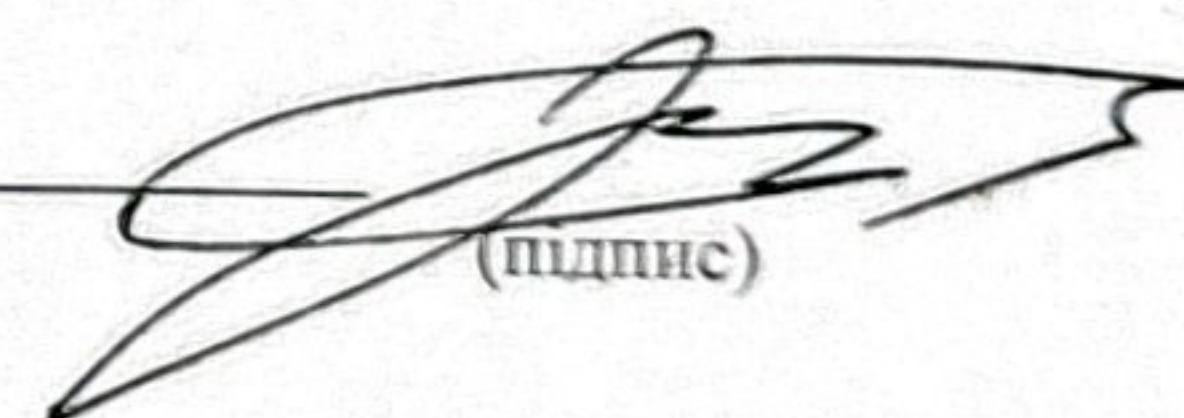
на тему: Модернізація машини БЗ-ВРБ/3 для пакування газованих напоїв у пляшки продуктивністю до 6000 пл./год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

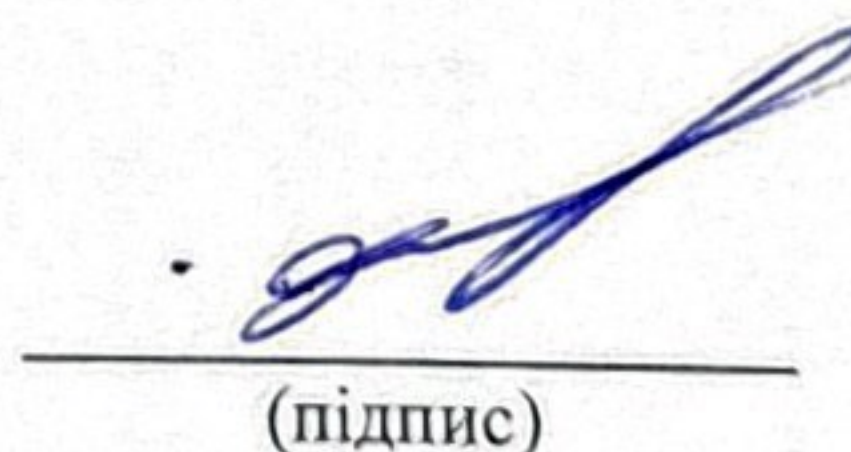
БОЖКО Денис Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)


(підпис)

Керівник: к.т.н., доц. Васильківський Костянтин Вікторович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)


(підпис)

Консультанти Сергій Божко
(ім'я та прізвище)

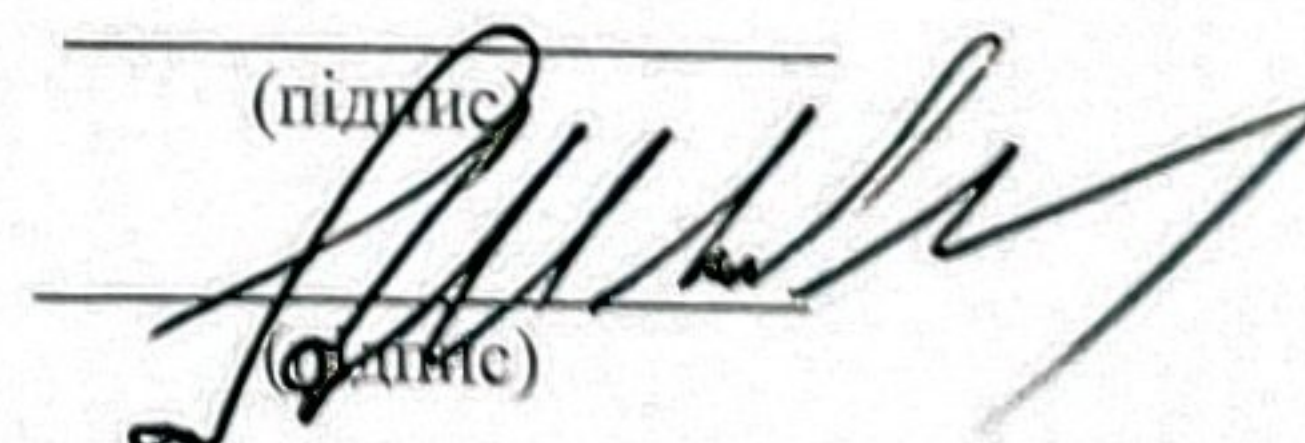

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

Гавва О.М
(ім'я та прізвище)


(підпис)

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

Здобувач ДК
(підпис)

Київ – 2024 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»

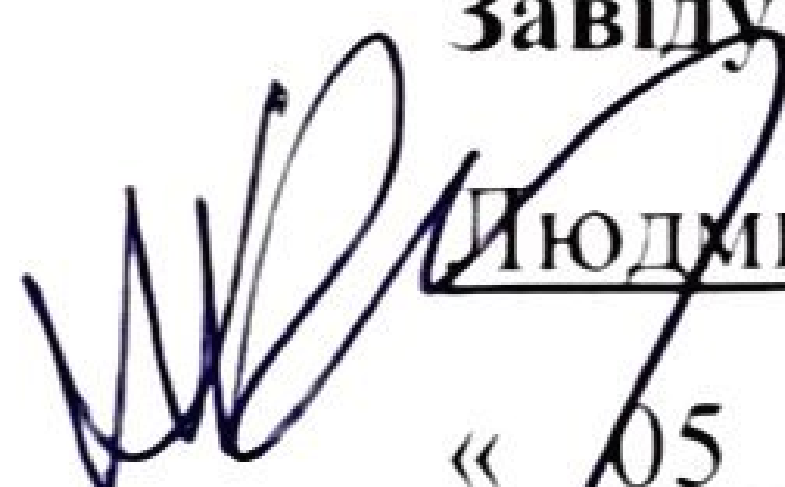
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ МПТ



Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

« 05 » 04 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Божко Денис Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини БЗ-ВРБ/3 для пакування газованих напоїв у пляшки продуктивністю до 6000 пл./год.

керівник к.т.н., доц. Васильківський Костянтин Вікторович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 05 » 04 2024 року № 256-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 28.05.2024

3. Вихідні дані до роботи 1. Обладнання БЗ-ВРБ/3-84 для пакування газованих напоїв; 2. Вид ємності – 6000 пляшок 3. Змінна продуктивність 6000 пл/год.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Анотація; 2.Вступ;3.Літературний огляд, 4. Конструкція і принцип роботи автомату, 5. Розробка циклограми роботи машини, 6. Суміщення виконання технологічних операцій, 7. Розрахунки машини і окремих її механізмів; 8. Технологія машинобудування;Монтаж;Охорона праці; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1 лист – Фасувально-закупорювальна машина БЗ-ВРБ/3

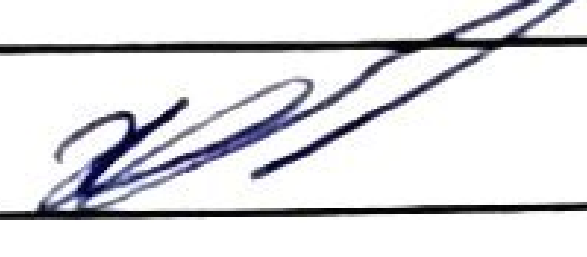
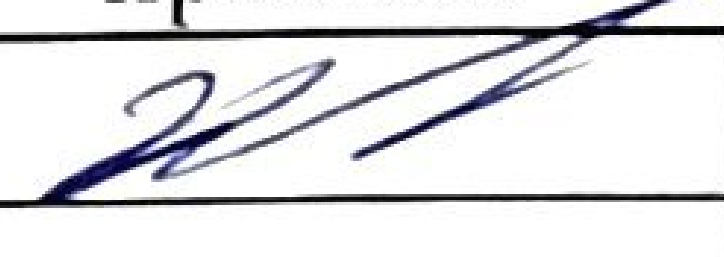
2 лист – Піднімально-опускальний столик

3 лист – Фасувальний патрон

4 лист – Резервуар з опорою

5 лист – Турнікетна група

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех.маш.	Бойко Юрій Іванович		

7. Дата видачі завдання 05.04.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація	06.04.24	
2	Вступ	08.04.24	
3	Літературний огляд	19.04.24	
4	Конструкція і принцип роботи автомату	21.04.24	
5	<u>Розробка циклограми роботи машини</u>	23.04.24	
6	Суміщення виконання технологічних операцій	29.04.24	
7	Розрахунки машини і окремих її механізмів	06.05.24	
8	1 лист	08.05.24	
9	2 лист	12.05.24	
10	3 лист	15.05.24	
11	4 лист	20.05.24	
13	5 лист	24.05.24	
14	Монтаж	25.05.24	
13	Вимоги охорони праці	25.05.24	
14	Висновки	26.05.24	

Здобувач


(підпис)

Денис БОЖКО
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

к.т.н., доц. Костянтин ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

05.04.2024 р

Зміст

1. Анотація.....	5
2. Вступ.....	6
3. Літературний огляд	7
4. Конструкція і принцип роботи автомату	17
5. Розробка циклограми роботи машини.....	24
6. Суміщення виконання технологічних операцій.....	27
7. Розрахунки машини і окремих її механізмів.....	29
8. Технологія машинобудування.....	54
9. Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини.....	71
10. Охорона праці.....	74
11. Висновки.....	82
12. Список використаної літератури.....	83
13. Додатки.....

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження <i>Васильківський К.В.</i>	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МГП ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Зміст	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 3

Анотація

Тема дипломного проекту – модернізація установки пакування газованих напоїв у пляшки ВЗ-ВРБ/3-84 продуктивністю до 6000 кв./год.

Літературний аналіз джерел інформації описує наявне обладнання, яке використовується для виконання цього процесу. Техніко-економічне обґрунтування проекту відображає актуальність даного питання в сучасному світі.

У розрахунковій частині виконуються як кінематичні, так і динамічні розрахунки виконавчих органів і механізмів агрегату. Також проведено техніко-економічні розрахунки. Розроблені заходи з охорони праці включено до розділу «Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт машин». У цьому розділі описані загальні та основні принципи ремонту та обслуговування обладнання, а також порядок установки машини на фундамент. Крім того, в цьому розділі наведено циклограму машини та структурно-кінематичні схеми.

Графічна частина глибше розкриває будову машини, демонструє деталі та вузли, їх взаємне розташування, розміри та будову. Ця частина включає 5 аркушів формату А1: перший аркуш (загальний вигляд машини), другий аркуш (цистерна з опорою), третій аркуш (підйомний циліндр і пакувальний патрон), четвертий аркуш (турнікетна група), п'ятий лист (технологічний маршрут виготовлення зубчастого колеса).

Ключові слова: пакування, газовані напої, турнікетна група, карусель, механізм піднімання

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Анотація	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 4

Abstract

The theme of the diploma project is the modernization of the B3-VRB/3-84 unit for packaging carbonated drinks in bottles with a capacity of up to 6000 sq ./h.

The literary analysis of information sources describes the available equipment used to perform this process. The feasibility study of the project reflects the relevance of this issue in the modern world.

In the calculation part both kinematic and dynamic calculations of actuators and mechanisms of the unit are performed. Technical and economic calculations have also been carried out. The developed occupational health and safety measures are included in the section "Installation, operation, maintenance and repair of machines." This section describes the general and basic principles of repair and maintenance of equipment, as well as the procedure for installing the machine on the foundation. In addition, this section shows the machine cyclogram and structural and kinematic diagrams.

The graphic part reveals the structure of the machine at a deeper level, demonstrates the details and nodes, their mutual arrangement, dimensions and structure. This part includes 5 sheets of A1 format: the first sheet (general view of the machine), the second sheet (tank with support), the third sheet (lifting cylinder and packing cartridge), the fourth sheet (turnstile group), the fifth sheet (technological route of manufacturing a gear wheel).

Key words: packaging, carbonated drinks, turnstile group, carousel, lifting mechanism

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Васильківський К.В.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> Кафедра МПТ ПМ-4-1	<i>Розробник документа</i> Божко Д.О.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	КР. 55. ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 5

Вступ

Рідка продукція має різноманітні фізичні та хімічні характеристики, тому під час дозування та фасування важливо дотримуватися відповідних умов для збереження її властивостей. Пристрої для цих цілей мають різні технологічні процеси та конструкційні рішення. У сучасній практиці рідку продукцію фасують у різні типи та види споживчої тари, виготовлені з різних матеріалів, таких як скло, полімери, метал та їх комбінації. Це призвело до розширення конструктивних можливостей фасувальних пристроїв.

Звичайно, газовані напої є дуже популярними на ринку сьогодення. Тому розробка та модернізація пристроїв і машин для фасування цього типу продукції є актуальним завданням.

Метою дипломного проекту є модернізація обладнання для фасування напоїв з точки зору гігієнічних умов.

Завданням проекту з позиції гігієни пакування харчових продуктів є забезпечення дотримання певних конструктивних вимог, перш за все, до таких елементів машин, як поверхні контакту з продуктом, з'єднання елементів, покриття, ущільнення, вали та опори.

На основі проведеного аналізу наявних технологій фасування та конструктивних схем обладнання, у цьому дипломному проекті було здійснено модернізацію машини для фасування безалкогольних напоїв, мінеральних вод, пива та квасу за рівнем у пляшки та закупорювання їх кроненпробками в пакувальних лініях.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Вступ	КР. 55. ПЗ		
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова
				UA	6

Літературний огляд

В даному розділі проекту проведено роботу по виявленню “слабких” моментів в роботі та конструкції машини БЗ-ВРБ/3, шляхом порівняння її з аналогами.

Найбільш розповсюдженими аналогами є блоки розливу і укупорки Т1-ВДР-12В, РЗ-ВМБ-40/6 по (1).

Порівнюючи БЗ-ВРБ/3 з машиною Т1-ВДР-12В призначеної для фасування мінеральних вод, безалкогольних напоїв, а також пива треба відмітити, що у машин багато однакових вузлів, практично однакові кінематичні схеми, принцип роботи обох машин теж схожий. В цих машинах однакові системи блокувань, але є деякі відмінності.

Одна з яких це те, що у Т1-ВДР-12В плунжера пневмомеханічні, а у БЗ-ВРБ/3 механічні, що є недоліком машини, так як зараз в аналогічних машинах використовуються пневматичні підйомники, так як вони мають ряд суттєвих переваг над механічними.

Безумовною перевагою над Т1-ВДР-12В є те, що в машині БЗ-ВРБ/3 іде попереднє вакумування пляшок, що забезпечує практично вільше від кисню, мікробіологічне чисте фасування продукту, це є кроком до стерелізації виробництва. Попереднє вакуумування пляшок відбувається

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Літературний огляд	КР. 55. ПЗ				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 7	

майже в усіх сучасних іноземних машинах

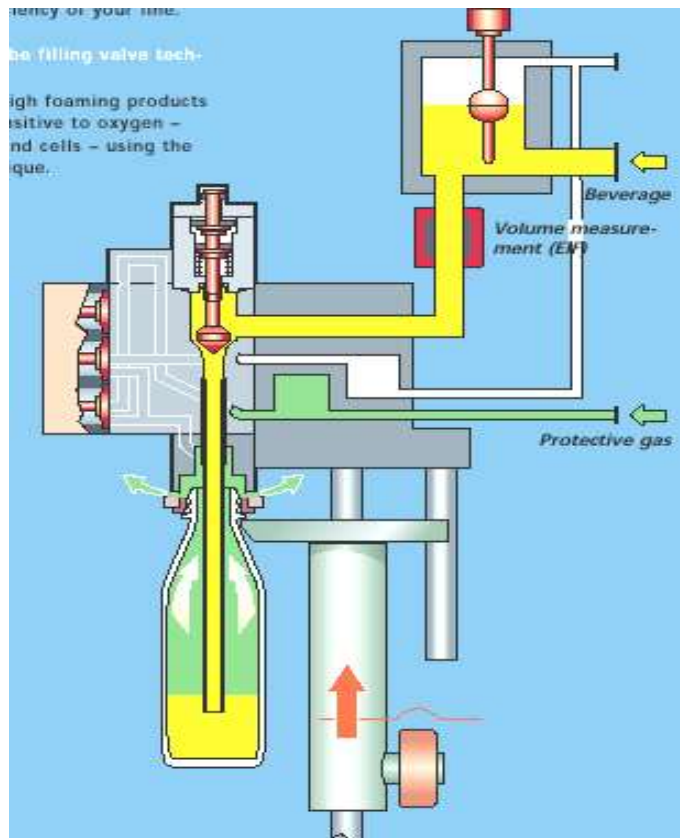


Рис. 1 Схема заповнення пляшки в автоматі фірми KHS.

Порівнюючи з машиною Б2-ВРР/1 для фасування пива, безалкогольних напоїв, мінеральних вод бачимо, що вони майже однакові окрім принципу роботи підйомних циліндрів у Б2-ВРР/1 вони пневмомеханічні.

Якщо розглянути закордонні аналоги, то бачимо, що їм притаманна універсальність, тобто в закордонних машинах ще передбачена можливість фасування продукту в скляні пляшки з різьбовими пробками, а також і в ПЕТ пляшки різної місткості, серед них машини фірм “SEITS”, “ENZINGER”, “HOLSTEN und KAPPET” та “KRONES” (1). В машинах цих фірм використовується циркуляційна мийна система і система стерелізації, така система мийки і стерелізації передбачена і в машині Б3-ВРБ/3. Перевагою даної системи мийки є те, що миючий розчин проходить через всі деталі, які контактують з продуктом.

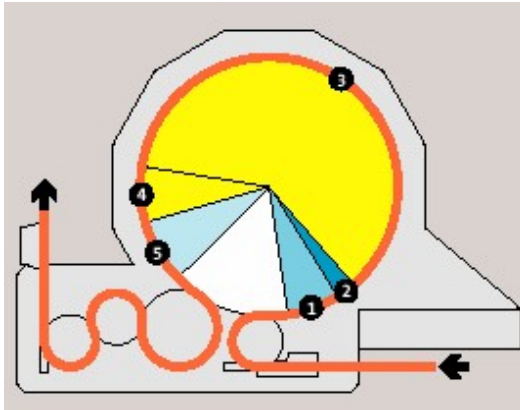


Рис. 2 Підйомні столикі і зони виконання основних операцій при заповненні пляшок в автоматі фірми KRONES.

Фасовочно-укупорочні агрегати Combi-Rex фірми "ENZINGER" забезпечують продуктивність від 6000 до 72000 пляшок за годину і мають кількість фасовочних пристроїв від 24 до 156. Ці машини мають трьох камерні витратні резервуари, а фасувальні пристрої працюють за двоетапною схемою, а саме: з фазою "швидкого наповнення", що забезпечує велику продуктивність машини і точність наповнення пляшки (1), Для алюмінієвих банок, а також ПЕТ пляшок на потужних заводах часто використовується обладнання фірми «Simonazzi» (Parma, Італія).



Рис. 3 Вузли машин фасування напоїв машин Eurotronika FM і FM-LT «Simonazzi» (Parma, Італія).



Рис. 4 Фасувально-укупорочний автомат Eurotronika LP «Simonazzi» (Parma, Італія).

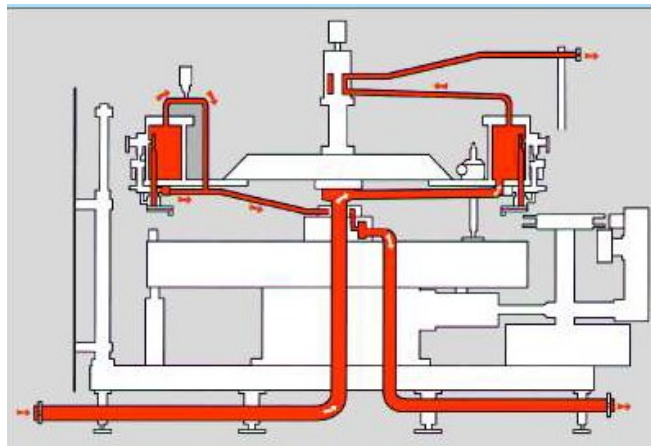
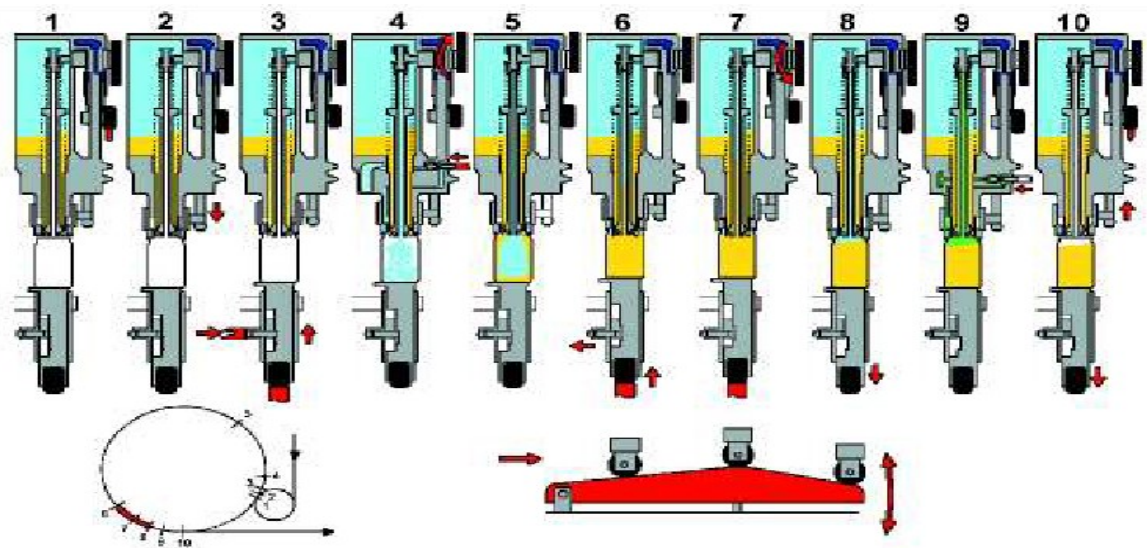


Рис. 5 Система дозування напою у автоматі Starcans-2000
«Simonazzi» (Парма, Італія).



Рис. 6 Фасувально-укупорочний автомат Bluestar-2000
«Simonazzi» (Parma, Італія).

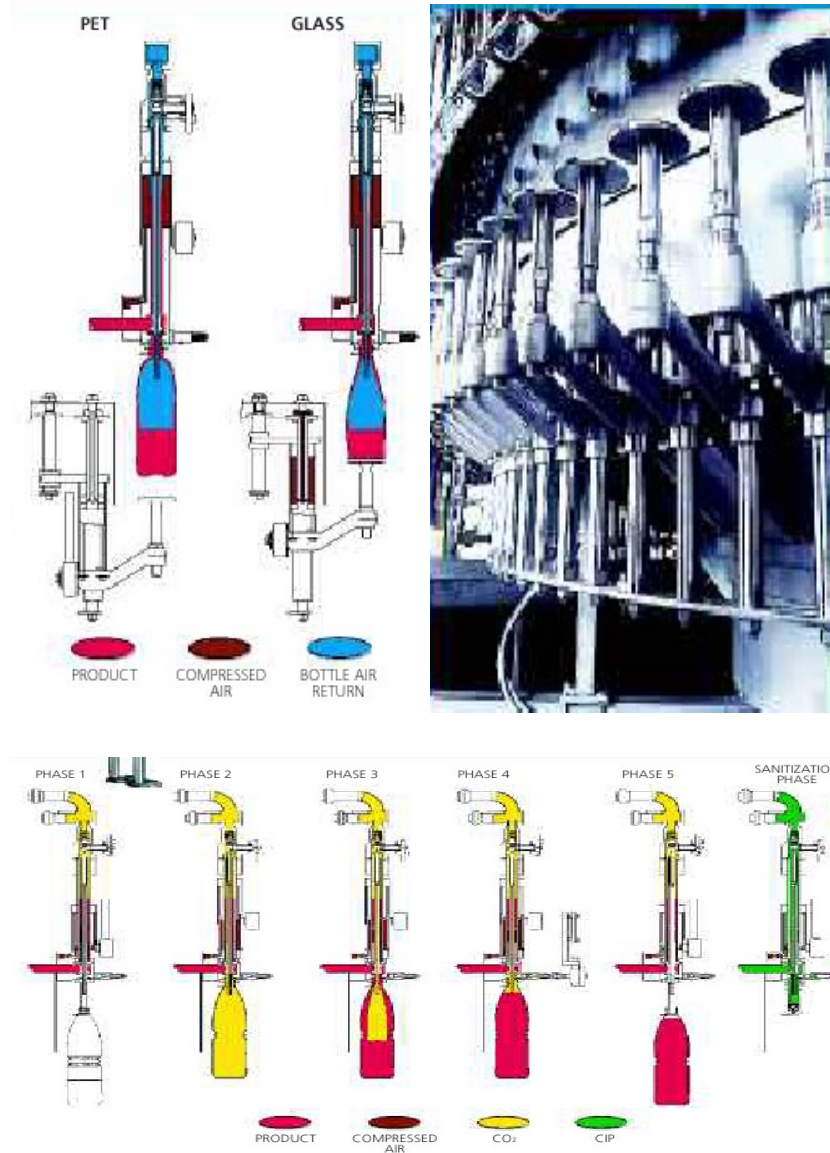


Рис. 7 Послідовність операцій при заповненні ПЕТ- пляшки

Ще одною перевагою закордонних машин є те, що при їх вготовленні використовують матеріали дуже високої якості і відповідно високий рівень обробки матеріалу, а це і забезпечує великий строк служби обладнанню, зменшує ризик виходу обладнання з ладу, робить габаритні розміри меншими ніж у вітчизняних машин.

Що стосується заміни механічних підйомників на пневмомеханічні, то я користувався висновками, які зробив з аналізу зазначених патронів.

Пневмо-механічні підйомні циліндри володіють рядом переваг, завдяки яким вони стали широко використовуваними. Основною перевагою таких циліндрів є їх проста конструкція, що робить їх більш зручними в експлуатації та легшими в виготовленні. У механічних підйомниках більше елементів, складніша геометрія деталей та більше рухомих частин, що призводить до зношування. Під час зношування конструкційних елементів механічних підйомників порушується точність переміщення пляшок, що може призвести до їх механічного пошкодження та порушення герметичності фасування. Це може призвести до втрат продукту, зниження якості фасування та продуктивності машини.

Пневмо-механічні підйомники також виконують ще одну додаткову функцію таку, як попередження механічного пошкодження пляшок. Вони забезпечують більш плавну роботу підйомників, зменшують верогітність заклинювання.

Машина фасувально-закупорювальна марки МФУ-32.01.16/4



Машина - моноблок карусельного типа призначена для розливу пива, газованих і негазованих напоїв по рівню в пляшки ємкістю від 0,5 до 2,0 літрів і укупорювання їх пробками за зразком замовника в лініях розливу продуктивністю до 3500 бут/год (по пляшці ємкістю 0,5 літром).

У конструкції машини передбачена система "немає пляшки - немає наливання", яка активується лише у випадку, якщо пляшка присутня під фасувальним патроном.

Передбачені конструкцією укупорювальних патронів механізми унеможливають механічного пошкодження пляшок і забезпечують те, що нагвинчує гвинтових пробок з необхідним зусиллям.

Всі елементи машини, що мають контакт з продуктом, виконані з харчових неіржавіючих сталей. Ці матеріали нейтральні до всіх фасованих продуктів і мийних розчинів, не впливають на якість та зберігання продукту. Обшивка корпусу машини виконана з неіржавіючої сталі і оргстекла.

Машина сертифікована (сертифікат № UA1.032.0118010-08 від 01.09.08) і виготовляється відповідно до ГОСТ 12.2.124-90 і ТУ В 29.2-32723131-002-2005.

Система управління

- Електронна система управління - мікропроцесор "EASY" фірми Moeller з прямим програмуванням і незалежною пам'яттю.
- Привід машини - програмований частотний перетворювач "Altivar" фірми Schneider Electric з плавним регулюванням швидкості і динамічним гальмуванням. Забезпечує плавний (із заданим прискоренням) пуск машини і регулювання швидкості в процесі роботи. Задана продуктивність машини відображується на дисплеї..
- Елементи пневматичної системи - Camozzi.

Технічні характеристики	Од.вим.	Значення
Найменування показника		
Кількість фасувальних пристроїв	шт.	16
Кількість укупорочних пристроїв	шт.	4
Продуктивність номінальна (по пляшці 0,5 л)	бут/ч	до 3500
Встановлена потужність, не більш	кВт	2
Витрата стислого повітря (підйомники), не більш	м ³ /ч	0,8
Витрата двоокису вуглецю (повітря) на протипротиводавление, не більш	на м ³ /ч	3
Витрата електроенергії, не більш	кВт/час	1,7

Конструкція і принцип роботи автомату

Машина фасувально-закупорювальна БЗ-ВРБ/3-84 призначена для розливу пива, змішаних безалкогольних напоїв та мінеральних вод за рівнем у ПЕТ пляшки та закупорювання полімерним гвинтовим ковпачком.



Рис.6.1: Машина фасувально-закупорювальна БЗ-ВРБ/3-84.

Технічні характеристики

Технічна продуктивність – не менше 7800пл/год.;

Число наповнювачів, шт. –32

Число закупорювальних патронів, шт. –8

Вказана потужність, кВт –5,1

Споживча потужність, кВт–4,0

Робочий тиск повітря на вході, МПа–0,5

Витрата стислого повітря, м3/ч–не більше 10

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Конструкція і принцип роботи автомату	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 17

Використання за 1 год електроенергії– не більше 9,4 МДж;

Використання, не більше:

- води – 0,3 м³/год.
- стисненого повітря – 10 м³/год.
- Дво-оксиду вуглеводу – 5 кг/год.

Довжина від основи машини до несучого рівня ланцюга транспортуючого пристрою становить 1050-1150 мм.;

Використана площа – не більше 5,25м²;

Габаритні розміри, не вище:

- довжина – 2900 мм
- ширина – 2100 мм
- висота – 2300 мм

Маса – не більше 4500 кг;

Показники надійності:

- коефіцієнт тех. використання – не менше 0,93;
- середній ресурс до капітального ремонту – не менше 10000 год.

Відмовою машини є відхилення показників якості від норми. Відмова включає зниження технічної продуктивності до значення менше 7800 пляшок на годину внаслідок невиконання машиною однієї або кількох операцій.

Граничним станом машини вважають:

- зношення зубців шестерні та черв'ячних передач, яке порушує синхронність роботи машини;
- зношення робочих поверхонь піднімальних циліндрів, кроненпробок, закупорювальних патронів, що призводить до порушення працездатності машини.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 18
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

Особливості конструкції

Машина автоматична карусельного типу з регульованим приводом. Вона є багатоцільовою і дозволяє працювати з різними типами пляшок і кришок, для чого необхідний комплект переналадки. Вартість комплексу переналадки обговорюється окремо, залежно від розміру пляшок і кришок. Машина оснащена пристроєм регулювання висоти бака (налаштування під різну висоту пляшок) та частотним перетворювачем, що дозволяє регулювати продуктивність в режимі налаштування від 0 до 100%, а в робочому режимі – від 50 до 100%. Машина подається налаштованою для розливу в один вид пляшок і закупорювання одним видом ковпака. Під час розробки машини використовувалася ліцензійна документація німецької компанії "Хольштейн і Каппер", яка тепер є частиною "КХС". Машина добре себе зарекомендувала при розливі сильно пінистих і сильно газованих напоїв.

Принцип роботи машини

Машина є моноблок, в якому змонтовані фасувальна і закупорювальна частини, що мають спільний привід. Привід машини здійснюється від електродвигуна з варіатором через клинопасову передачу до редуктора каруселі розливу. Від черв'ячної передачі редуктора виконується привід елементів турнікета та закупорювальної каруселі з механізмом подачі кроненпробок.

Рідина для розливу потрапляє знизу через центральну трубу. Розподільний пристрій спрямовує рідину в резервуар. Через газорозподільну частину розподільника виконується подача вуглекислого газу до клапана подачі газу (протитиск), повітря до піднімальних циліндрів, вакуум у кільцеву камеру резервуара та відведення газоповітряної суміші від поплавкового відвідного клапана.

Фасування рідкого продукту в пляшки виконується під дією гравітаційної сили в ізобаричних умовах. Суть процесу полягає в тому, що заповнення пляшок здійснюється при постійному тиску в них, який є рівним тиску газу в

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 19.
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------

надрідинному просторі резервуара машини, при цьому стікання рідини в пляшку виконується самопливом.

Завантажувальна зірочка розташовує пляшки на столики піднімальних циліндрів каруселі фасування, які піднімають пляшки вертикально вгору до центрального дзвіночка. Під час піднімання у крайній верхній позиції здійснюється їх герметизація з фасувальним патроном через ущільнювач центрального дзвіночка.

Обертаючись разом із каруселлю, фасувальний патрон пальцем вакуумного клапана зачіпає копір, здійснюючи вакуумування пляшок. Після закінчення вакуумування, пневмоциліндр механізму керування відкриттям, отримавши пневмосигнал від блокування наявності пляшок, повертає кулачок механізму керування фасувальним патроном у положення, яке відповідає відкриттю газового клапана. При цьому газова суміш із надрідинного простору резервуара через газову трубку фасувального патрона спрямовується в пляшку. Після відновлення тиску в пляшці та в надрідинному просторі резервуара автоматично пружиною відкривається рідинний клапан фасувального патрона, і через кільцевий зазор між горловиною і конусним кільцем газової трубки рідина починає потрапляти в пляшку.

Після відкриття газового клапана кулачок механізму керування патроном зачіпає ролик упор і переводиться в нейтральне положення. У цей момент вилка механізму керування встановлюється в положення, яке забезпечує автоматичне закриття газового і рідинного клапанів фасувального патрона. Це необхідно для уникнення втрати продукції та тиску газу в резервуарі у разі розриву нестандартних пляшок під час наповнення і відновлення тиску.

Конусним кільцем на газовій трубці фасувальна рідина спрямовується на стінку пляшки і рівномірно стікає по ній у вигляді шатра, що забезпечує спокійне заповнення пляшки та запобігає піноутворенню продукції. Під час заповнення пляшок газова суміш витісняється з неї через газову трубку

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 20
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

внадрідинний простір резервуара. Коли рівень рідини досягає отвору в нижній частині трубки і перекриває його, газ, що залишився в пляшці, перестає витіснятися – фасування завершується.

Продовжуючи обертання, заповнена до рівня пляшка підходить до механізмів закривання газового і рідинного клапанів фасувальних патронів, а потім здійснюється скидання тиску газу з пляшки в атмосферу. При подальшому русі, під дією копіра, піднімальні копіри опускаються, пляшки виходять із центрального дзвоника, і центральною зірочкою турнікета знімаються з каруселі фасування та передаються на карусель закупорювання.

Після виходу пляшки з-під фасувального патрона виконується продування газової трубки. Це відбувається через короткочасне відкривання газового клапана пристроєм продування. У разі потрапляння на фасувальний патрон пляшки зі зколотим вінчиком горловини, її заповнення не відбуватиметься, оскільки при відсутності герметичності пляшки з ущільнювачем не здійснюватиметься вирівнювання тисків та відкривання патронів.

Коли відсутня пляшка під фасувальним патроном його відкривання також не відбуватиметься. Від блокування наявності пляшок надходить сигнал, і пневмоциліндр механізму керування відкриванням відводить ролик від кулачка механізму керування патронами. Осколки скла, що утворилися при розриванні пляшок, змиваються струменем води, а керування змивом здійснюється автоматично.

В закупорювальній каруселі машини відбувається закупорювання пляшок кроненпробками. За допомогою копіра закупорювальний патрон опускається на розміщену під ним пляшку та притискає кроненпробку до вінчика горловини пляшки. Після обжимання патрон піднімається вгору, а закупорені пляшки передаються зірочкою вивантаження на транспортний пристрій.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 21
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

Склад і принцип роботи основних частин машини

Основними елементами машини є плита основи, на якій встановлені турнікет, каруселі фасування та закупурювання, привід та інші конструктивні елементи. У плиті розташовані гвинтові стійки, які використовуються для вирівнювання машини в горизонтальній площині під час монтажу. На задній частині плити встановлена тумба, у верхній частині якої розміщений підшипник, що підтримує основні вузли каруселі фасування - стіл і резервуар з опорою.

Стіл каруселі є чавунним литтям, на нижній стороні якого закріплені зубчасте колесо для обертання каруселі та опорне кільце. По периферії столу і опорного кільця в спеціальних гніздах розташовані підйомні столики. Регулятор подачі газу призначений для подачі газу під тиском у резервуар машини.

Шляхом підгинання важеля поплавка, він повинен бути відрегульований таким чином, щоб при досягненні рівня рідини в резервуарі, який перевищує номінальний на 5-10 мм, почалося відкриття клапана. Газ підвищеного тиску переміститься в резервуар і відновить рівень рідини в ньому. Одночасно зі зниженням рівня рідини поплавок опуститься, і клапан перекриє доступ газу під тиском.

При звільненні резервуара від рідини або при попередньому наповненні газом потрібно відкрити клапан, відгвинчуючи маховичок до упору (положення примусової подачі газу). Під час фасування продукту маховичок необхідно закрутити до упору (робоче положення). В робочому положенні клапан вільно переміщується і керується поплавком. При монтуванні регулятора подачі газу на машину потрібно звернути увагу на те, щоб поплавок не торкався внутрішньої стінки резервуара або фасувальних патронів. Якщо поплавок буде упиратися, потрібно підігнути його важіль.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 22
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

Шнек розділяє контейнери, що подаються транспортуючим пристроєм, для переміщення по кроку зірочки завантаження. Він встановлений в кронштейні і за допомогою штифта та муфти з'єднаний з приводом шнека. На нерухомій осі встановлений відсікач контейнерів. Шнек закритий захисним кожухом.

Щоб контейнери проходили без ударів і заклинювань, необхідно виставити шнек у певному положенні відносно зірочки завантаження. Регулювання здійснюється шляхом зняття шестерні привода шнека, прокручуванням вручну шнека в потрібне положення та встановленням шестерні на місце. Стійкий рух контейнерів у шнеці забезпечується направляючою, що регулюється, на кожусі шнека.

Зірочка завантаження передає контейнери від шнека на карусель фасування. Зірочка завантаження відрегульована вірно, якщо вона подає контейнери по центру столика підіймальних циліндрів. Центральна зірочка передає контейнери від каруселі фасування до каруселі закупорювання, а зірочка вивантаження передає контейнери далі на відповідний пристрій транспортування. Конструкція усіх трьох зірочок ідентична, а регулювання їх для забезпечення синхронного переміщення контейнерів відбувається наступним чином. Блок зірочок встановлений на корпусі, який закріплений на конусі валу. Викручуючи шпильку, звільняють корпус з блоком зірочок і встановлюють в потрібне положення, потім знову закручують шпильку.

Розробка циклограми роботи машини

1. Встановлення тривалості кінематичного циклу роботи машини

На основі вказаної продуктивності розрахуємо час, необхідний для заповнення чотирьох контейнерів.

$$T_k = \frac{1}{Z}$$

де Z – штучна продуктивність машини, пл/год.

$$Z = 8700 \text{ пл/год}$$

$$T_k = \frac{1}{8700} = 0,0001 \text{ год або } 29 \text{ с}$$

При виконанні технологічного циклу здійснюється паралельне виконання технологічних операцій різними робочими органами, при цьому не відбувається перетинання їх траєкторій в просторі.

1. Побудова циклограми роботи машини

Циклограмою називається графічне відображення послідовності переміщень робочих органів машини. Для нашої машини ми побудуємо прямокутну циклограму.

Зробимо циклограму для фасувальної машини.

Для виконання заданого технологічного процесу за допомогою машини циклічної дії необхідно, щоб робочі органи машини (фасувальна головка, підйомно-опускні столики, завантажувально-розвантажувальний пристрій) переміщувались з визначеними швидкостями і прискореннями, а самі переміщення виконувались у потрібній послідовності, тобто синхронно. По циклограмі машини визначають початок і кінець переміщення робочих органів в межах кінематичного циклу. Відлік часу ведеться від початку робочого ходу веденої ланки виконавчого механізму, який приймаємо за основний.

За допомогою циклограми встановлюємо відносне положення інтервалів циклів виконавчих механізмів в загальному циклі машини.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Розробка циклограми роботи машини	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 24

Користуючись циклограмою, можна легко визначити, в якому з інтервалів знаходиться кожен робочий орган в заданий момент часу або при заданому положенні ведучої ланки основного механізму.

Графічне зображення послідовності переміщення робочих органів у вигляді циклограми.

де T_k – час циклу, $T_k = 29\text{с}$;

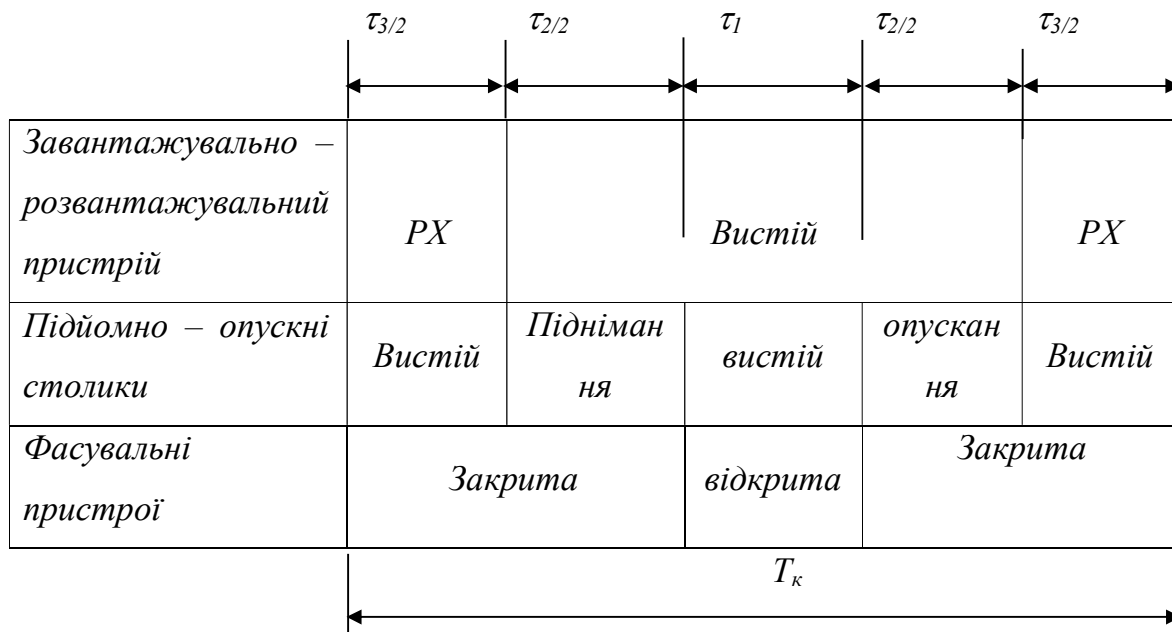
τ_1 – час на заповнення пляшки, $\tau_1 = 15\text{с}$;

τ_2 – час на піднімання і опускання пляшок, $\tau_2 = 6\text{с}$;

τ_3 – час на завантажувально - розвантажувальні операції, $\tau_3 = 8\text{с}$;

Отже, інші два робочі елементи (підйомно-опускні платформи, фасувальні установки) залишаються у спокої, поки перший робочий елемент (завантажувально-розвантажувальний) підносить пляшку до підйомної платформи (РХ), після чого другий робочий елемент (піднімання) активується, в той час як перший та третій робочі елементи залишаються у спокої. Після завершення цієї операції фасувальна головка відкривається і здійснюється наповнення пляшки, при цьому два інші робочі елементи залишаються у спокої. Далі фасувальна головка закривається, і починається опускання другого робочого елемента. Після завершення цієї операції, знову приводиться до руху перший робочий елемент, який проводить операцію завантаження та розвантаження.

Далі цикл повторюється.



На рис. зображена циклограма роботи машини.

Суміщення виконання технологічних операцій

У галузі харчової та переробної промисловості широко застосовуються машини циклічної дії для виконання основних та допоміжних технологічних операцій. Одним з головних завдань у конструюванні таких машин є забезпечення максимальної продуктивності. Це завдання вирішується шляхом розробки оптимальної конструкції для виконання необхідних операцій за відповідною технологією обробки продукту, а також оптимальним вибором законів руху робочих органів, які виконують задані технологічні операції.

Сучасні машини циклічної дії можуть одночасно виконувати кілька операцій, що дозволяє збільшити їх продуктивність за рахунок скорочення часу простою робочих органів. Однак це призводить до необхідності одночасного переміщення кількох робочих органів у одному робочому просторі. Якщо траєкторії руху робочих органів перетинаються, це може призвести до їх зіткнення під час виконання технологічних операцій та виходу машини з ладу.

Тому виникає потреба у створенні умов для одночасної роботи робочих органів, щоб уникнути можливості їх зіткнення.

Отже, умови для уникнення можливих зіткнень робочих органів створюються шляхом оптимальної організації взаємозв'язків між циклами окремих робочих органів. Циклова діаграма машини розраховується таким чином, щоб мінімізувати втрату часу кінематичного циклу на періоди вистоювання кожного з робочих органів.

Для цього проводиться розрахунок сумісного переміщення робочих органів в одному робочому просторі так, щоб уникнути можливих їх зіткнень. В результаті цих розрахунків визначається окремий фазовий час для кожного робочого органу.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Суміщення виконання технологічних операцій	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 27

Сума окремих фазових часів робочих органів дає можливість визначити оптимальний час кінематичного циклу для машини даної конструкції. Для аналізу циклограми використовуються терміни повний фазовий час і частковий фазовий час. Повний фазовий час визначає зміщення циклової діаграми кожного з робочих органів відносно початку діаграми основного робочого органу.

Для здійснення суміщення необхідно, щоб робочі органи рухалися з заданими кінематичними параметрами та відповідною послідовністю. Графічне зображення послідовності руху і зупинок робочих органів машини називається цикловою діаграмою. Циклограма виконується в масштабі часу або кута кінематичного. За циклограмою визначають початок і кінець руху робочих органів в межах циклу.

У даному дипломному проекті суміщення виконання технологічних операцій показано на циклограмі.

Розрахунки машини і окремих її механізмів

Розрахунок поплавкової системи витратного резервуара

Розрахунок поплавкової системи витратного резервуара пристрою для фасування рідкої харчової продукції у споживчу тару дуже специфічний. Він зводиться до визначення маси і розмірів поплавка. На рис.1 наведена розрахункова схема поплавкового регулятора рівня рідини.

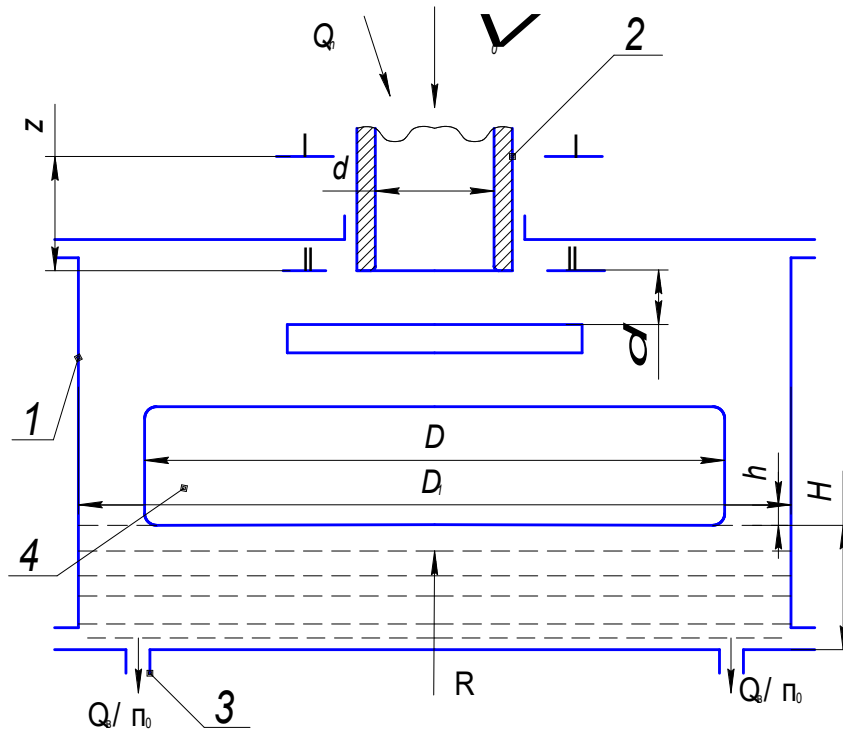


Рис.1. Розрахункова поплавкового регулятора

- 1 – ємність з рідкою продукцією,
- 2 – рукав подачі продукції (продуктопровід),
- 3 – канали видачі продукції,
- 4 – поплавок з клапаном.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Розрахунки машини і окремих її механізмів	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 29

де, d – внутрішній діаметр труби,

δ – зазор між клапаном і торцевою поверхнею труби,

D – діаметр поплавка,

D_1 – діаметр витратного резервуара,

H – висота стовпа в витратному резервуарі рідкої продукції,

h – глибина занурення,

V_o – початкова швидкість переміщення рідкої продукції,

z – поточне значення довжини труби.

n_0 - кількість одночасно працюючих фасувальних пристроїв

Основні функції витратного резервуара: забезпечення рідкої продукції для роботи фасувального пристрою і забезпечення сталого рівня рідини у витратному резервуарі.

Для реалізації другої задачі потрібно, щоб кількість продукції, що поступає $Q_{п}$ повинна дорівнювати кількості продукції, що видається за одиницю часу $Q_{в}$:

$$Q_{п} = Q_{в}$$

Також потрібне забезпечення герметичності труби при зупинці фасувального процесу.

Для забезпечення першої умови потрібно підібрати такі геометричні параметри продуктопроводу, щоб кількість продукції, що поступає за одиницю часу дорівнювала кількості продукції, що видається.

$$Q_n = V_o \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

При відкритому клапані діаметр наповнювального патрубка можна визначити за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot V_o}}$$

Із рівняння Бернуллі для даної гідравлічної схеми маємо:

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{\xi + \lambda \cdot \frac{z}{d}}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{\Delta P}{\gamma} + z \right)}$$

де, ξ – коефіцієнт опору переміщення рідкої продукції по каналу трубопроводу, $\xi=8,1$

λ – гідравлічний опір переміщення по вертикальній трубі, $\lambda=0,014$

d – внутрішній діаметр труби,

ΔP – різниця тисків

$$\Delta P = P_m + P_{\text{атм}} = 0.15 \text{ МПа} = 0,15 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

γ – питома вага,

$$\gamma = \rho \cdot g = 1.01 \cdot 10^3 \cdot 9.8 = 9898 \text{ Н/м}$$

z – поточне значення довжини труби, $z=0.9 \text{ м}$

Оскільки внутрішній діаметр труби d дорівнює:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot V_o}}$$

$$Q_v = z \cdot W = 8700 \cdot 0.5 = 4350 \text{ л/год} = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

де, W – об'єм місткості, $W=0.5 \text{ л}$

Z – продуктивність, $Z=8700 \text{ пл/год}$

Тоді

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{\xi + \lambda \cdot \frac{z}{\sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_o}}}}} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{\Delta P}{\gamma} + z \right)}$$

Розв'язуємо рівняння числовим методом (методом ітерації).

$$V_o = \frac{1}{\sqrt{8.1 + 0.014 \cdot \frac{0.9}{\sqrt{\frac{4 \cdot 1.21 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot V_o}}}}} \cdot \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot \left(\frac{0.15 \cdot 10^6}{1.01 \cdot 10^3 \cdot 9.8} + 0.9 \right)}$$

$$V_o = \frac{17.8}{\sqrt{8.1 + 0.32 \cdot \sqrt{V_o}}}$$

Розв'язавши рівняння методом ітерації, отримаємо

$$V_o = 0.8 \text{ м/с}$$

Тоді внутрішній діаметр труби

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot V_o}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.21 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.8}} = 0.04 \text{ м}$$

Необхідно, щоб площа поперечного перерізу труби дорівнювала площі поперечного перерізу зазору між торцем труби і клапаном:

$$\delta \cdot d_k \geq \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d_k = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot \delta} = \frac{3.14 \cdot 0.04^2}{4 \cdot 0.015} = 0.08 \text{ м}$$

де, δ – зазор між торцем труби і клапаном, $\delta = 15 \text{ мм}$

d_k підбираємо відповідно до стандартів до найближчого більшого.

Отже, $d_k=30\text{мм}$

Уточнюємо значення швидкості:

$$Q_n = Q_v = V'_o \cdot \frac{\pi \cdot d_k^2}{4}$$

$$V'_o = \frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot d_k^2} = \frac{4 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,03^2} = 1,7 \text{ м/с}$$

В той же час найгіршими умовами для створення герметизації наповнювального патрубка будуть при максимальному тиску рідини, який сприймається мембраною поплавкового клапана.

Оскільки роботу поплавкового регулятора можливо умовно розділити на два етапи, які відповідають нижньому і верхньому кінцевому переміщенню поплавка, необхідно розрахувати зусилля, яке сприймає мембрана при відкритому і закритому клапані.

Визначимо зусилля, що буде діяти на клапан поплавка при $\delta \neq 0$

$$P_n = m_o \cdot V'_o = Q_n \cdot \rho \cdot V'_o = 1,21 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01 \cdot 10^3 \cdot 1,7 = 2 \text{ Н} \quad \text{де,}$$

m_o – маса, кг/с

Визначимо зусилля, що буде діяти на клапан поплавка при $\delta = 0$

$$P'_n = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4} \cdot (\Delta P + Z \cdot \gamma) = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} \cdot (0,15 \cdot 10^6 + 0,9 \cdot 10^3 \cdot 9,8) = 11,2 \text{ Н}$$

Реакція поплавка в період збігу рідини завжди менша необхідної реакції на другому етапі:

$$P'_n > P_n$$

Найбільш тяжкі умови роботи поплавка створюються при закінченні потрапляння рідини і закривання клапана. В тих випадках, коли сила, яку сприймає мембрана виявляється більшою за піднімальну силу поплавка, виникає розгерметизація клапана, і рівень рідини починає підійматись. В результаті чого діаметр поплавка можна визначити з рівняння:

$$P'_n = R = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P'_n}{\pi \cdot h \cdot \rho \cdot g}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11.2}{3.14 \cdot 0.06 \cdot 10^3 \cdot 9.8}} = 0.15 \text{ м}$$

Для визначення мінімально потрібного діаметра витратного резервуара D_1 приймають рекомендації, що кількість продукції, що витиснена поплавком повинна бути достатньою для роботи фасувальної машини протягом 1с.

$$\frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D^2) \cdot h = Q_v$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{\pi \cdot h} + D^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.21 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 0.06} + 0.15^2} = 0.217 \text{ м}$$

Отже, мінімально потрібний діаметр витратного резервуара D_1 забезпечує задану продуктивність, стабільний рівень рідини і герметичність.

Оптимальний режим роботи витратного резервуара можна досягти при виконанні таких умов:

КР. 55. ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 34
------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

- висота занурення поплавка у рідину повинна бути не менше величини зазору між клапаном і торцем труби;
- об'єм рідини, витиснутий поплавком, витрачається за час рівний 1с;
- технологічний запас рідини в резервуарі і його діаметр повинні забезпечувати коливання рівня в межах 5-10мм.

Розрахунок фасувальних пристроїв

Розрахунок фасувально-дозувальних пристроїв зводиться до визначення тривалості наповнення споживчої тари рідкою продукцією при забезпеченні технологічних показників продукції.

Для виконання розрахунків потрібно мати такі вихідні дані:

1. Фізико-механічні характеристики продукції.
2. Характеристика споживчої тари.
3. Спосіб фасування.
4. Характеристика гідравлічної схеми переміщення продукції.
5. Встановлена рекомендована мах швидкість переміщення продукції.

До фізико-механічних характеристик відносять густину і в'язкість, а до характеристик споживчої тари – вид і тип тари, її об'єм, геометричні розміри, матеріал та ін.

Мах допустима швидкість переміщення продукціїзначається з міркувань збереження початкової властивості продукції, а також забезпечення точності дозування та продуктивності.

Для холодних рідких продуктів $V_{max} = 1-2$ м/с,

для гарячих – $V_{max} = 2-3$ м/с.

Розрахунок фасувальних пристроїв

1. Час, який відповідає циклу заповнення споживчої тари

$$T_k = 0,41 \text{ с}$$

2. Визначимо частоту обертання каруселі

$$n_{кр} = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{0,41} = 146,34 \text{ об/хв.}$$

3. Визначимо кількість фасувальних пристроїв

$$n_0 = \frac{Z}{n_{кр}} = \frac{8700}{146,34} = 59,45 \approx 60, \text{ оскільки } n_0 \text{ повинно бути кратне 4}$$

де Z – продуктивність.

4. Визначимо діаметр розташування дозувальних пристроїв

$$D = m \cdot n_0'$$

n_0' - уточнене значення кількості фасувальних пристроїв

m - модуль, $m = 35$ мм.

$$D = 35 \cdot 60 = 2100 \text{ мм}$$

5. Уточнюємо значення частоти обертання каруселі

$$n_{кр} = \frac{Z}{n_0'} = \frac{8700}{60} = 145 \text{ об/хв}$$

6. Продуктивність

$$Z = \frac{1}{T_k} = \frac{1}{0,41} = 2,4 \text{ пл/с, } 2,4 \cdot 3600 = 8700 \text{ пл/год}$$

Розрахунок валів

Орієнтовний розрахунок і конструювання валів

Орієнтовний розрахунок валів виробляється на ранній стадії проектування, коли згинальні моменти ще не визначені. Розрахунок виконують на чисте крутіння по зниженим допускаються напруженням і визначають діаметри окремих ступенів валів.

Ведучий вал

Вал виконаний зі сталі 45Х спільно з шестернею. Розрахунок полягає у визначенні діаметра вихідного кінця вала з умови міцності на кручення при знижених напругах. Діаметр вихідного кінця валу (рис. 3.1):

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 T_1}{\pi [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 5,93 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = 12,62 \text{ [мм]} \quad (3.95)$$

де T_1 - крутний момент на валу, Н•мм;

$[\tau_k]$ - знижений допустиме дотичне напруження без урахування впливу вигину, приймаємо рівним 15 МПа.

Для зручності проектування муфти з'єднання з електродвигуном і з урахуванням необхідності розміщення шпоночного паза приймаємо $d_1 = 14$ мм.

Діаметр вала під ущільнення $d_2 = d_1 + 2t$, де t - висота буртика:

$$d_2 = 14 + 2 \cdot 1 = 16 \text{ [мм]}.$$

Діаметр d_3 вала в місці посадки підшипника повинен бути кратний п'яти, вибираємо найближчим більше значення $d_3 = 20$ мм.

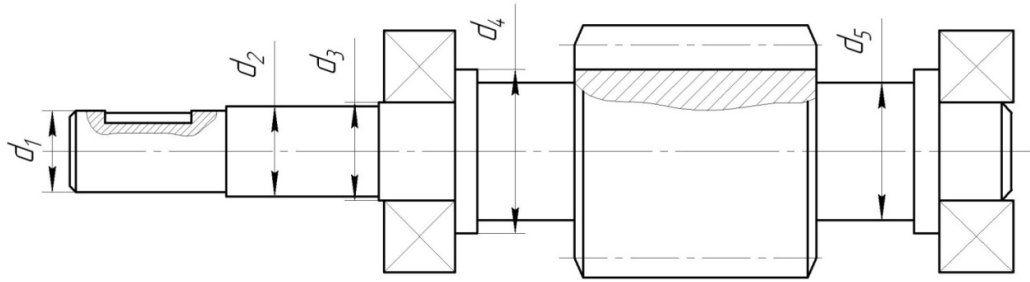


Рис. 3.1. Ведучий вал

Діаметр d_4 з боку підшипника $d_4 = d_3 + 3r$, де r - розмір фаски на внутрішньому кільці підшипника (орієнтовно для підшипників ГОСТ 27365-87 з внутрішнім діаметром 20 мм $r=1,5$ мм):

$$d_4 = 20 + 3 \cdot 1,5 = 24,5 \approx 25 [\text{мм}].$$

Для діаметра d_5 повинно виконуватися умова $d_5 < d_{f1} = 18,125$ мм, приймаємо $d_5 = 18$ мм.

Вихідний кінець вала конструюється відповідно до ГОСТ 6636-72.

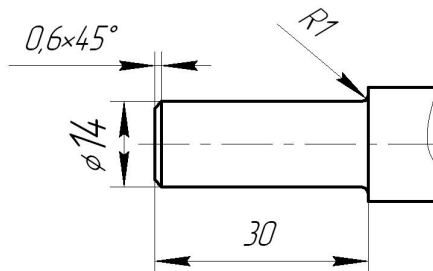


Рис. 3.2. Вихідний кінець провідного вала

Проміжний вал

Діаметр вала під зубчастим колесом (рис. 3.3):

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16T_2}{\pi[\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 17,3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = 17,93 \text{ [мм]} \quad (3.96)$$

де T_2 - обертаючий момент на проміжному валу, Н • мм.

З урахуванням необхідності установки підшипника $d_1 = 23,5$ мм.

Діаметр вала в місці посадки підшипника, мм:

$$d_4 = d_1 - 2r, \quad (3.97)$$

де r -координата фаски підшипника.

$$d_4 = 23,5 - 2 \cdot 1,5 = 20,5 \text{ [мм]}$$

Приймаються найближчим стандартне значення $d_4 = 20$ мм

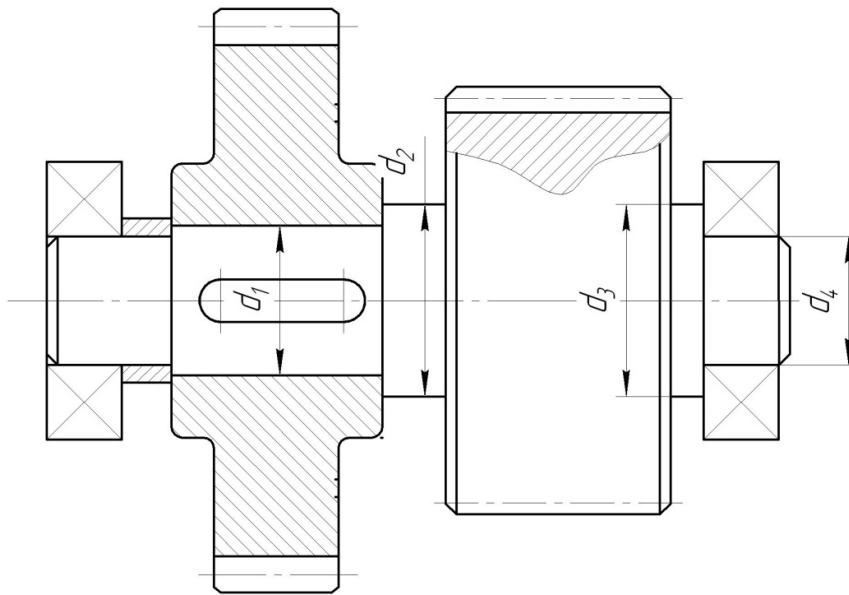


Рис. 3.3. Проміжний вал

Діаметри d_2 і d_3 можуть прийматися приблизно рівними

$$d_{2(3)} = d_4 + 3r, \quad (3.98)$$

але при цьому має виконуватися умова $d_{2(3)} < d_{f3} = 24,36$ [мм], тому щоб уникнути ускладнення нарізування зубів приймається $d_2 = d_3 = 24$ [мм].

Ведений вал

Діаметр вихідного кінця валу (рис. 3.4):

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16T_3}{\pi[\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 61,9 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = 27,59 \text{ [мм]} \quad (3.99)$$

де T_3 -крутний момент на валу, Н•мм.

Приймаються $d_1=28$ мм.

Діаметр вала під ущільнення, мм:

$$d_2 = d_1 + 2t = 28 + 2 \cdot 1 = 30 \text{ [мм]}$$

Діаметр вала в місці посадки підшипника d_5 може бути дорівнює діаметру вала під ущільнення або більше його, але кратний п'яти, тому можна прийняти $d_5=40$ мм.

Діаметр d_3 розділового кільця між підшипником і зубчастим колесом розраховується з умови:

$$d_3 = d_2 + 3r,$$

при цьому для $d_2 \geq 30$ мм слід приймати $r = 2$ мм, тоді $d_3 = 36$ мм.

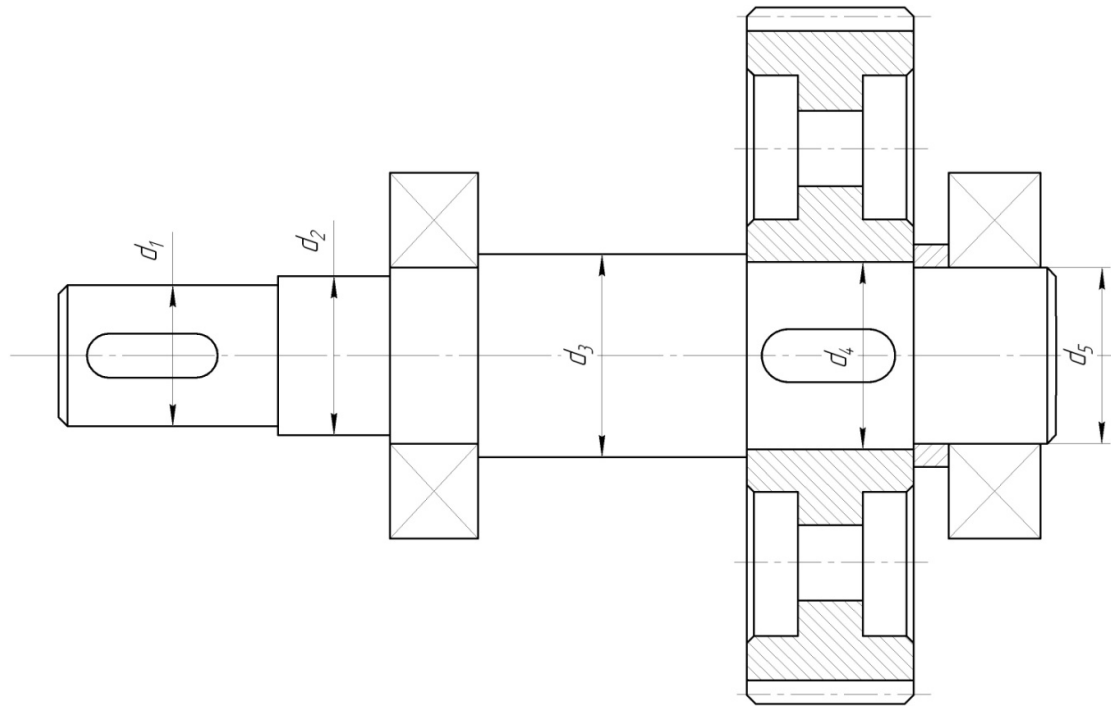


Рис. 3.4. Ведений вал

Діаметр d_4 вала під зубчастим колесом другого ступеня вибирається з умови:

$$d_3 > d_4 \geq d_2, \quad 36 > d_4 \geq 30 \text{ [мм]}$$

Приймається значення $d_4=32$ [мм]

Перевірочний розрахунок валів

Сконструйований вал в зборі з підшипниками і зубчастими колеса ми перевіряють на статичну і втомну міцність, а також на жорсткість. В даному проекті обмежуємося розрахунком проміжного вала.

Розрахунок валів на статичну міцність виробляють зазвичай для середнього перерізу (між опорними підшипниками), де розташовані зубчасті колеса. При цьому враховують згинальні і крутний момент, що виникають в перерізах валів. Для цього в першу чергу будують епюри згинаючих і крутних моментів кожного вала.

Для перевірки статичної міцності валів визначають реакції їх опор (підшипникових вузлів), будують епюри згинаючих і крутних моментів. Для різних типів редукторів розрахункові схеми і форми епюр для валів не скільки відмінні один від одного, тому далі вони представлені окремо. В цілому, алгоритм розрахунку валів може бути представлений в наступному вигляді.

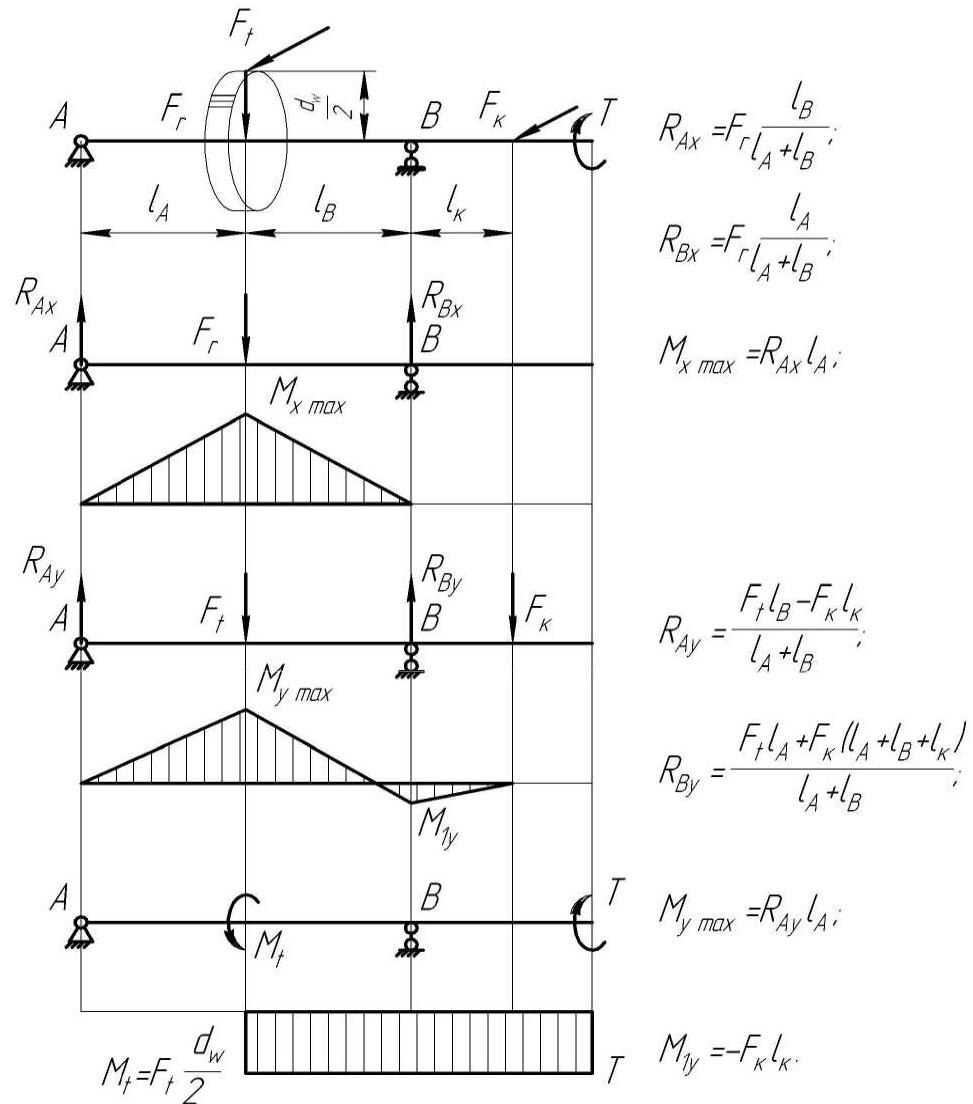


Рис. 3.5. Розрахункова схема ведучого / веденого вала циліндричної прямозубої передачі.

1. Складаємо розрахункову схему, представляючи вал як балку на двох опорах.

2. Зусилля, зображені на розрахунковій схемі, переносимо статичними нулями в вісь обертання вала роздільно для вертикальної і горизонтальної площин і будуємо епюри згинаючих і крутних моментів.

3. Встановлюємо небезпечні перерізу вала. При виборі небезпечних перерізів валу враховуємо величини згинальних і крутних моментів, площі поперечних перерізів та наявність концентраторів (шпонок, шліц, отворів, проточек і т.д.).

Виконаємо перевірку вала на міцність в перерізі, розташованому посередині маточини першого зубчастого колеса.

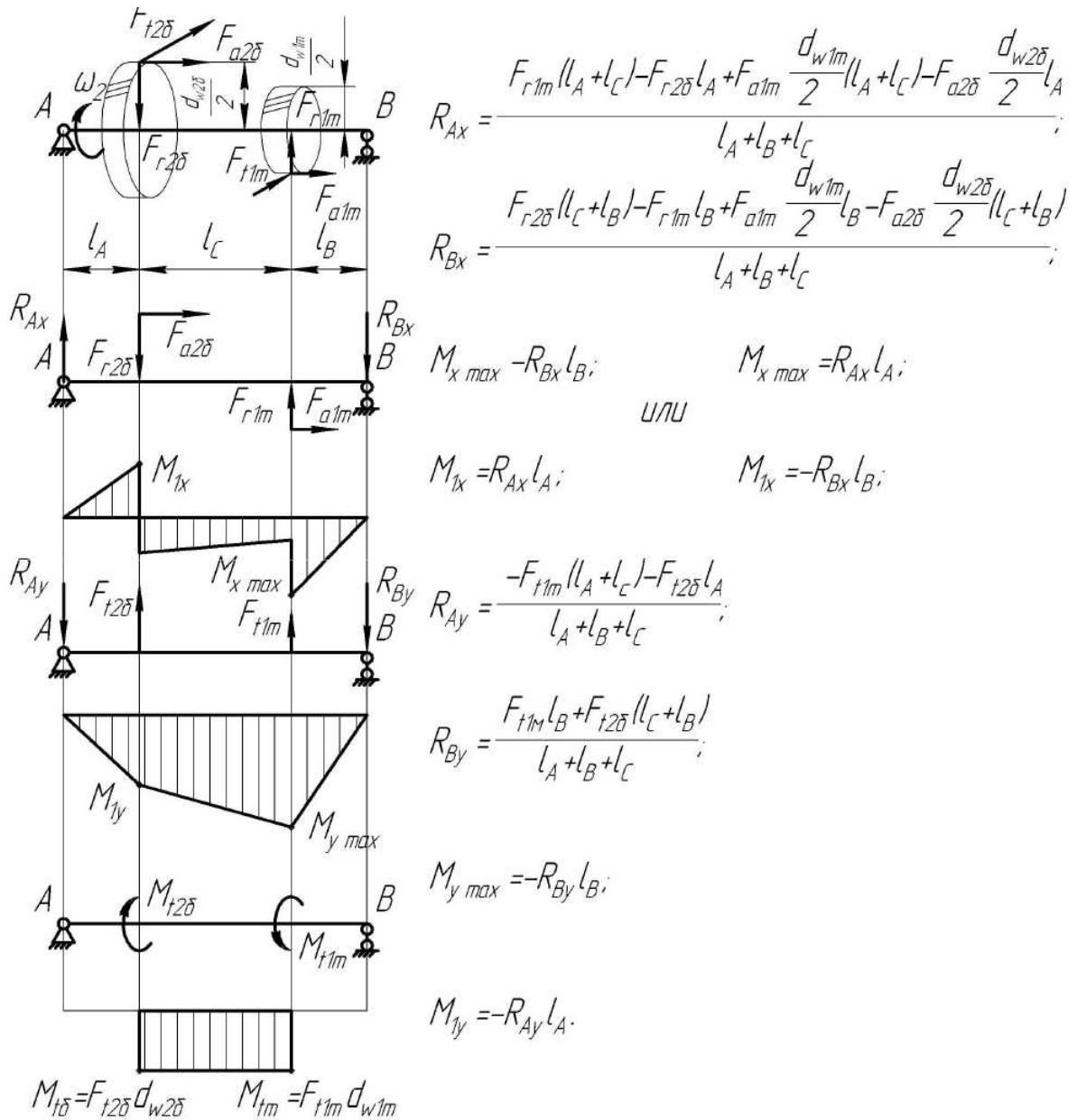


Рис. 3.6. Розрахункова схема проміжного вала циліндричної передачі (при розгляді прямозубого зачеплення не враховувати осьові сили).

4. Визначаємо складові нормальної сили в зачепленнях, використовуючи формули (тут індекс «1» відноситься до параметрів шестерні на проміжному валу, «2» - до колеса першого ступеня)

а) окружні складові:

$$F_{t1} = \frac{2T_2}{d_{w1}} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot 10^3}{26,14} = 1324 \text{ [Н];}$$

$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_{w2}} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot 10^3}{60,35} = 573 \text{ [Н];}$$

б) радіальні:

$$F_{r1} = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha = 1324 \cdot 0,364 = 482 \text{ [Н];}$$

$$F_{r2} = F_{t2} \operatorname{tg} \alpha = 573 \cdot 0,364 = 209 \text{ [Н];}$$

5. Для прийнятої розрахункової схеми (рис. 3.6) визначаємо сумарний згинальний момент в небезпечному перерізі вала (в даному випадку посередині маточини шестерні).

Приймаються $l_A = 40$ мм, $l_B = 40$ мм, $l_C = 60$ мм, тоді реакції опор А і В складуть відповідно:

а) у вертикальній площині (3.100)

$$R_{Ax} = \frac{F_{r2} \cdot (l_B + l_C) - F_{r1} \cdot l_B}{l_A + l_B + l_C} = \frac{209 \cdot 100 - 482 \cdot 40}{140} = 11,6 \text{ [Н];}$$

$$R_{Bx} = \frac{F_{r1} \cdot (l_A + l_C) - F_{r2} \cdot l_A}{l_A + l_B + l_C} = \frac{482 \cdot 100 - 209 \cdot 40}{140} = 285,7 \text{ [Н];}$$

б) в горизонтальній площині (3.101)

$$R_{Ay} = \frac{-F_{t2} \cdot (l_B + l_C) - F_{t1} \cdot l_B}{l_A + l_B + l_C} = \frac{-209 \cdot 100 - 482 \cdot 40}{140} = -287 \text{ [H]};$$

$$R_{By} = \frac{F_{t1} \cdot (l_A + l_C) + F_{t2} \cdot l_A}{l_A + l_B + l_C} = \frac{482 \cdot 100 + 209 \cdot 40}{140} = 404 \text{ [H]}.$$

Максимальний згинальний момент у вертикальній площині $M_{x_{max}}$:

$$M_{x_{max}} = R_{Bx} \cdot l_B = 285,7 \cdot 0,04 = 11,43 \text{ [H} \cdot \text{м]} \quad (3.102)$$

Максимальний згинальний момент у горизонтальній площині $M_{y_{max}}$:

$$M_{y_{max}} = R_{By} \cdot l_B = 404 \cdot 0,04 = 16,16 \text{ [H} \cdot \text{м]} \quad (3.103)$$

Сумарний згинальний момент $M_{\Sigma_{max}}$:

$$M_{\Sigma_{max}} = \sqrt{M_{x_{max}}^2 + M_{y_{max}}^2} = \sqrt{130,64 + 261,14} = 19,8 \text{ [H} \cdot \text{м]} \quad (3.104)$$

6. Перевіряємо статичну міцність вала в небезпечному перерізі [2]:

а) напруги вигину вала

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{M_{\Sigma_{max}}}{W_0} = \frac{32M_{\Sigma_{max}}}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 19,8}{3,14 \cdot 25^3 \cdot 10^{-9}} = 12,9 \text{ [МПа]} \quad (3.105)$$

б) напруги крутіння вала

$$\tau = \frac{T_2}{W_p} = \frac{16T_2}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 17,3}{3,14 \cdot 25^3 \cdot 10^{-9}} = 5,6 \text{ [МПа]} \quad (3.106)$$

в) еквівалентні напруження визначаємо за формулою:

$$\sigma_{E1} = \sqrt{\sigma_{\text{н}}^2 + 3\tau^2} = \sqrt{12,9^2 + 5,6^2} = 14,06 \text{ [МПа]} \quad (3.107)$$

г) при розрахунку на перевантаження приймаємо коефіцієнт перевантаження з інтервалу $K_1 = 2,5$ і розраховуємо напруги в небезпечному перерізі, множачи на цей коефіцієнт:

$$\sigma_{E_{max}} = K_1 \sqrt{\sigma_{u_1}^2 + 3\tau_1^2} = 35,15 \text{ [МПа]}$$

д) допустима напруга для матеріалу вала 45Х, що має межа плинності $\sigma_T = 530$ МПа:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{2} = 265 \text{ МПа.}$$

Розраховані еквівалентні напруги, як при номінальних навантаженнях, так і при перевантаженнях менше допускаються.

7. Розраховуємо вал на витривалість (основний розрахунок):

а) визначаємо коефіцієнт запасу втомної міцності за нормальними напруг вигину:

Межа витривалості для матеріалу вала дорівнює $\sigma_{-1} = 265$ МПа.

Коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень $\psi_\sigma = 0,1$.

Сумарний коефіцієнт враховує вплив усіх чинників на опір втоми при згині:

$$K_{\sigma D} = \left(\frac{K_{\sigma 1}}{\varepsilon_1} + K_{F1} - 1 \right) / K_{V1}, \quad (3.109)$$

де $\varepsilon_1 = 0,81$ – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів поперечного перерізу;

$K_{F1} = 1,1$ – коефіцієнт впливу шорсткості для обточує поверхні;

$K_{V1} = 1,2$ – коефіцієнт впливу зміцнення для зразка з концентрацією напружень і при обдувці дробом;

$K_{\sigma 1} = 1,75$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень для ділянки вала зі шпоночкою канавкою;

КР. 55. ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 47.
------------	--------------------	----------------------	------------	--------------

Тоді

$$K_{\sigma D} = \left(\frac{1,75}{0,81} + 1,1 - 1 \right) / 1,2 = 1,88. \quad (3.110)$$

Амплітудне значення напруги:

$$\sigma_a - \sigma_u = 12,9 \text{ МПа.}$$

Зазвичай напруги в поперечному перерізі вала при згині змінюються по симетричному циклу, тому приймаємо

$$\sigma_m = 0$$

Тоді коефіцієнт запасу втомної міцності дорівнює:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m} = \frac{265}{1,88 \cdot 12,9} = 10,9 \quad (3.111)$$

б) коефіцієнт запасу втомної міцності по дотичним напруженням кручення
Межа витривалості при крученні для матеріалу вала

$$\tau_{-1} = 135 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень $\psi_\sigma = 0,05$.

Сумарний коефіцієнт враховує вплив усіх чинників на опір втоми при крученні:

$$K_{\tau D} = \left(\frac{K_{\tau 1}}{\varepsilon_1} + K_{F1} - 1 \right) / K_{V1}, \quad (3.112)$$

$K_{\tau 1} = 1,5$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень для ділянки вала зі шпоночкою канавкою.

Тоді:

$$K_{\sigma D} = \left(\frac{1,5}{0,81} + 1,1 - 1 \right) / 1,2 = 1,63.$$

Визначаємо амплітудне та середнє значення напруг (τ_a и τ_m):

$$\tau_a = \tau_m = 0,5 \frac{T_2}{W_\rho} = 2,8 \text{ [МПа]}$$

Тоді:

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \tau_a + \psi_\tau \tau_m} = \frac{135}{1,63 \cdot 2,8 + 0,05 \cdot 2,8} = 28,6 \quad (3.113)$$

в) коефіцієнт запасу втомної міцності при спільній дії вигину і крутіння обчислюємо за формулою:

$$S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{10,9 \cdot 28,6}{\sqrt{118,8 + 817,9}} = 10,1 \quad (3.114)$$

Розрахований коефіцієнт запасу втомної міцності більше допустимого, мінімальне значення якого коливається в межах $[S] = 1,5 \dots 2,5$.

Розрахунок підшипників

Ведучий вал

Приймаємо радіальний кульковий підшипник однорядний легкої серії 204:

$$d = 20;$$

$$D = 47;$$

$$B = 14;$$

$$C_r = 10000H; C_{O2} = 6300H$$

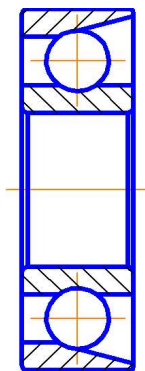


Рис. Підшипник.

Визначаємо номінальну динамічну вантажопід'ємність 204 кулькового радіального підшипника з каталоговою динамічною вантажопід'ємністю $C_r = 10000H$, статистичною вантажопід'ємністю $C_{O2} = 6300H$. На підшипник діє радіальне навантаження $F_r = 1040H$, осьове $F_a = 758H$, частота обертання валу $n = 730 \text{ об/хв}$; $L_{10h} = 6814 \text{ год}$, при умові, що $V = 1,0$; $K_a = 1,0$; $K_T = 1,0$

1. Обираємо коефіцієнти X та Y. Відношення

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{758}{6300} = 0,12, \text{ за табл. цьому відповідає } e = 0,30$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{758}{1 \cdot 1040} = 0,73 \text{ більше ніж } e = 0,30; \text{ тоді } X = 0,56; Y = 1,45$$

2. Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$P = (xV F_r + Y F_a) K_a \cdot K_\delta = (0,56 \cdot 1 \cdot 1040 + 1,45 \cdot 758) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1681,5 H$$

3. За табл. $\frac{C}{P} = 7,23$, отже, потрібна динамічна вантажопід'ємність

$$\tilde{N} = D \cdot 7,23 = 1681,5 \cdot 7,23 = 12157 H. \text{ Підшипник середньої серії має } C = 12500 H.$$

Отже обираємо підшипник радіальний однорядний 304

Ведений вал

Приймаємо радіальний кульковий підшипник однорядний легкої серії 208:

$$d = 40;$$

$$D = 80;$$

$$B = 18;$$

$$C_r = 25600 H; C_{O2} = 18100 H$$

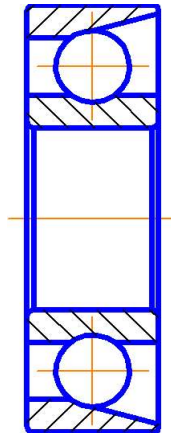


Рис. Підшипник.

Визначаємо номінальну динамічну вантажопід'ємність 208 кулькового радіального підшипника з каталоговою динамічною вантажопід'ємністю $C_r = 25600 H$, статистичною вантажопід'ємністю $C_{O2} = 18100 H$. На підшипник діє радіальне навантаження $F_r = 1008 H$, осьове $F_a = 733 H$, частота обертання валу $n = 146 \text{ об/хв}$; $L_{10h} = 6814 \text{ год}$, при умові, що $V = 1,0$; $K_a = 1,0$; $K_T = 1,0$

1. Обираємо коефіцієнти X та Y. Відношення

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{733}{18100} = 0,04, \text{ за табл. цьому відповідає } e = 0,25$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = 0,727 \text{ більше ніж } e = 0,25; \text{ тоді } X = 0,56; Y = 1,71$$

2. Визначаємо еквівалентне навантаження:

$$P = (xVF_r + YF_a)K_a \cdot K_o = (0,56 \cdot 1 \cdot 1008 + 1,71 \cdot 733) \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1817,91H$$

3. За табл. $\frac{C}{P} = 4,23$, отже, потрібна динамічна вантажопід'ємність

$\tilde{N} = D \cdot 4,23 = 1817,91 \cdot 4,23 = 7689,76H$. Це менше ніж каталогова динамічна вантажопід'ємність $\tilde{N} = 25600H$. Отже обираємо підшипник радіальний однорядний 208

Розрахунок шпонкового з'єднання

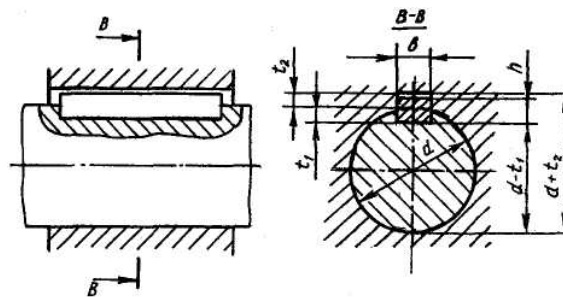


Рис. Шпонкове з'єднання

Розрахунок виконуємо за таких умов:

Діаметр вала $d=14\text{мм}$.

Крутний момент $T_{кр}=593\text{ Н}\cdot\text{м}$.

Довжина шпонки $l=35\text{ мм}$.

Вибираємо з таблиць призматичну шпонку $b \times h = 14 \times 9$, для якої $t_1 = 5,5$ мм.

Перевірку ведемо з умови міцності на зминання.

$$\sigma = F/A_{зм} \leq [\sigma]_{зм};$$

$F = 2T/d$ - колова сила.

$A_{зм} = (h - t_1) \times l_0$ - площа зминання.

$l_0 = l - b = 35 - 14 = 21$ мм - робоча довжина шпонки.

$$[\sigma]_{зм} = 170 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 593 \cdot 10^3}{14 \cdot 21 \cdot (9 - 5,5)} = 115 \text{ МПа} < [\sigma]_{зм} = 170 \text{ МПа}.$$

Отже, умова міцності забезпечується.

4. Розробка технологічного процесу виготовлення ключової деталі

4.1 Розрахунок припусків

Вибираємо заготовку з прокату $\varnothing 16$ мм.

Припуск на підрізання торців становить: $2 \cdot 2 = 4$ мм.

Отже, заготовка являє собою $\varnothing 16$ мм і довжиною 42 мм.

Розрахунок загального припуску кованої заготовки ведемо за найточнішим розміром $\varnothing 14h6$.

Припуск на чистове шліфування:

$$2Z_{4\min} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{Tnp_3^2 + E_{y4}^2}) \quad (4.1)$$

Rz_3, D_3, Tnp_3 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні.

E_{y4} - похибка установки деталі під час чистового шліфування. $Rz_3 = 10$ мкм, $D_3 = 20$ мкм.

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

$$\text{Тоді} \quad 2Z_{4\min} = 2(10 + 20 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 60 \text{ мкм}, \quad 2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4 \quad (4.2)$$

T_3 - допуск при чорновому шліфуванні, $T_3 = IT8 = 27$ мкм,

T_4 - допуск при чистовому шліфуванні, $T_4 = IT6 = 11$ мкм.

$$2Z_{4\max} = 60 + 27 - 11 = 76 \text{ мкм}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Розробка технологічного процесу	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 54

$$2Z_{4ном} = \frac{2Z_{4max} + 2Z_{4min}}{2} = \frac{76 + 60}{2} = 68 \text{ мкм} \quad (4.4)$$

Припуск при чорновому шліфуванні:

$$2Z_{3min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{Tnp_2^2 + E_{y3}^2}) \quad (4.5)$$

Rz_2, D_2, Tnp_2 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чистовому точінні (табл.8).

E_{y3} - похибка установки деталі під час чорнового шліфування. $Rz_2 = 25$ мкм, $D_2 = 25$ мкм .

При установленні деталі в центрах $Tnp_3 = 0$ мкм, $E_{y4} = 0$.

$$\text{Тоді} \quad 2Z_{3min} = 2(25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 100 \text{ мкм}, \quad 2Z_{3max} = 2Z_{3min} + T_2 - T_3 \quad (4.6)$$

T_2 - допуск при чистовому точінні, $T_2 = IT11 = 110$ мкм,

$$2Z_{3max} = 100 + 110 - 27 = 183 \text{ мкм} \quad (4.7)$$

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3max} + 2Z_{3min}}{2} = \frac{183 + 100}{2} = 141,5 \text{ мкм} \quad (4.8)$$

Припуск на напівчисте точіння:

$$2Z_{2min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}^2}) \quad (4.9)$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому точінні.

E_{y2} - похибка установки деталі при напівчистому точінні. $Rz_2 = 50$ мкм, $D_2 = 50$ мкм . При установленні деталі в патроні з центром $Tnp_1 = 100$ мкм, $E_{y2} = 0$.

$$\text{Тоді} \quad 2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 400 \text{ мкм}, \quad 2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$$

(4.10)

T_1 - допуск при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 180$ мкм,

$$2Z_{2\max} = 400 + 180 - 110 = 470 \text{ мкм} \quad (4.11)$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{470 + 400}{2} = 435 \text{ мкм} \quad (4.12)$$

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2}) \quad (4.13)$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка кованої заготовки (табл.3).

$Rz_0=100$ мкм; $D_0=150$ мкм; $Tnp_0=400$ мкм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон $E_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(100 + 150 + \sqrt{400^2 + 100^2}) = 1324,6 \text{ мкм} \quad (4.14)$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Z_{i\text{ном}} = 68 + 141,5 + 435 + 1324,6 = 1969,1 \text{ мкм} \quad (4.15)$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=2$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,02 \text{ кг}}{0,066 \text{ кг}} = 0,3 \quad (4.16)$$

4.2. Технологічний маршрут виготовлення вісі

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна (УЗЗ)	Верстат відрізний
10.1	Відрізати заготовку з прокату $\varnothing 16$, довжиною $L=42$ мм.	Дискова відрізна фреза $\varnothing 100$ Р6М5. ШЦЗ.
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ох кулачковий патрон.
20.1	Торцювати пов. 1 $z=2$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
20.2	Точити $\varnothing 10g6$ начорно на $L=26$ мм. пов.(2)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.3	Точити $\varnothing 10g6$ напівчисто з припуском на шліфування. пов(2)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.4	Точити $\varnothing 6$ під різьбу М6 $L=10$ мм. пов(3)	Різець упорний правий Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$ ШЦ1
20.5	Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ пов.(4)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
20.6	Нарізати різьбу пов.(5) М6-7Н на $l=10$	Різець різьбовий Т16К20, $\beta=60^\circ$, $\alpha=3^\circ$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, ШЦ1, різьбовий калібр
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20,

		3-ох кулачковий патрон.
30.1	Торцювати пов. 1 $z=2$ мм	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
30.2	Точити $\varnothing 14h6$ начорно на $L=12$ мм. пов.(2)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
30.3	Точити $\varnothing 14h6$ напівчисто з припуском на шліфування. пов(1)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $B \times H \times L=16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha=8^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ ШЦ1
40	Фрезерна (УЗЗ)	Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81Г.УДГ.
40.1	Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза $\varnothing 100$ Р6М5. ШЦ3.
40.2	Фрезерувати пов.2 витримавши розмір 10 мм	Дискова відрізна фреза $\varnothing 100$ Р6М5. ШЦ3.
50	Шліфувальна (УЗЗ)	Круглошліфувальний верстат 3У10С. 4-ох кулачковий патрон
50.1	Шліфувати $\varnothing 10g6$ начорно. пов.(1)	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83.
50.2	Шліфувати $\varnothing 10g6$ начисто	Круг ПП 50x16x16 14А F40-50 С2 6 К 35 А

		2 2424-83, скоба Ø10g6
50.3	Шліфувати Ø14h6 начорно. пов.(2)	Круг ПП 50x16x16 14A F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83.
50.4	Шліфувати Ø14h6 начисто	Круг ПП 50x16x16 14A F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба Ø14h6
60	Мийна	Мийна машина
60.1	Промити деталь	
70	Слюсарна	Верстак
70.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
80	Контрольна	Стіл контролера

4.3. Розрахунок операцій

4.3.1 Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1 Z=2 мм.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 2$ мм. Подача табл. №17 $S=0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{504}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,4}} = 288,9 \text{ м/хв} \quad (4.17)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 288,9}{3,14 \cdot 16} = 5750,4 \text{ об/хв} \quad (4.18)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.19)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 8 + 2 + 2 = 12 \text{ мм} \quad (4.20)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=8$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{12}{1600 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ хв} \quad (4.21)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д1} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.22)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.2 Точити Ø 10g6 начорно на L=26 мм. пов.(2)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{16-12}{2} = 2$ мм. (4.23)

Подача табл.№17 $S=0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв} \quad (4.24)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв} \quad (4.25)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_{Д} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.26)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 2 = 30 \text{ мм} \quad (4.27)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{30}{1600 \cdot 0,4} = 0,05 \text{ хв} \quad (4.28)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д2} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.29)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.3 Точити Ø10g6 напівчисто з припуском на шліфування. пов(2).

Нехтуючи припуском під шліфування загальна глибина різання при обробці

$$\text{заданої поверхні } t = \frac{d_s - d}{2} = \frac{12 - 10}{2} = 1 \text{ мм.} \quad (4.30)$$

Подача $S = 0,09 \dots 0,12$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,1$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} = 322,8 \text{ м/хв} \quad (4.31)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 322,8}{3,14 \cdot 12} = 8566,9 \text{ об/хв} \quad (4.32)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1600}{1000} = 60,3 \text{ м/хв} \quad (4.33)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 1 = 29 \text{ мм} \quad (4.34)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=26$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{29}{1600 \cdot 0,1} = 0,2 \text{ хв} \quad (4.35)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{ДЗ} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.36)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$$(4.37)$$

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 20.4 Точити Ø 6 під різьбу М6 L=10 мм. пов(3)

Приймаємо глибину різання $t = \frac{10-6}{2} = 2$ мм. (4.38)

Подача табл.№17 $S=0,3 \dots 0,4$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,4$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 179,1 \text{ м/хв} \quad (4.39)$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 179,1}{3,14 \cdot 16} = 3564,8 \text{ об/хв} \quad (4.40)$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 1600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1600}{1000} = 80,4 \text{ м/хв} \quad (4.41)$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 10 + 2 + 2 = 14 \text{ мм} \quad (4.42)$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 10$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 2$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{14}{1600 \cdot 0,4} = 0,021 \text{ хв} \quad (4.43)$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{ДЗ} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (4.44)$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,02 + 0,05 + 0,2 + 0,021 + 0,04 = 0,331 \text{ хв} \quad (4.45)$$

Допоміжний час

$$T_{Д} = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,35 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,21 + 0,18 = 1,72 \text{ хв.} \quad (4.46)$$

Для установлення деталей в патрон $t_y = 0,35$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_{Д} = 0,331 + 1,72 = 2,05$ хв (4.30);

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 2,05 / 100 = 0,133 \text{ хв} \quad (4.47)$$

$$\text{Штучний час становить } T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 2,05 + 0,133 = 2,183 \text{ хв} \quad (4.48)$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

<i>КР. 55. ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	UA	65

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з}/n \quad (4.49)$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв} \quad (4.50)$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 1000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 100 шт, то

$$T_K = 2,183 + 24/100 = 2,4 \text{ хв} \quad (4.51)$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60/T_K = 60/2,4 = 25 \text{ деталей} \quad (4.52)$$

4.3.2 Фрезерна операція

Перехід 40.1 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B = 6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_\phi = 100$ мм, число зубців $Z = 20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі:

$$V_p = \frac{757 \cdot D_\phi^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв} \quad (4.53)$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези;

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв} \quad (4.54)$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо $n_B=1500$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв} \quad (4.55)$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{XB} = S_z \cdot n_B \cdot z$$

$$S_{XB} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв} \quad (4.56)$$

Приймаємо $S_{XB}=1020$ мм/хв

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$

$$L_p = 10 + 3 + 33 = 46 \text{ мм} \quad (4.57)$$

де $L_1 = 2 \dots 3$ мм – підвід інструменту,

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.1

$$T_o = L_p / S_{XB}$$

$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв} \quad (4.58)$$

Допоміжний час:

$$t_y = t_{y1} + t_{y2}$$

(4.59)

$t_{y1} = 0,17$ хв (табл..37) час на установлення деталі.

$t_{y2} = 0,10$ хв (табл.. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,17 + 0,1 = 0,27 \text{ хв} \quad (4.60)$$

Перехід 40.2 Фрезерувати пов.1 витримавши розмір 10 мм

Глибина – $t = 10$ мм, ширина $B = 6$ мм.

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Набір дискових фрез: $D_\phi = 100$ мм, число зубців $Z = 20$ шт.

Приймаємо $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі:

$$V_p = \frac{757 \cdot D_\phi^{0,2}}{T^{0,35} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1}} = \frac{757 \cdot 100^{0,2}}{60^{0,35} \cdot 10^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 6^{0,1}} = 477,5 \text{ м/хв} \quad (4.61)$$

де $T = 30$ хв. – стійкість фрези;

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 477,5}{3,14 \cdot 100} = 1520,7 \text{ об/хв} \quad (4.62)$$

Узгодити n_p з паспортними характеристиками верстату 6Н81Г і приймаємо $n_B = 1500$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання:

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/хв} \quad (4.63)$$

Визначаємо хвилину подачу: $S_{XB} = S_z \cdot n_B \cdot Z$

$$S_{XB} = 0,1 \cdot 1500 \cdot 20 = 3000 \text{ мм/хв} \quad (4.64)$$

Приймаємо $S_{XB} = 1020$ мм/хв

Розрахункова довжина обробки :

$$L_p = L_d + L_1 + L_2;$$

$$L_p = 10 + 3 + 33 = 46 \text{ мм} \quad (4.65)$$

де $L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$ – підвід інструменту,

$L_2 = 33$ – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.2

$$T_o = L_p / S_{хв}$$

$$T_o = \frac{46}{1020} = 0,045 \text{ хв} \quad (4.66)$$

Допоміжний час:

$$t_y = t_{y1} + t_{y2},$$

$t_{y1} = 0,17 \text{ хв}$ (табл..37) час на установлення деталі.

$t_{y2} = 0,10 \text{ хв}$ (табл.. 37) час на очищення місця установки деталі від стружки

$$t_y = 0,17 + 0,1 = 0,27 \text{ хв.} \quad (4.67)$$

Основний час на перехід

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = t_{o1} + t_{o2} = 0,045 + 0,045 = 0,09 \text{ хв}$$

(4.68)

Допоміжний час

$$T_d = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 0,43 + 0,27 + 0,27 = 0,97 \quad (4.69)$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1800 мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір, $t_d = 0,43 \text{ хв}$.

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 0,09 + 0,97 = 1,06 \text{ хв} \quad (4.70)$$

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$$

(4.71)

$T_{об}=0,045 \cdot T_{оп}$ і $T_{пер}=0,06 \cdot T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу (табл.. 36)

$$T_{шт}=1,06+0,045 \cdot 1,06+0,06 \cdot 1,06=1,2 \text{ хв} \quad (4.72)$$

Калькуляційний час:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (4.73)$$

$T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час, що згідно з табл.36 визначається як сума часу налагодження верстата (при кріпленні в лещатах з двома болтами кріплення – 14,7хв) та на одержання наряду, інструментів, пристроїв - 7хв

$$T_{пз}=14,7+7=21,7 \text{ хв} \quad (4.74)$$

Тоді

$$T_k=1,2+1,2/100=1,21 \text{ хв} \quad (4.75)$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

$$N = \frac{60}{T_k}$$

За формулою визначаємо

$$N=60/1,21=49 \text{ деталей} \quad (4.76).$$

Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини

Виробниче обладнання є найважливішою складовою основних ресурсів підприємств харчової індустрії, воно визначає їх технічний потенціал. Тому питання установки, технічного обслуговування, експлуатації та ремонту повинні привертати постійну увагу обслуговуючого персоналу.

Встановлення, налаштування, технічний догляд та ремонт пакувальної машини здійснюються відповідно до технічного опису та інструкції з експлуатації

Монтаж

Монтажу передують підготовка фундаментної площі, яка повинна бути рівною. Платформа під установку обладнання має включати:

- Підключення до електромережі;
- Підключення до цехового контуру заземлення;
- Покриття підлоги, що забезпечує ефективний злив відходів;
- Дренаж, який забезпечує природний відвід брудної води в системі.

Перед або безпосередньо після завершення процесу завантаження рекомендується зафіксувати машину, щоб уникнути непередбачуваного зсуву або зміни її положення без волі оператора. Для забезпечення належного обслуговування автомата слід забезпечити достатній вільний простір навколо нього. Крім того, базова поверхня плити станини повинна бути рівною та горизонтальною для забезпечення стабільності та правильної роботи машини.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Монтаж, експлуатація, обслуговування та ремонт машини	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 71

Експлуатація та обслуговування обладнання

Машина повинна бути заземлена після підключення електричного живлення.

- Перед початком зміни:
- Провести зовнішній огляд пристрою.
- Підготувати робоче місце, прибравши всі зайві предмети.
- Провести пробний запуск окремими циклами і попрацювати на холостому ході 2-3 хвилини. При необхідності провести регулювання.
- Налаштувати бокові напрямні на потрібну ширину.

Протягом зміни:

- Спостерігати за роботою машини.
- Усувати неполадки протягом зміни.
- Своєчасно подавати продукт для дозування, щоб зменшити паузи і простої.
- Контролювати чистоту елементів машини.

Після робочої зміни:

- Очистити робочі поверхні машини від крихт.
- Провести поверхневий огляд вузлів машини.
- Від'єднати машину від електромережі.

Навіть при незначних змінах у розташуванні машини рекомендується відключити її від усіх зовнішніх джерел енергії. Перед запуском та введенням в експлуатацію, переконайтеся, що машина належним чином підключена до електромережі.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 72
-------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

Ремонт обладнання

Від своєчасного і правильного обслуговування технічного характеру залежить якість і тривалість роботи устаткування. Тому при експлуатації машини важливо дотримуватися вимог і рекомендацій.

Застосовувати регулярний технічний нагляд у відповідності з пунктами технічного обслуговування устаткування.

Щотижневий механічний перегляд:

- Перевірити та затягнути всі кріплення.
- Перевірити та відрегулювати напругу ланцюгів конвеєра.
- Перевірити щільність з'єднань повітропроводів пневмосистеми.
- Здійснити змащення деталей.

Щомісячна профілактика:

- Перевірити стійкість опори роботи.
- Затягнути різьбові з'єднання.
- Очистити машину від мастила та бруду.
- Видалити стару змазку і нанести нову на елементи, де вона необхідна.

Охорона праці

1. Законодавство України про охорону праці

Закон України „ Про охорону праці ” є основною законодавчою базою охорони праці. Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов’язкових для виконання усіма установами і працівниками України. В розділі з „Організація охорони праці на виробництві” говориться про обов’язкове створення органів управління охороною праці на підприємстві, керівництва, нагляду і навчання із питань охорони праці. В статті 20 йдеться про обов’язкове навчання і інструктажі з охорони праці. Перевірка знань повинна здійснюватись 1 раз на рік для працівників небезпечних професій, і 1 раз на 3 роки для всіх посадових осіб за переліком, встановленим державним комітетом по нагляду за охороною праці.

2. Інструктажі

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від їх характеру, їх трудової діяльності, форми власності. Мета інструктажу – навчити працівника правильно і безпечно для себе і оточуючих виконувати свої трудові обов’язки.

Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Навчання безпеки на підприємствах починається з вступного інструктажу, що проводиться інженером з охорони праці (техніки безпеки). Інструктаж реєструється в журналі, який зберігається на протязі 35 років. Решта інструктажів проводиться безпосередньо керівником робіт.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Охорона праці	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
					UA	74

Перед допуском до самостійної роботи безпосередньо на місці проводиться первинний інструктаж. Його проводить майстер індивідуально з кожним працюючим в об'ємі інструкції для окремих видів робіт або професій даного виробництва, що реєструється в обліковій картці інструктажу.

Повторний (черговий, плановий) інструктаж проводить майстер на робочому місці зі встановленою для даного виробництва і виду робіт періодичністю. Ця періодичність не перевищує шести місяців на звичних роботах і трьох на роботах з підвищеною небезпекою. Повторний інструктаж реєструється в журналі реєстрації інструктажу.

Позапланові інструктажі проводяться майстром індивідуально або з групою працівників однієї професії. Вони проводяться при зміні правил охорони праці, технологічного процесу, порушеннях працівниками правил безпеки, які можуть привести до травми, аварії, вибуху або пожежі, нещасних випадках на виробництві, після тривалої відсутності працівника (більше 30 днів для робіт до яких належать умови підвищеної небезпеки, і більше 60 днів для решти робіт).

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками перед проведенням робіт, на які оформляється наряд-допуск. У наряді-допуску фіксується проведення інструктажу.

3. Планування і фінансування заходів по охороні праці

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється власником підприємства. Працівник не несе ніяких витрат при проведенні заходів щодо охорони праці. Кабінетом міністрів України встановлюється порядок при якому на підприємствах, в галузях і на державному рівні створюються фонди охорони праці в які, згідно закону України про охорону праці, поступають відрахування у розмірі 0,5 % від фонду оплати праці.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 75
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

Ці фінанси використовують для проведення заходів щодо охорони праці. Засоби фондів охорони праці не підлягають оподаткуванню і використанню на інші цілі. Витрати з охорони праці, які передбачаються в державному і місцевих бюджетах, виділяються окремим порядком.

4. Шкідливі і небезпечні фактори у відділенні

Дуже багато працівників працюють в умовах підвищених рівнів шумового фону на робочих місцях. Джерелами шуму є компресори, двигуни, пакувальні автомати. На робочих місцях, у допоміжних приміщеннях, на території цеху освітленість не відповідає вимогам діючих норм санітарно-технічні вимогам. Основні гігієнічні вимоги до технологічних процесів і обладнання приведені у нормативному документі – Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до технологічного обладнання.

Крім цих документів Міністерство охорони здоров'я України видає санітарні норми, правила, методичні вказівки і рекомендації, а з деяких важливих питань – накази.

5. Мікроклімат виробничих приміщень

Для забезпечення здорових безпечних умов праці оточуюче повітряне середовище на виробництві повинно відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормативам. Оптимальними мікрокліматичними умовами вважаються такі сполучення, які при тривалій і систематичній дії на людину зберігають її нормальний тепловий стан без напруги механізму терморегуляції. Показники, які характеризують оптимальні метеорологічні умови в закритих виробничих приміщеннях є температура (21...23 °С), відносна вологість (40...60%), швидкість руху повітря (не більше 0,1 м/с), інтенсивність теплового випромінювання (не більше 35 Вт/м²).

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 76
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	--------------------

Як ми бачимо працівники піддаються впливу різного роду факторів, які негативно впливають на їх організм, а тому законодавством передбачені і встановлені норми.

Людина під час праці витрачає енергію, яку накопичив її організм, за рахунок їжі. Інтенсивність витрат залежить від характеру та інтенсивності праці, а також від оточуючого середовища, в першу чергу, від стану повітря в приміщенні, який називається метрологічними умовами.

Метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні; відносною вологістю повітря; рухливістю повітря; тепловим випромінюванням . ГОСТ 12.1.005-88.

6. Вентиляція

Для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними нормами, застосовують вентиляцію. В нашому випадку використовують витяжну вентиляцію. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати, очищувати повітроводи. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря зони цеха повинно відповідати ГОСТ 12.1.005-88 СС Бт. В цеху передбачена витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Так як машина оброблює заповнені пляшки паром води з температурою 135 °...150 ° С і зі швидкістю руху 0,85...1,0 м / с то є присутнім виділення тепла в навколишнє середовище, а саме в робочу зону. Для покращення мікроклімату згідно з ГОСТ 12.1.005-88 для оптимальних умов роботи в робочій зоні встановлюємо місцеву вентиляцію.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 77
-------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

7. Освітлення виробничих приміщень

7.1 Освітлення

Освітлення у побутових та виробничих приміщеннях, а також на території підприємства повинно відповідати вимогам ДБН. Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи накаливання, а для освітлення цеху, де встановлена машина для закупорювання тари БЗ-ВРБ/3-84, використовують світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40 для яких світловий потік дорівнює 2480лм.

Виробниче освітлення в приміщенні повинно відповідати таким нормам:

- для природного освітлення КПО становитиме 2.7 % (для пакувального обладнання);
- для штучного освітлення освітленість становитиме (150) лк.

Крім робочого освітлення передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі всього часу горіння робочого освітлення і мали відмітні знаки. Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей повинне забезпечувати освітленість на полу основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

7.2 Аварійне освітлення

Аварійне освітлення використовується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в відділенні, а також для евакуації людей в випадку відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключено на протязі всього робочого часу праці робочого освітлення, так

КР. 55. ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 78
------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

як необхідна освітленість в приміщенні досягається при одночасній роботі робочого і аварійного освітлення.

7.3 Ремонтне освітлення

Для проведення ремонту обладнання використовується сітка ремонтного освітлення, з напругою 36 В.

8. Шум і вібрація

Систематична дія виробничих шумів і вібрацій на робітників призводять до зниження продуктивності їх праці, різних важких захворювань. В зв'язку з цим особливу увагу звертають на боротьбу із шумом та вібраціями.

При роботі машини шум і вібрація є шкідливими чинниками, які впливають на обслуговуючий персонал.

8.1 Шум

Так-як обладнання працює безпосередньо з потоками скляних пляшок то відповідно пляшки при стиканні одна з одною створюють шум, який при постійній дії може викликати різного роду захворювання. Наш цех відноситься до першого класу (цех, де шум перевищує допустимі рівні на усіх робочих місцях).

Шум розділяють на механічний та аеродинамічний. Механічний виникає із-за тертя і ударів вузлів і деталей машин і механізмів. Аеродинамічний із-за руху потоків повітря, газів або рідин з великими швидкостями. Допустимі рівні звукового тиску в робочій зоні встановлюється в відповідності з ГОСТ12. 1003-83. "Шум. Загальні вимоги техніки безпеки ". Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожуючих конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка деталей що труться в'язкими рідинами;

КР. 55. ПЗ	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 79
------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

8.2 Вібрація

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення у виробництві призводять до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій.

Допустимі величини вібрацій встановлюється вимогами ГОСТів на відповідні машини і санітарним нормам. Машина-автомат повністю відповідає усім вимогам ГОСТу. Він встановлений на окремій платформі, немає деталей, які працюють на надвисоких швидкостях, деталі, які виконують зворотно-поступальний рух - підпружинені. В місцях виходу стисненого повітря в атмосферу встановлено шум-гасники, які гасять аеродинамічні шуми.

Машина не потребує постійного ручного керування або безпосереднього контакту з людиною. Вона створює загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент або на підлогу, а через підлогу діє на людину.

Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску на робочих місцях в активних полосах частот повинні бути в допустимих межах (за ГОСТ 12.1.003 - 86) подано в таблиці.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 80.
-------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------

Таблиця.

Професія	Рівні звукового тиску дБ, в активних смугах і середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	3	6	12	25	50	100	200	400	800	
Оператор - наладник	103	99	92	86	83	80	78	76	74	5

9. Заходи з електробезпеки

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустановок споживачів».

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

Засоби електрозахисту:

1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електричного обладнання;

2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;

3) усі машини цеху, що живляться змінною напругою 220/380 В обладнуються заземленням і аварійним відімкненням;

4) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 4 м;

5) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

6) приміщення цеху обладнується знаками безпеки;

7) ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

10. Побутові приміщення

Побутові приміщення на підприємстві відповідають вимогам СН 245-71, СНІП 2.09.04-87. Підлога в побутових приміщеннях повинна бути вологостійка. Приміщення оснащені душовими, гардеробами, а також кімнатами для просушки спецодягу. Підлога в гардеробі заслана гумовими ковриками, а в душових - дерев'яними трапами.

Всі виробничі будівлі і споруди двічі на рік (весною і восени) підлягають технічному огляду, який проводиться комісією, призначеною керівником виробництва.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 82
-------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

Висновки

Апарат пристосований для фасування безалкогольних напоїв, мінеральних вод, пива і квасу у пляшки та їх ущільнення кроненпробками на лініях упаковки з продуктивністю 8700 пл./год. За його конструкцією передбачено фасування лише в разі наявності пляшок під фасувальними патронами, і у випадку розриву пляшок під час фасування автоматичне наповнення припиняється. У такому разі активується автоматичний зливний механізм, який здійснює промивання склобою. Вбудовані компенсатори в закупорювальних патронах уникатимуть механічних пошкоджень пляшок. Система з двома камерами майже повністю виключає доступ кисню і забезпечує біологічно чисте фасування. Усі деталі, що мають контакт з продуктом, виготовлені з корозійностійких сталей, які є безпечними для всіх фасувальних продуктів і миючих розчинів, не впливають на якість і зберігання продукту. Машина оснащена напівсферичними ніжками з регулюванням по висоті на амортизованих п'ятах. Цей метод установки дозволяє компенсувати нерівності підлоги, полегшує очищення машини і усуває вібрацію.

Машину слід експлуатувати в закритих приміщеннях за температури навколишнього середовища від 288 до 308 К (від 15 до 35°C) і відносної вологості повітря не більше 85% при 298 К (25°C).

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Васильківський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Висновок	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 83

Список використаної літератури

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
2. 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.
3. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. – 96 с.
4. 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.
5. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. – Львів : Новий Світ-2000, 2009. – 136 с.
6. Енергоматеріальні потоки харчових і мікробіологічних виробництв: монографія / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, К.В. Васильківський та ін. ; за ред. д-ра техн. наук, проф. Соколенка А.І. – К. : Кондор-Видавництво, 2016. – 326 с.
7. Євтушенко О.В. Основи охорони праці: [Електронний ресурс] / О.В.Євтушенко, А.О. Сірик. – К.:НУХТ, 2020. – 378 с.
8. Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності : понятійно-термінолог. слов. – К. : НУХТ, 2018. – 123 с.
9. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / А. І. Соколенко, О. Ю. Шевченко, В. А. Піддубний. – К. : ПП"Люксар", 2008. – 443 с.
- 10.Кривопляс-Володіна Л.О. Основи наукових досліджень у прикладних задачах: навч. посіб. для студ. вищ.навч.зак./Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Яровий В.Л., Токарчук С.В. – К.: Сталь, 2016. – 271 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.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Василькієвський К.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа Кафедра МПТ ПМ-4-1	Розробник документа Божко Д.О.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури	КР. 55. ПЗ			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
					UA	84

13. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. / В. Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. — 560 с. 16. Основи охорони праці. Безпека життєдіяльності. Підручник / О.В. Євтушенко, А. О. Сірик. – Київ : Видавництво НУХТ, 2021. – 495 с.

14. Пакувальне обладнання: підруч. / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волчко, О. О. Кохан. – Київ : ІАЦ "Упаковка", 2010. – 744 с.

15. 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.

16. Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. посіб. / Пальчевський Б.О. – Львів: Світ, 2007. – 392 с.

17. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (модернізація, проектування, оптимізація): навч. посібник / Пальчевський Б.О. – Львів: Світ, 2009. – 232 с.

18. Сертифікація, гігієнічне забезпечення та метрологічна атестація пакувального обладнання: навч. посіб. / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, С. В. Токарчук ; МОН України, Нац. ун-т харч. технол. – К. : НУХТ, 2014. – 268 с.

19. Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів: підруч. для студ. ВНЗ / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, В.М. Гіджеліцький та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Кондор-Видавництво, 2015. – 324 с.

20. Функціонально-модульне проектування пакувальних машин: монографія / О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна, С.В. Токарчук та ін. ; за ред. О. М. Гавви ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : Сталь, 2015. – 547 с.

<i>КР. 55. ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 85
-------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------