

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
іме ні професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»
протокол № 272-С
від «03» червня 2025 року
Зав. кафедрою ОПХВ
д.т.н, професор
 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг харчових і переробних
виробництв»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: **Вдосконалення конструкції сепаратора молока в умовах Волноваського району Донецької області**

19ХВД.8765118.06.25

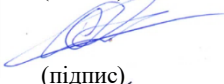
Виконав: студент 4 курсу, 21С (МС) ГМ групи


(підпис)

Олег УЧАЄВ
(прізвище та ініціали)

Керівник:

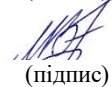
д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Кирило САМОЙЧУК
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП:

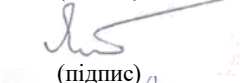
к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

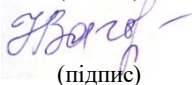
д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент:

к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Надія ЗАГОРКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет механіко-технологічний

Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв імені професора
Ф.Ю. Ялпачика

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ОПХВ

д.т.н., професор Кирило САМОЙЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)



«28» березня 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Учаєв Олег Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції сепаратора молока в умовах
Волноваського району Донецької області

керівник роботи д.т.н., професор Самойчук Кирило Олегович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 21 » жовтня 2024 р. № 482-С

2. Строк подання студентом роботи « 14 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи асортимент випускаємої продукції в регіоні, об'єми
випуску продукції, вид продукції, вид машини для вдосконалення

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства

2. Вдосконалити конструкцію машини

3. Провести розрахунок вдосконаленої машини

4. Розробити заходи з охорони праці

5. Провести економічну оцінку вдосконалення

6. Виконати графічну частину кваліфікаційної роботи

5 Перелік графічного матеріалу:

Лист 1 – Структурно-апаратна схема виробництва продукції _____

Лист 2 – Аналіз конструктивних рішень вдосконалення _____

Лист 3 – Креслення загального виду машини (вузла) до вдосконалення _____

Лист 4 – Креслення загального виду машини (вузла) після вдосконалення _____

Лист 5 – Креслення деталей _____

Лист 6* – Охорона праці _____

або Лист 6* – Економічне обґрунтування проекту _____

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
IV	к.т.н., доцент Зоря М.В.	31.03.2025	

6. Дата видачі завдання

31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	травень	
Розділ 2. Вдосконалення конструкції машини	травень	
Розділ 3. Розрахунок вдосконаленої машини	травень	
Розділ 4. Охорона праці	червень	
Розділ 5. Економічне обґрунтування проекту	червень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	червень	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	червень	

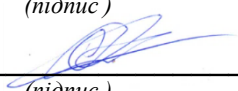
Студент


(підпис)

Олег УЧАСВ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Кирило САМОЙЧУК

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему “Вдосконалення конструкції сепаратора молока в умовах Волноваського району Донецької області ” складається з 64 сторінок розрахунково-пояснювальної записки, яка має таку структуру: 5 розділів, 5 рисунків, 51 формула і 20 джерел літератури. Графічна частина включає 6 аркушів (формату А1).

Розглянуте питання про актуальність виробництва молочної продукції і вдосконалення машини для очищення молока. В результаті аналізу сировинної бази, природно-демографічної ситуації, обґрунтована необхідність виробництва молочної продукції і вдосконалення сепаратора молока.

Проведена модернізація сепаратора, що дозволяє підвищити якість та знизити енерговитрати процесу.

Виконаний аналіз стану охорони праці при використанні вдосконаленої машини.

Розраховані економічні показники вдосконаленої машини.

МОЛОКО, ОЧИЩЕННЯ, СЕПАРАТОР, ВІДЦЕНТРОВЕ РОЗДІЛЕННЯ, ВДОСКОНАЛЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ ЕФЕКТИВНІСТЬ.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1 Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Огляд технології виробництва продукції	10
1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика	12
Розробка проектного завдання	15
2 Вдосконалення конструкції машини	17
2.1 Опис конструкції і принципу дії машини	17
2.2 Вимоги до класу машин	18
2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини	20
2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення	25
Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення	31
3 Розрахунок вдосконаленої машини	32
3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини	32
3.2 Енергетичний розрахунок машини	36
3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	39
Висновки за розділом	43
4 Охорона праці	44
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	44
4.2 Аналіз небезпек	45
4.3 Планування заходів з охорони праці	46
4.4 Інженерні розрахунки з охорони праці	48
Висновки за розділом	49
5 Економічне обґрунтування проекту	50
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	51

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого
обладнання

52

Висновки за розділом

60

Висновки за проектом

61

Список літератури

63

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

В теперішній час молочна промисловість являється однією з найважливіших серед переробних галузей народного господарства.

Становлення та розвиток промисловості зв'язані з розвитком найкращих основ технологій. Технологія молочних продуктів відноситься до числа прикладних галузей знання та базується на таких дисциплінах : хімії, мікробіології, біохімії.

На сучасному етапі технічний прогрес в молочній промисловості базується на комплексній механізації та автоматизації виробничих процесів, оснащуванні підприємства високо продуктивними поточними механізованими лініями та агрегатами.

Молочна промисловість включає слідуєчи основні галузі: цільномолочну, сироробну, маслоробну, молочноконсервну.

Виробництво кисломолочних продуктів нашої країни по технології не поступаються рівню зарубіжних країн з розвинутим молочним господарством.

З метою доведення продуктів переробки сільського господарства до споживання, поліпшення їхньої якості, економії енергоресурсів, перед переробною промисловістю ставиться задача розширення мережі малих підприємств по переробці молока на місцях їхнього виробництва.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕГІОНУ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

Волноваський район розташований в південно-західній частині Донецької області. Межує на півночі з Красноармійським районом Донецької області, на північному заході - з Дніпропетровською областю, на південному заході – із Запорізькою областю, на сході – з Мар’їнським районом Донецької області.

Між районним центром і обласним центром Донецьком відстань 90 км. Площа району – 190130 га, в тому числі сільгоспугідь – 172240 га. Кількість населення на 01.01.2022 – 45 тисяч чоловік.

На території району діють 1 селищна, 16 сільських рад, які об’єднують 67 населених пунктів. Площа с/г угідь – 171,9 тисяч га, з них: в державній власності – 44,1 тисяч га, в приватній – 127,8 тисяч га.

Населених пунктів: селище міського типу – 1 – смт Велика Новосілка (до 1946 року – Большой Янісоль), засноване в 1779 році греками-переселенцями з Криму. 51 село, селищ - 15.

Населення району – 44,3 тисяч чоловік в тому числі міського 6,6 тисяч чоловік, сільського 37,7 тисяч чоловік. За статтю: чоловіки - 46,6%, жінки - 53,4%.

Донбас відноситься до недостатньо вологої теплої агрокліматичної зони. Континентальність клімату зростає з південного заходу на північний схід. Максимальна зволоженість району спостерігається на Донецькому кряжі, мінімальна — в Старобільському степу та на узбережжі Азовського моря. Середня температура найтеплішого місця (липень) становить 21-23° С, а самого холодного (січень) — -5 -8° С. Середньорічна температура знаходиться в межах 7-8° С. Сума активних температур 3300-3800°С. Безморозний період триває 150-175 днів. Для району характерне досить різке весняне підвищення середньомісячних температур, що викликає часті повені на Сіверському Дінцю і його притоках. Кількість опадів в Донбасі випадає нерівномірно. Для них

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

характерний літній максимум і зимовий мінімум. На Донецькому кряжі випадає 500-550 мм опадів на рік, а в Старобільському степу і на узбережжі Азовського моря - 300 мм, а іноді і 250 мм.

Товариство з обмеженою відповідальністю "Фудс-Лайн" знаходиться у с. Октябрь Великоновоселківського району Донецької області.

Підприємство працює з 2005 року. Загальна площа землекористання господарства за даними державного обліку земель на 1.01.2022 складає 5212 гектарів. З загальної площі господарства сільськогосподарські угіддя складають 4944,3 гектари. Біля 25 % посівних площ займають кормові культури, які є основою для розвитку тваринництва в цьому господарстві.

В господарстві значна увага приділяється розвитку тваринництва молочного напрямку, причому поголів'я за три останні роки зростає.

Зростання кількості купівельних кормів за останні роки викликано додаванням в раціон тварин в зимово-весняний період більш якісних комбінованих кормів, а для свиней – відходів харчових підприємств.

В регіоні, який розглядається, додатковими джерелами сировини можуть бути:

- близько розташовані агрофірми та товариства;
- приватний сектор.

1.2 Огляд технології виробництва продукції

Технологія виробництва сметани

Прийняте молоко очищають від механічних домішок, прохолоджують. Молоко оцінюють по якості і визначають сортність. Потім молоко підігрівають до температури 35-45°C і сепарують на вершки і молочні відвійки [1, 2].

Після підготування вершків проводять такі операції:

Нормалізація вершків. Нормалізацію проводять із метою одержання стандартного за складом готового продукту. При внесенні закваски, приготовленої на знежиреному або незбираному молоці, жирність вершків декілька знижується. Тому вершки нормалізують до жирності декілька більшої,

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ніж жирність сметани. За результатами розрахунків жирність вершків 26,3%.

Пастеризацію вершків ведуть при більш високих режимах у порівнянні з пастеризацією молока. Високі режими пастеризації вершків дають можливість одержати стійку сметану з рясною консистенцією.

Теплову обробку вершків проводять при температурі 90-96°C із витримкою 15-20 секунд [3].

Гомогенізація вершків здійснюється для поліпшення якості продукту. Відбувається диспергування жирових кульок. У результаті підвищується густота сметани і поліпшується її консистенція. Сметану з масовою долею жиру 25% гомогенізації піддають 70-80%.

Припускається виробляти сметану з негомогенізованих вершків, підданих фізичному дозріванню вершки прохолоджують.

Заквашування вершків проводять після гомогенізації й охолодження до 20-26°C.

Якщо вершки піддавалися фізичному дозріванню, їх піддають підігріву. Більш доцільно застосовувати закваску, приготовлену на стерилізованому молоку безпересадочним шляхом. Закваску вносять у процесі заповнення ємності вершками або відразу після наповнення. Для рівномірного розподілу закваски вміст ємності перемішують протягом 10-15 хв. Повторно вершки перемішують через 1-1,5 години, після чого їх лишають.

Сквашування вершків. Відбувається бродіння молочного цукру з утворенням молочної кислоти й ароматних речовин. Сквашування вершків відбувається повільно і згусток утворюється через 12-16 годин.

Закінчення сквашування визначається кислотністю згустку, що для сметани 25% жирності складає 60-75°Т.

При закінченні сквашування в ємності спрямовують холодну воду для охолодження вершків до 16-18°C. За допомогою мішалки перемішують протягом 3-15 хвилин до одержання однорідної консистенції.

Охолодження і дозрівання сметани відбувається в холодильних камерах із температурою повітря 0-8°C. Для одержання сметани необхідної консистенції об'ємна частка жиру, що отверділа, повинна складати 43-45%.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Технологічний процес виробництва вершків

Вершки гомогенізують при тиску 11-17 МПа, стерилізують при температурі 135°C із витримкою 20 секунд. Продукт фасують в вузькогорлі пляшки, пакують і стерилізують у гідростатичному стерилізаторі при температурі 110°C із витримкою по 17 хвилин або в автоклаві - нагрівають до 117°C протягом 15 хвилин і пастеризують при цій температурі протягом 25 хв., прохолоджують до 20-25°C протягом 35 хв. Перед стерилізацією в автоклаві вершки пастеризують при 90-95°C гомогенізують, прохолоджують до 65-70°C і розливають у пляшки. Термін реалізації вершків 30 днів із моменту виробітки при температурі 15-20°C. [3, 4]

Для молочних продуктів рецептура вибирається відповідно ДЕРЖСТАНДАРТУ 13264-70.

Вершки 10% жирності:

- Кислотність - не більш 19°Т.
- Наявність жиру - не менше 10%.
- Температура сливоч при відпуску з підприємства - не вище 8°C.

Сметана 25% жирності:

- Кислотність - не більш 80-99°Т.
- Наявність жиру - не менше 25%.

Температура сливоч при відпуску з підприємства - не вище 8°C.

Знаходимо, що для виробництва 200 кг вершків 10% жирності, 200 кг сметани 25% жирності необхідно мати 1945 кг молока жирністю 3,5%. Це відповідає сировинній базі регіону, де розміщено переробне підприємство по переробці 2000 кг молока на добу.

Готова продукція буде розфасовуватись в такий спосіб: вершки в скляні пляшки ємністю 0,5- 1,0 л; сметана в пляшки ємністю від 0,2 до 0,5 л.

1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика

Для видалення з молока і молочних продуктів різноманітних механічних

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						12
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

домішок, осаду і окремих складових компонентів за допомогою пористої перегородки, здатній пропускати рідину, але затримувати в ній тверді частки, призначені фільтри [5, 6, 7].

Основною частиною любого фільтра є фільтрувальний елемент, в якості якого використовуються тканини з волокном рослинного та тваринного походження, а також з синтетичних, скляних, керамічних та металевих матеріалів.

Металеві елементи виготовляють у вигляді сіток і тканин з нержавіючої сталі, а також перфорованих листів.

При роботі фільтра молоко під тиском поступає в корпус і проходить крізь фільтруючий елемент, на якому осідають механічні домішки. Після фільтрації визначеної порції молока фільтруючий елемент замінюється новим. Обладнання для гомогенізації молока і молочних продуктів застосовується для зміни їх фізичних властивостей та смакових якостей.

Сепаратори служать для розділення суспензій або емульсій на дві фракції: ту, що має більшу густину, і фракцію з меншою густиною під дією відцентрової сили. Можуть використовуватись для відділення домішок з молока, або для розділення молока на вершки (легку фракцію) та знежирене молоко.

Гомогенізатори клапанного типу служать для обробки молока і вершків з метою запобігання їх розшарування при зберіганні.

Гомогенізатори – пластифікатори роторного типу застосовуються для зміни консистенції таких молочних продуктів, як плавлені сири та вершкове масло.

Гомогенізація може проходити тільки при умові, що молочний жир знаходиться в рідкому стані, тому гомогенізуємий продукт повинен мати температуру 45...85С.

Гомогенізатор з двохступінчатою гомогенізуючою головою складається з станини, корпуса, плунжерного блока, гомогенізуючої головки, приводу і кривошипно-шатунного механізму. Привід гомогенізатора включає в себе електродвигун і масову передачу. В промисловості для молока та рідких

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						13
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

молочних продуктів застосовуються гомогенізатори марки К5-ОГА-1.2; А1-ОГМ-2,5; А1-ОГМ-5 [8]

Для пастеризації молока і молочних продуктів призначені пастеризаційні установки резервуарного і трубчатого типів, а також пастеризаційно-охолоджувальні установки пластинчатого типу.

До обладнання для пастеризації молока резервуарного типу відносяться ванни тривалої пастеризації і універсальні ванни.

Пастеризаційна установка трубчатого типу складається з двох відцентрових насосів, трубчатого апарата, зворотного клапана, конденсатовідводчиків і пульта керування з приборами контролю і регулювання технологічного процесу.

Перевага трубчатих пастеризаційних установок в порівнянні з пластинчатими є значно менша кількість і розміри ущільнюючих прокладок, а недоліком – великі габарити і висока металоємкість. Крім цього, при чистці і митті цих установок потрібний вільний простір зі сторони торців циліндрів теплообмінного апарату [6].

Трубчаті установки ефективні в тому випадку, якщо дослідний процес обробки молока проводиться при температурі, що мало відрізняється від температури пастеризації.

Обладнання для фасування і упаковки молочної продукції завжди входить складовою частиною в технологічні лінії по виробництву того чи іншого продукту.

Обладнання для розливу молока і рідких молочних продуктів завжди ділиться на фасовочно-закупорочні машини і фасовані автомати. Фасовочно-закупорочні машини призначені для розливу молочних продуктів в пляшки різної ємності.

Для реалізації через торгову мережу молоко на переробних підприємствах фасують в фляги і мілку тару місткістю 1; 0,5; і 0,25дм. В мілку тару фасують також вершки, сметану і рідкі кисломолочні продукти – кефір, ряжанку та інші.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробка проектного завдання

Вивчивши та проаналізувавши природне середовище, демографічну ситуацію, стан та перспективи розвитку сільського господарства, а також споживацький попит населення району можна зробити висновок, що в ТОВ “Фудс-Лайн” приділяється велика увага джерелам отримання молока для переробки тобто переробне підприємство забезпечене сировиною у достатній кількості.

Основною продукцією товариства є сметана і вершки необхідну кількість сировини для виробництва яких розраховано в технологічному розрахунку.

Застосовані на дослідному підприємстві технології цілком відповідають сучасним вимогам. Найбільше потребує модернізації сепаратор молока, для зниження об’єму втручання у його роботу оператора.

Враховуючи аналіз виробничої діяльності переробного підприємства, асортимент випускаємої на ньому продукції, а також існуючі на підприємстві технології та технологічні процеси по виробництву заданої продукції та машини і обладнання, які забезпечують даний технологічний процес, пропонуються рішення наступних завдань.

Провести аналіз існуючих конструкцій машин і обладнання, які приймають участь у виконанні обраної операції. Визначити переваги та недоліки аналізу ємних конструкцій.

Переглянути патенти та авторські свідоцтва розглядаємих машин у напрямку вдосконалення їх конструкції.

На базі перших двох пунктів обрати прототип машини, яка буде вдосконалюватися. Дати її технічну характеристику і опис принципу її дії.

Спроектувати основні напрямки вдосконалення прийнятої машини або її вузлів, робочого органу, приводу.

Розрахувати: експлуатаційні параметри машини; енергетичні та кінематичні параметри приводу; міцність відповідальних деталей.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						15
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробити технологію виготовлення відповідальної деталі і розрахувати технологічні операції і переходи.

Спроекувати заходи з поліпшення умов праці робітників та зменшення дії технічного прогресу на довкілля.

Провести оцінку технічного рівня удосконаленої машини та визначити економічну ефективність використання удосконаленого обладнання.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						16
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Опис конструкції і принципу дії машини

Сепаратор Ж5-ОМ2-Е-С (рисунок 2.1) - молокоочисник з відцентровим автоматичним періодичним вивантаженням осаду, призначений для очищення молока від забрудненості і механічних домішок.

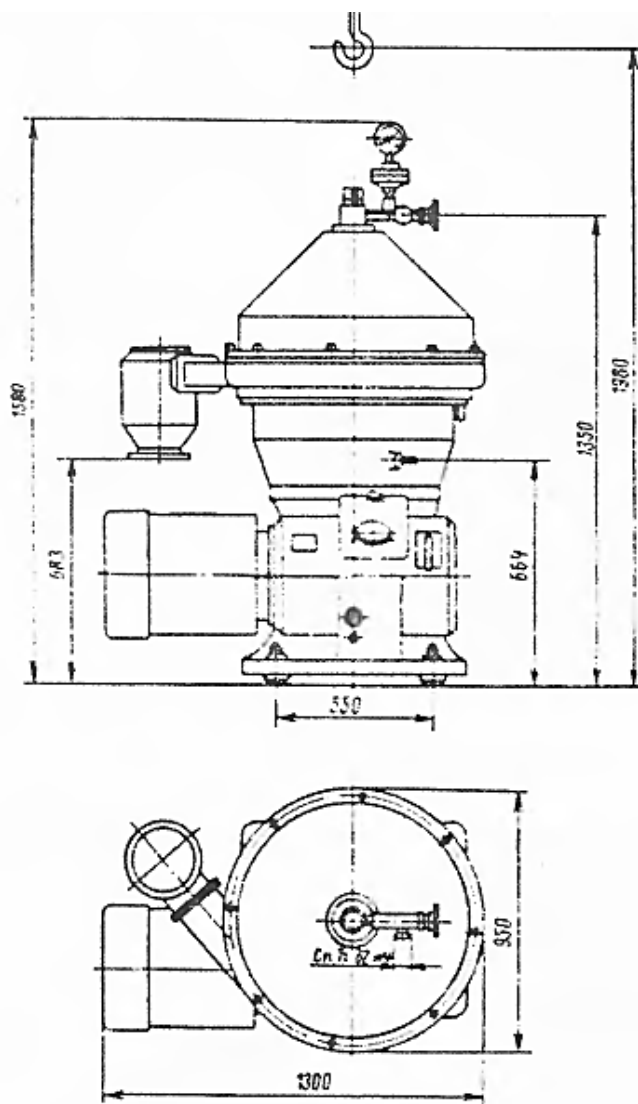


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд сепаратора Ж5-ОМ2-Е-С

Конструкція сепаратора включає станину з приводним вузлом, барабан, пристрій для подачі та відведення рідини, тахометр, гідросистему та електропульт. Усі основні елементи й вузли сепаратора, за винятком гідравлічної системи й електропульту, змонтовані на станині.

Приводна система, яка містить електродвигун, слугує для створення

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		17

обертання барабана з необхідною частотою. Вона включає фланцевий електродвигун, відцентрово-фрикційну муфту, горизонтальний і вертикальний вали.

Горизонтальний вал приводиться в рух від електродвигуна через пружну муфту, а далі передає обертання вертикальному валу за допомогою фрикційно-відцентрової муфти, яка забезпечує поступовий, без ривків, запуск барабана. Вертикальний вал спирається на верхні (радіальний і радіально-наполегливий) та нижній (радіально-сферичний) підшипники. Його верхня опора (горлова) виконана з пружного матеріалу, що забезпечує м'яке проходження критичних обертів під час розгону та зупинки, а також стабільну роботу при номінальній частоті обертання.

Барабан, закріплений на конічній частині веретена вертикального валу, є головним робочим елементом установки. В ньому, під дією відцентрових сил у просторі між тарілками, відбувається розділення рідкої фази та механічних домішок, які осідають.

Частота обертання барабана контролюється за допомогою тахометра зі стрілочним індикатором.

На кришці сепаратора розміщується приймально-вивідний вузол, який забезпечує подачу сирової рідини в барабан і відведення очищеної рідини після сепарації. Гідросистема та електропульт розташовуються окремо й використовуються для керування процесом видалення осаду – як у ручному, так і в автоматичному режимі [4]; [19].

Принцип дії: Молоко надходить через живильну трубку в барабан, де під дією відцентрових сил відбувається процес освітлення. Важчі домішки концентруються у шламовому (осадовому) просторі барабана, звідки через розвантажувальні отвори скидаються в приймальний шламовозбірник.

2.2 Вимоги до класу машин

До загальних вимог, що пред'являються до технологічного устаткування, відносяться необхідна продуктивність, мінімальна матеріало- і енергоємність,

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						18
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

трудомісткість і максимальна безпека в обслуговуванні, якість продукції, що виробляється, ремонтпридатність, надійність, довговічність, екологічна безпека.

Основні вимоги до сепараторів-молокоочисників викладені в ГОСТ 11117-85 «Сепараторів для очищення молока» [6]. До них відносяться: продуктивність, об'єм грязьового простору, умовний прохід вхідних і вихідних патрубків для молока, маса, питома споживання електроенергії і ряд інших.

Технічні. Технічні вимоги зводяться до того, щоб створюваний апарат мав невелику масу, належну міцність, був легкий у експлуатації. мав стандартні і легко замінні деталі, а монтаж, обслуговування і чищення його були б зручними і не трудомісткими при тій самій продуктивності. Машина має передбачати запобіжні пристрої, контролюючі та регулюючі органи, мати можливість регулювання продуктивності, бути універсальною (тобто обробляти різні види продуктів).

Для зменшення маси апарата вибирають таку форму його, при якій відношення бічної поверхні до його обсягу було б мінімальним. Таке відношення мають апарати кульової форми, а для апаратів циліндричної форми з плоским днищем ця умова витримується при відношенні $H : B = 2$.

Технологічні. Технологічні вимоги зводяться до того, щоб апарат забезпечував проведення в ньому технологічного процесу за певних умов. Такими умовами є, нагрівання і перемішування, що забезпечують рівномірну і швидку теплову та механічну обробку середовища без перегріву і розкладання органічних речовин і при відсутності мертвих зон в апараті. До кожного виду сировини, що обробляється в машині існують певні вимоги до чистоти після обробки, тобто залишку забруднень у відсотках. І головною технологічною вимогою до апарата при його проектуванні є дотримання цих норм. Також машина повинна забезпечувати мінімальне пошкодження плодів та овочів.. величини яких також регламентуються.

Основною характеристикою будь-якого апарата є його продуктивність, тобто кількість сировини, що переробляється, або одержуваного продукту за одиницю часу. Продуктивність апарата повинна бути чітко визначеною, що

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						19
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

особливо стосується проектуванням машини для потоково-технологічної лінії. Продуктивність апарата можна підвищити заміною періодичних процесів безперервними, проведенням їх з більш високими швидкостями, застосуванням нових технологічних процесів з використанням (там, де це можливо) високих температур і тисків, глибокого вакууму, а також комбінованих способів підведення тепла з застосуванням струмів високої і промитий ленної частоти, ультразвуку й ін.

Вимоги техніки безпеки . Безпека роботи апаратів і зручність їхнього обслуговування є найважливішими вимогами, пропонованими до апаратів. Тому апарати розраховують і виготовляють з належним запасом міцності, обладнають запобіжними пристроями й обгороджують частини, що рухаються, них. У цьому відношенні найбільш безпечні герметично закриті апарати безперервної дії, у яких контроль і керування процесом автоматизовані.

2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини

Методи очищення молока залежать від потужності молочних підприємств: використовуються або фільтри, або відцентрові молокоочисники.

Фільтрація молока. Процедура очищення молока від механічних домішок здійснюється одразу після доїння, поки молоко ще не охолело. Якщо доїння відбувається у відра, молоко фільтрують при переливанні його у фляги. В якості фільтрувальних матеріалів застосовуються ватні прокладки, марля, тканини типу лавсану, а також одноразові фільтри. Основним недоліком таких матеріалів є швидке забруднення. Зокрема, ватні прокладки підлягають заміні після фільтрації 50–60 літрів молока. Марля не здатна повністю усувати дрібні домішки, натомість більш ефективними є енант або лавсанова тканина, які після застосування підлягають пранню та дезінфекції [3].

На малих підприємствах найпоширенішим способом є проста фільтрація, яка дозволяє видалити з молока механічні та біологічні домішки, що перебувають у завислому стані. Для цього використовуються одноразові ватні фільтри з пропускною здатністю 70–100 літрів, а також фланель, вафельна

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						20
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

тканина, або марля (у 4–6 шарів) і лавсанова тканина (у 2 шари). Марля має прийнятну фільтрувальну здатність, але вона гідрофільна, легко зношується і вимагає тривалого обслуговування при повторному використанні. Один марлевий фільтр може пропустити 10–15 тонн молока.

Перед повторним застосуванням бавовняні тканини перуть у теплому 0,5% розчині дезмолу або іншого миючого засобу, після чого полощуть у проточній воді, прасують або кип'ятять 12–15 хвилин, а далі сушать.

Широке застосування отримали фільтри з лавсанової тканини, які є нетоксичними, мають гідрофобну поверхню, що забезпечує високу швидкість фільтрації, і стійкі до впливу мікроорганізмів, мийних засобів, слабких кислот, лугів, води та пари. Продуктивність одного лавсанового фільтру становить близько 140 тонн молока. Такі фільтри легко очищуються в мильній воді, після чого занурюються в 1% розчин гіпохлориту натрію або хлорного вапна на 20 хвилин. Один погонний метр лавсану може замінити від 35 до 40 метрів марлі [2].

Норми витрати матеріалів на 1 тонну молока складають:

- фланелі або вафельної тканини – 0,09 м;
- марлі – 1,26 м;
- лавсану – 0,017 м;
- ватних фільтрів – 25 штук (вага одного фільтру – 1,5 г).

Для очищення молока використовують фільтри різноманітної конструкції: циліндричні, дискові, пластинчасті, у тому числі самоочищувальні фільтри та охолоджувально-очисні агрегати. Молоко подається насосом у фільтр, де під тиском проходить крізь фільтрувальну тканину (фланель, байка, лавсан), що затримує домішки. З часом на фільтрувальному шарі утворюється щільна плівка, що значно підвищує гідравлічний опір, і тоді тканину необхідно замінити. З метою забезпечення безперервної роботи фільтри оснащуються подвійними секціями. Перед фільтрацією рекомендується підігрівати молоко до 35–45 °С за допомогою підігрівача або регенеративної секції пластинчастого апарату. Це потрібно через те, що холодне молоко має підвищену в'язкість і фільтрується повільніше, до того ж у ньому злипається жир, утворюючи

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						21
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

грудки, які забивають фільтр. Підігрів сприяє також розчиненню домішок та зменшенню бактеріального навантаження.

Однак така фільтрація має і суттєві недоліки:

- затримує лише великі частки забруднень;
- вимагає значного часу на обслуговування (до 30% робочого циклу);
- потребує заміни фільтрувальної тканини, промивання, розвантаження фільтра та підготовки до нової фільтрації.

Крім того, під час очищення молоко контактує із залишками домішок, що затрималися на тканині після попередніх порцій [5]; [6].

Відцентрове очищення. У промисловості стали широко використовувати найбільш ефективне відцентрове очищення із застосуванням сепараторів-молокоочисників і бактериофуг. По конструкції сепаратор-молокоочисник нагадує сепаратор-вершковідокремлювач, але має деякі конструктивні відмінності: в тарілках відсутні отвори, тому молоко в міжтарілкові простори входить з периферії; периферійний (грязьове) простір збільшений; немає верхньої розділової тарілки, тому увесь потік обробленого молока спрямовується в один відвідний патрубок, а не в два.

Очищення молока здійснюється таким чином. Молоко по центральній трубці поступає в тарілотримач, при обертанні якого розвивається велика відцентрова сила, і виводиться до периферії барабана, потім під натиском піднімається між тарілками до його центру і викидається у відвідну камеру з напірним диском. Створюваного натиску вистачає для подачі молока в інші апарати. Оскільки щільність механічних домішок молока більше щільності плазми, механічні домішки відкидаються до периферії барабана і відкладаються в грязьовому просторі щільним шаром. Одночасно віддаляється значна кількість мікроорганізмів, а також частина лейкоцитів, часток тканини вимені і крові, пластівці білку та ін. Сепараторний слиз складає в середньому 0,06% маси обробленого молока. Слиз має приблизно наступний склад: 66-68% води, жирових речовин - 3,3%, білкових речовин - 24-25%, золи - 3-3,2% і інших речовин - до 2%. По вертикалі слиз складається з шарів: нижній темно-сірий - грязьовий, середній білий - білковий, верхній рожевувато-коричневий -

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						22
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

бактерійний.

На якість очищення молока впливають, в першу чергу, температура, швидкість обертання барабана і тривалість безупинної роботи установки. Тривалість безупинної роботи молокоочисників складає 3-4 год. при звичайній мірі забрудненості молока і нормальної кислотності (до 20 °Т), але знижується при обробці сильно забрудненого молока і молока з підвищеною кислотністю [3].

Нині застосовують саморозвантажні відцентрові молокоочисники. Сепараторний слиз з барабана автоматично віддаляється через певні проміжки часу. Вітчизняний сепаратор-молокоочисник моделі ОМІ з продуктивністю 15000 л/год. працює безперервно 10 год. при часі між розвантаженнями, рівному 30 хв., і тиску після редукційного клапана гідросистеми, рівному 49 МПа. При цьому кількість осаду, що викидається, досягає 4 кг Через кожні 3-4 год. здійснюється автоматичне безрозбірне миття сепаратора на ходу.

Очищення може проходити при температурах від 5 до 65 °С. У вітчизняних технологічних лініях оптимальна температура молока, що поступає на молокоочисник, прийнята в межах 35-45 °С. При очищенні холодного молока його початкові якості зберігаються краще, проте, зростає в'язкість, зменшується швидкість спливання часток, внаслідок чого продуктивність молокоочисника знижується до 50%. В той же час підвищення температури молока більше 40 °С недоцільно, оскільки механічні забруднення або розчиняються, або роздрібнюються в молоці, що не дозволяє їх повністю усунути під дією відцентрової сили, знижується ефективність очищення і збільшується бактерійна обсемененність.

Відцентрове очищення молока призводить до зміни дисперсності жирових кульок. При холодному очищенні молока (температура 10-20 °С) величина жирових кульок змінюється мінімально, проте їх дроблення різко зростає при підвищенні температури вище 45 °С. В порівнянні з початковим молоком число дрібних кульок діаметром 1-2 нм збільшується при температурі 45 °С на 9%, при 60 °С - на 14% і при 80 °С - на 17%. Кількість же великих жирових кульок зменшується: діаметром 3-4 нм - з 17% до 12-6%; 4-5 нм - з 8%

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						23
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

до 5-2%; 5-6 нм - з 4% до 2-1%. Будь-яка зміна міри дисперсності жирових кульок при виробництві багатьох молочних продуктів у край небажано [9].

Найбільш ефективно очищення молока від механічних домішок за допомогою відцентрових молокоочисників. Очищення молока під дією відцентрової сили дозволяє видалити з молока не лише механічні домішки, але і слиз, згустки молока, епітелій, формені елементи крові, які як важчі частки відкидаються до стінок сепаруючого пристрою і збираються в грязьовому просторі у вигляді щільного шару.

Відцентрове очищення доцільно проводити при температурі $(40 \pm 5) ^\circ\text{C}$, при якій тригліцериди молочного жиру знаходяться в рідкому стані, внаслідок чого не відбувається підзбиття молочного жиру і знижуються його втрати [1].

Тривалість безупинної роботи молокоочисника складає 3-4 години при звичайній мірі забрудненості і нормальної кислотності.

Відцентрове очищення має наступні недоліки: швидке перемішування руйнує колонії бактерій на дрібніші утворення, і при посіві на чашки Петрі може спостерігатися підвищена кількість мко в порівнянні з початковим молоком. При цьому дрібні групи дістають доступ до поживних речовин і швидше ростуть і розмножуються.

Процес сепарації є механічним розподілом молока на фракції під дією відцентрової сили. Сепарацію застосовують для розподілу молока на вершки і знежирене молоко, а також для його очищення від механічних і природних (кров, слиз і т. п.) домішок. Окрім цього при сепарації з сироватки виділяють білки, отримують високожирні вершки, відділяють мікроорганізми від молока (бактеріовідділення). Під дією відцентрової сили молоко розділяється завдяки відмінності щільності фракцій : щільність дисперсної фази (жиру) менша, ніж дисперсійного середовища (плазми молока), або щільність дисперсійного середовища (плазми молока) менша, ніж дисперсної фази (часток механічних і природних домішок).

Сепарація молока здійснюється в спеціальних машинах - сепараторах. Сепаратори, призначені для розподілу молока на вершки і знежирене молоко, називають сепараторами- вершковідокремлювачами, а для очищення молока -

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						24
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

сепараторами-молокоочисниками. Сепараторы- вершковідокремлювачі з пристроями нормалізації молока називаються сепараторами-нормалізаторами [2].

2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення

1. Сепаратор

27135

25.10.2007, бюл. № 17

Батраченко Олександр Вікторович (UA)

1. Сепаратор, який містить корпус, кришку, барабан, який встановлено на вертикальному валу, систему підводу та відводу продукту, привід, який відрізняється тим, що барабан обертається у об'ємі, тиск повітря у якому відповідає низькому вакууму, додатково містить патрубок відведення повітря та манометр.

2. Сепаратор за п. 1, який відрізняється тим, що низький вакуум створюється за допомогою окремого вакуум-насоса.

3. Сепаратор за п. 1, який відрізняється тим, що низький вакуум створюється за допомогою джерел вакууму, які входять у технологічну лінію, що містить даний сепаратор.

4. Сепаратор за п. 2, який відрізняється тим, що окремий вакуум-насос є складовою частиною конструкції сепаратора.

2. Привідний механізм сепаратора

37188

25.11.2008, бюл. № 22

Привідний механізм сепаратора, який включає в себе електродвигун, з'єднувальну муфту, мультиплікатор, вертикальний вал, відрізняється тим, що мультиплікатор реалізовано у вигляді пари роторно-лопатевих гідромашин. Одна з них функціонує як гідронасос і через муфту взаємодіє з електродвигуном, тоді як друга, під'єднана до вертикального вала, виконує роль гідродвигуна. В кожній з гідромашин ротор розташовується у центральному отворі статора. На цьому роторі жорстко закріплено два ролики-лопаті,

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						25
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

розташовані одна навпроти одної в півциліндричних заглибленнях; діаметр кожного ролика становить дві третини діаметра ротора. Додатково в контакт з роторною поверхнею розміщено ролик-замикач, встановлений в пазу статора. На поверхні цього замкача знаходяться два півциліндричних заглиблення, що розташовані діаметрально протилежно і мають радіус, який відповідає радіусу роликів-лопатей. Ротор і ролик-замикач кінематично поєднані через зубчасту передачу, у якій передавальне число дорівнює одиниці, як і відношення діаметра ротора до діаметра ролика-замкача.

Напірна порожнина гідронасоса з'єднана з нагнітальною порожниною гідродвигуна за допомогою відповідного гідропроводу. Аналогічно, зливна порожнина гідродвигуна з'єднана зі всмоктуючою порожниною гідронасоса через зливний гідропровід, між якими розміщено бачок. Додатково в корпусі гідронасоса передбачено канал, що поєднує нагнітальний і зливний трубопроводи, в якому вмонтовано редукційний клапан.

3. Відцентровий сепаратор

310

30.04.1999, бюл. № 2

Буров Олександр Іванович (UA); Буров Олександр Олександрович (UA); Буров Олексій Олександрович (UA); Еннан Алім Абдул Амідович (UA)

1. Багатоярусний сепаратор, який містить приймальний резервуар з трубами, розподільники, відсікачі та перепускні труби, який відрізняється тим, що кожний його ярус виконаний у вигляді каскадно встановлених однонаправлених елементів, які мають форму звужуваних до периферії жолобів боковими стінками, на кожному з яких встановлено розподільник у вигляді дугоподібного потоку, днище якого має поздовжній і поперечний нахили, відсікач та перепускную трубу.

2. Сепаратор по п. 1, який відрізняється тим, що кожний жолоб оснащений додатковими боковими стінками.

3. Сепаратор по п. 2, який відрізняється тим, що він забезпечений рамою з несучими стояками.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						26
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4. Осьовий завихрювач центробіжного сепаратора

16003

29.08.1997, бюл. № 4

Кісельов Віктор Михайлович (UA)

1. Осьовий завихрювач відцентрового сепаратора, що містить порожнисту втулку з обтічником на вхідному кінці і осьовим отвором на вихідному кінці, укріплені на бічній поверхні втулки похилі лопаті і виконаний в лопаті наскрізний канал, що входить всередину втулки, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення високої ефективності сепарації при зменшенні габаритів сепаратора за рахунок інтенсифікації відведення рідини до стінки сепаратора, він забезпечений дифузоровим, приєднаним до вихідного кінця втулки.

2. Осьовий завихрювач по п. 1, що відрізняється тим, що зовнішній діаметр розширеного кінця дифузора дорівнює 0,5-0,7 діаметру завихрювача.

3. Осьовий завихрювач по пп. 1 і 2, що відрізняється тим, що у бічній поверхні втулки виконані радіальні отвори, а звужений кінець дифузора виконаний з внутрішнім діаметром, меншим внутрішнього діаметру осьового отвору втулки.

4. Осьовий завихрювач по п.3, що відрізняється тим, що радіальні отвори розташовані між лопатями.

5. Осьовий завихрювач по п.3, що відрізняється тим, що радіальні отвори розташовані за вихідними кінцями лопатей.

6. Осьовий завихрювач по пп.1-5, що відрізняється тим, що розширений кінець дифузора розташований на відстані від вихідних кінців лопатей, рівному 0,2-1,0 діаметру завихрювача.

7. Осьовий завихрювач по пп.1-6, що відрізняється тим, що в обтічнику виконаний похилий отвір, розташований в точці перетину внутрішньої поверхні обтічника з віссю завихрювача.

5. Сепаратор-очищувач

12589

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						27
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Відцентровий сепаратор включає встановлений на вертикальному валу 1 барабан (рисунок 2.2), що містить основу 2 з випускними отворами 3 для осаду, кришку 4, тарілотримач 5 з пакетом тарілок 6, розміщений в основі конусоподібний поршень 7 і пристрій для переміщення останнього, що включає дві що повідомляються між собою за допомогою вертикальних каналів 8 камер 9 і 10 для робочої рідини, одна з яких розташована під конусоподібним поршнем, а інша - в основі барабана.

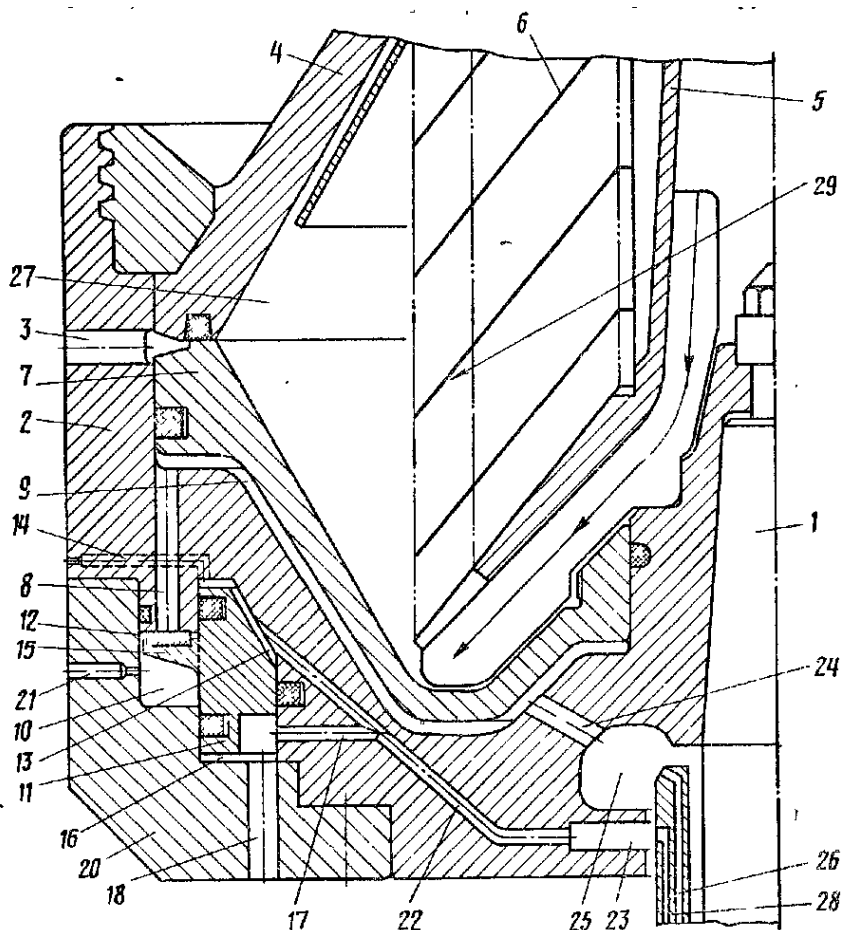


Рисунок 2.2 – Вдосконалений барабан сепаратора

І замочний кільцевий поршень 11 з ущільненнями 12 для закривання вказаних вертикальних каналів, над якими розташована розподільна камера 13 з отворами, що дроселюють, 14. Зовнішня поверхня замочного кільцевого поршня 11 є внутрішньою стінкою камери 10 для робочої рідини, розташованої в основі барабана, при цьому до зовнішньої поверхні цього поршня під кожним вертикальним каналом прикріплений диск 15 для розміщення ущільнення 12. У

основі 2 під поршнем 11 розташована додаткова розподільна камера 16 робочій рідині з впускними 17 і выпускними 18 каналами.

Кришка 4 барабана прикріплена до основи 2 за допомогою замочного кільця 19 (не показано). Основа барабана має направляюче кільце 20, яке жорстко пов'язане з його нижньою частиною гвинтами. Камера 10 має выпускні отвори, що дроселюють, 21. Розподільні камери 13 і 16 герметично відокремлені від розподільної камери 10 і повідомлені з каналами 22 і 23 для робочої рідини. Розподільна камера 9 через канал 24 пов'язана з порожниною 25.

Сепаратор працює таким чином. Перед подачею суспензії на розподіл замочний кільцевий поршень 11 знаходиться в положенні закриття. У камеру 9 через отвори 26 порожнина 25 і канали 24 подається робоча рідина, за допомогою якої конусоподібний поршень 7 пересувається в положення закриття. Початкова суспензія поступає в порожнину тарілотримачів 5 і потім в міжтарілкові проміжки. В результаті розподілу осад накопичується в порожнині 27, після чого здійснюється його часткове вивантаження. Для здійснення послід їй робоча рідина подається в розподільні камери 13 і 16 замочного кільцевого поршня 11 через отвори 28, порожнина 25 і канали 17 і 22. Оскільки тиск рідини 25 в розподільній камері 13 значно більше, чим в розподільній камері 16, замочний кільцевий поршень 11 рухається у напрямі положення відкриття таким чином, що знаходиться під дією відцентрової сили робоча рідина в частки секунди перетікає з камери 9 через вертикальні канали 8 в камеру 10. Після заповнення цієї камери робоча рідина замикає вертикальні канали 8. Конусоподібний поршень 7 при цьому пересувається в положення закриття як тільки в порожнині внаслідок видалення певної кількості осаду тиск впаде настільки, що тиск, що розвивається в камері 9 робочою рідиною, що залишилася там, його здолає. При тривалій подачі робочої рідини ділення її в камері дуже швидко досягає свого повного значення, що утримує конусоподібний поршень 7 в положенні закриття. При частковому вивантаженні осаду подача початкової суспензії не припиняється і після закриття выпускних отворів 3 тиск усередині барабана її знову збільшується. Після вивантаження осаду при припиненні подачі рідини через отвори 28 і

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						29
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

канали катеру 13 тиск в ній знижується і робоча рідина через отвори, що дроселюють, 14 витікає з камери. Тиск робочої рідини в розподільній камері 16 розподіляється таким чином, що замочний кільцевий поршень 11 пересувається в положення закриття. У розподільній камері 16 до кромки випускного каналу 18 постійно знаходиться робоча рідина, яка під дією відцентрової сили створює тиск, в результаті якого замочний кільцевий поршень 11 рухається в положення закриття, доки протидіючий тиск в розподільній камері 13 менше. Тиск рідини в ній зберігається на тому ж рівні лише у тому випадку, якщо по каналу 22 у вказану камеру подається рідина, яка витікає через отвори, що дроселюють. Якщо ж в розподільну камеру 13 рідина не поступає, то в ній тиск знижується.

Запропонована конструкція сепаратора забезпечує прискорення переміщення конусоподібного поршня 7 для закриття випускних отворів 3 і тим самим прискорення вивантажень осаду.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення

Недоліком сепаратора є використання системи автоматичного розвантаження шламового простору апарату потоком води, регульованої конкретним режимом роботи реле часу. Подібний пристрій апарату не враховує міру забруднення молока і, відповідно, не дозволяє точно визначити періодичність подачі води для вивантаження осаду. За основу вдосконалення приймаємо патентне рішення №12589.

Конструктивна зміна усуне необхідність частотої подачі води в приймач осаду, наприклад, при очищенні молока невеликої міри забруднення. Це понизить енергоємність процесу.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						31
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини

Мета розрахунку: розрахувати продуктивність сепаратора, швидкість руху часток в барабані, кількість тарілок, оптимальну відстань між тарілками та інші показники.

Вихідні данні:

z-кількість тарілок сепаратора, z= 125 шт.

n-частота обертання барабану, об/с, n=83,3 об/с;

R_{макс}- максимальний радіус тарілки, м, R_{макс}=0,23 м

R_{мин}- мінімальний радіус тарілки, м, R_{мин}=0,06 м

Продуктивність молочного сепаратора, М, визначають з умови можливого проникнення жирових шариків через товщу рідини в міжтарілчаному просторі [15, 16]

$$M = \beta \frac{4zn^2 (\rho_1 - \rho_2) (R_{max}^3 - R_{min}^3) \operatorname{tg} \alpha \cdot r_1^2}{10^6 \mu} \quad (3.1)$$

де β -коефіцієнт, який враховує різницю реального процесу від теоретичного, $\beta = 0,5 \dots 0,7$; приймається $\beta = 0,6$;

ρ_1 - щільність середовища, кг/м³, приймається $\rho_1 = 1020$ кг/м³

ρ_2 -щільність жиру, кг/м³, приймається $\rho_2 = 980$ кг/м³

α – кут підйому тарілок, приймається $\alpha = 50^\circ$;

r_1 – радіус часток, які можуть проникнути в товщу рідини в міжтарілчаному просторі за час перебування елементарного об'єму продукту в ньому, м

$$r_1 = 0,24 \sqrt{\frac{M_a \eta}{zn^2 H (\rho_1 - \rho_2)} \cdot \frac{R_o^3 - R_m^3}{R_o - R_m}}, \text{ м} \quad (3.2)$$

де M_a - продуктивність сепаратора аналога, м³/с, $M_a = 10$ м³/Год = 0,0028 м³/с

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						32
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

η – ККД сепаратора, приймається $\eta=0,5$

H – висота тарілки, м, приймається $H=0,4$ м

$$r_1 = 0,24 \cdot \sqrt{\frac{0,003871 \cdot 0,5}{139 \cdot 83,3^2 \cdot 0,4 \cdot (1020 - 980)}} \cdot \frac{0,23^3 - 0,06^3}{0,23 - 0,06} = 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

По відомим даним розраховуємо продуктивність[17]

$$M = 0,6 \cdot \frac{4 \cdot 139 \cdot 83,3^2 \cdot (1020 - 980) (0,23^3 - 0,06^3) \cdot \tan 50^\circ \cdot 5,1 \cdot 10^{-7}}{10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-4}} = 0,0011 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Переводимо розмірність продуктивності у м³/год:

$$M = 0,0011 \text{ м}^3/\text{с} = 4,0 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо фактор розділення, F_r ;

$$F_r = 4n^2 \cdot R_{cp}; \quad (3.3)$$

де R_{cp} – середній радіус обертання, розраховується за формулою:

$$R_{cp} = (R_o - R_m)/2, \text{ м}; \quad (3.4)$$

$$R_{cp} = (0,23 - 0,06)/2 = 0,085 \text{ м}$$

Тоді фактор розділення буде дорівнювати

$$F_r = 4 \cdot 83,3^2 \cdot 0,085 = 2359$$

Визначаємо теоретичну кількість тарілок, необхідну для забезпечення визначеної продуктивності, z_t , шт.:

$$z = \frac{7,54 \cdot 10^{-8} M}{\beta n^2 d_c^2 t (R_o^3 - R_m^3) \tan \alpha} \quad (3.5)$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						33
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

де β – технологічний ККД, знаходиться у межах 0,4...0,6, приймається 0,5;
 d_r – граничний діаметр жирової кульки що вилучається при сепаруванні,
знаходиться у межах $(2...3) \cdot 10^{-6}$, приймається $d_r = 2 \cdot 10^{-6}$ м;
 t – температура сепарування, приймається 40°C [18];

$$z = \frac{7,54 \cdot 10^{-8} \cdot 1800}{0,5 \cdot 5000^2 \cdot (3 \cdot 10^{-6}) \cdot 40 \cdot (0,23^3 - 0,06^3) \cdot \operatorname{tg} 50^\circ} \approx 86 \text{ шт.} \quad (3.6)$$

Отже розрахункова кількість тарілок дорівнює 86 шт.

Розраховуємо висоту тарілки, h , в м, за формулою

$$h = (R_o - R_m) \operatorname{tg} \alpha ; \quad (3.7)$$

$$h = (0,23 - 0,06) \operatorname{tg} 50^\circ = 0,215 \text{ м.}$$

Висота барабана сепаратора, H , в м, визначається по формулі:

$$H = h + (\delta + \delta_1) \frac{z}{\cos \alpha}, \quad (3.8)$$

де δ – зазор між тарілками, м, має значення в межах 0,35...0,5, приймається $\delta = 0,4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3}$;

δ_1 – товщина тарілки, в м, приймається $\delta_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ [19];

$$H = 0,215 + (4 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{86}{\cos 50^\circ} = 0,31 \text{ м} \quad (3.9)$$

Розраховуємо граничний радіус жирової кульки яка утримується на поверхні тарілки, r_2 , по формулі:

$$r_2 = 0,22 \frac{M \beta}{z R_o^2 h_t^2 n^2 (\rho_1 - \rho_2)} \text{ м} \quad (3.10)$$

де h_t – відстань між тарілками по вертикалі, в м, приймається

$$h_t = 0,0007 \text{ м;}$$

$$r_2 = 0,22 \frac{0,0005 \cdot 0,5}{86 \cdot 0,23^2 \cdot 0,0007^2 \cdot 83,3^2 \cdot (1020 - 980)} = 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						34
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Оптимальна відстань між тарілками, $h_{\text{опт}}$, розраховується за формулою:

$$h_{\text{опт}}^4 = 0,84 \frac{MH\beta(R_{\delta}^3 - R_m^3)}{zR_{\delta}^4 n^2} \text{ мм} \quad (3.11)$$

Або спрощено можна розрахувати за формулою:

$$h_{\text{опт}} \approx 0,96 \sqrt{\frac{\frac{M}{z} \frac{H}{R_{\delta}^4 n^2} \cdot \frac{\beta}{\rho_1 - \rho_2} \cdot \frac{R_{\delta}^3 - R_m^3}{R_{\delta} - R_m}}{}} \text{ м} \quad (3.12)$$

$$h_{\text{опт}} \approx 0,96 \sqrt{\frac{\frac{0,0005}{86} \cdot 0,398}{0,23^4 \cdot 83,3^2} \cdot \frac{0,5}{1020 - 980} \cdot \frac{0,23^3 - 0,06^3}{0,23 - 0,06}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Задача розрахунку: визначити тиск рідини яка виходить з сепаратора.

Розраховуємо тиск рідини яка виходить з сепаратора, p , по формулі:

$$p = \left(\frac{p_{\text{нах}}}{50000} \right) (R_{\delta}^2 - r_k^2) \quad (3.13)$$

де $p_{\text{нах}}$ – густина знежиреного молока, приймається $p_{\text{нах}} = 1030 \text{ кг/м}^3$;

R_{δ} – максимальний діаметр диска, м, приймається $R_{\delta} = 0,23 \text{ м}$;

r_k – внутрішній радіус кільця рідини, м приймається $r_k = 0,06 \text{ м}$.

$$p = \left(\frac{1030}{50000} \right) \cdot (0,23^2 - 0,06^2) = 3,3 \text{ кПа}$$

По формулі Стокса визначаємо швидкість руху дисперсної фази при ламінарному русі у відцентровому полі, v , м/с:

$$v = \frac{\omega^2 r d^2 (\rho_1 - \rho_2)}{18\mu} \quad (3.14)$$

де ω – кутова швидкість барабану, рад/с, розраховується за формулою:

$$\omega = 2\pi n; \quad (3.15)$$

де n – кількість обертів барабану в секунду, з паспорту приймається $n = 83,3$, тоді

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\omega=2\cdot3,14\cdot83,3=523,124 \text{ рад/с}$$

r – відстань від часточки до осі обертання, м, приймається $r=0,1$ м;

d – діаметр частки, м, приймається $d=75 \text{ мкм}=0,00075$ м;

ρ_1, ρ_2 – густина відповідно суцільної і дисперсної фаз, кг/м^3 ;

μ – динамічна в'язкість рідини, $\text{Па}\cdot\text{с}$, для молока $(0,6\dots1,3)\cdot10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, приймається $\mu=1\cdot10^{-3}$ [20].

$$v = \frac{523,124^2 \cdot 0,1 \cdot 0,00075^2 \cdot (1020 - 980)}{18 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 42,8 \text{ м/с}$$

3.2 Енергетичний розрахунок машини

Визначаємо окружний момент на валу електродвигуна, M_k , в $\text{Н}\cdot\text{м}$, по формулі [21]

$$M_k = 9550 \cdot \frac{P_e}{n_e} \quad (3.16)$$

$$M_k = 9550 \cdot \frac{2,5}{1500} = 15,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розраховуємо передаточне відношення зубчатої передачі, u_p , по формулі:

$$u_z = \frac{n_6}{n_e} \quad (3.17)$$

де n_6 – частота обертання барабана, об/хв .

$$u_z = \frac{5000}{1500} = 3,33$$

Визначаємо потужність, яка потрібна для розгону барабана сепаратора під час його пуску, N_p , кВт ,

$$N_p = \frac{J \pi^2 n^2}{3,6 \cdot 10^6 \tau_p}, \quad (3.18)$$

де J – момент інерції барабана, кг/м^2 , розраховують за формулою:

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						36
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$J \approx 0,5 \gamma \rho_c \pi H R^4, \quad (3.19)$$

де γ – коефіцієнт, що враховує пустоти в барабані,

приймається $\gamma=0,6$;

ρ_c – щільність сталі, кг/м³, приймається $\rho=7850$,

τ_p – тривалість розгону, с, приймається $\tau=600$ с;

$$J=0,5 \cdot 0,6 \cdot 7850 \cdot 3,14 \cdot 0,31 \cdot 0,23^4 = 5,724 \text{ кг/м}^2$$

Тоді потужність на розгін буде дорівнювати

$$N_p = \frac{5,724 \cdot 3,14^2 \cdot 5000^2}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 600} = 1,653 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна сепаратора N , працюючого у сталому режимі буде дорівнювати:

$$N = 1,2 \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_{np}}; \text{ кВт} \quad (3.20)$$

де η_{np} – ККД привода, знаходиться у межах 0,92...0,95,

приймається $\eta_{np}=0,94$

N_1 – потужність яка залежить від продуктивності;

$$N_1 = \frac{M \cdot p}{\eta_{нд} \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (3.21)$$

де $\eta_{нд}$ – ККД напірного диска, приймається $\eta_{нд}=0,3$

$$N_1 = \frac{0,0005 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{0,3 \cdot 1000} = 1,95 \text{ кВт}$$

N_2 – потужність на подолання сил тертя барабана об повітря, кВт;

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_v \cdot F \cdot v_0^3; \quad (3.22)$$

де v_0 – колова швидкість барабана, м/с

ρ_v – щільність повітря, кг/м³, приймається $\rho_v=1,23$ кг/м³

$$v_0 = \pi \cdot n \cdot R_0 / 30 \quad (3.23)$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						37
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$v_0 = 3,14 \cdot 83,3 \cdot 0,23 / 30 = 2,0 \text{ м/с}$$

F – загальна площа поверхні тертя барабана, м²;

$$F \approx \frac{\pi(R_0^2 - R_m^2)}{\cos \alpha} + 0,4 \cdot 10^{-3} R_0 \cdot z, \quad (3.24)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot (0,23^2 - 0,06^2)}{\cos 50^\circ} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,23 \cdot 86 = 0,2 \text{ м}^2$$

$$N_2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 1,23 \cdot 0,2 \cdot 2,0^3 = 3,54 \cdot 10^{-6} \text{ кВт} \quad (3.25)$$

N₃ – потужність, яка витрачається на подолання сил тертя в підшипниках, кВт

$$N_3 = 10^{-3} \cdot \mu \cdot G \cdot g \cdot v_u, \quad (3.26)$$

де μ – коефіцієнт тертя, для кулькових підшипників приймається $\mu=0,03$;

v_u – лінійна швидкість обертання вала, м/с, розраховується по формулі:

$$v_u = \frac{\pi n d_0}{60}, \quad (3.27)$$

де d_0 – діаметр вала, м

$$v_u = \frac{3,14 \cdot 83,3 \cdot 0,045}{60} = 0,196 \text{ м/с}$$

$$N_3 = 10^{-3} \cdot 0,03 \cdot 195 \cdot 9,8 \cdot 0,196 = 0,011 \text{ кВт}$$

Тоді загальна потужність буде дорівнювати

$$N = 1,2 \frac{1,95 + 3,54 \cdot 10^{-6} + 0,011}{0,94} = 3,8 \text{ кВт}.$$

Приймається електродвигун АИРС 80В2 ГОСТ 10505-81 з потужністю 4,0 кВт та синхронною частотою обертання 3000 об/хв. [20]

Висновок: розраховане передаточне число передачі (зубчата передача виступає в ролі мультиплікатора), кружний момент на валу електродвигуна, швидкість руху дисперсної фази, розраховано тиск рідини яка виходить з сепаратора, потужність на розгін та загальна потужність електродвигуна сепаратора яка розвивається в сталому режимі роботи.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Попередній розрахунок вала

Попередньо робимо перевірку вала у найменшому перерізі вала, який знаходиться в опорі де вал суцільнометалевий з зовнішнім діаметром 35 мм, [29]

$$\tau = \frac{T_1}{W_p} \leq [\tau_{кр}], \quad (3.28)$$

де T_1 – момент обертання на валу барабана при розгоні його інерційної маси, Н м;

W_p – момент опору крученню, м³;

$[\tau_{кр}]$ – допустима напруга на кручення, МПа, для сталі 12Х18Н10Т $[\tau_{кр}] = 20$ МПа [26].

Для суцільнометалевої частини вала момент опору крученню W_p , м³, визначаємо за формулою

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}, \quad (3.29)$$

$$W_p = \frac{3,14 \cdot 0,035^3}{16} = 8,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$\text{Для суцільнометалевої частини вала } \tau = \frac{74,1 \cdot 10^6}{8,4 \cdot 10^{-6}} = 8,8 \text{ МПа} \leq 20 \text{ МПа}$$

Тобто в небезпечному перерізі вала дотримуються умови міцності згідно умов міцності вала на кручення

Наближений розрахунок вала

Вал опирається на два підшипники. Між точками опори на вал діють розподілені навантаження від маси роб органів ($g_k=1617$ Н/м) та маси самого вала ($g_s=870,7$ Н/м). На кінець вала діє сила з боку ланцюгів передач ($F_{Q1}=1288$ Н, $F_{Q2}=333,8$ Н), напрямом яких зображено на рисунку 3.5 [26].

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						39
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

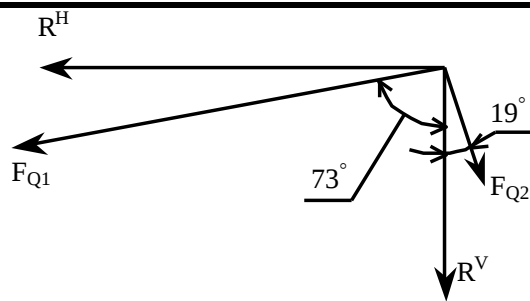


Рисунок 3.5 - Схема розташування сил, які діють на вал з боку пасів.

Горизонтальну складову результуючої R^H , Н, згідно з рисунком 3.5 визначимо за формулою

$$R^H = F_{Q1} \cdot \sin 73^\circ - F_{Q2} \cdot \sin 19^\circ, \quad (3.30)$$

де F_{Q1}, F_{Q2} – сили, які діють на вал з боку ланцюгів передачі №1, яка передає момент обертання від електродвигуна на вал, та №2, яка передає момент обертання від вала на ричаг.

$$R^H = 1288 \cdot \sin 73^\circ - 333,8 \cdot \sin 19^\circ = 1123 \text{ Н}$$

Вертикальну складову результуючої R^V , Н, згідно з рисунком 3.5 визначимо за формулою

$$R^V = F_{Q1} \cdot \cos 73^\circ - F_{Q2} \cdot \cos 19^\circ, \quad (3.31)$$

$$R^V = 1288 \cdot \cos 73^\circ - 333,8 \cdot \cos 19^\circ = 692,2 \text{ Н}$$

Вертикальну складову сили реакції в опорі В R_B^V , Н, визначимо з умови рівноваги системи у вертикальній площині відносно опори А за формулою

$$R_B^V = \frac{1}{0,56} [(q_e \cdot 0,56 + q_k \cdot 0,48) \cdot 0,28 - R^V \cdot 0,095], \quad (3.32)$$

$$R_B^V = \frac{1}{0,56} [(870,7 \cdot 0,56 + 1617 \cdot 0,48) \cdot 0,28 - 692,2 \cdot 0,095] = 514,4 \text{ Н}$$

Вертикальну складову сили реакції в опорі А R_A^V , Н, визначимо з умови рівноваги системи у вертикальній площині відносно опори В за формулою

$$R_A^V = \frac{1}{0,56} [(q_e \cdot 0,56 + q_k \cdot 0,48) \cdot 0,28 - R^V \cdot 0,655], \quad (3.33)$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$R_B^V = \frac{1}{0,56} [(870,7 \cdot 0,56 + 1617 \cdot 0,48) \cdot 0,28 - 692,2 \cdot 0,655] = 1441,5 H$$

Горизонтальну складову сили реакції в опорі В R_B^H , Н, визначимо з умови рівноваги системи у горизонтальній площині відносно опори А за формулою:

$$R_B^H = \frac{R^H \cdot 0,095}{0,56}, \quad (3.34)$$

$$R_B^H = \frac{1123 \cdot 0,095}{0,56} = 190,5 H$$

Горизонтальну складову сили реакції в опорі А R_A^H , Н, визначимо з умови рівноваги системи у горизонтальній площині відносно опори В за формулою

$$R_A^H = \frac{R^H \cdot 0,095}{0,56}, \quad (3.35)$$

$$R_A^H = \frac{1123 \cdot 0,655}{0,56} = 1313,5 H$$

Результуючі сили реакції в опорах R_A та R_B , Н, визначимо за формулами

$$R_A = \sqrt{(R_A^V)^2 + (R_A^H)^2}, \quad (3.36)$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^V)^2 + (R_B^H)^2}, \quad (3.37)$$

$$R_A = \sqrt{1441,5^2 + 1313,5^2} = 1950,2 H$$

$$R_B = \sqrt{514,4^2 + 190,5^2} = 548,5 H$$

Еквівалентний момент у небезпечному перерізі вала $M_{екв}$, Н·м, визначимо з гіпотези формозмінення енергії за формулою [26]

$$M_{екв} = \sqrt{(M_{32}^H)^2 + (M_{32}^V)^2 + 0,75 \cdot T_{кр}^2}, \quad (3.38)$$

$$M_{екв} = \sqrt{65,8^2 + 106,7^2 + 0,75 \cdot 74,1^2} = 144,8 H \cdot m$$

Робимо перевірку на міцність вала у небезпечному перерізі вала, який знаходиться в опорі А – вал суцільнометалевий з зовнішнім діаметром 35 мм згідно III теорії міцності на згинання з крученням

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\sigma_{екв} = \frac{M_{екв}}{W_{нл}} \leq [\sigma], \quad (3.39)$$

де $W_{нл}$ – момент опору на згинання з крученням, м³;

$[\sigma]$ – допустима напруга на вигин, МПа, для сталі $[\sigma] = 50$ МПа [39].

Для суцільнометалевої частини вала момент опору на згинання з крученням $W_{нл}$, м³, визначаємо за формулою

$$W_{нл} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.40)$$

$$W_{нл} = \frac{3,14 \cdot 0,035^3}{32} = 4,2 \cdot 10^{-6}$$

Для суцільнометалевої частини вала

$$\sigma_{екв} = \frac{144,8 \cdot 10^6}{4,2 \cdot 10^{-6}} = 34,5 \text{ МПа} \leq 50 \text{ МПа}$$

Тобто в небезпечному перерізі вала дотримуються умови міцності при згинанні з крученням згідно з теорією міцності.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						42
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

У роботі проведено порівняння п'яти вітчизняних сепараторів-молокоочисників за показниками технічної продуктивності, питомою енергоємністю і габаритності. В результаті розрахунків встановлено, що найкращі характеристики має сепаратор-молокоочисник Ж5-ОМ2-Е-С.

Для автоматизації вивантаження грязьового осаду з сепаратора запропоноване вдосконалення, яке призводить до зниження часу обслуговування і питомих енерговитрат.

Для приводу сепаратора обраний електродвигун з номінальною потужністю 4,0 кВт та номінальною частотою обертання валу 3000 об/хв.

Накреслений загальний вид машини, кінематична схема та деталі машини. Визначена технологія виготовлення деталей вдосконаленої машини – робочого валу і накреслені карти наладки операцій її виготовлення.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

За державним реєстром міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці для підприємств молочної промисловості існують такі види нормативних актів [19]:

- НАОП 18.10-3.07-73. Норми санітарного одягу та санітарного взуття для інженерно-технічних працівників підприємств харчової промисловості;
- НАОП 18.10-4.01-73. Єдина система організації робіт з охорони праці;
- НАОП 18.20-1.02-77. Правила техніки безпеки при експлуатації водопровідних та каналізаційних споруд і мереж підприємств молочної промисловості
- НАОП 18.10-5.30-74. Збірник типових інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії для працівників технологічних професій;
- НАОП 18.20-1.05-68. Правила з техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств молочної промисловості;
- НАОП 18.20-2.20-81. ОСТ 49-169-80. Приймання молока підприємствами молочної промисловості. Вимоги безпеки
- НАОП 18.20-2.21-83. ОСТ 49-195-83. Виробництво кисломолочних виробів. Вимоги безпеки.
- НАОП 18.20-2.28-82. ОСТ 49-185-82. Засоби індивідуального захисту працівників у молочній промисловості. Загальні вимоги до застосування та утримання.
- НАОП 18.20-2.30-81. ОСТ 49-180-81. Роботи вантажно-розвантажувальні. Вимоги безпеки.
- СНиП II-4-79 Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение Наказом Держбуду СРСР 27.06.79 №100
- СНиП 2.11.02-87 Холодильники Наказом Держбуду СРСР 01.07.80
- СНиП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы Наказом Держбуду СРСР 07.05.84 N72

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

- ОСТ 14202-69 Трубопроводи промислових підприємств. Ідентифікаційне фарбування, попереджувальні знаки та маркувальні таблички
- ГОСТ 12.3.016-87. ССБП Будівельні роботи. Антикорові заходи. Вимоги безпеки
- ГОСТ 12.3.020-80*. ССБППереміщення вантажів на підприємствах. Загальні вимоги до безпечного виконання
- ГОСТ 12.0.003-74*. ССБПНебезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища. Класифікація
- ГОСТ 12.0.005-84. ССБП Метрологічне забезпечення у сфері охорони праці. Основні принципи
- ГОСТ 12.1.003-83*. ССБПШумове навантаження. Загальні вимоги щодо забезпечення безпеки
- ГОСТ 12.1.004-91*. ССБППожежна безпека. Основні вимоги
- ГОСТ 12.1.005-88. ССБП Загальні гігієнічні вимоги до повітря робочих приміщень
- ГОСТ 12.1.007-76*. ССБПШкідливі речовини. Класифікація та базові вимоги безпеки.

4.2 Аналіз небезпек

Під час виконання трудових операцій на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі чинники відповідно до класифікації, визначеної у державному стандарті ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація»:

Хімічні фактори:

використання хімічних речовин, засобів для миття та дезінфекції.

Біологічні фактори:

наявність збудників інфекційних хвороб (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибкові мікроорганізми, найпростіші), а також продуктів їхньої життєдіяльності.

Психофізіологічні фактори:

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

надмірні фізичні навантаження (ручне виконання виробничих процесів);
високі психоемоційні навантаження.

Фізичні фактори:

діюче обладнання, що перебуває у русі;

активні елементи механізмів, зокрема: зубчасті, пасові, ланцюгові передачі, карданні вали, муфти, незахищені частини транспортерів, насосів тощо [17, 18];

надмірне запилення та забруднення повітря хімічними речовинами;

екстремально висока або низька температура на поверхні технологічного обладнання та оброблюваних матеріалів;

несприятливі температурні умови в зоні виконання робіт (підвищені або знижені температури повітря);

надмірний шумовий фон на робочому місці;

наявність вібрацій, що перевищують допустимі норми;

підвищена або знижена вологість повітря;

ненормовані швидкості повітряного потоку в зоні праці;

небезпека ураження електричним струмом через наявність напруги в ланцюгах, які можуть замкнутись через тіло працівника;

дефіцит або відсутність природного освітлення;

недостатня освітленість робочого простору;

наявність нерівностей, гострих країв, задирок і шорстких поверхонь на обладнанні, інструментах і конструкціях;

розміщення місця роботи на висоті, що становить загрозу падіння відносно рівня підлоги чи землі.

4.3 Планування заходів з охорони праці

Працівники можуть бути заохочені за активну участь у впровадженні заходів з підвищення безпеки праці та поліпшення умов праці. Конкретні форми заохочення визначаються у колективному договорі або угоді на підприємстві.

Фонд соціального страхування має право встановити знижку до

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

страхового внеску для підприємств, які досягли належного рівня охорони праці, мінімізували або повністю уникли випадків травматизму та професійних захворювань. У разі високого рівня виробничого травматизму та недотримання норм охорони праці, передбачено встановлення надбавки до страхового внеску. Розрахунок внесків зі знижками або надбавками здійснюється згідно із чинним законодавством України у сфері загальнообов'язкового державного соціального страхування від нещасного випадку.

Навчання та інструктажі з питань охорони праці є невід'ємним елементом системи управління охороною праці. Таке навчання організовується:

- під час прийняття на роботу;
- у процесі трудової діяльності;
- при переведенні на інше робоче місце.

Порядок проведення інструктажів, навчання та перевірки знань з охорони праці визначається нормативними актами відповідних контролюючих органів — Держпраці, санітарного та пожежного нагляду тощо.

На кожному підприємстві розробляються локальні положення та щорічні плани-графіки навчання працівників, що враховують чинні державні вимоги. Вивчення основ охорони праці передбачено у всіх освітніх закладах згідно з програмами, погодженими з органами нагляду. Основна мета — формування відповідального ставлення до безпеки праці, особливо серед фахівців, діяльність яких пов'язана з небезпечними умовами виробництва.

Усі працівники проходять інструктажі з охорони праці, ознайомлюються з правилами надання першої допомоги та діями у разі аварії. Інструкція з охорони праці має бути надана працівнику або розміщена на його робочому місці.

Особи, які працюють на роботах підвищеної небезпеки, зобов'язані пройти спеціальне попереднє навчання. Те саме стосується студентів профільних навчальних закладів перед виробничою практикою. Програма такого навчання враховує умови конкретного виробництва та включає перевірку знань.

До складу комісії з перевірки знань має входити щонайменше три особи,

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

що пройшли відповідне навчання. Посадові особи, зазначені у переліку ДНАОП 0.00-8.01-93, зобов'язані проходити навчання раз на три роки. Воно може проводитись як у навчальних закладах, так і безпосередньо на підприємстві. Зміст навчальної програми та порядок перевірки знань регулюються відповідними нормативними актами, а перевірка знань спеціалістів передбачає засвоєння саме тих положень, що стосуються їх професійної діяльності.

4.4 Інженерні розрахунки

Розрахунок протипожежного водопостачання

Число пожежних резервуарів визначаємо за формулою

$$n = \frac{Q}{V}, \quad (4.1)$$

де V – об'єм загального резервуара, дм^3 ;

Q – кількість води необхідної на пожежегасіння, дм^3 ;

$$Q = 3,6 \cdot g \cdot t \cdot Z, \quad (4.2)$$

де g – питомі витрати води, $g = 10 \text{ м}^3/\text{год}$;

t – розрахункова тривалість пожежі, $t = 3,2 \text{ год}$;

Z – кількість одночасно пожеж.

$$Q = 3,6 \cdot 10 \cdot 3,2 \cdot 1 = 115,2 \text{ м}^3.$$

Визначаємо кількість пожежних резервуарів

$$n = \frac{115,2}{150} = 0,77$$

Висновок: В результаті розрахунку, по отриманим даним приймаємо один пожежний резервуар об'ємом 150 дм^3 .

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

У розділі обрані нормативно-правові акти з охорони праці у цеху переробки молока, наведені шкідливі фактори, що можуть привести до травм та аварій. Сплановано заходи з охорони праці на підприємстві.

Розраховане протипожежне водопостачання і заземлення обладнання цеху.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Оцінка технічного рішення модернізації машини

Методику економічної оцінки технічних рішень здійснюємо у два етапи: експертний і розрахунковий [15].

Експертний етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Вибираємо основні показники технічного рівня модернізованого сепаратора, і зводимо їх у таблицю 5.1.

Прийнято вважати, якщо кожен показник розробленої (модернізованої) машини перевищує показники аналога більш ніж на 5%, то розроблена машина перевищує кращі зразки-аналоги. Якщо відхилення показників розробленої машини й аналога знаходяться в межах 0...3%, то машина відповідає кращим зразкам-аналогам.

Таблиця 5.1 – Порівняння показників машин.

Показник	Значення показників машин		Виконання умови
	модернізованої машини	аналога	
1. Продуктивність, кг/год	4000	4000	0
2. Потужність на приводі, кВт	4	5	+
3. Площа машини, м ²	1,8	1,8	0
4. Маса, кг	885	820	+

Виявлено, що по показникам 2 і 4 розроблена машина краща за аналог, по інших показниках – на рівні аналога. За експертним етапом оцінки модернізована машина краще за свій аналог.

Однак експертний етап оцінки в повному обсязі не дозволяє зробити однозначний висновок про ступінь відповідності розробленої (модернізованої)

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

машини кращім зразкам-аналогам. Тому додатково приводять розрахунковий етап оцінки.

5.2 Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини здійснюємо за відносними показниками [15]

$$K_i = \frac{P_{ip}}{P_{ia}}, \quad (5.1)$$

де P_{ip} – абсолютне значення i -го показника розрахункової машини, яку оцінюють;

P_{ia} – абсолютне значення i -го показника аналога;

i – кількість порівняних показників.

Узагальнений показник ступеня відповідності модернізованої машини кращим зразкам-аналогам розраховуємо по формулі [15]

$$K_{my} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (5.2)$$

Переважає чиним для оцінки машини користуються такими показниками, як продуктивність, потужність і маса машини, то економічну оцінку технічного удосконалення проводимо за такими п'ятьма відносними показниками.

Відносний показник продуктивності k_Q , визначимо за формулою

$$k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}, \quad (5.3)$$

де Q_p і Q_a – відповідно продуктивність розробленої машини й аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_Q \geq 1,25$ [15].

$$k_Q = \frac{4000}{4000} = 1,00.$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						51
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Умова $k_Q \geq 1,25$ не виконана.

Відносний показник енергоспоживання k_N визначимо за формулою

$$k_N = \frac{N_a}{N_p}, \quad (5.4)$$

де N_p і N_a – відповідно потужність на привід розробленої машини і аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_N \geq 1,0$.

$$k_N = \frac{5}{4} = 1,2$$

Умова $k_N \geq 1,0$ виконана.

Відносний показник матеріалоємності k_M , визначаємо за формулою

$$k_M = \frac{M_a}{M_p} \quad (5.5)$$

де M_p і M_a – відповідно маса розробленої машини і аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_M \geq 1,25$.

$$k_M = \frac{820}{885} = 0,95.$$

Умова $k_M > 1,25$ не виконана.

Відносний показник енергоємності k_E визначаємо за формулою

$$k_E = k_N \cdot k_M, \quad (5.6)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_E \geq 1,15$

$$k_E = 1,2 \cdot 0,95 = 1,15.$$

Умова $k_E \geq 1,15$ виконана.

Інтегральний показник (витрати енергії і металу (матеріалу) на одиницю продукції) k_U , визначаємо за формулою

$$k_U = \frac{Q_p \cdot N_a \cdot M_a}{Q_a \cdot N_p \cdot M_p}, \quad (5.7)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_U \geq 1,15$.

$$k_U = \frac{4000 \cdot 5 \cdot 820}{4000 \cdot 4 \cdot 885} = 1,15.$$

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						52
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Умова $k_u \geq 1,15$ виконана.

Коефіцієнт технічного удосконалення, k_{my} , визначимо за формулою (5.2), вона має вид

$$k_{my} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}, \quad (5.8)$$

Модернізована машина економічно вигідна, її технічне рішення відповідає кращім зразкам-аналогам, перспективно та економічно вигідна, якщо $k_{my} > 1$ [17].

$$k_{my} = \frac{1,00 + 1,2 + 0,95 + 1,15 + 1,15}{5} = 1,16.$$

$k_{my} > 1$, значить модернізована машина відповідає кращим зразкам-аналогам, перспективна і економічно вигідна.

Результати зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники технічного рівня модернізованих машин.

Показник	Значення	Результат
1. $k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}$	1,00	не виконана
2. $k_N = \frac{N_a}{N_p}$,	1,20	не виконана
3. $k_M = \frac{M_p}{M_a}$	0,95	не виконана
4. $k_E = \frac{1}{k_N \cdot k_M}$	1,15	виконана
5. $k_U = k_Q \cdot k_E$	1,15	виконана
6. $k_{TY} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}$	1,16	виконана

5.3 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою [15]

$$E_e = (N_n - N_v) \cdot T \cdot n \cdot D \cdot B_{\text{кВт}}, \quad (5.9)$$

де N_n , N_v – відповідно потужність на привід аналога та вдосконаленої машини;

T – час роботи машини у зміну, $T=8$ год;

n – кількість змін;

D - кількість робочих змін в рік, $D=300$;

$B_{\text{кВт}}$ – вартість одного кВт.

$$E_e = (5-4) \cdot 8 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 10,0 = 24704 \text{ грн.}$$

Енергоємність $E_{\text{уд}}$, кВт год/кг, визначимо з вираження

$$E_{\text{уд}} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{G}, \quad (5.10)$$

де $\sum_{i=1}^n E$ - споживана електроенергія, кВт/год.

При цьому споживана енергія $\sum_{i=1}^n E$, кВт/год, визначиться з вираження

$$\sum_{i=1}^n E = E_{\text{см}} \cdot n \cdot D, \quad (5.11)$$

де $E_{\text{см}}$ - електроенергія, споживана при виробництві продукції за один день, кВт/год.;

G - обсяг переробленої продукції, $G=1200$ т.

Тоді для прототипа $\sum_{i=1}^n E = 5 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 300 = 1800$ кВт

Для розробленої машини $\sum_{i=1}^n E = 4 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 300 = 1500$ кВт.

Відповідно, енергоємність переробки для аналога

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						54
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$E_{уд.ан} = \frac{1800}{1200} = 1,5 \text{ кВт год/т}$$

і вдосконаленого сепаратора

$$E_{уд.мод} = \frac{1500}{1200} = 1,25 \text{ кВт год/т.}$$

Показник трудомісткості переробки продукції $T_{уд}$, люд·год/кг, визначиться по формулі

$$T_{уд} = \frac{\sum_{i=1}^n T_n}{G} \quad (5.12)$$

де $\sum_{i=1}^n T_n$ - витрати праці, люд·год.

Витрати праці $\sum_{i=1}^n T_n$, люд·год, визначаються з вираження

$$\sum_{i=1}^n T_n = n \cdot T_o \cdot D \quad (5.13)$$

де n - кількість робітників, люд.

T_o - час обслуговування машини за зміну, год.

Для аналога

$$\sum_{i=1}^n T_n = 2 \cdot 2 \cdot 300 = 1200 \text{ люд год.}$$

$$T_{уд.ан} = \frac{1200}{1200} = 1,00 \text{ люд·год/т}$$

Для розробленого

$$\sum_{i=1}^n T_n = 2 \cdot 1,8 \cdot 300 = 1000 \text{ люд год.}$$

$$T_{уд.мод} = \frac{1000}{1200} = 0,9 \text{ люд·год/т.}$$

Економія по заробітній платі складає

$$E_{зрп} = (T_{уд.ан} - T_{уд.мод}) \cdot G \cdot C_{год}, \quad (5.14)$$

де $C_{год}$ – годинна ставка робочих; $C_{год}=91$ грн.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$E_{зрн}=(1,0-0,9) \cdot 1200 \cdot 9,1=1644 \text{ грн.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік}=24704+11644=36348 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення вузла машини за формулою

$$C_m=C_k+C_{дм}+C_{пд}+C_{сб}+C_{цн}, \quad (5.15)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{дм}$ – витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках, грн.;

$C_{пд}$ – ціна куплених деталей по прейскуранту, грн.;

$C_{сб}$ – заробітна плата виробничих робітників по збиранню пристрою, грн.;

$C_{цн}$ – цехові накладні на виготовлення пристрою, грн..

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою

$$C_k=Q_k \cdot C_{ед} \quad (5.16)$$

де Q_k – маса заготовок для виготовлення, кг;

$C_{ед}$ – середня вартість 1 кг готових деталей, грн.

Вартість виготовлення корпусних деталей $C_k=1600$ грн.

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначаються за формулою

$$C_{дм}=C_{при}+C_m \quad (5.17)$$

де $C_{при}$ – заробітна плата виробничих працівників, зайнятих на виробництві деталей, грн.;

C_m – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

$$C_{при}=C_{осн}+C_{доп}+C_{соц}+C_{ч}+C_{прем} \quad (5.18)$$

де $C_{осн}$ – основна зарплата робочих, грн.;

$C_{доп}$ – додаткова заробітна плата працівників, грн.;

$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$C_{ч}$ – відрахування до фонду постраждалих від аварії на ЧАЕС, грн.;

$C_{прем}$ – відрахування на премії, грн.

$$C_{осн}=t_1 \cdot C_{год} \cdot K_t \quad (5.19)$$

де t_1 – середня трудоемкість на виготовлення деталей на металоріжучих

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						56
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

станках; $t_1=100$ люд·год;

K_t – коефіцієнт, який враховує доплати до основної зарплати; $K_t=1,5$

$C_{\text{год}}$ – годинна ставка робочих; $C_{\text{год}}=6,4$ грн

$$C_{oc} = 100 \cdot 6,4 \cdot 1,5 = 960 \text{ грн}$$

$$C_{дон} = \frac{15C_{осн}}{100} \quad (5.20)$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 960}{100} = 144 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30C_{осн}}{100} \quad (5.21)$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 960}{100} = 288 \text{ грн}$$

$$C_ч = \frac{12C_{осн}}{100} \quad (5.22)$$

$$C_ч = \frac{12 \cdot 960}{100} = 115 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30C_{осн}}{100} \quad (5.23)$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 960}{100} = 288 \text{ грн}$$

Тоді $C_{при}=960+144+288+115+288=1795$ грн.

$$C_m = Q_3 \cdot C_1 \quad (5.24)$$

де C_1 – ціна 1 кг заготівлі; $C_1=40,0$ грн.;

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3=14,2$ кг ;

$$C_m=40 \cdot 68=2720 \text{ грн.}$$

Тоді $C_{дм}=1795+2720=4515$ грн.

Ціна куплених деталей складає $C_{нд} = 350$ грн.

Заробітна плата робочих, зайнятих на збиранні конструкції, визначається аналогічно заробітній платі робочих, зайнятих на виготовленні деталей на металоріжучих станках.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Таким чином, основна заробітна платня, при працеемності на збирання конструкції $T_{сб}=35$ люд·год, буде рівне

$$C_{осн} = 35 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 236 \text{ грн}$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 236}{100} = 35,4 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 70,8 \text{ грн}$$

$$C_q = \frac{12 \cdot 236}{100} = 28 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 70,8 \text{ грн}$$

Тоді $C_{сб}=236+35,4+70,8+28,0+70,8=441$ грн.

Цехові накладні витрати на виготовлення вузла визначаються за формулою

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.25)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн}=250\%$.

$$C_{пр}=179,5+44,1=223,6 \text{ грн.}$$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.26)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн}=250\%$.

$$C_{цн} = \frac{1795 \cdot 250}{100} = 4487 \text{ грн}$$

Відповідно вартість модернізації машини буде дорівнювати

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$C_m = 1600 + 4515 + 350 + 441 + 4487 = 29393 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень на модернізацію машини $T_{\text{рік}}$, рік, визначають по формулі

$$T_{\text{рік}} = \frac{C_m}{E_{\text{рік}}} \quad (5.27)$$

$$T_{\text{рік}} = \frac{29393}{36348} = 0,8 \text{ рік.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.3

Таблиця 5.3- Економічна оцінка розробки машини

Показники	Величина	
	Модернізована машина	Аналог
Річний об'єм переробки, т	1200	
Працеемність переробки, люд · год/т	0,9	1,0
Енергоємність переробки, кВт · год/кг	1,25	1,50
Витрати на модернізацію обладнання, грн.	29393	—
Прибуток від модернізації, грн/рік	36348	—
Термін окупності вкладень на модернізацію, років	0,8	—

Висновки за розділом

Експертний етап оцінки технічних рішень по вдосконаленню машини показав, що по одному показнику – енерговитратам, модернізована машина краща за аналог, по інших показниках – на рівні або гірше аналога.

У розрахунковому етапі оцінки визначено коефіцієнт технічного удосконалення конструкторської розробки $k_{\text{ТУ}} = 1,16$.

Економічна оцінка конструкторської розробки машини показала, що вартість модернізації машини дорівнює 29393 грн., а прибуток від модернізації склав 36348 грн./рік за рахунок зниження питомої енергоємності та витрат праці. Термін окупності вкладень на модернізацію машини складає 0,8 року.

По обом етапам оцінки технічних рішень можна зробити висновок, що вдосконалення проведено вірно.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						60
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

Вивчивши та проаналізувавши природне середовище, демографічну ситуацію, стан та перспективи розвитку сільського господарства, а також споживацький попит населення району можна зробити висновок, що в ТОВ “Фудс-Лайн” приділяється велика увага джерелам отримання молока для переробки, тобто переробне підприємство забезпечене сировиною у достатній кількості.

Основною продукцією товариства є сметана і вершки, необхідну кількість сировини для виробництва яких розраховано в технологічному розрахунку.

Застосовані на дослідному підприємстві технології цілком відповідають сучасним вимогам. Найбільше потребує модернізації сепаратор молока, для зниження об'єму втручання у його роботу оператора.

Методи очищення молока обираються залежно від продуктивності молочних підприємств : фільтри або відцентрові молокоочисники.

У промисловості стали широко використовувати найбільш ефективне відцентрове очищення із застосуванням сепараторів-молокоочисників і бактеріофуг. По конструкції сепаратор-молокоочисник нагадує сепаратор-вершковідділювач, але має деякі конструктивні відмінності.

Найбільш ефективне очищення молока від механічних домішок за допомогою відцентрових молокоочисників. Очищення молока під дією відцентрової сили дозволяє видалити з молока не лише механічні домішки, але і слиз, згустки молока, епітелій, формені елементи крові, які як важчі частки відкидаються до стінок сепаруючого пристрою і збираються в грязьовому просторі у вигляді щільного шару.

У роботі проведено порівняння п'яти вітчизняних сепараторів-молокоочисників за показниками технічної продуктивності, питомою енергоємністю і габаритності. В результаті розрахунків встановлено, що найкращі характеристики має сепаратор-молокоочисник Ж5-ОМ2-Е-С.

Для автоматизації вивантаження грязьового осаду з сепаратора

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						61
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

запропоноване вдосконалення, яке призводить до зниження часу обслуговування і питомих енерговитрат.

Для приводу сепаратора обраний електродвигун з номінальною потужністю 4,0 кВт та номінальною частотою обертання валу 3000 об/хв.

Накреслений загальний вид машини, кінематична схема та деталі машини. Визначена технологія виготовлення деталі вдосконаленої машини – робочого валу і накреслені карти наладки операцій її виготовлення.

У 4 розділі обрані нормативно-правові акти з охорони праці у цеху переробки молока, наведені шкідливі фактори, що можуть привести до травм та аварій. Сплановано заходи з охорони праці на підприємстві.

Розраховане протипожежне водопостачання і заземлення обладнання цеху.

Експертний етап оцінки технічних рішень по вдосконаленню машини показав, що по одному показнику – енерговитратам, модернізована машина краща за аналог, по інших показниках – на рівні або гірше аналога.

У розрахунковому етапі оцінки визначено коефіцієнт технічного удосконалення конструкторської розробки $k_{TY} = 1,16$.

Економічна оцінка конструкторської розробки машини показала, що вартість модернізації машини дорівнює 29393 грн., а прибуток від модернізації склав 36348 грн./рік за рахунок зниження питомої енергоємності та витрат праці. Термін окупності вкладень на модернізацію машини складає 0,8 року.

По обом етапам оцінки технічних рішень можна зробити висновок, що вдосконалення проведено вірно.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						62
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Ломейко О.П. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: Підручник. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Lux» 2020. 329 с.
2. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Кюрчева Л.М. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник. Суми: Довкілля, 2004. 420 с.
3. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Сердюк М.М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. Посібник. К.: Вища освіта. 2006. 479 с.
4. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Загорко Н.П., Шпиганович Т.О. Технологія і механізація виробництва м'яса і м'ясопродуктів: Підручник. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2012. 532 с.
5. Дацишин О.В., Ткачук А.І., Чубов Д.С. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. посібник. К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
6. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник. ТДАТУ: За ред. Самойчука К.О. К : ПрофКнига, 2020. 428 с.
7. Поперечний А.М., Черевко О.І. Процеси та апарати харчових виробництв. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 304 с.
8. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. Підручник для студентів. Київ: «Здоров'я», 2000. 335 с.
9. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхоланцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. Меліто-поль: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 274 с.
10. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв,

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	<i>Аркуш</i>
						63
<i>Зм..</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

- В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. Мелітополь: Вида-вничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. 196 с.
11. Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев О.В. та ін. Розрахунки обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 264 с.
 12. Бутко Д. А., Луценков В.Л., Воїнов М.Т., Мазілін С.Д. Організація охорони праці в сільському господарстві. Навчальний посібник. Сімферополь: Бізнес–Інформ, 1998.–368 с.
 13. Відомчі норми технологічного проектування ВНТП АПК-24-06 «Підприємств по переробці молока». Мінаргопрод України. 2006. 105 с.
 14. Губський А. І. Цивільна оборона . К. 1995. С. 94– 108
 15. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів. 3-є вид. К.: Каравела. 2004. 328 с.
 16. Купчик М. П., Гандзюк М. П. Основи охорони праці. К. Основа, 2000. 416 с
 17. Бергілевич О.М., Касянчук В.В., Салата В.З. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2010. 320.
 18. ДСТУ ISO 22000:2007 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга» Чинний від 2 квітня 2007. К. Держспоживстандарт, 2007. 39 с.
 19. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT): ДСТУ ISO 22000:2007 [чинний від 01.08.2007] Київ: Держспоживстандарт України, 2007, 39 с. (Державний центр інформаційних ресурсів України).
 20. Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – Вінниця: Нова книга, 2001, - 576 с.

					19ХВД.8765118.06.25ПЗ	Аркуш
						64
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		