

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

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

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

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

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

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

**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 МК-ОФС, для пакування йогуртів в термоформовану тару продуктивністю 1000 упак./год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 1

Совгира Ігор Станіславович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

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

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

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2021р.

# 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 МПП  
Соколенко А.І.  
“30” 03 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Совгира Ігор Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Модернізація машини МК-ОФС, для пакування йогуртів в термоформовану тару продуктивністю 1000 упак./год.

керівник роботи: Васильківський Костянтин Вікторович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “30” 03 2021 року № 227-ск

2. Строк подання здобувачем роботи: 28.05.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Харчова продукція: в'язка

2. Продуктивність: до 1000 упак./год.

3. Матеріал, тара: полістирольний стаканчик

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація. Вступ. Літературний огляд. Техніко-економічне обґрунтування. Опис пропозиції. Розробка кінематичної схеми. Розробка циклограми. Технологічні, кінематичні, силові розрахунки. Розробка технологічного маршруту. Монтаж, експлуатація та ремонт машини. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

1 лист – Загальний вид машини

2 лист – Дозатор

3 лист – Механізм укладання ложки

4 лист – Механізм термозварювання кришки

5 лист – Технологічний маршрут виготовлення деталі



## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Вступ.....	8
1. Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проектування.....	11
1.1. Вимоги до пакування в'язких харчових продуктів.....	11
1.2. Аналіз існуючих машин .....	11
2. Техніко-економічне обґрунтування.....	15
2.1. Обґрунтування потреби у продукції.....	15
2.2. Обґрунтування проектної потужності.....	16
2.3. Забезпечення матеріалами, енергоносіями, водою.....	16
3. Опис машини-автомата МК-ОФС та принцип дії.....	19
3.1. Конструкція та робота складових машини.....	20
4. Розробка циклограми роботи машини.....	26
5. Розрахунки машини та її окремих механізмів.....	28
5.1. Проектний розрахунок пристрою для дозування йогурту.....	28
5.2. Розрахунок потужності поршневого дозатора.....	29
5.3. Розрахунок параметрів зварювання алюмінієвої кришки до полімерного стаканчика.....	31
5.4. Розрахунок механізму виймання стаканчиків.....	34
5.5. Розрахунок зусилля горизонтального переміщення каретки механізму виділення стаканчиків.....	36

					ДП 15. ПЗ									
Зм	Арк	№ докум	Піппис	Лат	<b>ЗМІСТ</b>									
Розроб.	Совгиря І.С.									Літ.	Арк.	Аркшпів		
Перевір.	Васильківський										1	2		
Н.контроль										<i>ПМ-4-1</i>				
Затвердив														

5.6. Розрахунок зусилля виділення алюмінієвої кришки із магазину кришок.....	38
6. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання.....	40
6.1. Підготовка машини до експлуатації.....	40
6.2. Порядок встановлення машини.....	41
6.3. Технічне обслуговування машини.....	43
6.4. Ремонт машини.....	45
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	49
8. Охорона праці.....	59
8.1. Стан виробничого травматизму на підприємстві.....	59
8.2. Організація служби охорони праці на підприємстві.....	59
8.3. Фінансування заходів з охорони праці на підприємстві.....	60
8.4. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації фасувально-пакувального автомату МК-ОФС.....	60
8.5. Санітарно-побутові приміщення.....	66
8.6. Електробезпека.....	67
8.7. Техніка безпеки при роботі з автоматом МК-ОФС.....	67
8.8. Пожежна безпека.....	69
Висновки.....	71
Список використаної літератури.....	72
Додатки.....	74

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Анотація

У дипломному проекті здійснюється модернізація машини-автомата МК-ОФС, для пакування в'язких харчових продуктів в термоформовану тару. Машина може використовуватись на підприємствах молочної галузі. Модернізація машини полягає в тому, що під прозору кришку вкладається полімерна ложечка, яка може використовуватися для споживання йогуртів поза межами підприємств харчування.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 71 аркушів друкованого тексту, 17 рис., 8 табл.. Графічна частина складається з 5 аркушів формату А1. На аркушах наведені: загальний вид машини, станина, дозатор, механізм укладання ложечки, механізм термозварювання кришки, технологічна схема виготовлення деталі "Хомут".

Головна частина записки – це розрахунки, що складаються з: розрахунку пристрою для дозування в'язких продуктів, розрахунку потужності поршневого дозатора, розрахунку процесу зварювання алюмінієвої кришки полімерного стаканчика тощо.

Модернізована машина буде полегшувати ручну працю при мінімальній кількості персоналу для обслуговування.

Ключові слова: машина, дозатор, пакування, в'язкі харчові продукти, продуктивність.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Арк	№ локум	Пілпис	Лат	<b>Анотація</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Совгира І.С.						1	1
Перевір.	Васильківський							
Н.контроль								
Затвердив								
						<i>ПМ-4-1</i>		

## Аннотация

В дипломном проекте осуществляется модернизация машины-автомата МК-ОФС, для упаковки вязких пищевых продуктов в термоформованную тару. Машина может использоваться на предприятиях молочной отрасли. Модернизация машины заключается в том, что под прозрачную крышку укладывается полимерная ложечка, которая может использоваться для потребления йогуртов вне предприятий питания.

Пояснительная записка состоит из 71 листов печатного текста, 8 рисунков, 8 таблиц. Графическая часть состоит из 5-и листов формата А1. На листах приведены: общий вид машины, станина, дозатор, механизм вложения ложечки, механизм термосваривания крышки, технологическая схема изготовления детали.

Главная часть записки – это выполненные расчеты, которые состоят из: расчета устройства для дозирования вязких продуктов, расчета мощности поршневого дозатора, расчета процесса сварки алюминиевой крышки полимерного стаканчика и тому подобное.

Модернизированная машина будет облегчать ручной труд при минимальном количестве персонала для обслуживания.

Ключевые слова: машина, дозатор, упаковки, вязкие пищевые продукты, производительность.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ доквм	Пілпис	Лат				
Розроб.	Совгира І.С.				Аннотация	Літ.	Анк.	Аркушів
Перевір.	Васильківський						1	1
Н.контроль					ПМ-4-1			
Затвердив								

## Annotation

In the diploma project, the modernization of the MK-OFS automatic machine is carried out for packaging viscous food products in thermoformed containers. The machine can be used in the dairy industry. The modernization of the machine consists in placing a plastic spoon under the transparent lid, which can be used for the consumption of yoghurts outside catering establishments.

The settlement and explanatory note consists of 71 sheets of printed text, 17 figures, 8 tables. The graphic part consists of 5 sheets A1 format. The sheets show: general view of the machine, bed, dispenser, mechanism for inserting a spoon, a mechanism for heat-sealing the lid, a technological scheme for manufacturing a part.

The main part of the note is calculations, which consist of: calculating a device for dispensing viscous products, calculating the power of a piston dispenser, calculating the process of welding an aluminum lid of a polymer cup, and the like.

The upgraded machine will facilitate manual labor with a minimum of maintenance personnel.

Key words: machine, dispenser, packaging, viscous food products, productivity.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Лат	<b>Annotation</b>	Літ.	Арк.	Аркунів
Розроб	<i>Совгира І.С.</i>					1	1	
Перевір.	<i>Васильківський</i>							
Н.контроль						<i>ПМ-4-1</i>		
Затвердив								

## ВСТУП

Вітчизняна молочна промисловість представлена близько 300-ми підприємствами із виробничими потужностями з переробки молока-сировини до 3,7 млн. т за рік.

Заводи сьогодні виготовляють близько сотні найменувань продукції з незбираного молока, майже стільки сортів сиру і близько 30 видів сухих молочних консервів.

Досягненням стало те, що полиці продовольчих магазинів на 93 % заповнені якісною вітчизняною продукцією. Поповнюється перелік підприємств, продукція яких відповідає європейському рівню стандартів, збільшується обсяг розфасованої продукції із застосуванням сучасних видів тари та упаковки.

Основними напрямками діяльності фахівців молокопереробної галузі є:

- проведення єдиної технологічної, технічної та економічної політики у галузі, розробка і відтворення Національної програми розвитку молочної промисловості, впровадження досягнень науки, передового досвіду ефективних технологій, зниження витрат і більш раціональне та повне використання молочної сировини;

- підготовка пропозицій, розрахунків, проектів документів та подання їх на розгляд державним органам з метою підтримки галузі;

- надання інформаційних та консультаційних послуг з технічних, технологічних, економічних, та інших питань;

- розробка нормативно-технічної документації на продукцію;

Для даної галузі необхідні сучасні спеціалісти, які використовуючи накопичений досвід, будуть працювати над удосконаленням технологій та техніки виробництва, автоматизації і механізації, розширенням асортименту

					ДП 15. ПЗ		
Зм	Арк	№ докум	Піліпис	Лат			
Розроб.		<i>Совгира І.С.</i>			Літ.	Арк.	Арквнів
Перевід.		<i>Васильківський</i>				1	3
					<b>ВСТУП</b>  <i>ПМ-4-1</i>		
Н.контроль							
Затвердив							

продукції молочної промисловості і підвищенням її харчової та біологічної цінності, запровадженням нових видів, підвищенням якості продукції та раціональним використанням сировини, а також більш сучасних пакувальних матеріалів та тари.

За 25 років активного ринкового життя в державі, упаковка увійшла у наш побут настільки, що сьогодні запаковані продукти харчування та товари народного споживання є буденним явищем. А так як до нас упаковка здебільшого прийшла із інших країн, то її значення та вплив на побут населення та оточуюче середовище сприймається недостатньо усвідомлено.

Реальне життя свідчить, що стан пакувальної справи в Україні визначає її розвиток. Тару та упаковку сьогодні використовують для виготовлення будь-якої продукції харчових виробництв.

Сучасна упаковка стала показником ефективного виробництва, бізнесу та впевненого просування продукції на ринках збуту. Вітчизняний виробник усе частіше віддає належне розвитку галузі пакування, розуміючи, що на сьогодні упаковка – це не лише пляшки та коробки, а це сучасний шлях для подальшого збереження природних ресурсів і поява на нашому ринку сучасних розвинених технологій дає надію щодо розвитку вітчизняного пакувального виробництва, яка тільки завдяки конкуренції може бути востребувана українським споживачем. Ринок України диктує безповоротний розвиток промисловості, сільського господарства у напрямку створення якісних продуктів і товарів в сучасній упаковці, а український споживач на власному досвіді може переконатись, що є новітніми пакувальними матеріалами. Надсучасна, ефективна та приваблива упаковка у якій кілька років тому назад, можна було купити товари лише в закордонних країнах. Автоматизація виробничих процесів та перетворення ринку виробника на ринок споживача, спонукали і спонукають виробничі компанії шукати нові пакувальні матеріали, конструкції упаковки, технології виробництва і нове обладнання.

З року у рік виникає потреба виробництва продуктів харчування, які розфасовані у формі дрібно-штучних виробів. Особливості фасування харчових продуктів залежить від фізико-механічних властивостей продукту. Для

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фасування та пакування в'язких харчових продуктів, спочатку готують тару, у яку буде фасуватися необхідна доза продукту, подальшого закупорювання, нанесення дати виробництва, складування тощо.

Машина МК-ОФС, яка планується для модернізації та переоснащення призначена для фасування в'язких продуктів у готові полістирольні стаканчики та герметичного закупорювання кришками з алюмінієвої фольги із термозварним швом. Можлива різна комплектація та швидке переоснащення для стаканчиків із діаметром 75, або 95 мм з місткістю від 100 до 250 мл.

Для можливості використання продукту поза межами підприємств харчування, та не в домашніх умовах є необхідність додавання до упаковки полімерної ложечки. Тому у межах дипломного проекту планується модернізація машини із можливістю виконання додаткової технологічної операції – вкладання полімерної ложки під прозору ПЕТ кришку упаковки.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Вивчення стану питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задачі проектування

## 1.1. Вимоги до пакування в'язких харчових продуктів

Фасування харчових продуктів залежить від багатьох факторів: фізико-механічних властивостей продукту, його консистенції, температури тощо. Для пакування в'язких продуктів харчування, було виявлено, що спочатку готують тару, в яку фасується необхідна доза продукції, потім наповнена тара закупорюється алюмінієвими або полімерними кришками за допомогою зварювання, та в деяких машинах тара додатково закупорюється полімерними накладними кришками, які завантажують в механізми їх подачі.

Часто подавання тари, наповнення її продуктом та закупорювання, виконують на різних машинах, що виконують тільки одну операцію, що зовсім економічно недоцільно.

В розглянутих машинах виробника пакувальних машин "Інтермаш", "Черкаського машинобудівного заводу", та ЗАТ "Новгородський машинобудівний завод", усі операції, так само як і у розробленій фасувально-закупорювальній машині МК-ОФС, по пакуванню продукту об'єднані у одному блоці, що дає змогу зменшити загальну площу, енергоємність та інші економічні показники, дає змогу підвищити продуктивність праці та отримати більший економічний ефект і підвищити культуру виробництва.

На основі проведеного аналізу конструктивних рішень вузлів машини, були прийняті конструкції і використані при проектуванні машини, що модернізується.

## 1.2. Аналіз існуючих машин

Наведемо декілька прикладів машин для фасування в'язких харчових продуктів:

					ДП 15. ПЗ		
Зм	Анк	№ локум	Пілпис	Лат	<b>Вивчення стану питання, літературний огляд</b>		
Розроб.	Совгира І.С.						
Перевіт.	Васильківський					1	4
Н.контроль					<i>ПМ-4-1</i>		
Затвердив							

1) Фасувальник-напіваавтомат “Алур-600”, що наведено на рис. 1.1. Напіваавтомат виготовляється ЗАТ ”Новгородський машинобудівний завод” і комплектується змінними вузлами, що легко монтуються на станині.



Призначений для пакування рідких, в'язких та пастоподібних продуктів в термоформовані полімерні стаканчики об'ємом від 0,05 до 0,5 л, тип розміру 75... 95мм. Даний напіваавтомат є чотирьохпозиційний і має продуктивність до 800 упак./год.

Рис. 1.1. Фасувальник-напіваавтомат “Алур-600”.

2) Фасувальний автомат АЛУР-1500БМ, що зображено на рис. 1.2. Дана машина-автомат призначена для фасування рідких, в'язких і пастоподібних продуктів, у тому числі із м'якими наповнювачами. Закупорювання стаканчика



									Арк.
									2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 15. ПЗ				

здійснюється термозварними кришками і додатково полімерними кришками. Машина може фасувати сметану, майонези, джеми, вершки, кефір, йогурти, соуси, кетчупи тощо. Автомат має комплект змінних вузлів та деталей і призначений для стаканчиків типорозмірів:

Рис. 1.2. Фасувальний автомат АЛУР-1500БМ

-75, 98 мм (для приварювання алюмінієвої фольги);

-77, 98 та 101 мм (для полімерної кришки).

У автоматі передбачена бактерицидна обробка тари перед її заповненням та кришки перед накладанням на полімерний стаканчик.

3) Фасувальний автомат “АЛУР-1500СМ”. Його зображено на рис. 1.3. Він має можливість закупорювання стаканчиків, алюмінієвою кришкою, або полімерною. Призначений автомат для фасування плавленого сиру, сиркової маси, джему, йогурту, майонезу, кефіру, сметани та інших харчових продуктів з аналогічною концентрацією, тобто рідких та в'язких харчових продуктів при їх гарячому фасуванні у тому числі з м'якими добавками.



Рис. 1.3. Фасувальний автомат “АЛУР-1500СМ”

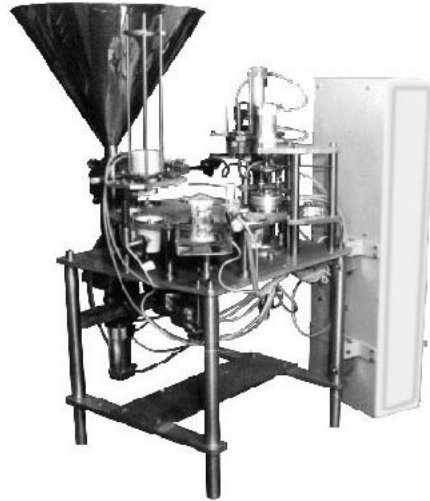
Продуктивність машини складає до 1300 упак./год, комплектується змінним комплектом для кожного типорозміру стаканчика, та має можливість обробки стаканчиків та кришок, уніфіковані типові приводи на всіх виконавчих механізмах, вузли виконавчих механізмів тощо.

Автоматична машина МК-ОФС, яка підлягає модернізації призначена для дозування і пакування рідких і пастоподібних продуктів харчування, таких як

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

йогурт, сметана, згущене молоко, ряжанка, кефір, кетчуп, майонез, джем, сиркова маса, вершкове масло, мед, маргарин, гірчиця та інших продуктів подібної консистенції в полімерний стакан та заварюється алюмінієвою кришкою.

Машина зібрана на станині, виготовленої із корозійностійких матеріалів і має поворотний робочий стіл із вісьма западинами для вкладання та переміщення стаканів. Машина-автомат у автоматичному режимі забезпечує укладання



стакана, дозування продукції, укладання і приварювання термозварної кришки, друкування дати, знімання готової продукції.

Рис. 1.3. Машина МК-ОФС

Машина МК-ОФС, яка буде модернізована, відрізняється від перерахованих машин більшою продуктивністю (до 1600 упак./год), легша в обслуговуванні, під час ремонту має швидкий доступ до усіх елементів машини, та буде мати механізм вкладання полімерної ложечки.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Техніко-економічне обґрунтування

Фасувально-закупорювальна машина-автомат МК-ОФС може використовуватись на будь-якому підприємстві молочної промисловості. Наприклад візьмемо “Пирятинський сирзавод”. Свою діяльність зазначений завод спрямовує на найбільш повне задоволення потреб населення продовольчими товарами на основі молока.

Основні напрямки діяльності :

- виробництво сирів, як твердих, так і плавлених;
- виробництво масла тваринного та продукції із незбираного молока;
- виробництво молочного морозива;
- оптово-роздрібна та фірмова торгівля;
- виробництво інших продовольчих товарів на основі молока.

Асортимент продукції складає понад 150 найменувань. Співпраця із закордонними підприємствами, прогресивні технології і багаторічний досвід роботи дозволяє стверджувати, що виготовлений товар має високу якість, помірну ціну та стійкий попит споживачів продукції.

### 2.1. Обґрунтування потреби у продукції

Вироблені у даний час сорти йогурта із молока та чистих бактеріальних культур мають високу харчову цінність і містять велику кількість компонентів, що необхідні організму людини. За останній час підприємством був розширений асортимент вироблення продукції, покращилася рецептура та упаковка стала мати більш привабливий вид.

Вироблений йогурт реалізується у східних, та частково у центральних, північних і південних областях нашої держави.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ локум	Пілпис	Лат				
Розроб.	Совгира І.С.				Техніко-економічне обґрунтування	Літ.	Анк.	Анквнів
Перевір.	Васильківський						1	4
Н.контроль					ПМ-4-1			
Затвердив								

Враховуючи, що населенню не завжди зручно споживати йогурт, що розфасований у полімерних стаканчиках не у домашніх умовах, необхідно до упаковки додати полімерну ложечку. Тому завданням модернізації може слугувати можливість розробки змінного модуля для вкладання ложечки під прозору кришку.

## 2.2. Обґрунтування проектної потужності

У даному проекті пропонується замінити морально та фізично застарілий фасувальний автомат, що знаходиться на підприємстві на більш сучасну та досконалу машину виробництва Черкаського машинобудівного заводу “УпМаш”.

Переваги проектного варіанту наступні:

машина отримує більші межі регулювання по продуктивності;

покращуються умови роботи, при обслуговуванні машини, для цього усі органи контролю та управління зібрані на одній панелі та мають зручне розташування;

машина має якісну систему управління та контролю за роботою із застосуванням більш досконалих засобів керування;

має зручність при ремонті та технічному обслуговуванні за рахунок покращення доступу до усіх частин машини ;

машина потребує меншої кількості циклів ремонтів за рахунок використання сучасних конструктивних матеріалів, які мають більшу стійкість до спрацювання та міцність;

машина має можливість використання безрозбірної мийки;

має менші розміри та меншу площу обслуговування ;

зменшуються потреби у електроенергії та стиснутому повітрі.

## 2.3. Забезпечення матеріалами, енергоносіями, водою

Забезпечення цеху виробництва кисломолочними продуктами водою для технологічних потреб відбувається за рахунок артезіанських свердловин та не потребує обробки, а водою для миття обладнання чи господарсько-побутових потреб завод забезпечується від міського водопроводу.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забезпечення електричною енергією здійснюється від підстанції на території заводу на якій розміщені два трансформатора по 250 кВА .

Забезпечення гарячою водою та паром відбувається від заводської котельної.

Потреба у стисненому повітрі забезпечується від компресора, який входить у комплект постачання автомату.

Пакувальні матеріали постачаються зі складу заводу, що розташований у окремому приміщенні запаси які залежать від передбачених обсягів виробництва.

Кожне підприємство використовує економічні ресурси та землю, капітал в реальній фінансовій формі, працю і підприємницьку здібність керівників. Одночасно із цим підприємство має свою зацікавленість, які виражають його потреби у одержанні прибутку за рахунок економічного зростання кількості та якості, забезпечення повного використання ресурсів та максимальної їх віддачі.

Харчова продукція у умовах ринкових відносин повинна бути конкурентоспроможною, а тара та упаковка мають відповідати світовим стандартам щодо захисних характеристик, поліграфічним оформленням та економічністю. Для виготовлення тари та упаковки використовують тільки матеріали, які можуть забезпечити:

- захист продукції від дії середовища, пошкоджень та втрат;
- захист навколишнього середовища від забруднення і негативного впливу продукції;

Необхідними критеріями, які висуваються до матеріалу є його доступність і дешевизна, а економічність його використання на всіх етапах від виробництва упаковки до повного споживання продукції. Після використання продукції, матеріал упаковки повинен утилізуватися або бути використаним із мінімальними затратами без негативного впливу на середовище.

Метою даного проекту є модернізація машини-автомату МК-ОФС для пакування йогурта у термоформовану полімерну тару (стакан). Стаканчики зручні для використання та забезпечують легкий доступ до продукції, а також забезпечує максимальне використання корисного об'єму транспортної упаковки. Автомат працює від електричної мережі та споживає незначну кількість

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стисненого повітря. Машина має горизонтальне розташування та займає незначну площу від загальної виробничої площі всього цеху.

У конструкції модернізованого автомату застосовані стандартні вироби, уніфіковані складальні одиниці. Покупні вироби, що застосовуються при комплектації машини виготовлені заводами України.

Сучасні умови, у яких функціонують підприємства харчової промисловості, виходять із потреб населення, що постійно збільшуються, а також необхідністю постійного оновлення асортименту. Це приводить до збільшення матеріально-технічної бази, а тому раціональної системи використання. Проблеми, які виникають при спробі вирішення цього питання у харчовій промисловості, багато у чому схожі на ті, що виникають в інших галузях промисловості.

Основними техніко-економічними результатами даної розробки буде значне задоволення потреб харчової промисловості України в модернізованих машинах фасування в'язкої харчової продукції.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Опис машини-автомата МК-ОФС та принцип дії

Машина-автомат МК-ОФС складається зі станини, стола карусельного типу, механізму виділення стаканчиків, механізму накладання фольгових кришок, механізму накладання прозорої ПЕТ кришки, механізму укладання ложечок, механізму відведення готової продукції, шафи керування.

Станина із приводом слугує основою для встановлення усіх механізмів машини. Вона представляє корпус із нержавіючої сталі, який приварено до нерухомого каркасу, що опирається на три стійки.

Усі механізми машини змонтовано навколо карусельного стола, із гніздами під стаканчики, що обертається навколо осі.

Покрокове обертання карусельного стола відбувається за рахунок пневмоциліндра та фіксатора, який встановлено на штоці пневмоциліндра і який має зачеплення із колесом. Положення каруселі після повороту на певний кут фіксується гальмівною колодкою, яка встановлена на важіль та притискається до колеса пружиною.

Обертаний круглий стіл слугує транспортним органом переміщення стаканчиків або іншої тари круглого перетину від однієї позиції до другої, де здійснюються наступні технологічні операції:

- завантаження стаканчиків із магазину;
- дозування продукції та наповнення стаканчика;
- накладання фольгової кришки;
- приварювання кришки;
- нанесення поточної дати на кришку;
- нанесення гарячого клею;
- укладання полімерної ложечки;
- закривання стаканчика прозорою полімерною ПЕТ кришкою;

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ локум	Піппис	Лат				
Розроб	Совгира І.С.				Опис машини-автомата МК-ОФС та принцип дії	Літ.	Анк.	Анквнів
Перевід.	Васильківський						1	7
Н.контроль					ПМ-4-1			
Затвердив								

- вивантаження стаканчика із готовою продукцією на приймальний столик.

Приводи усіх механізмів пневматичні.

Машина має вісім операційних позицій.

Система автоматизованого керування дозволяє машині працювати в двох режимах: ручному та автоматичному.

Синхронізація роботи виконавчих механізмів на кожній із позицій здійснюється датчиками, сигнали яких обробляються системою управління.

### 3.1. Конструкція та робота складових машини

Нижній корпус машини складається з рами, яка зварена із кутників, на яку встановлена сталевана плита. У нижній частині рами знаходяться чотири гвинтові опори і система заземлення. Бічні сторони станини закриті знімними стінками та дверцями.

На сталевій плиті встановлено механізми машини-автомата.

У центрі плити змонтовано вузол повороту каруселі. Поворот каруселі на певний кут здійснюється пневмоприводом. Положення каруселі після повороту фіксується пружиною та гальмівними колодками.

На плиті встановлені столики для:

- підйому стаканчика до дозатора;
- підйому стаканчика для закупорювання його полімерною ПЕТ кришкою;
- підйому стаканчика із готовою продукцією на позицію вивантаження.

Конструкція піднімальних столиків дає можливість здійснювати регулювання їх на необхідну висоту при переналагодженні машини для використання стаканчиків різних розмірів.

Дозування за об'ємом і наповнення продуктом полімерних стаканчиків, здійснюється дозатором поршневого типу. Дозування відбувається наступним чином. Готовий продукт подається в отвір дозатора через патрубок, фланець якої з'єднаний із пластиною бункера. Основа бункера прикріплюється до пластини дозатора так, щоб вихідний отвір співпадав із отвором у дозаторі.

Бункер (рис. 3.1.), складається з закритого зверху зварним мостом 2, на якому закріплені двигун-редуктор 3 та датчик рівня продукції 4.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





якими знаходиться стопка стаканчиків. До напрямних прикріплені центруючі елементи, що з'єднані пружинним механізмом.

Для стійкості росташування, корпус жорстко пов'язаний із напрямною, кронштейном і центруючою втулкою.

Механізм відділювання стаканчиків слугує для відділення одного виробу від стопки. На напрямні вільно насаджені повзуни в які запресовані інші напрямні, а на них у свою чергу вільно насаджені кронштейни. Кронштейни пов'язані між собоювилкою. У отвірвилки загвинчена регулювальна гайка, на яку опирається клин стопи стаканчиків, що знаходиться між напрямними касети стаканчиків. Нижні відсікачі кріпляться до нерухомого кронштейна. Під дією штовхача,вилка механізму, долаючи опір пружини, рухається вгору, клин розсуває повзуни і таким чином розкриває відсікачі, а підйомний столик, упираючись в днище стаканчика, на невелику відстань піднімає стопу догори. Коли штовхач переносника стаканчиків опускається під дією пружини, опускаєтьсявилка. Під дією сили другої пружини,вилка повертається у вихідне положення. У цей час повзуни та відсікачі входять між бортами двох крайніх стаканчиків. Верхній відсікач утворює склепіння для стопки стаканчиків, а нижній разом із підйомними столиками, продовжуючи рухатись донизу, виділяє стаканчик від загальної стопи. Гайкою регулюється положення клину відносно повзуна.

Механізм подачі кришок призначений для захоплення із касети та накладання її на полімерний стаканчик. Механізм видачі фольгових кришок складається з стінок по яких рухається корпус із вакуум-захоплювачем. Цей рух здійснюється за допомогою пневмопривода. При русі корпусу догори він обертається на  $180^\circ$ , тому що рухається по спеціальній напрямній із заданим профілем, та за допомогою пружини. В крайньому верхньому положенні вакуум-захоплювач упирається у дно кришки. Через штуцер з вакуум-захоплювача подається розріджене повітря. При русі корпусу донизу від загальної стопи виділяється одинична кришка, протаскується крізь тримач, повертається на  $180^\circ$  та рухається далі, долаючи опір пружини вакуум-захоплювача. Кришка накладається на буртик стаканчика.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тримач кришок складається із кронштейна та обойми, в отворах якої рівномірно встановлені напрямні із відсікачами. В пазу кронштейна встановлена колодка із гвинтом закріпленим у кронштейні із можливістю оберտального руху.

Механізм термозварювання кришки призначений для нагрівання зварюваних поверхонь кришки та стаканчика і створення необхідного притискання цих поверхонь при герметизації стаканчика.

Механізм зварювання (рис. 3.3) складається із корпусу у який запресовано два нагрівача. Сам корпус кріпиться болтами до пневмоциліндра за допомогою двох пластин. Пневмоциліндр виконує функцію механізму притискання електричного тону до стаканчика, який накритий алюмінієвою кришкою. Коли корпус притискає зварювальну головку до стаканчика, відбувається приварювання кришки до стаканчика. Алюмінієва кришка має спеціальне покриття із полімерів, що дозволяє зварити алюміній із полістиролом. Пневмоциліндр гвинтами кріпиться до плити, яка у свою чергу закріплена до стійки.

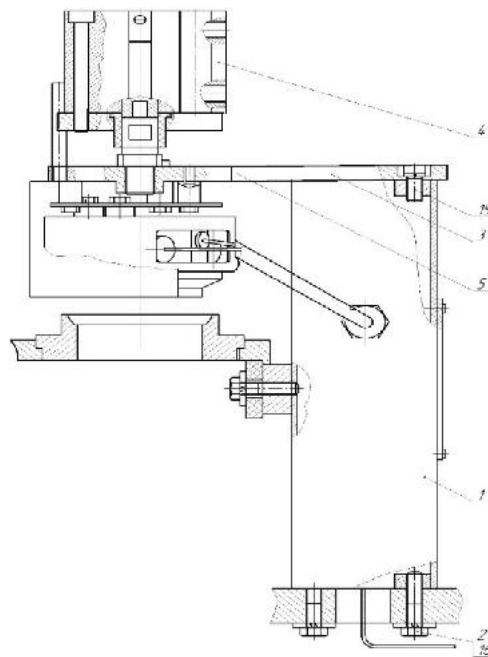


Рис. 3.3. Механізм термозварювання кришки

Пристрій нанесення дати призначений для нанесення дати виготовлення продукції на кришку стаканчика. Механізм складається із стійки, яка жорстко закріплена гвинтами до станини плити і пластини.

Нанесення дати на фольговану кришку здійснюється лазером таким чином: головка лазера підводиться до кришки, далі відбувається робочий хід штока, за

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якого каретка по напрямним рухається донизу у напрямку стаканчика. При русі відбувається поворот вилки на  $180^\circ$  і головкою наносить дату. За зворотнього русі штока пневмоциліндра, вилка знову заходить у паз, повертається на  $180^\circ$  і прямує до упора до штепсельного стакану.

Механізм укладання ложечки призначений для захоплення із касети і накладання полімерної ложки на алюмінієву кришку. Механізм, що видає ложечку складається із стійок якими рухається корпус із вакуум-захоплювачем. Цей рух здійснюється за допомогою пневмопривода. При русі корпусу догори, він обертається на  $180^\circ$ , так як рухається по спеціальній напрямній по заданому контуром, та завдяки пружинного механізму. У крайньому верхньому положенні вакуум-захоплювач упирається у ложку. Через штуцер із вакуум-захоплювача подається вакуум. При русі корпусу донизу від загальної стопи виділяється одна ложка, та повертається на  $180^\circ$  і рухається донизу. Долаючи опір пружини, вакуум-захват, кладе ложку на гарячий клей, що знаходиться на кришці стаканчика.

Механізм відведення заповнених стаканчиків складається з підйомного столика та відвідної планки. Процес виведення заповнених стаканчиків відбувається таким чином: поворотний стіл повертається до місця де спрацьовує одночасно два пневмоциліндра. Один пневмоциліндр підіймає штоком готовий виріб на певну задану висоту. Коли це відбулось, спрацьовує другий пневмопривод, який відповідає за поворот відвідної планки. Дана планка зіштовхує стаканчик на приймальний стіл.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. Розробка циклограми роботи машини

Продуктивність машини складає:

$$Z = n_k \cdot n \cdot 60 = 1000 \text{ упак./год.}$$

Де:  $n_k$  – частота спрацювань машини.

$n$  – кількість позицій у автоматі, в яких виконуються операції.

Тоді за:  $Z = 1000$  упак/год та  $n = 8$  маємо

$$n_k = Z/n \cdot 60 = 1000/(8 \cdot 60) = 2,1 \text{ оберта/хв.}$$

Визначаємо тривалість циклу  $T_{\text{ц}}$  за який карусель здійснює повний оберт :

$$T_{\text{ц}} = 1/n_k = 60/2,1 = 28,57 \text{ с.}$$

Відповідно, час повного циклу  $T_{\text{ц}} = 28,57 \text{ с.}$

Визначаємо час однієї технологічної операції. Загальна кількість позицій на каруселі 8, тому маємо:

$$t = 28,57/8 = 3,57 \text{ с.}$$

Таким чином, час  $t = 3,57 \text{ с}$  – це час, який може бути витрачено для виконання технологічної операції та повороту стола із однієї позиції в іншу.

Зображуємо лінійну циклограму роботи машини.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ доквм	Пілпис	Лат	<b>Розробка циклограми роботи машини</b>	Літ.	Анк.	Аркушів
Розроб.	Совгира І.С.						1	2
Перевір.	Васильківський				<i>ПМ-4-1</i>			
Н.контроль								
Затвердив								

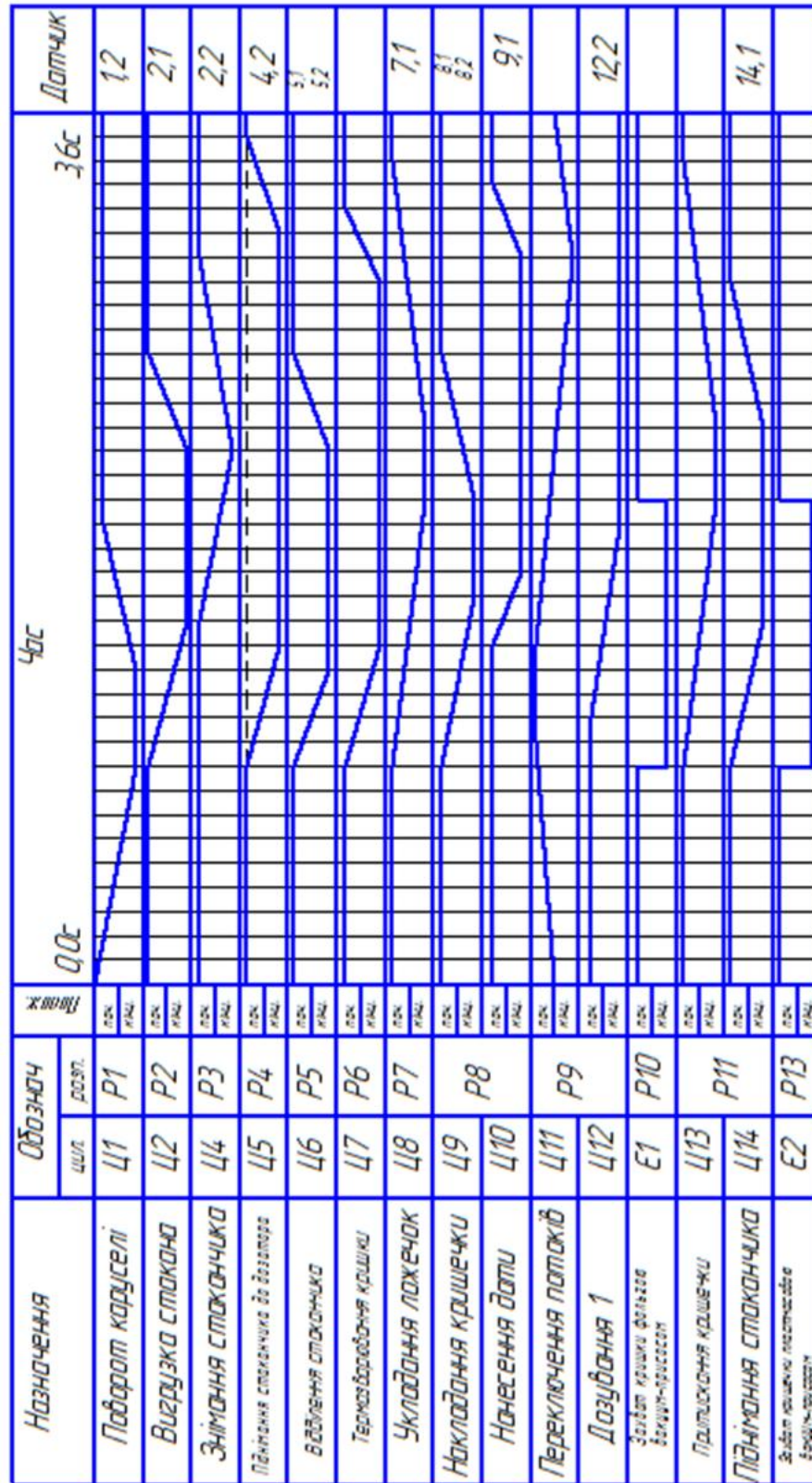


Рис. 4.1. Циклограма роботи машини

## 5. Розрахунки машини та її окремих механізмів

Розділ дипломного проекту включає технологічний розрахунок, кінематичний і силовий розрахунок приводів, виконавчих механізмів та робочих органів, визначення видів руху, сил опору, швидкостей ланок привода виконавчих механізмів та робочих органів у взаємозв'язку з продуктивністю та іншими технологічними параметрами машини, підбір пневмоциліндрів, розрахунки міцності.

### 5.1. Проектний розрахунок пристрою для дозування йогурту

Проведемо проектний розрахунок пристрою дозування в'язких продуктів та підберемо пневмоциліндри для дозатора.

Для визначення зусилля на поршні використаємо формулу Пуазейля. З формули визначаємо пропускну здатність каналу:

$$\Pi = ((P_2 - P_1) \cdot \pi \cdot d^4) / (128 \cdot \mu_v \cdot L),$$

де:  $P_2$  – тиск, створюваний поршнем, МПа;

$P_1$  – тиск на виході із дозатора, МПа;

$L$  – довжина каналу, м.

$\mu_v$  – динамічна в'язкість продукта, Па·с;

$d_0$  – діаметр перехідного каналу, м;

На рис. 5.1 зображено розрахункову схему дозатора.

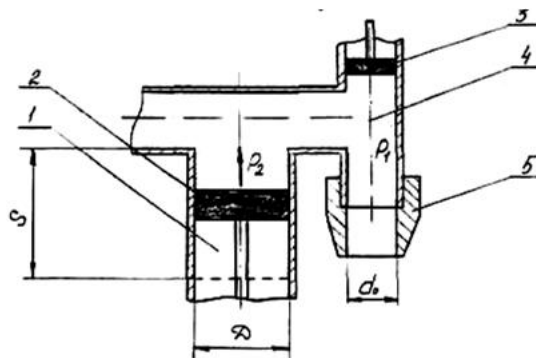


Рис. 5.1 Розрахункова схема дозатора.

1 – мірний стакан; 2 – поршень; 3 – поршень витискного пневмоциліндри;

					ДП 15. ПЗ		
Зм	Анк	№ докум	Піліпис	Лат	<b>Розрахунки машини та її окремих механізмів</b>		
Розроб		<i>Совгира І.С.</i>					
Перевір.		<i>Васильківський</i>				1	12
Н.контроль					<i>ПМ-4-1</i>		
Затвердив							

4 – трубопровід; 5 – насадка.

Визначаємо тиск:

$$P_2 = 32 \cdot V_{\text{п}} \cdot \mu \cdot L \cdot d / d_0^4 + P_1,$$

де:  $V_{\text{п}} = S/t_2$ ,

$t_2$  – час дозування, с.

$S$  – переміщення поршня, м;

Розглянемо випадок, коли продукт фасується у стаканчики місткістю 0,250 л, і прийmemo  $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$ ;  $d_0 = 0,020 \text{ м}$ ;  $L = 0,206 \text{ м}$ ;  $\rho = 980 \text{ кг/м}^3$ ;  $D = 0,075 \text{ м}$  – внутрішній діаметр мірної місткості;  $\mu_{\text{в}} = 0,002 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Розраховуємо переміщення поршня:

$$S = 4W / (\pi D_2) = (4 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3}) / (3,14 \cdot 0,075^2) = 0,056 \text{ м},$$

$W$  – об'єм дози,  $\text{м}^3$ ;

Знайдемо швидкість подачі продукту:

$$V_{\text{п}} = S/t_2 = 0,056/1,2 = 0,047 \text{ м/с},$$

$t_2 = 1,2 \text{ с}$  – величина взята із циклограми машини.

Таким чином, тиск буде рівний:

$$P_2 = 0,047 \cdot 32 \cdot 0,002 \cdot 0,206 \cdot 0,0175^2 / 0,02^4 + 0,1 \cdot 10^6 = 100021,78 \text{ Па}.$$

Розраховуємо величину зусилля, що створює поршень:

$$F = 1,25 P_2 \cdot \pi D_2^2 / 4 = 1,25 \cdot 100021,78 \cdot 3,14 \cdot 0,075^2 / 4 = 552 \text{ Н}.$$

Згідно із даними, отриманими за розрахунком, підбираємо пневмоциліндр.

Використовуючи каталоги фірми „FESTO”, підбираємо стандартні пневмоциліндри:

- для приводу дозуючого поршня стандартний пневмоциліндр за ISO 6431, тип DNN-45-125A
- для приводу пневмоциліндри випускного клапана компактний пневмоциліндри типу ADV-32- 25-A.

## 5.2. Розрахунок потужності поршневого дозатора

Потужність необхідна для приведення у рух поршня дозуючого пристрою можна визначити за виразом:

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = zPV_{cp} / (1000 \cdot \eta), \text{ кВт.}$$

де: P- зусилля, яке необхідно прикласти до одного поршня, Н;

$V_{cp}$ - середня швидкість поршня, м/с;

$\eta$  - ККД приводу.

z - число поршнів;

Середню швидкість поршня визначаємо із виразу для об'єму однієї дози рідини:

$$W = \Psi \cdot (\pi d_1^2 / 4) \cdot S, \text{ м}^3/\text{с};$$

де:  $d_1$ - діаметр поршня, м;

$\Psi$  - коефіцієнт подачі, який враховує щільність в золотнику і сальнику.

S- хід поршня, м;

$$\Psi = 0,9 - 0,95$$

Тоді  $S = 4W / (\Psi \pi d_1^2)$ , м.

Об'єм дози можна визначити через величину маси однієї дози:

$$W = G_0 / \rho, \text{ м}^3.$$

де  $G_0$  - маса однієї дози, кг;

$\rho$  - густина рідини, кг/м<sup>3</sup>.

Якщо дозуючий механізм дає “n” порцій за хвилину, то час, що витрачається на подвійний хід поршня складатиме  $t = 60/n$ , с. А час, який витрачається на здійснення робочого ходу, складатиме половину цього часу:

$$t_1 = 60/2n = 30/n, \text{ с.}$$

тоді середня швидкість поршня буде:

$$V_{cp} = S/t, \text{ м/с.}$$

Враховуючи при цьому, що  $S = 4W / (\Psi \pi d_1^2)$  і  $W = G_0 / \rho$ ,

Одержимо значення:

$$V_{cp} = 2G_0 \cdot n / (15 \cdot \varphi \cdot \rho \pi d_1^2) = 2 \cdot 0,25 \cdot 0,25 / (15 \cdot 0,9 \cdot 1250 \cdot \pi \cdot 0,063^2) = 0,0594 \text{ м/с}$$

При розрахунку зусилля, яке прикладається до одного поршня можна використати рівняння Пуазейля, для розрахунку об'ємної витрати рідини при ламінарному русі:

$$V = (P_1 - P_2) \pi d^4 / (128 \cdot \mu \cdot L), \text{ м}^3/\text{с}$$

де:  $P_1$ - тиск рідини всередині циліндра, МПа;

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_2$ -протитиск (тиск середовища, куди випресовується маса), МПа;

$\mu$ - абсолютна в'язкість маси, Па·с.

$L$ - довжина каналу насадки, де рухається маса, м;

$d$ - внутрішній діаметр насадки, м;

Поділивши обидві частини рівняння на площу поперечного перерізу насадки  $f=\pi d^2/4$ , одержимо формулу середньої швидкості маси усередині каналу насадки:

$$V'_{cp}=V/(\pi d^2/4)=((P_1-P_2)\cdot d^2)/(32\cdot\mu\cdot L).$$

Оскільки витрата маси  $V$  може бути підрахована, як відношення об'єму дози  $W$ , до часу  $t_1$ , що витрачається на робочий хід поршня, то маємо:

$$V'_{cp}=4V/\pi d^2=4W/(t_1\pi d^2), \text{ м/с.}$$

Враховуючи, що  $W=G_0/\rho$ ;  $t_1=30/n$ .

Одержимо:  $V'_{cp}=4W\cdot n/(30\pi d^2)=2/15\cdot G_0/\rho\cdot(n/\pi d^2), \text{ а:}$

$$V'_{cp}=(2\cdot 0.25\cdot 25)/(15\cdot 1250\cdot \pi\cdot 0.017^2+0.1013)=0.274\text{МПа}$$

Зусилля, яке необхідно прикласти до поршня, можна визначити з виразу:

$$P=P_1\cdot f_1, \text{ Н;}$$

де:  $f_1$  - переріз поршня,  $\text{м}^2$ ;  $f_1=\pi d_1^2/4=0.003117\text{м}^2$ , а отже;

$$P=0,274\cdot 10^6\cdot 0.003117=854 \text{ Н.}$$

Підставивши значення  $V'_{cp}$  та  $P$  у вихідну формулу, одержуємо потужність, необхідну для приводу поршня дозуючого механізму:

$$N=(1\cdot 854\cdot 0.0594)/(1000\cdot 0.9)=0.05636 \text{ кВт.}$$

### 5.3. Розрахунок параметрів зварювання алюмінієвої кришки до полімерного стаканчика

Зварювання здійснюється за рахунок приварювання алюмінієвої кришечки до стаканчика з полістеролу. Температура плавлення полімеру  $t=90^\circ\text{C}$ .

Нагрівання здійснюється за допомогою термозварної головки, до якої подається струм із силою  $I=5\text{А}$ .

Термозварна головка складається з суцільного сталюого корпусу, у який встановлено  $\alpha$  ніхромові пластини. Пластини виконують роль нагрівачів.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина кругового шва зварювання  $b=2\text{мм}$  (рис. 5.3, а). Довжина шва зварювання:

$$L_0 = \pi d = \pi 60 \text{мм} = 18,84 \text{ мм.}$$

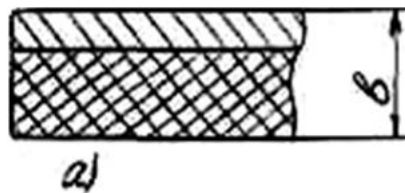


Рис 5.3.а

Щільність полістеролу  $\rho = 1,05 \text{г/см}^3$ .

Складаємо рівняння теплового балансу  $Q_1 \geq Q_2$ , де

$Q_1$ - кількість теплоти, що необхідно підвести, для зварювання .

$Q_2$ - кількість теплоти, що підводиться .

Кількість теплоти, що потрібно підвести визначаємо за формулою:

$Q_1 = KI^2R\tau$ - закон Джоуля-Ленца.

$K$ - коефіцієнт, що враховує витрати тепла

$I$  - сила струму;

$R$  - опір провідника;

Кількість теплоти, що проводиться визначаємо за формулою:

$$Q_2 = em(t_2 - t_1)$$

$e$ - коефіцієнт теплоємності  $e = 0,4$ .

$m$ - маса зварювального матеріалу;

$$m = V\rho,$$

де  $V$ - об'єм матеріалу;

$\rho$ - густина зварювального матеріалу.

$$V = (lba)^2 = 6 \cdot 1 \cdot 1,4 = 8,4 \cdot \alpha = 16,8 \text{см}^3$$

при  $\rho = 0,85 \text{ г/см}^3$

$$m = 16,8 \cdot 0,85 = 15 \text{гр} = 0,015 \text{кг}$$

$t^2$ - температура зварювання  $t^2 = 195^\circ\text{C}$

$t^1$ - температура середовища  $t^1 = 20^\circ\text{C}$

$$KI^2R\tau = cm(t_2 - t_1) / KI^2\tau$$

					ДП 15. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

$\tau$  - час зварювання приймаємо близьким 1с тоді:

$$R=0,4*0,015(195-20)/1,3*5^2*1=0,032\text{Ом}$$

Час зварювання пов'язаний із температурою зварювання та глибиною вплавлення, знайдемо цю температуру  $t_2$

$$\tau=\Phi_x*x^2/d$$

$$\Phi_x=\tau*d/x^2$$

$\Phi$  – параметр, який необхідний для знаходження по номограмі безрозмірного коефіцієнта  $Q$ .

$$\Phi_x=1*0,00694/0,1^2=0,694$$

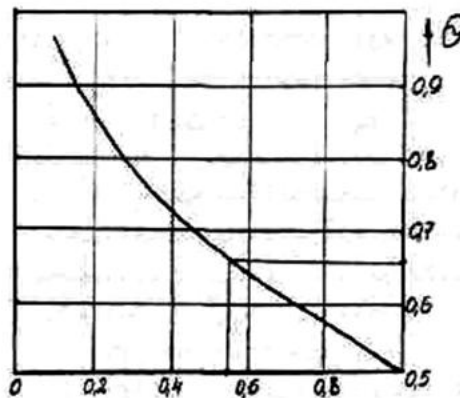


Рис. 5.3.б. Номограма для розрахунку теплових процесів, при стиковій зварці

З номограми видно,  $Q=0,66$

$$Q=T_{\text{пл}}-T_2/T_1-T_2$$

$T_{\text{пл}}=90^\circ\text{C}$  – температура плавлення полістиролу

$T_2$  – температура яка потрібна для зварювання.

$T_1=20^\circ\text{C}$  – температура навколишнього середовища.

$$T_2=(T_{\text{пл}}-\theta*T_1)/(1-\theta)=(90-0,6*20)/(1-0,6)=195^\circ\text{C}$$

Визначили, що температура  $t_2$  для зварювання повинна бути  $195^\circ\text{C}$ . Але у нас ще є Al кришка –1. Тому що  $t_2=195^\circ\text{C}$ , тому  $t_1$  буде  $> 195^\circ\text{C}$

$$t_1= \Delta t_c+ t_3= t_2+\Delta t_2$$

$$\Delta t_c=(q*\delta)/\lambda \quad \delta=\delta_1+\delta_2$$

$\Delta t_2$  буде  $\rightarrow 0$  ( прямує до нуля ) та буде дуже малою, так як Al має дуже високі коефіцієнти теплопередачі і тепловіддачі і тим більше товщина Al кришки складає 0,1  $t_1=t_2=195^\circ\text{C}$ .

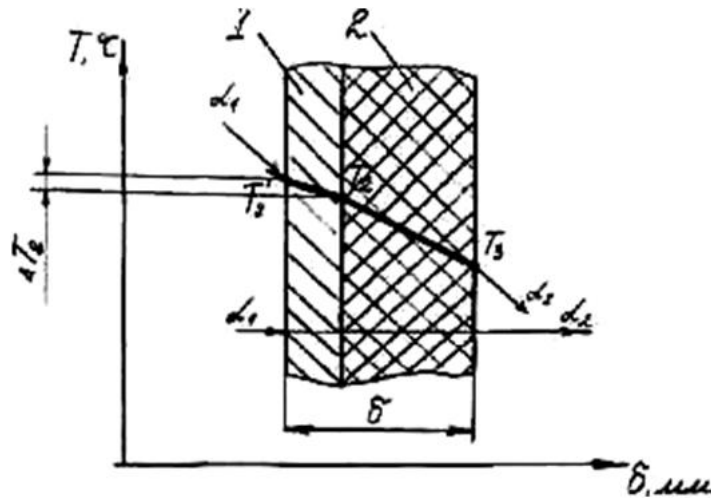


Рис.5.3.в. Розподілення температурного напору по ділянкам теплообміну  
1 – алюмінієва кришка.

2 – товщина обичайки полістирольного стаканчика.

Кількість теплоти, яку необхідно підвести, для зварювання:

$$Q_1 = K \cdot l^2 \cdot \tau = 1,3 \cdot 5^2 \cdot 9,22 \cdot 0,8 = 239,7 \text{ Дж.}$$

Кількість теплоти, що підводиться визначимо як:

$$Q_2 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 1,34 \cdot 0,994 \cdot (195 - 20) = 239,75.$$

Як бачимо, із даних розрахунків  $Q_1$  та  $Q_2$ , можна зробити висновки, що кількість теплоти, яка підводиться  $Q_2$  забезпечує ту кількість теплоти, яку необхідно, щоб відбулося зварювання стаканчика із алюмінієвою кришкою.

#### 5.4. Розрахунок механізму виймання стаканчиків

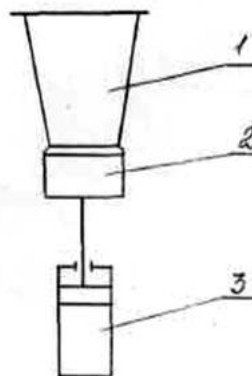


Рис. 5.4. Розрахункова схема механізму виймання стаканчиків

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 15. ПЗ				

Після процесу дозування та закупування, стаканчик потрапляє у позицію видалення його із каруселі. Піднімання стаканчика над площиною каруселі здійснюється пневмоприводом.

Згідно із циклограмою, час піднімання стаканчика триває  $t = 0.7\text{с}$

Для розрахунку приймаємо масу заповненого стаканчика  $m_1 = 250\text{ г.} = 0.25\text{ кг.}$

Сила із якою пневмоциліндр повинен підняти площину з стаканчиком, розраховується за формулою:

$$F = m(g + a)$$

$m$  - маса стаканчика та підйомної площини, а саме:

$$m = m_1 + m_2,$$

де:  $m_1$  - маса заповненого стаканчика;  $m_1 = 0,25\text{ кг}$

$g$  - прискорення вільного падіння;

$a$  - прискорення переміщення стаканчика.

$m_2$  - маса підйомної площини;

$$m_2 = V \cdot \rho, \text{ де:}$$

$V$  - об'єм підйомної площини;

$\rho$  - густина матеріалу підйомної площини. Приймаємо, що підйомна площина виготовлена із сталі, тоді:  $\rho = 7800\text{ кг/м}^3$

Об'єм площини розраховуємо за наступною формулою:

$$V = S \cdot h, \text{ де:}$$

$h$  - висота площини, м.

$S$  - площа,  $\text{м}^2$ ;

Тоді:  $S = \pi d^2 / 4$ ,

$d$  - діаметр підйомної площини

$$d = 0,068\text{ м}, h = 0,03\text{ м}$$

Тоді маємо:  $S = 3,14 \cdot 0,068^2 / 4 = 0,0036\text{ м}^2$

$$V = 0,0036 \cdot 0,03 = 0,0001\text{ м}^3$$

А маса підйомної площини

$$m_2 = V \cdot \rho = 0,0001 \cdot 7800 = 0,78\text{ кг}$$

Для знаходження сили визначимо прискорення  $a$ :

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a = V/t = S_{\text{пн}}/t^2$$

$S_{\text{пн}}$  – переміщення площини;  $S_{\text{пн}} = 0,108$  м

$$a = 0,108/0,7 = 0,24 \text{ м/с}^2$$

Знайдемо рушійну силу:

$$F = (m_1 + m_2) \cdot (g + a) = (0,25 \cdot 9,8 + 0,78 \cdot 9,8) \cdot (9,8 + 0,24) = 100,9 \text{ Н}$$

Тоді необхідне рушійне зусилля буде мати значення:

$$F_{\text{руш}} > 100,9 \text{ Н}$$

Визначимо діаметр пневмоциліндри:

$$D = \sqrt{(4F/\pi \cdot P)}, \text{ де}$$

$P_M$  – магістральний тиск,  $P_M = 4 \cdot 10^5$  Па

Тоді розрахуємо:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{(4 \cdot 100,9 / (\pi \cdot 4 \cdot 10^5))} = 0,017 \text{ м}$$

Приймаємо за каталогом фірми „FESTO” пневмоциліндр типу FN-32-125, який забезпечує роботу механізму.

### 5.5. Розрахунок зусилля горизонтального переміщення каретки механізму виділення стаканчиків

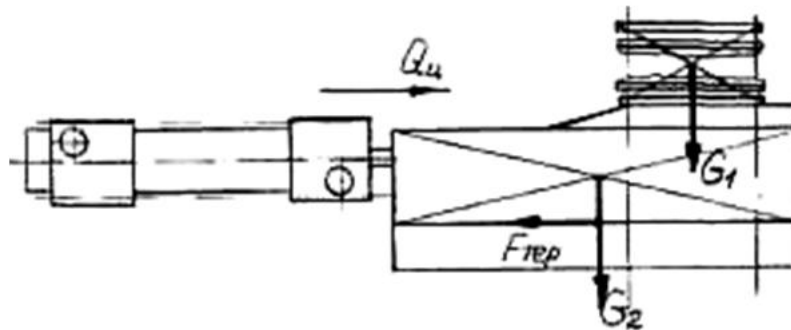


Рис. 5.5. Розрахункова схема механізму

Необхідне рушійне зусилля повинне бути:

$$Q_{\text{ц}} > F_{\text{тер}}$$

Сила тертя при цьому:

$$F_{\text{тер}} = (G_1 + G_2) \cdot f_1, \text{ де}$$

$G_1$ - сила тяжіння, що створюється магазином стаканчиків (Рис.5.5.)

$$G_1 = m_1 g, \text{ де:}$$

$m_1$ - вага магазину стаканчиків, яка дорівнює 3 кг, і при цьому:

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 15. ПЗ				

$$G_1 = 3 \cdot 9,81 = 29,43 \text{ Н}$$

$G_2$  – сила тяжіння, що створюється кареткою механізму виділення.

$$G_2 = m_2 \cdot g, \text{ де}$$

$m_2$  - маса каретки.

$$m_2 = V \cdot \rho, \text{ де}$$

$V$  - об'єм, який займає каретка.

$$V = a \cdot b \cdot h$$

$\rho$  - густина матеріалу із якого зроблена каретка. Прийmemo, що каретка зроблена із сталі 45 і густина її  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ , тоді

$$V = 0,17 \cdot 0,1 \cdot 0,03 = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$m_2 = 5,1 \cdot 10^{-4} \cdot 7800 = 3,978 \text{ кг}$$

$$G_2 = 3,978 \cdot 9,81 = 39,02 \text{ кг}$$

$f_1$  - коефіцієнт тертя між кареткою та напрямною, для тертя сталь по сталі  $f_1 = 0,1$ , тоді маємо:

$$F_{\text{тер}} = (29,43 + 39,02) \cdot 0,1 = 6,845 \text{ Н},$$

тоді необхідне зусилля буде:

$$Q_{\text{ц}} > 6,845 \text{ Н},$$

при цьому значенні  $Q_{\text{ц}}$ , визначимо діаметр циліндра, приймаючи  $Q = 15 \text{ Н}$ .

$$D = \sqrt{(4Q_{\text{ц}} / (\pi P))}, \text{ де}$$

$P_m$  – магістральний тиск (робочий тиск пневмоциліндра  $P_m = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ), тоді визначимо  $D_{\text{ц}}$ :

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{(4 \cdot 15 / (\pi \cdot 4 \cdot 10^5))} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Приймаємо за каталогом фірми „FESTO” пневмоциліндр типу DGS-20-80-P, який забезпечує роботу каретки.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Довжину магазину при заданій кількості кришок, знайдемо за наступною формулою:

$$L=n\cdot\delta=1000\cdot0,3=300 \text{ мм.}$$

Розрахуємо на який час безперервної роботи машини вистачить кришок, виходячи із того, що кожні 3,6 секунди відбувається виділення кришки із магазину.

$$\Sigma t = n\cdot t = 1000\cdot3,6 = 3600 \text{ с.}$$

$$\Sigma t/60 = 3600/60 = 60 \text{ хв.}$$

Таким чином, час безперервної роботи машини становить 60 хвилин.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## 6. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання

Монтаж, налагоджування, ремонт та обслуговування машини здійснюється відповідно до технічного опису та інструкції з експлуатації.

### 6.1. Підготовка машини до експлуатації

При монтажі, налагоджуванні, експлуатації та технічному обслуговуванні машини необхідно притримуватись норм та правил зазначених наступними документами:

- правила влаштування електрообладнання;
- правила безпеки експлуатації.

До роботи із машиною допускаються особи яким виповнилося 18 років, мають класифікаційну групу із техніки безпеки не нижче другої та пройшли медичний огляд та допуск до роботи із харчовими продуктами. У якості наладчиків особи, що мають кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче третьої.

До роботи із машиною допускаються особи, що вивчили керівництво з експлуатації, інструкцію з техніки безпеки роботи на даному обладнанні, а також пройшли інструктаж з охорони праці.

При підключенні машини до електричної мережі в стаціонарній проводці повинен передбачатися прилад миттєвого відключення, у якому розрив між контактами у вимкненому положенні складає не менше ніж 3 мм на усіх полюсах. Ремонт машини проводиться наладчиком тільки після відключення машини від електро- і пневмомережі та охолодження приводів (не менше 40 хвилин).

Забороняється промивання обладнання водою під тиском. Вологу і забруднення із зовнішніх поверхонь пульта керування, силового модуля та корпусу нагрівача потрібно проводити при відключеній від електромережі машини.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ докум	Пілпис	Лат				
Розроб	Совгира І.С.				<b>Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання</b>	Літ.	Анк.	Аркушів
Перевір.	Васильківський						1	9
Н.контроль					<b>ПМ-4-1</b>			
Затвердив								

У випадку потрапляння вологи на внутрішні поверхні пульта управління забороняється експлуатація обладнання до повного висихання вологи.

Робочі органи машини, зв'язані з продуктом, у неробочий час повинні бути чистими та не повинні містити залишки продуктів харчування.

## 6.2. Порядок встановлення машини

Переконайтесь у цілісності упаковки. У випадку її порушення складається акт та викликається представник підприємства на якому виготовлено обладнання. Без представника підприємства-виготовлювача розпаковування машини із порушеною упаковкою заборонено.

Машину розміщують у приміщенні, що відповідає діючим санітарним нормам та правилам для підприємств харчової та переробної промисловості. Підлога повинна мати ухил для вільного стікання обробленої води у каналізацію.

Регулювати гвинтові ніжки машини треба так, щоб забезпечити невеликий ухил (1...3 мм від оператора) верхньої частини машини для вільного зливання води при промиванні.

Підключити машину, що монтується до цехової магістралі занулення. Підключити машину до мережі стиснутого повітря під тиском 0,5...1,2 МПа. Відрегулювати регулятором потрібний тиск. Підключити установку до трифазної мережі змінного струму напругою 220 В та частотою 50 Гц із заземленим дротом.

### Перевірка роботи машини у налагоджувальному режимі

Перевірити роботу кожного механізму машини окремо, за необхідності виконати регулювання.

### Використання машини

Підготувати машину до роботи. Переключити машину у режим роботи "АВТОМАТ". Проконтролювати індикацію виконання команд. За необхідності зупинити машину натисканням кнопки "СТОП". Після закінчення роботи (зміни) повністю виробити продукт із бункера та дозаторів.

При вимиканні машини переконайтесь у спрацьовуванні елементів сигналізації.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мийка машини проводиться по закінченню роботи, але не пізніше, ніж через дві зміни безперервної роботи в наступному порядку:

- розібрати бункер та дозатор;
- видалити залишки продукції;
- сполоснути машину теплою водою (35...40°C);
- промити гарячою водою з температурою 50...55°C;
- сполоснути теплою водою (35-40°C) до повного видалення залишків миючого розчину;
- скласти розібрані частини бункера та дозатора на чисту поверхню;
- промити зовні машину теплою водою та витерти насухо ганчір'ям;
- перед початком роботи деталі бункера і дозатора дезінфікують розчином хлорного вапна із температурою 50°C протягом 2...3 хвилин;
- робочі поверхні циліндра і поршня дозатора перед встановленням змастити вершковим маслом.

Рекомендовані миючі і дезінфікуючі розчини:

- 0,5% розчин кальцинованої соди ГОСТ 5100-85;
- розчин складається з:
  - 0,5%-го розчину тринатрійфосфата (50%);
  - 0,5%-го розчину кальцинованої соди (50%);
  - розчин хлорного вапна із вмістом активного хлору – 150...200 мг/л.

Дії при екстремальних умовах

Порядок дій при екстремальних умовах у наступних ситуаціях:

- при виникненні вогню на машині;
- при аварійних відказах у роботі пристроїв машини;
- при попаданні у аварійні умови експлуатації;

При виникненні перерахованих ситуацій необхідно:

- здійснити відключення машини натисканням кнопки червоного кольору на панелі пульта управління;
- виключити автомат у силовому модулі;
- перевести у вимкнений стан пристрій підведення струму;
- закрити вентиль подавання стисненого повітря .

										Арк.
										3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 15. ПЗ					

### 6.3. Технічне обслуговування машини

Технічне обслуговування (ТО) машини проводиться з метою підтримання постійної її працездатності та здійснюється по системі планово-попереджувального ремонту (ППР).

У планово-попереджувальний ремонт машини входять такі види ТО:

- періодичне технічне обслуговування;
- технічне обслуговування при експлуатації;
- поточний ремонт (ПР);
- капітальний ремонт (КР).

Періодичність технічного обслуговування та ремонту:

- технічне обслуговування при експлуатації - кожну зміну;
- періодичне технічне обслуговування - один раз на місяць;
- поточний ремонт - раз на 3 місяці;
- капітальний ремонт - раз на 4 роки.

#### Порядок технічного обслуговування машини

Технічне обслуговування при використанні: щоденний догляд за діючою машиною у процесі її експлуатації проводиться між поточним та капітальним ремонтами. Спеціальна зупинка для проведення цього виду ТО не допускається. ТО проводиться робітниками, що експлуатують машину.

У ТО під час використання входять наступні роботи:

- технічний огляд, нагляд за роботою механізмів та машини в цілому, а також регулювання механізмів;
- очищення вузлів машини від залишків продуктів;
- огляд трубопроводів подачі продукції, з'єднань трубопроводів, бункера та дозаторів на відсутність протікання;
- перевірка заземлення та занулення машини;
- повна санітарна обробка.

Від якості ТО під час експлуатації залежить довговічність машини, скорочення кількості та об'єм капітального ремонту, зниження витрат на експлуатацію.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТО комплектуючих деталей машини проводиться у відповідності до документів. Періодичне ТО – основний вид профілактичних робіт, та забезпечує підтримку машини у постійному робочому стані.

Періодичне ТО обслуговування є часткою ремонтного циклу та проводиться за графіком ППР під час планової зупинки машини, незалежно від стану, силами працівників підрозділів по ремонту та ТО технологічного обладнання.

У періодичне ТО входять наступні роботи:

- перевірка технічного стану та огляд механізмів машини, а також їх деталей без розбирання машини вцілому;
- усунення витікання змащувальних матеріалів;
- усунення просочування повітря та вакууму у системах трубопроводів блоку підготовки повітря та машини вцілому;
- перевірка стану електрообладнання та заземлення машини, її складових частин, зміна непридатних комплектуючих виробів;
- змащення поверхонь тертя складальних одиниць та деталей, підшипників.
- технічне обслуговування комплектуючих виробів, що входять до складу машини, відповідно із їх експлуатаційними документами.

#### Міри безпеки

В разі зупинки машини у термін більше одного місяця, необхідно вжити заходів по її захисту від корозії та механічних пошкоджень із використанням засобів консервації, чохлів, захисних огорожень.

#### Консервація (розконсервація, переконсервація)

У випадку довгострокової перерви у роботі металеві непофарбовані поверхні машини (крім деталей з неіржавіючої сталі) таблички із надписами, запасні частини та інструменти повинні бути законсервованими мастилом консерваційним марки К-17 ГОСТ 10847-76.

Запасні частини, інструменти і принади, крім виготовлених із корозійних матеріалів та ті, що мають великі габаритні розміри, повинні бути законсервовані та вкладені у окремий ящик.

Пульти управління повинен бути закритий чохлом з поліетиленової плівки ГОСТ 10354-82.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розконсервація машини проводиться дерев'яною лопаткою і ганчіркою, змоченою у бензині марки Б-80, або уайт-спириті із наступним протиранням чистою ганчіркою і санітарною обробкою поверхонь, що взаємодіють з продуктами та пакувальними матеріалами.

#### Регулювання і випробовування машини

Відрегулювати установку датчиків, якщо у процесі технічного обслуговування їх положення мінялось, чи проводилась їх заміна. Спрацювання датчиків контролювати по ввімкненню світлодіодів на пульті керування.

Регулювання дози продукту здійснити зміною ходу штоку пневмоциліндра приводу дозатора.

#### Огляд і перевірка обладнання

Для огляду блока підготовки повітря необхідно зняти дверцята, що закривають бокові сторони станини.

Для проведення огляду та перевірки пульта керування необхідно відкрити двері спеціальним ключем, відвести пульт, попередньо відпустив три болти кріплення до стояка, на кут, що забезпечує зручне виконання процедури.

### 6.4. Ремонт машини

#### Поточний ремонт машини

Поточний ремонт машини є мінімальним за об'ємом видом ремонту, що забезпечує нормальну і безаварійну роботу обладнання до наступного планово-попереджувального, чи капітального ремонту.

Поточний ремонт проводиться у відповідності із попередньо затвердженим графіком ППР по місцю експлуатації машини підрозділом з ремонту технологічного обладнання.

При поточному ремонті виконують наступні роботи:

- всі роботи, що проводились при періодичному технічному огляді;
- розбирання та ремонт окремих збірних одиниць та деталей механізмів із заміною непридатних деталей;
- заміна деталей, що вийшли із ладу: ущільнення, рукавів, елементів електроапаратури, трубок тощо;

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Капітальний ремонт

Капітальний ремонт є видом ремонту, що забезпечує встановлення машини певному технічному стану і технічним параметрам машини.

Капітальний ремонт проводиться відповідно із попередньо затвердженим графіком ППР у місці експлуатації машини силами підприємства споживача, чи на ремонтному підприємстві.

Капітальний ремонт включає у себе наступні види робіт:

- подетальне розбирання збірних одиниць механізмів;
- оцінка стану та дефектація зі заміною деталей та збірних одиниць механізмів;
- оцінка стану та дефектація з наступною заміною елементів електрообладнання та електромонтажу машини;
- замовлення на підприємстві-виготовлювачі машини необхідних збірних одиниць та деталей;
- оцінка стану і дефектація з наступною заміною покупних виробів (кранів, пневмоапаратури, вентилів, підшипників, електроапаратури, кріпильних виробів, ущільнень тощо);
- повне відновлення гальванічних та лакофарбових покриттів;
- збирання, налагодження, регулювання механізмів машини уцілому;
- проведення випробовування у об'ємі, визначеному у технічних умовах на машину.

Для забезпечення нормальної роботи у період досягнення середнього строку служби машини підприємство-споживач може виконувати заміну відповідних деталей шляхом їх виготовлення відповідно до креслень. Перевірка працездатності машини після проведення капітального ремонту.

## Зберігання

Правила постановки машини на зберігання визначається у порядку, прийнятому на заводі-виготовлювачі для аналогічного обладнання.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машина із виконаною консервацією може зберігатися без упаковки у закритому приміщенні з утепленням (за температури повітря від плюс 40 до плюс 5°С, при відносній вологості повітря 80 % за температури 25° С). Термін зберігання не менше 12 місяців із дня проведення консервації.

Терміни зберігання комплектуючих виробів наведено у експлуатаційних документах на них.

Для випадку зберігання законсервованої машини більше встановленого терміну, підприємство повинно провести переконсервацію .

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
10	Заготівельна	Вилити заготовку у кокіль
20	Токарна (УЗЗ)	Верстат 16К20, з 3-х кулачковим патроном
20.1	Торцювати поверхню Ø120мм	Різець прохідний упорний В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=0
20.2	Точити поверхню L=12 мм	Різець прохідний упорний В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=0, штангенциркуль ШЦ1
20.3	Розточити поверхню Ø40 мм начорно L=12 мм	Різець розточний В×Н×L=16×25×140мм, штангенциркуль ШЦ1
20.4	Розточити поверхню Ø40 мм начисто L=12 мм	Різець розточний В×Н×L=16×25×140мм, штангенциркуль ШЦ1
20.5	Розточити поверхню Ø23 мм на L=9 мм	Різець розточний В×Н×L=16×25×140мм, штангенциркуль ШЦ1
20.6	Розточити поверхню Ø35 мм на L=1,5 мм	Різець розточний В×Н×L=16×25×140мм, штангенциркуль ШЦ1
20.7	Розточити канавку L=1,5 мм	Різець канавочний В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=90°, штангенциркуль ШЦ1
20.8	Розточити канавку	Фасонний різець, Т15К6 штангенциркуль ШЦ1
20.9	Зняти фаску 1×45°	Різець прохідний відігнутий правий В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45°
20.10	Розточити поверхню Ø32 мм на L=5 мм	Різець розточний В×Н×L=16×25×140мм, штангенциркуль ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон
30.1	Торцювати поверхню	Різець прохідний відігнутий правий В×Н×L=16×25×140мм, α=8°, γ=10°, φ=45°
40	Фрезерна(УЗЗ)	Вертикальний фрезерний верстат 6Н13П
4.1	Фрезерувати поверхню витримавши розмір R=7	Торцева фреза Р18, D = 30 мм, z = 8, Штангенциркуль ШЦ1
50	Свердлильна (УЗЗ)	Свердлильний верстат 2Н125
50.1	Свердлити 4 отвори Ø4мм, l=10 мм.	Свердло ø4, Р6М5
60	Свердлильна (УЗЗ)	Свердлильний верстат 2Н125, кондуктор
60.1	Свердлити 3 отв. Ø6 мм	Свердло ø6, Р6М5

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ локвм	Пілпис	Лат				
Розроб	Совгира І.С.				<b>Технологічний маршрут виготовлення</b>	Літ.	Анк.	Анквпів
Перевір.	Васильківський						1	10
Н.контроль					<i>ПМ-4-1</i>			
Затвердив								

## Розрахунок припусків.

### Припуск на тонке точіння:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot \left( R_{z3} + D_3 + \sqrt{T_{np2}^2 + \varepsilon_{y3}^2} \right),$$

де  $R_{z2}$ ,  $D_2$ ,  $T_{np2}$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових похибок при чистовому точінні;  $\varepsilon_{y3}$  - похибка установки деталі під час тонкого точіння.  $R_{z2} = 25$  мкм,  $D_2 = 25$  мкм ( табл. 11 ).  
 $T_{np2} = 100$  мкм,  $\varepsilon_{y3} = 100$  мкм – при установці деталі у патрон.

$$\text{Тоді } 2Z_{3\min} = 2 \cdot \left( 25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 383 \text{ мкм.}$$

Максимальний припуск при обробленні буде розраховано як:

$$2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3,$$

де  $T_2 = 100$  мкм - допуск розміру поверхні попереднього ступеня оброблення;  
 $T_3 = 25$  мкм - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

$$\text{Тоді } 2Z_{3\max} = 383 + 100 + 25 = 458 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск оброблення поверхні буде розраховано як:

$$2Z_{3ном} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{458 + 383}{2} = 420,5 \text{ мкм.}$$

### Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot \left( R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{np1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} \right),$$

де  $R_{z1}$ ,  $D_1$ ,  $T_{np1}$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових похибок при чорновому точінні;  $\varepsilon_{y2}$  - похибка установлення деталі під час чистового точіння.  $R_{z1} = 100$  мкм,  $D_1 = 100$  мкм ( табл. 11 ).  
 $T_{np1} = 100$  мкм,  $\varepsilon_{y2} = 100$  мкм – при установці деталі у патрон.

$$\text{Тоді } 2Z_{2\min} = 2 \cdot \left( 100 + 100 + \sqrt{100^2 + 100^2} \right) = 682,8 \text{ мкм.}$$

Максимальний припуск при обробленні буде розраховано як:

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

де  $T_1 = 620$  мкм - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення;  
 $T_2 = 100$  мкм - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

$$\text{Тоді } 2Z_{2\max} = 682,8 + 620 - 100 = 1202,8 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск оброблення поверхні буде розраховано як:

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{1202,8 + 682,8}{2} = 942,8 \text{ мкм.}$$

### Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot \left( R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{np0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right),$$

де  $R_{z0}$ ,  $D_0$ ,  $T_{np0}$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових похибок вилівка;  $\varepsilon_{y1}$  - похибка установлення деталі під час чорнового точіння.  $R_{z0} + D_0 = 600$  мкм, ( табл. 11 ).  
 $T_{np0} = 0,2$  мм,  $\varepsilon_{y1} = 100$  мм – при установці деталі у патрон.

$$\text{Тоді } 2Z_{1\min} = 2 \cdot \left( 600 + \sqrt{200^2 + 100^2} \right) = 1647 \text{ мкм.}$$

Загальний припуск буде розраховано як:

						ДП 15. ПЗ	Арк.
							2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 114.4}{3,14 \cdot 60} = 810 \text{ об/хв}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=800$  об/хв. Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя буде розраховано як

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 113 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу буде розраховано як

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{800 \cdot 0,7} = 0,029 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 20.3 Розточити отвір начорно $\varnothing 40 \times l=12$ мм.

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,6 \dots 0,9$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,7$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{262}{70^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} = 114,4 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата буде

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 114.4}{3,14 \cdot 40} = 934 \text{ об/хв}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=800$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя буде

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу буде розраховано як

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу буде розраховано як

ДПН 15. ПЗ

ЗМН	АРК	№ ДОКУМ	НАПИС	ДАТА	АРК
					4

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{800 \cdot 0,7} = 0,029 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1 \text{ хв}$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 20.4 Розточити отвір $\varnothing 40 \times l = 12 \text{ мм}$ .

Приймаємо глибину різання 0.5 мм.

Подача табл. №18  $S = 0,14 \dots 0,17 \text{ мм/об}$ . Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,15 \text{ мм/об}$ .

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{262}{70^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,35}} = 421 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата буде розраховано як

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 421}{3,14 \cdot 40} = 2930 \text{ об/хв}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 1600 \text{ об/хв}$ .

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя буде розраховано як

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1600}{1000} = 200,9 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу буде розраховано як

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 12 + 2 + 2 = 16 \text{ мм}$$

$l_{DET}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2 \text{ мм}$

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{1600 \cdot 0,15} = 0,067 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,15 + 0,12 = 0,27 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1 \text{ хв}$  – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі

### Перехід 20.9 Зняти фаску $1 \times 45^\circ$ .

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,4\dots0,5$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{241}{70^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 116,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата буде розраховано як

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 116,9}{3,14 \cdot 40} = 931,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо  $n_B=800$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя буде розраховано як

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу буде розраховано як

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{4}{800 \cdot 0,5} = 0,01 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_D = t_1 + t_2 = 0,025 + 0,12 = 0,145 \text{ хв.}$$

### **Перехід 30.1 Торцювати поверхню $\varnothing 84$ мм**

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,6\dots1,2$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=1$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{328}{80^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,35}} = 123,06 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата буде розраховано як

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 84} = 474 \text{ об/хв}$$

Приймаємо меншу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=400$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 84 \cdot 400}{1000} = 103,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу буде розраховано як

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 30 + 2 + 2 = 34 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 2$  мм

$l_2$  - врізання інструменту

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 15. ПЗ				

$l_3$  - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{34}{400 \cdot 1} = 0,085 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу буде розраховано як

$$t_d = t_1 + t_2 = 0,32 + 0,12 = 0,44 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,1$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

### Перехід 50.1. Свердлити отвір $\varnothing 4$ .

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:  
 $t = d_{св}/2 = 4/2 = 2$  мм.

Рекомендовані подачі  $0,26 \div 0,32$  мм/об(табл.2).

Прийmemo  $S = 0,3$  мм/об

Для визначення швидкості різання беремо формулу(табл.45):

$$V = 8 \cdot d_{св}^{0,4} / T^{0,2} \cdot S^{0,7}, \text{ де } T = 30 \text{ хв – стійкість свердла.}$$

Тоді:

$$V = 8 \cdot 4^{0,4} / 30^{0,2} \cdot 0,3^{0,7} = 16,4 \text{ м/хв}$$

Потрібна кількість обертів для свердління:

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_{св} = 1000 \cdot 16,4 / 3,14 \cdot 4 = 1305,7 \text{ об/хв.}$$

Прийmemo  $n_B = 1000$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість буде

$$V_d = \pi \cdot d_{св} \cdot n_B / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 1000 / 1000 = 12,6 \text{ м/хв.}$$

Основний час буде визначатись:

$$t_0 = L / n \cdot S = 16 / 1000 \cdot 0,3 = 0,053 \text{ хв}$$

де  $L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 16$  мм,

де  $l = 6$  мм – глибина свердління;

$l_1 = 2$  мм – величина на підведення свердла з ручною подачею;

$l_2 + l_3 = 8$  мм - додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу  $t_{доп} = 0,08$  хв.

### Перехід 50.2. Свердлити отвір $\varnothing 6$ .

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:  
 $t = d_{св}/2 = 6/2 = 3$  мм.

Рекомендовані подачі  $0,26 \div 0,32$  мм/об(табл.2).

Прийmemo  $S = 0,3$  мм/об

Для визначення швидкості різання беремо формулу(табл.45):

$$V = 8 \cdot d_{св}^{0,4} / T^{0,2} \cdot S^{0,7}, \text{ де } T = 30 \text{ хв – стійкість свердла.}$$

Тоді швидкість:

$$V = 8 \cdot 6^{0,4} / 30^{0,2} \cdot 0,3^{0,7} = 19,3 \text{ м/хв}$$

Потрібна кількість обертів для свердління:

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_{св} = 1000 \cdot 19,3 / 3,14 \cdot 6 = 1024,4 \text{ об/хв.}$$

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийmemo  $n_B = 1000$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість буде розраховано як

$$V_d = \pi \cdot d_{св} \cdot n_B / 1000 = 3,14 \cdot 6 \cdot 1000 / 1000 = 18,8 \text{ м/хв.}$$

Основний час буде визначатись як:

$$t_0 = L / n \cdot S = 16 / 1000 \cdot 0,3 = 0,053 \text{ хв}$$

де  $L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 16$  мм,

де  $l = 6$  мм – глибина свердління;

$l_1 = 2$  мм – величина на підведення свердла з ручною подачею;

$l_2 + l_3 = 8$  мм - додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу  $t_{доп} = 0,08$  хв.

## Перехід 40.1 Фрезерувати лиски

Знаходження геометричних даних для фрезерування в залежності від виду верстату і фрези:

глибина -  $t = 12$  мм,

Визначити геометричні дані інструменту (довідник):

Торцева фреза:  $D_\phi = 30$  мм

$S_z = 0,03 \dots 0,04$  мм/зуб; приймаємо  $S_z = 0,04$  мм/зуб.

Визначаємо подачу на 1 оберт фрези:

$$S_{об. фр} = S_z \cdot z$$

$$S_{об. фр} = 0,04 \cdot 2 = 0,08 \text{ мм}$$

Вибраємо емпіричну формулу (критичної) швидкості різання сталі (табл.28):

$$V = \frac{13,6 D_\phi^{0,3}}{T^{0,26} t^{0,3} S_z^{0,25}} \quad V_p = \frac{13,6 \cdot 30^{0,3}}{60^{0,25} \cdot 4^{0,3} \cdot 0,04^{0,25}} = 13,452 \text{ м/хв}$$

де  $T = 60$  хв. – стійкість фрези (табл. 35);

Розрахункова частота обертання шпинделя буде розраховано як:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 13,452}{\pi \cdot 30} = 142,8 \text{ об/хв}$$

Узгодити  $n_p$  з паспортними характеристиками верстату 6М81Г та приймаємо  $n_B = 125$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість обертання буде розраховано як

$$V_d = \frac{\pi D_\phi n_B}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 125}{1000} = 11,8 \text{ м/хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{хв} = S_{об. фр} \cdot n_B$$

$$S_{хв} = 0,08 \cdot 125 = 10 \text{ мм/хв}$$

Із паспортних характеристик верстату 6М81Г приймаємо  $S_{хв} = 10$  мм/хв.

Розрахункова довжина обробки буде розраховано як:

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

$$L_p = 19 + 2 + 4 = 25 \text{ мм}$$

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

$L_2 = 4$  – врізання і перебіг залежить від типу фрези

Основний час на перехід 40.1

$$T_0 = L_p / S_{хв}$$

$$T_o = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ хв}$$

Допоміжний час буде розраховано як

$$T_d = t_y + t_d$$

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

$t_{y1} = 0,41 \text{ хв}$  (табл.37) час на установлення деталі масою до 3 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа

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

$$t_y = 0,41 + 0,10 = 0,51 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250мм, автоматичним переміщенням, установленою на розмір,  $t_d = 0,09 \text{ хв}$  (табл.38). Тоді

$$T_d = 0,51 + 0,09 = 0,6 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 2,5 + 0,6 = 3,1 \text{ хв}$$

Штучний час:

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

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

$$T_{шт} = 3,1 + 0,045 \cdot 3,1 + 0,06 \cdot 3,1 = 3,43 \text{ хв}$$

Калькуляційний час буде розраховано як:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

$T_{пз}$  – 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

$$T_{пз} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв}$$

Тоді час

$$T_k = 3,43 + \frac{21,7}{200} = 3,54 \text{ хв.}$$

Норма виробітку (кількість деталей за год.):

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

За формулою визначаємо норму виробітку

$$N = \frac{60}{3,54} = 17$$

## Опис кондуктора

Кондуктор для виконання технологічної операції складається з корпусу, жорсткої оправки запресованої у корпус, швидко знімної шайби та гайки і кондукторної втулки.

Деталь надівається на жорстку оправку із посадкою H7/h6 . З'єднання по даній посадці виключає перекошування деталі у пристрої. Горіць деталі, який вибрано за вимірювальну базу упирається у корпус. Таким чином вимірювальна база співпадає із технологічною.

									ДП 15. ПЗ	Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

З іншого боку деталь притискається гайкою. Між гайкою та деталлю встановлюється швидкозйомна шайба. Діаметр гайки менший за діаметр оправки, таким чином забезпечується швидке зняття та установлення деталі. На кришці зроблено отвір, у який вставлена кондукторна втулка, що в свою чергу притискається гвинтом. Кондукторна втулка служить напрямною для свердла.

### Розрахунок похибки базування

Розрахуємо похибку базування при установці деталі на жорстку оправку (палець). Допустима похибка базування  $\varepsilon_{\delta} = 0,2$  мм. Вимірною базою для зовнішньої поверхні є вісь деталі, а технологічною – оправки (пальця).

Деталь встановлюється на оправку (палець) по посадці із зазором Н7/d8 та закріплюється по торцю. Якщо у спряженні зазор максимальний  $S_{\max} = 2e$ , де  $e$  – ексцентриситет, то похибка базування буде розраховано як:

$$\varepsilon_{\delta D1} = \varepsilon_{\delta D2} = S_{\max} = S_{\min} + T_H + T_h, \text{ де}$$

$$S_{\min} = 0,065 \text{ мм} - \text{мінімальний зазор з'єднання,}$$

$$T_H = 0,021 \text{ мм} - \text{допуск на діаметр отвору,}$$

$$T_h = 0,033 \text{ мм} - \text{допуск на діаметр оправки.}$$

$$\text{Тоді } \varepsilon_{\delta D1} = \varepsilon_{\delta D2} = 0,065 + 0,021 + 0,033 = 0,119 \text{ мм.}$$

$$\text{Отримаємо } \varepsilon_{\delta D1} = \varepsilon_{\delta D2} = 0,119 \text{ мм} < \varepsilon_{\delta} = 0,2 \text{ мм.}$$

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Охорона праці

### 8.1. Стан виробничого травматизму на підприємстві

До найбільш травмонебезпечних на підприємстві відносяться роботи на транспорті, обслуговування технологічного обладнання і електроустаткування, ремонті, навантажувально-розвантажувальні і транспортно-складські роботи. Значна частина припадає на електротравматизм. Основними причинами тяжкого ураження робітників електричним струмом при обслуговуванні обладнання є порушення техніки безпеки при експлуатації обладнання, дефекти монтажу електропроводки, неякісна ізоляція і її пошкодження.

Нещасні випадки на виробництві слід розглядати як сигнал про незадовільний стан профілактичної роботи по запобіганню травматизму. Матеріали розслідувань та звітні дані про нещасні випадки дозволяють судити про стан безпеки праці та служать підставою для розробки і здійснення заходів щодо активізації профілактичної роботи по запобіганню травматизму.

### 8.2. Організація служби охорони праці на підприємстві

Організація роботи на підприємстві по створенню здорових та безпечних умов праці що працюють, попередженню нещасних випадків та професійних захворювань покладається на службу охорони праці. Вона є самостійним структурним підрозділом підприємства і підкоряється його безпосередньому керівникові або головному інженерові, проводить свою роботу спільно з іншими підрозділами підприємства та у взаємодії із комітетом профспілки, технічною інспекцією праці та місцевими органами державного нагляду за планом, затвердженому керівником або головним інженером підприємства.

Керівник підприємства:

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Арк	№ доквм	Пілпис	Лат	<b>Охорона праці</b>	Літ.	Арк.	Арквнів
Розроб		<i>Совгира І.С.</i>					1	12
Перевір.		<i>Васильківський</i>						
Н.контроль								
Затвердив						<i>ПМ-4-1</i>		

- створює службу охорони праці підприємства, затверджує положення про неї;
- створює кабінет із охорони праці підприємства;
- використовує вихідну інформацію про стан охорони праці на підприємстві при розгляданні та затвердженні заходів щодо поліпшення існуючого стану охорони праці працівників підприємства;
- призначає комісію із розслідування нещасних випадків;
- бере участь у роботі комісії з спеціального розслідування нещасних випадків.

### 8.3. Фінансування заходів з охорони праці на підприємстві

Згідно з законом України «Про охорону праці» фінансування заходів з охорони праці відбувається з 0,5% від суми реалізованої продукції на:

- впровадження заходів, направлених на покращення праці, підвищення її безпеки;
- відшкодування наслідків несприятливого впливу умов праці на працюючих;
- компенсації та пільги у зв'язку з несприятливими умовами праці.

### 8.4. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації фасувально-пакувального автомата МК-ОФС

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників проаналізуємо роботу автомата МК-ОФС для фасування в'язкої продукції.

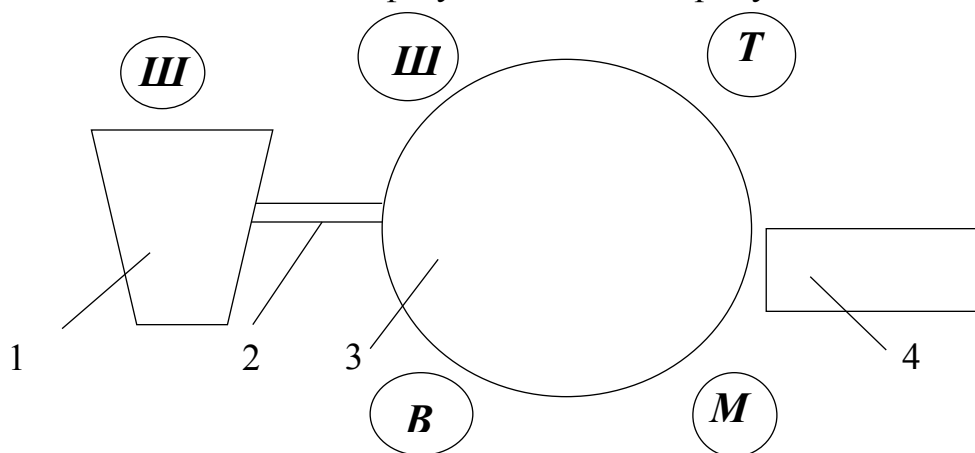


Рис.1 Принципова технологічна схема

1 – Бункер; 2 – Трубопровід; 3 – Автомат МК-ОФС; 4 – Приймальний стіл;

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ш - Шум; В - Вібрація; Т - Тепловиділення: Мт – Механічні травми.

### 8.4.1 Повітря робочої зони

Мікроклімат нормується за допустимими нормами, тому що при роботі автомату виділяється незначна кількість тепла, але це тепло впливає на загальні показники мікроклімату.

Допустимі норми мікроклімату подані у табл.1 (ГОСТ 12.1.005-88)

#### Норми мікроклімату

Таблиця 8.1

№	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С, на робочому місці		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя	Нижня границя		
1	Оператор автомату	II а	Холодна пора року			
			20	16	75	< 0,3
			Тепла пора року			
			24	19	65 (при 26 °С)	0,2 – 0,4

Загазованість та запиленість не нормуються для цеху, у якому знаходиться автомат МК-ОФС, оскільки обладнання при роботі не виділяє пил і газ.

В приміщенні передбачена припливно-витяжна вентиляційна система.

### 8.4.2 Шум

При роботі автомата виникає шум. Він створюється роботою пневмоциліндрів та виконавчими механізмами. Допустимі норми шуму для промислових підприємств, де є обладнання, яке створює шум наведені у ГОСТі 12.1.003-86.

Для зниження шуму у виробничому приміщенні потрібно вжити таких заходів:

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Зниження від шуму у джерелі його виникнення, що є найбільш раціональним методом.
2. Зниження від шуму будівельно-акустичним методом.
3. Засоби індивідуального захисту від шуму: протишумові навушники, протишумові вкладиші тощо.
4. Усунення причин шуму за рахунок удосконалення технологічних характеристик;

### 8.4.3 Вібрація

Автомат МК-ОФС створює загальну технологічну вібрацію, яка передається на фундамент або підлогу, а через підлогу діє на людину. Вібрація виникає внаслідок досить великої швидкості покрокового обертання роторного колеса і великою кількістю працюючих пневмоциліндрів. Норми загальної технологічної вібрації наведені в ГОСТ 12.1.012-90.

Заходи щодо зменшення рівнів вібрації у виробничих приміщеннях:

1. Застосування обладнання та інструментів із параметрами вібрації, що не перевищують ГОСТ 12.1.012-90.
2. Застосування зниження рівня вібрації шляхом переводу енергії механічного коливання в інші види енергії, найчастіше в теплову.

Індивідуальні засоби захисту від вібрації:

1. ЗІЗ для рук – рукавиці і рукавички, вкладиші та прокладки.
2. ЗІЗ для ніг – спеціальне взуття, наколінники.
3. ЗІЗ для тіла – нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

Профілактичні заходи повинні включати:

1. Проведення періодичних експлуатаційних перевірок вібрації не рідше одного разу на рік для загальної вібрації і не рідше двох разів на рік для локальної вібрації.
2. Своєчасний ремонт машин з обов'язковим післяремонтним контролем їх вібраційних характеристик.
3. Введення заходів, включаючи контакт працюючих із вібруючими поверхнями за межами робочого місця або зони (огороження, попереджувальні знаки, написи, фарбування, сигналізація).

					ДП 15. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

4. Збереження режиму праці і відпочинку в умовах дії вібрації на працюючих.

### Норми загальної вібрації

Таблтця 8.2

Середньгеометричні частоти, Гц	Граничні значення нормованого параметра				
	За віброприскоренням, м/с <sup>2</sup>		За віброшвидкістю		
			м/с · 10 <sup>-2</sup>		дБ
	В 1/3 октави	В 1/1 октави	В 1/3 октави	В 1/1 октави	В 1/1 октави
	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y	Z,X,Y
1,6	0,090		0,90		
2,0	0,080	0,14	0,64	1,3	108
2,5	0,071		0,46		
3,15	0,063		0,32		
4,0	0,056	0,10	0,23	1,30	99
5,0	0,056		0,18		
6,3	0,056		0,14		
8,0	0,056	0,11	0,12	0,22	93
10,0	0,071		0,12		

#### 8.4.4 Освітлення

Даний автомат може бути розміщений як у великому так та малому цехах, тому що він має невеликі розміри. Тому розраховуємо необхідне освітлення із люмінесцентними лампами для загального освітлення приміщення (цеху), що має розміри 10×10×4м.

Для освітлення використовуємо люмінісцентні лампи ЛБ-40 із світловим потоком F=2480лк. Мінімальна штучна освітленість для загального спостереження за ходом виробничого процесу при постійному перебуванні людей у приміщенні, незалежно від характеристик фону та контрастності об'єкта

розрізнення із фоном та найменшими розмірами об'єкта розрізнення більше 0,5мм – 75лк.

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{a \times b}{H_p \times (a+b)},$$

де а – ширина приміщення: а=10м;

в – довжина приміщення: в=10м;

H<sub>p</sub> – висота підвішування світильників над робочою поверхнею: H<sub>p</sub>=4м.

$$i = \frac{10 \times 10}{4 \times (10+10)} = 1,25;$$

Коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta=41\%$ , при коефіцієнті відбиття стелі  $r_{ст}=50\%$  та коефіцієнті відбиття стін  $r_{стін}=30\%$  і  $i = 1,25$ .

Визначаємо кількість ламп n, яка потрібна для забезпечення нормальної потужності:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot z}{\eta \cdot n},$$

де F - світловий потік однієї лампи, F=2480 лк;

E – мінімальна нормована освітленість, лк;

S - площа приміщення, S=100 м<sup>2</sup>;

K – коефіцієнт запасу, що враховує старіння ламп, їх запиленість і забрудненість, K=1,5;

z - поправочний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення, z=1,1;

n- коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки, %.

$$n = \frac{75 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2480 \cdot 0,41} = 12,2 \approx 14;$$

Приймаємо кількість ламп 14 ламп.

Визначаємо кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{n}{n_c},$$

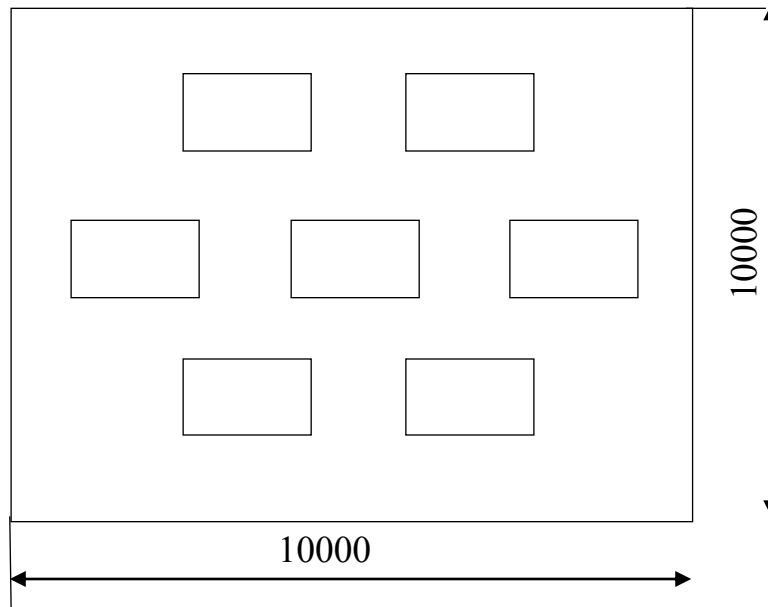
де n<sub>c</sub> – число ламп у одному світильнику, n<sub>c</sub>=2;

$$N = \frac{14}{2} = 7 \text{ світильників}$$

Освітлення у виробничих і побутових приміщеннях, а також на території підприємства повинно відповідати вимогам ДБН. В.2.5-10.2006”Природна і штучна освітленість”.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Схема розташування світильників



В цеху для фасування в'язкої продукції використовується суміщене освітлення, що характеризується одночасним поєднанням природного і штучного освітлення в світлі години роботи.

### Норми природного освітлення

Таблиця 8.3

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	КПО(ен),%		
			При верхньому і комбінованому освітленні	При бічному освітленні	
				В зоні із стійким сніговим покриттям	На іншій території
Мала точність	Більше 1,0	V	2,7	0,8	0,9

Головними джерелами світла для промислового освітлення є електричні лампи. Сучасні норми штучного освітлення визначають, що мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи із найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном та характеристикою фону.

## Нормова освітленість на робочих поверхнях

Таблиця 8.4

Зорова робота	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк	
						комбіноване	загальне
Малої	Від 1,0 до 5,0	V	a	Малий	Темний	300	200

### 8.5. Санітарно-побутові приміщення

Побутові приміщення та їх склад мають відповідати вимогам СНиП 2.09.04-87 і ДНАОН 1.8.10.-1.13-97.

Технологічний процес є автоматизований (обслуговує один працівник), а тому побутові приміщення і санітарне обслуговування для них передбачене в приміщеннях головного корпусу, які розташовані поряд з робочим місцем.

#### **Характеристика виробничих процесів та забезпечення обладнання санітарно-побутових приміщень**

Таблиця 8.4

Відділення	Група виробничих процесів	Санітарна Характеристика виробничих процесів	Вид робіт	Розрахункова кількість людей		Тип гардеробних і число
				На одну душову сітку	На один кран	
Фасувальний цех	2В	Процеси, що пов'язаний з впливом вологи	Оператор	5	20	Відділення шафи на одну людину
						Окремі по одному відділенню

## 8.6. Електробезпека

У відповідності із ПУЄ приміщення, в якому знаходиться автомат МК-ОФС відноситься до категорії приміщень із підвищеною небезпекою. Для захисту обслуговуючого персоналу від враження електричним струмом, у цеху всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, але можуть опинитись під напругою в разі порушення ізоляції заземлені. Автомат заземлено шляхом приєднання спеціального болта на корпусі автомата до внутрішнього контуру заземлення за допомогою спеціально прокладених провідників. Всі пошкодження автомата ремонтуються тільки при вимкненій напрузі. На підприємстві використовують наступні засоби електрозахисту:

1) заземлення всіх металевих струмоведучих конструкцій електричного обладнання (для приміщень з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних обов'язкове заземлення всіх струмоведучих елементів електрообладнання);

2) живлення електродвигунів автомату малою напругою (до 42 В змінного струму) і подвійна ізоляція кабелів її живлення. Живлення системи автоматизації, світильників підсвічування шкал приладів контролю і керування автоматом малою напругою (до 12 В);

3) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення в разі замикання на корпус електродвигунів приводу автомату, або їх перевантаження;

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

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

## 8.7 . Техніка безпеки при роботі з автоматом МК-ОФС

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

2. Для обслуговування машини оператори та наладчики повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху по ДСТУ 12.4.051-

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

87, спеціальним одягом і захисними окулярами.

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

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

Проходи не повинні бути захарашені ящиками, пляшками і іншими сторонніми предметами.

4. Для забезпечення електробезпечності електропроводка від шафи до машини повинна бути прокладена тільки в металевій трубі. Контроль за надійністю заземлення металевих частин машини повинний здійснюватися відповідно до правил та вимог ПУЕ і ПТЕ.

5. Кожухи й огороження машини повинні бути встановлені на місцях та надійно закріплені.

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

7. Під час роботи машини забороняється поправляти, наймати, переставляти упаковані стакани. Під час здування склобою виявляти особливу обережність, виключити влучення осколків скла на себе або інших робітників.

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

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

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

11. Категорично забороняється робити обдування машини із знятими

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожухами циліндрів.

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

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

## 8.8. Пожежна безпека

Приміщення в якому буде знаходитись автомат МК-ОФС відноситься до категорії Д (Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається ДНАОП 0.00 - 1.32.01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (ПБЕ) ).

На підприємстві, де встановлюється автомат МК-ОФС є телефонний зв'язок із центральним пунктом пожежної охорони.

У виробничих приміщеннях усі двері повинні відчинятись в напрямку до виходу із приміщення. На випадок виникнення пожежі передбачена схема евакуації, усі приміщення забезпечені первинними засобами пожежогасіння згідно зі стандартом 150 №3941 — 77, такими як: внутрішньопожежні крани із пожежними дулами та рукавами, вогнегасники (вуглекислотні, порошкові), бочки з водою, ломи, топори, відра, лопати, сухий пісок, азбестові ковдри.

Для безпечної експлуатації автомату МК-ОФС по пожежній безпеці висуваються наступні вимоги:

- дотримання режиму роботи автомату відповідно паспортних даних та технологічного регламенту;
- дотримання терміну своєчасного змащування відповідними мастилами, що відповідають технічній характеристиці автомата, для запобігання підвищення температури підшипників (не більше 60<sup>0</sup>С);

					ДП 15. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- встановлення граничних норм завантаження, швидкості;
- дотримання своєчасного проведення оглядів, профілактичного випробування і планово-попереджувального ремонту.

Розрахунковий запас води при 3- годинному пожежогасінні визначається з формули, м<sup>3</sup>:

$$Q=3600*3(n_1+n_2)/1000=11(n_1+n_2), \text{ де}$$

3600 і 1000 – переводні коефіцієнти відповідно годин - в секунди і літрів – у м<sup>3</sup>;

$n_1$  - потреба води на внутрішнє пожежогасіння,  $n_1=5$  л/с;

$n_2$  - потреба води на зовнішнє пожежогасіння

$$Q=11(5+10)=165 \text{ м}^3$$

Отже, для пожежогасіння потрібно мати резервуар місткістю не менше 165 м<sup>3</sup>.

Ширина отвору дверей евакуиходу - 2 метри. Кількість виходів - не менше двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

### Висновки

У даному розділі дипломного проекту було виконано розрахунок освітлення для цеху фасування, що має важливе значення для ефективної і безпечної роботи працівників. Оскільки недостатня освітленість або її надмірна кількість знижує рівень збудженості центральної нервової системи і активність життєвих процесів.

Також було розглянуто шкідливі виробничі фактори, які виникають у процесі виробництва.

Щоб покращити стан охорони праці в галузі треба:

- покращити контроль за виконанням вимог і інструкцій по техніці безпеки;
- проводити підготовку кваліфікованих фахівців промисловості із питань охорони праці;
- використовувати більш досконале обладнання і сучасні технології виробництва;
- підвищувати рівень трудової дисципліни.

					ДП 15. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

У відповідності до вимог технічного завдання на випускову кваліфікаційну роботу, у даному дипломному проекті були розраховані елементи механізмів карусельного типу для пакування в'язких багатокомпонентних продуктів у термоформовану полімерну тару. При виконанні інженерних розрахунків було проведено аналіз роботи машини, вибрано потрібні параметри об'єкта проектування. Дана машина-автомат на відміну від існуючих аналогів, включає у себе нові рішення вузлів машини. Машина простіша у керуванні та спрощена щодо конструкції. Спроектowano новий пристрій для укладання ложечки.

Нова машина розроблена із застосуванням стандартних виробів і уніфікованих складальних одиниць та деталей. Покупні вироби, які застосовуються у конструкції машини виготовляються машинобудівними підприємствами України, які призводить до зменшення вартості машини. Для приводу виконавчих механізмів використовують пневмоприводи всесвітньо відомої фірми „FESTO”, які забезпечують тривалий час безвідмовної роботи машини та дають змогу збільшити термін експлуатації.

					ДП 15. ПЗ			
Зм	Анк	№ локум	Пілпис	Лат	<b>Висновки</b>	Літ.	Анк.	Анкшів
Розроб.	Совгира І.С.						1	1
Перевір.	Васильківський							
Н.контроль					ПМ-4-1			
Затвердив								

## Список використаної літератури

1. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: у 3-х част.: навч. посіб. для ВНЗ / Під заг. ред. Ю.М. Кузнецова. – Частина 1. Принципи побудови агрегатно-модульного технологічного обладнання. – Кіровоград, 2003. – 422 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В.И. Анурьев – М.: Машиностроение, 2001.
3. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда: учеб. пособие / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев, Н. И. Сердюк. — М. : Высш. шк., 2001. — 431 с.
4. Беспалько А.П. Гігієнічні аспекти проектування пакувального обладнання / А.П.Беспалько, О.М.Гавва, С.В. Токарчук // Упаковка. – 2010 – №1 – С. 38 – 42.
5. Вода, напитки, продукты питания / А. И. Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, В. А. Поддубный ; под ред. А. И. Соколенко. — К. : П.П.Люксар, 2006. — 368 с.
6. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для групового пакування / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2007. – 136 с.
7. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2008. – 436 с.
8. Гавва О.М., Пакувальне обладнання. Обладнання для обробки транспортних пакетів / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – К.: ІАЦ “Упаковка”, 2006. – 96 с.
9. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник. 5-е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; за ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.
10. Деталі машин: зб. завдань та прикладів розрахунків / В. О. Малащенко, В. Т. Павлице. — Львів : Новий Світ-2000, 2009. — 136 с.
11. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: навч. посіб. / Марчевський В.М. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.

					ДП 15. ПЗ							
Зм	Арк	№ докум	Пілпис	Лат	<b>Список використаної літератури</b>			Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб	Совгира І.С.										1	2
Перевір.	Васильківський											
Н.контроль											<i>ПМ-4-1</i>	
Затвердив												

