

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого

Кафедра технологічного обладнання  
та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Блаженко С.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ Мирончук В.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Кваліфікаційна робота**  
на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
освітньо-професійної програми  
Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему:

**«Модернізація сепаратора-гомогенізатора ОКВ безперервної дії для  
гомогенізації жирових кульок та очищення від домішок»**

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4--2

Клименко Василь Миколайович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник: Люлька Дмитро Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (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

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

“  12  ”  04  \_\_\_\_\_ 2021 року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Клименко Василь Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація сепаратора-гомогенізатора ОКВ безперервної дії для гомогенізації жирових кульок та відділення від домішок

керівник проекту (роботи) Люлька Дмитро Миколайович, доц., кандидат тех. наук  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 30 » березня 2021 р. № 227-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2021р.

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

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, обґрунтування модернізації (удосконалення), характеристика вихідної сировини і готового продукту, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 19.04.2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	23.04.2021	
2	<i>Вступ</i>	23.04.2021	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	30.04.2021	
4	<i>Обґрунтування модернізації (удосконалення)</i>	30.04.2021	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	07.05.2021	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	07.05.2021	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	07.05.2021	
8	<i>Розрахункова частина</i>	14.05.2021	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	14.05.2021	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	18.05.2021	
11	<i>Опис системи управління</i>	21.05.2021	
12	<i>Заходи щодо охорони праці</i>	21.05.2021	
13	<i>Висновки</i>	28.05.2021	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	28.05.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.06.2021	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Клименко В.М.

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Люлька Д.М.

(прізвище та ініціали)

## Анотація

У даному дипломному проекті, запропонований проект модернізації сепаратора-гомогенізатора ОКВ, призначеного для безперервної гомогенізації (дроблення) жирових кульок до розміру не більше 4 мкм і одночасного очищення його від сторонніх домішок. В проекті передбачено зміну конструкції барабану і вдосконалення розміщення тарілок на тарілотримачі (збільшення кількості пакетів) з метою збільшення тривалості безперервної роботи та більш рівномірного розподілу молока в міжтарілковому просторі.

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини.

В розрахунково-пояснювальній записці приведені розділи по особливостях конструкції запропонованого обладнання і умови його експлуатації. Розглянуті питання організації, проведення ремонтно-монтажних робіт та охорони праці. Проведені розрахунки основного технологічного обладнання.

В графічну частину входить: загальний вигляд обладнання, його вузли та деталі й їх кількість, а також технологія виготовлення модернізованого барабану. Графічна частина містить п'ять листів формату А1.

Ключові слова: сепаратор, Сепаратор-гомогенізатор, молоко, вершковіддільник, жирові кульки, гомогенізація, модернізація.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотація</b>	<b>1704.82.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

## Summary

In this diploma project, the project of modernization of the separator-homogenizer of OKV intended for continuous homogenization (crushing) of fat balls to the size no more than 4 microns and its simultaneous clearing of foreign impurity is offered. The project envisages changing the design of the drum and improving the placement of plates on the plate holder (increasing the number of packages) in order to increase the duration of continuous operation and a more uniform distribution of milk in the interplate space.

The diploma project consists of a calculation and explanatory note and a graphic part.

In the settlement-explanatory note sections on features of a design of the offered equipment and conditions of its operation are resulted. The issues of organization, repair and installation works and labor protection are considered. Calculations of the main technological equipment are carried out.

The graphic part includes: general view of the equipment, its units and details and their quantity, and also technology of manufacturing of the modernized drum. The graphic part contains five sheets of A1 format.

Key words: separator, Homogenizer separator, milk, cream separator, fat balls, homogenization, modernization.

## Зміст

Анотація.....	1
Вступ.....	3
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі .....	5
2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....	11
3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	13
4. Будова та принцип роботи обладнання.....	14
5. Опис запропонованого технічного рішення.....	20
6. Вибір конструкційних матеріалів.....	21
7. Розрахункова частина:	
7.1. Технологічний розрахунок.....	23
7.2. Енергетичний розрахунок.....	27
7.3. Механічний розрахунок.....	30
8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту:	
8.1. Установка й вивірка сепараторів.....	40
8.2. Пуск сепаратора.....	44
8.3. Робота сепаратора.....	45
8.4. Зупинка й розбирання.....	46
8.5. Мийка сепаратора.....	46
8.6. Змащування сепараторів.....	47
9. Технологія виготовлення окремих деталей:	
9.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів.....	49
9.2. Відповідність вибраної деталі вузла умовам взаємозамінності, надійності та довговічності.....	50
9.3. Розробка робочого креслення вибраної деталі.....	51

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>1704.82.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

9.4. Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі:	
9.4.1. Вибір методу одержання заготовки.....	51
9.4.2. Розрахунок припусків.....	52
9.4.3. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	53
9.4.4. Розрахунок токарної операції.....	57
9.4.5. Вибір обладнання.....	59
9.4.6. Вибір пристосувань.....	60
10. Система управління.....	61
11. Заходи з охорони праці та техніки безпеки.....	64
12. Охорона довкілля (екологічний розділ).....	66
Висновки.....	69
Список використаної літератури.....	70
Додатки.....	71

## Вступ

Харчова промисловість зараз об'єднує більше 40 галузей, які виробляють різні типи продуктів харчування. Основними серед цих галузей є молочна, цукрова, борошномельно-круп'яна, м'ясна, олійно-жирова, хлібопекарська, пивоварна, спиртова, плодоовоче-консервна, тютюнова, рибна, виноробна, кондитерська та ін. У розміщенні підприємств цих галузей важливу роль відіграє розміщення сировини та споживача. Ті з них, які використовують малотранспортабельну сировину (що швидко псується) або велику кількість сировини, тяжіють до неї. Це — цукрова, олійна, рибна, плодо-овочеконсервна, маслоробна та ін. Також є галузі, в яких затрати на транспортування готової продукції значно більші, ніж на перевезення сировини, саме вони орієнтуються на споживача (молочна, пивоварна, кондитерська, хлібопекарська та ін.). На споживача і сировину орієнтуються тютюнова, м'ясна, борошномельно-круп'яна та інші галузі.

У молочній промисловості виділяють молочноконсервну, маслоробну, незбираномолочну і сироробну галузі. Підприємства молочної галузі розміщуються по всій території України у великих і невеликих містах. Молчноконсервна промисловість орієнтується на сировину, а інші галузі — на споживача.

Технічна база українських підприємств харчової промисловості за декілька останніх років оновлюється дуже швидко. Поряд з обладнанням, виготовленим в минулі роки, з'являється обладнання виготовлене українськими машинобудівними заводами, поставлені зарубіжними фірмами, суільними підприємствами. У процесі модернізації обладнання найбільшим економічним варіантом є такі рішення, які сфокусовані на раціональне використання сировини і матеріалів, впровадження техніки що зменшує використання матеріалів та впровадження більш нових технологій.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>1704.82.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркулш</i> 1/71

Харчова промисловість є однією з найбільш важливих галузей народного господарства країни, сенс якої полягає у вчасній переробці рослинної та тваринної сировини і забезпеченні масового виробництва продуктів харчування. Ця промисловість включає в себе також виробництво продуктів у фасованому та запакованому вигляді, це забезпечує зміну і вдосконалення системи торгівлі та дозволить знизити витрати на товарообіг.

Сепаратори молочної промисловості відносяться до основного обладнання, яке застосовується при переробці молока, це обладнання використовують для видалення домішок з молока, а також для одержання вершків, нормалізації та гомогенізації молока, відділення білка і жиру від сироватки під час виготовлення молочного цукру, відділення білка в період вироблення сиру кисломолочного та в інших технологічних процесах, пов'язаних із розділом дисперсних частин середовища.

Сепаратори класифікують:

- за їх виробничим призначенням
- за конструктивними особливостями приймально-відвідних пристроїв,
- за способом видалення осаду з барабана.

У молочній промисловості частіше за інші застосовують вершковіддільники й очисники.

Сепаратори молочної промисловості поділяють на сепаратори з ручним і автоматизованим розвантаженням осаду. Сепаратори з автоматизованим розвантаженням осаду називають саморозвантажувальними, а саморозвантажувальні сепаратори бувають як з безперервним так і з пульсуючим (періодичним) розвантаженням осаду.

До саморозвантажувальних сепараторів з безперервним вивантаженням осаду належать, зокрема, сепаратори для відокремлення білкового згустку і бактофуги, а з пульсуючим вивантаженням осаду — молокоочисники і вершковіддільники.

У сепараторах з безперервним вивантаженням осаду розвантаження барабану відбувається через сопла, що знаходяться в стінках барабану.

У сепараторах із періодичним вивантаженням осаду розвантаження барабана здійснюється за рахунок періодичного переміщення рухомого днища вниз на певний час за допомогою гідростатичного тиску продукту. Осад, що накопичився на стінках барабана, видаляється через кільцеву щілину, що утворюється за рахунок опускання рухомого днища барабана. Після вивантаження осаду днище знову піднімається вгору за рахунок гідравлічної системи і продовжує утримуватися в цьому положенні до іншого розвантаження. Також існують інші види та конструкції пристроїв для періодичного розвантаження осаду.

## 1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Будемо порівнювати сепаратор-гомогенізатор ОКВ та сепаратор-нормалізатор-молокоочисник Г9-ОМ-4А, що має ручне вивантаження осаду.

Сепаратор-гомогенізатор ОКВ зображений(рис.1.1) є призначеним для безперервної гомогенізації (дроблення) жирових кульок до розміру не більш 4 мкм і одночасного очищення його від сторонніх домішок.

Сепаратор складається з такої основних вузлів: приймально-відвідний пристрій, барабан, станина з приводним механізмом.

У сепараторі-гомогенізаторі ОКВ молоко подається в барабан через центральну трубку в середину тарілотримача, звідки отвір у нижній частині сепаратора прямує в отвори тарілок, піднімається ними до верхньої частини барабану і розтікається в міжтарілкових зазорах. Саме тут відбувається сепарування молока.

Вершки, є більш легкою частиною молока відтискаються ближче до осі барабану й по зовнішніх каналах у тарілотримачі надходять вгору та потрапляють у камеру гомогенізації. Під час обертання барабану, а разом з ним вершків, виступи, що знаходяться на нерухливому диску сприяють утворенню кавітації, що супроводжується зміною величини швидкості та напрямку, що викликає подрібнення (роздроблення) жирових кульок.

Вершки, що проходять через канали диска, мають певний запас енергії та значну швидкість. Виходячи з диска через отвори, вершки потрапляють у кільцевий зазор, що знаходиться між центральною трубкою і трубкою для вершків та опускаючись униз, перемішуються з молоком. При цьому різко змінюється швидкість, напрямок та зменшується запас енергії вершків, який витрачається в більшій мірі також на дроблення жирових кульок вершків.

Вершки, що потрапили в молоко, направляються на повторне сепарування.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</b>	<b>1704.82.КР.11.001 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

Не великі жирові кульки, що утворювалися (до 4 мкм) при повторному сепаруванні не будуть виділятися з молока, а нестимуться разом з ним. Будуть виділятися тільки більші жирові кульки.

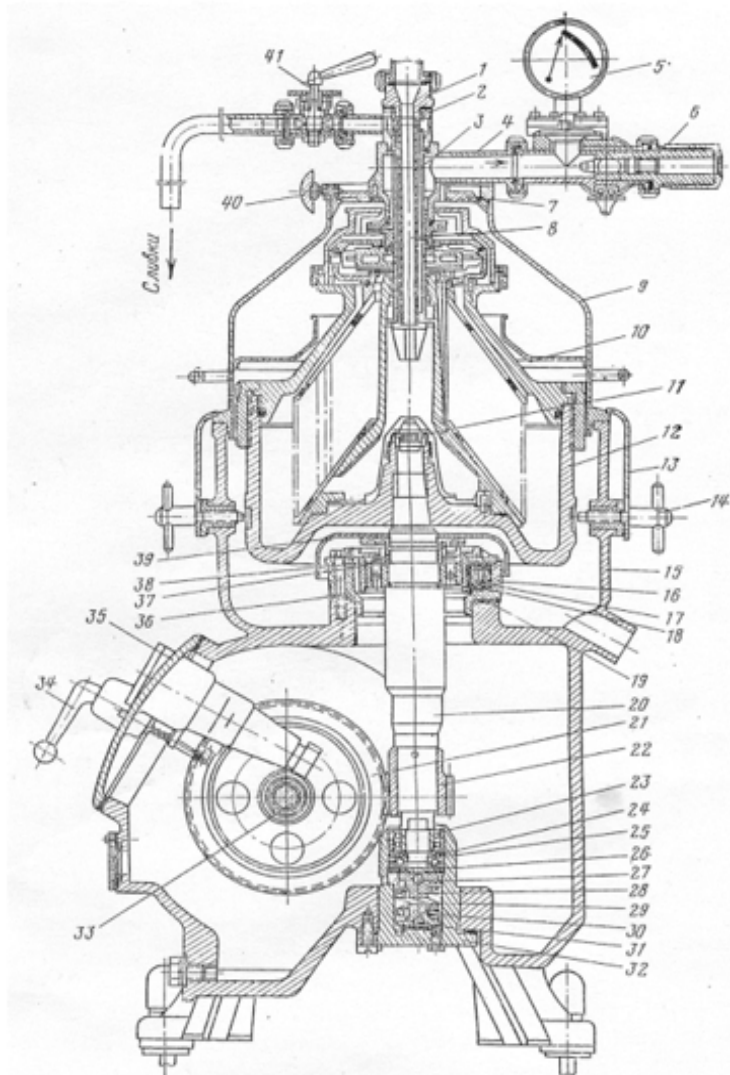


Рис. 1.1. Сепаратор -гомогенізатор ОКВ:

1-гайка-перехідник; 2-приймач вершків; 3-трубка для вершків; 4-приймач гомогенізованого молока; 5-манометр; 6-регулювальний вентиль; 7-диск; 8-центральна трубка; 9-ковпак; 10-збірник; 11-гайка веретена; 12-барабан; 13-затискна планка; 14-упорний гвинт; 15-станина; 16-гвинт; 17 і 29 -пружина; 18-ковпачок; 19 і 23-шарикопідшипник; 20-веретено; 21 і 22-гвинтові зубчасті колеса (шестерні); 24-шайба; 25-упорний шарикопідшипник; 26-сухар; 27 і 31-кульки; 28 і 30-чашки; 32 -склянка; 33-горизонтальний вал; 34-гальмо; 35-кришка станини з тахометром і пульсатором; 36-корпус; 37-обойма; 38-кільце; 39-кришка; 40-затискної гвинт; 41-кран для вершків.

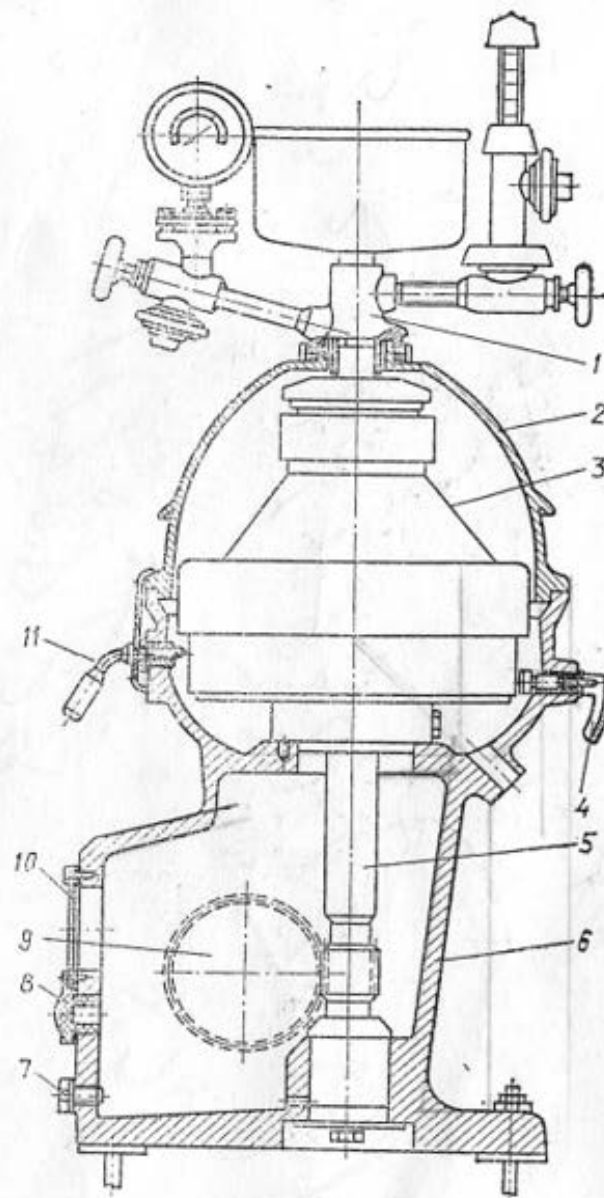


Рис. 1.2. Сепаратор-нормалізатор-молокоочисник Г9-ОМ-4А:

1-приймально-відвідний пристрій; 2-ковпак; 3-барабан; 4-тормоз; 5-вертикальний вал; 6-ста- нна; 7-пробка для спуску мастила; 8- показник рівня мастила; 9- горизонтальний вал; 10-криш- ка; 11- стопорний гвинт.

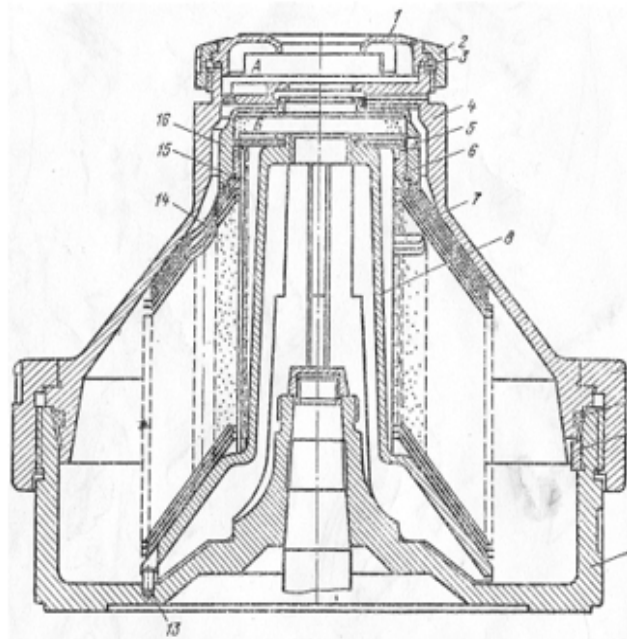


Рис. 1.3. Барабан сепаратора-нормалізатора-молокоочисника Г9-ОМ-4А:

1-кришка; 2-гайка; 3,10 і 15-ушільнюючі кільця; 4-кришка барабана; 5 і 13- штифти; 6-верхня тарілка; 7-тарілка комплекту; 8-тарілотримач; 9-гайка барабана; 11-шпонка; 12- основа барабана; 14-отвір у тарілках; 16-розділююча тарілка; А і Б- камери для знежиреного молока і вершків.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика сепаратора

№	Характеристика	ОКВ	Г9-ОМ-4А
1	Продуктивність, л/год	4900	5000
2	Частота обертання барабану, об/хв	6000	6500
3	Кількість тарілок в барабані, шт	94	39
4	Тривалість безперервної роботи, год	2,5	2,5
5	Міжтарілковий зазор, мм	0,4;0,6	2
6	Потужність електродвигуна, кВт	5,5	4
7	Маса сепаратора, кг	513	410
Габаритні розміри, мм:			
8	довжина	1004	900
9	ширина	790	680
10	висота	1529	1315

Сепаратор Г9-ОМ-4А призначений для безперервної нормалізації молока по жиру з одночасним очищенням від забруднення. Сепаратор Г9-ОМ-4А та

сепартор ОКВ відрізняються за пристроєм барабана та будовою, загальною будовою сепаратора, а також приймально-відвідним пристроєм.

У сепараторі-нормалізаторі-молокоочиснику очищене молоко через отвори у тарілках, які утворюють вертикальні канали, з міжтарілкових просторів піднімається вгору і потрапляють камеру напору молока. Внутрішні розміри цієї камери підібрані так, що молоко заповнює другу частину міжтарілкового простору від отворів та простору в тарілках до відкритого рівня молока в камері.

Від дії відцентрової сили при проходженні молока в міжтарілковому просторі виділяється частина жиру, яка відтискається другою частиною молока до осі барабану, саме за рахунок цього утворюються вершки. Під дією збільшення кількості молока вершки підіймаються за рахунок відтискання вгору в камеру вершків. Через це в барабані сепараторів утворюються два обсяги: обсяг, зайнятий вершками та обсяг, зайнятий молоком.

В барабані між цими двома обсягами утворюється гідродинамічна рівновага та безперервний процес обміну фракціями. Сепаратор дозволяє виділити з молока до 1,5% жиру у вигляді вершків, що має жирність від 25 до 40% при одночасному його очищенні.

Кількість вершків, що виділяються регулюється від нуля (коли, жирність вихідного молока дорівнює жирності нормалізованого молока) до необхідної кількості, що має залежність саме від жирності вихідного молока. Кількість та жирність вершків (вихідних) можна регулювати вентилями на виході молока та вершків і регулятором-клапаном кількості вершків. Сепаратор регулюють в залежності від жирності молока, що надходить на нормалізацію й очищення, по кількості й жирності вихідних вершків.

Для нормальної роботи сепаратора потрібно, щоб тиск на виході молока був постійним, що налаштовується один раз регулювальним вентиляем, що знаходиться на виході молока. Також продуктивність має бути постійна. Певну жирність вихідних вершків встановлюють за допомогою регулювального

вентеля, наприклад 30%. Таким чином для одержання нормалізованого молока, що має жирність 3,2% повинно бути виділено 150 л/год вершків, що мають жирність молока 3,6%. Якщо із сепаратора виходить більше вершків, то їх кількість можна зменшити за допомогою регулювального клапана.

Як ми бачимо сепаратор ОКВ має більшу масу та більші габаритні розміри, а також потребує більшу кількість електроенергії. Частота обертання барабану трохи менша ніж сепаратора Г9-ОМ-4А. Але майже однакова продуктивність.

Доцільно в сепараторі ОКВ збільшити продуктивність, тривалість безперервної роботи, збільшивши об'єм грязьового простору, знизити енерговитрати чи зменшити габаритні розміри або масу сепаратора, забезпечити більш рівномірне розподілення молока в міжтарілковому просторі. Якщо забезпечити хоча б один із цих пунктів, це призведе до покращення характеристики обладнання повністю та надасть перевагу над сепаратором Г9-ОМ-4А.

## 2. Техніко-екномічне, соціальне обґрунтування

Головною ціллю даного дипломного проекту є необхідності розробки або модернізації даного обладнання з позицій: технічної, соціальної та економічної доцільності.

Головну увагу потрібно приділити основним техніко-економічних намірах та прийнятті рішення вибору конструкції машин і апаратів, що модернізуються чи пректуються.

Саме молочна промисловість України є однієї зі стратегічно важливих галузей для харчової промисловості. Вона об'єднує в собі виробників із переробки молочних продуктів та молока. Кінцевими продуктами цього великого промислового комплексу є молоко в асортименті, а також побічна продукція – ряжанка, йогурт, сир, кефір та ін. Головними цілями та задачами для галузі є: підвищення якості продукції, підвищення обсягів виробництва, зменшення кількості ручної праці та підвищення екологічності обладнання та технологій.

На даний момент екологічний стан України досить складний, в наш час екологічні проблеми практично не мають уваги та практично не вирішуються. Тому також вирішення екологічних проблем в харчовій промисловості є кроком для значного покращення екологічного стану країни. Задачею для конструкторів є створення обладнання яке б мало зменшені газо-паро енерговитрати, мінімальні скиди та викиди речовин, їхня утилізація та використання екологічно чистих матеріалів для конструкції.

Таким чином основною задачею інженерів-конструкторів при розробці обладнання є забезпечення молочної промисловості більш сучасним обладнанням з високим технічним рівнем, зменшенням кількості ручної праці, високим ступенем автоматизації та можливістю його уніфікації.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Техніко-екномічне, соціальне обґрунтування</b>	<b>1704.82.КР.11.002 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

В проекті розроблено зміну конструкції барабану і зміну розміщення тарілок на тарілотримачі та збільшення кількості пакетів з метою

продовження тривалості безперервної роботи, це дасть змогу більш рівномірному розподілу молока в між тарілковому просторі.

Застосування нового барабану зі збільшеним грязьовим простором (тобто об'ємом) призведе до збільшення безперервної роботи з 2,5 до 3,25 год., тобто час на видалення домішок та миття барабану за добу значно скоротиться в порівнянні з попередніми даними, а отже це дасть змогу збільшити продуктивність з 94570 л/добу до 98000 л/добу. Таким чином продуктивність збільшиться на 3430 л (3,63%).

Заміна двох пакетів тарілок зможе забезпечити більш рівномірне розподілення молока в міжтарілковому просторі, а саме таких тарілок (46 із зазором 0,4 мм і 48 із зазором 0,6 мм) на три (34 із зазором 0,4 мм, 30 із зазором 0,5 мм і 30 із зазором 0,6 мм), але при чому висота всіх пакетів тарілок майже не зміниться.

Тож, можна сказати, що покращений модернізований сепаратор-гомогенізатор ОКВ буде доцільним до впровадження на заводах, що сприятиме організації високого продуктивного виробництва з більшим рівнем автоматизації, що приведе до збільшення об'ємів виробництва та економічного розвитку галузі.

Економічна ефективність, що виникла за рахунок впровадження даної модернізації підтверджується наступними технологічними розрахунками

### 3.Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції

Основою при модернізації і проектуванні як обладнання так і підприємств є визначення кількості напівфабрикатів та сировини потрібних для виготовлення певної заданої кількості, що необхідна для кінцевого продукту виробництва.

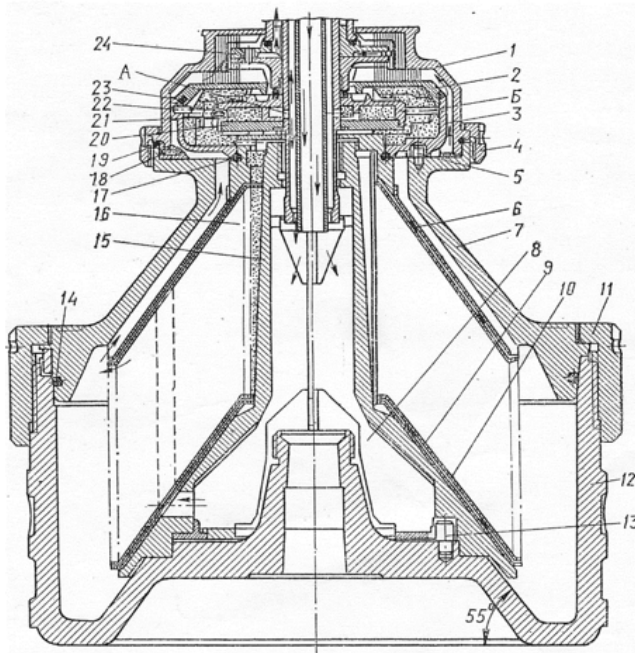
Характеристика вхідного матеріалу та готової продукції:

1	Жирність молока (на вході в сепаратор)	3,6%
2	Жирність нормалізованого молока (на виході із сепаратора)	3,2%
3	Температура молока на вході в сепаратор при ламінарному русі	40°C
4	Жирність вершків на виході із сепаратора	30%
5	Кількість вершків на виході із сепаратора	150 л/год
6	Кількість молока на виході із сепаратора	4750 л/год
7	Продуктивність сепаратора	4900 л/год
8	Густина плазми	1026,6 кг/м <sup>3</sup>
9	Густина жиру	905 кг/м <sup>3</sup>

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції</b>	<b>1704.82.КР.11.003 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

#### 4.Будова та принцип роботи обладнання

Сепаратор-гомогенізатор ОКВ має призначення для безперервної гомогенізації (дроблення) жирових кульок до розміру менше 4 мкм та одночасного очищення його від різних сторонніх домішок. Пристрій сепаратора-гомогенізатора ОКВ зображений на рис. 1.1. Приводний механізм сепаратора має веретено 20, на якому надіто зубчасте гвинтове колесо 22, закріплене конічним штифтом. В кришці станини 35 установлені пульсатор та тахометр. Шпindel 5 тахометра отримує обертання від горизонтального валу 33. На цьому валу знаходиться бронзове зубчасте гвинтове колесо. Барабан обертання отримує через пружну муфту, фрикційну відцентрову муфту та зубчасту гвинтову передачу на веретено, на верхньому кінці якого встановлений барабан, закріплений гайкою 11. Гальмування барабана під час зупинки здійснюється гальмуванням бандажа фрикційної муфти спеціальним гальмом 34 з рукояткою.



Барабан (рис.4.1) сепаратора має три пакета тарілок, які складається з 34 тарілок із зазором 0,4 мм, 30 із зазором 0,5 мм і 30 із зазором 0,6 мм. Різна висота міжтарілкових просторів трьох частин пакета тарілок сприяє більш рівномірному розподілу молока між тарілками. На відстані 103 мм від осі тарілок зроблені отвори, що утворюють у пакеті вертикальні канали. Ця відстань в 1,5 рази більше, ніж у

се-

**Рис. 4.1 Барабан сепаратора ОКВ**

параторів-вершковіддільників такої

Відповідальна організація <b>НУХТ</b> <b>ж продуктивності.</b>	Технічне узгодження Лялька Д.М	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Клименко В.М	Назва, додаткова назва <b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	<b>1704.82.КР.11.004 ПЗ</b>			
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/71

Пакет тарілок насаджений на тарілкотримач 15,установлений у корпусі 12 і зафіксований штифтом 13.

У внутрішній порожнині тарілкотримача вміщені крильчатки 8. Вгорі пакета тарілок встановлена розділова тарілка 6, яка накрита кожухом 7, з'єднаним з корпусом за допомогою гайки 11 барабана. Герметичність з'єднання досягається за допомогою стискою ущільнювального кільця 14.

Камера молока створена кришкою 1 кожуха, яка герметично з'єднана з ним гайкою 4 і ущільнювального кільця 19. Під-ча загвинчування гайки 4 герметично поєднується корпус 3 із кришкою 2. У камері розміщенй диск 24 напору молока для його відведення.

Приймально-відвідний пристрій слугує для забезпечення беззупинної подачі молока та виводу гомогенізованого очищеного молока й вершків.

Молоко подається у барабан безпосередньо через молокопровод, з'єднаний з центральною трубкою через гайку-перехідник. На центральну трубку надіта трубка для вершків, з'єднана з гайкою-перехідником на різьбі.

По просторі між трубками проходять вершки. Із трубкою поєднана з диском 20 (див. рис. 3.1). гомогенізації вершків. На трубку насаджено диск напору молока, приймач молока 4 (див. рис. 1.1) та приймальник вершків 2. Герметичне з'єднання між цими частинами досягається стисненням ущільнюючих кілець при закручуванні гайки-перехідника 1.

До патрубка приймача вершків під'днані манометр 5 та регулювальний вентиль 6, а також кран для регулювання кількості вихідних вершків у випадку відводу їх під-час нормалізації. Коли не потрібно відводити вершки, кран знаходиться повністю закритий.

Приймально-відвідний пристрій, встановлено у фланці ковпака 9 та під'єднаним до нього пристроєм диска приймальника молока також двох зажимних гвинтів. Ковпак накриває барабан. Він встановлений у чаші станини та закріплений в ній затисною планкою, 13 та упорними гвинтами 14. У випадку

порушення герметичності камери усередині ковпака є збірник 10 з від- відним ріжком що служить для збору вершків або молока.

Принцип дії сепаратора для очищення та гомогенізації молока.

Принцип дії сепараторів, що розроблені для очищення молока заснований на елементарній теорії сепарування тобто очищення, розглянутої нижче.

У відцентрових молокоочисниках молоко очищується від сторонніх домішок, часток зсілого білка, частково від мікроорганізмів, кліток й інших часток, щільність яких більше, ніж щільність молока. Для очищення молока зазвичай застосовують тарілчасті відцентрові молокоочисники в оновному напівзакритого типу.

Молоко потрапляє в барабан сепаратора через поплавкову регуляторну камеру по трубці в центрі або безпосередньо із трубопроводу в центральну трубку. Потім воно надходить в тарілотримач та його каналами проходить до периферійної частини барабана в грязьовий простір.

Направляючись по кільцевому простору поміж стінкою барабана та пакетом тарілок, молоко розподіляється шарами між тарілками й переміщається до осі барабана. У грязьовому просторі проходить процес очищення, закінчується він в міжтарілкових просторах. Очищене молоко з міжтарілкових просторів по зовнішніх каналах тарілотримача направляється вагору у камеру, звідки входить через напірний диск і подається на наступну переробку.

Сторонні домішки, так як є більш важкими, під дією відцентрової сили переміщаються в молоці до периферії та осідають на стінках барабану, заповнюючи грязьовий простір. Безперервна тривалість роботи сепаратора залежить від об'єму грязьового простору барабанку та від чистоти молока.

У сепараторі ОКВ молоко подається в барабан по центральній трубці у внутрішню порожнину тарілотримача, звідки через отвір у нижній частині надходить в отвори тарілок, піднімається в них до гори барабану й розподіляється по міжтарілковим зазорах. Тут відбувається сепарування(очищення) молока.

Вершки так як є більш легко. частиною молока відтискуються до осі барабана й по зовнішнім каналах у тарілотримачі потрапляють вгору й надходять до камери гомогенізації.

Камера складається з корпусу 3 (див. рис. 3.1) із кришки 2. Герметичне з'єднання камери досягається стисненням ущільнювальючих кілець 17 та 23. У камері встановлений диск 20 що має дві трубки та виступи Б. Розміри диска та камери підібрані так, що диск трубками-соплами «птопає» у вершках. При обертанні барабана, а разом з ним і вершків, виступи нерухливого диска допомагають утворенню кавітації, що супроводжується зміною величини швидкості та напрямку, що викликає дроблення жирових кульок.

Вершки, проходячи через канали диска, мають певний запас енергії та певну швидкість. Виходячи з диска через отвори А, вершки надходять у кільцевий зазор між центральною трубкою 8 (див.рис.3.1) і трубкою для вершків 3 та, опускаючись униз, перемішуються з молоком. При цьому різко змінюється швидкість, її напрямок і падає запас енергії вершків, який витрачається в більшій мірі також на дроблення жирових кульок вершків.

Вершки, потрапивши в молоко, направляються на повторне сепарування. Жирові кульки, що утворювалися (до 4 мкм) при повторному сепаруванні не будуть виділяються з молока, а просто несуться з ним. Виділятися будуть тільки великі жирові кульки.

При режимі, що встановився, виділення великих жирових кульок і їх дроблення відбуваються в беззупинному процесі, так що в молоці, що надходить у грязьовий простір з міжтарілкових просторів, утримується стільки жиру, скільки у вихідному молоці. Якщо є потреба то частину вершків можна відвести із сепаратора. Тоді вершки по кільцевому зазору, що знаходиться між центральною трубкою та трубкою для вершків піднімаються вгору у камеру вершків і виводяться із сепаратора через вершкокопровід. Користуючись частковим відводом вершків, можна нормалізувати молоко по жиру.

Гомогенізоване та очищене молоко, а саме із грязьового простору надходить у простір, що є між розділовою тарілкою 6 і кожухом 7 барабану (див. рис. 3.1), по ньому піднімається вгору й надходить у камеру молока.

У великої кількості сепараторів-молокоочисників обсяг грязьового простору становить зазвичай 1 см<sup>3</sup> на 1 л годинної продуктивності. Кількість відкладень від 0,03 до 0,06%.

У міжтарілковому просторі під-час руху молока від периферії до осі важщі частки виділяються і осідають на нижній частині верхньої тарілки, проникаючи через товщу молока. Осілі частки скочуються по тарілці до грязьового простору. Гарне очищення можливе під-час ламінарного потоку молока та зниженні в'язкості за рахунок підвищення його температури. Звичайне молоко очищають при 40—45° С.

Ламінарність потоку зазвичай залежить від кількості рідини, що проходить по міжтарілковому простору. Зі збільшенням кількості тарілок та із зменшенням до певного розміру відстані між тарілками рух молока між тарілками стає більш ламінарним.

Ступінь очищення молока залежить зазвичай також від частоти обертання барабану та деяких інших факторів.

Для одержання ламінарного потоку між тарілками потрібно, щоб кількість молока, що проходить крізь міжтарілковий простір, було менше критичного, при якому з'являється турбулентний рух молока.

При очищенні молока під дією відцентрової сили жирові кульки направляються до осі обертання барабана. Тому що молоко теж рухається до осі барабана, тому жирові кульки, що виділилися, рухаються з молоком. Наступне перемішування, що на виході забезпечує вирівнювання рівномірності розподілу жирових кульок у молоці.

В барабані жирові кульки дробляться, це відбувається головним чином через зміну величини та напрямку швидкості руху молока в більшій мірі при вході в барабан і при виході з нього.

У масі, що вийшла при очищенні молока, вміщуються різні мікроорганізми, тому їх потрібно знищити. Пропускна можливість сепаратора-молоко- очисника в 2 рази більше, ніж у сепаратора-вершковіддільника при тих жсамих розмірах барабану.

### 5.Опис запропонованого технічного рішення

Через модернізацію сепаратор ОКВ отримає збільшений грязьовий простір барабану, за рахунок цього об'єм, де відкладаються домішки збільшиться з 0,00208 м<sup>3</sup> до 0,002755 м<sup>3</sup>, таким чином тривалість безперервної роботи також збільшиться з 2,5 год. до 3,25 год. Отже годинна продуктивність не зміниться, а добова продуктивність збільшиться від 94570 л/добу до 98000 л/добу, таким чином збільшення буде дорівнювати 3430 л (3,63%). Рівномірніше розподілення молока в міжтарілковому просторі отримуємо за рахунок заміни двох пакетів тарілок (46 із зазором 0,4 мм і 48 із зазором 0,6 мм) на три (34 із зазором 0,4 мм, 30 із зазором 0,5 мм і 30 із зазором 0,6 мм), але також висота всіх пакетів тарілок майже не зміниться. Саме ці переваги зроблять машину більш досконалішою з аналогами, що існують.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Опис запропонованого технічного рішення</b>	<b>1704.82.КР.11.005 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

## 6. Вибір конструкційних матеріалів

В харчовій промисловості дуже велика увага приділяється до вибору матеріалів конструкцій. Основною вимогою є допуск матеріалу до контакту з харчовим продуктом. Натомість у таких випадках де нема прямого контакту вузлів обладнання з харчовими продуктами раціонально використати загальні машинобудівні критерії підбору матеріалів. Раціональною конструкцією машини чи апарату вважають таку, в якій фізичні властивості конструкційних матеріалів деталей використанні найбільш прийнятно для одержання необхідної жорсткості, зносостійкості, міцності при найменшій вазі та вартості

У сепараторі-гомогенізаторі ОКВ головним харчовим продуктом являється молоко, тож головну увагу потрібно приділити всім деталям, що контактують з ним. Це кришка барабану його корпус, а також тарілотримач, тарілки та трубка відводу молока і вершків, центральна трубка, камера гомогенізації та ін. Оскільки це обладнання працює на достатньо великих швидкостях (6000 об/хв), то вибрати потрібно такий конструкційний матеріал, який забезпечить достатню жорсткість, міцність, зносостійкість деталей та добре контактуватиме з молоком, не спричиняючи негативні наслідки на себе а також продукт.

Тож, всі деталі, які будуть контактувати із молоком будуть зі сталі 12Х18Н9ТЛ. Вона зазвичай використовується для легованих виливків з особливими властивостями за ГОСТ 2176-77. Використовується в різних деталях машинобудівництва, що працюють при температурі менше 700 °С. Сталь має жаростійкість до 750 °С, лишається жаропрочною при температурі до 600 °С, корозійностійка, аустенітного класу. Хімічний склад сталі 12Х18Н9ТЛ: кремній - 0.20-1.0 %; марганець - 1.0-2.0%; мідь, не більше 0.30%; хром 17.0-20.0%; нікель 8.0-11.0%; титан, не більше 0.60%; вуглець, не більше 0.12%; сірка, не більше 0.03%; фосфор, не більше 0.035%.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>	<b>1704.82.КР.11.006 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

Наприклад такі деталі: зубчасте колесо, шестерня, вал та ін., які не будуть контактують із молоком, але в свою чергу беруть велику участь у роботі обладнання, мають бути достатньо надійні і міцні. Спираючись на це, вибираємо конструкційну леговану хромовану сталь 40Х за ГОСТ 4543-71. Механічні властивості сталі 40Х: термообробка-гартування при 860 °С, масло; відпуск при 500 °С, вода чи масло. Хімічний склад сталі сталі 40Х: марганець – 0,5-0,8%; кремній - 0.17-0,37 %; мідь, не більше 0.30%; нікель, не більше 0.30%; хром 0,8-1,1%; сірка, не більше 0.035%; фосфор, не більше 0.035%; вуглець,- 0.40%.

Корпус сепаратора не контактує із молоком, він призначений тримати в собі всі деталі і витримувати всі динамічні навантаження. Тож, вибираємо матеріал СЧ 15 ГОСТ 1412-79. Саме він застосовується для виготовлення виливків. Хімічний склад цієї сталі сталі 40Х: фосфор, не більше 0.2%; кремній – 2-2,4 %; сірка, не більше 0.15%; вуглець-3,5-3,7%; марганець – 0,5-0,8%.

## 7. Розрахункова частина

*Дані для розрахунку:*

1. Частота обертання барабану.....6000 об/хв
2. Продуктивність.....4900 л/год
3. Загальна маса сепаратора.....513 кг
4. Кількість комплектних тарілок.....94 шт
5. Радіус тарілки:
  - максимальний.....160 мм
  - мінімальний.....50 мм
6. Висота тарілки.....145 мм
8. Зовнішній діаметр барабана .....450 мм
9. Маса барабану .....170 кг
10. Температура молока.....40 °С
11. Кут нахилу тарілок.....55 град
12. Габаритні розміри:
  - довжина.....1004 мм
  - ширина.....790 мм
  - висота.....1529 мм

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Люлька Д.М</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Клименко В.М</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Розрахункова частина</b>	<b>1704.82.КР.11.007 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В.Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/71</b>

## 7.1 Технологічний розрахунок

Спираючись на дослідження Г. І. Бремера, визначене співвідношення конструктивних факторів і фізичних властивостей продукту :

$$\left[ \frac{z \cdot n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha (R_B^3 - R_M^3)}{M} \right] \cdot \left[ \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot r_1^2 \right] = 0,055 \quad (7.1.1)$$

де  $z$  -кількість міжтарілкових зазорів (тарілок);

$n$  -частота обертання ротора, об/с;

$\alpha$  -кут нахилу твірної тарілки, град;

$R_B$  -максимальний радіус тарілки, м;

$R_M$  -; мінімальний радіус тарілки у зоні розподілення, м

$M$  -продуктивність(кількість рідини, що поступає у ротор), м<sup>3</sup>/с;

$\rho_1, \rho_2$  -густина відповідно середовища і частинки, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  -коефіцієнт динамічної в'язкості середовища, кг/(м·с);

$r_1$  -радіус частинки, м.

З цього співвідношення визначається розмір (радіус) частинок, що можуть перетнути товщину рідини за час перебування в міжтарілковому просторі:

$$r_1 = 0,235 \cdot \sqrt{\frac{M \cdot \mu}{z \cdot n^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot (R_B^3 - R_M^3)}} \quad (7.1.2)$$

$$r_1 = 0,235 \cdot \sqrt{\frac{0,0014}{92 \cdot 100^2 \cdot \operatorname{tg} 55 \cdot 116000 \cdot (0,16^3 - 0,050^3)}} = 0,36 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,36 \text{ мкм}$$

$$\frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} = 2900 \cdot t_{\text{мол}} = 2900 \cdot 40 = 116000; \quad M = \frac{4900}{1000 \cdot 3600} = 0,0014 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Визначаємо фактор розділення:

$$F = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{\omega^3}{M} \cdot z \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (7.1.3)$$

$$F = \frac{2 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{628^3}{0,0014} \cdot 92 \cdot (0,16^3 - 0,050^3) \cdot \operatorname{tg} 55 = 0,943 \cdot 10^{11}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 6000}{30} = 628 \text{ c}^{-1}$$

Опір розділення:

$$\tau = \frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot d^2 \quad (7.1.4)$$

$$\tau = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{\mu} \cdot r^2 = \frac{2}{9} \cdot 116000 \cdot 0,36 \cdot 10^{-6} = 0,0093 \text{ сек}$$

$$E = \frac{1}{\tau} \quad (7.1.5)$$

$$E = 18 \cdot \frac{\mu}{(\rho_1 - \rho_2)} \cdot d^2 = \frac{1}{0,0093} = 107,53 \text{ 1/сек}$$

Таким чином, фактор розділення сепаратора перевищує опір розділення  
молока в:

$$\frac{F}{E} = \frac{0,943 \cdot 10^{11}}{107,53} = 0,88 \cdot 10^9 \text{ разів}$$

Оптимальна відстань між тарілками:

$$h_{\text{opt}} = 0,96 \cdot \sqrt[4]{\frac{M \cdot (R_B^3 - R_M^3) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{R_B^4 \cdot n^2}} \cdot \frac{\mu}{\rho_1 - \rho_2}, \text{ м} \quad (7.1.6)$$

$$h_{\text{opt}} = 0,96 \cdot \sqrt[4]{\frac{0,0014 \cdot (0,16^3 - 0,050^3) \cdot \operatorname{tg} 55}{0,16^4 \cdot 100^2}} \cdot \frac{1}{116000} = 0,00173 \text{ м}$$

Час перебування молока в міжтарілковому просторі:

$$\tau = \frac{\pi \cdot z \cdot h \cdot (R_{\max}^3 - R_{\min}^3)}{M \cdot \cos \alpha}, \text{ с;} \quad (7.1.7)$$

$$\tau = \frac{\pi \cdot 94 \cdot 0,0015 \cdot (0,16^3 - 0,050^3)}{0,0014 \cdot \cos 55^\circ} = \frac{0,00176}{0,0008} = 2,19 \text{ с.}$$

Тиск, створений напірними дисками:

$$P = \varphi \cdot \rho \cdot \omega^2 \cdot (R^2 - 0,5 \cdot r^2), \text{ Па;} \quad (7.1.8)$$

де:  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує вплив тиску ( $\varphi = 0,35 \div 0,40$ );

$\rho$  – густина вивідної рідини фракції, кг/м<sup>3</sup>;

$R$  – зовнішній радіус напірного диску, м;

$r$  – внутрішній радіус кільця рідини, м;

$\omega$  – кутова швидкість барабану, рад/сек.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 6000}{30} = 628 \text{ с}^{-1} \quad (7.1.9)$$

Отже:

$$P = 0,37 \cdot 1070 \cdot 628^2 \cdot (0,055^2 - 0,5 \cdot 0,035^2) = 376700 \text{ Па} = 0,37 \text{ МПа.}$$

Розрахунок добової продуктивності:

У сепаратора-гомогенізатора ОКВ (не модернізованого) продуктивність була 4900л/год., а тривалість безупинної роботи - 2,5 год. та об'єм грязьового простору - 0,00208м<sup>3</sup>.

Враховуючи те, що мийка барабану складає приблизно 40 хв. (15 хв.-миття гарячою водою та 10-15 хв. - розчином каустичної соди та 10 хв. – холодною водою) розбивши день на проміжки,можемо знайти добову продуктивність:

$$P_{д1} = P_{п1} \cdot T_{1} \cdot n_{1}$$

(7.1.10)

де:  $P_{п1}$  – продуктивність сепаратора - 4900л/год.,

$T_{1}$  – тривалість безперервної роботи - 2,5 год,

$n_{1}$  – кількість годин роботи.

$$P_{д1} = 7 \cdot (2,5 \text{ год} \cdot 4900 \text{ л/год}) + 1,8 \cdot 4900 \text{ л/год} = 94570 \text{ л.}$$

У сепаратора-гомогенізатора ОКВ (модернізованого) продуктивністю 4900л/год., збільшений об'єм грязьового простору до 0,002755м<sup>3</sup>, тож маємо тривалість безперервної роботи до 3,25 год..

Можемо знайти добову продуктивність:

$$P_{д2} = P_2 \cdot T_2 \cdot n_2$$

$$(7.1.11)$$

$$P_{д2} = 6 \cdot (3,25 \text{ год} \cdot 4900 \text{ л/год}) + 0,5 \cdot 4900 \text{ л/год} = 98000 \text{ л.}$$

Різниця добової продуктивності:

$$\Delta P_{д} = P_{д2} - P_{д1} \quad (7.1.12)$$

$$\Delta P_{д} = 98000 \text{ л.} - 94570 \text{ л.} = 3430 \text{ л.,}$$

$$\text{або } x = \frac{3430 \text{ л} \cdot 100\%}{94570 \text{ л}} = 3,63\% .$$

## 7.2 Енергетичний розрахунок

Енергія, яка постачається до сепаратора, в значній мірі витрачається на поєднання кінематичної енергії рідини, що викидається; та на подолання сил тертя ротора об повітря; на витрати енергії у редукторі та на подолання сил тертя в підшипниках.

Розрахунок витрати потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (7.2.1)$$

Потужність (в кВт), яка витрачається на надання кінематичної енергії рідині, що відводиться з сепаратора без протитиску, можемо визначити за формулою:

$$N_1 = \varphi \cdot \frac{M \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot \gamma_p}{2 \cdot 1000 \cdot g}, \text{ кВт}, \quad (7.2.2)$$

де:  $\gamma_p$  - питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>;

$R$  - відстань від осі обертання до вихідних отворів;

$\omega$ -кутова швидкість обертання ротора,  $\omega = \frac{\pi}{30} = \frac{\pi \cdot 6000}{30} = 628 \text{ c}^{-1}$

$n$ -частота обертання ротора за хвилину;

$\varphi$ -коефіцієнт, що враховує реальну швидкість струмення,  $\varphi = 1,0 \div 1,02$ .

$$\text{Тоді: } N_1 = \varphi \cdot \frac{M \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot \gamma_p}{2 \cdot 1000 \cdot g} = 1,01 \cdot \frac{0,0014 \cdot 628^2 \cdot 0,16^2 \cdot 1070}{2 \cdot 1000 \cdot 9,81} = 0,778 \text{ кВт}$$

Потужність, що витрачається на надання кінетичної енергії рідині, яка відводиться з сепаратора з протитиском на виході рідкої фракції:

$$N_{1ap} = \frac{M \cdot P}{\eta \cdot 1000} = \frac{0,0014 \cdot 376700}{0,3 \cdot 1000} = 1,758 \text{ кВт} \quad (7.2.3)$$

де:  $P$ -тиск на виході рідини, створюваний напірним диском, Па/м<sup>2</sup>;

$\eta$ -ККД напірного диску,  $\eta = 0,3$ .

Потужність, яка необхідна для подолання сил тертя барабана об повітря(аеродинамічний опір):

$$N_2 = 1,55 \cdot \beta \cdot \rho \cdot n^3 \cdot R^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos \alpha} + 5 \cdot \frac{H}{R} + 1 \right), \text{ кВт}; \quad (7.2.4)$$

де:  $\beta$ -експериментальний коефіцієнт,  $\beta = 18 \cdot 10^{-5}$ ;

$\rho$ -густина повітря,  $\rho = 1,2 \div 1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$H$ -висота циліндричної частини барабана, м;

$R$ -зовнішній радіус барабана, м;

$n$ -частота обертання барабана,  $\text{c}^{-1}$ .

Тоді:

$$N_2 = 1,55 \cdot 18 \cdot 10^{-5} \cdot 1,25 \cdot 100^3 \cdot 0,2250^5 \cdot \left( \frac{1}{\cos 55} + 5 \cdot \frac{0,220}{0,2250} + 1 \right) = 1,535 \text{ кВт};$$

Подолання тертя в основах барабана(потужність) :

$$N_3 = \frac{\mu \cdot m \cdot \pi \cdot d_B \cdot n \cdot g}{60 \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (7.2.5)$$

де:  $\mu$  - коефіцієнт тертя,  $\mu = 0,3$ ;

$m$  - маса частин сепаратора, що обертаються (маса барабана і рідини в ньому), кг;

$d_B$  - діаметр шийки веретена, м;

$g$  - прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

Тоді: 
$$N_3 = \frac{0,3 \cdot 170 \cdot 3,14 \cdot 0,030 \cdot 100 \cdot 9,81}{60 \cdot 1000} = 0,078, \text{ кВт}$$

Загальна витрата потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = (0,778 + 1,758) + 1,535 + 0,078 = 4,15 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна:

$$N_{ДВ} = \frac{1,1 \cdot N}{\eta} \quad (7.2.6)$$

$$N_{ДВ} = \frac{1,1 \cdot 4,15}{0,85} = 5,37 \text{ кВт}$$

де  $\eta = 0,85$  - коефіцієнт корисної дії двигуна (ККД).

Приймаємо двигун потужністю 5,5 кВт.

Час пускового періоду сепаратора:

$$\tau_{III} \approx \frac{1,2 \cdot J_{\delta} \cdot \omega_{\delta}^2}{2000 \cdot k \cdot N_{ДВ} \cdot \eta_{ПР}} \quad (7.2.7)$$

$$\tau_{III} \approx \frac{1,2 \cdot J_{\delta} \cdot \omega_{\delta}^2}{2000 \cdot k \cdot N_{ДВ} \cdot \eta_{ПР}} = \frac{1,2 \cdot 3,55 \cdot 628^2}{2000 \cdot 0,8 \cdot 5,5 \cdot 0,85} = 224 \text{ сек} = 3,44 \text{ хв}$$

де:  $J_{\delta}$  - динамічний момент інерції барабану.

$k$  - коефіцієнт використання потужності двигуна в період розгону барабану сепаратора. При пускових муфтах з відомими колодками  $k = 0,25 \div 0,3$ ; при муфтах з ведучими колодками  $k = 0,6 \div 0,8$ ; при безпосередньому з'єднанні двигуна й сепаратора-  $k = 0,8 \div 1,2$ .

Динамічний момент інерції:

$$J_{\sigma} = m \cdot r_0^2 \quad (7.2.8)$$

$$J_{\sigma} = 170 \cdot 0,1445^2 = 3,55 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де  $m$  - маса барабану, кг;

$r_0$  - радіус інерції барабану, м.

### 7.3 Механічний розрахунок

Товщина стінки ротора:

Барабан сепаратора працює на досить високих обертах. Відцентрові сили, що утворюються при цьому, викликають високі напруження у матеріалі, з якого виготовлені окремі частини барабана: кришка, корпус, з'єднувальне (затяжне) кільце.

Для швидкохідних машин циліндричний корпус можна розраховувати як товстостінну трубу і диски, що швидко обертаються. У даному випадку найбільше сумарне напруження:

$$\sigma_t = \frac{\rho \cdot V^2}{4 \cdot a^2} \cdot (3,3 + 0,7 \cdot a^2) + \frac{\rho_{жс} \cdot V^2}{2} \cdot \frac{1 + a^2}{1 - a^2}, \text{ кг/см}^2 \quad (7.3.1)$$

де:  $V$  - колова швидкість на внутрішньому радіусі стінки корпусу:

$$V = r_0 \cdot \omega \text{ м/с}; \quad (7.3.2)$$

$$V = r_0 \cdot \omega = 0,22 \cdot 628 = 138,16 \text{ м/с}$$

де:  $\omega$  -кутова швидкість, рад/с;

$\rho$  -густина матеріалу корпусу, кг/см<sup>3</sup>;

$\rho_{ж}$  -густина сепарованого продукту, кг/см<sup>3</sup>;

$a$  -відношення внутрішнього радіусу стінки корпусу до зовнішнього:

$$a = \frac{r_0}{R} \quad (7.3.3)$$

$$a = \frac{0,220}{0,2250} = 0,98,$$

$$\sigma_t = \frac{8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 138,16^2}{4 \cdot 0,98^2} \cdot (3,3 + 0,7 \cdot 0,98^2) + \frac{1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 138,16^2}{2} \cdot \frac{1 + 0,98^2}{1 - 0,98^2} = 642,665 \text{ кг/см}^2 \cdot$$

Для вибору методу розрахунку корпусу ротора потрібно заздалегідь визначити критерій подібності Ньютона:

Якщо  $\rho = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$  (для сталі), тоді:

$$Ne = 11,35 \cdot 10^6 \cdot \frac{\sigma_T}{r_0^2 \cdot n^2 \cdot K_V} \quad (7.3.4)$$

де:  $\sigma_T$  -межа текучості, кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_T = 800 \text{ МПа}$  ;

$n$  -частота обертання ротора, об/хв;

$K_V$  -запас міцності по швидкості,  $K_V = 2$ .

$$Ne = 11,35 \cdot 10^6 \cdot \frac{800}{0,22^2 \cdot 6000^2 \cdot 2} = 2605$$

Якщо  $Ne \geq 2,5$ , обичайку корпусу можна розрахувати відповідно до формул тонкостінних оболонок:

$$\sigma_T = \frac{\rho_P \cdot V^2 \cdot \varphi}{2} \cdot \frac{r_0}{h} + \rho \cdot \omega^2 \cdot r_0^2 \quad (7.3.6)$$

$$\sigma_T = \frac{1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 138,16^2 \cdot 1 \cdot 0,22}{2 \cdot 0,145} + 8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 628^2 \cdot 0,22^2 = 167,563 \text{ МПа}$$

Товщина стінки корпусу ротора (барабана):

$$h = \frac{r_0}{2} \cdot \frac{\lambda \cdot \varphi \cdot \sigma_0}{([\sigma] - \sigma_0)}, \text{ м} \quad (7.3.7)$$

де:  $[\sigma]$  - допустиме напруження (кг/см<sup>3</sup>),  $[\sigma] = \sigma_T / 2, \text{ Н/м}^2$ ;

$\lambda$  - співвідношення густин сепарованої рідини і матеріалу корпусу:

$$\lambda = \frac{\rho_P}{\rho} \quad (7.3.8)$$

$$\lambda = \frac{1,026 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = 0,12825.$$

$\varphi$  - коефіцієнт заповнення ротора рідиною,  $\varphi = 1$ ;

$\sigma_0$  - напруження в стінці, що виникають як наслідок дії на метал

відцентрової сили:

$$\sigma_0 = \frac{\rho \cdot V^2}{2} = \rho \cdot \left( \frac{\pi \cdot n \cdot r_0}{30} \right)^2 \quad (7.3.9)$$

$$\sigma_0 = 1,026 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 6000 \cdot 0,22}{30} \right)^2 = 19,6 \text{ Н/м}^2$$

$$\text{Тоді, } h = \frac{0,22}{2} \cdot \frac{0,12825 \cdot 1 \cdot 19,6}{\left( \frac{167,563}{2} - 19,6 \right)} = 0,0043 \text{ м}$$

Товщина днища:

Товщина обичайки у місці її з'єднання з днищем :

$$h_0 = \frac{h \cdot \rho_p}{(176 \cdot 10^{-6} \cdot V - 0,2) \cdot \rho - 66 \cdot 10^{-9} \cdot V} \quad (7.3.10)$$

$$h_0 = \frac{0,0043 \cdot 1,026 \cdot 10^{-3}}{(176 \cdot 10^{-6} \cdot 138,16 - 0,2) \cdot 8 \cdot 10^{-3} - 66 \cdot 10^{-9} \cdot 138,16} = 0,0031 \text{ м}$$

Товщина днища мусить задовольняти умову

$$h_{дн} \geq 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 0,0043 = 0,00645$$

Товщина кришки:

Товщина стінки на різній відстані від осі обертання ротора при  $\varphi = 1$  :

$$h_{кр} = \frac{h \cdot R_x}{2 \cdot \cos \alpha \left( \frac{[\sigma]}{\sigma_0} - 1 \right)} \quad (7.3.11)$$

$$\text{при } R_{\max} = 0,225 \text{ м} \quad h_{кр} = \frac{0,0043 \cdot 22,5}{2 \cdot \cos 30 \left( \frac{83,78}{19,6} - 1 \right)} = 0,017 \text{ м}$$

$$\text{при } R_{\min} = 0,085 \text{ м} \quad h_{кр} = \frac{0,0043 \cdot 8,5}{2 \cdot 0,50 \left( \frac{83,78}{19,6} - 1 \right)} = 0,011 \text{ м}$$

де:  $R_x$  - відстань від осі обертання, на якій визначається товщина стінки кришки, см;

$\alpha$  - кут нахилу твірної стінки кришки до вертикалі, град.

З'єднувальне кільце, при затягуванні його ключем прижимає кришку ротора за рахунок захвату до корпусу. На захват діють зусилля: реакції опори, що виникає при складанні ротора, і тиску рідини на кришку ротора у вертикальному напрямку. У великих роторах реакція опори зазвичай складає 2...3% від тиску рідини на кришку, тож це можна не враховувати.

Повний осьовий тиск на кришку:

$$P = \frac{\pi \cdot \rho_p \cdot \omega^2}{4} \cdot (R^2 - r^2)^2, H \quad (7.3.12)$$

де:  $R, r$  - радіус кришки відповідно максимальний і мінімальний, м.

$$P = \frac{3,14 \cdot 1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 628^2}{4} \cdot (0,225^2 - 0,085^2)^2 = 5980 \text{ Н}$$

Конструктивно прийнявши розмір ширини захвату і змінивши розділене навантаження зосередженим, можна визначити товщину захвату, а із розрахунку на вигин в перерізі:

$$\sigma = \frac{M_{32}}{W} = \frac{P \cdot e}{2} \cdot \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2} \leq [\sigma]_{32} \quad (7.3.13)$$

Звідки:

$$a \geq \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\sigma]_{32}}}, \text{ м} \quad (7.3.14)$$

де:  $M_{32}$  - згинальний момент, Н/м;

$W$  - момент опору, м<sup>3</sup>;

$[\sigma]_{32}$  - допустиме напруження на вигин, Н/м<sup>2</sup>;

$R$  - зовнішній радіус захвату, м;

$P$  - повний осьовий тиск, Н/м<sup>2</sup>;

$e$  - ширина захвату, м.

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot 5980 \cdot 0,018}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0,0011, \text{ м.}$$

Для перевірки на зріз використовують формулу:

$$a \geq \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\tau]_{\text{ср}}} = \frac{5980}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 75 \cdot 10^6} = 0,0063, \text{ м}$$

де:  $[\tau]_{3p}$  - допустиме напруження на зріз, Н/м<sup>2</sup>.

Зовнішній радіус кільця  $R_k$  визначається із умов міцності на розтягування по перерізу:

$$R_k \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot [\sigma]_p}} + R_p, \text{ м} \quad (7.3.15)$$

$$R_k = \sqrt{\frac{5980}{3,14 \cdot 520 \cdot 10^6}} + 0,225 = 0,474$$

де:  $[\sigma]_p$  - допустиме напруження на розтягування, Н/м<sup>2</sup>;

$R_p$  - зовнішній радіус нарізки кільця, м.

Крім того, у з'єднувальному кільці у результаті дії, що створюється за рахунок маси кільця відцентрової сили з'являються напруження у тангенціальному і радіальному напрямках. Напруження у радіальному напрямку дуже малі, тож їх можна не враховувати. Напруження у тангенціальному напрямку можна визначити за формулою:

$$\sigma = \frac{\rho \cdot \omega^2}{4} \cdot [(3+m) \cdot R_k^2 + (1-m) \cdot R_p] \leq [\sigma] \quad (7.3.16)$$

$$\sigma = \frac{1,026 \cdot 10^{-3} \cdot 628^2}{4} \cdot [(3+0,3) \cdot 0,474 + (1-0,3) \cdot 0,225] = 174,1 \text{ МПа} \leq 200$$

де:  $m$  - коефіцієнт Пуассона (для сталі  $m = 0,3$ ).

#### Перевірка міцності вертикального валу.

Вал вважають жорстким при  $\omega < 0,7 \cdot \omega_{кр}$  і гнучким при  $\omega \geq 1,3 \cdot \omega_{кр}$ .

Критичну швидкість вертикального ротора можна розраховують за формулою:

$$\omega_{кр} = \frac{l}{L} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}, \text{ рад/сек.} \quad (7.3.17)$$

де:  $l$  - відстань між опорами вала, м;

$L$  - відстань від центру тяжіння ротора до нижньої опори, м;

$m$  - маса ротора, кг;

$K$  - масштаб системи горлової опори, Н/м:

$$K = 1,5 \cdot K_1 \quad (7.3.18)$$

де:  $K_1$  - масштаб однієї пружини, тобто, навантаження, яке деформує пружину, на одиницю довжини, Н/м:

$$K_1 = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3} \quad (7.3.19)$$

$$K_1 = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 0,008^4}{8 \cdot 6 \cdot 0,04^3} = 43,7 \text{ кН}$$

$$K = 1,5 \cdot K_1 = 1,5 \cdot 43,7 = 65,55 \text{ кН}$$

де:  $G$  - модуль зсуву,  $G = 8 \cdot 10^4$ , МН, м<sup>2</sup>;

$d$  - діаметр дроту пружини, м;

$n$  - число робочих витків пружини;

$D$  - середній діаметр пружини, м.

$$\omega_{KP} = \frac{l}{L} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{0,35}{0,7} \cdot \sqrt{\frac{65,55 \cdot 10^3}{170}} = 11,087 \text{ с}^{-1}$$

Знаючи величину  $\omega_{KP}$ , можна визначити критичну частоту обертання  $n_{KP}$ :

$$n_{KP} = \frac{30 \cdot \omega_{KP}}{\pi} = \frac{30 \cdot 9,818}{3,14} = 105,9 \text{ об / сек}$$

Розрахунок розмірів нарізного з'єднання:

$$\sigma = \frac{M_{зз}}{W} = \frac{P \cdot e}{2} \cdot \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2} \leq [\sigma]_{зз} \quad (7.3.20)$$

Число витків різьби:

$$z = \frac{n \cdot P \cdot h}{\pi \cdot r_p \cdot t^2 \cdot [\sigma]_{зг}} \quad (7.3.21)$$

$$z = \frac{6000 \cdot 5980 \cdot 0,005}{3,14 \cdot 0,194 \cdot 0,02^2 \cdot 110 \cdot 10^6} = 7$$

Крок різьби:

$$t = 2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (7.3.22)$$

$$t = 2 \cdot \pi \cdot r_p \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,194 \cdot \operatorname{tg} 5 = 0,02 \text{ м}$$

Вважаючи, що все навантаження лягає на один виток, визначають напруження згину:

$$\sigma = \frac{P}{\pi \cdot (R_p^2 - r_p^2)} \leq [\sigma]_{зр} \text{ Па} . \quad (7.3.23)$$

$$\sigma = \frac{5980}{3,14 \cdot (0,199^2 - 0,194^2)} = 157 \text{ МПа} \leq 170 \text{ МПа}$$

Визначаємо загальне передаточне число:

$$u_{нр.} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad (7.3.24)$$

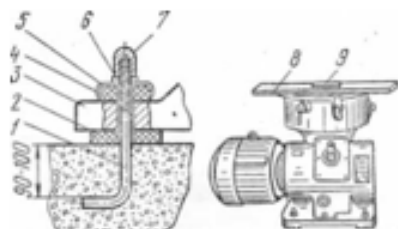
де:  $Z_1$  -число зубців ведучого зубчастого колеса,  
 $Z_2$  -число зубців веденого зубчастого колеса.

$$u_{np.} = \frac{65}{16} = 4.06$$

## 8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту

### 8.1 Установа й вивірка сепараторів

#### 8.1 Установа й вивірка сепараторів



Вітчизняні сепаратори мають встановлювати на фундаменті на гумових амортизаторах 2 і 4

(рис.6.1.1) та кріплять до нього

фундаментними болтами 1.

**Рис.8.1.1 Кріплення до фундаменту** а - кріплення до фундаменту: 1- фундаменту та вивірка сепаратора: болт, 2, 4 - гумові амортизатори, 3 - лапа станини сепаратора, 5 - металевий ковпачок, 6 - гайка, 7 - контргайка; б - вивірка сепаратора на горизонтальність і вертикальність: 8- лінійка, 9 - монтажний брусковий рівень.

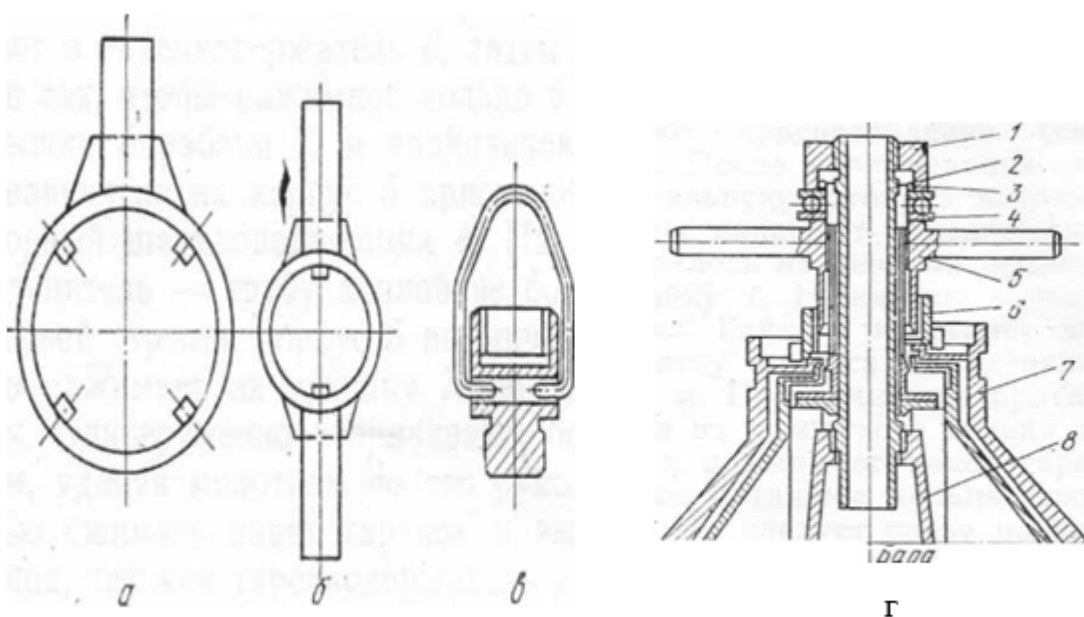
Для нормальної та для безпечної роботи сепаратор має бути встановлений так, щоб веретено було розташовано строго вертикально, а верхня проточена крайка чаші станини (базова поверхня) встановлено горизонтально. Для цього сепаратор встановлюють за рівнем. При цьому на базову поверхню при знятому барабані сепаратора розташовують перевірочну сталеву лінійку 8 (рис.8.1.1), на яку розміщують монтажний брусковий рівень 9. Вивірку роблять в двох взаємно перпендикулярних напрямках: спочатку — уздовж поздовжньої лінії осі сепаратора, паралельної лінії осі симетрії електро- двигуна, а потім уздовж поперечної осі сепаратора, перпендикулярної першому напрямку та минаючої через вісь веретена. Якщо крайка чаші станини встановлено горизонтально, то повітряний пухирець в ампулі рівня повинен розташовуватися посередині шкали. При малих

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Лялька Д.М	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Клименко В.М	Назва, додаткова назва <b>Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту</b>	1704.82.КР.11.008 ПЗ				
	Документ затверджено Миранчук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/71	

відхиленнях від горизонтальності піджимають гайки 6 (рис. 8.1.1)

фундаментних болтів навхрест; при трохи більших відхиленнях під нижні амортизатори 2 розміщують сталеві підбивки П-образної форми які мають різну товщину.

Для кожного сепаратора надається комплект запасних частин та інструмента й пристосувань, у якому є інструменти та пристосування для складання барабану



**Рис. 8.1.2 Інструмент і пристрій для збирання барабану сепаратора**

інструмента й пристосувань, у якому є інструменти та пристосування для складання барабану (рис. 8.1.2): ключі які призначені для великого й малого затяжних кілець, знімач тарілотримача й основи барабану. До сепараторів великої продуктивності (ОСН, ОКВ, ОСМ-5) мають надватися додатково пристосування (рис.6.1.2, г), що служать для стиску пакетів тарілок барабану.

а -ключ від великого затяжного кільця, б — ключ від малого затяжного кільця, в — знімач підстави барабану й тарілотримача, г — пристосування, що зтягує пакет тарілок барабану сепаратора ОКВ: 1— гайка, 2 — центральна трубка, 3 — пружинне запірне кільце. 4 — упорний шарикопідшипник, 5 — корпус пристосування з рукоятками, 6 — натискне кільце, 7 — кришка барабану, 8 — тарілотримач.

При складанні дозволено використовувати тільки прикладені та призначені до сепаратора пристосування.

Перед складанням потрібно пересвідчитися в тому, що деталі та складальні одиниці відповідають номеру сепаратора який збирається, у основі й кришці барабану, тарілотримачі й великим зтяжнім кільці немає тріщин, немає деформацій деталей барабана; на посадкових місцях немає вм'ятин і забоїн.

Після монтажу та вивірки нового сепаратора з нього очищають пил, що

консервує змащення, промивають гарячим содовим розчином та водою й прочищають усі деталі барабану та приймально-відвідного пристрою. У картер станини через пробку 3 (рис. 8.1.3) потрібно залити масло до рівня на 2—3 мм вище середини маслопоказчика, що має 2 ліхтарний тип.

Для перевірки легкості та плавності ходу, відсутності заїдань, а також правильності підключення електродвигуна провертають механізм сепаратора вхолосту ( без барабану) короткочасним включанням електродвигуна. Під час цього веретено повинне обертатися в напрямку годинникової стрілки.

При складанні барабана напівгерметичного сепаратора-

молокоочисника на веретено з допомогою знімача (рис.8.1.2, в) установлюють основу барабану та прикріплюють його гайкою до веретена також перевіряють надійність кріплення та фіксують основу барабана двома стопорними гвинтами 6, які не потрібно загвинчувати дуже туго, тому через

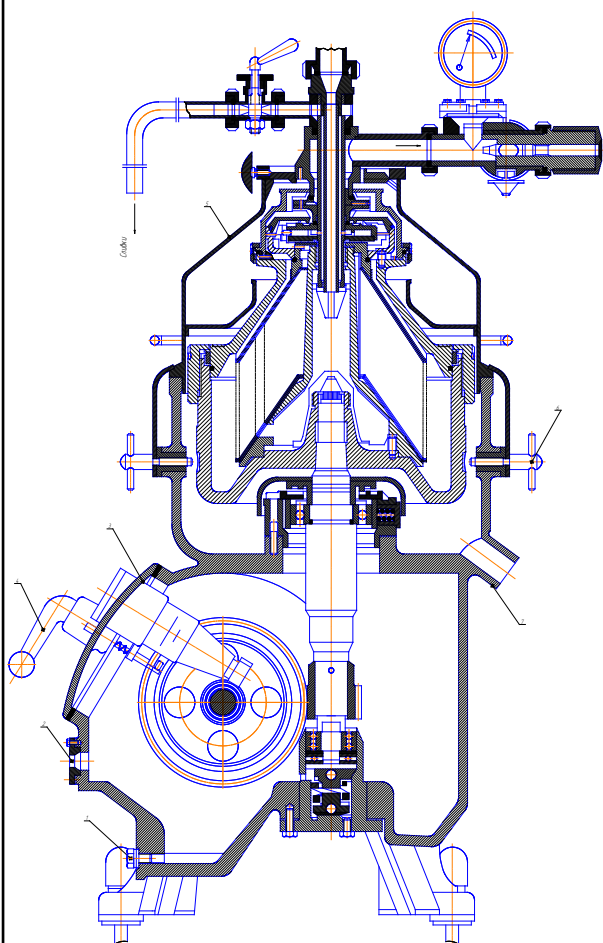


Рис.6.1.3.Сепаратор-вершковіддільник-гомогенізатор ОКВ:  
1-пробка для заливки масла, 2-маслопоказник, 3-Пробка для заливки масла, 4-тормоз,  
5-кришка сепаратора, 6-стопорний гвинт, 7-рожек чаші станини

це можна пошкодити веретено. На хвостовик основи барабана з допомогою того ж знімача встановлюють тарілотримач, що має пакет тарілок які зібрані по порядку номерів, починаючи з номера 1, так, щоб штифт, що в основі барабану ввійшов у паз тарілотримача. (Тарілки можна встановлювати також по одній на тарілотримач після установки його на основу барабана.).

Під-час складання тарілок сепаратора не по порядку номерів або при видаленні декількох тарілок ці пакети будуть нещільно стиснутий. У цьому випадку під-час обертання барабану можливий підйом тарілотримача з пакетом тарілок і та виривання фіксуючого штифта основи барабана. При цьому миттєво може порушитися балансування барабану, що неминуче призведе до аварії. На пакет тарілок надягають нижню розділову тарілку, в отвір тарілотримача потрібно встановити центральну трубку з надягнутим на неї напірним диском, надягнувши верхню розділову тарілку, яка фіксується на нижній розділовій тарілці шпонкою або ж штифтом. У гніздо кришки барабану встановлюють велике гумове кільце та перевіряють на відсутність сторонніх предметів у барабані й надягають кришку барабану так, щоб шпонка основи барабану ввійшла в паз кришки.

На основу барабана закручують проти годинникової стрілки (ліва різьба) велике зтяжне кільце спочатку рукою, а далі спеціальним ключем (рис. 8.1.2., а) до збігу відміток 0 або напівкіл, що є на кришці барабану та на великому зтяжному кільці. Завершальне загвинчування кільця (останню чверть оберту) до збігу відміток 0 роблять легкими ударами молотка по рукоятці ключа. В зібраному виді пакет тарілок має бути щільно стиснутий. Необхідна кількість тарілок позначена на верхній торцевій стороні тарілотримача. Якщо в процесі експлуатації сепаратора зтяжне кільце буде вільно провертатися до збігу відміток, необхідно встановити додатково на пакет тарілок під нижню розділову тарілку одну-дві тарілки, що є в запасних.

Не можна допускати зменшення числа тарілок у пакеті для того щоб уникнути розбалансування барабану та аварії.

Під-час складання барабанів сепараторів великої продуктивності (ОСН, ОКВ, ОСМ-5) застосовується пристосування (рис.8.1.2, г), що служить для стиску пакету тарілок. Після нагвинчування від руки великого затяжного кільця середню трубку 2 вкручують у тарілотримач 8, потім на неї надягають пристосування, щоб натисне кільце 6 зпиралося на верхній фланець кришки барабана 7, і нагин- чують гайку 1. Натисне кільце 6 загвинчено на корпус 5 пристосування. Гайка 1 нажимає на упорний шарикопідшипник 4. На рукоятці корпусу 5 надягнуто подовжувач — труба, що має довжину менше 1 м. Під-час обертання проти годинникової стрілки корпус 5 розгвинчується з прижимного кільця 6, воно також нажимає на кришку 7 барабану та піджимає пакет тарілок. Одночасно загвинчують велике зажимне кільце ключем, не сильно ударяючи молотком по його рукоятці. Не потрібно відразу повністю стискати пакет тарілок і загортати пристосування до кінця, через те, що тарілотримач може піднятися й зійти з фіксуючого штифта, що знаходиться на основі барабану. Велике затяжне кільце зажимають до збігу відміток, знімають пристосування й вивертають центральну трубку 2 з тарілотримача 8.

Після того як склали барабан його звільняють від затискача стопорними гвинтами та повертають вручну за годинниковою стрілкою. Якщо відсутній опір обертання барабану його закривають кришкою (ковпаком) сепаратора 5 (рис.8.1.3) та кріплять її до чаші станини, встановлюючи приймально-відвідний пристрій та на центральну трубку загвинчують поплавкову камеру, в яку поміщують поплавки. У приймачах молока мають бути встановлені гумові кільця та втулка. На патрубку для виходу молока має бути встановлений манометр. Також на патрубку мають бути регульовальні вентиля.

Потім збирають трубопроводи, що служать для підведення та відведення молока. Під-час складання потрібно, щоб трубопроводи мали підставки і їх вага не передавалася на деталі приймально-відвідного пристрою сепаратора.

Перед тим як запустити сепаратор перевіряють рівень масла у картері, дивляться, чи гальма є відпущені та чи викручені стопорні гвинти; перевіряють надійність закріплення кришки сепаратора до станини, приймально-відвідного пристрою та з'єднання трубопроводів, що слугує для продукту.

## **8.2 Пуск сепаратора**

Включивши електродвигун(на малих обертах), слухають, не чи зачіпаються деталі барабану за напірні диски та інші нерухомі частини та деталі. Тривалість розгону барабана до номінальної частоти обертання має відповідати паспортним даним (наприклад, у сепаратора ОСН-6 — 8 хв), що контролюють по пульсатору або тахометру.

При запуску змонтованого (або після ремонту) сепаратора під час його розгону відцентрова фрикційна муфта може нагрівається через прироблення накладок на колодках і також може навіть диміти, що являється нормальним явищем. Такі сепаратори обкатують без барабана приблизно 5—10 хв для змащення всіх підшипники достатньою кількістю масла, через те, що при розгоні барабану ефективність змащення досягається зазвичай тільки при певній частоті обертання веретена. Обкатування вхолосту потрібно також робити після значної перерви в роботі сепаратора.

Після того масло, що має залишки змащення, що консоване, і іншими забрудненнями зливають з картера та заливають свіже масло. Надалі під-час пуску сепаратора в експлуатацію масло заміняють після 15, 30 та 50 годин їхньої роботи.

## **8.3 Робота сепаратора**

Перед подачею молока в сепаратор та після разгону барабана в нього подають гарячу воду, для того щоб промити та прогріти барабан, а також перевірити герметичність його складання.

У напівгерметичних сепараторах для перевірки їхньої герметичності регулювальним вентилям на виході очищеного молока потрібно підняти тиск до робочого та контролюючи його по манометру. Якщо при цьому вода буде випливати з різьки 6 (див. рис. 8.1.2.) кришка сепаратора, виходить, нарушена герметизація напірної камери для молока; якщо вода буде випливати тільки із чаші станини через патрубок 8 — то це порушена герметичність з'єднання кришки барабана із його основою. У цих випадках сепаратор потрібно зупинити, розібрати та перевірити якість та правильність установки всіх гумових ущільнюючих кілець, після чого барабан знову збирають та перевіряють його на герметизацію.

Окрім зазначених причин, вода з різьки кришки сепаратора або патрубка станини іноді може випливати в результаті перевищення тиску над припустимим та переповненим барабаном рідиною. За цього випадку зменшують тиск на виході очищеного молока.

Якщо барабан герметичний то в нього можна подати продукт.

Під час роботи сепаратора потрібно контролювати постійну частоту обертання барабану за допомогою тахометра або пульсатора, тиск на виході молока; відсутність течі продукту з барабана й арматур або масла з картера.

#### **8.4 Зупинка та розбирання**

Після останніх порцій продукту через барабан пропускають воду для того щоб витіснити молоко. Зазвичай гарячу (40—60° С) воду протягом 15 хв, а для остудження барабану — холодну воду (10 хв), після чого вимикають електродвигун. Через 1,5— 2 хв вмикають одночасно обидва гальма.

## 8.5 Миття сепаратора

Після того як сепаратор повністю зупинився розбирають та миють барабан і приймально-відвідний пристрій. Це потрібно робити не рідше одного разу в 7 днів знімаючи із веретена основну частину барабана. Після чого конусну частину веретена (посадкову поверхню) ретельно протирають і змазують спеціальною змазкою.

Тарілки барабана потрібно мити вручну або на спеціальних установках. Лужені деталі миють спочатку за теплої (35—40° С) води, а потім 0,5%-вим розчином кальцинованої соди й промивають чистою гарячою водою. Для мийки алюмінієвих частин застосовують суміш із 0,5%-вого розчину кальцинованої соди й 0,1%-вого розчину рідкого скла, після чого їх можна промити чистою гарячою водою. Алюмінієві деталі можна також мити гарячою водою з милом. Заборонено застосовувати для їхньої мийки концентровані розчини соди та різних кислот.

Приймачі для молока, тарілотримач, напірні диски, центральна трубку й інші важкодоступні для мийки деталі й місця, в тому числі, що контактують із продуктом, миють йоржами та щітками. Гумові ущільнюючі прокладки потрібно мити у теплій (50—60° С) воді та сушити у горизонтальному положенні для того щоб гума не розтягувалася. Прокладки потрібно оберегати від потрапляння мастила через те, що воно швидко руйнує гуму. Це ж правило стосується також до гумових амортизаторів, на яких встановлено сепаратор на фундаменті.

## 8.6 Змащування сепараторів

Під-час зупинки або перерви в роботі сепаратора нефарбовані, але ті, що оброблені деталі, потрібно ретельно витирати, а також ретельно змащувати тонким шаром мастила. У довготривалої перерви в роботі се-

паратора виступний кінець веретена змащують спеціальним технічним вазиліном.

Змащування підшипників, а також зубчастих колес, що знаходяться на горизонтальному та вертикальному валах під час роботи сепаратора забезпечується за допомогою розбризкування масла з картера станини зубчастими колесами. Рівень масла не повинен опускатися нижче від контрольної риски маслопркажчика, — через недостатню кількість масла привод може вийти з ладу.

Для змащування приводу сепаратора рекомендується застосовувати дизельне масло М8Б або сепараторні масла типу "Л" (для машин з потужністю електродвигуна до 10 кВт) і "Т" (потужністю понад 10 кВт). Масло повинно бути чистим, безкислотним, та не містити води і тверді частинки. При заливанні масла потрібно використовувати фільтр.

У сепараторі, що вводиться в експлуатацію, мастило потрібно замінювати декілька разів повністю, бо поки механізм приробляється, масло зазвичай швидко забруднюється. Першу заміну масла роблять через 15-25 год, другу — через 100, третю — через 200 год роботи сепаратора. Надалі масло потрібно замінювати регулярно через кожні 300-500 год.

У разі сильного забруднення масла або якщо у ванну потрапила вода чи продукт, масло потрібно міняти відразу повністю. Перед тим як зливати масло повинне відстоятись. Після видалення масла картер станини обов'язково промивають, а також протирають насухо чистою ганчіркою.

Необхідно постійно перевіряти стан ущільнювальних прокладок масляної ванни.

Внутрішню порожнину станини та приводний механізм потрібно періодично, не менше двох разів на рік, промивати гасом, заливаючи його у картер станини після

видалення забрудненого відпрацьованого масла. Механізм вмикають на 1-2 хв для змивання бруду, що залишився. Промивання повторюють декілька разів. Після завершення промивання у картер потрібно залити нове мастило.

## 9. Технологія виготовлення окремих деталей

### 9.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалів

Якість виробу поряд з технологічністю конструкції характеризується також його функціональністю, тобто здатністю виробу реалізувати свою основну функцію, надійністю ергономічністю, естетичністю, економічністю, безпечністю та екологічністю.

Технологічність деталі визначається матеріалом, геометричною формою, розмірами та їх точністю, якістю поверхонь, заданими фізичними та механічними властивостями. Для кожної оброблюваної поверхні в процесі виготовлення деталі призначають кількість і послідовність виконання технологічних переходів механооброблення, тип основного устаткування, технологічні пристрої, спосіб виготовлення початкової заготовки, застосований різальний та вимірювальний інструмент, базові поверхні, спосіб базування та закріплення заготовки при її обробці.

В даному розділі дипломного проектування розглянемо технологічний процес виготовлення барабана сепаратора. Я обрав для роботи саме цю деталь, оскільки, на мою думку, вона відіграє важливу роль в роботі сепаратора-гомогенізатора ОКВ. Барабан повинен забезпечувати надійність, герметичність та міцність на всіх етапах роботи обладнання, а отже, в свою чергу, потребує якості й точності в процесі виготовлення.

Оскільки робочі поверхні корпусу барабану знаходяться в постійному контакті з харчовим середовищем - молоком, то він повністю виготовляється з корозійностійкої сталі 12Х18Н9ТЛ. Сталь 12Х18Н9ТЛ належить до групи сталей, які мають особливі хімічні властивості.

Хромонікелеві корозійностійкі сталі добре виливаються, що є суттєвою пере-

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія виготовлення окремих деталей</b>	<b>1704.82.КР.11.009 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

вагою при виготовленні самого барабану, який має складну форму.

Заготовку барабана виготовляємо литтям під тиском.

## **9.2. Відповідність вибраної деталі вузла умовам взаємозамінності, надійності та довговічності**

Робоче середовище в процесі роботи обладнання є досить агресивним, крім того, характерним також є наявність високої температури і тиску. Усі ці фактори створюють підвищені вимоги щодо конструкції обладнання.

Сепаратор повинен бути надійним та довговічним на всіх етапах роботи обладнання.

На основі аналізу роботи обладнання можемо сказати, що обраний барабан вимагає особливої точності при виготовленні. Необхідною умовою є дотримання допусків на розміри деталі та забезпечення відповідної шорсткості у місцях прилягання до тарілкодержача, кришки та валу.

У процесі виготовлення деталі, необхідно дотримуватися держстандартів, технології виробництва й інженерних вимог.

Виготовлення барабана сепаратора - трудомісткий технологічний процес, що відбувається за декілька етапів.

Щодо взаємозамінності, то передумовою її є виготовлення деталей з певною точністю за розмірами, формою, розташуванням і шорсткістю поверхонь. При виготовленні заготовки барабану зазначених параметрів способом лиття під тиском, матимемо можливість неповної відповідності геометричних параметрів деталей даного типу. Наступним етапом буде точна механічна обробка з додержанням усіх допусків і параметрів згідно робочого креслення та контроль оброблюваних поверхонь. Усе це дасть можливість досягти повної взаємозамінності деталі.

При руйнуванні барабану його ремонт не проводиться, а замінюють новим.

### **9.3. Розробка робочого креслення вибраної деталі**

Беручи до уваги розмірні співвідношення із креслення загального виду сепаратора-гомогенізатора ОКВ, умови роботи обладнання, а також технологічних

міркувань, розробимо робоче креслення деталі «барабан».

### **9.4. Розроблення технологічного процесу (ТП) виготовлення деталі**

#### **9.4.1. Вибір методу одержання заготовки**

При розробленні технологічного процесу слід керуватись такими рекомендаціями: насамперед обробляють ті поверхні деталі, що є базовими для оброблення найточніших її поверхонь; після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском; потім обробляють поверхні, зняття металу з яких найменшою мірою впливає на їх твердість.

Ознайомившись з технологією виготовлення деталі, складаємо технологічний маршрут. При розробленні технологічного маршруту, вибираємо методи оброблення, кріплення та базування заготовки, що забезпечуватиме надійність її установаження та точність виготовлення.

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

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

Таким чином, маємо завдання, яке передбачає виготовлення барабана заданного зразка. Заготовкою є деталь типу «барабан», виготовлена зі сталі 12X18H9ТЛ (ГОСТ 2176-77) способом лиття під тиском. Беремо по 2,5 мм

припуск на сторону, для  $\varnothing 450$  мм беремо  $\varnothing 455$  мм, для  $\varnothing 400$  мм беремо  $\varnothing 395$  мм, для отвору  $\varnothing 44$  мм беремо  $\varnothing 40$  мм, для висоти 270 мм беремо 275 мм.

### 9.4.2. Розрахунок припусків

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується :

$$\text{двосторонній} - 2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + D_{i-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2})$$

$Rz_{i-1}, D_{i-1}, Tnp$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

$E_{yi}$  - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_{i-1} - T_i$$

$T_{i-1}$  - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення

$T_i$  - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення

Номинальний припуск на оброблення поверхонь

$$2Z_{i\text{ном}} = \frac{2Z_{i\max} + 2Z_{i\min}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні. Розрахунок загального припуску литої заготовки ведемо за найточнішим розміром  $\varnothing 44H7$ .

При обробленні в центрах  $Tnp_1 = 0, E_{y2} = 0$ .

Тоді  $2Z_{2\min} = 2(0 + 0) = 0$  мкм,  $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

$T_1$  - допуск при чистовому точінні,  $T_1 = IT11 = 0$  мкм

$$2Z_{2\max} = 60 + 0 - 39 = 21 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{ном}} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{21 + 60}{2} = 40,5 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

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

$Rz_0, D_0, Tnp_0$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

Для заготовок  $\leq 1250$  мм (табл. 9)  $Rz_0 + D_0 = 600$  мкм,  $Tnp_0 = 0,8$  мм

$E_{y1}$  - похибка установлення при чорновому точінні.

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

$$2Z_{1\min} = 2(600 + \sqrt{800^2 + 100^2}) = 4112 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 21 + 40,5 + 4112 = 4173,5 \text{ мкм}$$

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 5$  мм.

### 9.4.3. Технологічний маршрут виготовлення деталі

Технологічний процес виготовлення деталі матиме вигляд наведений в Таблиці 7.4.3.

«Технологічний маршрут виготовлення деталі» Таблиця 7.4.3.

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент роблювальний, контрольний
1	2	3
10	Заготівельна	Установити, закріпити, зняти
10.1	Відлити заготовку під тиском	За тех. документацією
20	Токарна 1 Установити, закріпити, зняти	Токарно-гвинторізний верстат 16К20 3-кулачковий патрон
20.1	Підрізати торець пов.1, $\varnothing 455$ мм, $Z=2$ мм.	Різець прохідний правий відігнутий, $\varphi = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ$ ; Розміри - $H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15 К6, ШЦ1
20.2	Точити пов.2, $\varnothing 234$ мм, $Z=2$ мм, витримавши розмір 86 мм.	Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^\circ; \gamma = 12^\circ; \alpha = 8^\circ$ ; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм,

		<i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.3	Точити пов.3 під кутом 55°, Z=1 мм	Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0;$ Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, <i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.4	Розточити пов.4, Ø 100 мм, Z=4 мм	Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0;$ Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, <i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.5	Зняти фаску 4x45° пов.5	Різець прохідний правий відігнутий, $\varphi = 90^0; \gamma = 10^0;$ $\alpha = 8^0;$ Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, <i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.6	Точити пов.6 на L=127 мм, Ø 44 мм, начорно, Z=2 мм	Різець прохідний правий відігнутий, $\varphi = 90^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0;$ Розміри- ВxHxL = 16x25x140 мм, <i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.7	Точити пов.6 на L=127 мм, Ø 44Н7 мм, начисто	<i>Різець прохідний правий відігнутий, <math>\varphi = 90^0; \gamma = 10^0; \alpha = 8^0;</math> Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1</i>
20.8	Точити пов.7 на L=73 мм, Ø 48 мм, начорно, Z=2 мм	Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0;$ Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, <i>T15 K6, ШЦ1</i>
20.9	Точити пов.7 на L=73 мм, Ø 48Н7 мм, начисто,	Різець прохідний упорний правий, $\varphi = 90^0; \gamma = 12^0; \alpha = 8^0;$ Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм,

		T15 K6, ШЦ1
20.10	Точити пов.8 на L=41 мм, Ø 54 мм, під кутом 4°, начорно	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
20.11	Точити пов.8 на L=41 мм, Ø 54H7 мм, під кутом 4°, начисто	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
20.12	Точити пов.9 на L=270 мм, Ø 450 мм, Z=2,5 мм	Різець прохідний правий відігнутий, φ = 90°; γ = 10°; α = 8°; Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
20.13	Точити пов.10 на L=93 мм, Ø 440 мм, Z=5 мм	Різець прохідний правий відігнутий, φ = 90°; γ = 10°; α = 8°; Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
20.14	Точити пов.11 на L=20 мм, Ø 440 мм, Z=5 мм	Різець прохідний правий відігнутий, φ = 90°; γ = 10°; α = 8°; Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
20.15	Точити пов.12	Різець фасонний R16
20.16	Точити пов.13	Різець фасонний R10
<b>30</b>	<b>Токарна 2</b> Установити, закріпити, зняти	Токарно-гвинторізний верстат 16K30 3-кулачковий патрон
30.1	Підрізати торець пов.1 , Ø 450 мм, Z=3 мм, витримавши 270 мм	Різець прохідний правий відігнутий, φ = 90°; γ = 10°; α = 8°; Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
30.2	Підрізати торець пов.2 , Ø 68 мм, Z=3 мм, витримавши 56 мм	Різець прохідний правий відігнутий, φ = 90°; γ = 10°; α = 8°; Розміри - ВxHxL = 16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
30.3	Точити пов.3 під кутом 55°, Z=1 мм, витримавши 20 мм	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
30.4	Точити пов.4, Z=1 мм, витримавши 154 мм	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
30.5	Точити пов.5 на L=16 мм, Ø 225 мм, начорно,	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1
30.6	Точити пов.5 на, Ø 225H8 мм, начисто витримавши 10 мм	Різець прохідний упорний правий , φ = 90°; γ = 12°; α = 8°; Розміри - ВxHxL=16x25x140 мм, T15 K6, ШЦ1

30.7	Точити пов.6, Z=2.5 мм, витримавши 400 мм	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.8	Точити пов.7 на L=36 мм, Ø 405 мм, Z=2.5 мм, начорно	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.9	Точити пов.7 на L=36 мм, Ø 405 Н8 мм, начисто	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.10	Точити пов.8 на L=12 мм, Ø 424 мм, Z=9.5 мм, начорно	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.11	Точити пов.8 на L=12 мм, Ø 424 Н8 мм, начисто	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.12	Точити пов.9, Ø 446, Z=2 мм, витримавши 95 мм	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.13	Точити пов.10, Z=3 мм, витримавши 64 мм	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
30.14	Точити пов.11	Різець фасонний R6
<b>40</b>	<b>Токарна 3</b> Установити, закріпити, зняти	Токарно-гвинторізний верстат 16К30, оправка
40.1	Точити пов.1 , Ø 64 мм, Z=2 мм, витримавши 85 мм	Різець прохідний упорний правий , $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 12^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
40.2	Точити канавку пов.2 L=5 мм, Н=5 мм	Різець канавковий, Т15 К6, В=5 мм, $\varphi = 95^{\circ}; \varphi_1 = 95^{\circ};$ Розміри - ВхНхL=16х25х140, ШЦ1
40.3	Нарізати різьбу пов.3 на L=24 мм, M=64x4-6g	Різець різьбовий, Т15 К6, $\gamma = 60^{\circ};$ $\alpha = 3^{\circ};$ ВхНхL=16х25х140, різьбовий калібр
40.4	Нарізати різьбу пов.4 на L=64 мм, M=440x8-6g	Різець різьбовий, Т15 К6, $\gamma = 60^{\circ};$ $\alpha = 3^{\circ};$ ВхНхL=16х25х140, різьбовий калібр
40.5	Зняти фаску 4x45 <sup>0</sup> · пов.5, на глибині 6 мм	Різець прохідний правий відігнутий, $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 10^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ ; Розміри - ВхНхL = 16х25х140 мм, Т15 К6, ШЦ1
40.6	Зняти фаску 4x45 <sup>0</sup> · пов.6	Різець прохідний правий відігнутий, $\varphi = 90^{\circ}; \gamma = 10^{\circ}; \alpha = 8^{\circ};$ ; Розміри -

		VxHxL = 16x25x140 мм, T15 К6,ШЦ1
<b>50</b>	<b>Свердлильна</b> Установити, закріпити, зняти	Сверлильний верстат 2A125, Кондуктор, упор
50.1	Свердлити отвір пов.1 під Ø 10H9	Свердло Ø 9,8, P6M5
50.2	Розвернути отвір пов.1 під Ø 10H9	Розвертка Ø 10 H9, калібр- пробка Ø 10 H9

#### 9.4.4. Розрахунок токарної операції

##### Перехід 40.1 Торцювати поверхню 1 ø 68 мм

Приймаємо глибину різання 2 мм.

Подача табл. №17  $S=0,6...1,2$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,7$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,45}} = \frac{463}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} = 181 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 68} = 850 \text{ об/хв}$$

Приймаємо більшу ближчу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B=1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 1000}{1000} = 213,5 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 29 + 1,5 + 2,5 = 33 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$  - довжина деталі,

$l_1$  - підвід інструменту  $l_1 = 1,5$  мм,

$l_2$  - врізання інструменту,

$l_3$  - перебіг інструменту.

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{33}{1000 \cdot 0,7} = 0,05 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

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

$t_1 = 0,1$  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 40.2 Точити канавку поверхню 2 $\varnothing$ 64 мм

Приймаємо глибину різання 5 мм.

Подача табл. №17  $S=0,6 \dots 1,2$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S=0,7$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,45}} = \frac{463}{120^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} = 158 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 158}{3,14 \cdot 64} = 786,3 \text{ об/хв}$$

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

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 800}{1000} = 170,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 0 + 1,5 + 5 = 6,5 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{6,5}{1000 \cdot 0,7} = 0,01 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

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

### **Перехід 40.3 Нарізати різьбу поверхня 3 М64×4-6g мм, на L=24мм**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкостей.

Витрачений час на нарізання різьби приймаємо :

$$t_0 = 0.4 \text{ хв}$$

### **Перехід 40.4 Нарізати різьбу поверхня 4 М440×8-6g мм, на L=64мм**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкостей.

Витрачений час на нарізання різьби приймаємо :  $t_0 = 1 \text{ хв}$

### **Перехід 40.5 Зняти фаску поверхня 5 4×45 мм**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкостей.

Витрачений час на точіння галтелей і фасок визначають за таб. Д.1.6 дод. 1 і приймають як основний час.

$$t_0 = 0.25 \text{ хв}$$

### **Перехід 40.6 Зняти фаску поверхня 6 4×45 мм**

Частота обертання шпинделя залишається такою самою, як і під час зовнішнього точіння з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкостей.

Витрачений час на точіння галтелей і фасок визначають за таб. Д.1.6 дод. 1 і приймають як основний час.

$$t_0 = 0.25 \text{ хв}$$

**Основний час на виконання токарної операції (Перехід 40.) :**

$$T_0 = \sum_1^i t_0 i = 0,05 + 0,22 + 0,01 + 0,22 + 0,4 + 1 + 0,25 + 0,25 = 2,4 \text{ хв.}$$

### **9.4.5. Вибір обладнання**

Верстати вибирають після визначення видів і послідовності оброблення поверхонь, тобто після розроблення маршруту оброблення деталі. Це означає, що на даному етапі уже вибрано методи оброблення поверхні чи сукупності поверхонь, точність і шорсткість поверхонь після їх оброблення, проміжні

припуски на всі види оброблення та загальний припуск, різальний інструмент, програму випуску деталей і тип виробництва.

Вид і потужності верстатів залежать від виду оброблення, габаритних розмірів деталі, їх точності, необхідної продуктивності оброблення.

Тому, враховуючи всі технологічні вимоги щодо виготовлення деталі, її форми, розмірів та точності для механічного оброблення заготовки обираємо токарно-гвинторізальний верстат 16К20 та 16К30. Для отримання отворів у деталі використовуватимемо свердлильний верстат 2А125. Будова та принцип роботи обраних верстатів цілком задовольняють усі поставлені завданням умови щодо виготовлення деталі «барабан» заданої точності і розмірів.

#### **9.4.6. Вибір пристосувань**

У сучасному машинобудуванні не можна реалізувати спроектований технологічний процес без відповідного технологічного оснащення. Верстатні пристосування використовують для встановлення заготовок на металорізальних верстатах.

При конструюванні пристосувань потрібно широко використовувати стандартні деталі, уніфіковані вузли, корпусні елементи, а також налагодження для універсальних пристроїв, що дає змогу значно зменшити обсяг конструкторських робіт, знизити металомісткість пристрою і значно зменшити витрати праці на їх виготовлення.

Для свердління в барабані отвору під штифт, як пристосування використовуємо кондуктор. До певного роду пристосувань для точної і якісної роботи верстатів при обробці заготовки можна віднести також їх певні складові деталі (трикулачковий патрон, налаштований на розтиснення та стиснення, упор тощо) і вибраний ріжучий інструмент.

## 10. Система управління

Система управління має відповідати за роботу обладнання. Для контролю молока в сепараторі-гомогенізаторі ОКВ встановлено системи управління: кран для вершків, регулювальний вентиль, манометр, тормоз та ін. Для безперервної подачі молока служить приймально-відвідний пристрій, а також він служить для виведення гомогенізованого очищеного молока та вершків.

Молоко потрапляє до барабану через молокопровід, з'єднаний із центральною трубкою гайкою-перехідником. На центральну трубку насаджена трубка для вершків, що має з'єднання за допомогою гайки-перехідника. Через вільне місце між цими трубками проходять вершки. З трубкою поєднаний диск гомогенізації вершків. На трубку надітий диск напору молока, примач молока 4 (див. рис.1.1) і приймач вершків 2. Герметичне з'єднання між цими частинами досягається за рахунок стисканням ущільнювальних кілець за допомогою закручування гайки-перехідника 1.

До патрубку приймача вершків приєднані регулювальний вентиль 6 та манометр 5 та кран що регулює кількість виходячих вершків у разі видалення їх при нормалізації. Коли не потрібно видаляти вершки, кран має бути повністю закритий.

У фланці ковпака 9 встановлено приймально відвідний пристрій він кріпиться до ковпака за допомогою диска приймача та двох затисних гвинтів. Ковпак закриває барабан та є встановленим в чаші станини і закріплений в ній за допомогою затисної плати 13 та упорними гвинтами 14. Щоб збирати вершки або молоко на випадок порушення герметичності камери в середині ковпака є збірник 10, що має відвідний ріжок.

За рахунок дії відцентрової сили під-час проходження молока в міжтарілковому просторі виділяється частина жиру яка переміщується під дією іншої частини молока до осі барабану утворюючи вершки.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Система управління</b>	<b>1704.82.КР.11.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Мирончук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

За рахунок безперервного припливу, вершки піднімаються до гори в камеру вершків. Таким чином, барабан сепаратора утворює 2 об'єми: об'єм, що зайнятий вершками та об'єм, що зайнятий молоком. В барабані під час обертання між цими двома об'ємами утворюється гідродинамічна рівновага та утворюється безперервний обмін фракціями. Сепаратор може дозволити виділити з молока до 1,5% жиру, що є у вигляді вершків жирністю від 25 до 40% при одночасному очищенні.

Кількість вершків, що виділяються регулюється від нуля (коли жирність вихідного молока дорівнює жирності нормалізованого молока) до необхідної кількості, що в свою чергу залежить від жирності вихідного молока. Кількість та жирність вихідних вершків регулюють за допомогою вентилів на виході молока та вершків і регулювальним клапаном кількості вершків. Сепаратор налаштовується відповідно до того яку жирність має молоко, що надходить на очищення та на нормалізацію, за кількістю та жирністю вершків на виході.

Для нормальної працездатності сепаратора потрібно, щоб тиск, що на виході молока був постійним, його потрібно налаштувати один раз, за допомогою регулювального вентиля на виході молока. Також постійною має бути продуктивність. За рахунок регулювального вентиля задають визначену жирність виходячих вершків, наприклад 30%. Тоді для того щоб отримати нормалізоване молоко жирністю 3,2% потрібно виділити 150 л / год вершків при жирності молока 3,6%. Якщо ж з сепаратора виходить більше вершків, то їх кількість можна зменшити за рахунок регулювального клапана.

За сталого режиму роботи виділення більших жирових кульок та їх дроблення відбувається за сталого процесу так, що молоко, що надходить в грязьовий простір містить стільки жиру, скільки в молоці на вході. За необхідності частину вершків можна видалити з сепаратора. Тоді вершки по кільцевому зазору між центральною трубкою і трубкою для вершків піднімаються вгору в камеру вершків і виводяться з сепаратора по вершкопроводу.

Використовуючи частковий відвід вершків можна нормалізувати молоко по жирності.

# 11. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

## 11.1 Шкідливі й небезпечні фактори при експлуатації обладнання. Захист працюючих від них

З'ясуємо небезпечні й шкідливі чинники для працівників при експлуатації сепаратора-гомогенізатора ОКВ. Дане обладнання підвищеної небезпеки, адже частота обертання барабану - 6000 об/хв.. Як наслідок цього, утворюється шум та вібрація.

Категорично забороняється працювати на сепараторі, який не закріплений на фундаменті або встановлений з відхиленням від інструктивних правил.

Для того щоб зменшити шум та вібрацію використовуються гумові прокладки.

Сепаратор-гомогенізатор ОКВ має допустиму температуру, безпечну для працівників, адже подача молока в апарат відбувається при температурі 40°C.

Також дане обладнання працює під тиском, барабан практично повністю заповнений продуктом.

## 11.2 Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання

Для роботи на сепараторі може бути допущений персонал, який пройшов навчання і ознайомився з правилами безпечної експлуатації.

Перед пуском сепаратора необхідно перевірити правильність складання барабана, механізму привода, кріплення приймально-відвідного пристрою, кришки і впевнитись у відсутності сторонніх осіб біля машини.

Гальма сепаратора повинні бути встановлені в робоче положення.

Вмикати сепаратор дозволяється тільки після перевірки рівня мастила в картері.

Кнопка вмикання електродвигуна має бути змонтована поблизу сепаратора.

Підходи до кнопки не можна захищувати сторонніми предметами.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи з охорони праці та техніки безпеки</b>	<b>170482.КР.11.011 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

Електродвигун має бути заземленим.

Не можна знімати, поправляти або встановлювати приймально-відвідний пристрій під час обертання барабана.

Категорично забороняється працювати на сепараторі з перевищенням паспортної частоти обертів барабана.

Забороняється працювати на сепараторі при наявності сторонніх шумів, якщо барабан чіпляється за деталі приймально-відвідного пристрою, при підвищеній вібрації сепаратора, зношенні підшипників, виявленні у масляній ванні сторонньої рідини, при поломці і втраті пружності хоча б однієї з пружин горнової опори, вертикального вала, а також із розбалансуванням барабана і при виявленні тріщин або раковин від корозії на деталях барабана.

Не дозволяється з метою прискорення зупинки гальмувати барабан сторонніми предметами або засобами, що непередбачені інструкцією.

При зупинці барабана гальма потрібно вмикати не відразу, а лише після зменшення частоти обертів барабана приблизно вдвічі порівняно з робочою частотою.

Починати розбору сепаратора можна тільки після повної зупинки барабана. Розбирати і складати вузли і деталі сепаратора лише за допомогою призначених для цієї мети інструментів і пристроїв. Застосовувати випадкові предмети заборонено.

Не дозволяється використовувати сепаратор із значно зношеними гумовими прокладками. Прокладки повинні бути виготовлені тільки з певної марки гуми.

Категорично забороняється працювати на сепараторі з барабаном, в якому встановлені деталі від іншого барабана. У разі заміни якихось деталей барабана його обов'язково слід знову відбалансувати.

## 12. Охорона довкілля (екологічний розділ)

Останнім часом в Україні охороні довкілля та навколишнього середовища приділяють велику увагу, через те, що розвиток промисловості став пагубно впливати на: стан ґрунту, повітря, озерну та річну води, це в свою чергу може загрожувати тваринному та рослинному світу.

Зараз в природі досить погана ситуація. Тисячі різних видів рослин, трав, кущів та дерев можуть зникнути з лиця нашої країни та взагалі планети. Одним із самих важливих завдань є збереження існування рослинного та тваринного світу.

Саме зараз якщо не вжити заходів по захисту природи, то це може принести незворотні негативні зміни в екології країни та планети. Якщо продовжити без змін то може дуже сильно обідніти рослинний та тваринний світ, а також можуть висохнути багато річок та озер. За для збереження навколишнього середовища потрібно постійно хоча б поступово зменшувати загазованість атмосфери. Вихідні гази котлоагрегаторів та вихлопні гази двигунів містять в собі багато негативних речовин для рослинного та тваринного світу, це такі речовини як окис вуглецю, сірка та ін. Надзвичайно велику шкоду довкіллю паливно-мастильні та нафтові матеріали. Та навіть маленька кількість масла, нафти або гасу при потраплянні на рослини безжально знищує їх, а при потраплянні на водойму ці та інші речовини утворюють тонку плівку, що не пропускає через себе кисень з атмосфери. Через те що ця плівка заважає поглинанню кисню це в свою чергу знищує дуже багато істот, що мешкають у водоймах.

На мою думку всі люди нашої країни мають більш бережно відноситись до тваринного та рослинного світу та боротися з тими хто зневажливо до цього ставиться отруюючи навколишнє середовище паливно-мастильними та газовими матеріалами. Хочу дуже велику увагу звернути на рослини, бо вони

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Охорона довкілля</b>	<b>1704.82.КР.11.012 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/71

збагачують повітря киснем який необхідний для існування всього живого. Окрім цього рослинний світ дає людині сировину та їжу, а також прикрашає життя з естетичної сторони. Тваринний світ також є надзвичайно важливим так як саме тварини забезпечують людей одягом, взуттям та їжею.

Зараз у виробництві застосовується багато речовин які шкодять навколишньому середовищу, в тому числі і людям. Для запобігання негативного впливу вчені досліджують різні речовини та те як вони впливають на людей та навколишній світ. Це дозволяє встановити безпечні концентрації цієї речовин, які все ж можуть потрапляти до організму людей. У переробних та харчових підприємствах повітря на робочій зоні забруднюється шкідливими речовинами, які можуть утворюватися за рахунок технологічного процесу або можуть міститися в вихідній та додаткових речовинах, а також відходах. Саме ці речовини можуть потрапляти у організм людини у вигляді пари, газу або пилу та діють згубно на людей. Залежно від концентрації різних речовин вони можуть викликати отруєння та професійні захворювання .

Саме тому в залежності від забруднення робочого середовища та шляхів проникнення в організм людини санітарними нормами встановлено гранично допустимі концентрації речовин в повітрі робочої зони робочих приміщень, перевищення яких не може допускатися.

Шкідливі речовини поділяються за ступенем дії на людину. Розрізняють чотири класи:

- 1 - надзвичайно небезпечні;
- 2 - високонебезпечні;
- 3 - помірно небезпечні;
- 4 - малонебезпечні.

Для речовин, що потрапляють у повітря виробничих приміщень існують середньогодинні концентрації які вважаються допустимими. Наприклад, для оксиду вуглецю, що зазвичай потрапляє у приміщення які опалюються та які є топковими приміщеннями встановлені такі допустимі середньогодинні норми:

50 мг/м<sup>3</sup> - при тривалості роботи до 1 години;

100 мг/м<sup>3</sup> - до 30 хвилин;

200 мг/м<sup>3</sup> - не більше 15 хвилин.

Не раніше ніж через дві години можна виконувати наступні роботи.

Каналізації виробничих та господарчопобутових приміщень має бути розділеною з внутрішньою мережею каналізації.

Усі горизонтальні відведення каналізації виробничих приміщень незалежно від кількості санітарно-технічних пристроїв зобов'язані мати пристрої для прочищення труб.

У каналізаційних горизонтальних відведеннях роблять «дихальні» стояки для запобігання засмокчуючого ефекту за періодичних скидань стічних вод з машин. Також не допускається скидання неочищених стічних вод у відкриті водойми.

Харчова промисловість України – є однією з провідних галузей економіки. Розвиток цієї промисловості потребує подальшої модернізації та автоматизації технологічних процесів, а також зменшення витрат палива та електроенергії на їх здійснення, витрат матеріалів на виготовлення апаратів та машин, а також потрібне значне покращення екологічної ситуації країни.

Найбільший економічний ефект у модернізації дають ті рішення які спрямовані на раціональне використання матеріалів та сировини, впровадження техніки, що зберігає матеріали та дає більше продукції.

## Висновки

В сепараторах – гомогенізаторах ОКВ відбувається безперервна гомогенізація (дроблення) жирових кульок до розміру не більше 4 мкм і одночасна очистка молока від його сторонніх домішок.

Під час роботи над дипломним проектом я визначив параметри сепаратора, що безпосередньо впливають на ефективність очищення продукту, а також зробив такі висновки, що на якість очищення продукту впливає частота і плавність обертання барабана, спосіб розміщення тарілок, режим роботи і продуктивність сепаратора, а також температура сепарування і спосіб подавання продукту на сепаратор.

На якість роботи сепаратора також впливає частота розвантаження осаду.

Зі збільшенням продуктивності сепаратора підвищуються втрати жиру з знежиренням молока, погіршується якість очищення, можливий перелив молока.

Застосування нового барабана зі збільшеним грязьовим простором (об'ємом) призводить до збільшення безперервної роботи з 2,5 до 3,25 год., тобто час на миття барабану і видалення домішок за добу значно скоротиться порівняно з попередніми даними, а отже збільшиться продуктивність з 94570 л/добу до 98000 л/добу, тобто на 3430 л (3,63%).

Більш рівномірне розподілення молока в міжтарілковому просторі забезпечить заміна двох пакетів тарілок (46 із зазором 0,4 мм і 48 із зазором 0,6 мм) на три (34 із зазором 0,4 мм, 30 із зазором 0,5 мм і 30 із зазором 0,6 мм), при чому висота всіх пакетів тарілок практично не зміниться.

Також матеріали даної кваліфікаційної роботи були представлені у Національному університеті харчових технологій на 87 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». Яка проходила 15-16 квітня 2021 року.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>1704.82.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркулш</i> 1/71

### Список використаної літератури:

1. Волчков И.И. «Сепараторы для молока и молочных продуктов», - М.:Пищевая промышленность, 1975. - 223с.
  2. Сурков В.Д. и др. «Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности», - М.:Пищевая промышленность, 1983. - 432с.
  3. Гальперин Д.М., Миловидов Г.В. «Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств», - М., 1990.
  4. Купчик М.П., Степанец І. Ф. «Основы охорони праці», - К., 2000 - 416с.
  5. Томбаев Н.Л. «Справочник по оборудованию предприятий молочной промышленности», - М.:Пищепромиздат, 1972. - 543с.
  6. Золотим Ю.П., Френклах М.Б., Пашутин Н.Г. «Оборудование предприятий молочной промышленности», - М.:Агропромиздат, 1985. - 270с.
  7. Лук'янов Н.Л. «Теория и расчет молочных сепараторов» , -М.:Пищевая промышленность, 1977. - 72с.
  8. Ростороса Н.Л., Мордвинцева П.В., «Курсовое и дипломное проектирование предприятий молочной промышленности» , -М.:Пищевая промышленность, 1976. - 297с.
  9. Торосян Д.С. «Основы теории и методы расчетов процесса сепарирования в мясной и молочной промышленности», - М.:Агропромиздат, 1986. - 128с.
  10. Красов Б.В. «Монтаж и ремонт оборудования предприятий молочной промышленности» , -М.:Пищевая промышленность, 1973. - 305с.
  11. Медведев А.М., Анципович И.С., Виноградов Ю.Л. «Охрана труда в мясной и молочной промышленности», - М.:Агропромиздат, 1989. - 256с.
- Липатов Н.Л. Руководство к лабораторным и практическим занятиям по курсу оборудования предприятий молочной промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1978. - 287с

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Лялька Д.М	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Клименко В.М	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>1704.82.КР.11.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В.Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркулш</i> 1/71