

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

_____ магістр _____

(освітнього рівня)

на тему **Технічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з модернізацією і дослідженням роботи сепаратора для високожирних вершків Г9-ОСК.**

Виконав: студент VI курсу, групи МОм-51
спеціальності

133 "Галузеве машинобудування"

(шифр і назва спеціальності)

	_____	<u>Друк О.П.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Шинкарик М.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Ворощук В.Я.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2019 року

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Обладнання харчових технологій

д.т.н., проф. Вітенько Тетяна Миколаївна.

"7" жовтня 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Друку Олегу Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з модернізацією і дослідженням роботи сепаратора для високожирних вершків Г9-ОСК.

керівник роботи к.т.н., проф. Шинкарик М.М.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "7" жовтня 2019 року №4/7-887

2. Строк подання студентом роботи "17" грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації монтажу та технічного обслуговування і ремонту сепаратора для високожирних вершків фірми «Вествалія. Існуюча технологія виготовлення вершкового масла.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. 1.Огляд літературних джерел. 2. Дослідження процесів сепарування високожирних вершків у сепараторі Г9-ОСК. 2.1. Дослідження факторів, які впливають на процес сепарування високожирних вершків.. 2.2. Аналіз конструктивних факторів сепаратора Г9-ОСК, які впливають на процес сепарування.. 3. Конструкторська частина. 4. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень з вдосконалення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод». 5. Спеціальна частина. 6. Обґрунтування економічної ефективності. 7. Охорона праці

та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод». 7.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях. 8.Екологія. Висновки.

Перелік посилань.

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

Технічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» (1 л.ф.А1)

Сепаратор Г9-ОСК (3 л.ф.А1)

Вузол вертикального вала сепаратора Г9-ОСК (1 л.ф.А1)

Розподіл жирових кульок (1 л.ф.А1)

Залежність динамічної в'язкості вершків від жирності і температури (1 л.ф.А1)

Перебіг процесу сепарування (1 л.ф.А1)

Фактори,що впливають на продуктивність (1 л.ф.А1)

Напруження у корпусі барабана при дії навантажень (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>Мосій О.Б. – к.е.н., доц.</i>		
<i>Охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Кравець О.І. – к.т.н., доц. Стручок В.С. – ст. викл.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>Зварич Н.М. – к.т.н., доц.</i>		
<i>Спеціальна частина</i>	<i>Вітенько Т.М. – д.т.н., проф.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворошук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання “7” жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	1.Огляд літературних джерел.	18.10.19	
2	2. Дослідження процесів сепарування високожирних вершків у сепараторі Г9-ОСК.	18.11.19	
3	2.1. Дослідження факторів, які впливають на процес сепарування високожирних вершків..	25.10.19	
4	2.2. Аналіз конструктивних факторів сепаратора Г9-ОСК, які впливають на процес сепарування..	18.11.19	
5	3. Конструкторська частина.	10.11.19	
6	4. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень з вдосконалення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»..	05.11.19	
7	5. Спеціальна частина.	10.11.19	
8	6. Обґрунтування економічної ефективності.	15.11.19	
9	7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	25.11.19	
10	8.Екологія.	28.11.19	
11	Висновки.	05.12.19	
12	Технічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» (1 л.ф.А1)	15.10.19	
13	Сепаратор Г9-ОСК (3 л.ф.А1)	28.10.19	
14	Вузол вертикального вала сепаратора Г9-ОСК (1 л.ф.А1)	05.11.19	
15	Розподіл жирових кульок (1 л.ф.А1)	10.11.19	
16	Залежність динамічної в'язкості вершків від жирності і температури (1 л.ф.А1)	15.10.19	
17	Перебіг процесу сепарування (1 л.ф.А1)	20.11.19	
18	Фактори,що впливають на продуктивність (1 л.ф.А1)	25.11.19	
19	Напруження у корпусі барабана при дії навантажень (1 л.ф.А1)	30.11.19	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Друк О.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Шинкарик М.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Реферат

Автор дипломної роботи: Друк Олег Павлович

Тема дипломної роботи: Технічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з модернізацією і дослідженням роботи сепаратора для високожирних вершків Г9-ОСК.

Роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2019 році

Дипломна робота складається з пояснювальної записки обсягом сторінок (26 рисунків, 17 таблиць) та графічної частини з 10 креслень формату А1. У дипломній роботі запропонований проект технічного переоснащення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з модернізацією та дослідженням роботи сепаратора Г9-ОСК з метою підвищення економічних показників заводу.

При цьому були виконані наступні завдання:

Проведений аналіз технологічних ліній і способів виробництва масла і запропонований проект технічного переоснащення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»;

Розглянуто особливості роботи сепаратора Г9-ОСК для високожирних вершків та проведена його модернізація.

Досліджено вплив на в'язкість високожирних вершків температури та масової частки жиру та встановлена залежність сепараційних властивостей високожирних вершків від температури.

Досліджено вплив на процес сепарування технологічних режимів роботи сепаратора та його конструктивних особливостей.

Показано, що основним чинником що впливає на продуктивність сепаратора є температура сепарування.

Проведені розрахунки горизонтального валу, барабана та кришки сепаратора.

виконанні проектно-технологічні розрахунки з технічного переоснащення маслоцеху;

Вирішені питання охорони праці, цивільного захисту та екології пов'язані з роботою підприємства.

Подані необхідні техніко – економічні розрахунки, які підтверджують доцільність проведення реконструкції підприємства.

Ключові слова: технічне переоснащення, високожирні вершки, сепарування.

Також в дипломній роботі обґрунтування прийнятих в роботі рішень, вирішення питань охорони праці, охорони наволишнього середовища, безпеки життєдіяльності і цивільної оборони.

Зміст

Завдання на дипломну роботу	
(прізвище, ім'я, по батькові)	2
Реферат.....	4
Зміст.....	6
Вступ	10
1.Огляд літературних джерел	11
1.1. Загальна характеристика підприємства.....	11
1.2. Характеристика масла, як об'єкта виробництва.....	12
1.3. Аналіз технологічних ліній виробництва масла.....	13
1.4 Шляхи технічного переоснащення маслоцеху.	16
1.5.Аналіз конструкцій тарілкових сепараторів.	17
1.5.1. Сепаратори для високожирних вершків.....	23
1.6. Мета і завдання роботи:	26
2. Дослідження процесів сепарування високожирних вершків у сепараторі Г9-ОСК.....	27
2.1. Дослідження факторів, які впливають на процес сепарування високожирних вершків.	27
2.1.1.Дослідження технологічних факторів, що впливають на роботу сепаратора Г9-ОСК	28
2.2. Аналіз конструктивних факторів сепаратора Г9-ОСК, які впливають на процес сепарування.	34
3. Конструкторська частина.....	39
3.1. Розрахунок горизонтального валу привідного механізму сепаратора Г9-ОСК	39
3.1.1. Проектний розрахунок і конструювання валу	39
3.1.2. Перевірка статичної міцності валу.....	40
3.2. Підбір та розрахунок підшипника кочення.....	44

3.2.1. Аналіз умов навантаження та вибір типорозміру підшипників	44
3.2.2. Визначення розрахункового еквівалентного навантаження на підшипник	45
3.2.3 Розрахункова довговічність підшипника	46
3.3. Розрахунок барабана сепаратора на міцність	47
3.3.1. Визначення тиску рідини в барабані	48
3.3.2. Розрахунок корпусу барабана	50
3.3.3 Визначення критичної товщини стінки барабана і допустимої частоти обертання барабана	55
3.3.4. Розрахунок кришки барабана	57
4. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень з вдосконалення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»	60
4.1. Проектно-технологічний розрахунок маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»	60
4.1. Уточнення виробничої потужності і виробничої програми маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод». Вибір режиму роботи підприємства	60
4.1.2. Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва вершкового масла, її опис на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»	61
4.1.3. Вибір технологічного обладнання маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»	61
4.1.3.1. Розрахунок продуктивності технологічного обладнання маслоцеху	61
4.1.3.2. Уточнення функціонального призначення технологічного обладнання маслоцеху	64
4.1.3.3. Вибір типу, технічних характеристик і призначення потрібної кількості технологічного обладнання для маслоцеху	65
4.1.3.4. Технічні характеристики вибраного обладнання маслоцеху	68

4.2. Визначення числа працюючих по категоріях в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	71
4.3. Визначення складу і розмірів виробничих площ маслоцеху	73
4.4. Визначення складу і розмірів плану службових і побутових приміщень маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	74
4.5. Вибір транспортних і вантажопідйомних засобів, розрахунок їх кількості в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	75
4.6. Розроблення компоновочного плану промислової будівлі на ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	77
4.7. Розроблення плану розміщення технологічного обладнання на ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	78
4.8. Розроблення завдань для спеціальних частин проекту на ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	78
4.8.1. Визначення річної потреби маслоцеху в електричній енергії	79
4.8.2. Визначення річної потреби стисненого повітря в маслоцеху	80
4.8.3. Визначення річної потреби у воді в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	80
4.8.4. Визначення річної потреби в парі та паливі в маслоцеху	81
5. Спеціальна частина.....	84
5.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішень задач дипломної роботи.....	84
5.2 Методики аналізу даних, побудови графіків та діаграм засобами комп'ютерних технологій.....	86
5.3 Методики оформлення графічної частини засобами комп'ютерних технологій.....	88
6. Обґрунтування економічної ефективності.....	93
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	103
7.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».....	103
7.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	110

7.2.1. Оцінка можливої хімічної обстановки на молокозаводі.....	110
7.2.2. Оцінка хімічної обстановки в осередку ураження, що може виникнути внаслідок викиду аміаку в атмосферу	113
7.2.3. Вибір технічних засобів запобігання техногенних аварій на сирзаводі.....	117
7.2.3.1. Засоби вибухозахисту герметичних систем.....	117
7.2.3.2. Пожежний захист виробничих об'єктів	118
8. Екологія.....	121
Висновки.....	127
Перелік посилань	128
Додатки	
Специфікації	

Вступ

Молоко і молочна продукція є важливими елементами щоденного меню. Тому тривожним є те, що у 2019 році молочна галузь демонструє певне згортання. Це пов'язано із зменшенням поголів'я скота, яке за 2019 рік скоротилось на 1,91млн, зокрема дійне поголів'я скоротилось на 22,9 тис. голів. Таким чином молочні підприємства недоотримали 170 тис.т. молока.

Тривожним для молочної галузі є зростання імпорту молочних продуктів. Так поставки сиру зросли на 77%, вершкового масла на 46%, кисломолочних продуктів на 40%. Імпорт продукції призвів до загострення конкуренції на внутрішньому ринку, оскільки імпортована продукція дуже часто є і дешевшою і якісною.

Вітчизняні молочні підприємства можуть вистояти у конкурентній боротьбі тільки за рахунок впровадження прогресивних технологій, автоматизованих поточкових ліній та високопродуктивних видів обладнання, що дозволить покращити якість продукції, підвищити продуктивність праці на молокозаводах, зменшити втрати сировини, покращити санітарно-гігієнічні умови роботи та підвищити загальну культуру виробництва. Важливим є розробка та впровадження новітніх енергоощадних технологій, які б дозволили налагодити випуск досить широкого асортименту харчової продукції при порівняно невеликих енергетичних затратах. Особливого значення при цьому надається створенню надійних конструкцій нового технологічного обладнання і підвищенню надійності діючого.,

Важливим також є забезпечення комплексної переробки сировини, використання всіх цінних складових молока, що підвищує ефективність виробництва і збереження довкілля.

1.Огляд літературних джерел

1.1. Загальна характеристика підприємства

“Тернопільський молокозавод” введено в експлуатацію 1 лютого 1956 року(потужністю 25 тон переробки молока в зміну) це був типовий міський молокозавод, основна мета якого була забезпечення жителів міста продукцією з незбираного молока. Підприємство розвивало свої потужності пропорційно з ростом міста.

В 1986 році в зв'язку з виробничою необхідністю було проведено реконструкцію заводу і введено в експлуатацію нові корпуси: головний виробничий корпус з адміністративним; котельня; компресорна; складські приміщення; два заправочні блокпункти; два водяних резервуари.

В наступні роки на заводі щорічно проводилась реконструкція і технічне переоснащення, що дало можливість на існуючих площах довести потужність до 150 тонн переробки молока в зміну.

Економічна криза 90-х років призвела до різкого скорочення переробки молока, яке іноді становило 35 т. молока на рік.

На даний час підприємство як ПрАт “Тернопільський молокозавод” діє на основі статусу, зареєстрованого Тернопільською районною державною адміністрацією 23 жовтня 2000 року.

З 2000 року почалася активна реконструкція підприємства на основі впровадження нових технологій та обладнання.

Структура підприємства на даний час включає цехи з виробництва сиру кисломолочного, масла, казеїну, продукції з незбираного молока, загальним переробленням молока до 450 т на добу, при асортименті продукції біля 100 найменувань. Передбачений подальший розвиток підприємства шляхом повного використання всіх складових молока. Це, зокрема стосується сироватки, як вторинної сировини виробництва сиру кисломолочного і казеїну, та маслянки. Таким чином підприємство покращить і екологічні показники виробництва .

Що стосується масла, то воно не є основним продуктом виробництва. На його виготовлення поступають вершки, які залишаються після нормалізації продукції з незбираного молока та виробництва казеїну. В той же час виробництво масла характеризується високими енергозатратами та використанням ручної праці. Тому важливо забезпечити його ефективне виробництво, що підвищить загальні економічні показники заводу.

Маслоцех розміщений на третьому поверсі виробничого корпусу і займає площу 36м² рис1. Поряд розміщений апаратний цех, де проходить перший етап сепарування молока і камера зберігання масла. Оскільки не передбачається повністю реконструкція підприємства, то технічне переоснащення цеху доцільно проводити в межах теперішніх виробничих площ.

1.2. Характеристика масла, як об'єкта виробництва

Масло вершкове- продукт, який в основному складається з молочного жиру. Крім жиру масло містить білки, молочний цукор, воду, вітаміни, мінеральні речовини.

Масло характеризується низькою температурою плавлення (27 - 34° C) та затвердіння (18 - 23° C), що сприяє його хорошему засвоєнню (засвоєння молочного жиру -91%, сухих речовин 94,1%). Харчову цінність вершкового жиру підвищують фосфоліпіди, які входять в склад оболонок жирових кульок.

Вершкове масло багате жиророзчинним провітаміном А (каротином), з якого організм людини синтезує вітамін А. Вершкове масло виготовляють із свіжих пастеризованих вершків, а кисловершкове із заквашених пастеризованих вершків. По способу обробки вершків розрізняють масло одержане шляхом збивання вершків та шляхом перетворення високожирних вершків.

Основними видами масла, які виробляються в Україні є любительське - 78% жиру, селянське- 72,5%, бутербродне – 61,5 та вологодське – 82 %. Для

вологодського масла характерним є висока температура пастеризації вершків – 105 - 110°C .

При виробництві вершкового масла методом збивання концентрація жирової фази досягається сепарування молока і наступним руйнуванням емульсії молочного жиру з утворенням масляного зерна і рідкої фракції - маслянки. Зерно утворюється у результаті агрегування (злипання) жирових шариків у результаті інтенсивного перемішування. Регулювання вологи проходить в процесі обробки масла.

При одержанні вершкового масла способом перетворення високожирних вершків кінцева жирність вершків одержується шляхом сепарування. Високожирні вершки це суспензо – емульсія, яка складається із частково розрушених агрегатів жирових кульок. В процесі термомеханічної обробки проходить кристалізація тригліцеридів молочного жиру. Для продукту характерна дрібно кристалічна консистенція.

1.3. Аналіз технологічних ліній виробництва масла.

Масло виготовляють двома способами: збиванням вершків і перетворенням високожирних вершків.

На підприємствах Європи масло виготовляють, в основному, способом збивання. При цьому використовують вершки середньої жирності 30...40%. Вершки піддають механічній обробці (збиванню) в масловиготовлювачах неперервної і періодичної дії.

При виробництві масла із високожирних вершків використовують вершки жирністю 65...80%. Їх піддають термомеханічній обробці для одержання відповідної кристалічної будови, яка відповідає структурі масла.

Автоматична лінія виробництва вершкового масла методом сепарування марки П8-ОЛФ [1] служить для виробництва вершкового масла з вершків жирністю 32...38% методом сепарування (рис. 1.1)

До складу лінії входять: система молокопроводів 1, трубчастий пастеризатор 2, бак-накопичувач 3, бак для маслянки 4, сепаратор 5, бак з поплавковим регулятором 6, ванна для нормалізації 8, установка для виробництва вершкового масла 9, а також дезодораційна установка 10.

Пройшовши пастеризацію в пастеризаторі 2 вершки при температурі 86...96°C, поступають в бак-накопичувач 3 вмістимістю 600 л. Із баку вершки самотечійно поступають в сепаратор для високожирних вершків. Для забезпечення безперебійної роботи в лінії встановлюють три сепаратори. В результаті другого сепарування вершків їх жирність досягає 65-80%. Із бачка 6 ротаційним насосом вершки перекачуються в ванни нормалізації 8, які працюють по чергово. Нормалізовані вершки подаються на маслоутворювач 9. Масло фасують в ящики по 20 кг. В лінію також включена дезодораційна установка 10.

Основною проблемою яка виникає при використанні такого способу виробництва є високі енергозатрати при пастеризації вершків. На виході з маслоутворювача процес кристалізації не завершується, масло має м'яку консистенцію і його фасувати не можливо. Завершується кристалізація масла в холодильній камері. Тобто, масло розфасоване у ящики потрібно знову повертати в цех, проводити його гомогенізацію і розфасовувати. Це вимагає затрати ручної праці, зменшує продуктивність цеху.

Лінія виробництва масла методом збивання [1] рис.2

включає 6 резервуарів для зберігання і дозрівання вершків місткістю 6300 кг, установку для пастеризації вершків. В секції регенерації пастеризаційної установки вершки нагріваються до температури 35...40°C, нормалізуються на сепараторі до жирності 38...43%, при необхідності проходять дезодоратор, потім поступають в секцію регенерації, пастеризації, охолодження і направляються в вершкодозрівальні резервуари.

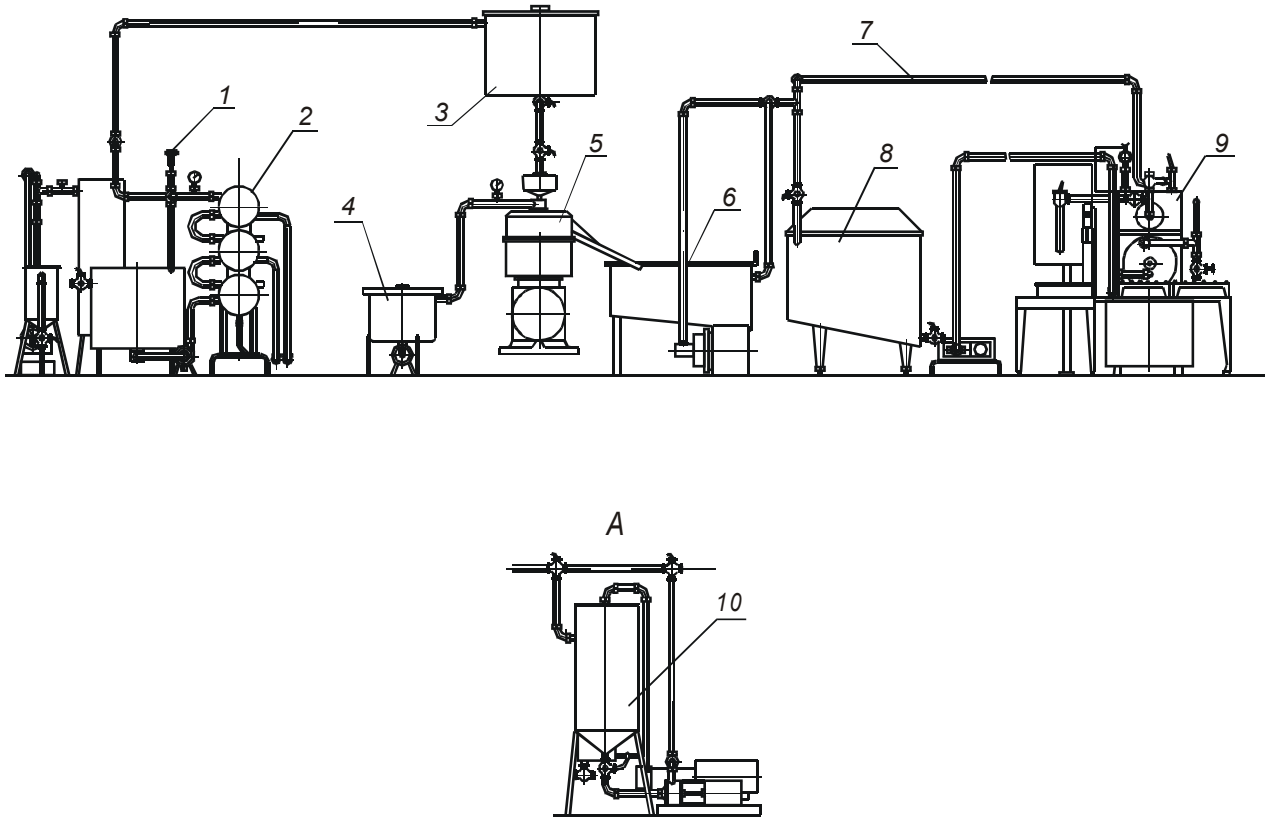


Рис. 1.1. Лінія виробництва вершкового масла методом та в процесі термомеханічної обробкисепарування:

1 – молокопроводи; 2 – трубчастий пастеризатор; 3 – банк – накопичувач; 4 – бак для пахти; 5 – сепаратор; 6 – бак з поплавковим регулятором; 8 – ванна нормалізації; 9 – установка для виробництва вершкового масла; 10 – дезодораційна установка.

Після дозрівання вершки гвинтовим насосом подаються через вирівнювальний бак в масловиготовлювач А1-ОМИ.

Одержана на масловиготовлювачі маслянка із баку насосом направляється в охолоджувач для пахти, а далі в спеціальний резервуар.

Масло поступає в установку для резервування, обробки і закритого транспортування на дільницю фасування

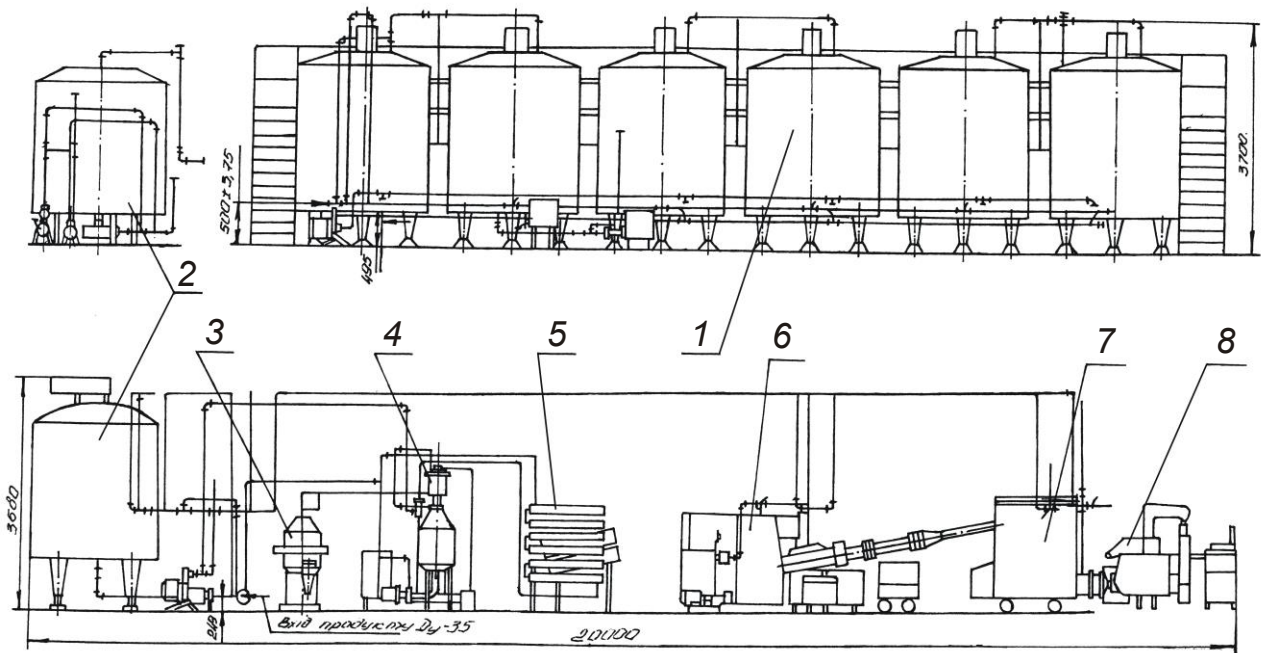


Рис.1.2. Лінія виготовлення вершкового масла методом збивання:

1 – вершкодозрівальні резервуари, 2 – резервуари, 3 – сепаратор нормалізатор, 4 – дезодораційна установка, 5 – пастеризатор, 6 – масловиготовлювач, 7 – установка для резервування, 8 – автомат для фасування масла.

Лінія виготовлення масла методом збивання менш енергозатратна, оскільки дозволяє проводити регенерацію теплоти при пастеризації вершків, та в процесі термомеханічної обробки, масло має твердоподібну консистенцію з завершеним процесом кристалізації і підлягає розфасуванню. До недоліків такого способу можна віднести великі виробничі площі, які займає лінія. Волога в маслі грубо дисперсна, що обмежує терміни реалізації масла.

1.4 Шляхи технічного переоснащення маслоцеху.

На обмежених виробничих площах маслоцеху Тернопільського молокозаводу можна встановити лінію виробництва масла тільки способом перетворення високожирних вершків.

Підвищити економічну ефективність цеху можна наступними шляхами:

- збільшенням продуктивності цеху;

- зменшенням витрат ручної праці в процесі фасування масла.
- встановленням менш енергозатратного обладнання.

З цією метою запропоновано встановити маслоготовлювач, який забезпечує одержання масла твердоподібної консистенції, встановити сепаратори Г9-ОСК для сепарування високожирних вершків та провести його модернізацію.

1.5. Аналіз конструкцій тарілкових сепараторів.

Тарілчасті сепаратори призначені для безперервного розподілу твердих речовин і рідини або двох рідин під дією відцентрової сили. На сучасних молочних сепараторах можна відділити частинки діаметром $d=0,1-0,5$ мкм при різниці густини 10кг/м^3 . [4,5,6].

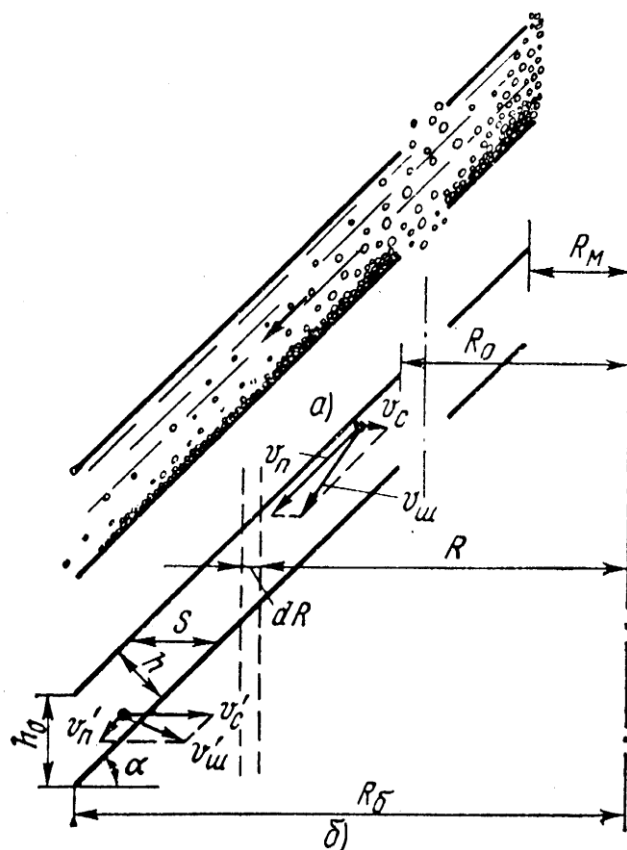


Рис. 1.3. Схема перебігу процесу сепарування:

- а) схема розподілу концентрації молочного жиру; б) схема тарілки із вказаними напрямками швидкостей.

Першим запропонував використовувати для розділення молока на вершки і знежирене молоко сепаратори шведський вчений Густав Лаваль (1845 - 1913р.р.) Таким чином тривалість виділення вершків триває 4-5с при неперервному процесі порівняно з відстоюванням 10 -30год. Перші сепаратори з тарілковими барабанами запропонував Бехтольсгейм у 1890році. Використання спеціального пакету тарілок сепаратора дозволяє збільшити поверхню осадження, що сприяє різкому збільшенню швидкості протікання процесу. Молоко або вершки поступають через центральну трубу і по вертикальних каналах розподіляються між тарілками. Легка фракція поступає до центру а важка (перегін або маслянка) до периферії. Схема руху молока та фракції в міжтарілковому зазорі показана на рис 3 .

Поверхня розділу між рідкою і твердою фазою називається межею розділу фаз. Для досягнення оптимального результату розподілу межа розділу фаз в сепараторові є регульованим параметром.

На підприємствах України для відділення жирової фракції використовуються сепаратори фірми Вествалія, Альфа –Лаваль, виробництва заводу Плавск (РФ).

Сепаратори відрізняються деякими конструктивними особливостями, проте всі включають вузли подачі і відведення фракцій, барабан сепаратора, привід.

Привідний механізм сепараторів ОЦМ-10,ОСТ-3, ОСД-500, Г9-ОСК (рис.4) включає три або чотири обертових ланки, з'єднаних між собою. Перша ланка це електродвигун 8, на валу якого знаходиться відцентрова напівмуфта 7 із другої сторони крильчатка 9.Друга ланка включає горизонтальний вал з веденою напівмуфтою 6, колесо гвинтового мультиплікатора 4 і шестерня приводу тахометра.Третя ланка представляє собою вертикальний вал 8, на якому закріплений барабан.

Рух від електродвигуна передається на горизонтальний вал за допомогою ведучої пів муфти 9. Під дією відцентрової сили фрикційні колодки

притискуються до другої фрикційної півмуфти, поступово передаючи рух на горизонтальний вал і розкручуючи барабан. Це дозволяє уникнути великого пускового моменту.

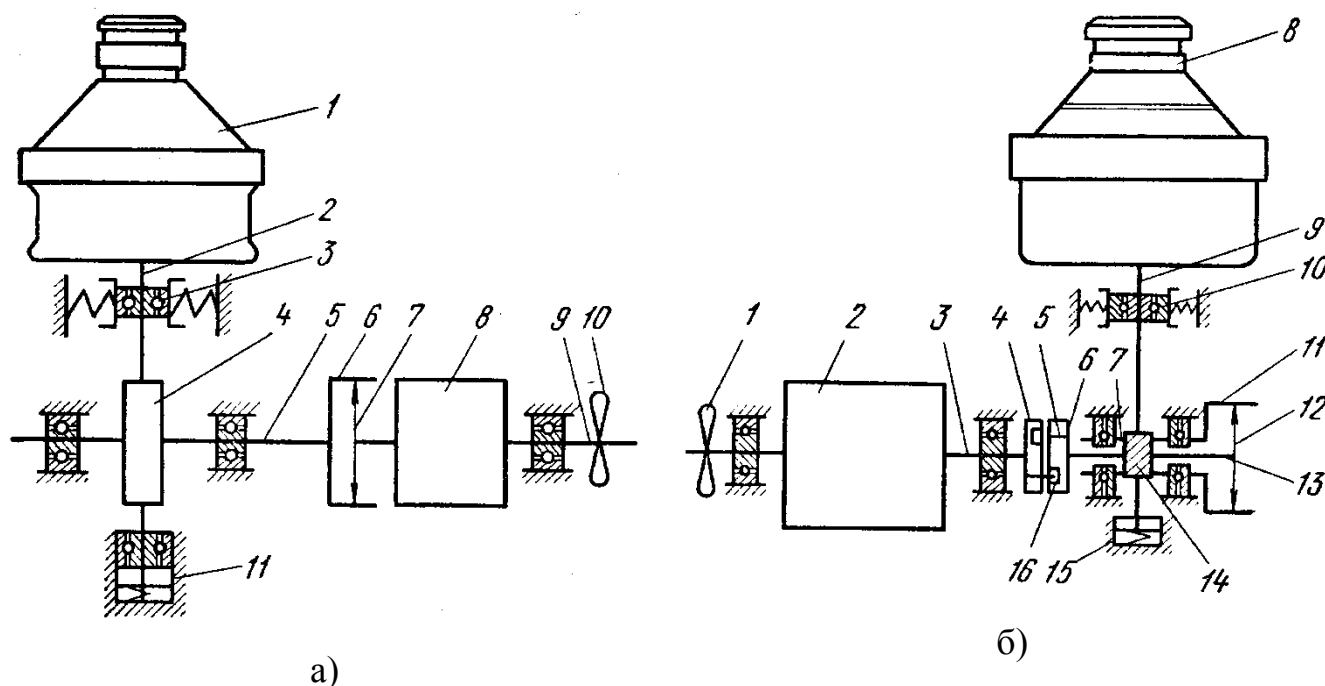


Рис. 1.4. Принципова схема приводних механізмів сепараторів:

- а) із трьома обертовими ланками; 1 – барабан; 2 – веретено; 3 – пружна горлова опора; 4 – ведуче колесо гвинтового мультиплікатора; 5, 6 – ведена і ведуча відцентрові напівмуфти; 7 – горизонтальний вал; 8, 9 – ротор і вал електродвигуна; 10 – крильчатка вентилятора електродвигуна; 11 – пружина;
- б) з чотирма обертовими ланками; 1 – крильчатка вентилятора; 2, 3 – ротор і вал електродвигуна; 4, 6 – ведуча і ведена пружні напівмуфти; 5 – палець; 7 – пустотілий вал; 8 – барабан; 9 – веретено; 10 – пружна горлова опора; 11, 12 – ведена і ведуча відцентрові напівмуфти; 13 – горизонтальний вал; 14 – ведуче колесо мультиплікатора; 15 – пружина, що сприймає навантаження від маси барабана і веретена; 16 – гумовий диск.

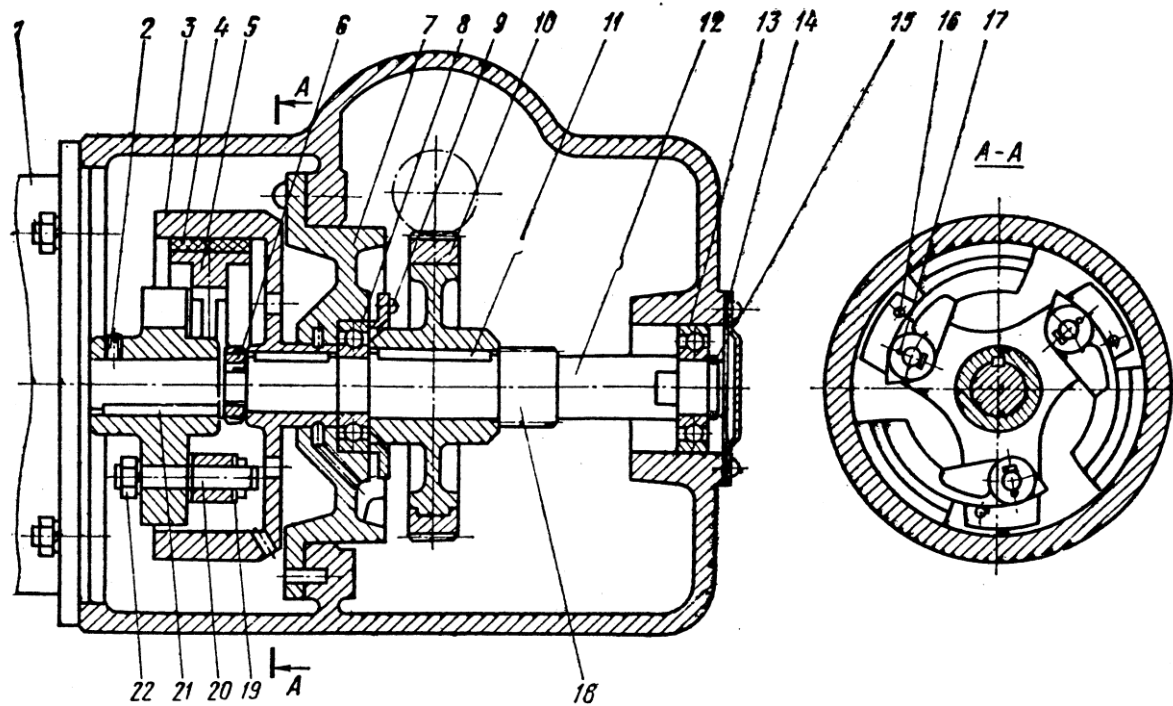


Рис. 1.5. Горизонтальный вал сепаратора с фрикционной відцентровою муфтою: 1 – электродвигун; 2 – диск муфты; 3 – бандаж; 4 – накладка; 5 – колодка; 6 і 22 – гайки; 7 – фланець; 8 і 13 – шарикопідшипники; 9 і 14 – кришки; 10 – шестерня; 11, 21 – шпонки; 12 – горизонтальный вал; 15 – пружинне кільце; 16 – штифт; 17 – шплінт; 18 – нарізка вала; 19 – шайба; 20 – палець

На вертикальний вал від горизонтального валу рух передається через шестерню. В сепараторах великої продуктивності ОСН-С з великою масою барабана встановлюють чотири обертових ланки. Від электродвигуна через муфту 4, 6 рух передається на горизонтальный вал 13, який розміщений в пустотілому валі 7. Від валу 13 через фрикційну відцентрову муфту 11, 12 рух передається на вал 7, на якому знаходиться колесо 14 мультиплікатора і на вертикальний вал.

В високопродуктивних сепараторах фірми Вестфалія-сепаратор (продуктивністю 20-50 м³ /год) для плавного запуску сепаратора використовується гідравлічна муфта. В одному і другому випадках основним недоліком другої ланки Конструктивне виконання другої ланки приводу сепаратора показано на рис.5.

Конструктивне виконання третьої ланки приводу сепаратора показано на рис.6. Вертикальний вал обертається в радіально-сферичному підшипнику 8, встановленому в обоймі верхньої опори 3 і радіально-упорному підшипнику 17, встановленому в стакані нижньої опори.

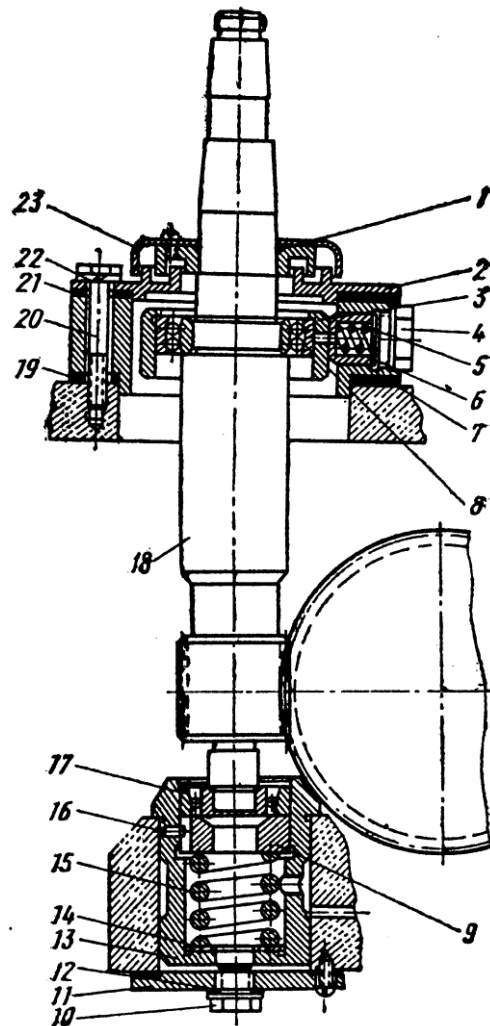


Рис.1.6. Приклад конструктивного виконання третьої ланки приводу сепаратора.

1, 12, 19 і 21 – прокладки; 2 – кришка корпусу підшипника; 3 – обойма; 4 – гвинт; 5 і 15 – пружини; 6 – втулка; 7 – корпус; 8 і 17 – шарикопідшипник; 9 – упор; 10 – пробка; 11 – кришка; 13 – стакан; 14 – шайба регульовальна; 16 – штифт; 18 – веретено; 20 – болт; 22 – шайба; 23 – кришка.

Верхня опора валу надає можливість руху веретену у горизонтальній площині. Це забезпечується тим, що підшипник закріплений не жорстко, а з можливістю руху в горизонтальній площині. Зовнішнє кільце підшипника закріплене між шістьма радіально-розміщеними пружинами з направляючими втулками 6, встановленими в гнізда корпусу верхньої опори. Таку ж конструкцію має і верхня опора сепаратора фірми Вествалія. Переміщення валу в горизонтальній площині найбільше при пуску і зупинці сепаратора, коли невелике число обертів. Ці вібрації передаються на шестерню, що приводить до її швидкого зношування.

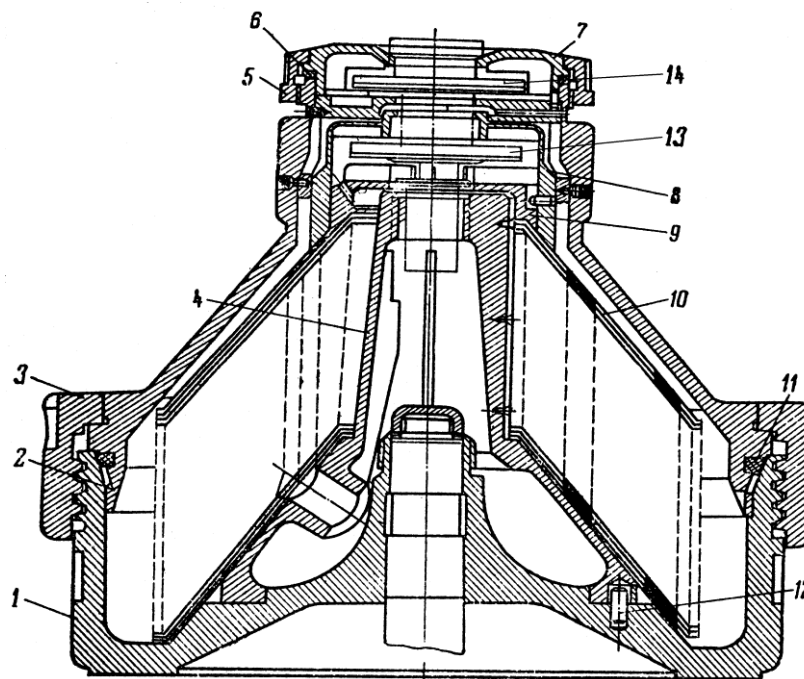


Рис. 1.7. Барабан сепаратора ОСТ – 3:

1 – основа; 2 – кришка барабана; 3 – велике зтяжне кільце; 4 – тарілотримач;
 5 – мале зтяжне кільце; 6 і 11 – ущільнювальні кільця; 7 – кришка напірної камери; 8 – розділювальна тарілка; 9 – верхня тарілка; 10 – проміжна тарілка;
 12 – штифт; 13 – напірний диск для відведення вершків; 14 – напірний диск відведення перегону.

Вертикальне навантаження від ваги барабану і продукту сприймає радіально-упорний підшипник, який опирається через упор 9 на пружину 15. В

стакані є отвір, який співпадає з отвором в станині, що дозволяє маслу циркулювати під час роботи і змащувати нижній підшипник.

Основним вузлом сепаратора є барабан (рис 7). Пакет тарілок 10 встановлюються на тарілотримач 4, зверху встановлюється розділяюча тарілка 8, яка розділяє дві фракції молока (вершків). Особливістю сепараторів вершковідділювачів є наявність отворів у тарілках, які при збиранні пакету утворюють канали. По каналах рухається суспенція і, відповідно важка фракція рухається до периферії, легка до центру.

Сепаратор встановлюють на жорсткому фундаменті строго по рівню

1.5.1. Сепаратори для високожирних вершків.

Для сепарування вершків і отримання високожирних вершків жирністю до 85% використовують сепаратори ОСД-500, Г9-ОСК (Рис 8).

За конструкцією привід сепараторів ОСД -500 і Г9-ОСК аналогічний наведеним вище для вершковіддільних та молокоочистних сепараторів. Основна відмінність полягає у частковій зміні конструкції барабану сепаратора та пристрою відведення вершків. Це пов'язано з тим, що вершки високої жирності створюють значний гідравлічний опір. Для відведення високожирних вершків приймач виконаний у вигляді циліндра з внутрішнім конусом і широким патрубком з нахилом, по якому високожирні вершки вільно відводяться із приймача.

Важливим є також зменшити гідравлічний опір рухові вершків у міжтарілковому просторі. Тому на зовнішній циліндричній частині тарілотримача встановлені ребра. На них встановлюється нижня тарілка 8 з накладками з двох сторін і комплект тарілок з накладками з верхньої сторони. Тарілотримач, нижня тарілка, пакет тарілок і верхня розділяюча тарілка мають отвори, розміщені ближче до осі сепаратора. Кришка 3 надіта зверху розділяючої тарілки, на внутрішній стороні якої розміщені ребра, якими кришка опирається на розділяючу тарілку. Ребра утворюють між розділяючою

тарілкою і кожухом простір, по якому піднімається маслянка. Встановлення ребер і накладок забезпечує віддаль між тарілками для руху високожирних вершків і маслянки. В верхній частині кришки розміщені два регулювальні гвинти 2 з отворами для виходу маслянки. Регулювальні гвинти 2 (сепаратор ОСД-500) на виході маслянки служать для регулювання жирності високожирних вершків шляхом зміни їх віддалі від осі барабану. Чим менша віддаль між гвинтом і віссю барабану, тим більш високожирні вершки можна одержати.

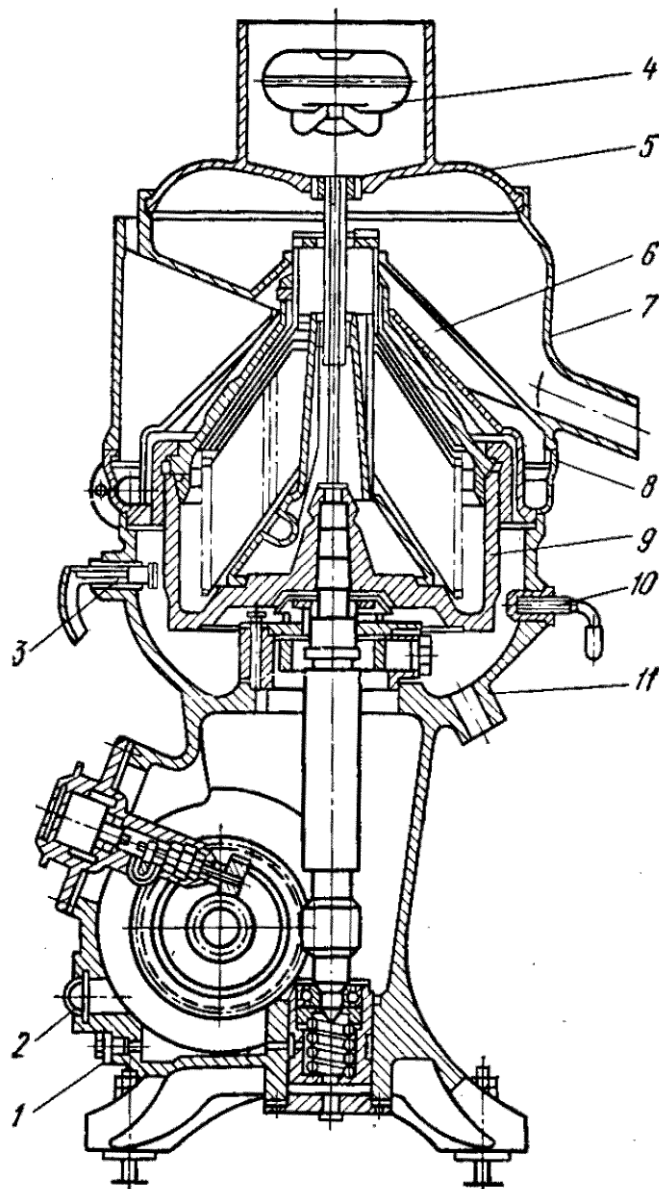


Рис. 1.8. Сепаратор високожирних вершків ОСД-500:

1 – пробка; 2 – вказівник рівня мастила; 3 – гальмо; 4 – поплавок; 5 – приймальна камера; 6 – приймач пахти; 7 – приймач високожирних вершків; 8 – прокладка; 9 – сепаруючий механізм; 10 – опора; 11 – станина.

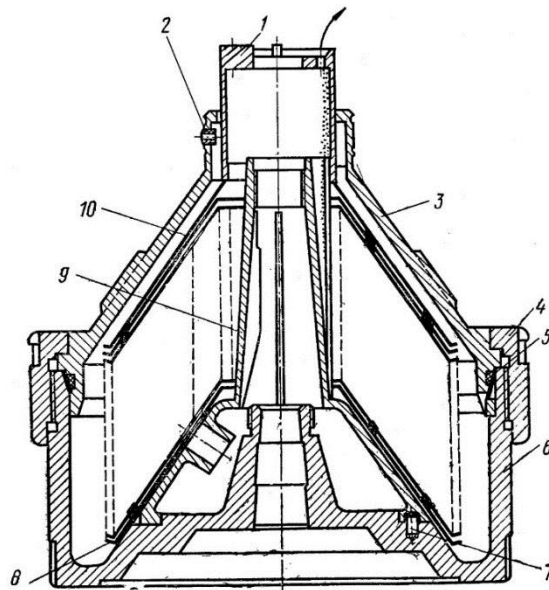


Рис. 1.9. Барабан сепаратора ОС-2Д-500:

1 – розділююча тарілка; 2 – регулювальний гвинт; 3 – кришка барабана; 4 – гайка барабана; 5 – ущільнювальне кільце; 6 – основа барабана; 7 – штифт; 8 – нижня тарілка; 9 – тарілотримач; 10 – тарілка.

Технічна характеристика сепаратора ОС -2Д-500

Таблиця 1.1.

Технічні характеристики сепараторів для високожирних вершків

Марка сепаратора	ОСД-500 (ОС-2Д-500)	Г9-ОСК
Параметр.		
Продуктивність кг/год:		
Солодко-вершкове масло	350	700-900
любительське	600	1200 -1600
селянське	1100	1700-1800
бутербродне	1800	2000-2500
Вміст жиру у маслянці,%	0,03	0,03
Температура сепарування °С	75-85	80-90
Частота обертання барабану, с ⁻¹	108	93

Кислотність вихідних вершків, Т	Не більше 18	Не більше 18
Потужність	5,5	11
Габаритні розміри	858·650·1343	830·950·1420

1.6. Мета і завдання роботи:

Метою роботи є покращення техніко – економічних показників підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

-провести аналіз існуючих способів виробництва масла та обладнання, яке для цього використовується;

- запропонувати шляхи технічного переоснащення маслоцеху та розробити план встановлення обладнання;

- дослідити вплив на роботу сепаратора технологічних режимів роботи та конструктивних особливостей.

- провести розрахунок окремих вузлів сепаратора для високожирних вершків на міцність;

- розробити конструкцію вузлів сепаратора.

- розробити заходи з охорони праці, цивільної оборони та екології;

- провести розрахунок економічної доцільності запропонованих заходів.

Об'єкт дослідження: процес виробництва масла на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» та сепарування високожирних вершків.

2. Дослідження процесів сепарування високожирних вершків у сепараторі Г9-ОСК

2.1. Дослідження факторів, які впливають на процес сепарування високожирних вершків.

Жирова кулька, як а потрапляє у міжтарілковий простір сепаратора, Г9-ОСК приймає участь у двох рухах: з потоком молока і під дією відцентрової сили.

Плазма рухається до периферії тарілок, і захоплює жирову кульку з швидкістю потоку, V_{Π}

$$V_{\Pi} = \frac{M}{2\pi R h z} \quad (2.1)$$

де: V_{Π} – швидкість потоку, M/c ;

M – продуктивність сепаратора; M^3/c ;

h – відстань між тарілками , м;

z – число тарілок;

R – радіус тарілки.

Під дією відцентрового прискорення жирові кульки високо жирних вершків рухаються в до осі барабану зі швидкістю :

$$v_c = \frac{1}{18} \omega^2 R d^2 \frac{\rho_m - \rho_j}{\mu}, \quad (2.2)$$

де: v_c – швидкість кульки, M/c

ω – кутова швидкість обертання барабана, рад/с;

R – радіус обертання, м;

d – діаметр кульки, м;

ρ_m і ρ_j – густина молока і жирової кульки, kg/m^3 ;

μ – в'язкість молока, $Pa \cdot s$

Рух жирової кульки не зовсім відповідає формулі Стокса, оскільки жирові кульки рухаються в обмеженому просторі, проте згідно з це допустимо. Результуюча швидкість буде рівна алгебраїчній сумі цих двох швидкостей.

Аналіз цих двох формул показує, що на процес сепарування впливає ряд технологічних і конструктивних факторів.

До технологічних факторів можна віднести - продуктивність сепаратора, діаметр жирової кульки, вязкість середовища, густина молока і жирової кульки.

До конструктивних факторів можна віднести – число тарілок, радіус тарілок, віддаль між тарілками.

2.1.1. Дослідження технологічних факторів, що впливають на роботу сепаратора Г9-ОСК

Оскільки у формулі Стокса діаметр жирової кульки в квадраті, то відповідно він буде значно впливати на процес розділення. Діаметр жирової кульки не є постійною величиною, залежить від сезону, породи корів, кормів, тому будемо використовувати дані наведені у літературних джерелах.

У відповідності з наведеними у літературі даними [] діаметр жирових кульок не рівномірний і їх розподіл по кількості також не рівномірний. Діаметр жирової кульки у молоці змінюється від 1 до 10 мкм, а максимальна кількість жирових кульок відповідає діапазону 1-5 мкм. Звичайно, чим більший діаметр жирової кульки тим більша відцентрова сила, яка діє на неї. В межах діаметрів жирової кульки від 1 до 9 відцентрова сила зростає у 81 раз.

Таблиця 2.1.

Діаметр і кількість жирових кульок у молоці.

Діаметр жирових кульок, мкм	До 1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9
Кількість жирових кульок, %	16,9	24,3	28,4	14,8	9	4,2	4,3	0,5	0,2

Необхідно врахувати також, що жирові кульки додатково подрібнюються у процесі сепарування до 35-40%. Проведені дослідження розміру і процентного співвідношення жирових кульок у вершках жирністю 40%.

представлені у таблиці 2. Основна маса кульок знаходиться у діапазоні 1-5мкм, а кульок з діаметром 9мкм взагалі не має. Тому у конструюванні обладнання необхідно орієнтуватись на невеликі розміри жирової кульки.

Іншим важливим параметром, який впливає на процес сепарування є в'язкість і густина вершків. Також потрібно відзначити, що вони також є змінними і крім

названих факторів для жирової кульки, залежать також ще від регіону.

Загальна тенденція, яка спостерігається на Україні – зменшення білкової складової молока. У сепаратор для високожирних вершків поступають вершки при жирності 35-40%, у яких частина білкової фракції входить у білкову оболонку жирової кульки .

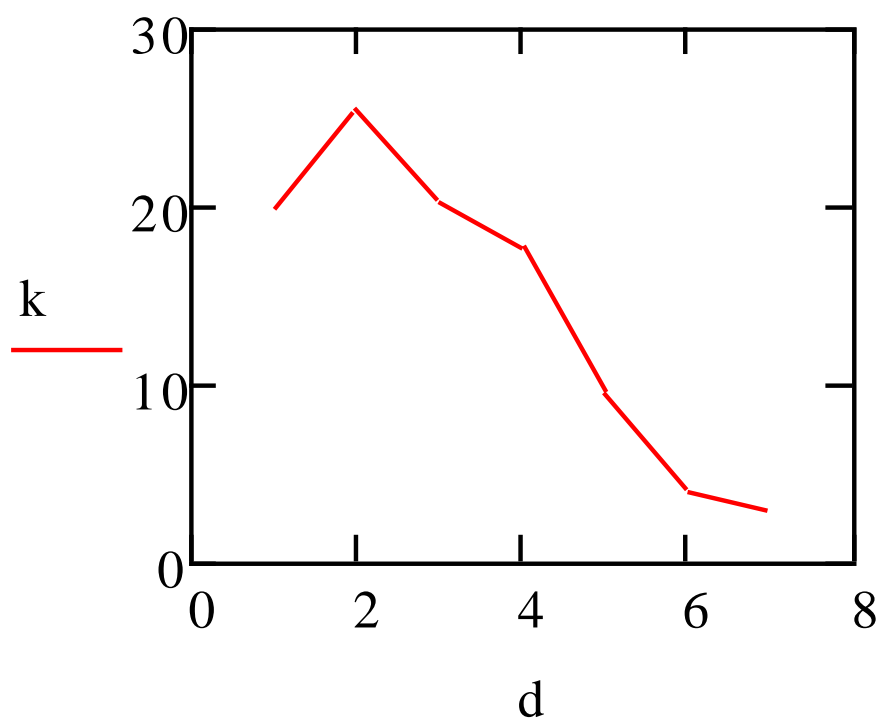


Рис.2.1. Розподіл жирових кульок у високожирних вершках після сепарування.

Для визначення в'язкості високожирних використовували «Rheotest 2» . Жирність вершків змінювалась від 25 до 85%. Температуру вимірювали ртутним термометром в межах від 25 до 80 °С .

Діаметр і розподіл жирової кульки у вершках 40% .

Діаметр кульок, мкм	жирових	До 1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
Кількість кульок.	жирових	20,1	25,4	20,3	17,8	9,4	4,1	2,9

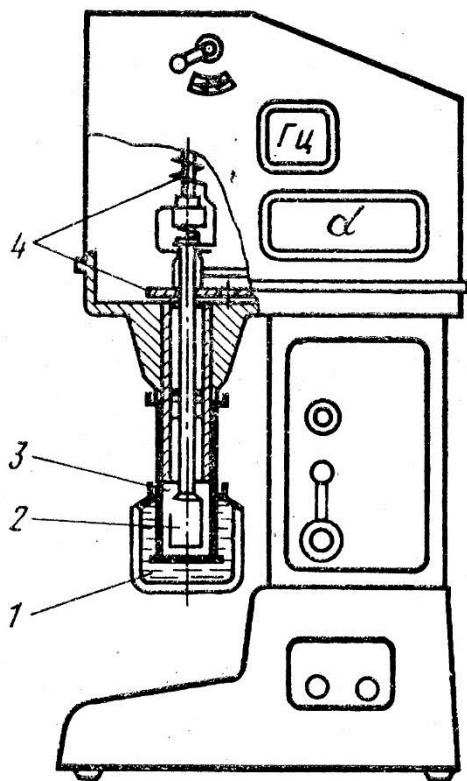


Рис. 2.2. Ротаційний віскозиметр «Реотест-2»:

1-стакан; 2-ротор; 3-продукт;
4-електромеханічний привід з торсіоном.

Динамічну в'язкість високожирних вершків досліджували на установці «Rheotest 2» [1]. Межі вимірювання для в'язкості від 10^{-2} до 10^4 Па·с; швидкість зсуву можна змінювати від 0,1667 до 1458 с^{-1} ; напруги зсуву відповідно від 12 до 3000 Па; Похибка вимірювань $\pm 3\%$ (для ньютонівської рідини).

У приладі встановлена теплообмінна сорочка, що дозволяє тривалий час підтримувати температуру. Вершки попередньо підігрівались на водяній бані.

Прилад складається з двох циліндрів – внутрішнього і зовнішнього. Вершки поміщали у зовнішній циліндр, який обладнаний теплообмінною сорочкою, по якій циркулює вода. За рахунок термостата підтримується

постійна температура води. Внутрішній циліндр через вал, з'єднаний з пружиною, яка відображає діючий обертовий момент.

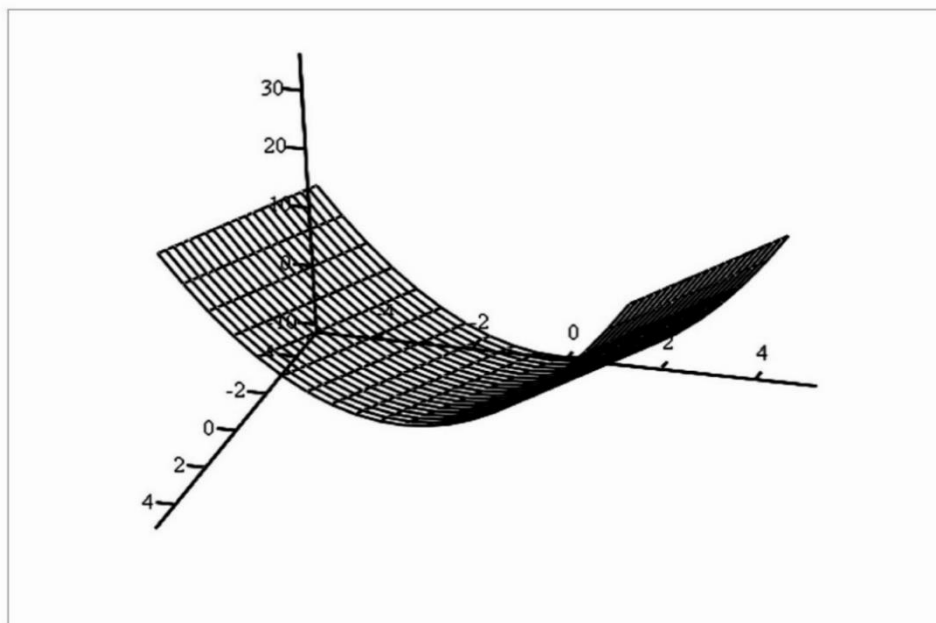
Відхилення пружини реєструє потенціометр опору. Виходячи із можливих значень в'язкості співвідношенням радіусів циліндрів було вибрано

$$\frac{r}{R} = \frac{S_3}{S} = 0,81.$$

На основі відомих значень в'язкості для вершків було вибрано режим «а», у якому оберти двигуна «Rheotest 2» становили 1500 об/хв.

Проба поміщалась у зовнішній циліндр реотеста . Після цього встановлювали внутрішній циліндр. Вимірювання проводили при регулюванні градієнта швидкості зсуву і від 0,34 до 146,8 с⁻¹. При цьому фіксували значення показників при максимальному куті відхилення стрілки на шкалі приладу [1].

Для вимірювання потужності використовували комп'ютеризовану систему, підключену до електродвигуна. Основою даної системи є керуюча електронна плата з мікросхемою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) і цифрово-аналогового перетворювача (ЦАП), встановлена в комп'ютері.



f

Рис.2.3 Залежність динамічної в'язкості вершків від жирності і температури.

При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків їх жирність змінюється в межах 60-80%, а температура сепарування від 70 до 85° С. При температурі 80° С в'язкість вершків при зміні їх жирності від 70% до

85% зростає 1,8 рази, а при зміні температури від 60° С до 85° С в'язкість вершків 85% зменшується майже у два рази. Графік залежності в'язкості високожирних вершків температури рис.2.3.

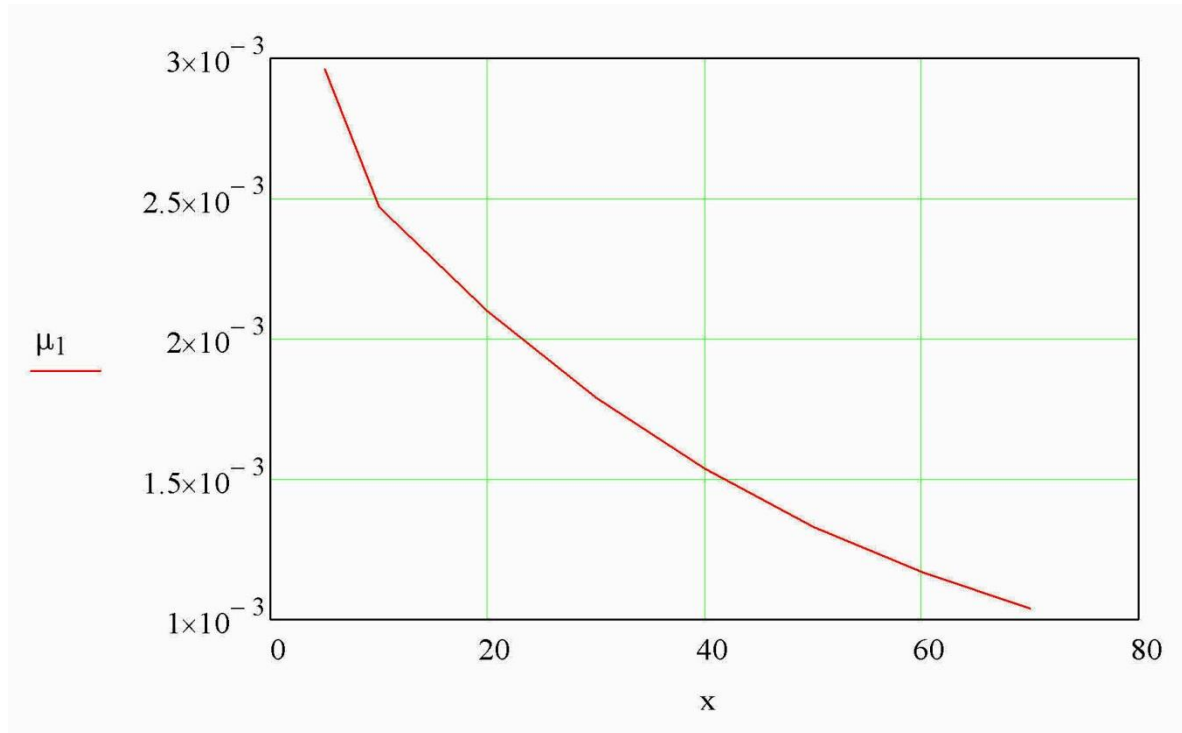


Рис. 2.4 Залежність динамічної в'язкості вершків від жирності при температурі сепарування 85° С.

Іншим важливим параметром є різниця густини маслянки і високожирних вершків. Густина маслянки, яка включає приблизно 9% сухих речовин і 0,03% жиру можна приймати рівній в'язкості молока. Густина жиру при зміні температури від 70 до 80° С змінюється від 884,8 до 877,8 кг/м³.

Оскільки густина маслянки ρ_m і жиру $\rho_{ж}$, і також, в'язкість високожирних вершків μ залежать від температури то їх можна звести в один комплекс. На основі одержаних даних встановлена залежність комплексу $\left(\frac{\rho_m - \rho_{ж}}{\mu}\right)$ від температури вершків рис.2.4.

Можна зробити висновок, що основним технологічним фактором, який впливає на процес є температура сепарування.

Підставляючи значення (2.2) у формулу Стокса одержимо більш просту формулу.

$$v_c = 164\omega R d^2 t \quad (2.3)$$

$$v_c = 6540n^2 R d^2 t \quad (2.4)$$

де: n - частота обертання барабану, s^{-1}

При звичайному осадженні під дією прискорення вільного падіння, яке рівне $9.81m/s$, швидкість Стокса $v_c = 1580d^2 t$.

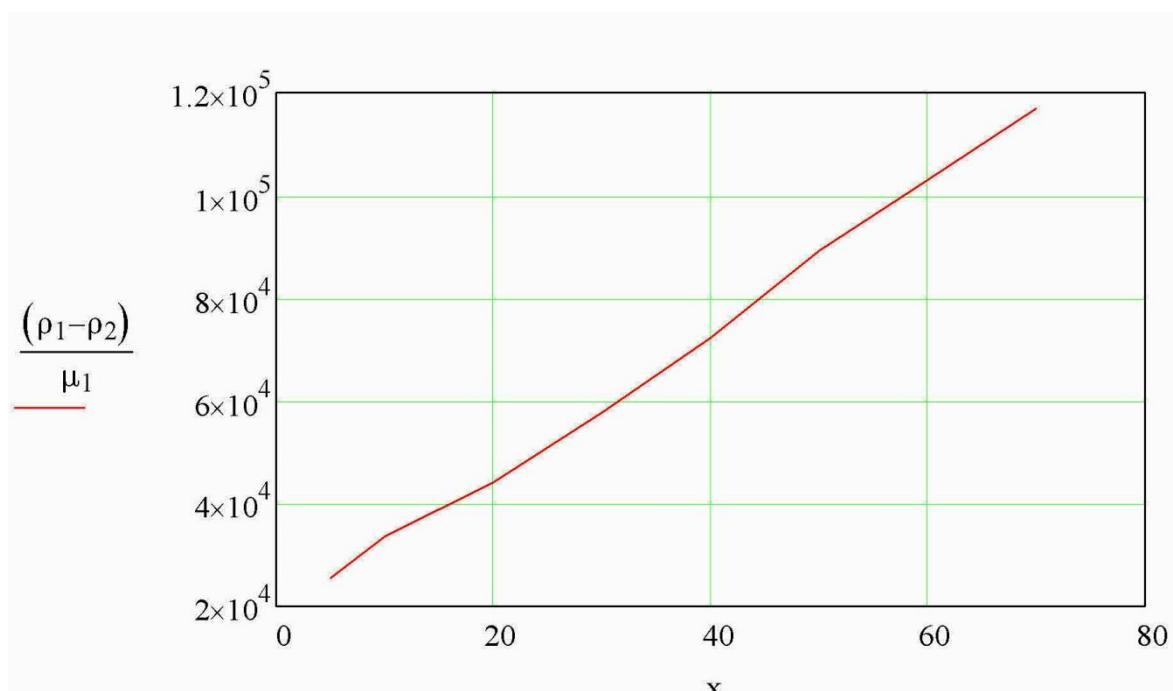


Рис.2.4 Залежність комплексу $\left(\frac{\rho_m - \rho_j}{\mu}\right)$ від температури.

Для температури в межах від 60 до 85°C ця залежність буде мати вигляд:

$$\left(\frac{\rho_m - \rho_j}{\mu}\right) = 2730t$$

де: t -температура, °C.

2.2. Аналіз конструктивних факторів сепаратора Г9-ОСК, які впливають на процес сепарування.

До конструктивних факторів сепаратора Г9-ОСК, які впливають на процес розділення можна віднести геометричні розміри тарілки (радіус, кут нахилу твірної), швидкість обертання барабану та число тарілок.

Ефект сепарування буде залежати від напряму результуючої швидкості руху кульки. Абсолютна швидкість руху кульки в у просторі міжтарілками барабана v_m рівна алгебраїчній сумі двох швидкостей. При видаленні жирової кульки від осі обертання швидкість v_c збільшується, оскільки збільшується радіус, а швидкість потоку v_n при цьому зменшується, оскільки збільшується живий переріз потоку. Тобто буде змінюватись направлення вектора швидкості жирової кульки, яка захопилася потоком молока і по мірі збільшення R повертається до осі обертання..

У просторі між тарілками жирові кульки прямують до осі обертання барабану, і накопляються на поверхні нижніх тарілок, утворюючи шар вершків, які рухаються по поверхні тарілок вгору до осі обертання.

Великі кульки жиру, а також частина менших осідають на поверхні тарілки відразу при виході з каналу і розподілу між тарілками, тобто на верхній частині тарілок. До периферії тарілок можуть пройти тільки малі жирові кульки захоплені потоком.

Продуктивність сепаратора для високожирних вершків будемо визначати, за умови відділення жирової кульки малих розмірів. Для розрахунків використаємо найменш сприятливі умову, при якій жирова кулька при вході в міжтарілковий простір знаходиться на най більш віддаленій відстані від нижньої тарілки, тобто під верхньою тарілкою (див. рис. 2, б).

Жирова кулька буде видалена із вершків жирністю 35 -40 % за умови, якщо вона за час руху в потоці встигне перейти в шар високожирних вершків під дією швидкості Стокса, і перетнути віддаль між тарілками і виявиться на поверхні нижньої тарілки.

Елементарний кільцевий об'єм на радіусі R сепаратора Г9-ОСК становить:

$$dv = 2\pi R dR h_0 z \quad (2.5)$$

де h_0 —відстань між тарілками по вертикалі.

Час перебування вершків жирністю 40% в цьому об'ємі (в с) буде залежати від продуктивності сепаратора

$$dT = \frac{dv}{M} = \frac{2\pi R dR h_0 z}{M} \quad (2.6.)$$

де: M - продуктивність сепаратора, $\text{м}^3 / \text{с}$.

За цей час в жирова кулька у вершках жирністю 40% буде рухатись у напрямку до осі обертання тарілки на відстань dS . Швидкість руху буде рівна $v_c = KR$,

де

$$K = \frac{\omega^2 (\rho_m - \rho_j) d^2}{18\mu} \quad (2.7)$$

Тоді

$$dS = v_c dT = KR dT \quad (2.8)$$

Підставимо значення dT :

$$dS = \frac{K 2\pi h_0 z R^2}{M} dR \quad (2.9)$$

При русі в об'ємі барабану від радіусу R_m до R_b . жирова кулька повина встигнути перетнути потік початкових вершків на відстань S . Інтегруючи рівняння (6) в межах від 0 до S і від R_m до R_b .

$$S = \frac{2\pi h_0 z K}{M} \left(\frac{R_b^3 - R_m^3}{3} \right) \quad (2.10)$$

$$S = \frac{h_0}{\text{tg}\alpha} \quad (2.11)$$

де α -кут підйому твірної тарілки .

Підставимо значення S і K :

$$\frac{h_0}{\text{tg}\alpha} = \frac{2\pi h_0 z \omega^2 (\rho_m - \rho_j) d^2 (R_b^3 - R_m^3)}{M 18\mu} \quad (2.12)$$

Звідси

$$M = 16560n^2z \operatorname{tg}\alpha(R_6^3 - R_M^3) \left(\frac{\rho_M - \rho_{ж}}{\mu}\right) d^2 \quad (2.12)$$

де M -продуктивність сепаратора, M^3/c .

Якщо проаналізувати формулу () можна зробити висновок, що при заданій повноті відділення жирової кульки і відомих характеристик високо жирних вершків, які сепаруємо, продуктивність сепаратора буде визначатись частотою обертання барабану, кількістю тарілок і геометричними розмірами тарілки. При необхідності забезпечити відділення жирової кульки менших розмірів продуктивність сепаратора пропорційно зменшується рис.2.5.

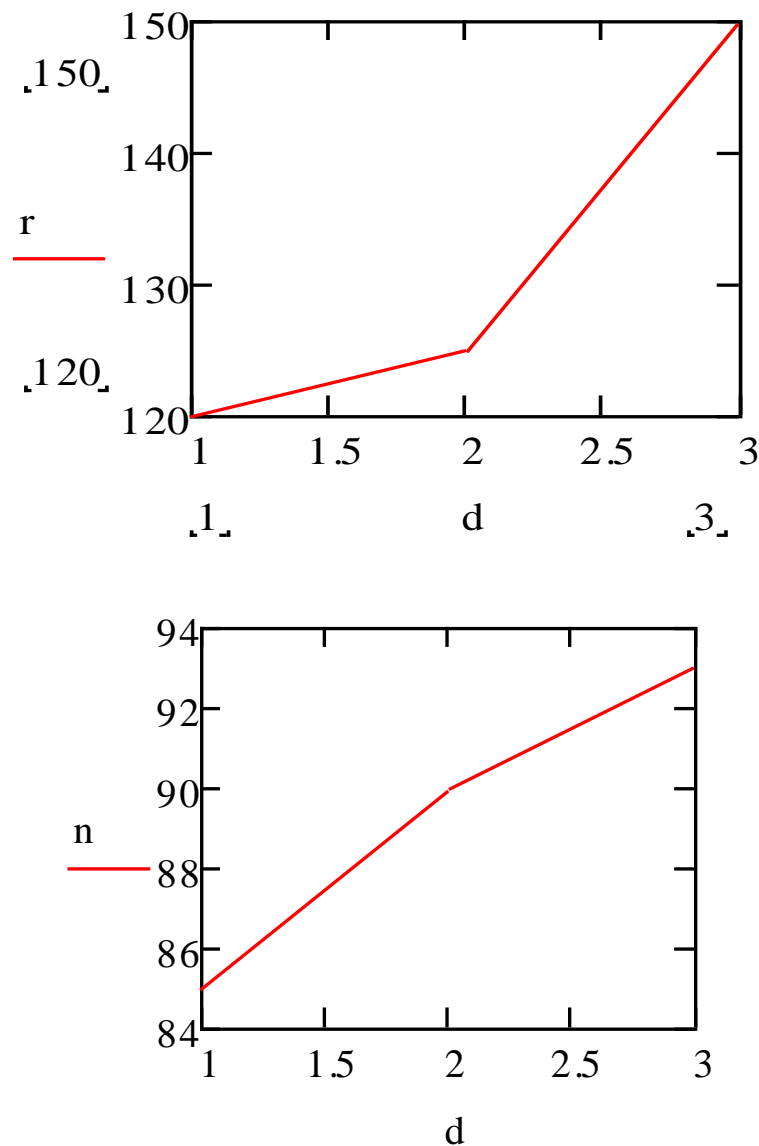


Рис.2.5. Залежність технологічних параметрів від розмірів жирової кульки

Таку формулу можна використовувати для визначення теоретичної продуктивності сепаратора. Для визначення дійсної продуктивності сепаратора необхідно врахувати коефіцієнт корисної дії β , який буде враховувати зміну в'язкості у процесі сепарування.

Тоді отримаємо :

$$M = 16560 \beta n^2 z \operatorname{tg} \alpha (R_6^3 - R_M^3) \left(\frac{\rho_M - \rho_{ж}}{\mu} \right) d^2. \quad (2.13)$$

$$\left(\frac{\rho_M - \rho_{ж}}{\mu} \right) = 2730t \quad (2.14)$$

Покажемо формулу (8) більш зручному для розрахунку вигляді

$$M = 48 \cdot 10^6 \beta n^2 z \operatorname{tg} \alpha (R_6^3 - R_M^3) d^2 t \quad (2.15)$$

із формули (2.13) виходить:

$$\frac{M}{d^2 t} = 45,2 \cdot 10^6 \beta n^2 z \operatorname{tg} \alpha (R_6^3 - R_M^3) \quad (2.14)$$

де M - продуктивність сепаратора, $\text{м}^3/\text{с}$;

n -частота обертання барабана, с^{-1}

z - число тарілок

α -кут підйому, що утворює тарілки;

R_M і R_6 - великий і малий радіус тарілки;

ρ_M і $\rho_{ж}$ -в'язкість плазми молока і в'язкість жиру, $\text{кг}/\text{м}^3$

μ -динамічна в'язкість молока, $\text{Па} \cdot \text{с}$

t -температура молока, $^{\circ}\text{C}$

d -діаметр жирової кульки, м .

β -технологічний к. п. д. сепаратора.

У формулі (2.14) ліва частина характеризує технологічні параметри роботи права – конструктивні параметри сепаратора.

Із зміною температури вершків змінюється густина жиру, питомий об'єм, діаметр жирової кульки і, відповідно швидкість Стокса. Відношення між густиною, питомим об'ємом і діаметром жирової кульки можна представити наступним співвідношенням:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{d_2^3}{d_1^3}; \quad d_2 = \sqrt[3]{\frac{\rho_1}{\rho_2}}; \quad (2.15)$$

Тоді швидкість Стокса

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \cdot \frac{t_2}{t_1}. \quad (2.16)$$

Відповідно,

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{t_2}{t_1} \left(\sqrt[3]{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \right)^2. \quad (2.17)$$

При збільшенні температури сепарування від 40 до 80°C густина жиру змінюється з $\rho_1 = 905$ до $\rho_2 = 878$ кг/м³, а зміна швидкості Стокса відповідає співвідношенні

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{80}{40} \left(\sqrt[3]{\frac{905}{878}} \right)^2 = 2 \cdot 1,025 \quad (2.18)$$

Збільшення швидкості пропорційне збільшенню температури, від збільшення розміру жирової кульки (другий множник), швидкість Стокса, збільшується тільки на 2,5%.

3. Конструкторська частина

3.1. Розрахунок горизонтального валу привідного механізму сепаратора Г9-ОСК

Горизонтальний вал сепаратора Г9-ОСК служить для передачі руху від електродвигуна на вертикальний вал. Горизонтальний вал встановлений в підшипниках кочення. На валі знаходиться фрикційна пів муфта і колесо мультиплікатора.

3.1.1. Проектний розрахунок і конструювання валу

Для виготовлення вала назначаємо нормалізовану сталь 45, для якої $\sigma_T = 280$ МПа і $\sigma_B = 560$ МПа .

За формулою (31.21 [1]) маємо діаметр вала:

$$d \geq \sqrt[3]{16T/(\pi[\tau])}$$

де допустиме напруження $[\tau]=20$ МПа.

Крутний момент T рівний

$$T = 9550 \cdot \frac{N}{n} ,$$

де N – потужність, що подається на вал, $N=11$ кВт;

n - частота обертання, $n=2800$ об/хв.

$$T = 9550 \cdot \frac{11 \cdot 10^3}{2800} = 37517 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$d \geq \sqrt[3]{16 \cdot 37517 / (3.14[20])} = 21,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $d = 45$ мм.

Діаметр вала під підшипники приймаємо $d_{\text{п}} = 45$ мм. Радіуси всіх галтелей $r = 1$ мм.

Розміри шпонкових пазів (таб. 12,1 [1]): $b_{\text{ш}} = 25$ мм, $t_1 = 8$ мм.

3.1.2. Перевірка статичної міцності валу

Попередньо визначимо сили, що діють у зачепленні зубчатих коліс і які передаються на вал.

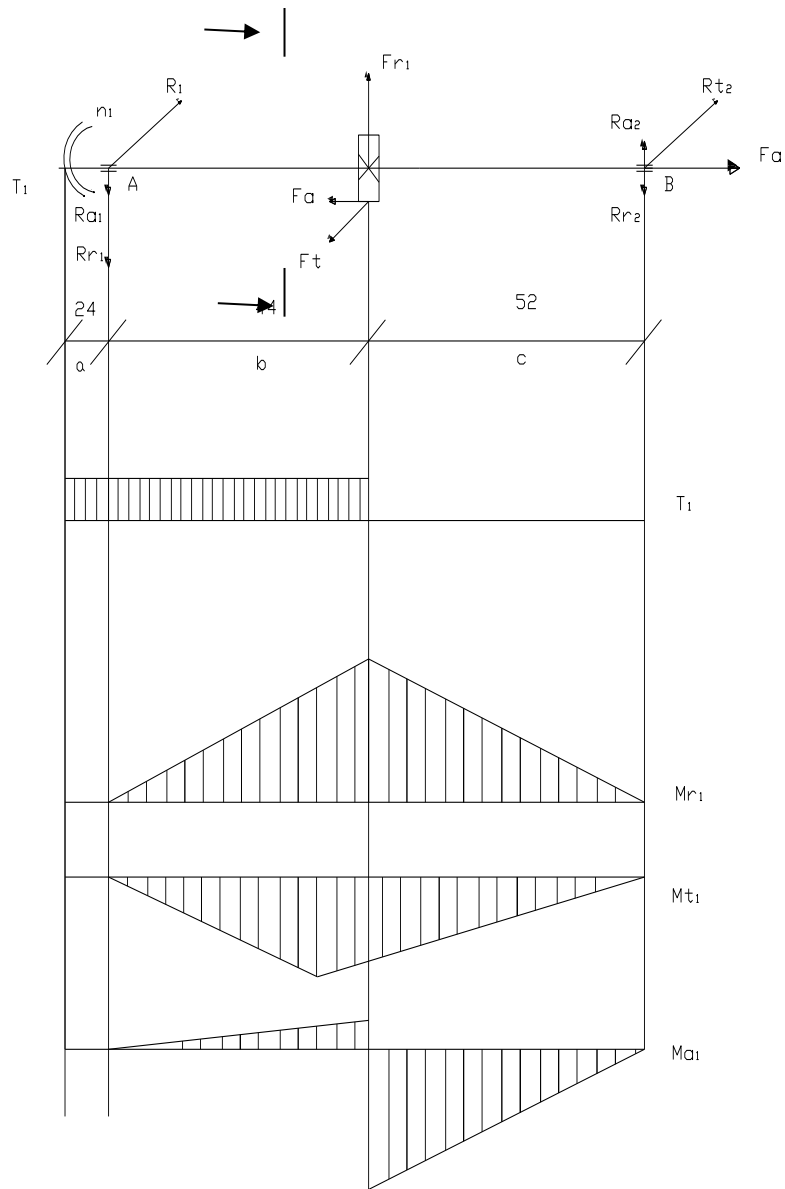


Рис. 3.1. Розрахункова схема валу

Сили у зачепленні коліс:

колова сила

$$F_{t1} = \frac{2T}{d} = 2 \cdot \frac{37517 \cdot 10^3}{150} = 47356 \text{ H}$$

радіальна сила

$$F_{r1} = F_{t1} \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta = 47356 \operatorname{tg} 20^\circ / \cos 14^\circ = 17579 \text{ H}$$

осьова сила

$$F_{a1} = F_{t1} \operatorname{tg} \beta = 47356 \cdot \operatorname{tg} 14^\circ = 11842 \text{ H}$$

Розрахункова схема вала зображена на рисунку 3.1, де вказані напрямки сил, що діють на вал, та показані епюри згинальних моментів M окремо від кожної зовнішньої сили і епюр крутного моменту T .

Запишемо радіальні реакції опор A і B вала від дії на вал сил у зачепленні колеса:

$$R_{Ar1} = \frac{F_{r1}c}{l} = 17579 \cdot \frac{120}{285} = 7401 \text{ H}$$

$$R_{Br1} = \frac{F_{r1}(a+b)}{l} = \frac{17579(35+130)}{285} = 10177 \text{ H}$$

$$R_{Aa1} = R_{Ba1} = \frac{0.5F_{a2}d}{l} = 0.5 \cdot 11842 \cdot \frac{150}{285} = 2943 \text{ H}$$

$$R_{At1} = \frac{F_{t1}c}{l} = 17579 \cdot \frac{130}{285} = 8018 \text{ H}$$

$$R_{Bt1} = \frac{F_{t1}(a+b)}{l} = 17579 \cdot \frac{35+120}{285} = 9560 \text{ H}$$

Сумарні радіальні реакції опор вала:

$$R_A = \sqrt{(R_{Ar1} + R_{Aa1})^2 + R_{At1}^2} = \sqrt{(7401 + 2943)^2 + 8018^2} = 13087 \text{ H}$$

$$R_B = \sqrt{(R_{Ba1} - R_{Br1})^2 + R_{Bt1}^2} = \sqrt{(2943 - 10177)^2 + 9560^2} = 11988 \text{ H}$$

Згинальні моменти у перерізі А-А (під зубчастим колесом діаметром 70 мм)

$$M_{r1} = R_{Ar1}a = 2943 \cdot 35 = 103005 \text{ H} \cdot \text{мм}$$

$$M_{a1} = R_{Ba1}(b+c) = 2943(35+130) = 485595 \text{ H} \cdot \text{мм}$$

$$M_{t1} = R_{A_{t1}} a = 8018 \cdot 35 = 280630 \text{ H} \cdot \text{мм}$$

$$M_{1_{max}} = \sqrt{(M_{a1} - M_{r1})^2 + M_{t1}^2} = \sqrt{(485595 - 103005)^2 + 280630^2}$$

$$= 474000 \text{ H} \cdot \text{мм}$$

Номінальні напруження у перерізі А-А:

$$\sigma_{зг} = \frac{32M_{1_{max}}}{(\pi d^3)} = 32 \cdot \frac{474000}{3.14 \cdot 45^3} = 53,0 \text{ МПа}$$

$$\sigma_c = \frac{4F_{a2}}{\pi d^2} = 4 \cdot \frac{11842}{3.14 \cdot 45^2} = 7,45 \text{ МПа}$$

$$\tau = \frac{16T}{(\pi d^3)} = 16 \cdot \frac{37517}{3.14} \cdot 45^3 = 2,09 \text{ МПа}$$

$$\sigma_E = \sqrt{(\sigma_{зг} + \sigma_c)^2 + 4\tau^2} = \sqrt{(53,0 + 7,45)^2 + 4 \cdot 2,09^2} = 60,59 \text{ МПа}$$

Максимальне еквівалентне напруження при короткочасних перевантаженнях

$$\sigma_{E_{max}} = \sigma_E K_{\Pi} = 60,59 \cdot 2,2 = 133,29 \text{ МПа}$$

Допустиме еквівалентне напруження

$$[\sigma]_E = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 280 = 224 \text{ МПа}$$

Умова статичної міцності вала виконується, оскільки

$$\sigma_{E_{max}} = 154 \text{ МПа} < [\sigma]_E = 224 \text{ МПа}$$

3.1.3. Розрахунок валу на втомну міцність

У перерізі А-А концентратором напружень є шпонковий паз, який утворюється пальцевою фрезою. Тому для даного перерізу доцільно визначити розрахунковий коефіцієнт запасу міцності. Оскільки у перерізі є нормальні та дотичні напруження, то спочатку визначимо s_{σ} та s_{τ} , а відтак і загальний розрахунковий коефіцієнт запасу міцності s . (формули 31.9 та 31.10 [1])

Границі втоми матеріалу вала:

$$\sigma_{-1} = 0,45\sigma_B = 0,45 \cdot 560 = 252 \text{ МПа}$$

$$\tau_{-1} = 0,25\sigma_B = 0,25 \cdot 560 = 140 \text{ МПа}$$

Амплітуди нормальних і дотичних напружень:

$$\sigma_a = \frac{M_{1max}}{W_{0H}}$$

У даному випадку моменти опору перерізу вала брали з урахуванням шпонкового паза:

$$W_{0H} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{b_{ш} t_1 (d - t_1)^2}{2d} = 3,14 \cdot \frac{45^3}{32} - 8 \cdot \frac{25 \cdot (45 - 8)^2}{2 \cdot 45} = 5898 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_a = \frac{474000}{5898} = 80,37 \text{ МПа}$$

$$\tau_a = T / (2W_{pH})$$

$$W_{pH} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{b_{ш} t_1 (d - t_1)^2}{2d} = 3,14 \cdot \frac{45^3}{16} - 8 \cdot \frac{25 \cdot (45 - 8)^2}{2 \cdot 45} = 14830 \text{ мм}^3$$

$$\tau_a = \frac{37615 \cdot 10^3}{(2 \cdot 14830)} = 1,26 \text{ МПа}$$

Середні значення нормальних і дотичних напружень:

$$\sigma_m = \frac{F_{a2}}{\frac{\pi d^2}{4} - b_{ш} t_1} = \frac{11842}{3,14 \cdot \frac{45^2}{4} - 25 \cdot 8} = 8,52 \text{ МПа}$$

$\tau_m = \tau_a = 1,26 \text{ МПа}$ - для випадку передавання навантаження тільки в один бік.

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень від шпонкового паза (таб. 31.2 [1]):

$$K_\sigma = 1,45; K_\tau = 1,37;$$

Коефіцієнти, що характеризують чутливість матеріалу вала до асиметрії циклу напружень:

$$\psi_\sigma = 0,02 + 2 \cdot 10^{-4} \sigma_B = 0,02 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot 560 = 0,13$$

$$\psi_\tau = 0,5\psi_\sigma = 0,5 \cdot 0,13 = 0,065$$

Коефіцієнт, що враховує вплив абсолютних розмірів перерізу вала, за (таб. 31.3 [1]) $K_d = 0,86$

Коефіцієнти запасу міцності за нормальними та дотичними напруженнями :

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}\sigma_a}{K_d} + \psi_{\sigma}\sigma_m} = \frac{252}{1.45 \cdot \frac{80,37}{0.86} + 0.13 \cdot 8,52} = 1.59$$

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}\tau_a}{K_d} + \psi_{\tau}\tau_m} = \frac{140}{1.37 \cdot \frac{1,26}{0.86} + 0.065 \cdot 1,26} = 67,02$$

Загальний розрахунковий коефіцієнт запасу міцності вала у перерізі А-А

$$s = \frac{s_{\sigma}s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = 1,59 \cdot \frac{67,02}{\sqrt{1,59^2 + 67,02^2}} = 1,8$$

Оскільки мінімальний допустимий коефіцієнт запасу міцності $[s]_{\min}=1,5-2,5$, втомна міцність вала у перерізі А-А забезпечується.

3.2. Підбір та розрахунок підшипника кочення

3.2.1. Аналіз умов навантаження та вибір типорозміру підшипників

Розрахункова схема для підбору та розрахунку підшипників вала зображена на рисунку, де вказані напрями сил, що діють на його опори. Найнавантаженішою опорою у цій схемі є опора В, оскільки вона навантажена найбільшою радіальною силою R_B і сприймає осьову силу F_A .

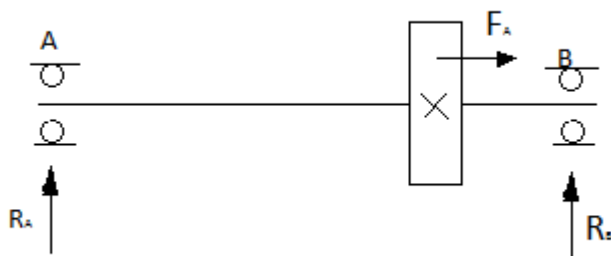


Рис. 3.2.– Схема розрахунку підшипників опор вала

3.2.2. Визначення розрахункового еквівалентного навантаження на підшипник

Підбираємо та розраховуємо підшипник для опори В.

Зважаючи на значне радіальне навантаження будемо орієнтуватись на підшипник середньої серії 203, для якого із довідника [2] маємо: базова статична вантажність $C_0 = 4500$ Н; базова динамічна вантажність $C_r = 9560$ Н.

Розрахункове еквівалентне навантаження знаходять за формулами (32.16) та (32.10) [1]. Для типового режиму навантаження Л(легкого) коефіцієнт інтенсивності $K_E = 0,40$.

Згідно з умовами роботи підшипників беремо: $V=1$ - обертається внутрішнє кільце підшипника; $K_6 = 1,5$ - коефіцієнт безпеки при короткочасних перевантаженнях до 150 %; $K_T = 1$ - температурний коефіцієнт при робочій температурі підшипників до 100 °С.

У даному випадку $R_r = R_B = 1781$ Н, а для кулькових радіальних підшипників $R_a = F_a = 764$ Н. Тому для визначення коефіцієнтів X і Y знаходимо відношення $\frac{R_a}{C_0} = \frac{764}{4500} = 0,17$ і за таблицею 32.2 [1] беремо параметр осьового навантаження $e=0,34$.

Оскільки відношення $\frac{R_a}{VR_r} = \frac{764}{1 \cdot 1781} = 0,42 > e = 0,34$, за таблицею 32.2 [1] $X=0,56$, а $Y=1,31$.

За формулою 32.16 розрахункове еквівалентне навантаження на підшипник

$$R = (XYR_r + YR_a)K_6K_T = (0,56 \cdot 1,31 \cdot 1781 + 1,31 \cdot 764) \cdot 1,5 \cdot 1 = 3461 \text{ Н}$$

З урахуванням режиму навантаження протягом строку служби

$$R_E = K_E R = 0,4 \cdot 3461 = 1384,4 \text{ Н.}$$

Підбираємо та розраховуємо підшипник для опори А.

Для опори А вибираємо підшипник середньої серії 204, для якого із довідника [2] маємо: базова статична вантажність $C_0 = 6200$ Н; базова динамічна вантажність $C_r = 12700$ Н.

Розрахункове еквівалентне навантаження знаходять за формулами (32.16) та (32.10) [1]. Для типового режиму навантаження Л(легкого) коефіцієнт інтенсивності $K_E = 0,40$.

Згідно з умовами роботи підшипників беремо: $V=1$ - обертається внутрішнє кільце підшипника; $K_6 = 1,5$ - коефіцієнт безпеки при короткочасних перевантаженнях до 150 %; $K_T = 1$ - температурний коефіцієнт при робочій температурі підшипників до 100 °С.

У даному випадку $R_r = R_A = 1504$ Н, а для кулькових радіальних підшипників $R_a = F_a = 764$ Н. Тому для визначення коефіцієнтів X і Y знаходимо відношення $\frac{R_a}{C_0} = \frac{764}{6200} = 0.123$ і за таблицею 32.2 [1] беремо параметр осевого навантаження $e=0,32$.

Оскільки відношення $\frac{R_a}{VR_r} = \frac{764}{1 \cdot 1504} = 0.5 > e = 0.32$, за таблицею 32.2 [1] $X=0.56$, а $Y=1.45$.

За формулою 32.16 розрахункове еквівалентне навантаження на підшипник

$$R = (XYR_r + YR_a)K_6K_T = (0,56 \cdot 1,45 \cdot 1504 + 1,45 \cdot 764) \cdot 1,5 \cdot 1 = 3494 \text{ Н}$$

З урахуванням режиму навантаження протягом строку служби

$$R_E = K_E R = 0.4 \cdot 3494 = 1397,6 \text{ Н.}$$

3.2.3 Розрахункова довговічність підшипника

Для підшипника опори А.

Для 90%-ї надійності коефіцієнт $a_1 = 1$, а для звичайних умов експлуатації серійних кулькових радіальних підшипників коефіцієнт $a_{23} = 0,8$.

Розрахункова довговічність

$$L = a_1 a_{23} \left(\frac{C_r}{R_E}\right)^p = 1 \cdot 0.8 \left(\frac{9560}{1384.4}\right)^3 = 262.8 \text{ млн об.}$$

де $p=3$ – показник степеня для кулькових підшипників.

Розрахункова довговічність підшипника:

$$L_h = \frac{1745L}{\omega} = 1745 \cdot \frac{262.8}{40} = 11465 \text{ год.}$$

Для підшипника опори Б.

Для 90%-ї надійності коефіцієнт $a_1 = 1$, а для звичайних умов експлуатації серійних кулькових радіальних підшипників коефіцієнт $a_{23} = 0,8$.

Розрахункова довговічність

$$L = a_1 a_{23} \left(\frac{C_r}{R_E}\right)^p = 1 \cdot 0.8 \left(\frac{12700}{1397,6}\right)^3 = 600,24 \text{ млн об.}$$

де $p=3$ – показник степеня для кулькових підшипників.

Розрахункова довговічність підшипника:

$$L_h = \frac{1745L}{\omega} = 1745 \cdot 600,24/40 = 26175 \text{ год.}$$

3.3. Розрахунок барабана сепаратора на міцність

При розрахунку барабана на міцність необхідно встановити:

напруження, що виникають в стінках барабана, в залежності від частоти його обертання;

як впливає товщина стінки барабана на допустиму частоту обертання; оптимальну товщину стінку.

Корпус 1 барабана (рис. 3.2) — має вид циліндра;

Кришка 3 має форму конуса, що з'єднується з корпусом накидною гайкою 2.

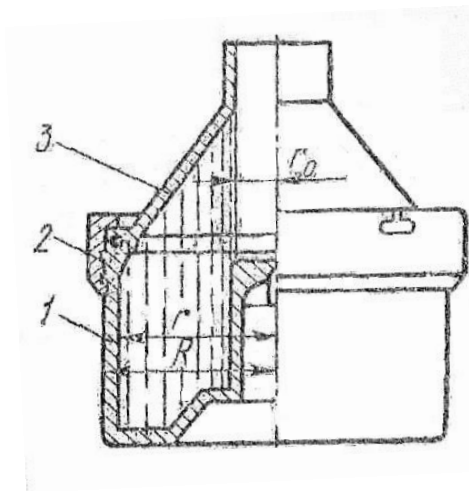


Рис. 3.2 Барабан сепаратора: 1- корпус, 2-зеднувальне кільце, 3- кришка.

3.3.1. Визначення тиску рідини в барабані

В результаті дії відцентрової сили рідина в барабані буде мати вигляд кільця (рис. 3.10), з внутрішній радіус якого r_0 і зовнішній r . Виділимо елемент кільця рідини товщиною dx на радіусі x від осі обертання.

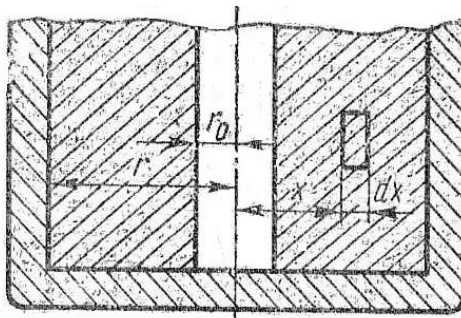


Рис. 3.3. До розрахунку тиску рідини

Відцентрова сила, що діє на виділений елемент

$$dI = m \cdot \omega^2 \cdot x = f \cdot dx \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \cdot x, \quad (3.1)$$

де ω - кутова швидкість;

f – площа кільця.

$\rho_{\text{ж}}$ – густина рідини.

На радіусі x тиск рідини буде становити

$$dp_{\text{ж}} = \frac{dI}{f} = \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \cdot x \cdot dx \quad (3.2)$$

Інтегруючи від 0 до $\rho_{\text{ж}}$ і від r_0 до r , отримаємо наступну залежність

$$p_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \frac{r^2 - r_0^2}{2} \quad (3.3)$$

або

$$p_{\text{ж}} = 19,74 \cdot n^2 \cdot \rho_{\text{ж}}(r^2 - r_0^2) \quad (3.4)$$

де $p_{\text{ж}}$ - тиск рідини, Па;

$\rho_{\text{ж}}$ - густина рідини, кг/м³;

n - частота обертання барабана, с⁻¹;

r - внутрішній радіус барабана, м;

r_0 - радіус відкритої поверхні рідини, що обертається, м.

Згідно з формули (3.3), тиск рідини буде змінюватись по параболічному закону.

Тоді за формулою (3.4), на стінки корпусу барабану тиск становить при умові, що $\rho_{\text{ж}} = 1000$ кг/м³, $r = 300$ мм, $r_0 = 0$ мм, $n = 93$ об/хв

$$p_{\text{ж}} = 19,74 \cdot 93^2 \cdot 1000 \frac{(15^2)}{100^2} = 3,83 \text{ МПа}$$

Для розрахунку барабана на міцність необхідно знати повну силу, що створює рідина на дно і кришку барабана.

Сила дії рідини на елементарну кільцеву площу дна радіусом x і шириною dx (рис. 3.4).

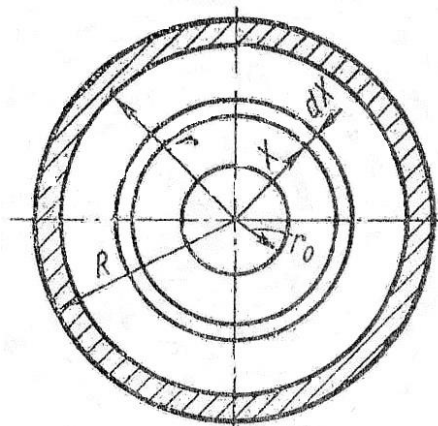


Рис. 3.4 Сили дії рідини на дно

$$dQ = 2\pi \cdot x \cdot dx \cdot p_{\text{ж}} \quad (3.5)$$

Представивши $p_{\text{ж}}$ із формули (3.3) для радіуса x , отримаємо

$$dQ = 2\pi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \cdot \frac{(x^2 - r_0^2)}{2} x \cdot dx \quad (3.6)$$

або

$$dQ = \pi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \cdot (x^3 - r_0^2 \cdot x) \cdot dx \quad (3.7)$$

Інтегруючи в межах від 0 до Q і від r_0 до r ,

$$Q = \pi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 \left(\frac{r^4 - 2r_0^2 r^2 + r_0^4}{4} \right) \quad (3.8)$$

Знайдемо повну силу, з якою рідина намагається розтягнути барабан вздовж його осі

$$Q = \frac{\pi}{4} \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 (r^2 - r_0^2)^2 \quad (3.9)$$

або

$$Q = \pi^3 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot n^2 (r^2 - r_0^2)^2 = 31 \rho_{\text{ж}} \cdot \omega^2 (r^2 - r_0^2)^2 \quad (3.10)$$

При $r=0$

$$Q = 31 \rho_{\text{ж}} \cdot n^2 \cdot r^1 \quad (3.11)$$

Силу дії рідини на дно барабана розраховуємо за формулою (3.11)

$$Q = 31 \rho_{\text{ж}} \cdot n^2 \cdot (r^2 - r_0^2)^2 = 31 \cdot 1000 \cdot 93^2 \left(\frac{15,0^2}{100^2} \right)^2 = 0,136 \text{ МПа}$$

3.3.2. Розрахунок корпусу барабана

Під час роботи сепаратора на стінки циліндричної частини його барабана діє дві сили: відцентрова сила самої стінки, сила тиску рідини на стінку.

Розглянемо основні (нормальні) напруження, що виникають в матеріалі циліндричної стінки барабана під дією цих сил в трьох напрямках: тангенціальному, радіальному і вздовж осі барабана (рис. 3.5).

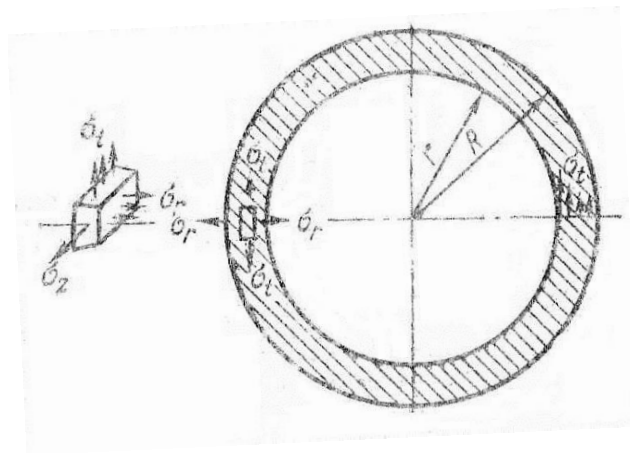


Рис. 3.5. Розрахункова схема корпусу барабана

1. Напруження, що виникає під дією відцентрової сили стінки барабана, розраховують за наступними формулами.

В тангенціальному напрямку головне напруження має максимальне значення у внутрішніх волокнах циліндричної стінки і виражається формулою

$$\sigma'_{t_{max}} = \frac{\rho_c \cdot \omega^2}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] \quad (3.12)$$

де ρ_c - матеріалу стінки;

ω - кутова швидкість барабана;

m – коефіцієнт Пуассона;

R – зовнішній радіус барабана;

r - внутрішній радіус барабана.

В радіальному напрямку головне напруження

$$\sigma'_r = \frac{\rho_c \cdot v^2}{8} (3 + m) \left(1 + \frac{r^2}{R^2} - \frac{x^2}{R^2} - \frac{r^2}{x^2} \right) \quad (3.13)$$

де v – колова швидкість барабана;

x – довільний радіус стінки в межах $r < x < R$.

Як видно з формули (3.13), в крайніх волокнах як внутрішніх, так і в зовнішніх це напруження рівне 0 при $x = r$ і $x = R$, $\sigma'_r = 0$.

Значення цього напруження максимальне на радіусі, рівному \sqrt{Rr} , причому числове значення цього напруження дуже мале.

В напрямку осі барабана головне напруження $\sigma_z'' = 0$.

Характер зміни σ_t і σ_r при різній товщині стінки барабана представлено на рисунку 3.13.

2. Напруження, що виникає під дією відцентрової сили рідини, що сепарується, визначається за наступними формулами.

В тангенціальному напрямку головне напруження має максимальне значення по внутрішніх волокнах циліндра і виражається формулою

$$\sigma_{t_{max}}'' = p_{ж} \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}, \quad (3.14)$$

де $p_{ж}$ - тиск рідини на стінку.

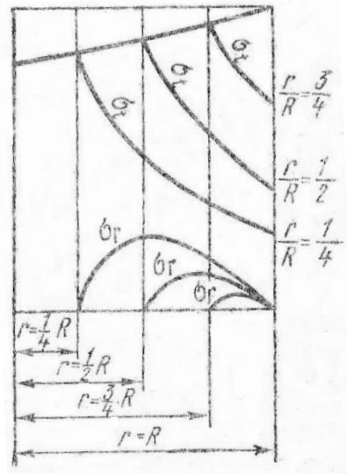


Рис. 3.6. Характер розподілення напружень по товщині стінки.

В радіальному напрямку головне напруження має найбільше значення у внутрішніх волокнах стінки циліндра і визначається рівнянням

$$\sigma_r'' = -p_{ж} \quad (3.15)$$

В напрямку осі барабана головне напруження

$$\sigma_z'' = \frac{Q}{\pi(R^2 - r^2)}, \quad (3.16)$$

де Q- сили дії рідини на дно барабана.

Статичний тиск рідини в барабані дуже малий, тому в розрахунку його не враховують.

Підставивши в формулу (3.16) значення Q з формули (3.9) отримаємо

$$\sigma_z'' = \frac{\pi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot n^2 (r^2 - r_0^2)^2}{R^2 - r^2}, \quad (3.17)$$

Барабани сепараторів виготовляють із в'язких матеріалів (зазвичай із сталі), тому по гіпотезі найбільших дотичних напружень для внутрішніх волокон циліндричної частини барабана, як найбільш напружених

$$2\tau_{\text{max}} = (\sigma'_{t_{\text{max}}} + \sigma''_{t_{\text{max}}}) - (\sigma'_r + \sigma''_r), \quad (3.18)$$

Підставляючи значення головних напружень, отримаємо

$$2\tau_{\text{max}} = \frac{\rho_c \omega^2}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] + p_{\text{ж}} \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} + p_{\text{ж}}; \quad (3.19)$$

$$2\tau_{\text{max}} = \frac{\rho_c \omega^2}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] + p_{\text{ж}} \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2}; \quad (3.20)$$

Підставивши значення $p_{\text{ж}}$ із формули (3.3)

$$2\tau_{\text{max}} = \omega \frac{\rho_c}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] + \rho_{\text{ж}} \omega^2 R^2 \frac{r^2 - r_0^2}{R^2 - r^2}; \quad (3.21)$$

$$2\tau_{\text{max}} = \omega^2 \left\{ \frac{\rho_c}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] + \rho_{\text{ж}} \omega^2 R^2 \frac{r^2 - r_0^2}{R^2 - r^2} \right\}; \quad (3.22)$$

Умова міцності циліндричної частини барабана

$$\sigma = 2\tau_{\text{max}} \leq [\sigma],$$

де σ - дійсне напруження на розтяг;

$[\sigma]$ - допустиме напруження на розтяг.

Дійсне напруження на розтяг

$$\sigma = \omega^2 \left\{ \frac{\rho_c}{4} [(3 + m)R^2 + (1 - m)r^2] + \rho_{\text{ж}} R^2 \frac{r^2 - r_0^2}{R^2 - r^2} \right\}, \quad (3.23)$$

Допустиме напруження на розтяг встановлюють по границі текучості для даного матеріалу:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_1} \geq \sigma, \quad (3.24)$$

де n_1 - запас міцності.

$$n_1 = \frac{\sigma_T}{[\sigma]} \geq \frac{\sigma_T}{\sigma} \quad (3.25)$$

Допустиме напруження на розтяг для сталі 45 $\sigma_T = 356$ МПа. Приймаємо $n_1 = 2$. Тоді допустиме напруження на розтяг $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_1} = 178$ МПа.

Замінивши кутову швидкість в формулі (3.23) частотою обертання, а радіуси діаметрами, отримаємо розрахункову формулу в загальному вигляді

$$\sigma = \frac{\pi^2 n^2}{10^6} \left\{ \frac{\rho_c}{4} [(3 + m)D^2 + (1 - m)d^2] + \rho_{ж} D^2 \frac{d^2 - d_0^2}{D^2 - d^2} \right\} \quad (3.26)$$

де σ - дійсне напруження в матеріалі барабана, МПа;

n - частота обертання барабана, c^{-1} ;

ρ_c - густина матеріалу стінки, $кг/м^3$;

$\rho_{ж}$ - густина рідини, $кг/м^3$;

m - коефіцієнт Пуассона, для сталі $m = 0,3$

D - зовнішній діаметр барабана, м;

d - внутрішній діаметр барабана, м;

d_0 - діаметр відкритої поверхні рідини, що обертається, м. Оскільки передбачений вільний вихід вершків, приймаємо $d_0 = 0$.

Для сталевих барабанів ($m = 0,3$; $\rho_c = 7860$ $кг/м^2$) формула (3.26) прийме вигляд

$$\sigma = \frac{\pi^2 n^2}{10^6} \left\{ 6476D^2 + 1374d^2 + 1000D^2 \frac{d^2 - d_0^2}{D^2 - d^2} \right\} \quad (3.27)$$

При умовах, що $d = 300$ мм, $D = 340$ мм, $d_0 = 0$ мм, а $n = 93$ c^{-1}

$$\sigma = \frac{9,86 \cdot 93^2}{10^6} \left\{ 6476 \cdot 0,34^2 + 1374 \cdot 0,3^2 + 1000 \cdot 0,3^2 \frac{0,3^2}{0,34 - 0,3^2} \right\} =$$

74,675 МПа , що менше допустимого напруження.

3.3.3 Визначення критичної товщини стінки барабана і допустимої частоти обертання барабана.

Зі збільшенням товщини стінки барабана підвищується, але тільки до певної межі, після якої вона зменшується внаслідок зростання відцентрової сили самої стінки. Міцність барабана визначає допустиму частоту обертання його, тому необхідно встановити зв'язок між товщиною стінки і частотою обертання барабана.

Залежність допустимої частоти обертання барабана від товщини його стінки показана на діаграмі (рис. 3.14), побудованої для сталевих барабанів.

На діаграмі є ряд похилих кривих, що являють собою залежність між товщиною стінки барабана і допустимою частотою обертання при постійному напруженні матеріалу стінки. Такі криві приведені для внутрішніх діаметрів від 100 до 400 мм при різній міцності сталі, що застосовується. Точки, що відповідають критичним значенням товщини стінки барабана, на цих кривих відмічені кружечками (критична точка).

Користуючись цією діаграмою, можна вибрати найбільш доцільну товщину стінки барабана у відповідності з розмірами барабана, його призначенням, масою, моментом інерції і граничною частотою обертання. Із діаграми видно, що збільшення товщини стінки більше критичного значення знижує допустиму (для даного барабана) частоту обертання, тобто робить барабан менш міцним і, звичайно, більш важким.

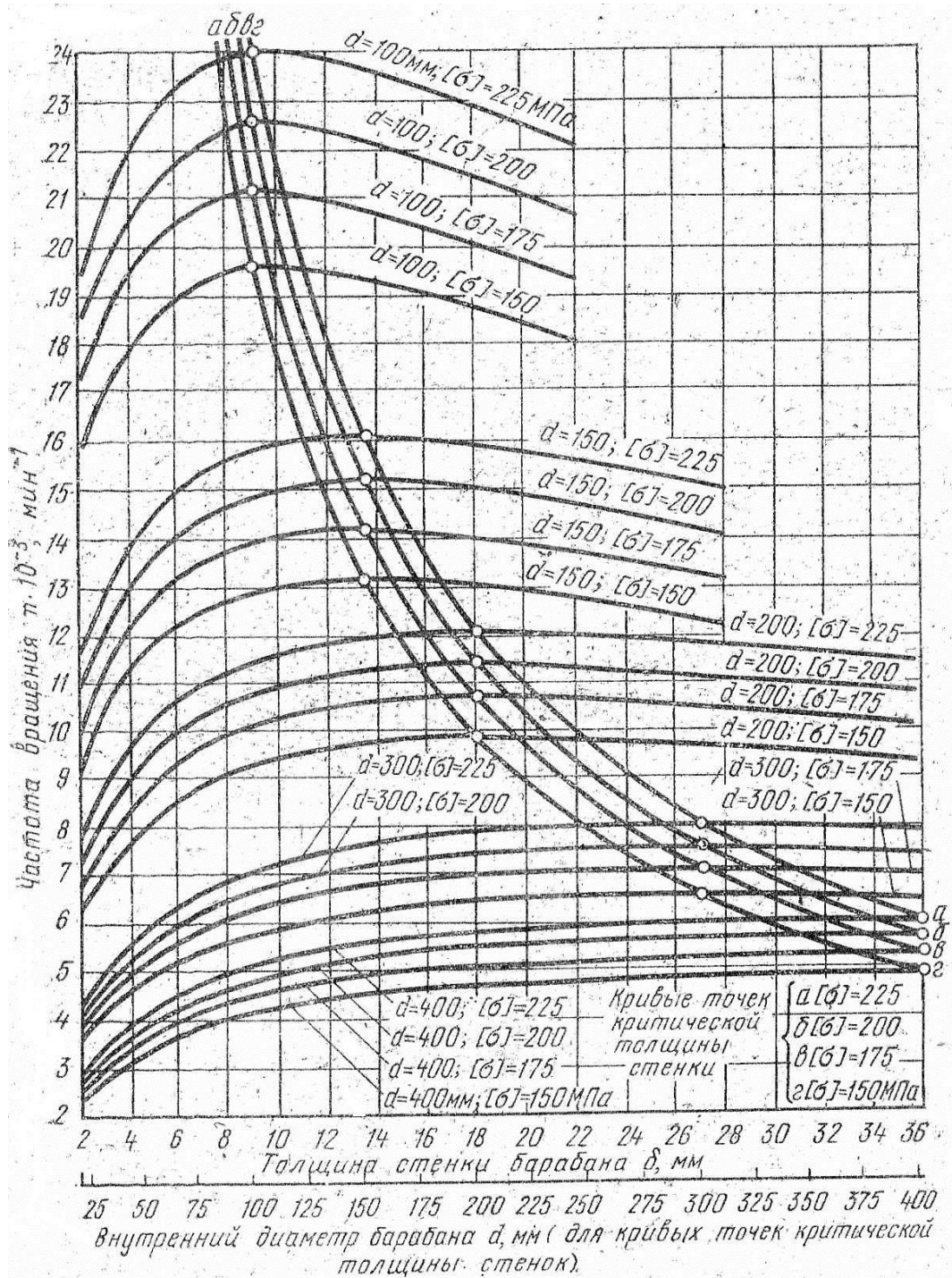


Рис. 3.7. Діаграма для розрахунку сталевих барабанів

Крім описаних кривих, на дану діаграму нанесені гіперболічні криві, що показують залежність між внутрішнім діаметром барабана і допустимою частотою обертання при критичній товщині стінки. Допустиму частоту обертання визначають (для заданого внутрішнього діаметра) по гіперболічній кривій, що відповідає прийнятому $[\sigma]$.

Для сепаратора для високожирних вершків Г9-ОСК, в якого внутрішній діаметр барабана рівний $d=300$ мм, по діаграмі знаходимо, що критична товщина стінки при $[\sigma] = 150$ МПа рівна $\delta = 19$ мм, а гранична частота обертання, що відповідає цій товщині, $n=9200$ хв⁻¹. Для даного барабана приймаємо товщину стінки $\delta = 11$ мм, при якій допустима частота обертання буде $n=6000$ хв⁻¹.

3.3.4. Розрахунок кришки барабана

Кришка барабана має вигляд зрізаного конуса (рис. 3.15). Позначимо σ_1 – розтягуюче напруження в меридіональному напрямку (меридіональне напруження); σ_2 – розтягуюче напруження в тангенціальному напрямку (тангенціальне напруження).

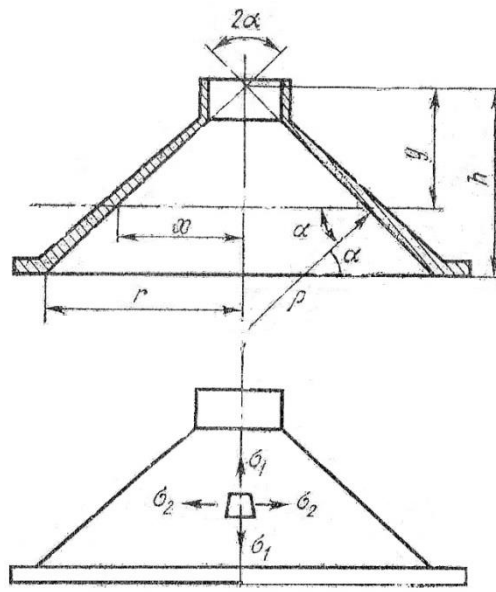


Рис. 3.8. Кришка барабана

Тиск рідини на кришку на радіусі x виражається відомою формулою

$$p_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \frac{\omega^2}{2} (x^2 - r_0^2) \quad (3.28)$$

При заповненому барабані $r_0 = 0$ і

$$p_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \frac{\omega^2 \cdot x^2}{2} \quad (3.29)$$

Відцентрова сила малого елемента кришки площею f , розташованого на радіусі x , буде рівна

$$N_c = \delta \cdot f \cdot \rho_c \cdot \omega^2 \cdot x, \quad (3.30)$$

де δ - товщина кришки, мм;

ρ_c - густина матеріалу кришки, кг/м³;

ω - кутова швидкість обертання барабана, рад/с.

Відцентрова сила на одиницю площі

$$p_c = \frac{N_c}{f} = \delta \cdot \rho_c \cdot \omega^2 \cdot x, \quad (3.31)$$

Сумарне зусилля, що діє на одиницю площі кришки, в напрямку нормалі до твірної на радіусі x :

$$p = p_{ж} + p_c \cdot \cos\alpha, \quad (3.32)$$

$$p = \omega^2 \cdot x \left(\frac{\rho_{ж} x}{2} + p_c \cdot \delta \cdot \cos\alpha \right), \quad (3.33)$$

Напруження

$$\sigma_2 = \frac{p \cdot \rho}{\delta} = \frac{p \cdot x}{\delta \cdot \cos\alpha}, \quad (3.34)$$

де ρ - радіус кривизни кришки на радіусі x .

Підставимо значення p :

$$\sigma_2 = \frac{\omega^2 \cdot x \left(\frac{\rho_{ж} \cdot x}{2} + \rho_c \cdot \delta \cdot \cos\alpha \right) x}{\delta \cdot \cos\alpha}, \quad (3.35)$$

Максимальне значення цього напруження буде при $x = r$

$$\sigma_{2max} = \omega^2 \cdot r^2 \left(\frac{\rho_{ж} \cdot r}{2\delta \cdot \cos\alpha} + \rho_c \right), \quad (3.36)$$

З цього рівняння товщина кришки

$$\delta = \frac{\rho_{ж} \cdot r}{\left(\frac{\sigma}{\omega^2 \cdot r^2} - \rho_c \right) 2 \cos\alpha}, \quad (3.37)$$

Визначаємо максимальну товщину кришки барабана (в нижній його частині) за наступними даними: $r = 150$ мм, $\alpha = 45^\circ$, $\sigma_2 = 150 \cdot 10^6$ Па, $n = 93$ с⁻¹, $\omega = 584 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $\rho_c = 7850$ кг/м², за формулою (3.37)

$$\delta = \frac{1000 \cdot 0,150}{\left(\frac{150 \cdot 10^6}{584^2 \cdot 0,150^2} - 7850 \right) 1,42} = 0,009 \text{ м} = 10 \text{ мм}$$

Як видно з даного рівняння, зі зменшенням радіуса r товщина кришки зменшується так, що у верхній частині вона стає меншою за 1 мм. За умовами виготовлення та експлуатації товщину кришки у верхній частині барабана приймають рівною 3-4 мм (в залежності від розмірів і конструкції барабана), товщину основи кришки барабана – рівною товщині його корпусу.

Приймаємо $\delta = 10 \text{ мм}$.

4. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень з вдосконалення маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод».

4.1. Проектно-технологічний розрахунок маслоцеху на ПрАТ
«Тернопільський молокозавод»

4.1. Уточнення виробничої потужності і виробничої програми маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод». Вибір режиму роботи підприємства

ПрАТ «Тернопільський молокозавод» працює неперервно без вихідних і святкових, тобто 365 днів. Повний річний фонд часу: $24 \times 365 = 8760$ годин. Величину дійсного річного фонду отримують включенням із номінально неминучих втрат 10-12%.

Режим роботи підприємства ПрАТ «Тернопільський молокозавод» приймаєм згідно даних проектування:

- кількість робочих днів у році – 365 днів.
- кількість робочих змін на добу – 1 зміна.
- тривалість однієї зміни – 8 годин.

Дійсний річний фонд часу буде становити:

$$\Phi_{др} = 2920 * 0,88 = 2569 \text{ год.}$$

Продуктивність ПрАТ «Тернопільський молокозавод» по переробленому молоку на масло: 120 т/добу.

Якщо прийняти, що в середньому на виробництво 1 кг масла слід затратити 21 кг молока, то добова продуктивність лінії масла складе:

$$П = 120000 / 21 = 5714 \text{ кг/добу}$$

У випадку розфасовки масла у ящики вагою по 10 кг кількість ящиків за добу: $П_{10} = 5714 / 10 = 571,4$ шт/добу

Річна програма випуску масла складає: $П_p = 5714 * 365 = 2085610 \text{ кг} = 2085,6 \text{ т}$

У випадку розфасовки масла у ящики вагою по 10 кг

$$П_{10p} = 2085610 / 10 = 2085,6 \text{ ящ/рік}$$

У вартісному вираженні річний випуск продукції при відпускній ціні масла 56,00 грн/кг складе: $P_{гр} = 2085610 * 56,00 = 81915904$ грн.

4.1.2. Вибір і обґрунтування технологічної схеми виробництва вершкового масла, її опис на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Вихідні вершки жирністю 30-35% поступають на сепаратор-вершковідділювач 1, після якого отримуємо вершки жирністю 45-80%. Концентровані вершки направляють в ванну нормалізаційну 2 і доводяться по жиру до необхідної концентрації, а вторинне знежирене молоко направляється на виробничі потреби.

Необхідні за рецептурою компоненти, які визначають вид масла, що випускається, підготовлені на допоміжному обладнанні, і ежекторним насосом 4, змішуються з концентрованими вершками, потім проходять термічну обробку в трубчастому пастеризаторі 6 при температурі 92-95°C, у резервуар 7, а потім насосом-дозатором 8 подають в масловиготовлювач 10. Розфасовка готового продукту виконується в великі блоки.

4.1.3. Вибір технологічного обладнання маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

4.1.3.1. Розрахунок продуктивності технологічного обладнання маслоцеху

Маслоцех є одним із структурних підрозділів молокозаводу. Приймання молока і його первинна обробка, а також сепарування молока проходять на інших участках підприємства. У маслоцех потрапляють вершки жирністю 35 – 40%.

Тому маслоцех включає тільки обладнання для виробництва масла.

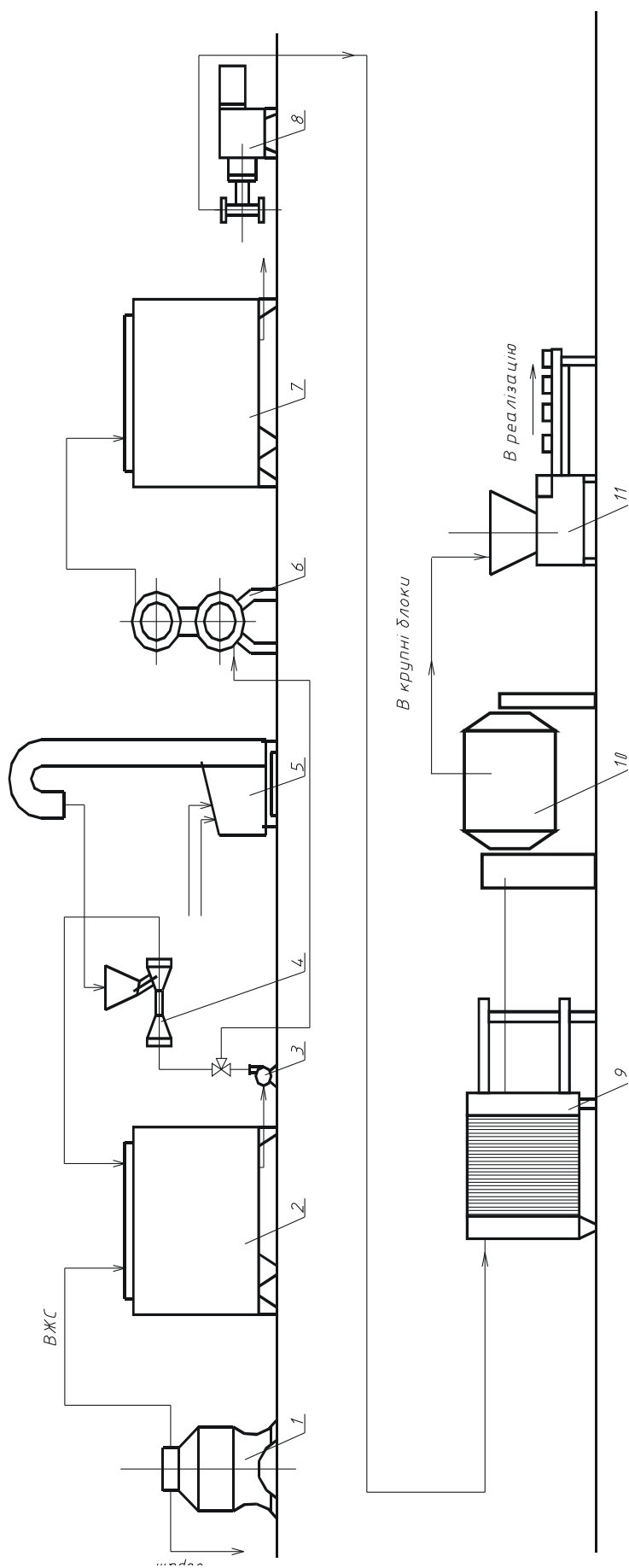


Рис. 4.1 Машинно-апаратурна схема виробництва вершкового масла на ПрАТ «Тернопільський

МОЛОКОЗАВОД»:

1- сепаратор; 2- ванна нормалізації; 3- насос; 4- ежекторний насос; 5- просіювач «Піонер»; 6- теплообмінник трубчастий; 7- проміжна місткість; 8- насос-дозатор; 9- перед охолоджувач; 10- маслоготовловач; 11- автомат фасувальний.

Необхідну продуктивність технологічного обладнання лінії виробництва масла визначаємо за формулою:

$$Q_{\partial} = \frac{M_m}{\tau \cdot z},$$

де $M_m = 5714$ кг – добова програма випуску лінії;

$\tau = 8$ год – повний час роботи технологічного обладнання лінії за зміну.

$z = 1$ - кількість робочих змін на добу.

Звідси:

$$Q_{\partial} = \frac{5714}{1 \cdot 8} = 715 \text{ (кг/год)}.$$

Продуктивність обладнання беремо з технічних характеристик і зводимо у таблицю.

Таблиця 4.1

Продуктивність технологічного обладнання лінії виробництва масла

№ п/п	Назва технологічного обладнання	Марка	Максимальна продуктивність, кг/год
1	Сепаратор	Г9 - ОСК	700-900
2	Ванна для високожиреих вершків	ВЖ-600	600
3	Насос	П8-ОНА	1,42-2,95
4	Маслоутворювач	Тетра -Отич	2000
5	Теплообмінник трубчастий	П8-ОЛФ -3	2700
6	Автомат для фасування масла	М6-АРМ	40-80 бр/хв
7	Гомогенізатор	М6-ОГА	750-1520

4.1.3.2. Уточнення функціонального призначення технологічного обладнання маслоцеху

Сепаратор вершковідділювач високожирних вершків Г9-ОСК використовується на підприємствах молочної промисловості при виробництві вершкового масла шляхом перетворення високожирних вершків (від 500 до 1000 кг/година). Вершки жирністю 35-40% розділяються на високожирні вершки (80-87%) і маслянку.

Ванна нормалізаційна ВЖ-600 служить для нормалізації високожирних вершків у відповідності з даним видом масла.

Ванна має механічну лопатеву мішалку. Кришка ванни має форму зрізаного конуса з двох частин, одну з яких можна відкинути, а на іншій, є люк для подачі продукту у ванну. Лопатева мішалка розміщена перпендикулярно до похилого дна ванни. Привід валу мішалки встановлений на похилому днищі.

Насос П8-ОНВ1 призначений для перекачування вершків.

Теплообмінник трубчастий П8-ОЛФ-3 призначений для нагріву і пастеризації в закритому потоці маслянки.

Маслоутворювач Тетра-ОТИЧ--сновний елемент лінії по виробництву вершкового масла.

Маслоутворювач склалася з трьох основних вузлів: охолоджувача, диспергатора і обробника.

При виробництві вершкового масла процес утворення масла проходить три стадії: охолодження високожирних вершків, перетворення фаз дисперсної системи; формування структури масла. Охолодження високожирних вершків проходить в перших циліндрах маслоутворювача – до диспергатора – це перших чотири циліндри. В перших трьох циліндрах високожирні вершки підготовляють наступного перетворення фаз шляхом їх охолодження до 15 - 17 С.

Стадія перетворення високожирних вершків проходить в диспергаторі. Диспергатор –це пристрій роторного типу з дисковою мішалкою, яка обертається з швидкістю 3000об/хв. Під дією інтенсивної механічної обробки в диспергаторі руйнуються жирові кульки і звільнюється жир, який знаходиться у середині. В жирі диспергується водяна фаза і утворюється емульсія «вода в жирі». Стадія формування первинної структури масла проходить в обробнику, який складається з теплообмінних циліндрів, розміщених після диспергатора.

Гомогенізатор для масла М6-ОГА служить для гомогенізації масла після повної кристалізації жиру . Основними вузлами є дисковий ніж, який розрізає брикет масла на менші частини і двашнека, що обертаються на зустріч один одному і перемішують масло.

Розфасовочний автомат М6-АРМ служить для фасування масла в брикети масою 200г і упакування у пергамент або фольгу. Відноситься до автоматів карусельного типу

4.1.3.3. Вибір типажу, технічних характеристик і призначення потрібної кількості технологічного обладнання для маслоцеху

Необхідна кількість устаткування для обладнання неперервної дії визначається за формулами:

$$n = N/M,$$

де N- продуктивність цеху на даній операції, кг/год;

M- продуктивність одної машини, кг/год;

-для обладнання періодичної дії

$$n = N*t/(60V),$$

де t - час циклу роботи апарата (завантаження, обробка, розвантаження, підготовка), хв;

V – робочий об'єм апарату, м³.

Визначаємо необхідну кількість сепараторів для сепарування вершків. Застосуємо сепаратори марки Г9 - ОСК продуктивністю 800 кг/год. Необхідна кількість сепараторів:

$$n = 715/800 = 0,89$$

Застосуємо з запасом два сепаратори, оскільки їх періодично необхідно зупиняти для миття.

Для нормалізації вершків застосуємо ванну ВЖ-600 місткістю 600 кг. Таким чином біля кожного сепаратора буде встановлена ванна.кг/год. Необхідна кількість ванн:

$$n = 715/600 = 1,19$$

Застосуємо дві ванни.

Для прокачування вершків використовуємо насос П8-ОНА продуктивністю 1,42-2,95кг/год. Необхідна кількість насосів:

$$n = 715/900 = 0,79$$

Застосуємо один насос.

Для пастеризації застосуємо трубчастий пастеризатор марки П8-ОЛФ-3 продуктивністю 2700 л/год. Необхідна кількість пастеризаторів:

$$n = 715/2700 = 0,26$$

Застосуємо один пастеризатор.

$$n = 715/1000 = 0,715$$

$$n = 715/1000 = 0,715$$

Для виготовлення масла застосуємо масловиготовлювач Тетра –ОТИЧ продуктивністю 2000 кг/год. Необхідна кількість масловиготовлювачів:

$$n = 715/2000 = 0,$$

Застосуємо один масловиготовлювач.

Для фасування масла застосуємо фасувально-пакувальний автомат марки продуктивністю 3000 кг/год. Необхідна кількість фасувальних автоматів:

$$n = 715/3000 = 0,24$$

Застосуємо один фасувально-пакувальний автомат.

Таблиця 4.2.

Площа, яку займає технологічне обладнання лінії виробництва
вершкового масла.

№ п/п	Назва та марка обладнання	Кількість обладнан ня	Потужніст ь технологіч ного обладнанн я КВт	Площа, м ²
1	2	3	4	5
1	Сепаратор Г9-ОСК	2	22	1,12
2	Ванна нормалізаційна ВЖ-600	2	1,1	2,9282
3	Насос П8-ОНА	1	1,1	0,428
4	Теплообмінник трубчастий П8- ОЛФ-3	1	2,2	1,425
5	Масловиготовлювач Тетра- ОТИЧ	1	2,5	29
6	Гомогенізатор М6-ОГА	1	18,3	1,5
7	Розфасовочний автомат М6- АРМ	1	1,5	4,2
	Всього	9	48,7	40,6

Коефіцієнт завантаження обладнання – це відношення розрахункової кількості обладнання до кількості прийнятого обладнання.

$$K_3 = \frac{N_{роз}}{N_{gh}} = \frac{9,515}{15} = 0,63$$

4.1.3.4. Технічні характеристики вибраного обладнання маслоцеху

Сепаратор Г9-ОСК

Продуктивність в годину по високожирних вершках, кг	
солодковершкового масла	700-900
любительського масла	1200-1600
селянського масла	1700-1800
масла бутербродного	2000-2500
Частота обертання барабана, С-1	93
Кислотність початкових вершків, Т	10
Вміст масової частки жиру в початкових вершках %	30...40
Вміст вологи у високожирних вершках %	
солодковершкового масла	15,3
любительського масла	19,3
селянського масла	24,3
масла бутербродного	34,3
Вміст жиру в пахті	
солодковершкового масла	0,3
любительського масла	0,2
селянського масла	0,15
масла бутербродного	0,15
Температура сепарації, С	65-95
Потужність електродвигуна, кВт	11
	4
	AM112M4УП-У3,
Електродвигун тип, виконання	1М3081
Габаритні розміри, мм	855x655x1343

Маса сепаратора, кг	481
Ванна нормалізаційна ВН-600	
Робоча місткість, л	600
Частота обертання мішалки, с-1.	0,56
Встановлена потужність, кВт	1,1
	1210x1210x13
Габаритні розміри, мм	50
Маса, кг	320
Насос П8-ОНа	
Продуктивність, м3/год	1,42 -2,95
Тиск нагнітання, МПа	0,5
Потужність ел.двигуна, кВт	1,1
Частота обертання, об/хв	750
Напруга, В	380
Діаметр всмоктуючого, нагнітальний патрубків, мм	50
Вага насоса, кг	55
Теплообмінник П8-ОЛФ-3	
Продуктивність по вершках, л/год	2 700
Температурні режими в установці, С	85-96
Витрата пари, кг/год	400
Витрата електроенергії, кВт/год	2,2

	1500x950x1
Габаритні розміри, мм	620
Маса установки, кг	400
	сітчасто-
Пластини теплообмінні:	потоківі
поверхня теплообміну 1 пластини, м ²	0.15
Число теплообмінних пластин, шт.	62
Робочий тиск в апараті, кПа	250
Займана площа, м ²	0.42
	970x400x90
Габаритні розміри апарату, мм	0
Маса, кг	230
Маслоутворювач Тетра -ОТИЧ	
Продуктивність по маслу, кг/год	
солодковершковому	2000
любительському	1800
селянському	1700
бутербродному	1500
комбінованому	600...900
Встановлена потужність, кВт	29
	2300x1350x
Габаритні розміри, м	1454
Маса, кг	9150
Автомат фасувальний М6-ОГА	
Спосіб дозування	об'ємний
Номінальна продуктивність при дозі 200 г :	

а) по кількості стаканчиків, од /хв не менше	40-80
Матеріал упакування	Пергамент, алюмінієва фольга
Маса дози, г, в межах	100-200-250
Допустиме відхилення маси дози %, не більше	±2
Розмір брикету:	100·75·37
Встановлена потужність, кВт, не більше	2,2
Параметри джерела електроенергії:	280±22
- напруга, В	
- частота, Гц	50±1
Ступінь захисту пульта управління,	IP 54
забезпечуваний оболонкою, по ГОСТ 14254-80 не нижче	
Габаритні розміри автомата, мм, не більше:	
- довжина	1850
- ширина	720
- висота	1430
Маса автомата, кг, не більше	1380

4.2. Визначення числа працюючих по категоріях в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Для забезпечення виготовлення вершкового масла передбачений штат працюючих, які поділяються на такі категорії: інженерно-технічні працівники (ІТП) виробничі і допоміжні робітники;), службовці, молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Розрахунок числа виробничих робітників на лінії по виробництву масла обчислюємо за формулою:

$$P_{вр} = \frac{\Phi_{д} \cdot O_{пр} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_6};$$

де $\Phi_{д}=2569$ год - дійсний річний фонд часу роботи технологічного обладнання в цеху, год;

$O_{пр} = 7$ - кількість прийнятого в лінії технологічного обладнання;

$K_3 = 0,63$ - коефіцієнт завантаження технологічного обладнання;

$\Phi_{др} = 1856$ год - дійсний річний фонд часу роботи робітників;

$K_6 = 1,12$ - коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Таблиця 4.3

Число працюючих по категоріях у маслоцеху.

№ п/п	Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне співвідношення	Кількість працюючих
1	2	3	4	5
1.	Виробничі робітники	$P_{вр} = \frac{\Phi_{д} \cdot O_{пр} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_6}$	-	3
2.	Допоміжні робітники	у % від кількості виробничих робітників	20%	1
3.	Разом робітників			4
4.	Інженерно-технічний персонал	у % від суми загальної кількості робітників	10%	1
5.	Службовці	у % від суми загальної кількості робітників	5%	1
6.	Молодший обслуговуючий персонал	у % від суми загальної кількості робітників	3%	1
7.	Всього			12

Підставивши в формулу дані з пунктів 1 і 3, знайдемо кількість основних робітників цеху.

$$P_{вр} = \frac{\Phi_{д} \cdot O_{пр} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_6} = ; \frac{2569 \cdot 7 \cdot 0,63}{1856 \cdot 1,12} = 3$$

Приймаємо кількість основних робітників маслоцеху 3 чол на зміну.

Решту категорій робітників і працівників (допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники (ІТП), молодший обслуговуючий персонал (МОП)) приймаємо у процентному співвідношенні до кількості основних робітників. Відділення працює в одну зміну. Дані розрахунків зводимо у таблицю 4.3.

4.3. Визначення складу і розмірів виробничих площ маслоцеху

Площа, яку займає технологічне обладнання, рівна сумі площ під кожен одиницю обладнання.

$$F_{обл} = \sum F_i = 2 \cdot 1,5 + 2,36 + 1,26 + 0,428 + 0,156 + 1,425 + 2,049 = 10,678 \text{ м}^2.$$

Площа необхідна на одного працівника 4 м^2 , тоді на всіх працівників необхідна площа:

$$F_{роб} = 4 \cdot n = 4 \cdot 12 = 48 \text{ м}^2.$$

Основна площа під обладнання приймається в два три рази більшою, тобто

$$F_{осн} = (2 \dots 3) \cdot F_{обл} = (2 \dots 3) \cdot 10,6 = (20 \dots 35) \text{ м}^2.$$

Загальна площа відділення повинна бути в межах:

$$F_{заг} = F_{осн} + F_{роб} = (20-35) + 48 = (68 \dots 81) \text{ м}^2.$$

Сумарна існуюча площа цеху 114 м^2 , що задовільняє наші умови, отже при реконструкції площі виробничих приміщень залишаються без змін.

4.4. Визначення складу і розмірів плану службових і побутових приміщень маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

В склад побутових і службових приміщень входять: гардероб, умивальні, душеві кімнати, санвузли, приміщення служби медобслуговування, приміщення для харчування.

Площа під допоміжні приміщення приймається 30...40 % від всієї площі цеху.

$$F_{\text{доп}} = (35...40\%)*F_{\text{осн}} = 0,35 * 114 = 39,9 \text{ м}^2.$$

Площу під адміністративно-побутові приміщення приймаємо 15...20 % від основної.

$$F_{\text{адм}} = (15...25\%)*114 = 0,15 * 114 = 17,1 \text{ м}^2.$$

Число умивальників вибирається з розрахунку 1 умивальник на 15 – 20 чол. Розміри 0,6x0,4 м.

Таблиця 4.5. – Розміри виробничих площ маслоцеху.

№ п/п	Назва приміщення	Кількість	Площа, м ²
1	2	3	4
1.	Лабораторія	1	14,56
2.	Черговий слюсар	1	15,6
3.	Кабінет майстра цеху	1	10,2
7.	Венткамера	1	18,2
8.	Камера масла	1	62
9.	Камера зберігання тари і допоміжних матеріалів	1	51,6
10	Приміщення розподільчих щитів	1	59,85

11	Компресорна	1	114
----	-------------	---	-----

Душеві сітки вибираються з розрахунку 1 душева кабіна на 5 – 20 чол. Розміром 0,9x0,9 м.

Площі санвузлів приймаємо з розрахунку 0,2 м² на одного працюючого, що становить:

$$F_c = 0,2 * n = 0,2 * 14 = 2,8 \text{ м}^2.$$

На заводі передбачена одна загальна столова на всіх працюючих площею 30м.

4.5. Вибір транспортних і вантажопідйомних засобів, розрахунок їх кількості в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Міжцеховим транспортом на молокозаводі є система трубопроводів, по яких перекачується продукт від одного участку до іншого.

У середині цеху транспортуючими засобами можуть бути візки та електроталі.

Молоко доставляється на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» за допомогою автоцистерн, проходить перевірку в лабораторіях заводу на: органолептичні показники, ступінь чистоти, вміст білку, вміст жиру.

Закуплене на фермах молоко незавжди можна одразу направити у виробництво. Тому заготовлене молоко пропускають через теплообмінник, охолоджують до температури нижче 4 °С (щоб запобігти розмноження бактерій в молоці), після чого перекачують у спеціальні резервуари (бункерні танки) для зберігання молока. З бункерного танка молоко переходить на технологічну лінію в апаратному цеху. У маслоцех потрапляють вершки з жирністю 38-40%. Виготовлене масло в пачках по 10 кг з технологічної лінії транспортують за допомогою стрічкового транспортера..

Для переміщення масла в складі готової продукції використовують ручні візки типорозміру 22, технічні параметри якого наступні: вантажопід'ємність -

250 кг; ширина вантажної площадки - 500мм; зусилля необхідне для переміщення – 300 Н.

Для транспортування масла в камері (при експедиції масла в торгівлю) використовуємо 1візок.

Для обслуговування сепараторів використовують електроталь ТЄ 050-11100-00 ГОСТ 22584-77 вантажопід'ємністю 0.5 т.

Розрахуєм барабан електросталі. По правилах Держміськтехнагляду борти барабанів повинні виступати над верхнім шаром вкладеного каната не менше, ніж на два діаметра каната.

Використаєм нарізні барабани, на які канат намотується в один шар.

Профіль канавок вибирається по нормалях. Крок нарізання $t \geq 1.1d (t = d + (2 \div 3) \text{ мм})$. Радіус канавки $R \approx 0.54d$.

Для переміщення технологічного обладнання до 800 кг на котках і підйому масою 500 кг мінімальний рекомендований діаметр каната $d = 0,004$ м [8];

Крок нарізання канавки вибираємо $t = d + 0,002 = 0,006$ м.

Глибина канавки: $h = 0,3 * d = 0,3 * 0,004 = 0,0012$ м.

Згідно вимірювань довжина каната, що намотується на барабан $L = 12$ м. Тоді довжина l нарізної частини барабана без врахування довжини каната для його закріплення на барабані буде:

$$l = \left(\frac{L}{\pi D} + 1,5 \right) t = \left(\frac{10}{3.1415 \cdot 0.5} + 1.5 \right) 0.006 = 0,047 \text{ м.}$$

Приймаємо $l = 0.05$ м [8].

Виходячи з умов технології виготовлення литого чавунного барабана, товщина його стінки приблизно визначається за емпіричною формулою:

$$\delta = 0,02D_1 + (0,006 \div 0,010), \text{ м.}$$

Підставивши попередньо визначені параметри барабана, отримаємо:

$$\delta = 0,02 * 0,5 + 0,008 = 0,018 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta = 0,02$ м [8].

4.6. Розроблення компоновочного плану промислової будівлі на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Оскільки маслоцех є частиною загальної промислової будівлі, то зміни в компоновочному плані не передбачаються. Первинне сепарування вершків проходить в апаратному цеху, який знаходиться на тому ж поверсі. Камера зберігання продукції знаходиться поряд з маслоцехом. Тобто забезпечується потоковість руху сировини і продукції.

Службово-побутові приміщення, електрощитова, енергоблок, технічні приміщення, компресорна, слюсарна майстерня використовуються для всіх цехів підприємства.

Для даного підприємства маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод» на компонувавальному план зображена залізобетонна конструкція будівлі, яка складається з залізобетонних колон, зв'язуючих рам, балок, підкранових елементів, несучих збірних конструкцій для перекриттів.

Покрівля будівлі – плоска, її перекривають залізобетонними дрібними плитами 1,5х6м – будівлі з кроком колон 5м. По плитах вкладають теплоізоляцію: 3 шари рубіроїду; цементна стяжка; утеплювач; 3 шари рубіроїду; шар смоли; пароізоляційний шар.

Стіни виробничої будівлі несучі.

Несучі зовнішні стіни побудовані з червоної цегли товщиною стіни – 2,5 цегли (64 см).

Ширина проходів в маслоцеху Тернопільського молокозаводу 2 м, проїздів 3м. Для транспортування вантажів використовуються візки.

4.7. Розроблення плану розміщення технологічного обладнання на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

При плануванні розміщення обладнання (планування робочих місць) враховуємо забезпечення потоковості виробництва, зони обслуговування, достатніх проходів і проїздів між обладнанням у відповідності з документацією технологічних процесів, нормами технологічного проектування і вимогами раціональної організації робочих місць;

План розміщення обладнання також пов'язують з підйомно-транспортними засобами, які використовують.

На плані також передбачаються робочі місця для майстра цеху та іншого технічного персоналу, можливість застосування механізованого й автоматизованого обліку та управління.

Також необхідно передбачити підйимально-транспортні засоби для монтажу і обслуговування окремих одиниць обладнання.

4.8. Розроблення завдань для спеціальних частин проекту на ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Для розроблення енергетичної частини проекту маслоцеху необхідні вихідні дані з окремих видів енергії: електричній, стиснутому повітрі, воді, парі, паливі, газі.

До числа вихідних даних також відносять: генеральний план заводу, технологічні плани приміщень із розміщенням і специфікацією технологічного виробничого, допоміжного і санітарно-гігієнічного обладнання з вказанням необхідної потужності електродвигунів, потреби енергії кожного виду, режим роботи споживачів енергії, середньої і максимальної годинної і річної витрати (потреби) кожного виду енергії.

4.8.1. Визначення річної потреби маслоцеху в електричній енергії

Знайдемо активну потужність для кожного типу обладнання за формулою:

$$P_a = P_{вст} * K_n;$$

де $P_{вст}$ – встановлена потужність обладнання (з паспорта);

K_n – коефіцієнт попиту.

Розрахунок зведемо у таблицю.

Таблиця 4.6.

Розрахунок активної потужності обладнання.

№ п/п	Назва та марка обладнання	Встановлена потужність $P_{вст}, кВт$	Коефіцієнт попиту K_n	Активна потужність $P_a, кВт$
1	Сепаратор Г-ОСК	22	0,7	15,4
2	Ванна нормалізаційна ВЖ-600	2,2	0,7	1,54
3	Насос П8-ОНВ1	1,1	0,4	0,88
5	Масловиготовлювач Тетра-ОТИЧ	29	0,5	14,5
6	Гомогенізатор М6-ОГА	18,2	0,5	9,1
7	Розфасовочний автомат М6-АРМ	2,2	0,9	1,9
9	Всього	74,7	48,7	43,32

Сумарна активна потужність:

$$P_{a\Sigma} = \Sigma P_{ai} = 15,4 + 1,54 + 0,88 + 14,5 + 9,1 + 1,9 = 43,32 \text{ кВт}$$

Річне споживання електроенергії обладнанням рівне:

$$0,8 * 43,2 * 365 = 12614,4 \text{ кВт*год/рік.}$$

На освітлення питома потужність становить $P_{a\text{ осв}} = 15 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$. Тоді на всю площу цеху необхідна потужність на освітлення становитиме:

$$P_{a\text{ осв } p} = P_{a\text{ осв}} \cdot F_y = 0,015 \cdot 384 = 7,05 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Річне споживання електроенергії на освітлення становитиме:

$$W_{\text{осв}} = P_{a\text{ осв } p} \cdot \Phi_{\text{др}} \cdot Kt_{\text{осв}} = 7,05 \cdot 1856 \cdot 0,5 = 6542,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Сумарна річна потреба в електроенергії:

$$W = W_{\text{осв}} + W_{\text{обл}} = 8250 + 12614,4 = 19156,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Пара на підприємстві використовується для ведення багатьох теплових процесів на підприємстві, а також для опалення приміщень і вентиляцію.

4.8.2. Визначення річної потреби стисненого повітря в маслоцеху

Тиск стисненого повітря у магістральних трубопроводах, становить від 0,3 до 0,7МПа. Стиснене повітря в маслоцеху не використовується.

4.8.3. Визначення річної потреби у воді в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

Водопостачання підприємств харчової промисловості повинно бути безперебійним і гарантованим. Заводи повинні мати запас води, яка відповідає вимогам державного стандарту.

Воду в маслоцеху використовують на виробничі, побутові (санітарно-господарські) і протипожежні потреби. Для постачання води на заводі використовуються артезіанські свердловини. Вона зберігається у двох ємкостях і подається на завод під тиском 0,2-0,3МПа (2-3атм.). При виробництві масла вода використовується для миття технологічного обладнання.

Маслоцех відноситься до цехів з помірним виділенням тепла. Відповідно до СНіП II-Г.3-62 приймаємо 25л за зміну на кожного працюючого; для групових умивальників при чистих виробництвах – 3л на процедуру.

У відповідності з групами санітарно-гігієнічної характеристики виробничих процесів у маслоцеху витрати води в душових можна також приймати $11,3 P$ л води на добу, де P – число виробничих і допоміжних робітників в цехах. Тому річна потреба господарсько-питної води, включаючи і санітарно-гігієнічні потреби, становить:

$$Q_{\bar{a}i} = 256(25D + 11,3D) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3,$$

де 256 – кількість робочих днів у році.

$$Q_{\bar{a}i} = 256(25 \cdot 9 + 11,3 \cdot 9) \cdot 10^{-3} = 83 \text{ м}^3$$

Річну потребу води на виробничі потреби можна визначити з таких міркувань:

$$Q_{\hat{a}\hat{e}\hat{d}} = q_{\hat{a}} Q_{\hat{v}} \cdot \Phi_{\hat{a}} \cdot K_{\hat{z}} \cdot K_{\hat{e}} \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3,$$

де $q_{\hat{a}}$ – середні витрати води на одиницю обладнання цеху, л/год, при укрупнених розрахунках можна приймати $q_{\hat{a}} = 1,5 \div 2,0$ л/год;

$Q_{\hat{v}}$ – кількість прийнятого обладнання в цеху;

$\Phi_{\hat{a}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$K_{\hat{z}}$ – коефіцієнт завантаження обладнання;

$K_{\hat{e}}$ – коефіцієнт використання обладнання.

$$Q_{\hat{a}\hat{e}\hat{d}} = 1,7 \cdot 14 \cdot 2048 \cdot 1,1 \cdot 0,45 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ м}^3,$$

4.8.4. Визначення річної потреби в парі та паливі в маслоцеху

Пара на виробничі потреби маслоцеху цеху практично не використовується (пастеризатор високожирних вершків знаходиться в апаратному цеху), Пара використовується для підготовки води і миючих розчинів, а також на опалення і вентиляцію. Тиск пари залежно від призначення мережі дорівнює 0,15–0,4 МПа (1,5–4 атм).

Витрати пари на опалення і вентиляцію визначають із розрахунку компенсації теплових втрат споруди, які складають 15...20 ккал/год на 1 м^3

споруди. Маслоцех використовує систему «Клімат контроль», тому теплові втрати приймаємо сумарно по опаленню і вентиляції у розмірі 25...35 ккал/год на 1м³ споруди.

У маслоцеху у технологічних процесах пара використовується при тепловій обробці в ванні нормалізаційній ВН-600 (95 кг/год) та теплообміннику трубчастому П8-ОЛФ-3 (400 кг/год). Витрата пари здійснюється також на опалення. Витрату пари тиску 0,12 МПа на теплові процеси в технологічному обладнанні з її годинної витрати:

$$P_{mm} = 1633 * (400+95) = 808335 \text{ кг/рік}$$

Витрату пари на опалення і вентиляцію знайдемо за формулою:

$$P_{np} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} ;$$

де q_m – питома теплота пароутворення рівна 25...35 ккал*год/м³;

H – тривалість опалювального сезону рівна 2110 год/рік;

i – ентальпія пари рівна 540 ккал/кг;

V – об'єм приміщення цеху, м³.

$$V = F \cdot h = 470 * 5,6 = 2632 \text{ м}^3.$$

Підставивши у формулу отримаємо річну потребу в парі для маслоцеху:

$$\dot{I}_{ip} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} = \frac{30 \cdot 2110 \cdot 2880}{540 \cdot 1000} = 310 \text{ т/рік}.$$

Таким чином, сумарна витрата пари складе

$$P = 808335 + 310000 = 1118335 \text{ кг/рік}.$$

Паливо для опалення. Теплоносіями в централізованому опаленні можуть бути вода, пара і повітря.

Річну потребу палива ($Q_{п,т}$) для опалення визначають за формулою:

$$Q_{i\ddot{a}\ddot{e}} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{K \cdot 1000 \cdot \mu},$$

де K – теплоутворювальна здатність умовного палива (7000 ккал/год);

μ – коефіцієнт корисної дії котельної установки (в середньому дорівнює 0.75).

$$Q_{i\ddot{a}\ddot{e}} = \frac{30 \cdot 2110 \cdot 2880}{7000 \cdot 1000 \cdot 0.75} = 350$$

5. Спеціальна частина

5.1 Використання прикладного програмного забезпечення для вирішень задач дипломної роботи

Основне призначення прикладних програм – це розв’язання задач у конкретній предметній галузі.

При розв’язанні задач за допомогою комп’ютера її розбивають на кілька частин – підзадач. Кожна з цих підзадач розв’язується за допомогою своєї прикладної програми. Розв’язання вихідної задачі забезпечується сукупністю всіх використовуваних прикладних програм. Для розв’язування задач однакового типу створено системи прикладних програм, за допомогою яких розв’язуються різні конкретні задачі даного типу. Системи прикладних програм, що дозволяють розв’язувати задачі певного типу, називаються пакетами прикладних програм.

Для виконання робіт з оброблення інформації на комп’ютері в дипломній роботі вибрано пакет прикладних програм, які використовувалися в учбовому процесі, а також інше програмне забезпечення (безкоштовне, умовно безкоштовне).

Для оформлення текстової частини розрахунково-пояснювальної записки було використано текстових редактор Word. За допомогою цієї програми можна створювати нові тексти та редагує ті, що вже є.

Для виконання інженерних розрахунків використовувалась така програма як MathCAD. Серед переваг цієї програми над іншими видами програмного забезпечення є простота і зручність використання. Можливостями MathCAD є:

рішення диференціальних рівнянь, в тому числі і чисельним методом;

побудова графіків функцій (в різних системах координат, контурні, векторні і т.д.);

використання грецького алфавіту як в рівняннях, так і в тексті;

виконання обчислень в символному режимі;

виконання операцій з векторами і матрицями;
символьне рішення систем рівняння;
апроксимація кривих;
виконання підпрограм;
проведення статичних розрахунків і робота з розподіленням ймовірностей;
обчислення з одиницями вимірювання;

MathCAD відноситься до систем комп'ютерної алгебри, тобто засобів автоматизації математичних розрахунків. Основна відмінність MathCAD від аналогічних програм – це графічний, а не текстовий режим вводу виразів. Для набору команд, функцій, формул можна використовувати як клавіатуру, так і кнопки на спеціальних панелях інструментів. Окремо слід відмітити можливість використання в розрахунках MathCAD величин з розмінностями, причому можна вибрати систему одиниць: СІ, СГС, МКС, англійську, або побудувати власну.

Досить часто інформацію, що обробляється, треба представляти у вигляді таблиць. При цьому частина комірок таблиці містить вихідну або первинну інформацію, а частина – похідну. Похідна інформація є результатом різних арифметичних та інших операцій, що робляться над первинними даними.

Щоб створити таблицю можна скористатися програмою Excel. За допомогою цієї програми можна створювати графіки та діаграми.

Для пошуку додаткової інформації в мережах інтернет зручно користуватись Internet Explorer. Ця програма дозволяє переміщатись по веб-сторінкам і читати їх. Для того, щоб знайти відповідь на конкретне запитання необхідно скористатись пошуковим механізмом. На сьогоднішній день одним з найкращих пошукових механізмів вважається Google. Ця система працює з більш як 8 мільярдів веб-сторінок, вона дуже проста і ефективна у користуванні.

Перегляд файлів PDF формату використовується програма FoxitReader. FoxitReader володіє корисними функціями, які спрощують роботу з PDF-документами: дозволяє переглядати документи в повно екранному режимі,

функція перегляду виключно тексту документу, без графік та рисунків, а також можливість його копіювання в інші файли та документи, імітація фотографії окремої ділянки - виділяється потрібна ділянка документа, він автоматично копіює в буфер у вигляді картинки і з можливістю вставки в будь-який додаток.

Для перегляду файлів djvuvикористовується програма WinDjView.

Одним із найзручніших інструментів для виконання креслень є система прикладних комп'ютерних програм AutoCad.

Розроблення креслень у середовищі AutoCadу дозволяє розробити безпаперово технічну документацію. Ця програма дає можливість багатоваріантних зразків креслень, дозволяє вносити зміни та редагувати вже існуючі креслення, не потребує внесення змін у тверді копії та перекреслювання з самого початку. Використовуючи сервісні функції AutoCadу, можна створити базу даних за окремими кресленнями елементів машин (гвинти, гайки, болти та інші стандартні деталі). У системі AutoCad можливе по елементне виконання креслення.

5.2 Методики аналізу даних, побудови графіків та діаграм засобами комп'ютерних технологій

Для побудови таблиць, графіків та діаграм зручно користуватись такою програмою як Excel.

Використовується Excel наступним чином: відкрити Excel, на екрані відкриється файл програми, який називається робочою книгою. Він складається з трьох або більше робочих таблиць. Робочі таблиці програми Excel називаються листами: лист 1, лист 2 і т. д. Вікно програми Excel дуже схоже на вікно Word. У верхній частині розташована стрічка меню Excel із вже відомими опціями: «Файл», «Правка», «Вид», «Вставка» і т.д. Нижче стандартної панелі і панелі форматування розташована область задач.

Кожна робоча таблиця являє собою сітку, яка складається із комірок, у які можна вводити текст, цифри, формули за допомогою яких проводяться

розрахунки. Кожна комірка в стрічці визначається буквою, а кожен стовпчик – цифрою. Таким чином, кожна комірка має власні координати, які називаються адресом.

Щоб ввести число в комірку, натиснути на ній, і комірка стане активною. Далі потрібно ввести число з клавіатури, і воно з'явиться у комірці. Так само можна ввести і текст.

Сумування в програмі Excel нагадує звичайне арифметичне сумування з тією різницею, що Excel самостійно виконує частину роботи. Наприклад, щоб скласти дані двох комірок, слід ввести їх адреси (наприклад, A1, A2) у третю комірку, використовуючи знаки + та =, і натиснути клавішу Enter. Таким чином, якщо комірка A1 містить значення 105, а комірка A2 містить значення 20, їх суму можна отримати, якщо ввести в третю комірку, наприклад A3, формулу =A1+A2. Формула завжди починається зі знака =. У формулі =A1+A2 адреса комірок називаються аргументами, а знак складення - оператором. Інші оператори програми Excel – це віднімання (-), помножити (*), ділення (/).

Excel дає можливість вирізати, копіювати та вставляти вміст комірок так само, як і у Word.

При переміщенні із стовпчика A в стовпчик C Excel автоматично міняє у формулі адрес комірки з A на C.

При роботі з електронними таблицями нерідко виникає необхідність вставити в робочу таблицю стрічку або стовпчик. Щоб вставити нову стрічку над існуючою, потрібно виділити цю стрічку, натиснувши на заголовку, потім вибрати опцію «Строки» в меню «Вставка». Щоб вставити новий стовпчик зліва від уже існуючого, натиснути на заголовку стовпчика, виділивши його, потім на опції «Столбцы» в меню «Вставка».

Дані таблиці можна вивести у вигляді графіка чи діаграми за допомогою майстра діаграм. Для цього необхідно:

— натиснути на кнопку «Мастер диаграмм» на стандартній панелі

інструментів. У діалоговому вікні «Мастер диаграмм», яке з'явиться, в полі «Тип» вибрати опцію «Круговая» або «График» і натиснути на кнопку «Далее»;

— далі слід вибрати дані, які повинні з'явитися на діаграмі чи графіку.

«Диапазон» з'явиться два діапазона комірок. Вибрати опцію «В строках» і натиснути на кнопку «Далее»;

— ввести назву діаграми і натиснути на кнопку «Далее»;

— тепер слід визначити, де розмістити діаграму чи графік: в тій же робочій таблиці чи в окремій;

Для того, щоб діаграма чи графік були більш інформативними необхідно підвести курсор миші до білою області біля діаграми, зробити перший натиск і вибрати опцію «Параметры диаграммы».

Відкриється діалогове вікно, в якому потрібно вибрати вкладку «Подписи данных» і опції «Имена категорий», «Значения», «Доли». Відповідні дані з'являться на діаграмі.

5.3 Методики оформлення графічної частини засобами комп'ютерних технологій

AutoCAD – універсальний графічний пакет, призначений для виконання робіт(креслень) технічного призначення. AutoCAD часто розглядають як графічне ядро систем автоматизованого проектування (САПР): він реалізує основні операції по створенню і редагуванню ліній, дуг і тексту, створює 2D - і 3D-моделі; автоматизує рішення багатьох задач, які виникають у процесі проектування; дозволяє адаптувати і налаштувати систему на конкретні додатки, створюючи власні сценарії і макрокоманди.

Запуск системи AutoCAD 2004 здійснюється за допомогою подвійного клацання лівої кнопки миші по ярлику , розташованому на робочому столі. Інший спосіб запуску - використання меню Пуск (Start) робочого столу.

Відразу після старту системи відкривається стандартне діалогове вікно Startup (Начало работы), в якому необхідно вибрати режим роботи.

Центральна частина екрану - це основна робоча зона, в якій знаходиться видима частина малюнка (решта його частин може знаходитися вище, правіше, нижче і ліворуч). В лівому нижньому кутку графічного екрану знаходиться знак осей системи координат. Верхній рядок екрану (1), що складається з написів: File (Файл), Edit (Правка), View (Вид), Insert (Вставка), Format (Формат), Tools (Сервис), Draw (Рисование), Dimension (Размеры), Modify (Редакт), Express (Экспресс), Window (Окно), Help (Справка) - називатимемо рядком меню. Нижче від зони командних рядків знаходиться рядок стану (8), в якому розташовані лічильник координат і прямокутні кнопки режимів (9): Snap (Шаг), Grid (Сетка), Ortho (Орто), Polar (Отс-поляр), Osnap (Привязка), Otrack (Отс-прив), Lwt (Вес), Model (Модель).

Для створення нового рисунка (креслення) необхідно спочатку створити шари. Основні характеристики шарів наступні: Name (Имя) - ім'я шару, завдовжки від 1 до 255 символів; On (Вкл) - стан включення шару (включений або вимкнений); FreezeinallVP (Замороженный на всех ВЭ) - стан заморожування щодо всіх видових екранів одночасний (заморожений або розморожений); Lock (Блокированный) - стан блокуваності (блокований або розблокований); Color (Цвет) - поточний колір для об'єктів шару, у яких як колір задано значення Layer (Послою); Linetype (Тип линии) - поточний тип лінії для об'єктів шару, у яких як тип лінії задано значення ByLayer (Послою); Lineweight (Веслинии) – поточна вага лінії для об'єктів шару, у яких як вага задано значення ByLayer (Послою);

Створення простих геометричних фігур відбувається шляхом використання меню Рисование, натисканням відповідних кнопок. Найбільш часто для викреслювання об'єктів використовуються прямі лінії. Їх побудова здійснюється командою Отрезок. Для викреслювання відрізка потрібно задати його початкову точку та кінцеву. Для викреслювання кола служить команда Круг. При виклику команди Circle (Круг) AutoCAD видає запит. У відповідь на

цей запит необхідно вказати точку, яка буде центром майбутнього кола. У цей момент можна ввести число, яке стане величиною радіусу кола. Дуга – це

примітив, що є частиною кола. Для його побудови використовується команда Arc (Дуга). Для малювання полілінії служить команда Pline (Плинія), яка, крім введення з клавіатури, може бути викликана за допомогою кнопки панелі інструментів Draw (Рисование) або пункту Polyline (Полилиния) падаючого меню Draw (Рисование). Еліпс - це геометричне місце точок, сума відстаней до яких від двох фіксованих точок (фокусів) постійна. Створення еліпсів і еліптичних дуг

виконується в системі AutoCAD за допомогою команди Ellipse (Эллипс).

Команда Spline (Сплайн) дозволяє креслити сплайн - гладку лінію, яка точно проходить через задані точки або відхиляється від них точок рамках допуску і яка може задовольняти умовам торкання на початковій, кінцевій або обох точках.

Написи можуть бути створені за допомогою команд Text (Текст) або Mtext (Мтекст). В першому випадку створюється однорядковий текст, в другому - мультитекст (багаторядковий текст). У команди Text (Текст) є синонім - команда Dtext(Дтекст) (дії обох команд ідентичні).

Кнопка команди Copy (Копировать) копіює вибрані об'єкти паралельно вектору, який задається початковою і кінцевою точками. Кнопка команди Mirror (Зеркало) дозволяє дзеркально відобразити (симетрувати) вибрані об'єкти щодо осі, яка визначається двома точками.

Кнопка команди Array (Массив) призначена для створення групи копій одних і тих же об'єктів, причому копії розташовуються по певному закону в кублах прямокутного або кругового масиву.

Кнопка відповідає команді Move (Перенести), яка дозволяє перемістити вибрані об'єкти паралельно вектору, заданому двома точками.

Кнопка команди Rotate (Повернуть) дає можливість повернути вибрані об'єкти щодо базової точки на заданий кут.

Кнопка відповідна команді Scale (Масштаб), дозволяє масштабувати (тобто збільшувати або зменшувати) вибрані об'єкти щодо базової точки.

Команда Stretch (Растянуть), якій відповідає кнопка панелі Modify (Редактирование) призначена для зміни форми об'єкту методом розтягування. Команда Lengthen (Увеличить), якій відповідає пункт Lengthen (Увеличить) падаючого меню Modify (Редакт), збільшує відрізки, дуги і кінцеві сегменти поліліній на задану величину (в одиницях довжини або кутових одиницях).

Кнопка відповідає команді Trim (Обрезать), що дозволяє обрізати об'єкт (об'єкти) за допомогою перетинаючих його (їх) інших об'єктів або подовжити його (їх) до потрібного об'єкту. Команда Extend (Удлинить), якій відповідає кнопка дозволяє вибрати набір "граничних кромок", а потім вказати об'єкти, які подовжуються до цих кромок.

Кнопка викликає команду Chamfer (Фаска), яка виконує операцію підрізування двох пересічних прямолінійних сегментів (відрізків, проміння, прямого) на заданих відстанях від точки їх перетину (зняття фаски), будуючи при цьому новий відрізок, що сполучає точки підрізування. Команда Fillet (Сопряжение) сполучає об'єкти (наприклад, відрізки, дуги і кола) дугою заданого радіусу. Команда по своїх режимах аналогічна команді Chamfer (Фаска). Для штрихування замкнутих областей малюнка служить команда Hatch (Кштрих), яка викликається або за допомогою кнопки панелі Draw (Рисование), або за допомогою пункту Hatch (Штриховка) падаючого меню Draw (Рисование). Команда Hatch (Кштрих) дозволяє створити штрихування або заливку області, обмеженою замкнутою лінією (лініями), як шляхом простої вказівки точок усередині контура, так і шляхом вибору об'єктів. Ця команда автоматично визначає контур і ігнорує примітиви, які не мають відношення до контура.

Для проставлення розмірів в AutoCAD передбачена команда Размер, яка переводить систему в режим оброзмірювання. Підкоманди оброзмірювання дозволяють проставити різні типи розмірів (лінійні, кутові, діаметральні та ін..).

Після закінчення створення креслення його необхідно зберегти. Для цього необхідно викликати команду «Сохранитькак» через команду Файл.

6. Обґрунтування економічної ефективності

Розрахуємо капітальні вкладення.

Вартість споруд формують наступні обсяги додаткових площ:

виробничі площі - 12 м²

підсобні і складські

приміщення 18 м²

допоміжні приміщення 8 м²

Згідно додатку 3 [12] виконаємо розрахунок вартості будівельних робіт.

Затрати на будівництво та освоєння виробничих площ:

$$З_{бв} = 12 * 3800 = 45600 \text{ грн}$$

Затрати на будівництво та освоєння складських приміщень

$$З_{бс} = 18 * 5400 = 97200 \text{ грн}$$

Затрати на будівництво та освоєння допоміжних приміщень

$$З_{бд} = 8 * 4700 = 37600 \text{ грн}$$

Сумарні затрати на будівельні роботи: $З_{с} = 45600 + 97200 + 37600 = 180400$ грн. Розрахуємо ціну на модернізований сепаратор.

Кількість модернізованих одиниць обладнання: 1

Допоміжні матеріали укрупнено приймаємо на рівні 4% від вартості проекту.

Результати зведемо в таблицю 6.1.

Розрахуємо витрати на додаткове обладнання, яке встановлюється в результаті реконструкції. Розрахунки зведемо в таблицю 6.2.

Розрахуємо фонд оплати праці робітників, які виготовляють машину.

Трудомісткість виготовлення машини, люд.-год 1200

Середньогодинна оплата праці по заводу, грн. 45

Фонд оплати праці: $ФОП = 1200 * 45 = 54000$ грн.

Загальновиробничі витрати укрупнено приймаємо на рівні 60% від фонду заробітної плати:

$$З_{в} = 54000 * 0,6 = 32400 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1.

Визначення собівартості модернізованої одиниці обладнання

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Ціна одиниці, грн.	Норма витрат на одиницю продукції, грн.	Вартість сировини і матеріалів, грн.	Транспортивно-заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на сировину і матеріали, грн.
I	Сировина і основні матеріали						
	Гарячий прокат:						
1	Тонкий листовий	кг	12,50	2	2	0,2	2,2
2	Сортовий дрібний	кг	15,20	760	760	76	836
3	Середній	кг	14,00	770	770	77	847
4	Волочений комбінований	кг	18,00	666	666	66,6	732,6
	Холодний прокат:					0	0
5	Листовий	кг	18,00	720	720	72	792
6	Сортовий профільований	кг	17,00	850	850	85	935
7	Кутники, швелери	кг	11,00	715	715	71,5	786,5
8	Труби для заготовок	кг	12,00	540	540	54	594
9	Гаряча штамповка	кг	24,00	1488	1488	148,8	1636,8
10	Холодна штамповка	кг	17,00	510	510	51	561
11	Чавунне литво	кг	12,20	5124	5124	512,4	5636,4
12	Вироби з пластмас	кг	25,50	76,5	76,5	7,65	84,15
13	Двигун	ШТ	3500,00	3500	3500	350	3850
II	Допоміжні метеріали			628,86	628,86	62,89	691,75
	Разом			16350,36	16350,36	1635,04	17985,40

Адміністративні витрати приймаємо на рівні 55% від фонду оплати праці:

$$A_B = 54000 * 0,55 = 29700 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість виготовлення модернізованої машини:

$$B_c = 17985,40 + 54000,00 + 32400,00 + 29700,00 = 134085,40 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати приймаємо на рівні 6,5% від виробничої собівартості:

$$P_B = 134085,40 * 0,065 = 8715,55 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну машини:

Закладаємо рівень рентабельності 15%.

Ціна машини:

$$C_o = (134085,40 + 8715,55) * (1,00 + 0,15) = 164221,09 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні капіталовкладення на впровадження нової машини.

Витрати на демонтаж старої машини: 1280,00 грн

Залишкова вартість старої машини 0,00 грн

Капітальні вкладення в створення нової машини з таблиці 6.5.: 205276,36 грн

Вартість брухту від реалізації старої машини 420,00 грн

Загальні капіталовкладення на впровадження нової машини:

$$K_o = 205276,36 + 1280,00 + 0,00 - 420,00 = 206136,36 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції на модернізованій машині складе: 2085610,00 кг

Питомі капіталовкладення: $K_u = 206136,36 / 2085610,00 = 0,098837444$ грн/од.прод. Вартість транспорту приймаємо з умови 15% вартості обладнання:

$$205276,3609 * 0,15 = 30791,45414 \text{ грн}$$

Вартість силового та енергетичного обладнання приймається із розрахунку 40 грн на 1 кВт встановленої потужності.

Встановлена потужність складає: 74,7 кВт

Тоді розрахункова вартість: $74,7 * 40 = 2988$ грн

Вартість виробничого та господарського інвентаря розрахуємо з умови 40 грн на одного працюючого. Кількість працюючих: $12 \text{ чел} : 12 * 40 = 480$ грн

Вартість інших витрат приймаєм на рівні 65% вартості обладнання та будівельно-монтажних робіт.

$$(180400 + 205276,3609) * 0,65 = 250689,6346 \text{ грн}$$

Результати розрахунків зведемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.2.

Кошторис витрат на обладнання.

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць, шт	Вартість одиниці, шт	Загальна вартість, грн.	Транспортні витрати, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Загальні витрати, грн.
1	Сепаратор	1	164221,09	164221,08	24633,16	16422,10	205276,36
Разом				164221,08	24633,16	16422,10	205276,36

Таблиця 6.3

Кошторис капітальних витрат.

№ п/п	Види основних виробничих фондів	Балансова вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, %
1	Споруди	180400,00	8	14432,00
2	Промислове обладнання	205276,36	24	49266,33
3	Транспортні засоби	30791,45	60	18474,87
4	Силове і енергетичне обладнання,	2988,00	24	717,12
5	Інструмент, приспособлення, лабораторне обладнання	1580,00	60	948,00
6	Виробничий і господарський інвентар	480,00	60	288,00
7	Інші витрати	250689,63		
8	Разом	672205,45		84126,32

В процесі реконструкції планується встановлення нової машини.

Таблиця 6.4.

Дані для розрахунку економічної ефективності впровадження.

Показник	Варіанти	
	Базовий	Новий
Річна програма випуску готової продукції, кг	1668488	2085610
Усереднена технічна продуктивність, кг/зм	2782,40	3478,00
Норма виробітку в годину, кг	794,97	1159,33
Капітальні витрати на впровадження машини з врахуванням затрат на монтаж, грн.	0	672205,4497
Встановлена потужність, кВт	12	11
Коефіцієнт використання потужності електродвигуна	0,95	0,95
Норма амортизації обладнання, %	14	14
Витрати, % від амортизаційних відрахувань		
Розряд робіт	3	3
Тарифна погодинна ставка, грн	45	45
Премії і доплати, %	25	25
Додаткова заробітна платня, % від основної	6	6
Витрати на охорону праці і техніку безпеки в розрахунку на середньорічного працівника за рік, грн	134	134
Відрахування на соціальне страхування, %	37,5	37,5
Баланс робочого часу в середньому на одного працівника за рік, год.	2048	2048

Визначимо трудомісткість річного об'єму роботи при виробництві для базового і проектного варіанту.

Вона відповідно рівна $1668488 / 794,97 = 2098,80$ год

і $2085610 / 1159,33 = 1798,97$ год

Для розрахунку середньорічної чисельності робітників, де діленим буде трудомісткість, а дільником добуток (Б*П). Підставивши значення, отримаємо:

$$2098,80 / 2048 = 1,02; \quad 1798,973548 / 2048 = 0,88$$

Розрахунок поточних витрат приведено в таблиці 6.5.

Визначимо додаткові показники економічної ефективності впровадження нової техніки.

Економія середньорічної чисельності робітників складає 0,15 чоловік

Таблиця 6.5.

Затрати по заробітній платні, грн.

Витрати	Варіанти	
	Базовий	Новий
Основна тарифна заробітна плата	$45,00 * 2098,80 = 94446,11$	$45,00 * 1798,97 = 80953,81$
Основна заробітна плата	$94446,11 + 23611,53 = 118057,64$	$80953,81 + 20238,45 = 101192,26$
Додаткова заробітна плата	$118057,64 * 0,06 = 7083,46$	$101192,26 * 0,06 = 6071,54$
Премії і доплати до тарифної заробітної плати	$94446,11 * 0,25 = 23611,53$	$80953,81 * 0,25 = 20238,45$
Відрахування на соціальне страхування	$118057,64 * 0,375 = 44271,61$	$101192,26 * 0,375 = 37947,10$
Всього	169509,38	169412,71

Можливе збільшення продуктивності праці на використання даної операції: $0,15 * 100 / (1,02 - 0,15) = 16,67 \%$

Економія фонду заробітної плати становить:

$$169412,71 - 145210,90 = 24201,82 \text{ грн}$$

Визначимо можливе підвищення продуктивності праці Птр в результаті економії чисельності працюючих за формулою: $P_{mp} = E_{uc} \cdot \frac{100}{T_c - E_{uc}}$,

де E_{uc} – економія середньорічної чисельності робітників;

T_q – загальна кількість робітників;

$$Птр = 0,15 * 100 / (12 - 0,15) = 1,24 \%$$

Розрахуємо економію річного тарифного фонду заробітної плати, що складе: $Ерт = 94446,11 - 80953,81 = 13492,30$ грн

Економія річного фонду основної заробітної плати:

$$Еро = 13492,30 * 1,25 = 16865,38 \text{ грн}$$

Економія річного загального фонду заробітної плати складе:

$$Ефт = 13492,30 * 1,33 = 17877,30$$

Розробимо планову калькуляцію собівартості всього річного випуску, використовуючи дані таблиці 6.6. Загальні витрати приймаєм укрупнено рівними 46% від основної заробітної плати робітників, а інші витрати від виробничої собівартості мінус виробничі витрати. Невиробничі витрати складають 1,1% від виробничої собівартості.

Таблиця 6.6.

Витрата матеріальних ресурсів і заробітної плати на тону продукції.

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрата	Витрата, грн
Молоко, кг	5,5	21000	115500,00
Упаковка, м ²	9,5	43	408,50
Електроенергія, кВт	1,97	24	47,28
Вода, м ³	0,1	89	8,90
Розсіл, м ³	0,5	54	27,00
Пара, кг	4,55	5016	22822,80
Втрати від браку, грн	–	10	1388144,80

Складемо порівняльну таблицю визначення собівартості. Для визначення повної собівартості необхідним є виконання розрахунку кошторису витрат на річний випуск продукції (таблиця 6.7).

Ефективність впровадження нової розробки розрахуем за її чистою теперішньою вартістю.

Капітальні затрати на впровадження розробки: $K = 672205,4497$ грн

Річна собівартість готової продукції: Sp = 289658849 грн

Таблиця 6.7

Кошторис витрат на річний випуск продукції, грн.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+ чи -)
		до проекту	з проектом	
1	Матеріальні витрати			
	Молоко	202345882,20	240887955,00	-38542072,80
	Упаковка	681577,35	851971,69	-170394,34
	Всього	203027459,55	241739926,69	-38712467,14
2	Витрати на оплату праці	169412,71	145210,90	24201,82
3	Відрахування на соціальні заходи	44271,61	37947,10	6324,52
4	Амортизація	0,00	84126,32	-84126,32
5	Інші витрати			
	Електроенергія	118929,82	98607,64	20322,18
	Вода	14849,54	18561,93	-3712,39
	Розсіл	45049,18	56311,47	-11262,29
	Пара	38079567,93	47599459,91	-9519891,98
	Втрати від браку	2316102941,06	2895128676,33	-579025735,27
	Загальновиробничі витрати, грн	458	392,57	65,43
	Адміністративні витрати, грн	120	102,86	17,14
	Позавиробничі витрати, грн	275	275	0,00
	Всього	2354361915,53	2942902112,70	-588540197,17
6	Всього витрат	2557603059,41	3184909323,70	-627306264,30

Закладаєм річний чистий прибуток на рівні 3%: Чр = 0,03 * 289658849 = 8689765,469 грн

Амортизаційні відрахування: $A = 84126,32$ грн

Чистий річний прибуток з амортизаційними відрахуваннями: $AЧр = Чр + A = 8689765,469 + 84126,32 = 8773891,79$ грн

Коефіцієнт освоєння потужностей у першому році: $K1 = 0,4$

Дисконтна ставка $Kп = 0,2$

Чиста теперішня вартість розраховується за наступною формулою

$$ЧТВ = -K + \sum_{t=1}^n \frac{(A + Чр)K1}{(1 + Kn)^t} = 729247,43$$

Термін окупності - один рік

Побудуємо зведену таблицю калькуляції собівартості випуску продукції.

Таблиця 6.8.

Зведена таблиця калькуляції собівартості випуску продукції.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+/-)
		до проекту	з проектом	
1	2	3	4	5
1	Сировина і основні матеріали	203027459,55	241739926,69	-38712467,14
2	Допоміжні матеріали	38139466,65	47674333,31	-9534866,66
3	Тара і тарні матеріали	681577,35	851971,69	-170394,34
4	Електроенергія і паливо (для технологічних цілей)	118929,82	98607,64	20322,18
5	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	118057,64	101192,26	16865,38
6	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	7083,46	6071,54	1011,92

Продовження таблиці 6.8.

1	2	3	4	5
7	Нарахування на заробітну плату основних виробничих робітників	44271,61	37947,10	6324,52
8	Загальновиробничі витрати	458,00	392,57	65,43
	Разом виробнича собівартість	144,72	138,88	5,83
9	Адміністративні витрати	120,00	102,86	17,14
10	Позавиробничі витрати	275,00	275,00	0,00
	Повна собівартість	144,72	138,88	5,83

Таблиця 6.9.

Основні техніко-економічні показники підприємства

№ п/п	Нормативні показники	Одиниці виміру	Величина показника	
			без проекту	з проектом
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	т	1668,49	2085,61
	б) у вартісному вираженні	грн	241456121	289658848
2	Капітальні затрати:			
	а) в обладнання	грн	-	537764,36
	б) в площу	грн	-	134441,09
3	Загальна кількість працюючих	чол	13	12
4	Собівартість випуску одиниці продукції	грн	144,72	138,88
5	Випуск продукції з 1 м ² площі	т/рік	6,54	10,43
6	Рентабельність продукції	%	0,23	0,27
7	Чиста теперішня вартість проекту	грн	-	2252425,15
8	Період окупності	т/чол	-	один рік

7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в маслоцеху ПрАТ «Тернопільський молокозавод»

До основного технологічного обладнання по виробництву масла вершкового відносяться: зважуючі приймальні місткості, насоси, сепаратори, пастеризаційні установки, сепаратори для отримання високожирних вершків, маслоутворювач, маслообробник, дестабілізатор, технологічні візки, установка для фасування масла.

Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів і тестабілізатора передбачають в першу чергу якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Технологічні місткості закритого типу повинні в першу чергу забезпечувати герметичність.

Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена

вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Головними вимогами, які слід витримати при експлуатації сепараторів-молокоочищувачів і сепараторів-вершковідділювачів, є:

- пуск і зупинка машини може проводитись тільки відповідальною за експлуатацію особою, призначеною відповідним наказом або розпорядженням на підприємстві;

- до обслуговування сепараторів допускаються працівники, які мають досвід роботи, пройшли спеціальну підготовку і вивчили інструкцію з експлуатації;

- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з'єднань, щільність закриття кришок;

- категорично забороняється знімати кришку сепаратора до повної зупинки;

- тарілки після миття слід монтувати суворо у встановленому порядку згідно нанесеної на них нумерації;

- у випадку постійного наростання вібрацій при роботі (входженні сепаратора у зону резонансу) слід відключити подачу електричного струму і негайно покинути приміщення цеху до повної самовільної зупинки сепаратора.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

Перед і після подачі продукту місткість слід обов'язково піддавати миттю.

При експлуатації установок для пастеризації суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію або кожухи, які б забезпечували

відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

Маслоутворювачі і маслообробники (закритого конструктивного виконання) можна віднести до машин малого рівня небезпеки. Вони не працюють при великих надлишкових тисках, чи високих температурах. Робочі органи закриті зовні огорожуючими конструктивними елементами. Температура охолоджуючої рідини є недостатньо низькою, щоб становити небезпеку для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Джерелом живлення приводу маслоутворювача і маслообробника є мережа промислового струму наругою 380 В, тому при його експлуатації слід звернути увагу на основні правила техніки безпеки при роботі з електрообладнанням.

Робочі елементи машини (ножі-мішалки) конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Проте маслоутворювачі і маслообробники можуть працювати при порівняно великих обертах робочих органів, що може спричиняти вібрацію і шум. Дані апарати приводяться в рух електричними двигунами, і повинні відповідати ПУЕ, бути надійно заземленими, так як під час роботи на них можуть накопичуватися значні заряди статичної електрики. Передачі приводу повинні бути закриті захисними кожухами. Повинні використовуватись також запобіжні пристрої для безпеки при ремонті чи оглядах.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації маслоутворювача необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуюваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин маслоутворювача. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Основним джерелом шуму в маслоутворювачі є електродвигун приводу ножів-мішалок і самі ножі-мішалки. Оскільки рівень шуму двигуна маслоутворювача перебуває в межах нормативів, то вважаємо, що ніяких додаткових засобів по зниженню рівня шуму електричного двигуна приводу

здійснювати недоцільно. Для зменшення рівня шуму передач приводу робочих органів пропонується закрити їх захисними кришками.

При експлуатації фасувального автомату особливу увагу слід звернути на його герметичність і відсутність підтікання. Відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, муфти, виступаючі кінці валів, махові колеса, гребінки тощо), передачі (шків, паси) повинні мати захисні засоби, які забезпечують безпеку при обслуговуванні, виступаючі частини машин, що обертаються (шпонки, штопорні гвинти тощо) закриті гладенькими футлярами; зубчасті шестерні, муфти редукторів закриті з усіх сторін кожухами (щитками).

Запірна арматура (вентилі, крани, клапани), ущільнювальні пристрої і з'єднання трубопроводів повинні бути в справному стані і мати надійні ущільнення. Проходи навколо машини й у зоні обслуговування не повинні захаращуватися сторонніми предметами.

Роботи, зв'язані з ремонтом чи санітарну обробку машини, повинні здійснюватися тільки після відключення електроенергії і повного зняття тиску стиснутого повітря у вузлах машини. Забороняється робити які-небудь ремонтні роботи чи збирання машини під час її роботи.

Електроустаткування повинне експлуатуватися в справному стані.

Корпуса складових частин машини повинні роздільно, кожна складова частина машини, заземлюватися із внутріцеховим контуром заземлення відповідно до правил експлуатації електроустановок.

Напруги електричних ланцюгів керування і сигналізації повинні бути не більшими від 42 В, 50 Гц.

Періодичний огляд і обслуговування повинні забезпечувати справний стан: перемичок заземлення, електричних з'єднань корпусу електродвигуна, сполучних коробок, мікрореле і пульта з корпусами складових частин машини, знаків заземлення і попереджуючих знаків "Обережно! Електрична напруга", нанесених на кришки сполучних коробок і вивідного пристрою електродвигуна, болтів і контактних поверхонь затисків заземлюючих складових частин машини. До обслуговування електроустаткування можуть

допускатися особи обслуговуючого електротехнічного персоналу, що мають необхідну кваліфікацію по техніці безпеки відповідно до Правил техніки безпеки при експлуатації і знаючі призначення й принцип роботи машини.

Пристрої для пуску і зупинки машин і агрегатів розміщують так, щоб ними можна було користуватися зручно і швидко. Всі частини машин, апаратів, які треба змащувати, мають автоматичні мастильні прилади. Якщо таких приладів немає, а підшипники треба наповнити мастилом під час роботи трансмісій, змащувати їх можна лише при безпечному підході до підшипників, або при допомозі спеціальних трубок і маслянок, виведених у безпечну і зручну зону.

7.2. Санітарно-гігієнічні вимоги в маслоцеху

При проектуванні і монтажі нового устаткування треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м. При розміщенні стрічкових, роликкових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Експлуатація обладнання, пов'язаного з відкритими дзеркалами технологічних рідин (приймальні місткості ванни тощо) пов'язана з інтенсивним випаровуванням і виділенням теплоти. Одним з найбільш ефективних засобів боротьби з ними є встановлення місцевої вентиляції. До найбільш ефективних прикладів застосування місцевої вентиляції належать повітряні душі. Температури і швидкості руху повітря на постійних робочих місцях, які обслуговуються повітряними душами, слід приймати згідно з СН 245-71, а розрахункові параметри оточуючого повітря – згідно СНіП II-33-75.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

Розрахуємо освітлення в цеху.

Вибираємо висоту підвісу світильників: $H_p := 4.3 \text{ (м)}$

Визначаємо найвигіднішу відстань між світильниками із співвідношення

$$L = l_0 \cdot H_p \quad [\quad]$$

$$\frac{L}{H_p} = 1.2$$

$$L := 1.2 \cdot H_p \quad L = 5.16 \quad \text{(м)}$$

Вибираємо симетричне розміщення світильників

Число рядів світильників визначаємо за формулою

$$m = \frac{a}{L}$$

де a - ширина дільниці $a := 12$ (м)

$$m := \frac{a}{L} \quad m = 2.326$$

Приймаємо $m := 2$

Знаходимо відстань від стін до світильників

$$l_c = (0.25 \dots 0.3) \cdot L \quad l_c := 0.275 \cdot L \quad l_c = 1.419 \quad (\text{м})$$

Розрахуємо відстань між рядами світильників

$$l_a := \frac{a - 2 \cdot l_c}{m - 1} \quad l_a = 9.162 \quad (\text{м})$$

Визначаємо відстань між світильниками в ряді

$$l_B := \frac{L^2}{l_a} \quad l_B = 2.906 \quad (\text{м})$$

Визначаємо число світильників в ряді за формулою:

$$n = \frac{b - 2 \cdot l_c}{l_B} + 1$$

де b - довжина дільниці $b := 24$ (м)

$$n := \frac{b - 2 \cdot l_c}{l_B} + 1 \quad n = 8.282$$

Приймаємо $n := 9$

Уточнена відстань між світильниками в ряді

$$l_B := \frac{b - 2 \cdot l_c}{n - 1} \quad l_B = 2.645 \quad (\text{м})$$

Загальна кількість світильників $d := m \cdot n$ $d = 18$

7.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях

7.2.1. Оцінка можливої хімічної обстановки на молокозаводі.

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району. Згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України 24.03.2004 р. №368 надзвичайні ситуації (НС) на території України поділяються на:

- НС техногенного;
- НС природного;
- НС соціального;
- НС воєнного характеру.

Крім того, з такою класифікацією добре узгоджується класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, встановлена ГОСТ 12.0.003-74.

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота при вибуху обумовлена швидким розширенням газів чи пари.

Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення. Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнених обсягів машин і

апаратів, сила вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Суттєву небезпеку становлять пожежі.

Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при витоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих

продуктів згорання, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємства для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Так, наприклад, часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луги, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудію цих речовин приводить до перевищення гранично припустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності, можливо три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівих рідина може цілком переходити в зважений і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежно вибухонебезпечних сумішей;

- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;

- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низькими швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин

можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

7.2.2. Оцінка хімічної обстановки в осередку ураження, що може виникнути внаслідок викиду аміаку в атмосферу

Вихідні дані для розрахунку:

Внаслідок аварії було зруйновано ємність де знаходилось 3 тони аміаку. Ємність обвалована. Висота обваловки 1м. Ємність знаходиться на території заводу біля компресорної. Вітер під час аварії повернув в бік виробничих цехів, азимут вітру - 315°. На заводі працює 160 чоловік, забезпеченість протигазами - 90%.

Метеорологічні умови: ясно, температура повітря 20°C, швидкість вітру менше 1м/с (інверсія) .пропоную розрахунки в наступному порядку.

Визначаємо еквівалентну кількість аміаку у первинній хмарі за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0; (m);$$

де: K_1 - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання аміаку, $K_1 = 0,18$;

K_3 - коефіцієнт, що дорівнює відношенню значення вражаючої токсичної дози аміаку до значення вражаючої токсичної дози іншої СДОР; $K_3 = 0,04$;

K_5 - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери, для інверсії $K_5 = 1$;

K_7 - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря, для 20°C $K_7 = 1$.

Q_0 - маса розлитого аміаку ($Q_0 = 3т$).

$$Q_{e1} = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 = 0,022m;$$

Визначимо еквіваленту кількість аміаку у вторинній хмарі:

Тоді:

$$Q_{e2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \frac{Q_0}{h \cdot d}, (m);$$

де: K_2 - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку, ($K_2 = 0,025$) [8];

K_4 - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у приземному шарі, ($K_4=1$) [8];

K_6 - коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після аварії, ($K_6 = 3,03$)[8].

d - густині аміаку ($d = 0,681 \text{ т/м}^3$) [8];

h - товщина шару рідини, $h = H - 0,2$; де: H - висота обваловування, ($H = 1\text{м}$);

$$h = 1 - 0,2 = 0,8\text{м};$$

Тоді:

$$Q_{e2} = (1 - 0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,03 \frac{3}{0,8 \cdot 0,681} = 0,013\text{т};$$

Із таблиці Д1[8] глибина зони зараження первинною хмарою дорівнює 1,25км, тобто $r_1 = 1,25\text{км}$.

Із таблиці Д1 знаходимо глибину зони зараження вторинною хмарою $r_2 = 1,25\text{км}$.

Повна глибина зони зараження r :

$$r = r_2 + 0,5r_1 = 1,25 + 1,25 \cdot 0,5 = 1,8\text{км};$$

Визначаємо площу зони хімічного зараження:

$$S = \frac{\pi \cdot r^2}{n} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{1} = 10,2\text{км}^2;$$

де: n - коефіцієнт, що залежить від швидкості вітру (при $V < 1 \text{ м/с}$, $n=1$) [8].

Визначаємо час розповсюдження хмари зараженого повітря по території заводу:

$$t = \frac{x}{V} = \frac{0,1}{5} = 0,02\text{год} = 72\text{сек};$$

де: x - відстань від джерела зараження до заданого об'єкту. В нашому випадку це відстань від компресорної станції до промислово-виробничого цеху:
 $x = 0,1 \text{ км};$

V - швидкість переміщення по переднього фронту зараженої хмари, для інверсії $V = 5 \text{ км/год.}$

Визначаємо тривалість урожаючої дії аміаку. Тривалість урожаючої дії аміаку залежить від часу її випаровування у площі розливу:

$$П_1 = \frac{90 \cdot 9}{100} = 9 \text{ чол};$$

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,8 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 21,7 \text{ год};$$

із них смертельні: $80,35 = 3 \text{ чол};$

середнього і важкого ступеня: $80,4 = 4 \text{ чол};$ легкого ступеня: $80,25 = 2 \text{ чол};$

Таким чином, за результатами розрахунків маємо:

Глибина зони зараження становить до $1,8 \text{ км.}$

Через 72 сек хмара зараженого повітря з вражаючого концентрацією підійде до виробничих цехів.

Таблиця 7.1 - Результати оцінки хімічної обстановки.

Джерело забруднення	Тип СДОР	Кількість СДОР, т	Глибина зони зараження, км	Площа зони зараження, км ²	Площа осередку зараження, км ²	Втрати від СДОР, чол.
Зруйновано ємність	Аміак	3	1.8	10,2		9

Тривалість вражаючої дії аміаку в зоні зараження - до 22 год.

Визначаємо можливі витрати n_1 виробничого персоналу в осередку ураження (табл.. Д7 [8]).

При ліквідації аварії з виливом аміаку пропоную користуватися :

Ізолюючими протигазами; ІЛ-4, ІЛ-5.

Фільтруючими промисловими протигазами з фільтруючими коробками великого габариту марки КД (коробка сірого кольору).

Термін захисної дії протигазу при концентрації 2,3 мг/л без фільтру - 240хв, з фільтром і індексом "В" - 120хв.

Респіратори ГРПР-67 з патроном КД при концентрації пари аміаку в повітрі не більше 10-15 ГПК 0,2 - 0,3 мг/л.

Для захисту шкіри пропоную використовувати захисний одяг, гумові чоботи, рукавиці. Ліквідація наслідків аварії з виливом аміаку передбачає своєчасне (негайне) сповіщення виробничого персоналу і населення, яким загрожує небезпека. Із зони аварії необхідно вивести сторонніх, на її території треба бути лише у засобах захисту. Необхідно усунути джерела відкритого вогню й почати усунення витікання або перекочування аміаку. Не допускати надходження аміаку у водоймище, тунелі, підвали, каналізацію.

Якщо виникла пожежа то необхідно прибрати із зони пожежі все, що можливо і дати догоріти, треба охолоджувати ємності водою і гасити пожежу піском, водою з максимальної відстані.

Для зменшення глибини зони зараження пропоную використовувати водяні завіси. За допомогою пожежних гідрантів, та поливальних шлангів.

Перша допомога при ураженні аміаком - вивести потерпілого на свіже повітря, надати спокій, промити очі, шкіру, слизові оболонки

водою, або 2% розчином борної кислоти. В очі закапати 2-3 краплі альбуциду, провести інгаляцію киснем або теплою водяною парою. Якщо аміак потрапляє всередину організму, то він спричиняє блювоту і пронос. В цьому разі необхідно промити шлунок водою, підкисленою оцетом, випити склянку молока, лимонного соку або олії.

7.2.3. Вибір технічних засобів запобігання техногенних аварій на сирзаводі

7.2.3.1. Засоби вибухозахисту герметичних систем

Будь-яке устаткування підвищеного тиску повинне бути укомплектовано системами вибухозахисту, що припускають:

- застосування устаткування, розрахованого на тиск вибуху;
- застосування гідрозатворів, вогнезагороджувачів, інертних чи парових завіс;
- захист апаратів від руйнування при вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання й інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промисловій санітарії і пожежній безпеці і т.п.

Трубопроводи. Для того щоб зовнішній вигляд трубопроводу вказував на властивості середовища, що транспортується, уведене їх пізнавальне (сигнальне) фарбування (ДСТ 1402-69). Наприклад: вода - зелений, повітря - синій, луку - фіолетові і т.д.

Для позначення виду небезпеки речовини, що транспортується по трубопроводу, на його поверхню додатково наносять сигнальні кільця. Їхнє число визначається ступенем небезпеки. Кільця передбачені: червоного кольору - для вибухонебезпечних; зеленого кольору - для безпечних і нейтральних речовин; жовтого кольору - для токсичних речовин, а також глибокого вакууму, високого тиску.

Усі трубопроводи після монтажу і періодично в процесі експлуатації піддаються гідравлічним іспитам на міцність при спробному тиску на 25% перевищуючому робоче, але не менш 0,2 Мпа.

Запобіжні пристрої. Кожна судина чи ємність повинна додатково бути постачений пристроєм від підвищення тиску вище припустимого. Як запобіжні пристрої застосовуються:

1) запобіжні мембрани - гранична простота їхньої конструкції характеризує їх як самі надійні з всіх існуючих засобів вибухозахисту, крім того вони практично не мають обмежень по пропускній здатності. Хоча в них є свої істотні недоліки, що після спрацьовування устаткування, що захищається, залишається відкритим, що приводить до зупинки устаткування і викиду в атмосферу вмісту апарата;

2) вибухові клапани - використання їх на технологічному устаткуванні дає можливість усунення негативних наслідків, тому що після спрацьовування і скидання необхідної кількості газу через вибуховий клапан його отвір знову закривається, забезпечуючи тим самим тривалість роботи устаткування. До їхнього недоліку варто віднести велику інерційність у порівнянні з мембранами, значну складність конструкції, а також недостатню герметичність;

3) пружинні запобіжні клапани є самими розповсюдженими в даний час засобом захисту технологічного устаткування від вибуху. Однак і вони мають ряд істотних недоліків, в основному через велику інерційність як вантажних, так і пружинних конструкцій клапанів.

7.2.3.2. Пожежний захист виробничих об'єктів

Автоматична пожежна сигналізація є важливою мірою запобігання великих пожеж, тому що час між виникнення пожежі і приїзду пожежної бригади проходить значно багато, що в більшості випадків приводить до повного охоплення полум'ям приміщення. Основна задача автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце і час его виникнення і при необхідності включення автоматичних систем пожежегасіння і димовидалення.

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сповіщувачами. Задача сигнальних сповіщувачів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сповіщувачів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сповіщувачі.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості його виявлення, але і від вибору засобів і способів пожежегасіння.

Вибір засобів і способів пожежегасіння. Для придушення процесу горіння можна знижувати вміст пального компонента, окислювача (кисню повітря), знижувати температуру чи процесу збільшити енергію активації реакції горіння. Відповідно до цього в даний час при гасінні пожеж використовують один з наступних основних способів:

- ізоляцію вогнища горіння від чи повітря зниження шляхом розведення повітря непальними газами, концентрації кисню в повітрі до значення, при якому не може відбуватися процес горіння;

- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур (температур samozапалювання, запалення і спалахи пальних речовин і матеріалів);

- інтенсивне інгібування (гальмування) швидкість хімічної реакції окислювання;

- механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя чи газу рідини;

- створення умов вогнезагородження, при яких полум'я змушене поширюватися через вузькі канали.

Для реалізації перерахованих способів гасіння пожеж використовують різні вогнегасячі речовини. До них відносяться в першу чергу вода найдешевший і доступний матеріал, пісок, пожежні щити з устаткуванням,

вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежегасіння, інертні розріджувачі застосовуються для об'ємного гасіння, останнім часом для гасіння пожеж усе більш широко застосовують вогнегасячі порошки.

Багато хто вогнегасячі речовини, застосовувані в автоматичних системах пожежегасіння, ушкоджують технологічні установки. Тому вибір типу вогнегасячої речовини повинний визначатися не тільки швидкістю і якістю гасіння пожежі, але і необхідністю забезпечити мінімальне сумарне ушкодження, що може бути заподіяно будинку й устаткуванню.

Висновки. Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників.

8. Екологія

Підприємства молочної промисловості, в тому числі і ПрАТ «Тернопільський молокозавод», витрачають чисту воду, яка в процесі її використання забруднюється різними домішками, у тому числі і органічними. Органічні речовини являються живильним середовищем для різного роду бактерій, які викликають інфекційні захворювання. Тому для підтримки належного санітарного стану приміщень і територій підприємства необхідно негайно видаляти відходи і стічні води за межі території підприємства, а також населеного пункту.

В останні роки в практиці очищення стічних вод підприємств молочної промисловості все більше місце займають фізико-хімічні методи.

До фізико-хімічних методів очищення стічних вод відносяться коагуляція, флоатація, адсорбція, іонний обмін, екстракція, ректифікація, випарювання, дистиляція (випаровування), гіперфільтрація (зворотний осмос) і ультрафільтрація, кристалізація, а також методи, пов'язані з накладанням електричного поля - електрокоагуляція, електрофлоатація, електроліз і ін. Ці методи використовують для видалення із стічних вод тонкодисперсних зважених твердих і рідких частинок, розчинних газів, мінеральних і органічних речовин.

Коагуляцію переважно застосовують для очищення стічних вод від емульсій і суспензій, до складу яких входять колоїдні частинки розміром 0,001—0,1 мкм. Ці частинки мають електричний заряд, який виникає у результаті

поглинання із водного розчину іонів. Заряд не дає можливості колоїдним частинкам злипатися і таким чином збільшує стійкість колоїдного розчину. Тому в колоїдний розчин додають коагулянти такі як вапно, які зменшують електричний заряд колоїдних частинок, унаслідок чого вони інтенсивно злипаються у великі частинки й осідають на дно очисної споруди.

Замість коагулянтів часто застосовують водні розчини полімерів, у молекулі яких містяться полярні функціональні групи (-ОН, -SO₃H, -SH₂) —

флокулянти. Частинки забруднювальних речовин під дією флокулянтів перетворюються в пухку масу, що осідає на дно споруди.

Коагуляцію також можна здійснювати, пропускаючи стічні води через електролізер з анодом, виготовленим з алюмінію або заліза. Метал анода під дією постійного електричного струму переходить у стічну воду, утворюючи важкорозчинні гідроксиди алюмінію або заліза. Метод електрохімічного коагулювання широко застосовується для очищення стічних вод від масел, жирів, нафтопродуктів, хроматів і фосфатів [35].

Сорбційне поглинання — один із найбільш ефективних методів глибокого очищення стічних вод від ароматичних сполук, неелектролітів, барвників, гідрофобних сполук.

Сорбційне поглинання принципово не відрізняється від процесу адсорбції в газовій фазі. Тому в інженерній практиці цей метод часто називають

адсорбційним методом очищення стічних вод. Його застосовують для очищення стічних вод від органічних (розчинники, розріджувачі, відходи лакофарбових матеріалів та ін.) і неорганічних (формальдегід, фенол, відходи синтетичних смол, аміак та ін.) речовин, якщо їхня концентрація у воді незначна, вони біологічно не розкладаються і є дуже токсичними.

Адсорбційне очищення вод буває регенеративним (витягування речовин із адсорбенту та їхня утилізація) і деструктивним (витягування речовини із адсорбенту та її знищення разом з адсорбентом).

В інженерній практиці застосовують адсорбційні установки з послідовним (рис. 8.1, а) і протічним (рис. 8.1, б) введенням

адсорбенту. Процес адсорбційного очищення стічних вод відбувається при інтенсивному перемішуванні адсорбенту з водою, а також фільтруванні води через шар адсорбенту. При змішуванні адсорбенту з водою використовують активоване вугілля. Процес може мати один або кілька ступенів. Економічно доцільними є багатоступеневі установки (рис. 8.1, а). При цьому на першому етапі вводять стільки адсорбенту, скільки необхідно для зменшення концентрації забруднювальних речовин від S_p до S_1 , після чого

адсорбент виводять з циклу через відстоювання або фільтрування, а стічну воду спрямовують на другий етап очищення, де вводиться свіжий адсорбент.

Після закінчення процесу адсорбції на другому етапі концентрація забруднювальних речовин у воді зменшується від C_1 до C_2 тощо.

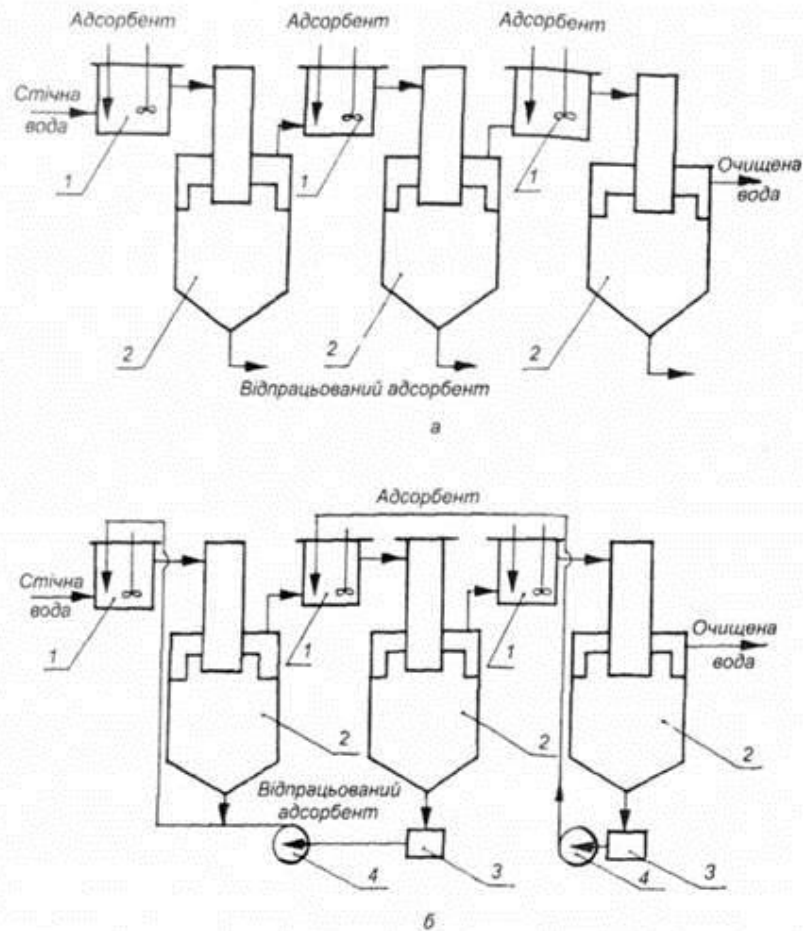


Рис. 8.1. Схема адсорбційних установок: а — з послідовним введенням адсорбенту: 1 — змішувачі; 2 — відстійники; б — з протитічним введенням адсорбенту: 1 — змішувачі; 2 — відстійники; 3 — приймачі; 4 — насоси.

Швидкість фільтрування стічних вод через шар адсорбенту залежить від концентрації розчинених речовин і коливається від 2—4 до 5—6 м³/(м²/год). Вода в адсорбері рухається знизу вгору, поступово заповнюючи його. Розмір частинок адсорбенту приймають у межах 1,5—5 мм. При менших розмірах зерен активованого вугілля зростає опір фільтруванню води. Вугілля укладають на шар гравію, розміщеного на решітці. Щоб не допустити забивання адсорбенту, стічна вода не повинна містити твердих зважених домішок.

Ефективність адсорбційного очищення стічних вод досягає 80—96 %.

Для очищення стічних вод з неприємним запахом використовують такі методи дезодорації: аерацію, хлорування, ректифікацію, екстракцію, озонування та ін. Найбільш ефективним вважається метод аерації.

Дезодорацію застосовують для вилучення із стічних вод аміаку, сірководню, альдегідів і вуглеводів тощо, які надають їм неприємного запаху.

Екстракція — це процес вилучення зі стічних вод корисних речовин за допомогою екстрагентів з такими властивостям: високою екстрагувальною, селективною здатністю; незначною розчинністю у воді; густиною, відмінною від густини води; незначним питомим теплом випаровування; невеликою теплоємністю; вибухобезпечністю та нетоксичністю; невеликою вартістю.

Екстрагування речовин зі стічних вод може здійснюватися за такими методами: перехреснопотоковим, ступінчасто-протитічним і безперервно-протитічним.

Рідинна екстракція застосовується при виробництві деревостружкових, деревоволокнистих плит і клеєної фанери, для очищення стічних вод від фенолів, масел, органічних кислот, іонів металів та ін. Доцільність використання екстракції для очищення стічних вод визначається концентрацією у них органічних домішок. Екстракція може бути економічно вигідною, якщо вартість вилучених речовин компенсує всі затрати на її проведення. Для кожної речовини існує концентраційна межа рентабельності її вилучення із стічних вод. Загалом можна вважати, що більшість речовин при концентрації вище 3—4 г/л доцільніше вилучати екстракцією, ніж адсорбцією. При концентрації менше 1 г/л екстракцію слід застосовувати в особливих випадках.

Очищення стічних вод екстракцією складається із трьох етапів. Перший етап — інтенсивне змішування стічної води з екстрагентом (органічним розчинником). В умовах розвинутої поверхні контакту між рідинами утворюються дві рідкі фази. Одна фаза — екстракт — містить вилучену речовину та екстрагент, друга — рафінат — стічну воду та екстрагент. Другий

етап — розділення екстракту та рафінату; третій — регенерація екстрагенту із екстракту і рафінату.

Щоб знизити вміст розчинених домішок до концентрацій, нижче від гранично допустимих, необхідно правильно вибрати екстрагент і швидкість його подавання у стічну воду.

На рис. 8.2 наведена схема багатоступеневої протитічної екстракційної установки. Ця установка має вигляд батареї змішувачів і відстійників. На кожному ступені застосовується змішувач води з екстрагентом і відстійник.

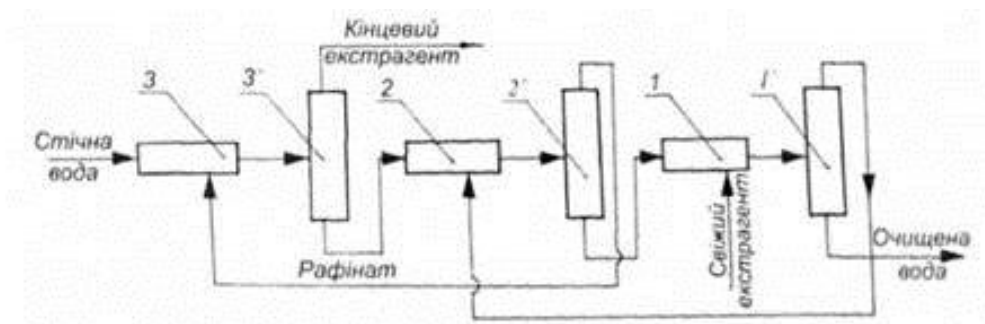


Рис. 8.2 Схема багатоступеневої екстракційної установки: 1—3 змішувачі; 2 — відстійники

Установка працює таким чином. Свіжий екстрагент і стічна вода надходять з протилежних сторін. На першому ступені стічна вода з незначним вмістом домішок перемішується із свіжим екстрагентом, а на останньому ступені стічна вода, що виходить, змішується з екстрагентом, який уже містить значну кількість вилученої речовини. Такий рух потоків сприяє значній рушійній силі процесу екстракції та ефективному очищенню стічних вод.

Комплексне очищення стічних вод — один із методів фізико-хімічного очищення, характеризується економічністю, високою стійкістю та очисною здатністю. Цей метод застосовують для одночасного очищення побутових і виробничих стічних вод.

На рис. 8.3 наведена схема комбінованої установки для комплексного очищення стічних вод.

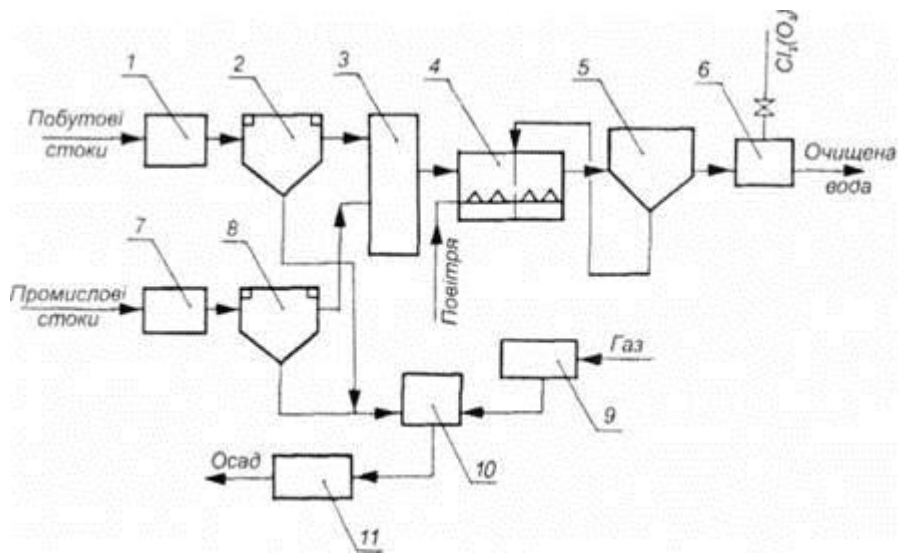


Рис. 8.3. Схема установки для поєднаного очищення побутових стічних вод: 1, 7— усереднювачі; 2,8 — первинні відстійники; 3 — змішувач; 4 — аеротенк; 5 — вторинний відстійник; 6 — ємність для знешкодження; 9 — котельня; 10 — метатенк; 11 — апарат для зневоднення осаду.

Опишемо принцип роботи установки. Побутові стічні води надходять до усереднювача 1, а потім до відстійника 2. Після освітлення вода потрапляє в змішувач 3, де змішується з виробничою стічною водою з відстійника 6*. Далі суміш побутових і виробничих стічних вод потрапляє в аеротенк. Після вилучення активного мулу у вторинному відстійнику 5 стічні води знешкоджуються хлором і викидаються у водоймище або скеровуються для використання в технологічному процесі.

Осад із відстійників 2 і 8 надходить до метатенка 10. Виділений в процесі знешкодження газ із метатенка подається в котельню 9 для спалювання, а осад знешкоджується і подається на переробку в добриво.

Висновки

До магістерської роботи на тему: Технологічне переоснащення маслоцеху на ПрАТ «Тернопільський молокозавод» з модернізацією і дослідженням роботи сепаратора для високожирних вершків Г9-ОСК..

1. Маслоцех Прат «Тернопільський молокозавод» є важливою структурною одиницею підприємства . Обладнання встановлене в маслоцеху є морально застарілим і не дозволяє збільшити продуктивність маслоцеху.
2. Встановлення високопродуктивних сепараторів Г9 – ОСК і маслоутворювача Тетра ОТИЧ дозволить підвищити продуктивність маслоцеху і підвищить якість масла.
3. Встановлено, що в результаті сепарування молока і одержання вершків 38-40% жирності проходить значне подрібнення жирової кульки.
4. Продуктивність сепаратора залежить від технологічних параметрів процесу (температури сепарування) і від конструктивних параметрів сепаратора (діаметр барабану, число тарілок)
5. Основним фактором, що впливає на продуктивність сепаратора є температура сепарування. Збільшення продуктивності сепарування пропорційне збільшенню температури.
6. Модернізація сепаратора Г9-ОСК дозволить підвищити надійність його роботи.

Перелік посилань

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв. / Єресько, М.М. Шинкарик Ворощук В.Я. – К. : ЦНЛ “Інкос”, 2007. – 344 с.
2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В. Закалов І.О.. – Тернопіль, 2001.
3. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
4. Сурков В.Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности / Сурков В.Д., Липатов Н.Н.,Золотин Ю.П.-М.:Легкая и пищевая промышленность : 1983.-430 с.
5. Волчков И.И. Сепараторы для молока и молочных продуктов/ Волчков И.И.- М.:Пищевая промышленность, 1975.-223с.
6. Лукьянов Н.Я. Теория и расчет молочных сепараторов. Издание 2-е переработанное / Лукьянов Н.Я.-М.: Пищевая промышленность, 1977.-32с.
7. Чубик И.А, Маслов А.М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов.[Текст]/И.А. Чубик. - М., издательство «Пищевая промышленность», 1970, стр. 184.
8. Патент №2201806 RU, МПК 7 В 04 В 1/08,9/06 Центробежный сепаратор для разделения молока на фракции/ Гусейнов Р. Г., Шилин В, А., Дружинина Е. С. (RU). - №20001255/43; Заявлено 11.10.2000; опубл. 10.04.2003 Бюл. №10.
9. Поперечний А. М. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Підручник. [Текст]/ А. М. Поперечний,В. О. Потапов, В. Г. Корнійчук – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 312 с.
- 10.Закалов О. В. Проектування механоскладальних цехів / Закалов О. В. - Тернопіль: 1983. -208 с.
- 11.Горбатов А.В. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов / Горбатов А.В.— М.: Агропромиздат, 1991.— 176с.

12. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование оборудования предприятий мясной и молочной промышленности / Митин В.В.— М.: Колосс, 1992.— 272с.
13. М.Н. Иванов. Детали машин / М.Н. Иванов.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
14. Устюгов И.И. Детали машин. -2 -изд., перераб. И доп./ Устюгов И.И.-М.: Высшая школа, 1981.-399с.
15. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
16. Лашинский А.А. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник / Лашинский А.А., Толчинский А.Р.— Л.: “Машиностроение”, 1970.— 752с.
17. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности. Справочник.— М.: Агропромиздат, 1988.— 319с.
18. Гальперин Д.М. Монтаж и наладка оборудования предприятий пищевой промышленности/ Гальперин Д.М.— М.: Высшая школа, 1984.— 279с.

Додатки
Дотаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том III

**VIII Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів**

27-28 листопада 2019 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2019

УДК 637.03

О.П. Друк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СЕПАРАТОРИ ДЛЯ ВИСОКОЖИРНИХ ВЕРШКІВ. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ

O.P.Druk

HIGH FAT CREAM SEPARATOR. DESIGN FEATURED.

В молочній промисловості в основному використовуються тарілкові сепаратори, які служать для розділення молока на фракції під дією відцентрової сили. На сепараторах можна відділити частинки діаметром 0,1 – 0,5 мкм при різниці густини 10кг/м^3 під дією відцентрової сили.

При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків такими фракціями є молочний жир і плазма. Використання сепараторів для високожирних вершків дозволяє одержати концентрацію жиру, яка відповідає вмісту жиру у даному виді масла і в подальшому провести термо – механічну обробку для забезпечення відповідної структури масла.

За конструкцією сепаратор для високожирних вершків містить типові для сепараторів збірні одиниці: привідний механізм, барабан, приймально-відвідний пристрій, проте є суттєві особливості виконання окремих елементів. В першу чергу це пов'язано з властивостями сепарованої рідини. В сепаратор потрапляють вершки, які пройшли перший етап сепарування, і при жирності 33-40%, мають більшу в'язкість порівняно з молоком.

Для зменшення гідродинамічного опору збільшена віддаль між окремими тарілками. На основі барабану сепаратора встановлюється тарілотримач з ребрами на зовнішній циліндричній частині, на якому встановлюється нижня тарілка з накладками з двох боків і комплект тарілок з накладками з верхнього боку. Поверх поділяючої тарілки, яка розділяє потоки жиру і плазми встановлюється кришка, з внутрішнього боку якої також є ребра. Накладки і ребра забезпечують встановлені віддалі між тарілками, унеможливають прогинання тарілок і забезпечують канали проходження вершків і маслянки. Для забезпечення високої концентрації жиру отвори в тарілках встановлені ближче до центру.

Для регулювання жирності вершків у верхній частині кришки у сепараторі ОСД-500 встановлені два регульовальних гвинти з творами для виходу маслянки, а у сепараторі Г9-ОСК регулювання жирності вершків забезпечується заміною кришки барабану.

Значні відмінності від інших сепараторів має приймально відвідний пристрій. Поступлення вершків як і в інших конструкціях сепараторів здійснюється через центральну трубу, проте система відведення фракцій має іншу конструкцію. Високожирні вершки вільно поступають у приймач, який має циліндричну форму з внутрішнім конусом і широким патрубком з нахилом, по якому високожирні вершки вільно відводяться.. Відділені у барабані високо жирні, які мають високу вязкість, вершки рухаються до центру при зменшені площі каналу, по якому вони рухаються і також зменшені відцентрової сили, що не дозволяє збільшити продуктивність сепаратора. Запропоновано накладки на тарілки встановити тільки до каналів поступлення вершків, що зменшить гідравлічний опір і покращить роботу сепаратора і не призведе до прогинання тарілок, оскільки віддаль між каналами поступлення вершків і віссю сепаратора не велика.

50. **П. М. Цубера, Ю. О. Чубатий**
АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВУЛИЦЬ
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ 67
51. **Н.І. Чайковський, І.І. Ковалик, Я.М. Осадца, Ю.О. Чубатий**
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ 68
52. **Т.С. Чумак, С.Ю. Поталіцин**
АНАЛІЗ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ 70
53. **В.М. Шевчук**
РЕГУЛЮВАННЯ ІНСОЛЯЦІЙНОГО РЕЖИМУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
БУДІВЕЛЬ 71
54. **С. П. Шедна**
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
КОТЕЛЬНІ ПІДПРИЄМСТВА 72
55. **Б.Я. Оробчук, В.О. Шишко**
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ 73

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

1. **Р.О. Дмитрук, О.В. Бендерська, В.В. Шутюк**
ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ФРУКТОВИХ СОУСІВ ЗІ ЗНИЖЕНОЮ
КАЛОРИЙНІСТЮ 75
2. **Н.А. Воробець**
ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ВМІСТОМ
КУРКУМИ 77
3. **О.М. Гриценко**
ТЕНДЕНЦІЇ ЗАПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВОМУ
СЕКТОРІ. ОРІЄНТИРИ ДЛЯ УКРАЇНИ 78
4. **О.П. Друк**
СЕПАРАТОРИ ДЛЯ ВИСОКОЖИРНИХ ВЕРШКІВ. ОСОБЛИВОСТІ
КОНСТРУКЦІЇ 80
5. **. С.В.Звіжинський, І.М.Хомета**
ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МАСЛОУТВОРЮВАЧІВ 81
6. **С.О. Коваль**
ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ 82
7. **О.І. Кравець, А.С. Ваверчак**
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ МІЖ МАТЕРІАЛОМ ТА СУШИЛЬНИМ
АГЕНТОМ ПРИ РОБОТІ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ 83