МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту(декан факультету)	Завідувач кафедри
_____ _Сергій БЛАЖЕНКО___	_____ _Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
«___» _____ 20__р.	«___» _____ 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв

на тему: «Визначення режимів роботи сепаратора з метою підвищення якості продукту »

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

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

Керівник Люлька Дмитро Миколайович
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти
(ім'я та прізвище) (підпис)
(ім'я та прізвище) (підпис)
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач
(підпис)

Київ - 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Микола ЯКИМЧУК

«____» _____ 20___ року

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

Клименка Василя Миколайовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Визначення режимів роботи сепаратора з метою підвищення якості продукту

керівник проекту (роботи) Люлька Дмитро Миколайович, доц., кандидат тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» листопада 2023 р. № 940-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024р.
3. Вихідні дані до роботи *1. Технічний паспорт обладнання.*
2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *Реферат; Зміст; Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідністю); Вступ; Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження; Розробка нового технічного рішення об'єкта дослідження; Дослідна частина та узагальнення результатів; Розрахункова частина; Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці та охорони довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш; Деталі та вузли обладнання – 1 аркуш; Схема автоматизації – 1 аркуш; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 21.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	*Вступ*	12.12.2023р.	
2	*Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження*	15.12.2023р.	
3	*Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження*	19.12.2023р.	
4	*Дослідна частина та узагальнення результатів*	22.12.2023р.	
5	*Розрахункова частина*	28.12.2023р.	
6	*Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування*	03.01.2024р.	
7	*Заходи з охорони праці та охорони довкілля*	07.01.2024р.	
8	*Маркетингове обґрунтування проекту*	13.01.2024р.	
9	*Висновки*	16.01.2024р.	
10	*Список використаних джерел*	17.01.2024р.	
11	*Додатки*	20.01.2024р.	
12	*Графічна частина формату А1 – 10 шт.*	24.01.2024р.	
13	*Подача кваліфікаційної роботи на кафедру*	01.02.2024 р.	

Здобувач _____ Василь КЛИМЕНКО_
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дмитро ЛЮЛЬКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: «Визначення режимів роботи сепаратора з метою підвищення якості продукту», виконана згідно завдання.

Маркетингове дослідження ринку збуту продукції показало, що покращення якості продукції, є основним шляхом підвищення економічних показників роботи підприємств молочної промисловості.

Для виконання цієї умови запропоновано модернізувати сепаратор марки ОСЯ шляхом зміни конструкції механізму вивантаження осаду, що дозволяє отримати продукт з наперед заданою якістю.

Метою дослідження є встановлення раціонального режиму роботи сепаратора.

Об'єктом дослідження є процес розділення сирного згустку та ущільнення зневодненого білкового осаду в барабані сепараторі.

Предметом дослідження є гідродинаміка сирного згустку в міжтарілковому просторі та процес ущільнення білкового осаду в ущільнюючому просторі барабана сепаратора.

Магістерська робота складається з 100 аркушів пояснювальної записки формату А4 та 10 аркушів графічної частини формату А1.

На аркушах графічної частини зображено: загальний вигляд сепаратора, барабан сепаратора, модернізований вузол, технологічна схема виробництва сиру кисломолочного та схема її автоматизації, технологія складання барабана сепаратора та результати науково-дослідної роботи.

Ключові слова: сепаратор, ущільнення, білковий осад, розділення, сопло, кут нахилу.

ABSTRACT

Master's qualification work on the topic: "Determination of separator operating modes in order to improve product quality", performed according to the assignment.

Marketing research of the product sales market has shown that improving product quality is the main way to improve the economic performance of dairy enterprises.

To fulfill this condition, it is proposed to modernize the OSY separator by changing the design of the sludge discharge mechanism, which allows to obtain a product with a predetermined quality.

The aim of the study is to establish a rational mode of operation of the separator.

The object of study is the process of separating curd clot and compacting dehydrated protein precipitate in the separator drum.

The subject of the study is the hydrodynamics of curd clot in the inter-curdle space and the process of protein sediment compaction in the sealing space of the separator drum.

The master's thesis consists of 100 sheets of A4 explanatory note and 10 sheets of A1 graphic part.

The graphic part shows the general view of the separator, the separator drum, the modernized unit, the technological scheme of cottage cheese production and the scheme of its automation, the technology of assembling the separator drum and the results of research work.

Keywords: separator, seal, protein precipitate, separation, nozzle, angle of inclination.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методика проведення досліджень

2.2. Обґрунтування модернізації

2.3. Будова та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок модернізованого обладнання

4.2. Підбір конструкційних матеріалів

4.3. Технологія машинобудування

4.4. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ’ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

6.1. Охорона праці

6.2. Охорона довкілля

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Молочна промисловість посідає одне з ключових місць в українському народному господарстві, забезпечуючи населення продуктами харчування першої необхідності. Актуальність питань її розвитку та функціонування незмінно висока, адже молочні продукти відіграють важливу роль у раціоні людей, володіючи незамінними харчовими властивостями. Незважаючи на значний потенціал, обсяги виробництва молока в Україні залишаються значно нижче необхідних для забезпечення потреб населення. Це негативно впливає на якість харчування українців.

Існують дві ключові причини, що стримують зростання виробництва молока: низька рентабельність тваринництва, що робить цю галузь непривабливою для інвестицій; низька купівельна спроможність населення, через яку багато людей не можуть дозволити собі вживати необхідну кількість молочної продукції. Для вирішення цих проблем необхідний комплексний підхід, який включатиме: підтримку сільськогосподарських підприємств, що займаються виробництвом молока; підвищення рівня життя населення та стимулювання споживання молочних продуктів; впровадження інноваційних технологій та підвищення ефективності виробництва.

Тільки спільними зусиллями держави, бізнесу та громадськості можна досягти стійкого розвитку молочної промисловості України та забезпечити населення якісним та доступним харчуванням. В умовах жорсткої конкуренції на ринку сировини молочна промисловість демонструє стійку тенденцію до концентрації виробництва на великих підприємствах. Цей тренд зумовлений значними інвестиціями, які такі підприємства вкладають у модернізацію своїх потужностей. Завдяки цьому вони здобувають можливість мобільно реагувати на зміни кон'юнктури ринку, постійно розширювати асортимент продукції та

виходити на нові експортні ринки. Одним із ключових викликів для молочної галузі є поєднання традиційних високоякісних методів виробництва з використанням сучасного обладнання та розробкою новітніх технологій для створення багатокомпонентних молочних продуктів.

Реалізація стратегічних цілей у сфері виробництва молочної продукції потребує комплексного підходу, що включатиме: підвищення технічного рівня підприємств за рахунок впровадження новітніх технологій та прогресивного обладнання; автоматизацію та механізацію виробничих процесів для підвищення їх ефективності; інтенсифікацію та удосконалення технологій з метою покращення якості та харчової цінності молочних продуктів; розробку нових видів продуктів з тривалим терміном зберігання та високими споживчими характеристиками.

Найбільш активні дослідження в цій галузі зосереджені на: вдосконаленні методів переробки молока для збереження його корисних властивостей, створенні функціональних продуктів збагачених вітамінами, мінералами та іншими корисними компонентами, розробці нових технологій зберігання та пакування, що дозволяють продовжити термін придатності продуктів, створення інноваційних продуктів з незвичайними смаками, текстурами та функціональними властивостями, важливим аспектом також є забезпечення безпечності молочної продукції на всіх етапах виробництва.

Сучасний розвиток молочної промисловості нерозривно пов'язаний з інтенсивним впровадженням інноваційних технологій та рішень. Цей процес охоплює всі етапи виробництва, починаючи від заготівлі сировини до випуску готової продукції. Одним із ключових пріоритетів є комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів. Це дозволяє збільшити вихід продукції, поліпшити її якість та знизити собівартість. Важливим напрямком також є розробка та впровадження нових методів переробки молока. Це дає можливість зберегти його корисні властивості, збільшити термін зберігання та створити нові продукти з високими споживчими характеристиками. Не менш

важливим є вдосконалення систем транспортування та зберігання готової продукції. Це дозволяє зберегти її якість та зменшити втрати. Одним із трендів сучасного ринку молочної продукції є зростання попиту на продукти в малій розфасовці. Це пов'язано з зміною способу життя людей, які все більше цінують зручність та практичність. Впровадження нових видів упаковки також дозволяє зробити молочну продукцію більш привабливою для споживачів.

Впровадження інноваційних технологій та рішень дозволяє підвищити конкурентоспроможність української молочної промисловості на вітчизняному та міжнародному ринках. Все це потребує значного збільшення випуску технологічного обладнання, підвищення його технічного і технологічного рівня, якості, надійності і довговічності. Впровадження досконалішої техніки буде сприяти інтенсифікації процесів, зниженню витрат праці і поліпшенню якості готової продукції.

Процес сепарування — це одне з ключових питань, яке досліджується в технологіях розділення суспензій для біологічної, хімічної, харчової промисловості, включаючи молочну. Сепаратори — ключовий елемент молочної промисловості. Сепаратори відіграють незамінну роль у переробці молока, адже вони застосовуються для очистки молока від механічних домішок, бактерій та інших сторонніх частинок, що гарантує високу якість та безпечність готової продукції, отримання вершків з різним вмістом жиру, що дає можливість виробляти широкий асортимент молочних продуктів, відокремлення білка і жиру від сироватки під час виробництва молочного цукру, що дозволяє отримати чистий продукт для харчової промисловості, відокремлення білка під час виробництва кисломолочного сиру, що покращує його текстуру та смакові якості. Завдяки сепараторам процес переробки молока стає ефективнішим, а молочні продукти - якіснішими та безпечнішими.

В останні роки з’явилась необхідність створення нових типів сепараторів, що володіють більш високими характеристиками роздільної здатності порівняно з сепараторами, що випускались раніше. Нові стандарти якості в

промисловості вимагають високого рівня розділення (очищення) суспензій, що викликало необхідність розробки нових або удосконалення старих механізмів. Зростаюча потреба в удосконаленні сепараторів зумовила необхідність більш ґрунтовного вивчення процесів, що протікають в них.

Наука про сепарацію все ще має прогалини в розумінні процесів утворення та ущільнення осаду під впливом відцентрових сил. Існують питання, що потребують глибшого вивчення: вплив геометрії та характеристик роботи сепаратора на вологість та текучість осаду, розробка методів видалення осаду та конструювання розвантажувальних механізмів з урахуванням вищезазначених факторів, вирішення цих проблем дозволить оптимізувати роботу сепараторів та підвищити їх ефективність.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес сепарування відіграє важливу роль у технологіях розділення суспензій, які використовуються в біологічній, хімічній, харчовій та молочній промисловостях. В останні роки з'явилась необхідність створення нових типів сепараторів, що володіють більш високими характеристиками роздільної здатності порівняно з сепараторами, що випускались раніше. Нові стандарти якості в промисловості вимагають високого рівня розділення (очищення) суспензій, що викликало необхідність розробки нових або удосконалення старих механізмів. Зростаюча потреба в удосконаленні сепараторів зумовила необхідність більш ґрунтовного вивчення процесів, що протікають в них.

Сепаратори відіграють незамінну роль у переробці молока, адже вони застосовуються для очистки молока від механічних домішок, бактерій та інших сторонніх частинок, що гарантує високу якість та безпечність готової продукції, отримання вершків з різним вмістом жиру, що дає можливість виробляти широкий асортимент молочних продуктів, відокремлення білка і жиру від сироватки під час виробництва молочного цукру, що дозволяє отримати чистий продукт для харчової промисловості, відокремлення білка під час виробництва кисломолочного сиру, що покращує його текстуру та смакові якості.

Сепаратори класифікують за виробничим призначенням, конструктивним особливостям приймально-відвідних пристроїв, способом видалення осаду з барабана. За виробничим призначенням сепаратори поділяються на: вершковіддільники (концентратори), очисники (кларифікатори), нормалізатори (стандартизатори), бактофуги — для очищення молока від бактерій, сепаратори для виділення білкового згустку.

За конструктивними особливостями приймально-відвідних пристроїв сепаратори розрізняють відкриті, напівзакриті (напівгерметичні) і закриті (герметичні).

За способом видалення осаду з барабана сепаратори поділяють на сепаратори з ручним і автоматизованим вивантаженням осаду.

Сепаратори з автоматизованим вивантаженням осаду називаються саморозвантажувальними. В свою чергу, саморозвантажувальні сепаратори бувають з безперервним і з пульсуючим (періодичним) вивантаженням осаду.

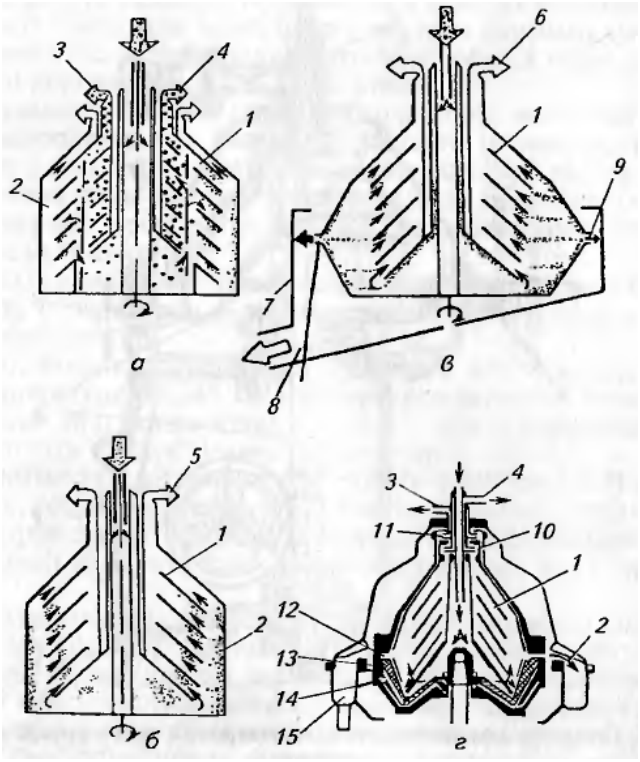


Рис. 1.1 Конструкції барабанів сепараторів: а – барабан сепаратора розділювача; б – барабан сепаратора освітлювача; в – барабан соплового сепаратора; г - барабан сепаратора з періодичним вивантаженням осаду; 1 – пакет тарілок; 2 – осад; 3 – важка фракція; 4 – легка фракція; 5 – освітлена рідина; 6 – сироватка; 7 - приймач сиру; 8 – сирний згусток; 9 – сопло; 10 – напірний диск вершків; 11 – напірний диск знежиреного молока; 12 – розвантажувальні вікна; 13 – рухоме днище (поршень); 14 – клапан керування руху поршня; 15 – приймач осаду.

Саморозвантажувальні сепаратори відносяться до найбільш прогресивних, домінуючих типів сепараторів, що застосовуються для різних цілей.

Саморозвантажувальні сепаратори значно розширили межі застосування сепараторів. Це відбулося завдяки наступному: значному підвищенню продуктивності праці, так як обслуговуючий персонал звільнюється від трудомісткої ручної роботи миття барабану сепаратора; застосування їх в потокових лініях виробництва; використанню в таких технологічних процесах, в яких миття та очищення всіх складових апаратів та комунікацій, що складають дану лінію, може бути виконане циркульовано; переробка гетерогенної рідини протягом робочої зміни в значно більшій кількості,ніж на сепараторах такої ж продуктивності, але з ручним вивантаженням осаду.

Залежно від умов технологічного процесу і властивостей молока або молочних продуктів, саморозвантажні сепаратори можуть бути налаштовані для виконання часткового або повного вивантаження.

При частковому вивантаженні, розвантажувальні отвори барабана відкриваються лише на короткий час, щоб було вивантажено певну кількість осаду (рідка фаза залишається в барабані). При повному вивантаженні, розвантажувальні отвори повністю відкриваються і залишаються відкритими поки не буде вивантажено весь вміст барабана.

Слід відзначити, що параметри течії молока повинні залишатися незмінними. В цьому відношенні слід звернути увагу на механізм вивантаження, оскільки, кожне розвантаження барабана викликає турбулентність.

Яким би не був механізм вивантаження осаду (рис.1.2), він неминуче впливає на процес розділення, що відбувається всередині барабану.

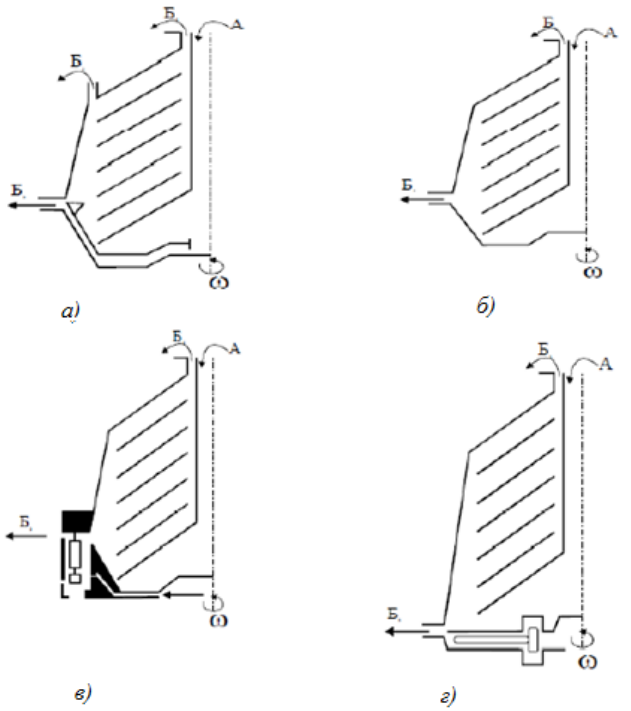


Рис.1.2 Конструкції механізмів вивантаження осаду
а – клапанний на три фракції; б – з радіальними соплами; в – з кільцевим поршнем; г – з циліндричними клапанами

Сепаратор ОСН-С (рис.1.3) призначений для безперервного розділення молока на вершки та знежирене молоко з одночасним їх очищенням від домішок. Сепаратор має відцентрове періодичне вивантаження осаду.

Сепаратор ОСН-С складається з станини, барабана, приймально-відвідного пристрою, гідровузла, чаші з приймачем осаду. В станині змонтований привідний механізм з горизонтальним і вертикальним валами та тахометром. На верхній частині станини закріплена чаша з приймачем осаду, до якої приєднаний гідровузол. Горизонтальний вал забезпечує передачу обертального руху від двигуна через пружну і фрикційну муфти на зубчасту передачу та з неї на вертикальний вал.

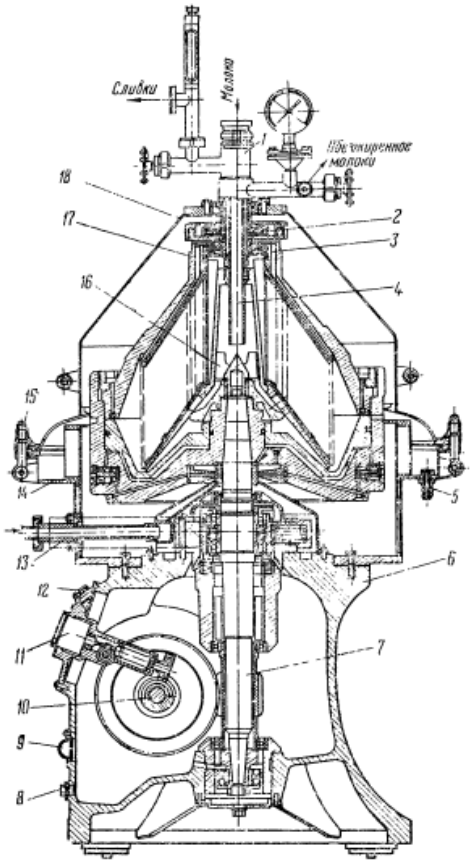


Рис.1.3 Сепаратор ОСН-С

1 – приймально-відвідний пристрій; 2,3 – напірний диск; 4 – трубка; 5 – штуцер; 6 – станина; 7 – вертикальний вал; 8 – пробка; 9 – показник рівня мастила ; 10 - горизонтальний вал; 11 – тахометр; 12 – пробка; 13 – труба; 14 – приймач осаду; 15 – зажим; 16 – гайка; 17 – барабан; 18 – кришка

Барабан сепаратора встановлений на вертикальному валу і закріплений на ньому гайкою. В барабані відбувається сепарування молока та періодичне вивантаження осаду. В середині корпуса барабана розміщений рухомий поршень. Поршень зафіксований до корпуса штифтом. На центральну частину корпуса надітий конус. На конусі встановлено тарілкотримач. На тарілкотримач по порядку номерів надіті тарілки з отворами. Зверху пакет тарілок накритий розділяючою тарілкою. На розділяючу тарілку встановлена кришка барабана. Верхня частина кришки барабана закрита малою кришкою. В нижньому торці кришки є паз до якого притискається торець поршня. Напроти цього з'єднання, в корпусі, по колу, розміщені вікна, через які при

опущеному поршні відцентровою силою видаляється осад. В корпусі барабана радіально розміщені два клапани, робочі порожнини яких з'єднані каналами з порожниною під поршнем та з пристроєм подачі води. Розподільчий пристрій, в вигляді спеціального кільця, закріплений в нижній частині гвинтами та з'єднаний з порожниною під поршнем отворами. Один отвір має сопло.

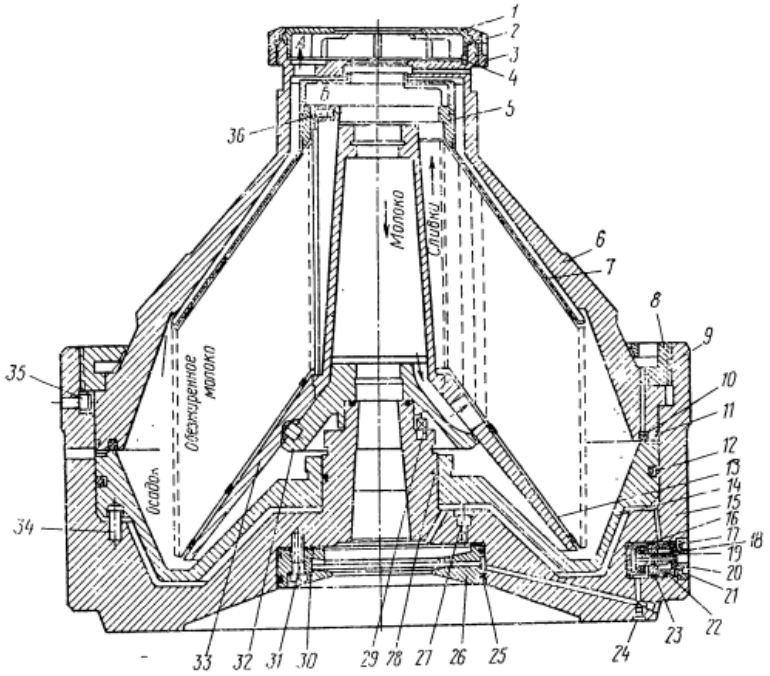


Рис.1.4 Барабан сепаратора ОСН-С

1 – кришка; 2, 10, 11,12, 18,23,25,28 – ущільнюючі кільця; 3 – гайка; 4, 29,34,35,36 – штифти; 5 – розподільча тарілка; 6 – кришка барабана; 7 – тарілка; 8 – гайка; 9 – отвір; 13 – нижня тарілка; 14,19 – поршень; 15 – основа; 16,21,30 – ущільнення; 17 – манжета; 20 – гайка; 22 – корпус клапана; 24,27 – сопла; 26 – розподільче кільце; 31 – гвинт; 32 – конус; 33 – тарілкотримач

Сепаратор ОТС (рис.1.5) призначений для виділення з молочної сироватки білкових речовин. Сепаратор ОТС має відцентрове періодичне вивантаження осаду. До складу сепаратора входять наступні основні вузли: станина з приводним механізмом, барабан, приймально-відвідний пристрій. Станина є корпусом,в якому змонтований привід з електродвигуном і гальмом. У верхній частині станини закріплена чаша, на якій встановлений

приймач осаду з двома глушниками. В приймач осаду, при розвантаженні барабану, викидається білковий згусток. На чаші станини змонтований гідровузол, при допомозі якого здійснюється відвід між-тарілкової рідини і розвантаження барабану.

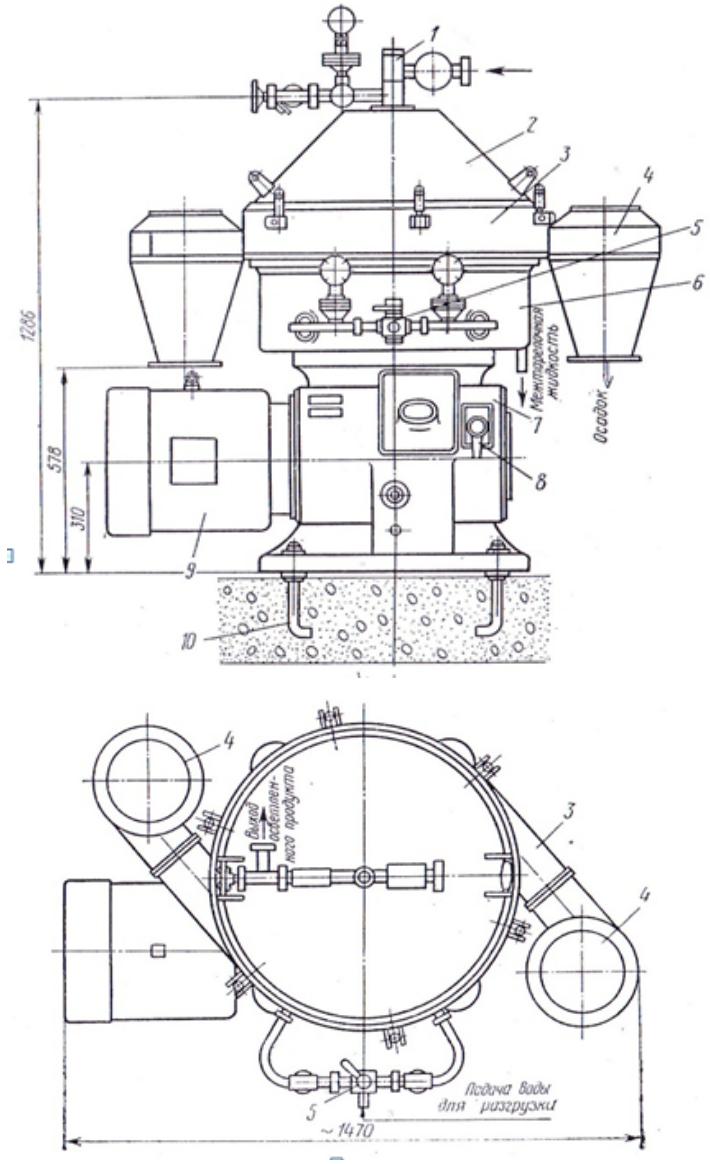


Рис.1.5 Сепаратор ОТС: 1 – приймально-відвідний пристрій; 2 – кришка; 3 – барабан; 4 – приймач осаду; 5 – гідровузол; 6 – чаша; 7 – станина; 8 – гальмо; 9 – двигун; 10 – фундаментний болт

В середині чаші станини встановлений приймальний пристрій для рідини, яка виходить з нього через патрубок. На вертикальному валу встановлений барабан. Приймальний пристрій для осаду і барабан закриті

кришкою, закріпленою до приймача прижимами. До верхнього фланця кришки прикріплено приймально-відвідний пристрій, який забезпечує подачу гарячої сироватки і вихід освітленої сироватки.

Сепаратор ОТС має зовнішній рухомий поршень і двоетапне розвантаження. В основі барабана встановлений тарілкотримач з одягнутим на нього пакетом тарілок. Тарілкотримач зафіксований штифтом. Тарілкотримач накритий кришкою, яка встановлена в основі і зафіксована штифтом. Кришка закріплена до основи великою затяжною гайкою. Кришка і основа утворюють всередині барабана простір для осаду у вигляді конічного кільця, на вершині якого розташовані вікна для виходу осаду при розвантаженні.

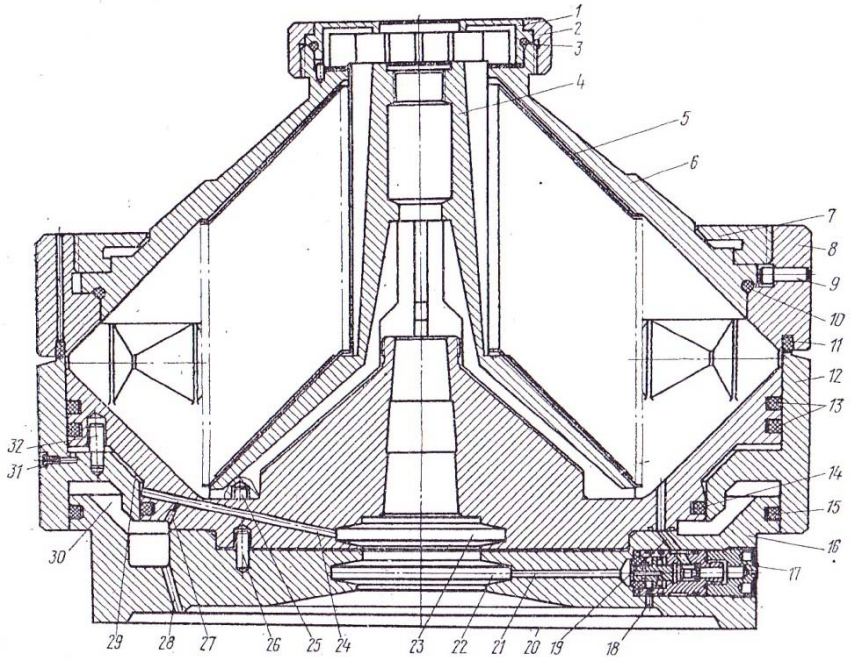


Рис.1.6 Барабан сепаратора ОТС

1 – кришка напірної камери; 2 – затяжна гайка; 3,10,11,13,14,15 – ущільнення; 4 – тарілкотримач; 5 – тарілка комплекту; 6 – кришка барабана; 7 – гайка; 8 – основа; 9,25,26,32 – штифт; 12 – поршень; 16 – дно основи; 17 – клапан; 18, 19,20,21,24,27,28 – канали; 22,23 - камери; 29,30 – простори під поршнями; 31 - сопло

На циліндричну зовнішню поверхню основи встановлений рухомий поршень. Поршень верхнім торцем притискається до ущільнювального кільця і закриває розвантажувальні вікна. До нижнього торця основи прикріплене дно. Дно з'єднане з рухомим поршнем так, що між ними утворений простір для буферної води. На дні радіально розташовані два клапана, з'єднані каналами з камерою, внутрішньою площиною барабана і зовнішнім середовищем. В основі знаходиться канал, який з'єднує камеру для подачі буферної води у простір між поршнем і основою.

Сепаратор ОЦМ-5 (рис.1.7) призначений для безперервного очищення молока від сторонніх домішок. Сепаратор ОЦМ-5 з відцентровим періодичним вивантаженням осаду.

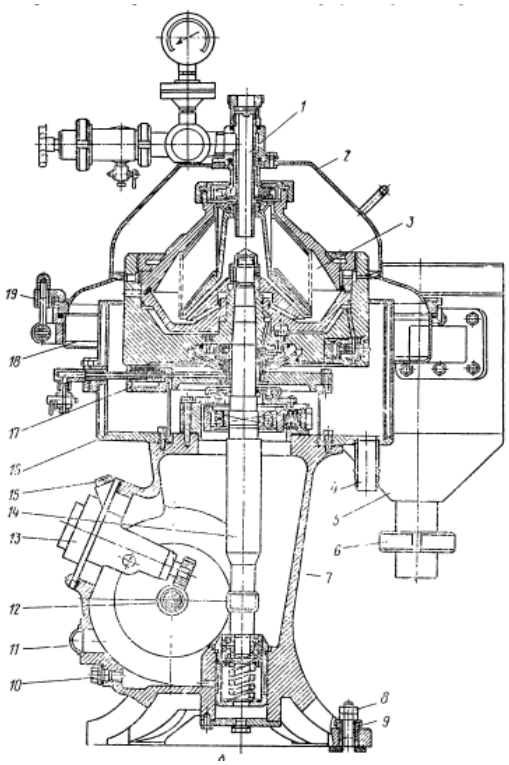


Рис.1.7 Сепаратор ОЦМ-5

1 – приймально-відвідний пристрій; 2 – кришка станини; 3 – барабан; 4 – патрубок; 5 – глушник; 6 – патрубок для виходу осаду; 7 – станина; 8 – фундаментний болт; 9 – амортизатор; 10, 15 – пробка; 11 – показник рівня мастила; 12 – горизонтальний вал; 13 – тахометр; 14 – вертикальний вал; 16 – чаша станини; 17 – гідровузол; 18 – приймач осаду; 19 – прижим

В станині сепаратора розміщений привідний механізм. Привід складається з горизонтального і вертикального валів, гальма та тахометра. До верхньої частини станини приєднана чаша, в якій розміщений барабан,приймач осаду та гідровузол. Приймач осаду обладнаний патрубком та глушником для відводу осаду. Барабан та приймач осаду зверху закриті кришкою.

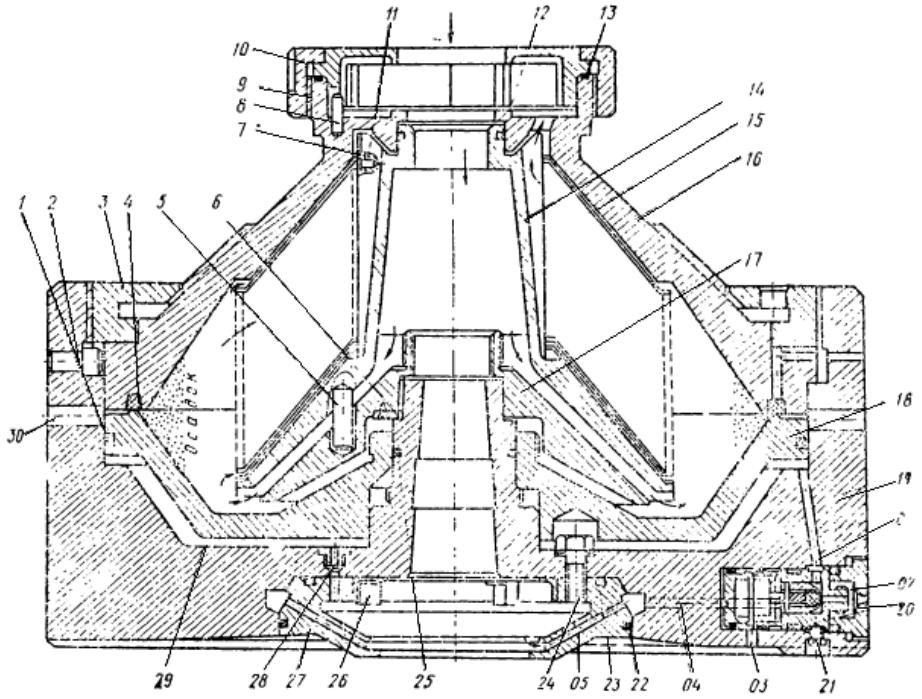


Рис.1.8 Барабан сепаратора ОЦМ-5

1, 4, 12, 22, 23, 25 – ущільнюючі кільця 2, 8 – штифти; 3 – велике затяжне кільце; 5 – штифт-фіксатор; 6, 7 – шпонки; 9 – мале затяжне кільце; 10 – верхня кришка; 11, 21 – гвинти; 13 – прокладка; 14 – тарілкотримач; 15 – тарілка; 16 – кришка барабана; 17 – конус тарілкотримача; 18 – поршень; 19 – основа; 20 – клапан; 24 – болт; 26 – відбивач; 27 – лабіринт; 28 – сопло; 29 – простір під поршнем; 30 – розвантажуючи вікна; 01, 02, 03, 04, 05 – отвори

В середині основи барабана встановлений рухомий поршень. Над поршнем, на основі, закріплений конус, на якому встановлений тарілкотримач. Між конусом та тарілкотримачем розміщені канали по яким молоко, з

центральної частини тарілкотримача, надходить до грязьового простору барабана. На тарілкотримач надітий пакет тарілок, який в верхній частині накритий кришкою. В канавку нижнього торця кришки вставлено ущільнююче кільце, до якого притискається ущільнюючий пояс рухомого поршня, завдяки чого створюється герметичне з'єднання, і поршень закриває розвантажувальні вікна в корпусі барабана. До нижнього торця основи приєднаний лабіринтний пристрій. Лабіринтний пристрій призначений для подачі буферної води під рухомий поршень та в клапан. Вода надходить під поршень через сопло. Клапани в стінці барабану розміщені радіально. Вони з'єднують отвори з однієї сторони - поршня клапана з лабіринтом, з іншої сторони – з простором під поршнем барабана. Буферна вода під поршнем, за рахунок різниці гідростатичних тисків на поршень молока та води, притискає поршень до ущільнюючого кільця. Клапан забезпечує відкриття зовнішнього отвору для виходу води з-під поршня при розвантаженні барабана.

Сепаратор ОСЯ (рис.1.9) призначений для розділення сквашеного знежиреного молока (сирного згустку) на знежирений сир (білковий осад) та сироватку. Сепаратор ОСЯ має безперервне вивантаження згущеної фракції через сопла.

Основними частинами сепаратора є: станина, в якій розміщений приводний механізм з гальмом та електродвигуном; кришки з приймачем для сироватки і вузла подачі сирного згустку в барабан сепаратора.

У чаші станини на вертикальному валу встановлений барабан. Приводний механізм сепаратора складається з горизонтального валу, вертикального валу та тахометра. Горизонтальний вал передає обертання від електродвигуна через пружну, відцентрову фрикційну муфти і гвинтову передачу на вертикальний вал.

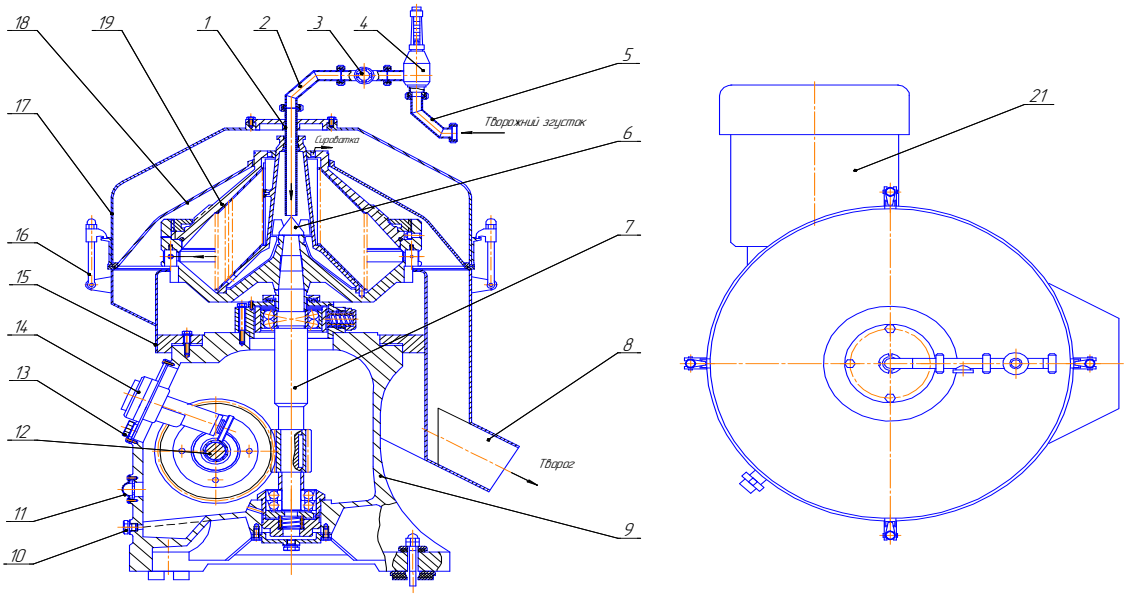


Рис.1.9 Сепаратор ОСЯ

1 - живильний патрубок; 2 – коліно; 3 - оглядове вікно; 4 – ротаметр; 5 – коліно; 6 - гайка; 7 - вертикальний вал; 8 – лоток; 9 – станина; 10,13 – пробки; 11 – показник рівня мастила; 12 - горизонтальний вал; 14 – тахометр; 15 - чаша станини; 16 – прижим; 17 – кришка; 18 - приймач сироватки; 19 - барабан; 20 – патрубок; 21 - електродвигун.

Барабан сепаратора складається з основи, в середині якої встановлений тарілкотримач, зафіксований штифтом. На шпонку, що встановленя в тарілкотримачі, надіваються тарілки комплекту. Зверху тарілки накриті кришкою, яка встановлена в основі барабану, і закріплена затяжним кільцем. У верхньому торці кришки розміщене випускне кільце з косими каналами, через які з барабана викидається сироватка. Внутрішні поверхні основи і конічні кришки утворюють канальний простір для ущільнення білкового осаду. У корпусі, на периферії конічного простору знаходяться чотири радіальні отвори, в які встановлені корпуси сопел з каналами для проходу сировини. У корпус встановлено сопло яке закріплено різьбовою обоймою.

З барабана сироватка викидається в приймач сироватки і виходить з нього через патрубок. Білковий осад, який виходить з сопел барабана, потрапляє в приймач осаду і, по мірі накопичення, під дією сили тяжіння,

скочується до широкого лотка і виходить з сепаратора.

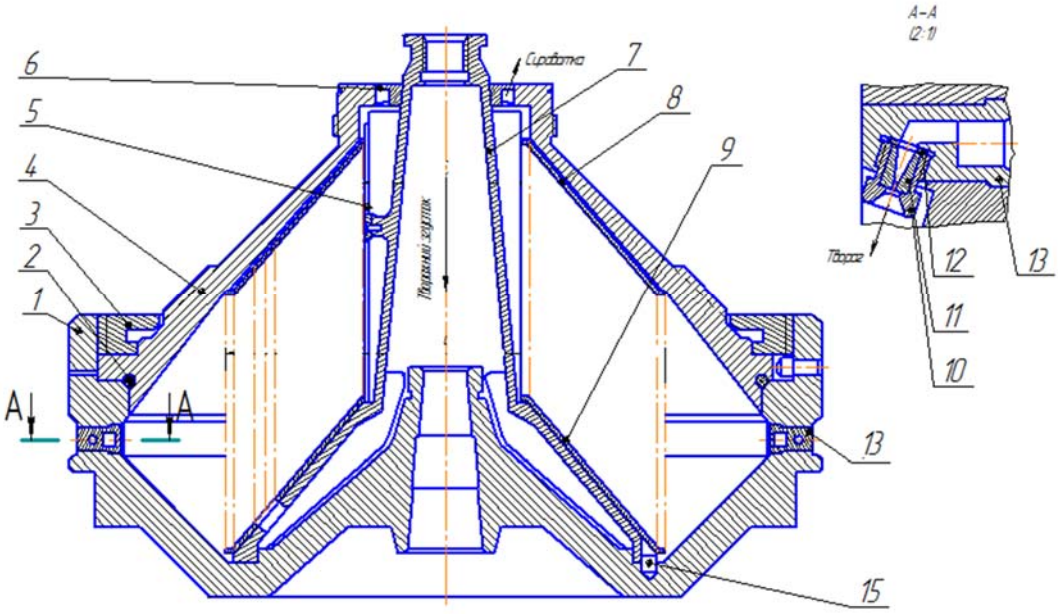


Рис.1.10 Барабан сепаратора ОСЯ

1 – основа барабана; 2 – ущільнення; 3 – затяжне кільце; 5 – шпонка; 6 – випускне кільце; 7 – тарілкотримач; 8 – верхня тарілка; 9 – нижня тарілка; 10 – обойма сопла; 11 – сопло; 12 – ущільнення; 13 – корпус сопла; 15 - штифт

Сепаратори з соплами забезпечують постійне вивантаження осаду (згущеної фази), який виділяється в барабані з суспензії. Сепаратори з соплами в більшості випадків використовують тоді, коли об'єм суспензії, який підлягає переробці, достатньо великий, суспензія має значну кількість важкої фракції.

Так, як сопла розміщені в зоні дії великої відцентрової сили, де відбувається ущільнення осаду, живий переріз каналів повинен бути значно більшим, ніж розмір частинок, які видаляються, для того, щоб уникнути забивання отворів спресованою масою осаду. Соплові сепаратори зазвичай використовується для отримання освітленого фугату, або виділення осаду в вигляді максимально згущеного концентрату дисперсної фази. В цих випадках, для забезпечення максимального ступеня згущення важкої фракції, використовуються сопла найменшого діаметру.

Одним з недоліків цих сепараторів є наявність застійних зон між соплами, з яких осад не вимивається, а поступово накопичуючись, доходить до зовнішньої кромки тарілок. Ще одним суттєвим недоліком соплових сепараторів є можливість забивання сопел при наявності в сепаруючому продукті відносно великих частинок. При забиванні сопел доводиться зупиняти сепаратор не тільки через необхідність його очищення, але і через виникнення недопустимої вібрації, внаслідок появи дисбалансу в зоні забитого сопла. У барабанах з радіальним встановленням сопел, осі вихідних каналів направлені назад, проти напрямку обертання барабану, що дозволяє використовувати реакцію струменів осаду для зменшення моменту, який необхідний для обертання барабану. Кут між віссю сопла та дотичною до кола зазвичай становить 20°. Застосовуючи сепаратори, у яких відведення осаду відбувається за допомогою тиску, можна змінювати ступінь згущення осаду. Однак через зниження турбулентності у відвідних каналах, сопла стають схильними до забивання і збільшується їх чутливість до наявності сторонніх домішок в суспензії. Нерухомо встановлені деталі розвантажувального пристрою знаходяться під дією значної сили, що викликана гідростатичним тиском суспензії, тому пред’являються високі вимоги до забезпечення їх міцності. Крім того, сепаратори, у яких відведення осаду відбувається за допомогою тиску, мають більш складнішу конструкцію ніж сепаратори з радіальним встановленням сопел на барабані.

Проаналізувавши конструкції сепараторів встановлено їх недоліки, але все ж найкращу конструкцію серед них має сепаратор ОСЯ з радіальним розташуванням сопел на периферії барабана. Сепаратор ОСЯ має простішу конструкцію і забезпечує безперервне видалення згущеного продукту.

Нажаль, наукового обґрунтування залежності кута нахилу сопла від якості отриманого продукту в літературі немає, тому подальші дослідження будуть проводитися для отримання цієї залежності.

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методика проведення досліджень.

Для визначення послідовності проведення досліджень слід ознайомитися з основними положеннями щодо об'єкту, предмету та методу дослідження.

Об'єктом дослідження являється процес розділення сирного згустку та ущільнення зневодненого сиру в барабані сепараторі ОСЯ.

Предметом дослідження є гідродинаміка сирного згустку в міжтарілковому просторі та процес ущільнення білкового осаду в ущільнюючій зоні барабана сепаратора.

Дослідження проводилось за допомогою чисельних методів розв'язання системи диференціальних рівнянь в частинних похідних. Для цього використовувався програмний комплекс FlowVision. Ця програма дає можливість моделювати тривимірні рухи рідини та газу в технічних та природних об'єктах, а також візуалізувати ці течії методами комп'ютерної графіки.

FlowVision – це потужний інструмент, який дозволяє досліджувати складні гідродинамічні процеси з високою точністю. Він використовується в різних галузях науки та техніки, таких як: аеродинаміка, гідродинаміка, теплотехніка, енергетика, хімічна технологія, біотехнологія.

Модельовані течії можуть бути стаціонарними або нестаціонарними, стискуваними, слабостискуваними або нестискуваними. FlowVision використовує різні моделі турбулентності та адаптивну розрахункову сітку, що дозволяє моделювати складні рухи рідини, такі як: течії з сильною закруткою, горіння, течії з вільною поверхнею. Прямокутна адаптивна сітка з локальним подрібненням забезпечує точність та ефективність розрахунків.

Технологія підсіткової роздільної здатності геометрії дозволяє імпортувати геометрію з систем САПР та обмінюватися інформацією з системами кінцево-елементного аналізу. Завдяки цій технології проблема автоматичної генерації сітки більше не актуальна. Щоб створити сітку, достатньо лише задати декілька параметрів. Після цього сітка автоматично генерується для розрахункової області з геометрією будь-якої складності. Таким чином, процес генерування сітки стає значно простішим, швидшим та зручнішим.

Процес відцентрового ущільнення може бути описаний в вигляді функціональної залежності:

$$\varepsilon = f(\tau, \varepsilon_0, P, A, k) \tag{2.1}$$

де ε - вологість осаду;

τ – час ущільнення осаду;

ε_0 – вологість осаду на початку ущільнення;

P – ущільнюючий тис, що діє на осад;

A,k – коефіцієнти, що визначають ступінь стискання осаду;

Зв'язок між ущільнюючим тиском, що діє на осад, та його вологість визначаються в вигляді рівняння, широко відомому в теорії фільтрації:

$$\frac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^4} = A \cdot P^k \tag{2.2}$$

Для сепараторів з циліндричним ротором та ручним періодичним вивантаженням осаду, об'ємна вологість осаду визначається системою рівнянь:

$$\begin{cases} \dfrac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^4} = A \cdot P^k \\ P = \dfrac{760(R-r_0)(\gamma_т \cdot \gamma_ж) \cdot \omega^2 \cdot R_{ср}(1-\varepsilon)}{2 \cdot 1000 \cdot g} \end{cases} \tag{2.3}$$

де: R – максимальний радіус шару осаду;

r_0 – внутрішній радіус шару осаду;

$R_{ср}$ – середній радіус шару осаду;

γ_m – питома вага твердої фракції осаду;

$\gamma_{ж}$ – питома вага рідкої фракції осаду;

ω – кутова швидкість обертання барабана;

g – прискорення сили тяжіння.

При визначенні вологості осаду, який отримується на сепаратора з механічним вивантаженням осаду, слід враховувати те, що вивантаження проводиться з периферії барабана, тобто, найбільш ущільнених шарів осаду. В даному випадку на осад діє максимальний тиск P_{max}, рівний подвоєному значенню середнього тиску на осад P.

При цьому система рівнянь перепишеться в вигляд:

$$\begin{cases} \dfrac{\varepsilon^3}{(1-\varepsilon)^4} = A \cdot P_{max}^k \\ P_{max} = \dfrac{760(R-r_0)(1-\varepsilon)(\gamma_т-\gamma_ж)\omega^2 R_{ср}}{1000 \cdot g} \end{cases} \quad (2.4)$$

Для визначення вологості осаду, який утворюється в конічному барабані сепаратора, з відцентровим вивантаженням осаду, можна використати рівняння:

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot \tan\alpha(2eR^3 - aR^4 - 6eRr_0^2 + 4r_0(aR+e) - 3ar_0^4)}{3V_б} \quad (2.5)$$

де: α – кут між поверхнями основи та кришки барабана;

e, a – коефіцієнти стискання;

$V_б$ – об’єм ущільнюючого простору барабана.

Для визначення тиску білкового осаду, що діє в зоні ущільнення барабана сепаратора, застосуємо програмний комплекс FlowVision, який дає змогу його визначити. Знаючи тиск, можна визначити коефіцієнти стискання. Підставивши ці коефіцієнти в рівняння (2.5), можна визначити вологість білкового осаду в барабані сепаратора.

Проводимо розрахунки за допомогою програмного пакету FlowVision. Для цього, за допомогою програми SolidWorks, будуємо спрощену модель міжтарілкового простору, об’єднану модель тарілок та міжтарілкового простору та об’єму барабана сепаратора.

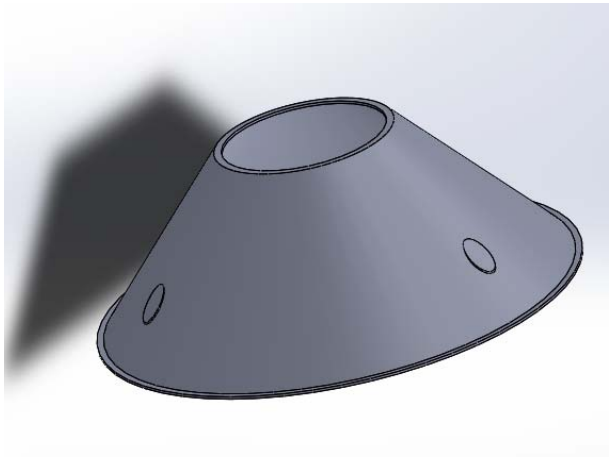


Рис. 2.1 Модель міжтарілкового простору

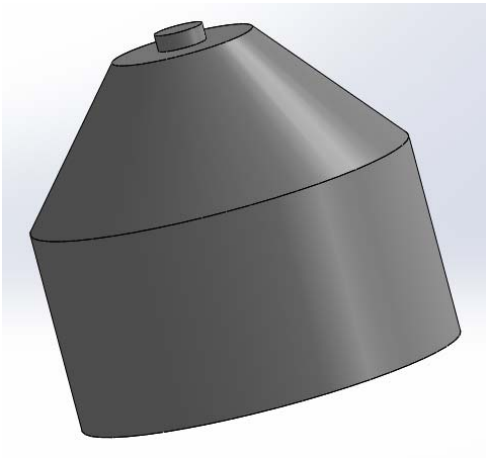


Рис. 2.2 Об'єднана модель тарілок та міжтарілкового простору

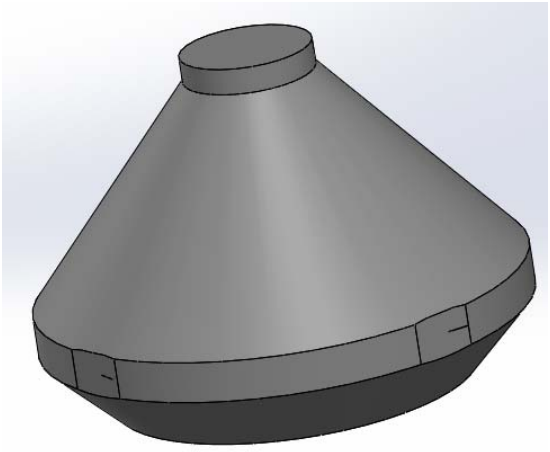


Рис. 2.3 Модель внутрішнього об'єму барабана сепаратора

Після цього, дані моделі експортуємо в формат файлу wrl. Переходимо до роботи безпосередньо в FlowVision. Для цього проводимо всі операції в послідовності, описаній нижче.

Спочатку проводимо дослідження процесу в міжтарілковому просторі.

1. Завантажуємо файл міжтарілкового простору. «Файл-создать» вибираємо модель, «Открыть».

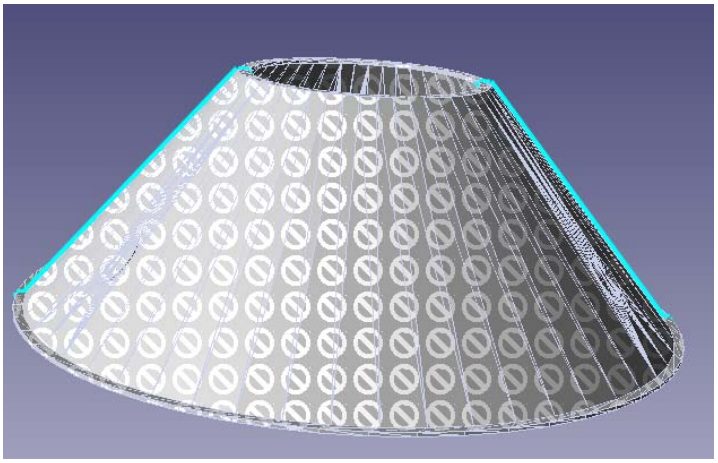


Рис. 2.4 Модель міжтарілкового простору

2. В «Препроц.» вибираємо «Подобласть№1», права кнопка мишки (пкм) «Изменить модель» та вибираємо «Несжимаемая жидкость».

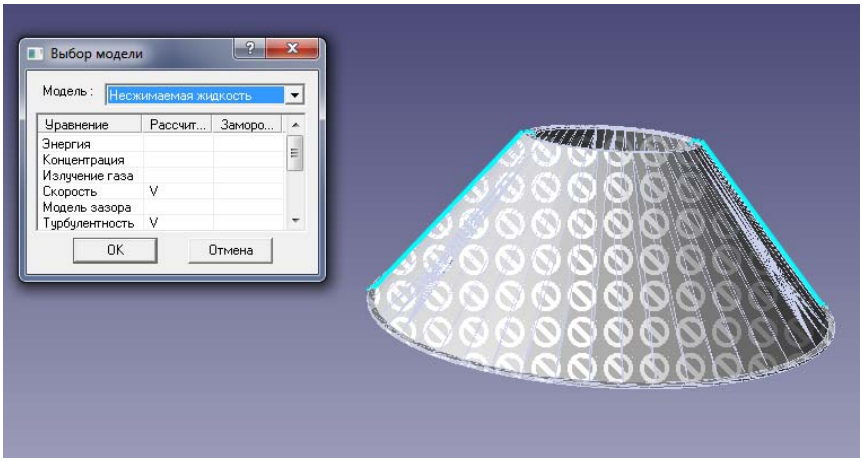


Рис. 2.5 Вибір моделі

3. Відкриваємо «Физические параметры», «Начальные значение – свойства - Температура» встановлюємо значення 40, «ОК». «Вещество 1 – свойства», у вікні «Молекулярный вес» встановлюємо значення 40, «Плотность» - 1060, «Молекулярная в'язкость» - 0,004.

4. Відкриваємо вікно «Движение – свойства – тип» вибираємо «Вращение», «Ось» координати 1.0.0, «Скорость» 5000.

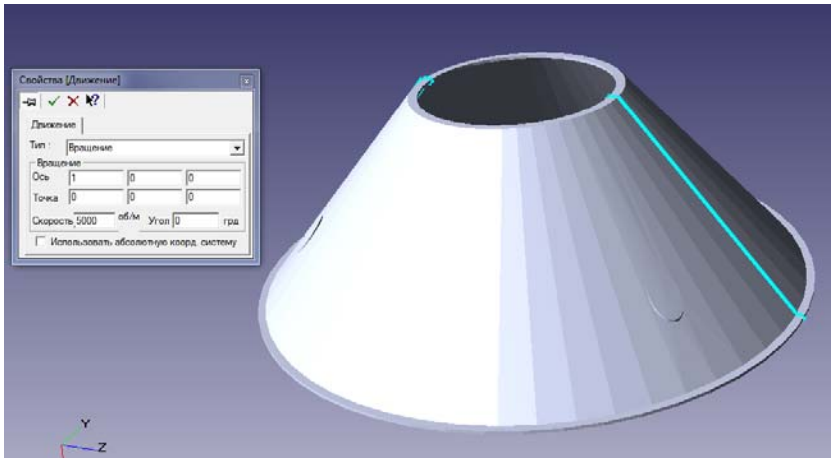


Рис. 2.6 Встановлення обертання

5. Створюємо граничні умови. «Гр. усл. – создать», створюємо граничні умови «Стінка», «Вхід», «Вихід». Вибираємо граничну умову «Стінка – свойства» встановлюємо «Тип границы - «Стенка» - тип граничного условия «Стенка, лагарифмический закон». Вибираємо граничну умову «Вхід – свойства», встановлюємо «Тип границы – «Вход/Выход» - тип граничного условия «Давление на входе» вводимо значення 150000. Вибираємо граничну умову «Вихід - свойства», встановлюємо «Тип границы – «Свободный выход» - тип граничного условия «Нулевое давление/выход».

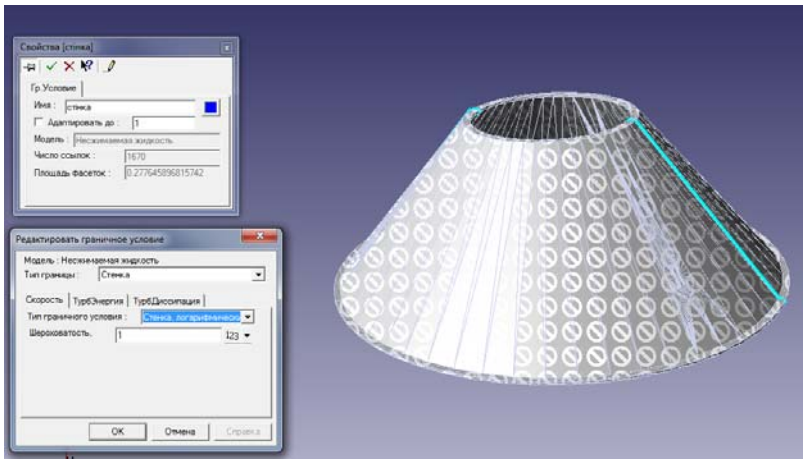


Рис. 2.7 Створення граничних умов

6. Відкриваємо панель «Геометрия». Вибираємо «Группа№ – свойства - граничное условие». Присвоюємо кожну групу відповідно до своєї граничної умови.

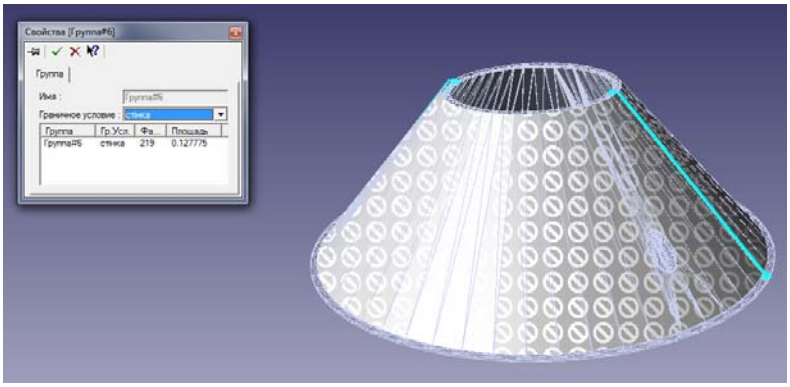


Рис.2.8 Присвоєння груп відповідним граничним умовам

7. Створюємо сітку. Відкриваємо панель «Начальная сетка», встановлюємо «X-направление – 40 – равном.», «Y-направление – 40 – равном.», «Z-направление – 50 – равном.».

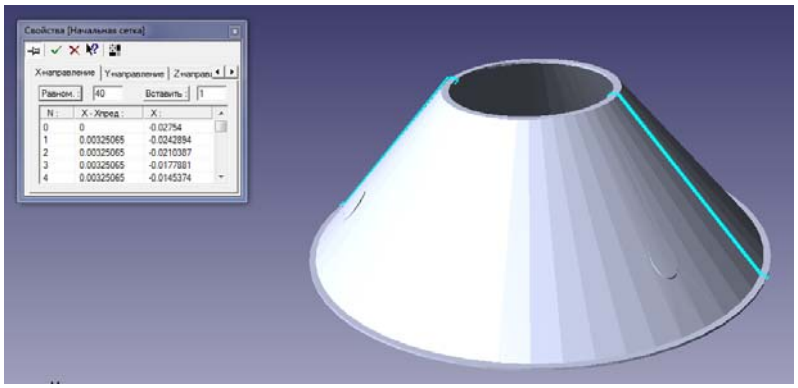


Рис.2.9 Початкова сітка

9. Переходимо в «Постпроц». В «Об'єкты» вибираємо «Шаблон плоскости – свойства» у всіх вікнах встановлюємо значення 0, крім Y_n=1, натискаємо «Отсечение»

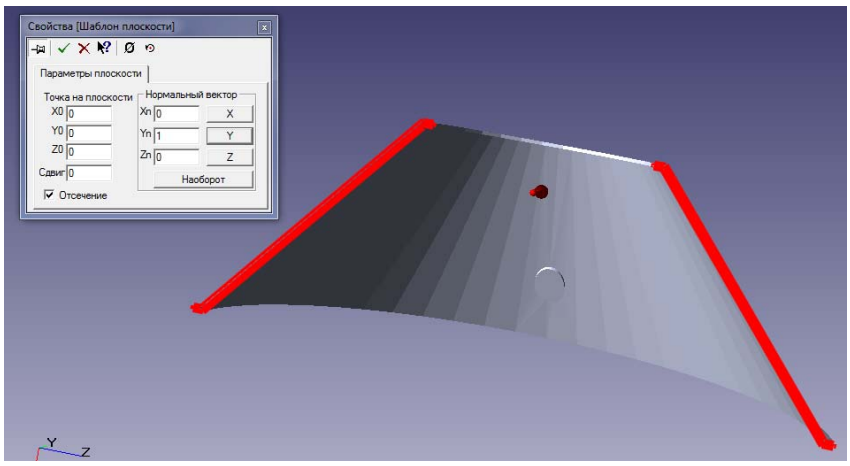


Рис.2.10 Шаблон площини

10. В «Шаблон плоскости» вибираємо «Создать слой - переменная «Давление» - метод – «Заливка».

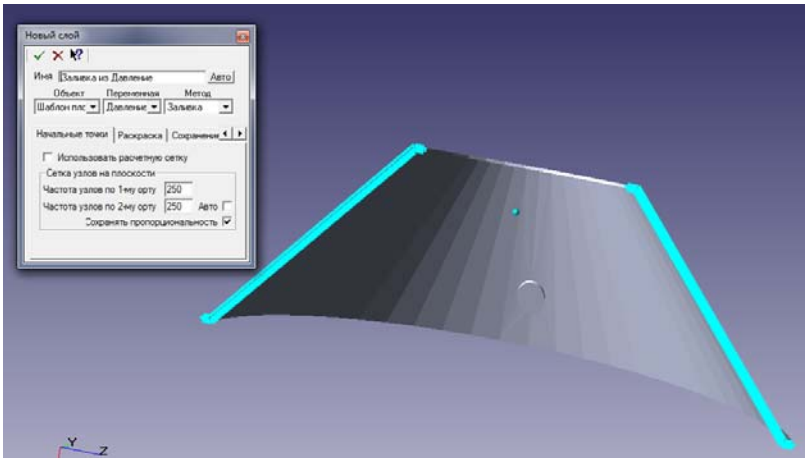


Рис. 2.11 Шаблон тиску

Після цього можна проводити розрахунок. Отримані результати будуть вхідними даними для об’єднаної моделі тарілок та міжтарілкового простору.

Проводимо дослідження процесу в об’ємі барабана сепаратора.

1. Завантажуємо файл об’єму барабана сепаратора. «Файл-создать» вибираємо модель, «Открыть».

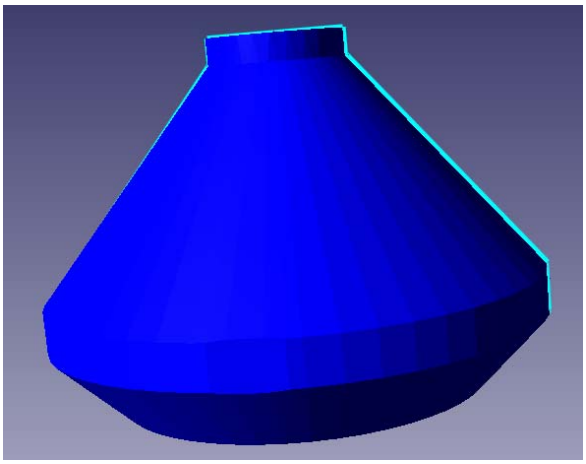


Рис.2.12 Модель об’єму барабана сепаратора

1. Для кращої візуалізації робимо розріз. Переходимо в «Постпроц». В «Об'єкты» вибираємо «Шаблон плоскости» – свойства» у всіх вікнах встановлюємо значення 0 крім Y_n=1. Натискаємо «Отсечение»

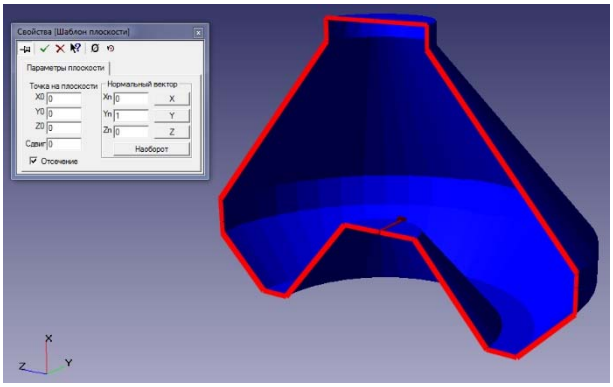


Рис. 2.13 Шаблон площини

2. Для обмеження області розрахунку та встановленню необхідних параметрів завантажуємо файл об’єднаної моделі тарілок та міжтарілкового простору. «Фильтр – загрузить» вибираємо файл. На вкладці «Вращение» встановлюємо значення 523.

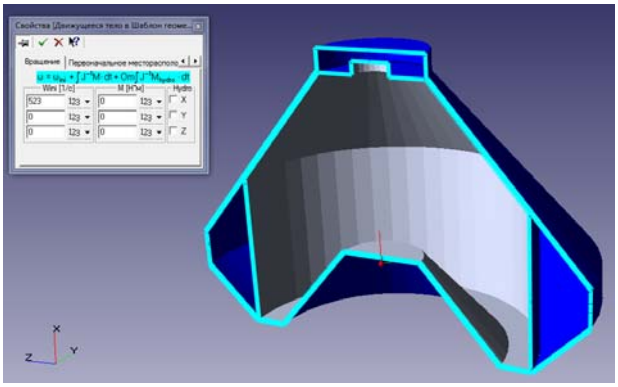


Рис.2.14 Фільтр в об’ємі барабана

3. В «Препроц.» вибираємо «Подобласть№1», права кнопка мишки «Изменить модель» та вибираємо «Несжимаемая жидкость».

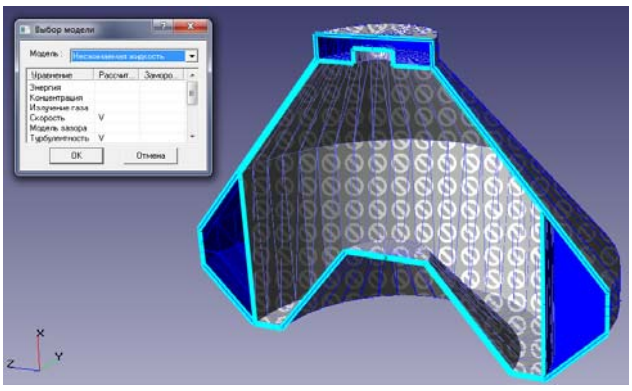


Рис. 2.15 Вибір моделі

4. Відкриваємо «Физические параметры», «Начальные значение – свойства - Температура» встановлюємо значення 40, «ОК». «Вещество 1 –

свойства», у вікні «Молекулярный вес» встановлюємо значення 52, «Плотность» - 1350, «Молекулярная в'язкость» - 0,005.

5. Відкриваємо вікно «Движение – свойства – тип» вибираємо «Вращение», «Ось» координати 1.0.0, «Скорость» 5000.

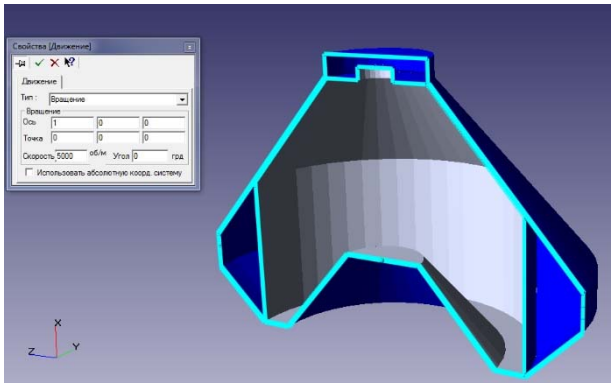


Рис. 2.16 Встановлення обертання

6. Створюємо граничні умови. «Гр. усл. – создать», створюємо граничні умови «Стінка», «Вхід», «Вихід». Вибираємо граничну умову «Стінка – свойства» встановлюємо «Тип границы - «Стенка» - тип граничного условия «Стенка, лагарифмический закон». Вибираємо граничну умову «Вхід – свойства», встановлюємо «Тип границы – «Вход/Выход» - тип граничного условия «Давление на входе». Вибираємо граничну умову «Вихід - свойства», встановлюємо «Тип границы – «Свободный выход» - тип граничного условия «Нулевое давление/выход».

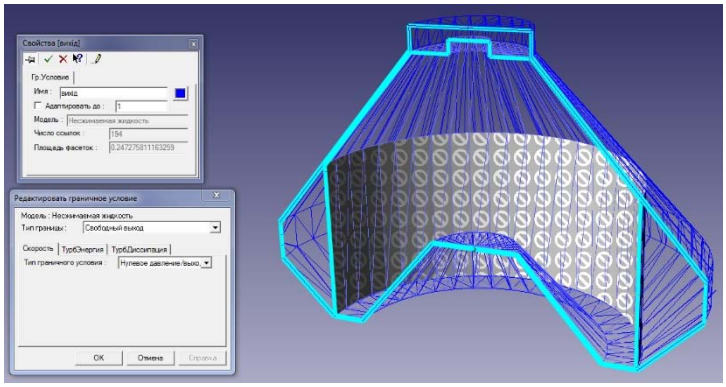


Рис. 2.17 Граничні умови

7. Відкриваємо панель «Геометрия». Вибираємо «Группа№ – свойства - граничное условие». Присвоюємо кожну групу відповідно до своєї граничної умови.

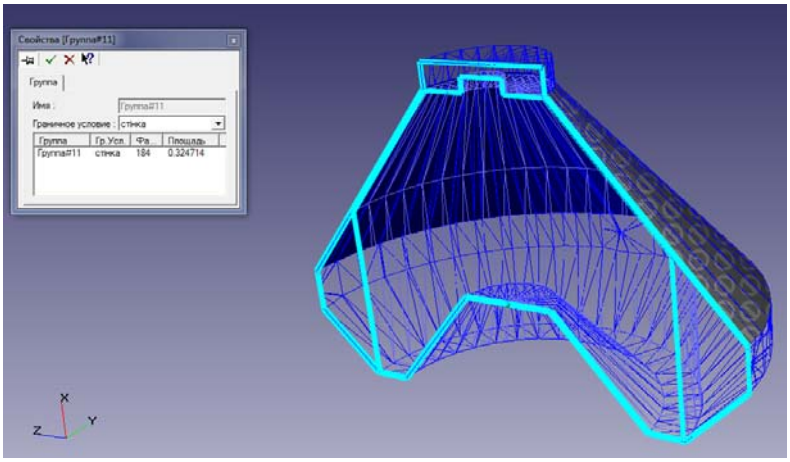


Рис.2.18 Присвоєння груп

8. Створюємо сітку. Відкриваємо панель «Начальная сетка», встановлюємо «X-направление – 80 – равном.», «Y-направление – 80 – равном.», «Z-направление – 80 – равном.».

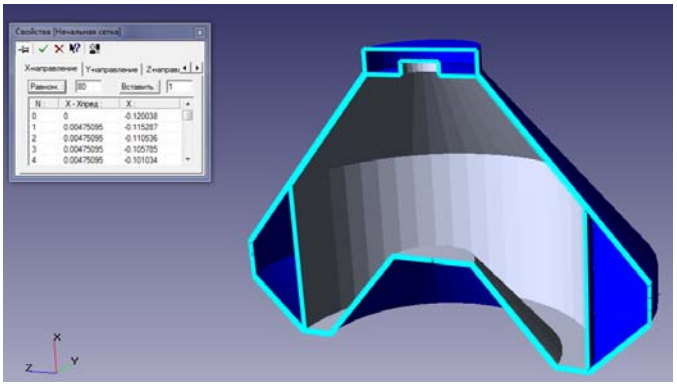


Рис. 2.19 Початкова сітка

9. В «Шаблон плоскости» вибираємо «Создать слой - переменная «Давление» - метод – «Заливка».

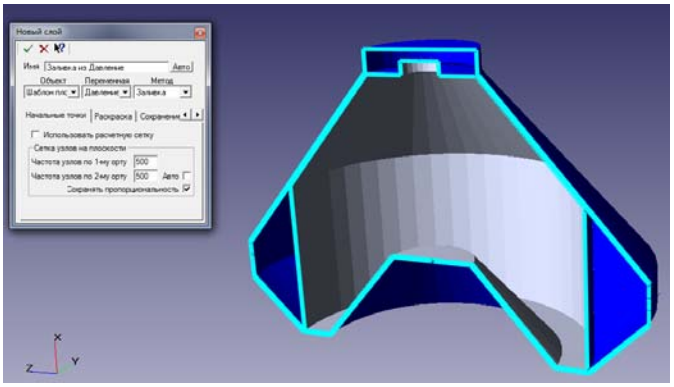


Рис. 2.20 Шаблон тиску

Після цього проводять розрахунок.

2.2. Обґрунтування модернізації.

Традиційно, в барабанах саморозвантажувальних сепараторів з радіальним розташуванням сопел, кут між віссю сопла та дотичною до кола зазвичай становить 20°, що пояснюється необхідністю збільшення реакційної сили, яка призводить до зменшення витрат потужності, необхідних для обертання барабана сепаратора.

З метою можливості отримання осаду заданої вологості запропоновано виконати рухомий механізм вивантаження осаду, який дозволяє змінювати кут нахилу сопла в межах з 10° до 90°.

При збільшенні кута з 10° до 90°, як наслідок — збільшення реакційної сили струменів осаду для обертання барабана. Крім того, змінивши кут між віссю сопла та дотичною до кола, судячи з розрахунків, можна змінювати вологість білкового осаду. Це відбувається через зміну гідравлічних опорів, які змінюють тиск осаду на периферію основи барабана сепаратора.

Модернізація проводиться шляхом виконання на периферії основи барабана сепаратора 4-х відвідних каналів та перпендикулярних до них отворів. В отвори встановлюються втулки з соплами. Через відвідні канали відбувається вивантаження ущільненого осаду.

На рис. 2.21 зображено вузол розвантаження барабану до, та після модернізації. Так, як корпус сопла, який закріплений в основі барабану різьбовим з'єднанням, має циліндричну форму, то вставляючи ключ в паз корпуса сопла і обертаючи його, ми можемо регулювати кут між віссю отвору сопла до дотичної кола в межах 10…90°.

До модернізації ми цього зробити не змогли б, тому що корпус сопла був жорстко закріплений тільки в одному положенні.

Недоліком такої конструкції є те, що під час роботи сепаратора можливе забивання соплових отворів частинками згущеної фази, яке призводить до виникнення вібрацій обладнання, зниження продуктивності і якості білкового осаду. Крім того, внаслідок хімічної корозії та великих швидкостей викиду

осаду, соплові отвори зазнають інтенсивного зношування, яке збільшує їх діаметр в результаті чого знижується ступінь згущення осаду.

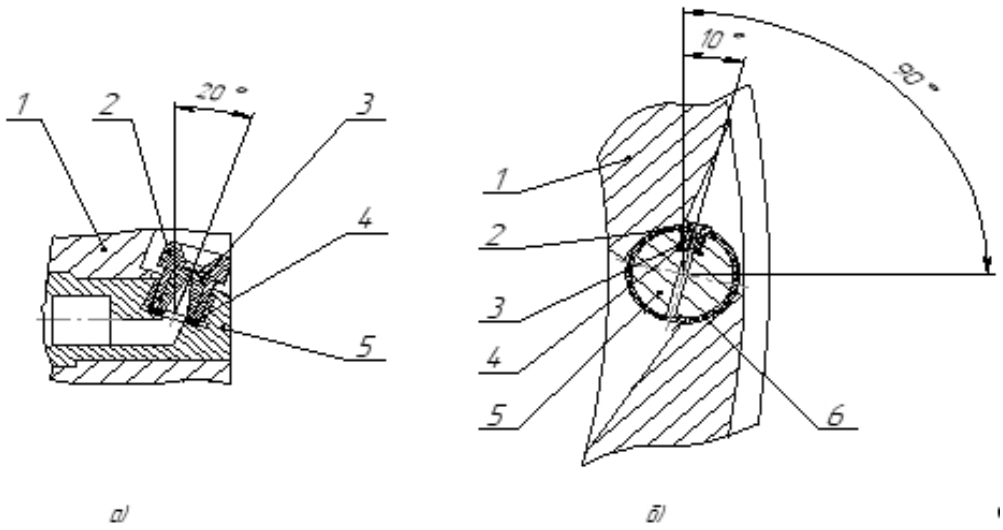


Рис. 2.21. Вузол розвантаження барабана сепаратора: а) до модернізації; б) після модернізації; 1 - основа барабану; 2 - обойма сопла; 3 - сопло; 4 - ущільнення; 5 - корпус сопла; 6 - ущільнююча втулка

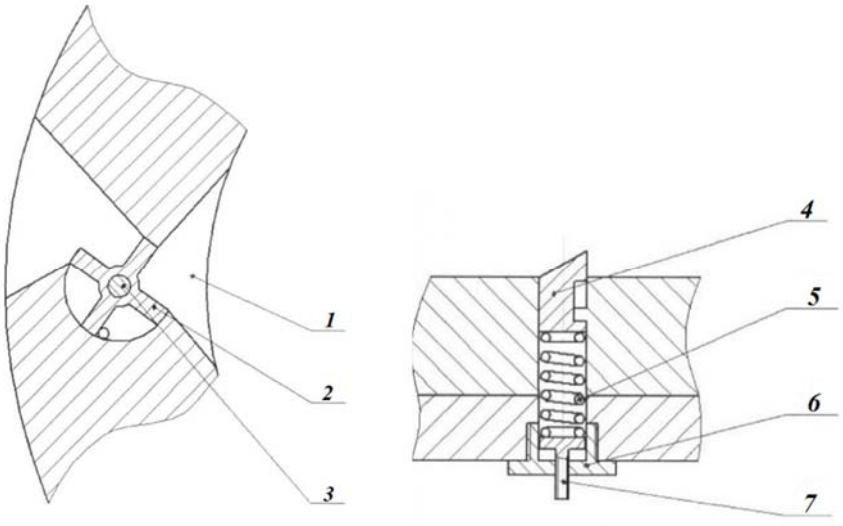
Тому, як альтернативну конструкцію, запропоновано механізм вивантаження осаду в вигляді турнікету з механізмом регулювання вологості осаду. Ущільнення білкового осаду відбувається в просторі, який створюють внутрішні поверхні основи та кришки.

З цього простору, білковий осад потрапляє по відвідних каналах в комірку турнікету механізму вивантаження осаду.

Тут він згущується до заданої вологості доки не спрацює механізм регулювання ступеня вологості осаду (спрацювання механізму відбувається при натисканні стінки турнікету з осадом на фіксатор), тоді турнікет виконує поворот на одне положення комірки і осад викидається в з барабана сепаратора.

Для отримання білкового осаду заданої вологості необхідно змінити зусилля, яке необхідно подолати стінці турнікету, для того, щоб механізм регулювання вологості спрацював (опустився донизу). Це зусилля змінюється

за рахунок пружини при зміні її жорсткості. Регулювання жорсткості пружини до фіксатора виконується шляхом обертання в одному або іншому напрямках гвинта навколо своєї осі у втулці. Гвинт та втулка з'єднані між собою різьбовим з'єднанням.



а) б)

Рис. 2.22. Ротаційний ущільнювач: а) механізм вивантаження осаду; б) механізм регулювання вологості; 1 – відвідний канал; 2 – турнікет; 3 – вісь; 4 – фіксатор; 5 – пружина; 6 – втулка; 7 – гвинт

Для спрацювання механізму регулювання вологості осаду та для того, щоб обертання турнікету відбувалося тільки в одному напрямку, на його нижній частині виконаний зріз під таким кутом як і у фіксатора.

Конструктивне виконання турнікету можливе з різною кількістю комірок, але не менше ніж 3.

Результат від використання такої конструкції полягає в тому, що внаслідок збільшення площі поперечного перерізу, через який білковий осад викидається з барабану сепаратора, збільшується надійність роботи сепаратора, зникають вібрації, обладнання працює в штатному режимі з заданою продуктивністю і вологістю білкового осаду. Збільшення площі поперечного перерізу призводить до зниження швидкості викидання осаду, що в свою чергу знижує інтенсивність зношування комірок турнікету.

2.3. Будова та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування.

У комплект сепаратора ОСЯ входить сітчастий подвійний фільтр для подрібнення сирного згустку. Сепаратор забезпечений контрольними приладами: ротаметром для перевірки кількості сирного згустку (сквашеного молока) та тахометром для перевірки частоти обертання барабану.

Сепаратор ОСЯ (рис. 2.23) призначений для безперервного розділу сквашенного молока (сирного згустку) на зневоднений сир (білковий осад) та сироватку. Основними частинами сепаратора ОСЯ є: станина, в якій розміщений приводний механізм з гальмом та електродвигуном; кришки з приймачем для сироватки; вузол подачі сирного згустку в барабан сепаратора.

Приводний механізм сепаратора складається з горизонтального валу, вертикального валу та тахометра. Горизонтальний вал передає обертання від електродвигуна через відцентрову фрикційну муфту і гвинтову передачу на вертикальний вал.

Вертикальний вал обертається в двох опорах - верхньою і нижньою. Верхня опора складається з радіального підшипника, встановленого в обоймі. Обойма ув'язнена між шістьма радіально встановленими пружинами, які встановлені у направляючих втулках, в гніздах корпусу опори. Пружини з іншої сторонни закриті різьбовими втулками. Такий пристрій забезпечує пружність верхньої опори, що дозволяє барабану сепаратора разом з веретеном плавно набирати частоту обертання і зберегти стійкий спокійний хід при робочій частоті обертання. Корпус верхньої опори закритий кришкою з прокладенням, і закріплений до станини болтом. Зверху, на вал, надіта захисна кришка, яка створює лабіринтне ущільнення.

Нижня опора має здвоєний радіально-упорний підшипник, надітий на кінець веретена і встановлений в стакані. Навантаження від ваги барабана з сепаруючою рідиною передається через підшипник на упор, пружину, регулювальну шайбу і на дно стакану. Стакан встановлений на станині та

закритий кришкою з прокладенням. Для випуску мастила з станини є отвір в кришці, закритий пробкою з прокладенням.

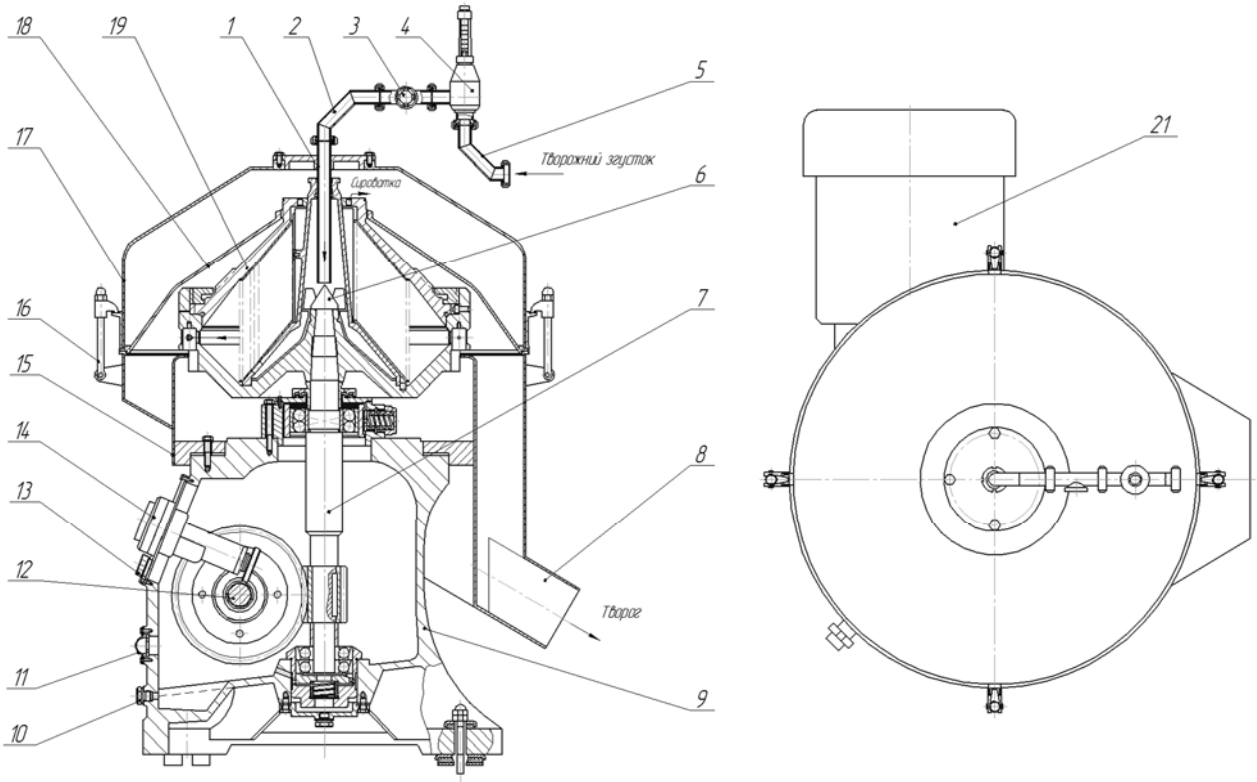


Рис. 2.23. Сепаратор ОСЯ: 1 - живильний патрубок; 2 – коліно; 3 - оглядове вікно; 4 – ротаметр; 5 – коліно; 6 - гайка веретена; 7 - вертикальний вал; 8 – лоток; 9 – станина; 10,13 – пробки; 11 – масло-покажчик; 12 - горизонтальний вал; 14 – тахометр; 15 - чаша станини; 16 – прижим; 17 – кришка; 18 - приймач сироватки; 19 - барабан; 20 – патрубок; 21 – електродвигун

Барабан сепаратора закріплений на вертикальному валу гайкою. В ньому відбувається розділ сирного згустку білковий осад та сироватку. Барабан складається з підставки, в середині якої встановлений тарілкотримач, зафіксований штифтом. На шпонку, що встановленя в тарілкотримачі, надіваються тарілки комплекту. Тарілкотримач і тарілки в нижній частині мають отвори. Зверху тарілки накриті кришкою, яка встановлена в основі барабану, і закріплена затяжним кільцем. Ущільнення між основою і кришкою

забезпечується прокладенням. У верхньому торці кришки розміщене випускне кільце з косими каналами, через які з барабана викидається сироватка.

Внутрішні поверхні основи і конічні кришки утворюють канальний простір для ущільнення білкового осаду. У корпусі, на периферії конічного простору знаходяться чотири радіальні отвори, в які встановлені корпуси сопел з каналами для проходу сировини. В корпус сопла встановлено сопло, яке закріплено різьбовою обоймою. Ущільнення сопла в корпусі забезпечується прокладенням. Сопла мають змінний кут нахилу до дотичної кола і направлені назад проти обертання барабану (змінити кут, між віссю сопла та дотичною до кола, можна шляхом повороту корпусу сопла). Для подрібнення сирного згустку та видалення з нього сторонніх домішок слугує сітчастий фільтр. Після фільтру, подрібнений сирний згусток має розмір частинок дещо менший ніж діаметр отвору сопла, що забезпечує більш тривалу роботу сепаратора.

Коли барабан сепаратора набере потрібну частоту обертання, вмикають насос подачі гарячої води (температура води 50°С) на 3…5 хв. для промивки та перевірки герметичності з'єднань. Потім вмикають подачу сирного згустку. Підготовлений сирний згусток подається через фільтр в барабан сепаратора. Проходячи через отвори в таралкотримачі та в тарілках, згусток розподіляється тонким шаром в міжтарілковому просторі. За рахунок дії відцентрової сили, він розділяється на дві фракції – легку та важку. Важка фракція (білковий осад) відкидається до стінок барабану сепаратора де ущільнюється і видаляється з барабана через сопла. Легка фракція (сироватка) відтісняється до осі обертання барабана, і виходить з нього через випускне кільце в кришці барабану. З барабана сироватка викидається в приймач сироватки і виходить з нього через патрубок. Приймач сироватки має кришку, всередині якої розташований конус, надітий на барабан з мінімальним зазором. Це виключає попадання сироватки в приймач сиру.

Білковий осад, який виходить з сопел барабана, потрапляє в приймач осаду, який встановлений в чаші станини (приймач осаду має конусне днище) і по мірі накопичення, під дією сили тяжіння, скочується до широкого лотка і виходить з сепаратора. Приймач осаду накритий приймачем сироватки. Ущільнення між ними забезпечується ущільнюючим кільцем. Приймач осаду, сироватки та кришки з'єднані між собою відкидними болтами з притискачами.

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Взявши до уваги те, що в барабанах саморозвантажувальних сепараторів з радіальним встановленням сопел, кут між віссю сопла та дотичною до кола, який зазичай становить 20°, призводить до збільшення реакційної сили струменів осаду, які виходять з барабана, зменшення витрат потужності, необхідної для обертання барабана сепаратора, проведемо дослідження впливу даного кута на вологість ущільненого продукту.

Для визначення початкових параметрів, проведемо дослідження гідродинаміки сирного згустку в міжтарілковому просторі.

Дане дослідження потрібне для того, щоб встановити значення тиску зневодненого білкового осаду перед зоною ущільнення барабана сепаратора.

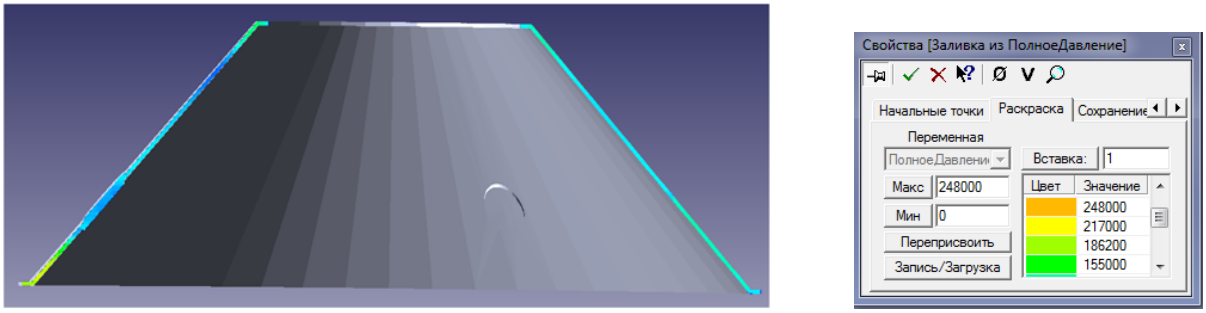


Рис.3.1 Розподіл тиску в міжтарілковому просторі

Як бачимо з рис. 3.1, відбулося підвищення тиску порівняно з початковим значення. Це відбулося за рахунок розділення продукту (сирного згустку) на фракції відцентровою силою.

Підставляючи значення тиску в об'єднану модель міжтарілкового простору та тарілок і змінюючи кут між віссю сопла та дотичної до кола в моделі об’єму барабана, проведемо дослідження процесу ущільнення білкового осаду.

Дослідження процесу ущільнення білкового осаду в ущільнюючій зоні барабана з діаметром сопла 0,5мм.

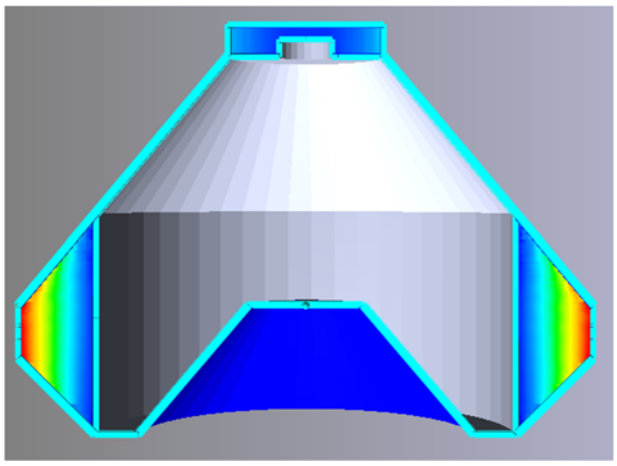


Рис.3.2 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=10°

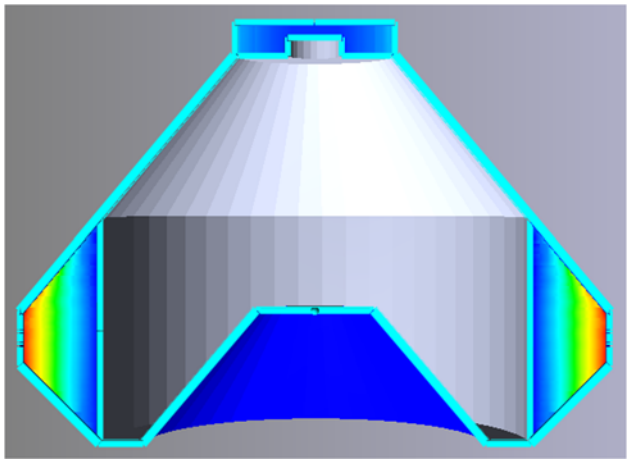


Рис.3.3 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=30°

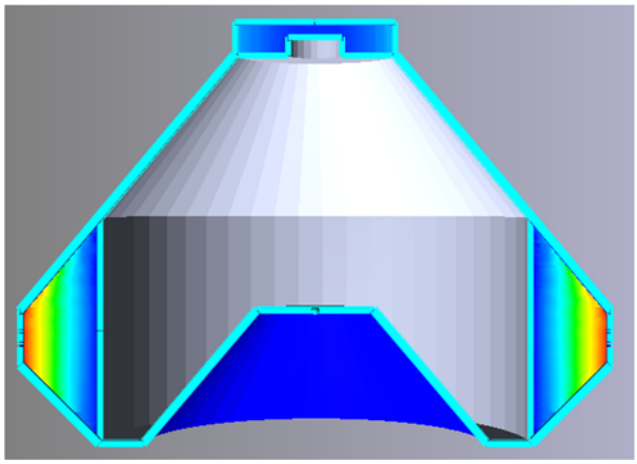
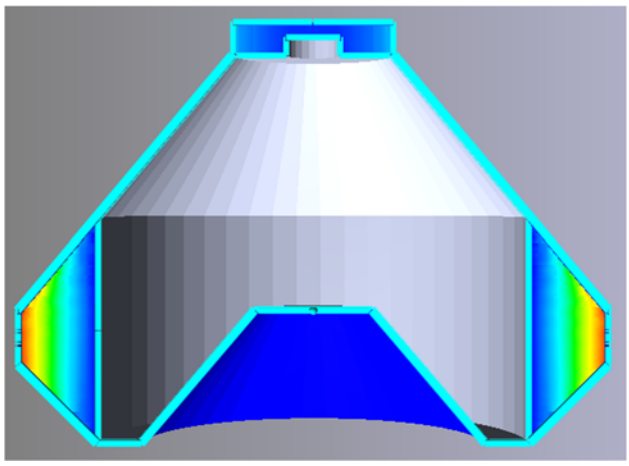


Рис3.4. Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=50°



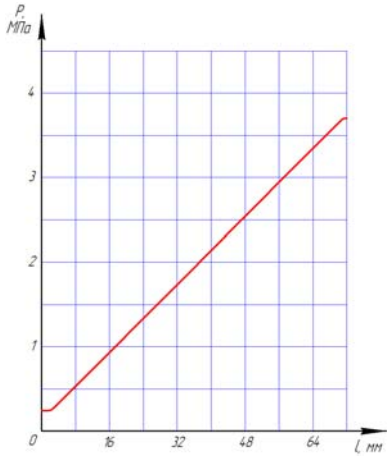
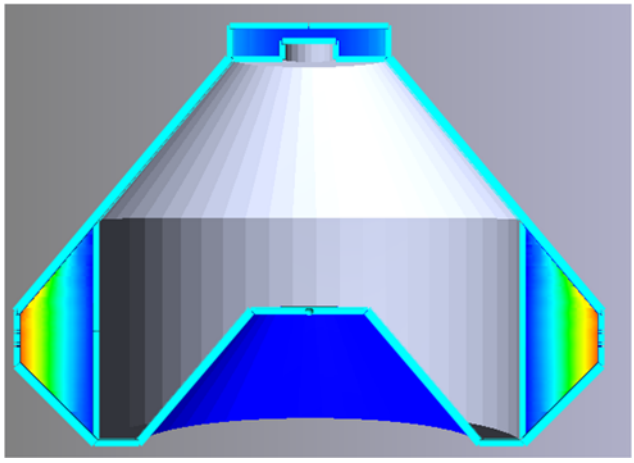


Рис.3.5 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=70°



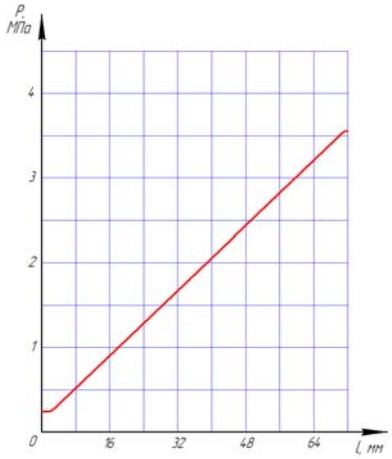


Рис.3.6 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=90°

Таблиця 3.1

Результати дослідження

Кут, град	***Тиск, МПа***
10	4,152
30	4,06
50	3,81
70	3,698
90	3,54

Як бачимо, збільшення кута призводить до падіння тиску. Це відбувається за рахунок зміни гідравлічних опорів. Для кращої візуалізації побудуємо

зведений графік залежності розподілення тиску в барабані сепаратора по довжині зони ущільнення від кута нахилу сопла.

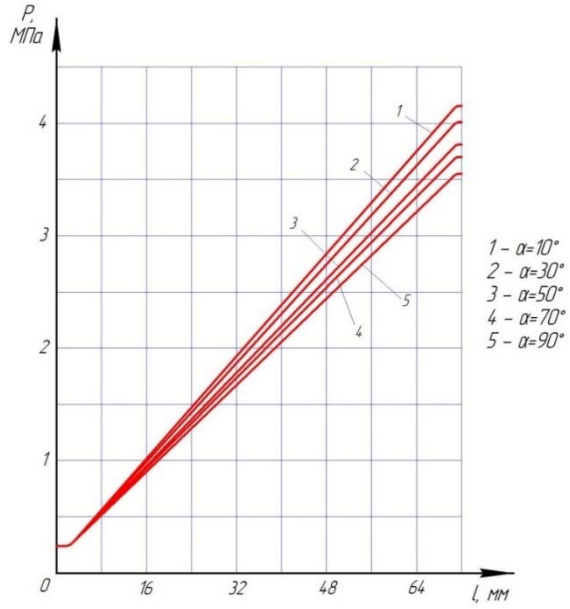


Рис.3.7 Зведений графік залежності розподілення тиску в барабані сепаратора по довжині зони ущільнення від кута нахилу сопла.

Побудуємо графік залежності тиску від кута.

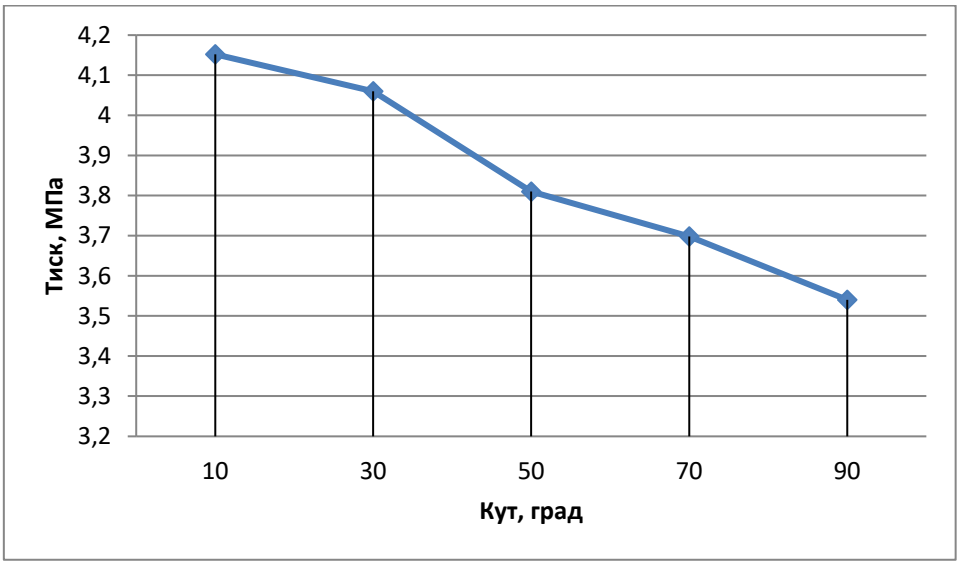


Рис.3.8 Графік залежності тиску від кута

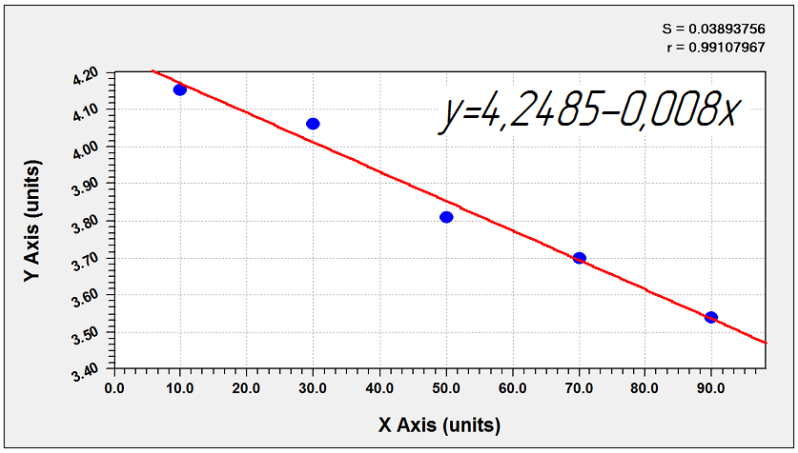


Рис.3.9 Пряма, яка описує залежність тиску від кута, та її рівняння

Знаючи значення тиску, визначимо вологість продукту на периферії барабана.

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot \tan\alpha(2eR^3 - aR^4 - 6eRr_0^2 + 4r_0(aR+e) - 3ar_0^4)}{3V_б}, \% \qquad (3.1)$$

де r_0 – внутрішній радіус шару осаду, м;

R – максимальний радіус шару осаду, м;

α – кут між поверхнями основи та кришки барабана, град.;

$V_б$ – об'єм шламового простору барабана, м^3;

e – коефіцієнт стискання;

a – коефіцієнт опору сопла.

Коефіцієнт стискання:

$$e = A - \frac{\varepsilon_0}{P}, \text{МПа}^{-1} \qquad (3.2)$$

де A – об'єм частинок скелету, приймаємо з довідника;

ε_0 – вологість речовини перед початком стискання;

P – тиск, МПа

$$e = 0{,}66 - \frac{1}{4{,}152} = 0{,}419\text{МПа}^{-1}$$

Коефіцієнт опору сопла:

$$a = \frac{1}{\varphi^2} - 1 \qquad (3.3)$$

де φ – коефіцієнт швидкості, приймаємо з довідника.

$$a = \frac{1}{0{,}76^2} - 1 = 0{,}73$$

Тоді,

$$\varepsilon = \frac{3{,}14 \cdot \tan 130\,(2 \cdot 0{,}419 \cdot 0{,}286^3 - 0{,}73 \cdot 0{,}286^4 - 6 \cdot 0{,}419 \cdot 0{,}286 \cdot 0{,}18^2 + 4 \cdot 0{,}18(0{,}73 \cdot 0{,}286 + 0{,}419) - 3 \cdot 0{,}419 \cdot 0{,}18^4)}{3 \cdot 0{,}015}$$

$$= 77{,}94\ \%$$

Проведемо розрахунки для всіх значень тиску, результати запишемо в таблицю.

Таблиця 3.2

Результати розрахунку

Кут, град	***Тиск, МПа***	***Вологість, %***
10	4,152	77,94
30	4,06	78,45
50	3,81	79,95
70	3,698	80,71
90	3,54	81,84

На основі розрахункових даних побудуємо графік залежності вологості від тиску.

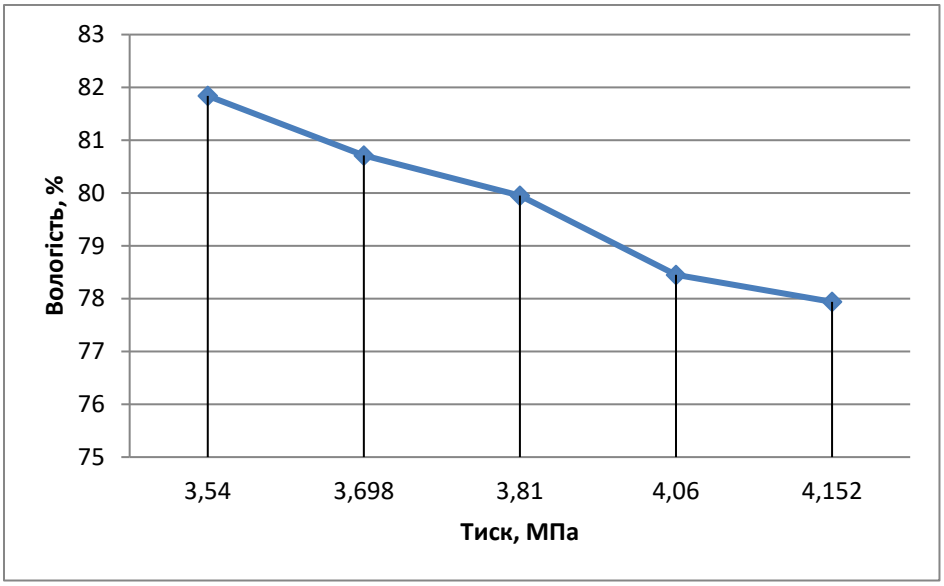


Рис.3.10 Графік залежності вологості від тиску

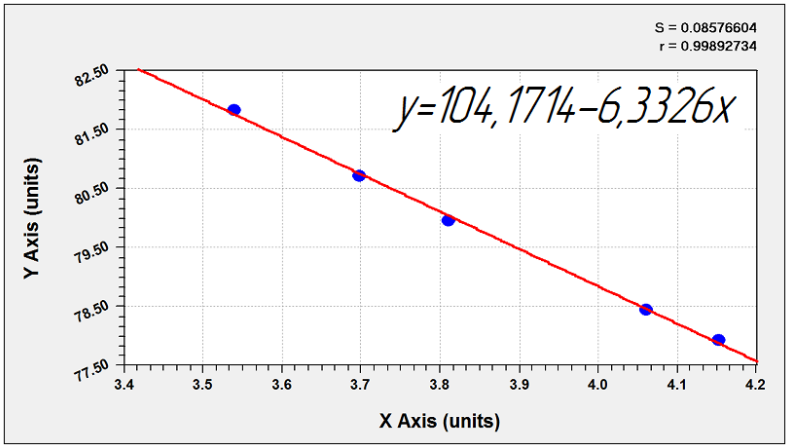


Рис. 3.11 Пряма, яка описує залежність вологості від тиску, та її рівняння

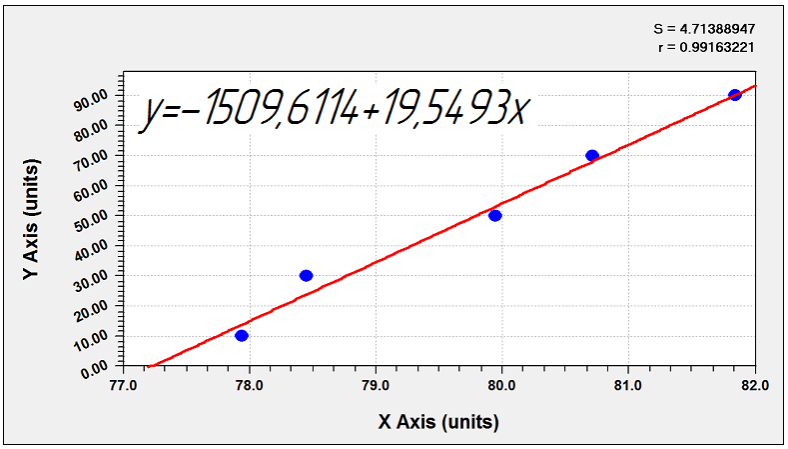


Рис. 3.12 Пряма, яка описує залежність кута від вологості, та її рівняння

За аналогією, проведемо такі самі дослідження для діаметра сопла 0,6мм.

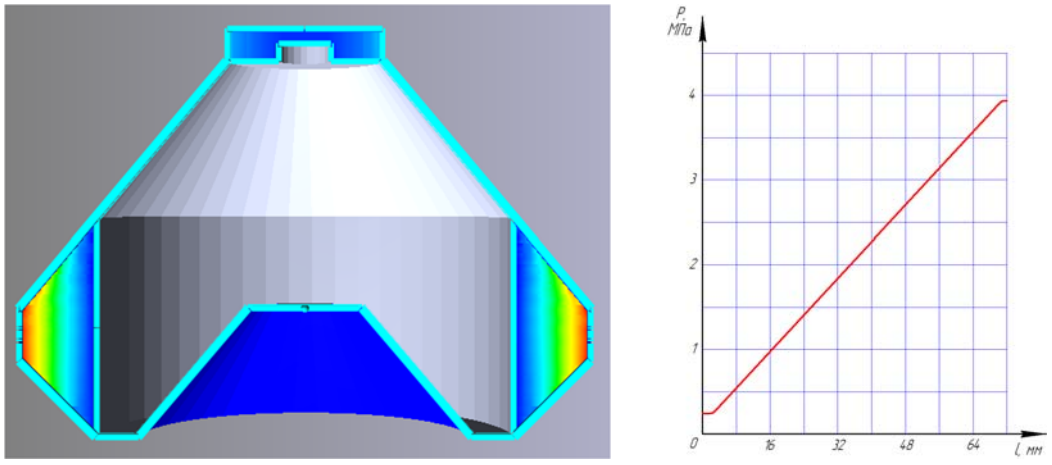


Рис. 3.13 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=10°

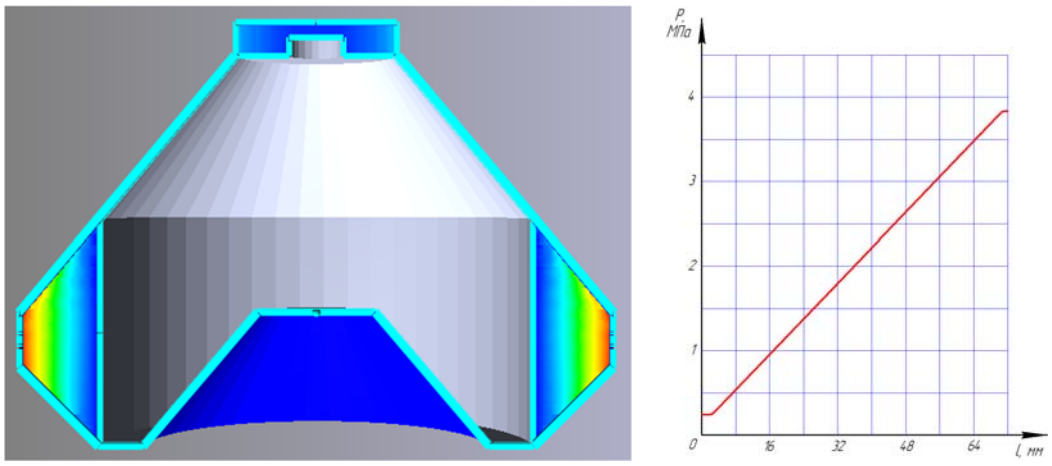


Рис. 3.14 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=30°

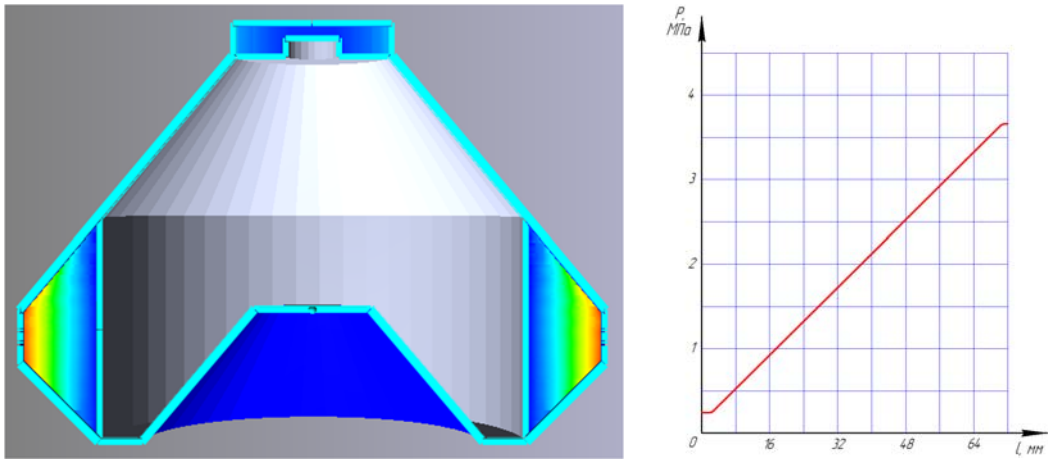


Рис. 3.15 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=50°

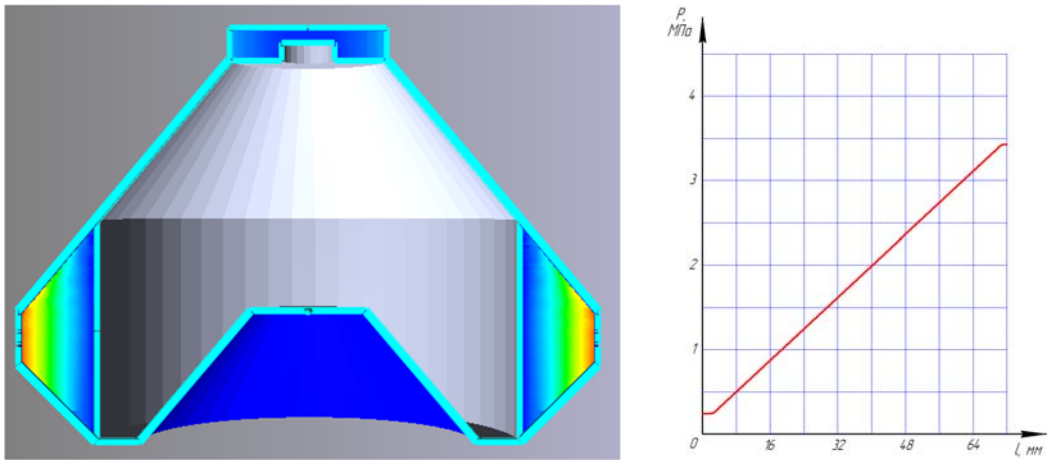


Рис. 3.16 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=70°

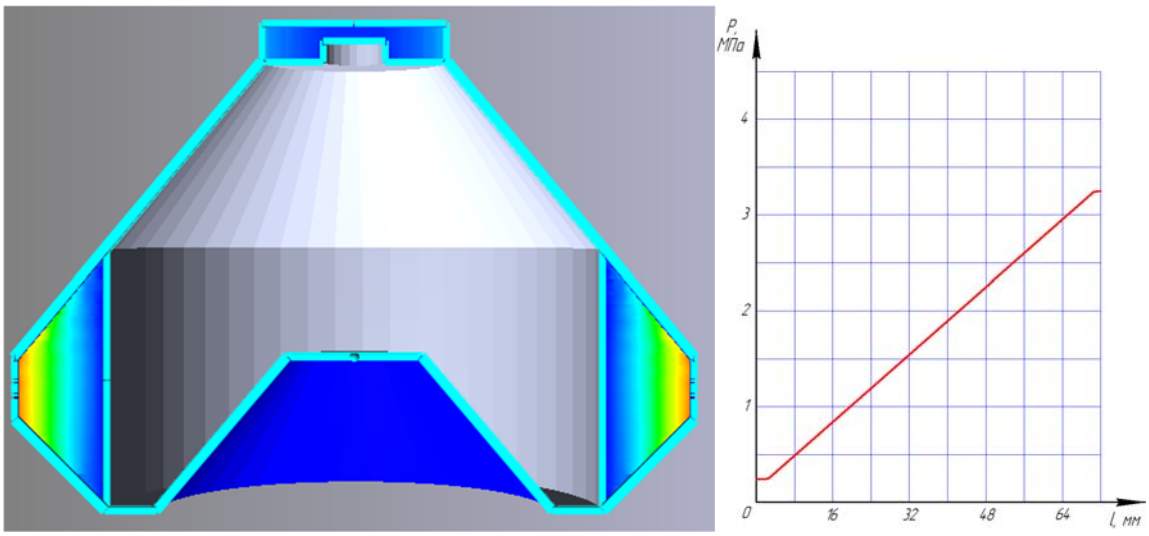


Рис. 3.17 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=90°

Таблиця 3.3

Результати досліджень

Кут, град	***Тиск, МПа***
10	3,934
30	3,826
50	3,666
70	3,426
90	3,255

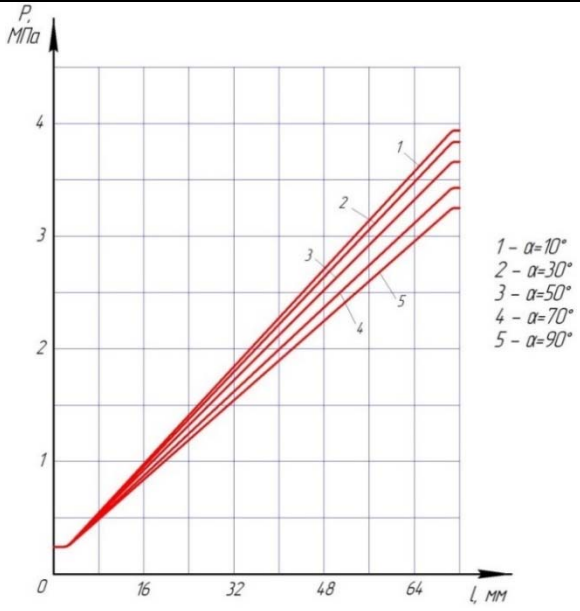


Рис.3.18 Зведений графік залежності розподілення тиску в барабані сепаратора по довжині зони ущільнення від кута нахилу сопла

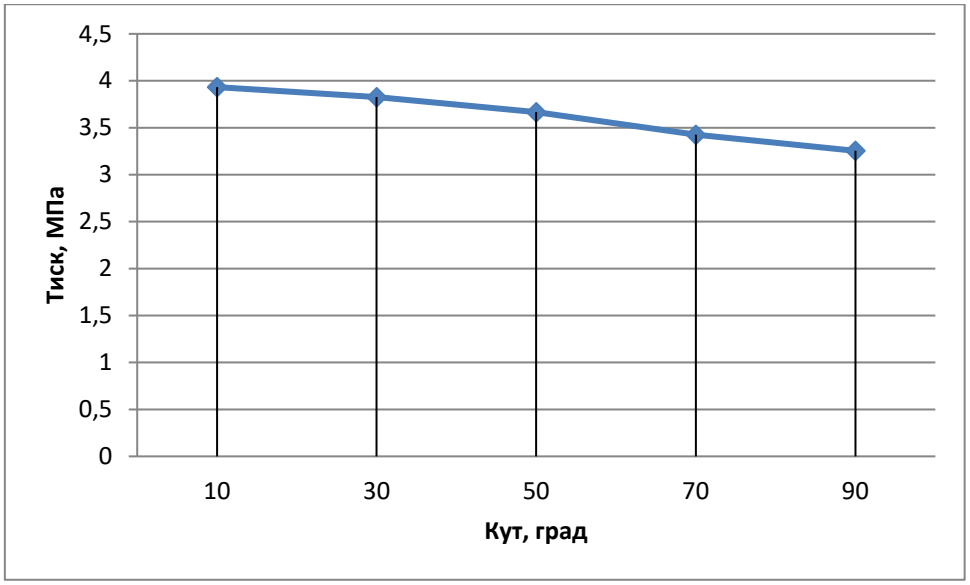


Рис. 3.19 Графік залежності тиску від кута

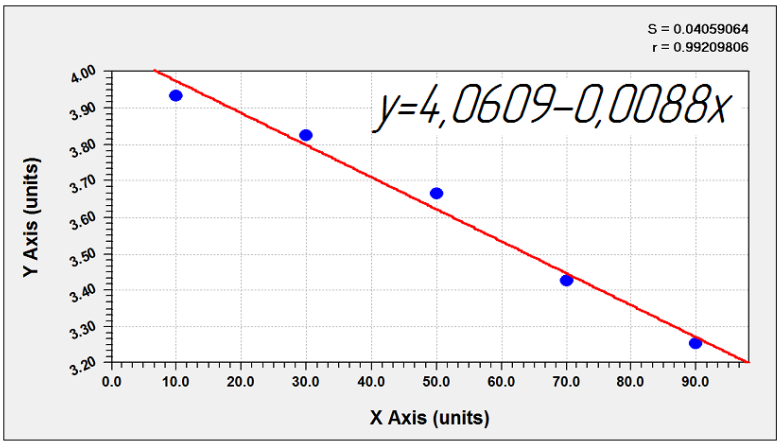


Рис. 3.20 Пряма, яка описує залежність тиску від кута, та її рівняння

Підставивши значення тиску в формули (3.1), (3.2) визначимо вологість.

Таблиця 3.4

Результати розрахунку

Кут, град	***Тиск, МПа***	***Вологість, %***
10	3,934	79,20
30	3,826	79,83
50	3,666	80,96
70	3,426	82,72
90	3,255	84,1

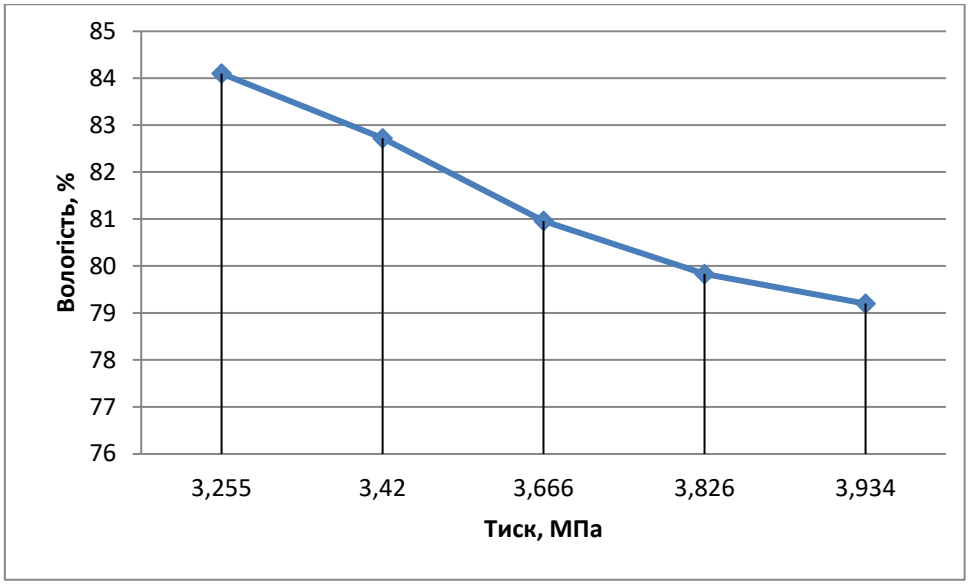


Рис. 3.21 Графік залежності вологості від тиску

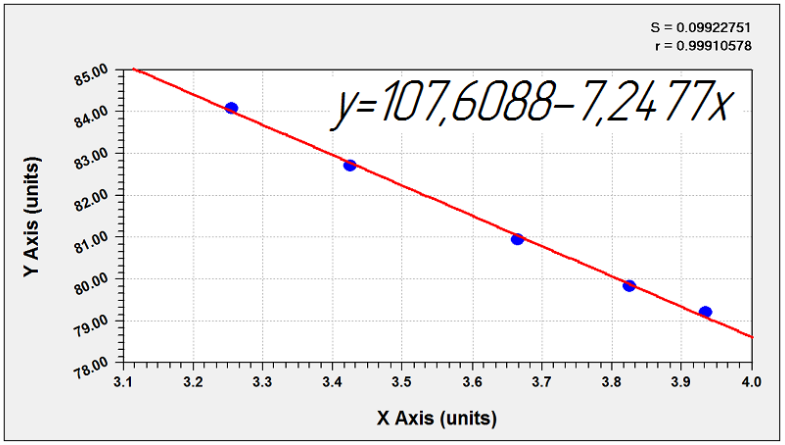


Рис. 3.22 Пряма, яка описує залежність вологості від тиску, та її рівняння

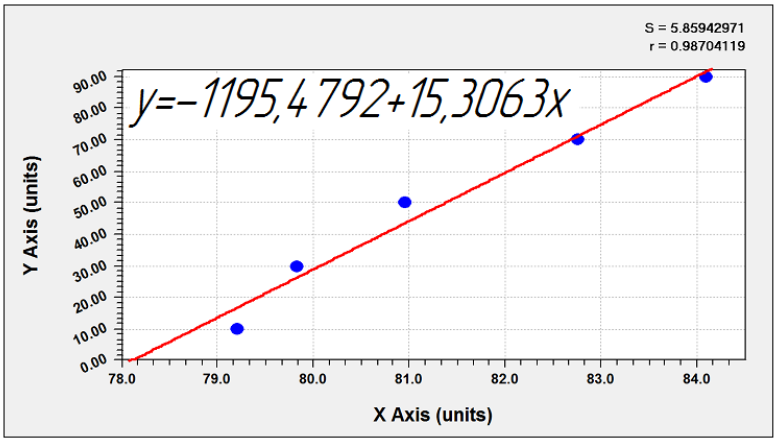


Рис. 3.23 Пряма, яка описує залежність кута від вологості, та її рівняння

Проведемо аналогічні дослідження для діаметра сопла 0,7мм.

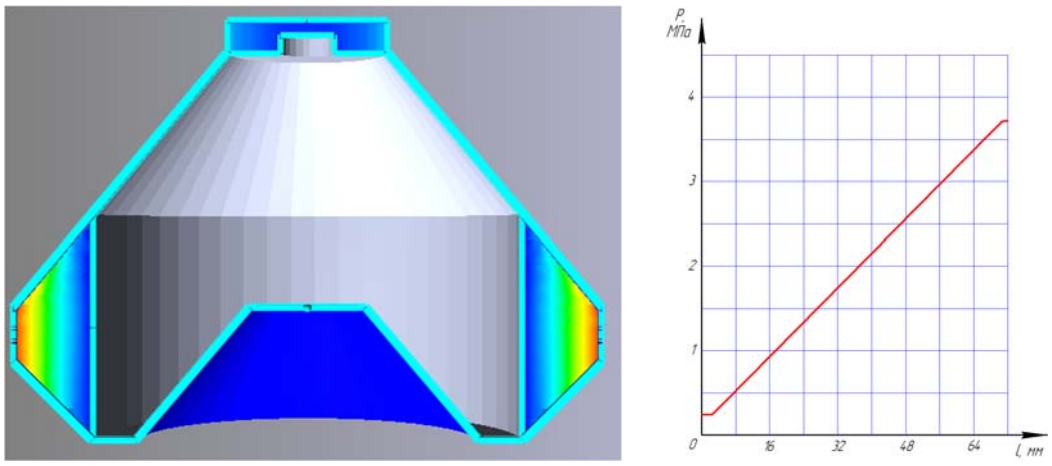


Рис. 3.24 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=10°

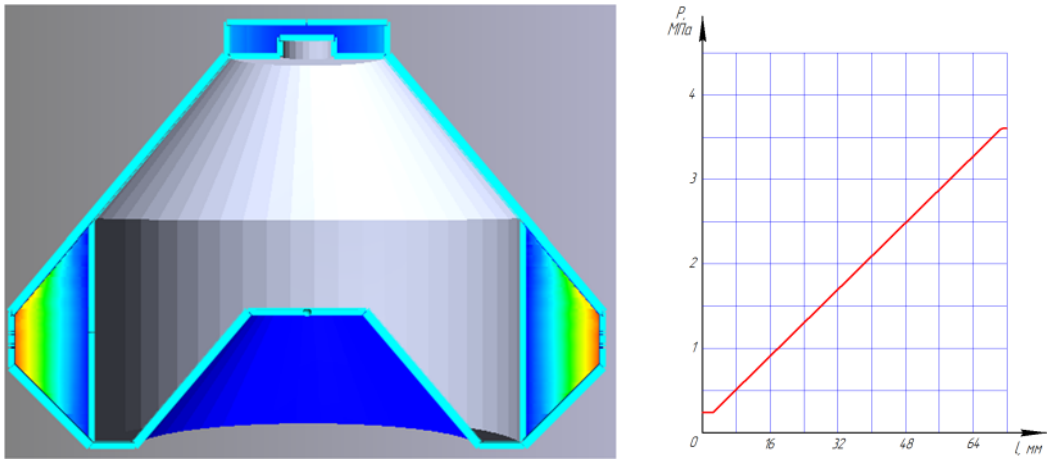


Рис. 3.25 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=30°

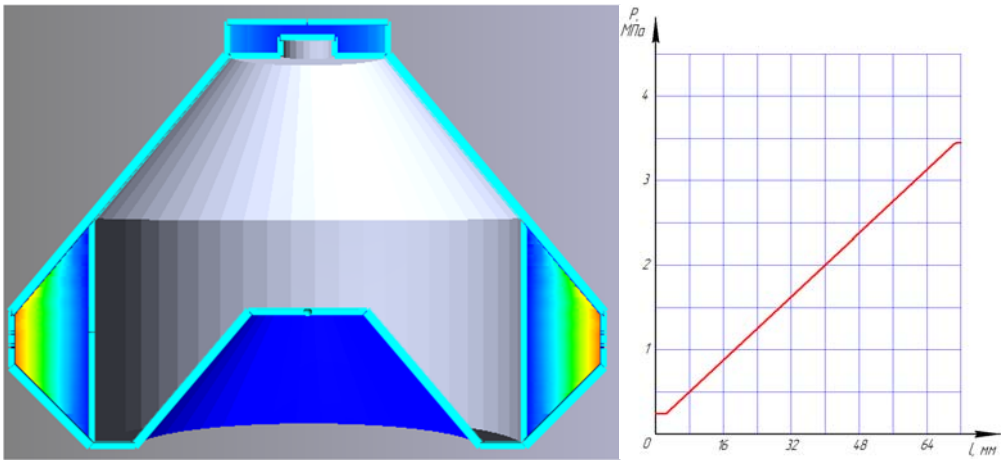


Рис. 3.26 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=50°

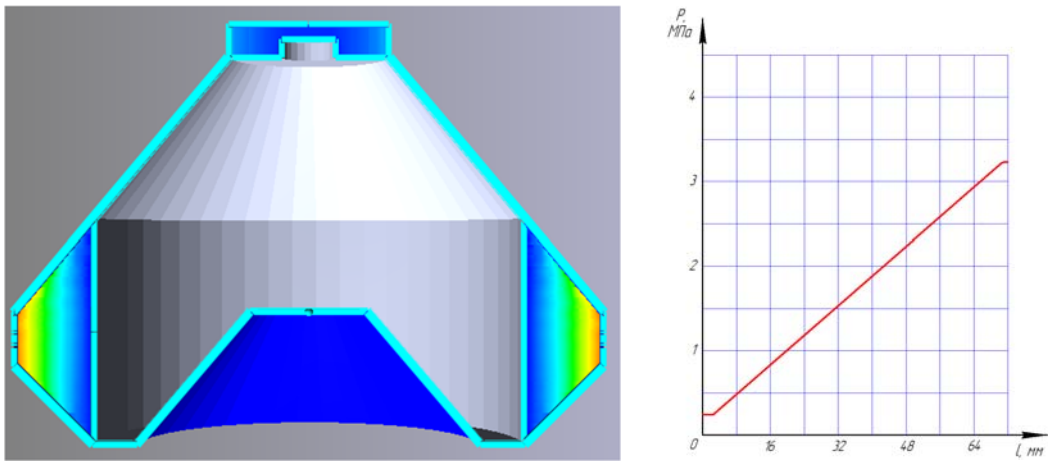


Рис. 3.27 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=70°

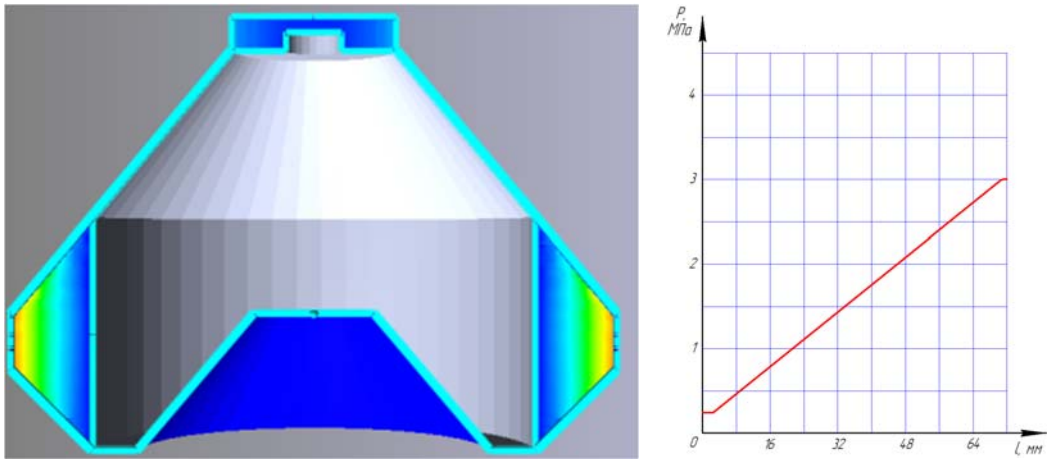


Рис. 3.28 Розподіл тиску в барабані сепаратора при куті нахилу сопла α=90°

Таблиця 3.5

Результати досліджень

Кут, град	***Тиск, МПа***
10	3,720
30	3,608
50	3,437
70	3,230
90	3,057

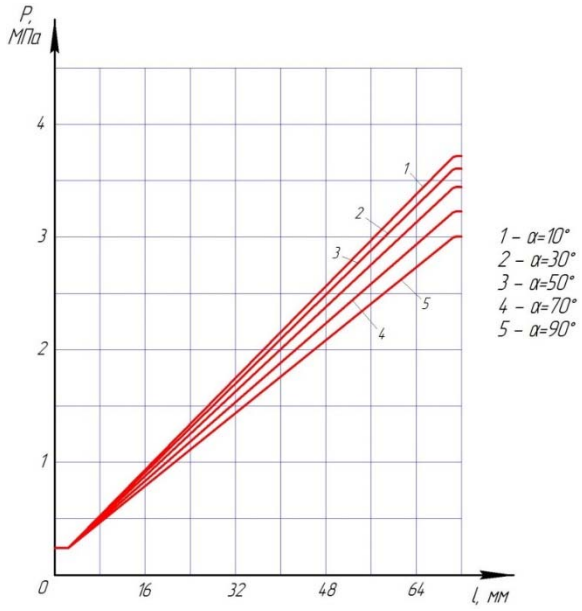


Рис.3.29 Зведений графік залежності розподілення тиску в барабані сепаратора по довжині зони ущільнення від кута нахилу сопла

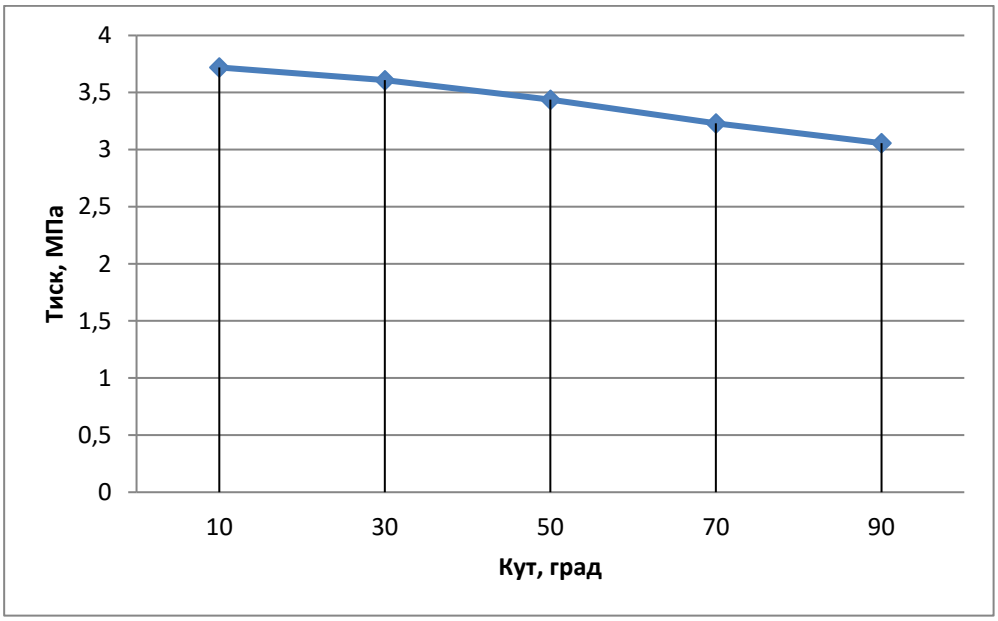


Рис. 3.30 Графік залежності тиску від кута

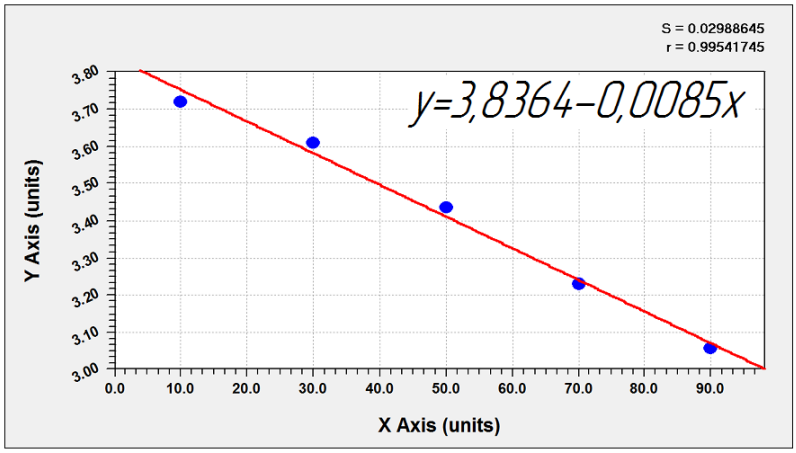


Рис. 3.31 Пряма, яка описує залежність тиску від кута, та її рівняння

Підставивши значення тиску в формули (3.1), (3.2) визначимо вологість.

Таблиця. 3.6

Результати розрахунку

Кут, град	***Тиск, МПа***	***Вологість,%***
10	3,720	80,58
30	3,608	81,34
50	3,437	82,6
70	3,230	84,35
90	3,057	86

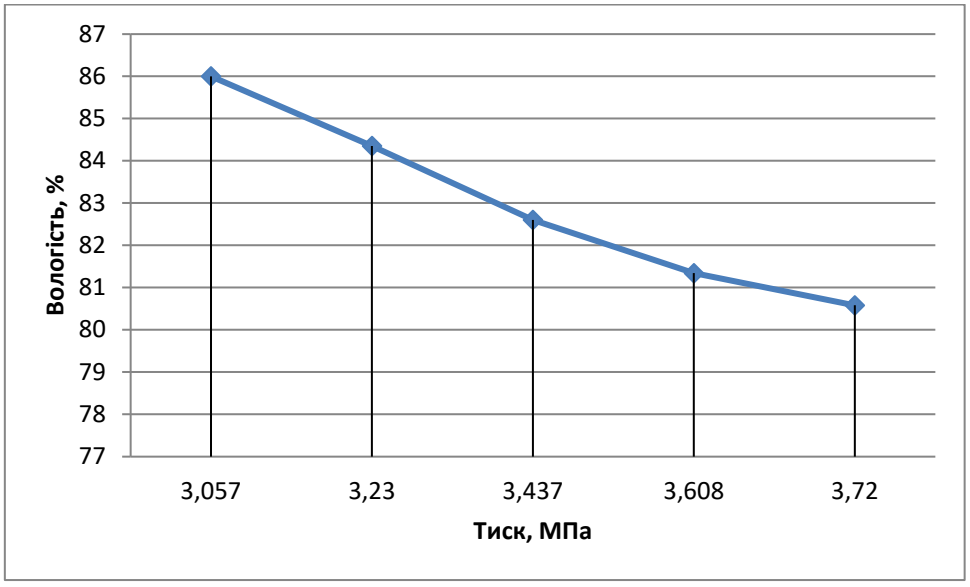


Рис.3.32 Графік залежності вологості від тиску

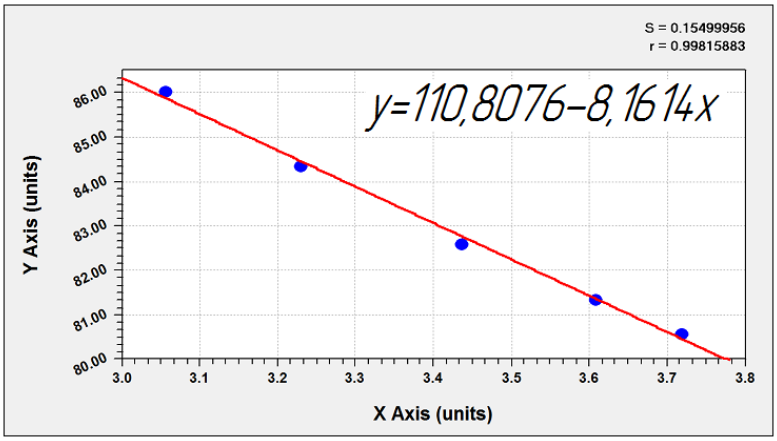


Рис. 3.33 Пряма, яка описує залежність вологості від тису, та її рівняння

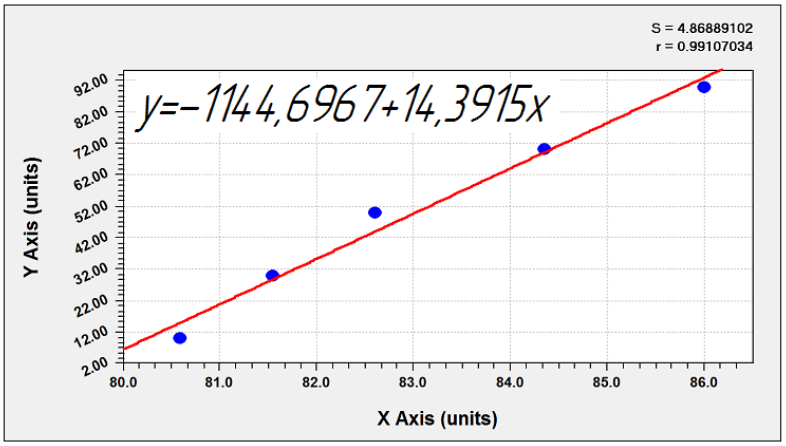


Рис. 3.34 Пряма, яка описує залежність кута від вологості, та її рівняння

На основі проведених досліджень та розрахунків побудуємо зведену таблицю та графіки.

Таблиця 3.7

Зведена таблиця

Діаметр, мм	***Кут, град***	***10***	***30***	***50***	***70***	***90***
0,5	Тиск, МПа	4,152	4,06	3,81	3,698	3,54
	Вологість, %	77,94	78,45	79,95	80,71	81,84
0,6	Тиск, МПа	3,934	3,826	3,666	3,426	3,255
	Вологість, %	79,2	79,83	80,96	82,72	84,1
0,7	Тиск, МПа	3,720	3,608	3,437	3,230	3,057
	Вологість,%	80,58	81,54	82,6	84,35	86

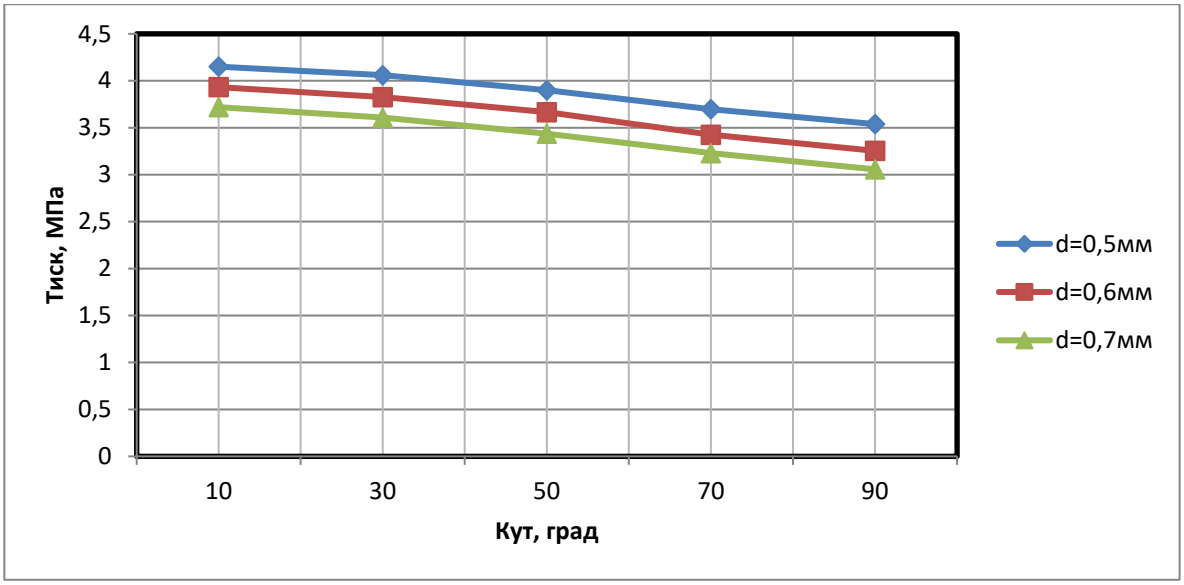


Рис.3.35 Графік залежності тиску від кута нахилу сопла при різних його діаметрах

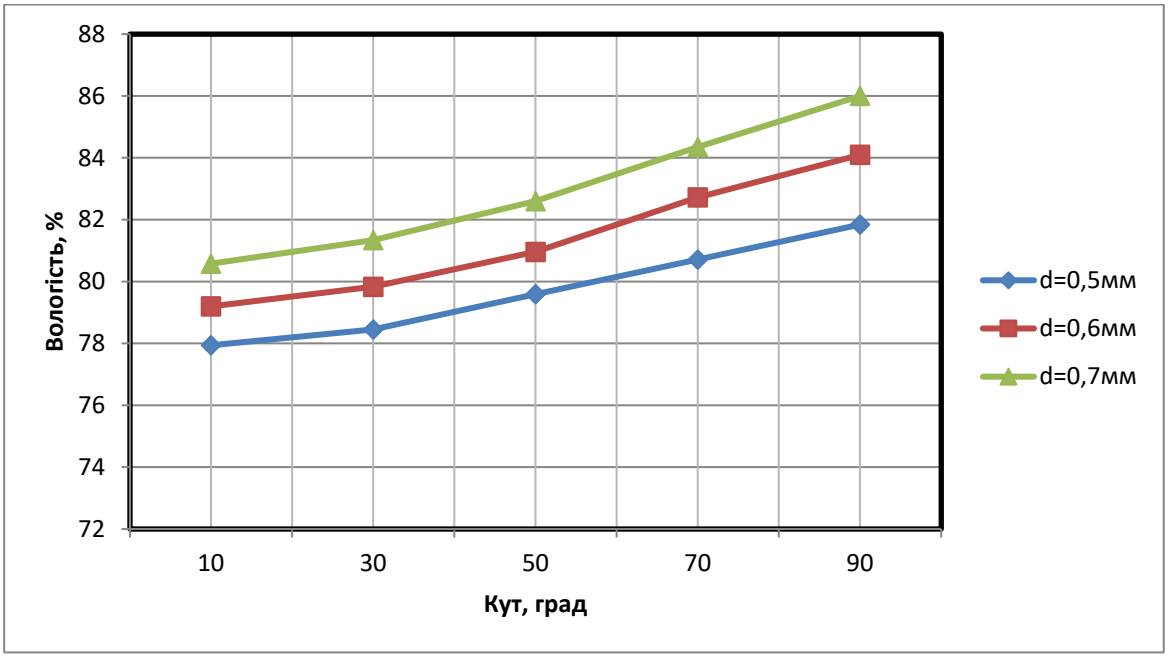


Рис.3.36 Графік залежності вологості осаду від кута нахилу сопла при різних його діаметрах

Узагальнення результатів:

Згідно проведених досліджень встановлено, що:

Збільшення кута, між віссю сопла та дотичною до кола, призводить до зменшення тиску білкового осаду в барабані сепаратора.

Більший тиск призводить до більшого ущільнення, відповідного, його вологість зменшується і навпаки, зі зменшенням тиску, ущільнення буде меншим, а вологість більшою.

Регулювання вологості осаду можна здійснювати кутом нахилу сопла, а не тільки його діаметром. Зменшуючи діаметр сопла, можна регулювати ступінь згущення осаду, однак, необхідно враховувати те, що сопла меншого діаметру більш схильні до забивання, ніж сопла більшого діаметру.

Дослідження дозволили встановити залежність вологості осаду від діаметра сопла та його кута нахилу. З діаметром сопла 0,5мм., змінюючи кут в межах з 10° до 90°, можна отримати білковий осад вологістю 77,94…81,84%. З діаметром сопла 0,6мм., змінюючи кут в межах з 10° до 90°, можна отримати білковий осад вологістю 79,2…84,1%. З діаметром сопла 0,7мм., змінюючи кут в межах з 10° до 90°, можна отримати білковий осад вологістю 80,58…86%.

Аналізуючи графік 3.36 можна вибрати раціональне значення кута та діаметра сопла для отримання білкового осаду необхідної вологості. Як приклад, для отримання білкового осаду вологістю 82%, можна використати сопло діаметром 0,7мм. з кутом його нахилу ≈41° або використати сопло діаметром 0,6 мм. з кутом його нахилу ≈63°. Для більш точного встановлення значення кута можна використати з точністю 0,98-0,99 рівняння, які зображені на рис.3.12 для діаметра сопла 0,5мм, на рис.3.23 для діаметра сопла 0,6мм., та на рис.3.34для діаметра сопла 0,7мм.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок модернізованого обладнання.

Технологічний розрахунок

1. Об’єм осаду, який витікає з барабана через сопла :

$$Q = \mu z f \omega R \sqrt{1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2}, \text{м}^3/\text{с} \quad (4.1)$$

де: μ - коефіцієнт витрат;

z - кількість сопел;

f - площа отвору одного сопла;

ω - кутова швидкість барабана;

R - відстань від вісі барабана до внутрішньої поверхні вихідного отвору сопла;

r - відстань від вісі барабана до внутрішньої поверхні рідини, яка знаходиться в барабані.

2. Площа одного отвору сопла:

$$f = \frac{\pi d^2}{4}, \text{м}^2, \quad (4.2)$$

де: d - діаметр отвору сопла, м.;

$$f = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}0006^2}{4} = 2{,}8 \cdot 10^{-7} \text{м}^2$$

Тоді:

$$Q = 0{,}75 \cdot 4 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-7} \cdot 523 \cdot 0{,}286 \sqrt{1 - \left(\frac{0{,}066}{0{,}286}\right)^2} = 0{,}000122 \, {}^{\text{м}^3}/_{\text{с}}$$

3. Маса осаду (концентрованої фази), що витікає через сопла з барабана:

$$M = Q \cdot \rho, \text{кг/год} \quad (4.3)$$

де: ρ - густина згустку, кг/м^3.

$$M = 0{,}000122 \cdot 1060 = 0{,}1293 \text{кг/с} \approx 465 \text{кг/год}$$

4. Швидкість викиду згустку відносно сопла:

$$w = \varphi\omega\sqrt{R^2 - r^2}, \text{м/с}, \quad (4.4)$$

де: φ – коефіцієнт швидкості

$$w = 1 \cdot 523\sqrt{0{,}286^2 - 0{,}066^2} = 145{,}8 \text{ м/с}$$

Енергетичний розрахунок.

1. Загальні витрати потужності:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, кВт \quad (4.5)$$

2. Потужність, що витрачається на надання ротору кінетичної енергії у період розгону:

$$N_1 = \frac{A}{\tau \cdot 100}, \text{кВт} \quad (4.6)$$

де:τ час розгону ротора,с;

А- кінетична енергія ротора:

$$A = \frac{G \cdot R_i^2 \cdot \omega^2}{2g}, \text{Дж} \quad (4.7)$$

де: G- вага барабана, Н;

R_i-радіус інерції ротора,м:

$$R_\text{i} = \frac{D}{4}, \text{м} \quad (4.8)$$

$$R_\text{i} = \frac{D}{4} = \frac{0{,}62}{4} = 0{,}155 \text{ м}$$

$$A = \frac{686{,}7 \cdot 0{,}155^2 \cdot 523^2}{2 \cdot 9{,}81} = 230004 \text{ Дж}$$

Тоді,

$$N_1 = \frac{A}{\tau \cdot 100} = \frac{230004}{300 \cdot 100} = 7{,}6 \text{ кВт}$$

3. Потужність, необхідна для подолання опору тертя ротора об повітря:

$$N_2 = 1{,}55 \cdot \beta \cdot \rho \cdot \omega^3 \cdot R^5 \left(\frac{1}{cos\alpha} + 5\frac{H}{R} + 1\right), \text{кВт} \quad (4.9)$$

де: β - емпіричний коефіцієнт;

R – зовнішній радіус барабана;

ρ – густина повітря, кг/м^3;

H – висота циліндричної частини барабана;

α – кут підйому твірної кришки.

$$N_2 = 1{,}55 \cdot 18 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}2 \cdot 523^3 \cdot 0{,}31^5 \cdot \left(\frac{1}{cos\,50°} + 5\frac{0{,}215}{0{,}31} + 1\right) = 0{,}822 \text{ кВт}$$

4. Потужність, яка витрачається на подолання тертя в приводному механізмі:

$$N_3 = \frac{\mu_0 \cdot m \cdot \pi \cdot d_в \cdot n \cdot g}{60 \cdot 1000}, \text{кВт} \qquad (4.10)$$

де: μ_0 – коефіцієнт тертя ;

m – масса частин сепаратора, що обертаються (барабана і рідини), кг;

$d_в$ – діаметр шийки веретена, м.;

$$N_3 = \frac{0{,}3 \cdot 150 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}06 \cdot 5000 \cdot 9{,}81}{60 \cdot 1000} = 6{,}8 \text{ кВт}$$

5. Потужність, що витрачається на викид рідини через сопла:

$$N_4 = \frac{1}{102\eta_м\eta_б} \cdot \frac{Q\rho\omega_{абс}^2}{2}, \text{ Вт} \qquad (4.11)$$

де: $\eta_м$ - ККД механізму сепаратора;

$\eta_б$ - ККД барабану як передаючого пристрою;

$\omega_{абс}$ - абсолютна швидкість рідини, яка виходить з барабана:

$$\omega_{абс} = K\sqrt{w^2 + U^2 - 2wU\cos\beta}, \text{ м/с} \qquad (4.12)$$

де: U - колова швидкість сопла: $U = \omega R = 523 \cdot 0{,}286 = 149{,}6 \text{м/с}$

β - кут між віссю сопла і дотичною кола;

K - коефіцієнт, який враховує збільшення швидкості за рахунок підхвату рідини після виходу із сопла.

$$\omega_{абс} = 1{,}3\sqrt{145{,}8^2 + 149{,}6^2 - 2 \cdot 145{,}5 \cdot 149{,}6 \cdot \cos 20} = 69{,}4 м/с;$$

Змінюючи кут нахилу соплових отворів між віссю сопла та дотичною до кола, перевіримо значення абсолютної швидкості викиду рідини з барабану сепаратора, і порівняємо ці дані з паспортним значенням куту нахилу сопла який становить 20°.

Таблиця 4.1

Значення швидкості виходу продукту з барабану при змінному куті нахилу сопла до дотичної кола

№ п.п	*Кут нахилу сопла, град*	*Абсолютна швидкість продукту, що виходить з барабану*	
		м/с	*%*
1	15	50,3	-27,5
2	20	69,4	100
3	25	83,2	119,8
4	30	99,4	143,2
5	35	115,5	166,4
6	40	131,4	189,3
7	45	146,9	211,6
8	50	162,2	233,7
9	55	179,3	258,3
10	60	191,9	276,5

З даних, наведених у табл. 4.1, видно, що зі зменшенням кута нахилу, зменшується абсолютна швидкість виходу продукту з барабану сепаратора, і навпаки, зі збільшенням кута нахилу, абсолютна швидкість на відведення продукту з барабану сепаратора збільшується.

Тоді:

$$N_4 = \frac{1}{102 \cdot 0{,}76 \cdot 0{,}65} \cdot \frac{0{,}000122 \cdot 1060 \cdot 69{,}4^2}{2} = 5{,}4 Вт$$

$$N = 7{,}6 + 0{,}822 + 6{,}8 + 0{,}0054 = 15{,}22 кВт$$

6. Потужність електродвигуна сепаратора:

$$N_{дв} = \frac{N \cdot 1{,}1}{\eta_{дв}}, кВт \qquad (4.13)$$

де: $\eta_{дв}$- ККД двигуна

$$N_{дв} = \frac{15{,}22 \cdot 1{,}1}{0{,}9} = 18{,}4 кВт$$

За стандартом приймаємо двигун з потужністю 18,5 кВт.

7. Потужність споживана сепаратором з електричної мережі:

$$N_{\text{мер}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\eta_{\text{дв}}}, \text{кВт} \quad (4.14)$$

$$N_{\text{мер}} = \frac{18,5}{0,9} = 20,5 \text{ кВт}$$

8. Час пускового періоду сепаратора:

$$\tau_{пуск} = \frac{1.2 \cdot J_B \cdot \omega^2}{2000 \cdot k \cdot N_{дв} \cdot \eta_{пр}}, \text{ хв} \quad (4.15)$$

де: J_B – динамічний момент інерції барабана:

$$J_B = m \cdot r_c^2, \; кг \cdot м^2 \quad (4.16)$$

$$J_B = 70 \cdot 0,31^2 = 6,7 \; кг \cdot м^2$$

k – коефіцієнт використання потужності двигуна в період розгону барабана сепаратора;

$$\tau_{пуск} = \frac{1,2 \cdot 6,7 \cdot 523^2}{2000 \cdot 0,8 \cdot 18,5 \cdot 0,76} = 98с = 1,6хв.$$

Механічні розрахунки.

Кінематичний та силовий розрахунок привода

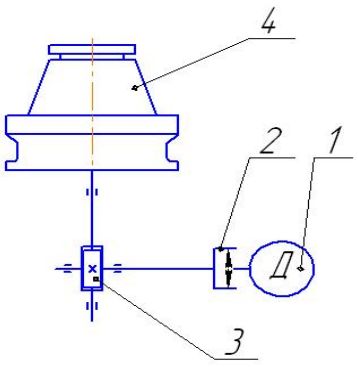


Рис. 4.1 Кінематична схема привода: 1.Електродвигун, 2. Муфта, 3.Зубчаста гвинтова передача, 4.Барабан

1. Загальний ККД привода:

$$\eta_{заг} = \eta_м \cdot \eta_{гп} \cdot \eta_{пк}^2 \quad (4.17)$$

де : $\eta_м$ = 0,98ККД муфти;

$\eta_{чп}$= 0,8 ККД гвинтової передачі;

$\eta_{пк}$= 0,99 ККД однієї пари підшипників кочення.

$$\eta_{заг} = 0{,}98 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}99^2 = 0{,}76$$

2. Передаточне відношення гвинтової передачі:

$$i_{гп} = \frac{n_{дв}}{n_б} \quad (4.18)$$

де: $n_{дв}$- частота обертання валу електродвигуна, об/хв;

$n_б$ - частота обертання барабану, об/хв.

$$i_{гп} = \frac{1450}{5000} = 0{,}29$$

3. Частота обертання валів:

$$n_1 = n_2 = n_{дв} = 1450 \ {}^{об}/_{хв}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{гп}} = \frac{1450}{0.29} = 5000 \ {}^{об}/_{хв}$$

4. Кутова швидкість валів:

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3.14 \cdot 1450}{30} = 152 \ {}^{рад}/_{с}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_{гп}} = \frac{152}{0{,}29} = 523 \ {}^{рад}/_{с}$$

5. Потужність на валах:

$$P_1 = P_{дв} = 18{,}5 \text{ кВт}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{муфт} \cdot \eta_{пк}, \text{кВт} \quad (4.19)$$

$$P_2 = 18{,}5 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}99 = 17{,}9 \text{ кВт}$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{гп} \cdot \eta_{пк}, \text{кВт} \quad (4.20)$$

$$P_3 = 17{,}9 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}99 = 14{,}1 \text{ кВт}$$

6. Обертовий момент на валах:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1}, H \cdot м \quad (4.21)$$

$$T_1 = \frac{18{,}5 \cdot 10^3}{152} = 121{,}7 H \cdot \text{м}$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2}, H \cdot \text{м} \quad (4.22)$$

$$T_2 = \frac{17{,}9 \cdot 10^3}{152} = 117{,}7 H \cdot \text{м}$$

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3}, H \cdot \text{м} \quad (4.23)$$

$$T_3 = \frac{14{,}1 \cdot 10^3}{523} = 26{,}5 H \cdot \text{м}$$

Таблиця 4.2

Результати розрахунку

Вал	***Показник***			
	Частота обертання, об/хв	***Кутова швидкість, рад/с***	***Потужність, кВт***	***Обертовий момент, Н·м***
I	1450	152	18,5	121,7
II	1450	152	17,9	117,7
III	5000	523	14,1	26,5

Розрахунок зубчатої передачі.

Вихідні дані: P_2=17,9кВт; ω_2=523рад/с; T_2 =117,7; u=0,29;

Для вінця колеса призначаємо бронзу Бр010Н1Ф1, для якої $\sigma_т$ =165 МПа, $\sigma_в$ =285 МПа. Для черв'яка (шестерні) призначаємо сталь 40Х з термообробкою поліпшення 270…300 НВ і гартування витків С.В.Ч. 45…50 HRC. Після термообробки витки шліфуємо.

1. Швидкість ковзання передачі:

$$V_S{}^I = \frac{4{,}3 \cdot \omega_2 \cdot u}{10^3} \cdot \sqrt[3]{T_2}, \text{м/с} \quad (4.24)$$

$$V_S{}^I = \frac{4{,}3 \cdot 523 \cdot 0{,}29}{10^3} \cdot \sqrt[3]{117{,}7} = 3{,}2 \text{ м/с}$$

2. Допустиме контактне напруження для матеріалу вінця колеса:

$$[\sigma]_H = 300 - 25 \cdot V_S{}^I, \text{МПа} \quad (4.25)$$

$$[\sigma]_H = 300 - 25 \cdot 3{,}2 = 220 \text{ МПа}$$

3. Кількість циклів навантаження зубів черв'яка:

$$N = 573 \cdot \omega_2 \cdot L_h \quad (4.26)$$

$$N = 573 \cdot 523 \cdot 15 \cdot 10^3 = 4{,}5 \cdot 10^8$$

4. Коефіцієнт довговічності:

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N}} \tag{4.27}$$

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{4{,}5 \cdot 10^8}} = 0{,}5$$

5. Допустиме напруження на згин:

$$[\sigma]_F = 0{,}16 \cdot \sigma_B \cdot K_{FL}\text{, МПа} \tag{4.28}$$

$$[\sigma]_F = 0{,}16 \cdot 285 \cdot 0{,}5 = 23 \text{ МПа}$$

6. Міжосьова відстань передачі:

$$a_w = 61 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2}{[\sigma]^2{}_H}}\text{, мм} \tag{4.29}$$

$$a_w = 61 \cdot \sqrt[3]{\frac{117{,}7 \cdot 10^3}{220^2}} = 82 \text{ мм}$$

По стандарту приймаємо: $a_w = 100$ мм

7. Конструктивно призначаємо кількість витків черв'яка (шестерні):

$$z_1 = 10$$

8. Кількість зубів колеса:

$$z_2 = \frac{z_1}{u} \tag{4.30}$$

$$z_2 = \frac{10}{0{,}29} = 35$$

9. Модуль зачеплення:

$$m = (1.5 \ldots 1.7)\frac{a_w}{z_2}\text{, мм} \tag{4.31}$$

$$m = (1.5 \ldots 1.7)\frac{100}{35} = 4{,}3 \ldots 4{,}7 \text{ мм}$$

За стандартом приймаємо $\boldsymbol{m}$ = 5мм

10. Мінімальне значення коефіцієнта діаметра черв'яка:

$$q_{min} = 0{,}212 \cdot z_2 \tag{4.32}$$

$$q_{min} = 0{,}212 \cdot 35 = 7{,}42$$

За стандартом приймаємо q =10

11. Дійсне передаточне число передачі:

$$u^I = \frac{z_1}{z_2} \tag{4.33}$$

$$u^I = \frac{10}{35} = 0{,}29$$

12. Геометричні розміри черв'яка (шестерні):

- ділильний діаметр:

$$d_1 = q \cdot m, \text{мм} \tag{4.34}$$

$$d_1 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм}$$

- діаметр вершин:

$$d_{a1} = d_1 + 2m \text{ , мм} \tag{4.35}$$

$$d_{a1} = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм}$$

- діаметр западин:

$$d_{f1} = d_1 - 2.4m \text{ , мм} \tag{4.36}$$

$$d_{f1} = 50 - 2.4 \cdot 5 = 38 \text{ мм}$$

- довжина нарізаної частини черв'яка:

$$b_1 = m(11 + 0.06z_2) \text{ , мм} \tag{4.37}$$

$$b_1 = 5(11 + 0.06 \cdot 35) = 65 \text{ мм}$$

- для шліфованого черв'яка довжину нарізки збільшуємо на 3 модулі, тоді:

$$b^I{}_1 = b_1 + 3m, \text{мм} \tag{4.38}$$

$$b^I{}_1 = 65 + 3 \cdot 5 = 80 \text{ мм}$$

- ділильний кут підйому лінії витка

$$t_{tg\psi} = \frac{z_1}{q} \tag{4.39}$$

$$t_{tg\psi} = \frac{10}{10} = 1; \psi = 45°$$

13. Геометричні розміри колеса:

- ділильний діаметр:

$$d_2 = m \cdot z_2, \text{мм} \tag{4.40}$$

$$d_2 = 5 \cdot 35 = 175 \text{ мм}$$

- діаметр вершин зубів:

$$d_{a2} = d_2 + 2m, \text{мм} \quad (4.41)$$

$$d_{a2} = 175 + 2 \cdot 5 = 185 \text{ мм}$$

- діаметр западин зубів:

$$d_{f2} = d_2 - 2.4m, \text{мм} \quad (4.42)$$

$$d_{f2} = 175 - 2.4 \cdot 5 = 163 \text{ мм}$$

- ширина вінця колеса:

$$b_2 = 0{,}335 \cdot a_w, \text{мм} \quad (4.43)$$

$$b_2 = 0{,}335 \cdot 100 = 33{,}5 \text{ мм}$$

14. Дійсна швидкість ковзання:

$$V_s = \frac{u^I \cdot \omega_2 \cdot d_1}{2 \cdot cos\psi}, \text{м/с} \quad (4.44)$$

$$V_s = \frac{0{,}29 \cdot 523 \cdot 0{,}05}{2 \cdot cos\, 45°} = 3{,}8 \text{м/с}$$

В залежності від швидкості ковзання приймаємо кут тертя: $\varphi^I = 2{,}15$

15. ККД передачі:

$$\eta = \frac{tg\psi}{tg(\psi+\varphi)} \quad (4.45)$$

$$\eta = \frac{tg\, 45}{tg(45 + 2{,}15)} = 0{,}91$$

16. Сили, що діють у зачепленні:

- колова сила на колесі і осьова на шестірні:

$$F_{t2} = F_{a1} = \frac{2T_2}{d_2}, H \quad (4.46)$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 117{,}7 \cdot 10^3}{175} = 1345\ H$$

- колова сила на шестерні і осьова на колесі:

$$F_{t1} = F_{a2} = \frac{F_{t2} \cdot z_1}{q \cdot \eta}, H \quad (4.47)$$

$$F_{t1} = \frac{1345 \cdot 10}{10 \cdot 0.92} = 1462\ H$$

- радіальна сила на шестерні і колесі:

$$F_{r1} = F_{r2} = F_{t2} \cdot tg\alpha, H \quad (4.48)$$

$$F_{r1} = 1345 \cdot tg45° = 1345\ H$$

17. Дійсне допустиме контактне напруження:

$$[\sigma]_H = 300 - 25 \cdot V_S, \text{МПа} \quad (4.49)$$

$$[\sigma]_H = 300 - 25 \cdot 3{,}8 = 205\ \text{МПа}$$

18. Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H = 340 \cdot \sqrt{\frac{F_{t2} \cdot K}{d_1 \cdot d_2}}, \text{МПа} \quad (4.50)$$

де: К - коефіцієнт навантаження.

$$\sigma_H = 340 \cdot \sqrt{\frac{1345 \cdot 2}{50 \cdot 175}} = 188\ \text{МПа} < [\sigma]_H = 205\ \text{МПа}$$

Контактна міцність зубів забезпечена.

19. Еквівалентна кількість зубів колеса:

$$z_{V2} = \frac{z_2}{cos^3\psi} \quad (4.51)$$

$$z_{V2} = \frac{35}{cos^3 45} = 49{,}5$$

20. Приймемо коефіцієнт форми зуба: $Y_{F2} = 1{,}45$

21. Розрахункове напруження на згин:

$$\sigma_F = \frac{0{,}7 \cdot Y_{F2} \cdot F_{t2} \cdot K}{b_2 \cdot m}, \text{МПа} \quad (4.52)$$

$$\sigma_F = \frac{0{,}7 \cdot 1{,}45 \cdot 1345 \cdot 2}{33{,}5 \cdot 5} = 16{,}3\ \text{МПа} < [\sigma]_F = 23\ \text{МПа}$$

Міцність зубів на згин забезпечена.

Розрахунок корпуса барабана.

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

1. Найбільше сумарне напруження, що виникає в матеріалі барабану:

$$\sigma_t = \frac{\rho \cdot V^2}{4 \cdot a^2} \cdot (3.3 + 0.7 \cdot a^2) + \frac{\rho_p \cdot V^2}{2} \cdot \frac{1 + a^2}{1 - a^2}, \text{ МПа} \quad (4.53)$$

де: V – колова швидкість на внутрішньому радіусі стінки корпуса:

$$V = \omega r_0, \text{ м/с} \quad (4.54)$$

$$V = 523 \cdot 0{,}267 = 139{,}6 \text{ м/с}$$

ρ – густина матеріалу, з якого виготовлений корпус (основа);

ρ_c – густина продукту що сепарується ;

a – відношення внутрішнього радіуса стінки корпуса до зовнішнього:

$$a = \frac{r_0}{R} \quad (4.55)$$

$$a = \frac{0{,}267}{0{,}31} = 0{,}861$$

$$\sigma_t = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 139{,}6^2}{4 \cdot 0{,}861^2} \cdot (3{,}3 + 0{,}7 \cdot 0{,}861^2) + \frac{1060 \cdot 139{,}6^2}{2} \cdot \frac{1 + 0{,}861^2}{1 - 0{,}861^2} = 269{,}3 \text{ МПа}$$

2. Товщина стінки корпуса:

$$h = \frac{r_0}{2} \cdot \frac{\lambda \cdot \psi \cdot \sigma_0}{(\sigma - \sigma_0)}, \text{ м} \quad (4.56)$$

де: λ – відношення густини сирного згустку до густини матеріалу корпуса:

$$\lambda = \frac{\rho_c}{\rho} = \frac{1060}{8000} = 0{,}132$$

ψ – коефіцієнт заповнення барабана продуктом;

σ – допустиме напруження, МПа;

σ_0 – напруження в стінці, що виникає в наслідок дії відцентрової сили:

$$\sigma_0 = \frac{\rho \cdot V^2}{2} = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 139{,}6^2}{2} = 78 \text{ МПа}.$$

Тоді:

$$h = \frac{0{,}267}{2} \cdot \frac{0{,}132 \cdot 1 \cdot 78 \cdot 10^6}{(170 \cdot 10^6 - 78 \cdot 10^6)} = 0{,}029 \text{м}$$

Приймаємо h= 30мм.

Розрахунок кришки барабана

1. Товщина стінки кришки на різній відстані від осі обертання:

$$h = \frac{\lambda \cdot R_x}{2 \cdot \cos\alpha \cdot \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} - 1\right)}, \text{ м} \qquad (4.57)$$

де: R_x – відстань від осі обертання, на якій визначається товщина, м

α – кут нахилу стінки кришки до вертикалі, град.

$$h = \frac{0{,}132 \cdot 0{,}143}{2 \cdot \cos 50^0 \cdot \left(\frac{170 \cdot 10^6}{78 \cdot 10^6} - 1\right)} = 0{,}0175 \text{ м}$$

Приймаємо h=0,018 м =18мм.

Розрахунок з'єднувального кільця.

1. Повний осьовий тиск рідини на кришку:

$$P = \frac{\pi \cdot \rho_p \cdot \omega^2}{4} \cdot (R^2 - r^2), \text{ Н} \qquad (4.58)$$

де: R, r - радіуси кришки відповідно максимальний і мінімальний, м.;

$$P = \frac{3{,}14 \cdot 1060 \cdot 523^2}{4}(0{,}286^2 - 0{,}057^2) = 7{,}7 \cdot 10^6 H$$

Конструктивно прийнявши ширину захвату і замінивши розподілене навантаження зосередженим, визначаємо товщину захвату а

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{P \cdot e}{2} = \frac{6}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot a^2} \le [\sigma_{зг}] \qquad (4.59)$$

звідки

$$a \ge \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot [\sigma_{зг}]}}$$

де: е – ширина захвату;

$[\sigma_{зг}]$ – допустиме напруження на згин ($[\sigma_{зг}]=200 \cdot 10^6$Па);

R – зовнішній радіус захвату

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot 7{,}7 \cdot 10^6 \cdot 0{,}035}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}286 \cdot 200 \cdot 10^6}} = 0{,}0698\text{м}$$

2. Зовнішній радіус кільця з умови міцності на розтяг, м.:

3. $R_k = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot [\sigma]_p}} + R_\rho = \sqrt{\frac{7{,}7 \cdot 10^6}{3{,}14 \cdot 75 \cdot 10^6}} + 0{,}286 = 0{,}6$м

де $[\sigma]_p$ - допустиме напруження матеріалу на розтяг,($[\sigma]_p = 75 \cdot 10^6$ Па).

4.2. Підбір конструкційних матеріалів.

Технологічне обладнання підприємств харчової промисловості різноманітне і багато його деталей та вузлів контактують з середовищем створеним харчовими продуктами. Безпосередня взаємодія з різними середовищами, довготривала безперервна робота, абразивна дія деяких домішок, агресивний вплив навколишнього середовища, миючих та дезінфікуючих розчинів, підвищена температура, значні перепади тиску, надійність та довговічність деталей, а також інші специфічні умови, визначають особливі вимоги до вибору і призначення конструкційних матеріалів.

Довговічність деталей сепаратора визначається головним чином міцністю, адже сепаратор є машиною яка працює при великій частоті обертання (частота обертання барабану становить 5000 об/хв.), тому одним із основних шляхів збільшення терміну служби та надійності роботи є правильне використання конструктивних матеріалів. Кріпильні елементи (болти, гайки, шайби, гвинти тощо) повинні бути виконаними згідно діючих стандартів (ДСТУ ГОСТ 23304:2012, ДСТУ ГОСТ 7798:2008). Виготовляються дані деталі звичайних конструкційних вуглецевих сталей за ДСТУ 2651:2005. Зубчата передача (гвинтовий мультиплікатор) повинна бути виготовлені у відповідності з вимогами стандартів. Необхідно враховувати те, що передача збільшує кількість обертів від вхідного валу до вихідного, тому необхідно зберегти пару тертя. Матеріалом одного зубчастого колеса буде Сталь 45 ДСТУ 7809:2015, іншого колеса: маточина – Сталь 30 ДСТУ 7809:2015, вінець – бронза Бр.О10Н1Ф1 ДСТУ 2776-94.

Вали, для забезпечення високої міцності та надійності, виконані з конструкційної легованої сталі 40Х ДСТУ 7809:2015. Деталі, які безпосередньо контактують з харчовими продуктами (деталі барабану, приймально-відвідні пристрої) виконані з нержавіючих харчових сталей 12Х18Н10Т ДСТУ 10027-1:2004, 12Х13 ДСТУ 7809:2015та їх аналогів. Станина та опорна плита, для забезпечення жорсткості сепаратора, виконані з чавуну СЧ15 ДСТУ 3925-99.

Інші деталі виготовляються з таких матеріалів, які відповідають умовам працездатності та міцності відповідно до умов роботи.

4.3. Технологія машинобудування.

Розроблення технологічного процесу складання барабана сепаратора ОСЯ. Для розробки схеми складання та технологічного маршруту обрано барабан сепаратора ОСЯ (рис. 4.2). Барабан сепаратора – основний елемент сепаратора. В барабані сепаратора відбувається розділення рідин на фракції під дією відцентрової сили.

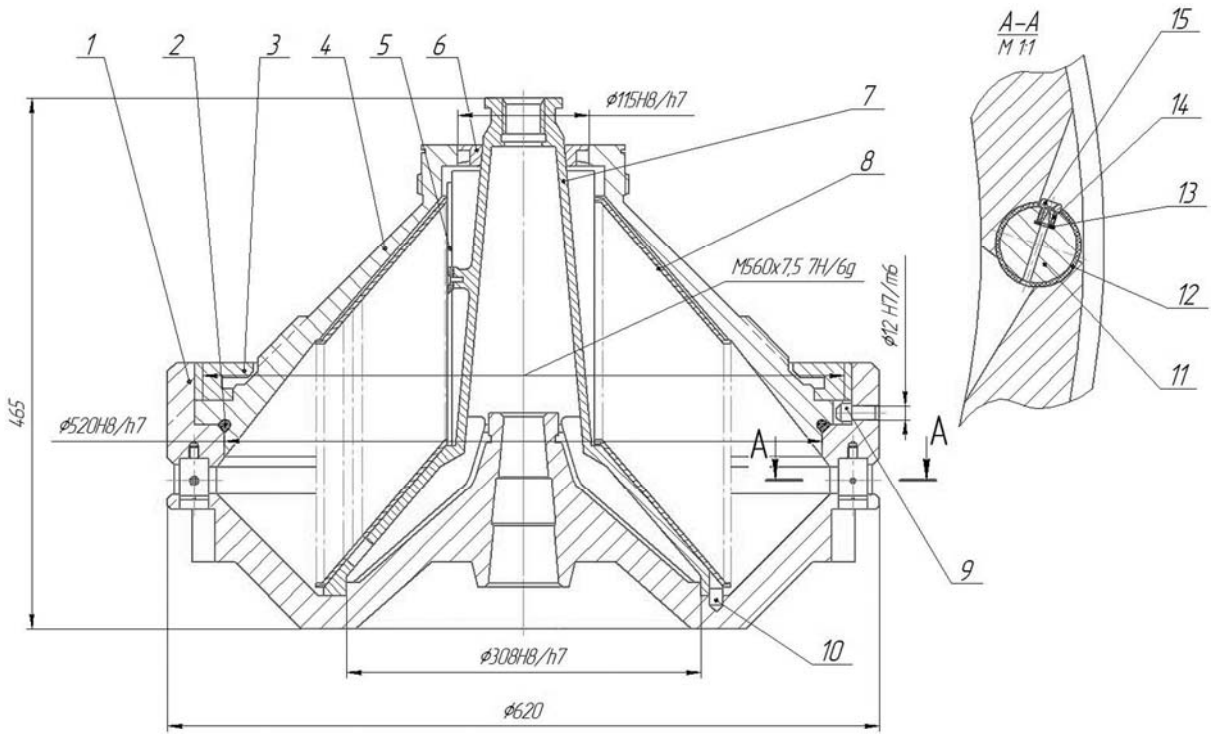


Рис. 4.2. Барабан сепаратора

Таблиця 4.3

Подетальний склад барабана сепаратора

№ позиції	Назва	Кількість
1	Основа барабана	1
2	Ущільнення	1
3	Затяжне кільце	1
4	Кришка барабана	1
5	Шпонка	1
6	Випускне кільце	1
7	Тарілкотримач	1
8	Тарілки	55
9	Штифт	1
10	Штифт	1
11	Корпус сопла	4
12	Ущільнююча втулка	4
13	Ущільнення	4
14	Сопло	4
15	Обойма сопла	4

З аналізу конструкції барабана (рис. 4.2) необхідно виділити складальні одиниці 1-го порядку, а саме: Ск.1 – основа барабан, Ск.2 – кришка барабана, Ск.3 – вузол вивантаження осаду, а також окрему деталь – затяжне кільце 3.

Вертикальні лінії зі стрілками показують послідовність складання окремих складальних одиниць, а горизонтальна лінія в центрі схеми – послідовність з'єднання складальних одиниць 1-го порядку за допомогою стандартних виробів. У прямокутниках розміщені найменування деталей і номери їхніх позицій на кресленні, а в прямокутниках з двома потовщеними лініями подано найменування складальних одиниць 1-го порядку.

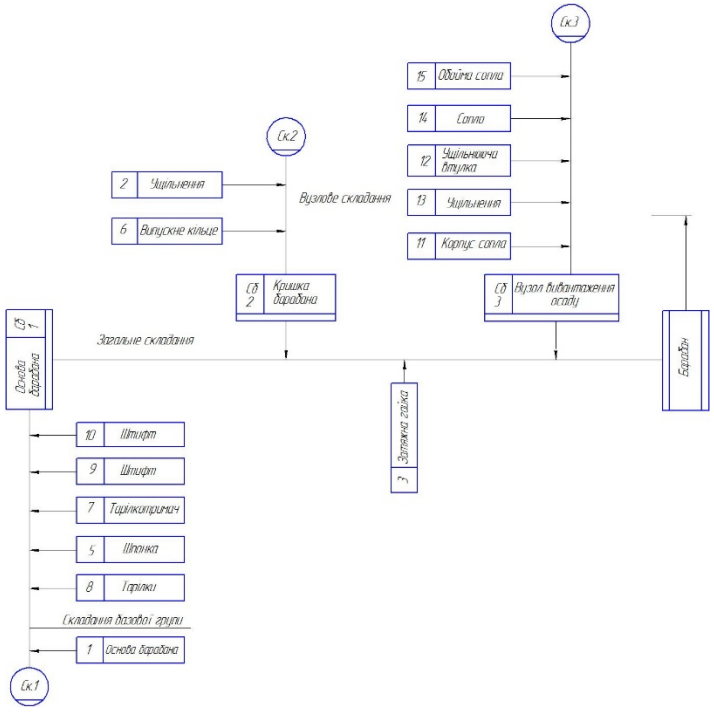


Рис. 4.3. Технологічна схема складання барабана

Технологічний маршрут складання барабана полягає у описанні короткого змісту операцій з переходами.

Таблиця 4.4

Технологічний маршрут складання барабана

№ Операції	***№ Переходу, зміст переходу***
10. Збирання основи барабана (Ск.1)	10.1 Встановити основу барабана 10.2 Встановити штифт. 10.3 Встановити штифт. 10.4 Встановити тарілкотримач. 10.5 Встанови шпонку в тарілкотримач . 10.6 Встановити тарілки на шпонку.
20. Збирання кришки барабана (Ск.2)	20.1 Встановити кришку барабана на складальному столі. 20.2 Встановити ущільнення. 20.3 Встановити випускне кільце. 20.4 Встановити складальний вузол «кришка барабана Ск.2» в «основу барабана Ск.1» 20.5 З'єднати складальний вузол «кришка барабана Ск.2» з «основа барабана Ск.1» затяжним кільцем.
30. Збирання вузла вивантаження осаду (Ск.3)	30.1 Встановити корпус сопла на складальному столі. 30.2 Встановити ущільнення 30.3 Встановити ущільнюючу втулку 30.4 Вставити сопло в обойму сопла 30.5 З'єднати обойму з корпусом 30.6 З'єднати складальний вузол «вузол вивантаження осаду Ск.2» з «основа барабана Ск.1»

Розрахунок надійності основи барабана при експлуатації.

За довідниками визначаємо характеристики матеріалу основи барабана і знаходимо необхідні показники. Матеріал основи барабана – сталь 07Х16Н6, густина сталі $\rho=7{,}8\cdot10^3$ кг/м^3, межа текучості $\sigma_т=9\cdot10^8$ Па. Коефіцієнт запасу міцності $n_р = 2$. Середнє квадратичне відхилення межі руйнування $S_{ср}=92\cdot10^7$ Па, середнє квадратичне відхилення квадрату швидкості $S_\upsilon^2=4{,}09\cdot10^3$

За робочим кресленням основи барабана знаходимо необхідні геометричні розміри: діаметр основи d = 0,62м, внутрішній радіус r_0 = 0,267м.

Колова швидкість барабана, м/с:

$$v = \frac{\pi n}{30}\cdot\frac{d}{2} = \frac{3{,}14\cdot 5000}{30}\cdot\frac{0{,}62}{2} = 162{,}2\text{м/с}$$

Критерій міцності:

$$\overline{Ne_p} = \frac{\overline{\sigma_T}}{v^2\cdot\rho} = \frac{9\cdot10^8}{162{,}2^2\cdot7{,}8\cdot10^3} = 4{,}3857$$

Критерій міцності, який відповідає руйнуванню матеріалу в найбільш навантажених точках:

$$Ne_p = \frac{\overline{Ne_p}}{2} = \frac{4{,}3857}{2} = 2{,}1928$$

Отримане значення критерію міцності менше ніж 2,5, тому товщину стінки основи барабана S, визначаємо як для товстостінного циліндра. Користуючись діаграмою, визначаємо значення величини β, β=0,112

$$\beta = \frac{S}{r_0} = 0{,}112$$

де S – товщина стінки основи барабана,м

r_0 - внутрішній радіус основи барабана,м

Товщина стінки основи барабана, мм:

$$S = \beta\cdot r_0 = 0{,}112\cdot0{,}267 = 0{,}0297\text{м} = 29{,}7\text{мм}$$

Приймемо S = 30мм.

Коефіцієнт варіації квадрата швидкості барабана:

$$V_{v^2} = \frac{S_{v^2}}{v^2} = \frac{4090}{162{,}2^2} = 0{,}155$$

Відношення:

$$\frac{S_{\sigma_p}}{\rho \cdot v^2 \cdot Ne_p} = \frac{92 \cdot 10^6}{7{,}8 \cdot 10^3 \cdot 162{,}2^2 \cdot 2{,}1928} = 0{,}155$$

Інтеграл:

$$z_1 = -\frac{\frac{\overline{Ne_p}}{Ne_p} - 1}{\sqrt{\left(\frac{S_{\sigma_p}}{\rho \cdot v^2 \cdot Ne_p}\right)^2 + V_{v^2}}} = \frac{\frac{4{,}3857}{2{,}1928} - 1}{\sqrt{\left(\frac{92 \cdot 10^6}{7{,}8 \cdot 10^3 \cdot 162{,}2^2 \cdot 2{,}1928}\right)^2 + 0{,}155}} \approx -5{,}08$$

За таблицею, для нормального розподілення, знаходимо ймовірність того, що основа барабана не зруйнується: R ≈ 0,9998. Отриманий показник свідчить, що основа барабана має високу експлуатаційну надійність.

Сертифікація елементів технологічного обладнання.

Відповідно до ДСТУ 3413-96 (Система сертифікації УкрСЕПРО. Порядок проведення сертифікації продукції.) Порядок проведення сертифікації продукції в загальному випадку містить такі пункти:

- подання та розгляд заявки на сертифікацію продукції;
- аналіз наданої документації;
- прийняття рішення за заявкою із зазначенням схеми (моделі) сертифікації;
- обстеження виробництва;
- атестацію виробництва продукції, що сертифікується, або сертифікацію системи якості, якщо це передбачено схемою сертифікації;
- відбирання, ідентифікацію зразків продукції та їх випробування;
- аналіз одержаних результатів та прийняття рішення про можливість видачі сертифіката відповідності;
- видачу сертифіката відповідності, укладання ліцензійної угоди та занесення сертифікованої продукції до Реєстру Системи;

- визнання сертифіката відповідності, що виданий закордонним органом;
- технічний нагляд за сертифікованою продукцією;
- інформацію про результати робіт з сертифікації.

Для проведення сертифікації обрано барабан сепаратора ОСЯ

Таблиця 4.5

Схема сертифікації барабана сепаратора

Серійність виробів, що сертифіку-ються	Обов'язковість проведення робіт щодо виробів, які сертифікуються					Документи, що видаються органом з сертифікації продукції
	Обстеження її виробництва	Атестації її виробництва	Сертифікації системи якості її виробництва	Її випробувань з метою сертифікації	Технічного нагляду за її виробництвом	
Одиничний виріб	Не проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводяться по кожному виробу	Не проводиться	Сертифікат відповідності на кожний виріб

Заява на проведення сертифікації є типовою і подається за формою. Технічний контроль полягає у перевірці контрольованих об'єктів на відповідність їх до заданих вимог. Об'єктами технічного контролю є вироби, технологічні процеси, заготовки, сировина тощо. На стадії проектування чи конструювання виробів завдання технічного контролю полягає у перевірці відповідності дослідних зразків технічному завданню та конструкторській документації; на стадії серійного виготовлення виробів — у контролюванні якості виробів, їх комплектності, ходу виробничих процесів, вимог пакування, маркування; на стадії використання — у перевірці дотримання вимог документації з експлуатації, ремонту та зберігання виробів.

Метод контролю — це сукупність правил використання заданих принципів (фізичних, хімічних, біологічних тощо) для виконання завдань контролювання виробів чи процесів.

Система контролю — це сукупність методів, засобів контролю та контролерів, що взаємодіють з об'єктами контролю.

Види технічного контролю поділяють залежно від: об'єкта контролю - кількісний та якісний; стадій «життя» виробів - проектний, технологічний, вхідний, виробничий, приймальний та експлуатаційний; повноти охоплення - суцільний та вибірковий; зв'язку з контрольованим об'єктом у часі - біжучий, постійний та періодичний; змоги подальшого використання контрольованих виробів - руйнівний та неруйнівний; виду чи типу використовуваних засобів - вимірювальний, записуючих, органолептичний, оглядовий та порівняльний; виконавця – заводський, відомчий, державний та міжнародний; рівня технічного спорядження - ручний, механізований, автоматизований та автоматичний; впливу на контрольований об'єкт - активний та пасивний; типу контрольованих параметрів - геометричний, фізичний, механічний, хімічний, металографічний, візуальний тощо.

Випробування продукції з метою сертифікації проводиться випробувальною лабораторією (центром), що акредитована в Системі на право проведення випробувань, які передбачені нормативними документами на продукцію, або на право проведення випробувань цієї продукції. У разі, якщо продукція є великогабаритною або нетранспортабельною, або потребує монтажу на місці експлуатації, або використання унікального випробувального обладнання тощо, допускається сертифікаційні випробування проводити на підприємстві-виробнику з використанням його випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, які відповідають встановленим вимог. Випробування повинні проводити фахівці акредитованої випробувальної лабораторії.

Заявник надає зразки (проби) продукції для випробувань та технічну документацію на них. Склад технічної документації встановлюється органом з сертифікації. Кількість зразків для випробувань та правила їх відбору встановлюються органом з сертифікації згідно з порядком сертифікації конкретної продукції (правил, сертифікації групи однорідної продукції). За позитивних результатів протоколи випробувань передаються органу з

сертифікації продукції і в копії—заявнику. У разі отримання негативних результатів хоча б по одному з показників, випробування з метою сертифікації припиняються, інформація про негативні результати подається заявнику та органу з сертифікації продукції. Повторні випробування можуть бути проведені тільки після подання нової заявки та надання органу з сертифікації продукції переконливих доказів проведення підприємством коригувальних заходів щодо усунення причин, що викликали невідповідність. Зразки продукції, що пройшли випробування з метою сертифікації, в тому числі руйнівні, залишаються власністю заявника. Порядок списання, утилізації і повернення зразків та зберігання зразків-свідків повинен бути регламентований документацією органу.

Метрологія — це наука про вимірювання та їх застосування — таке коротке визначення дає державний стандарт України, який висвітлює основні поняття та терміни метрології — ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення, а також Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (№ 1314-VII від 5 червня 2014 року).

Метрологія — це наука про вимірювання методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення потрібної точності.

Основні завдання метрології:

- розробка теоретичних основ єдиної системи одиниць;
- створення методів відтворення одиниць фізичних величин на рівні еталонів та передавання їх значень з найвищою для сьогодення точністю;
- створення еталонів та мір;
- створення вимірювальних приладів та інформаційно-вимірювальних систем;
- розроблення методів вимірювальних перетворень;
- розроблення методів оцінювання точності результатів вимірювань.

Методи метрології — сукупність фізичних та математичних методів, що використовуються для одержання вимірювальної інформації із заданою

точністю та достовірністю:методів вимірювальних перетворень; методів вимірювань та опрацювання результатів спостережень; планування вимірювального експерименту.

Засоби метрології — це сукупність засобів вимірювальної техніки та засобів контролю, які вдосконалюються і розвиваються на основі об'єктивних законів. Для забезпечення високого рівня вимірювань потрібно мати теоретичну базу, засоби вимірювальної техніки та вміти правильно ними користуватись. Метрологічна характеристика засобів вимірювань - характеристика однієї з властивостей вимірювань, що впливають на результат вимірювань або його похибка.

Нормовані метрологічні характеристики — це метрологічні характеристики, встановлені нормативно-технічними документами. Дійсні метрологічні характеристики — це характеристики засобів вимірювань, отримані експериментально.

Для кожного типу засобів вимірювань встановлюють свої метрологічні характеристики. Основними метрологічними характеристиками є діапазон вимірювань (або показань) та різні складові похибки засобу вимірювань.

Діапазон показів — це область значень шкали, обмежена кінцевим і початковим значенням, тобто найменшим і найбільшим значеннями вимірюваної величини.

Шкала — це частина пристрою, що представляє собою сукупність відміток і проставлених біля деяких із них чисел відліку або інших символів, відповідних ряду послідовних значень величини.

Відмітка шкали — це знак (штрих, крапка тощо) на шкалі, відповідний деякому окремому значенню вимірюваної величини. Проміжок між двома сусідніми відмітками шкали називається діленням шкали. Ціна поділки шкали — це різниця значень величин, відповідних двом сусіднім відміткам шкали.

Діапазон вимірювань — область значень вимірюваної величини, для якої нормовані допустимі межі похибки засобу вимірювань.

Незмінність у часі метрологічних характеристик вимірювального приладу визначає його стабільність. Стабільність засобів вимірювань визначається як найбільша різниця між повторними показаннями вимірювального приладу (найбільший розкид показів) при багаторазовому вимірюванні однієї і тієї ж величини при незмінних зовнішніх умовах. Цей показник є конструктивною характеристикою і відбиває якість виготовлення приладу. Спираючись на аналіз конструкції виробу та умови його роботи, визначаємо шифр виробу як 2211, що означає, що виріб відноситься до відновлювальних виробів, які експлуатуються до відмови або до досягнення граничного стану у безперервному режимі роботи та з наявністю відмови в якості домінуючого чинника наслідків відмови.

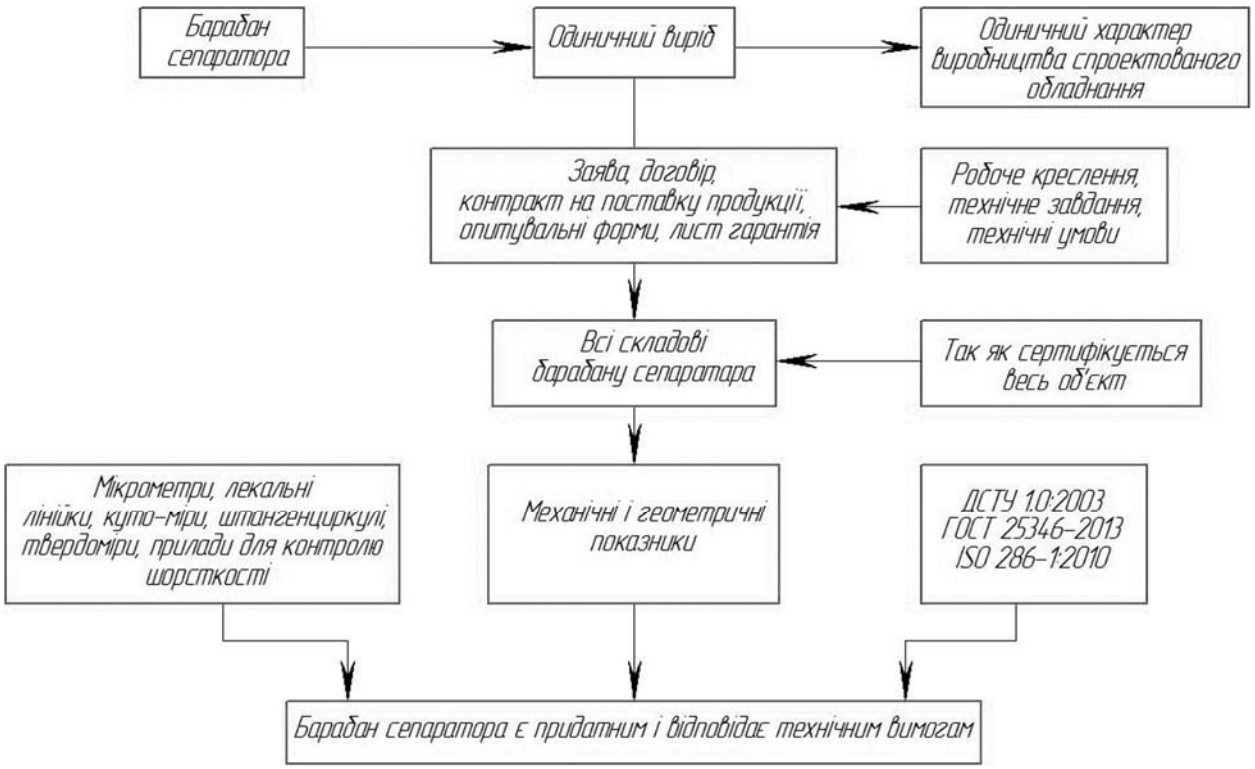


Рис. 4.4. Структурна схема сертифікації барабана сепаратора

Розрахунок розмірного ланцюга складальної одиниці.

При складанні окремих вузлів машин, як правило, має місце похибка розміру замикаючої ланки відповідної складальної одиниці. Це обумовлено

похибками у розмірах складових деталей та їх розташуванням у складальній одиниці. Дійсні значення складових ланок розмірних ланцюгів утворюються тільки в процесі складання машини. Вони виявляються в момент здійснення контакту деталей, що з'єднуються.

При великій кількості ланок розмірного ланцюга і малого допуску замикаючої ланки (зазору або натягу), що необхідна для повної взаємозамінності, точність виготовлення деталей може в значній мірі ускладнити виробництво й перевищити економічно доцільну точність. У таких випадках доводиться або відмовитися від повної взаємозамінності, допускаючи підгонку деталей по місцю, або вводити в конструкцію складальної одиниці компенсатори, які дозволяють регулювати допуск замикаючої ланки.

Компенсатор — це набір регулювальних шайб (прокладок) заданої товщини. За допомогою компенсаторів витримуються встановлені межі точності в розмірному ланцюзі.

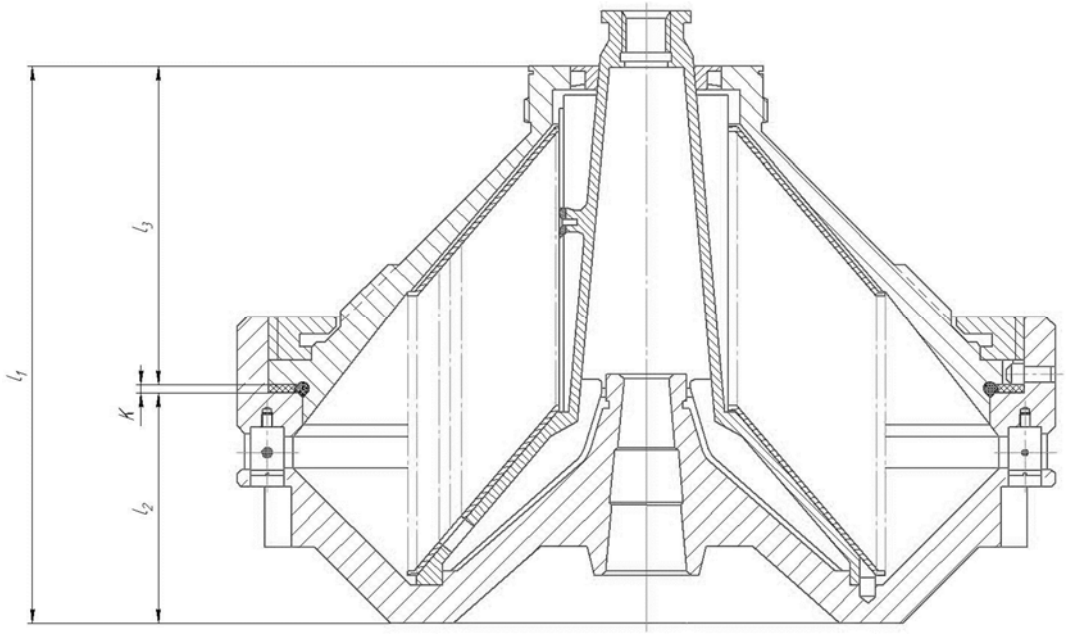


Рис. 4.5. Складальна одиниця

З врахуванням допусків на розміри деталей, що входять в розмірний ланцюг: $\delta_{l_1} = +0{,}4$; $\delta_{l_2} = -0{,}25$; $\delta_{l_3} = -0{,}29$;

визначимо розміри всіх деталей (рис.9.4): $l_1 = 423^{+0,4}$; $l_2 = 178_{-0,25}$; $l_3 = 245_{-0,29}$;

Розмір компенсатора визначається за формулою:

$$\delta_k = \left[\sum_{i=1}^{m-1} \delta_i \right],$$

де δ_i - величина допуску і-тої складової ланки;

m - кількість ланок розмірного ланцюга;

$$\delta_k = (\delta_{l_1} + \delta_{l_2} + \delta_{l_3}) = (0,4 + 0,25 + 0,29) = 0,94 мм$$

У межах визначеної величини $\delta_k = 0,94$ мм, для забезпечення нормальної експлуатації вузла, приймаємо один компенсатор розміром К=0,94мм.

4.4. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання.

Монтаж

Сепаратор разом з комплектуючими деталями надходить в дерев'яному ящику з прикладеним до нього пакувальним листом. Після розпаковування слід перевірити наявність вузлів, деталей, інструменту, запасних частин і технічної документації. Одночасно оглядають вузли, деталі і сепаратор в цілому. Перед встановлення усі частини сепаратора очищають від пилу, обережно видаляють технічний вазелін з не пофарбованих деталей і насухо протирають чистою м'якою тканиною. Сепаратор встановлюють на окремому фундаменті. При цьому необхідно передбачити зручний підхід до сепаратора, щоб можна було оглядати окремі його частини, спостерігати за рівнем мастила в картері станини та за показами приладів. Для зниження вібрацій, сепаратор встановлюється на амортизаторах, що складаються з ковпачків та гумових дисків, які надіті на фундаментні болти під лапами станини. Сепаратор розташовують на фундаменті по рівню, щоб вертикальний вал сепаратора був розташований точно по вертикалі без відхилень. Встановлення з відхиленням барабана та вертикального вала викликає коливання і порушення нормальної роботи. Відхилення від горизонтальності має бути не більше 0,02-0,05 мм на

1м. діаметра чаші сепаратора. Встановлення сепаратора перевіряють по верхньому обточеному торцю чаші станини рівнем в двох перехресних положеннях. При великих відхиленнях положення - під амортизатори або під ніжки підкладають металеві шайби. При малих відхиленнях - трохи підтискають гайки фундаментних болтів. В картер станини заливають мастило до необхідного рівня. Спочатку перевіряють роботу механізму сепаратора без барабана. Механізм сепаратора повинен обертатися плавно, без заїдання і шуму.

Деталі барабана і приймально-відвідного пристрою розбирають, очищають від змазки, промивають у воді, содовому розчині і сушать. Після очищення барабана виконується його збирання. Конусну частину веретена змазуються тонким шаром мастила. Основу барабана, за допомогою спеціального пристрою, одягають на веретено і закріпляють гайкою. Потім встановлюють тарілкотримач, на який, по порядку номерів, накладають тарілки комплекту. В канавку кришки барабана вкладають ущільнююче кільце і встановлюють в основу барабана. За допомогою з'єднувального кільці виконується піджим тарілок в барабані сепаратора до співпадання відміток на кришці і затяжному кільці. Правильно зібраний барабан провертають вручну. Переконавшись, що він вільно обертається і ні за що не зачіпається, продовжують збирання.

На чашу станини встановлюють приймально-відвідні пристрої для сирного згустку, сироватки та сиру. Перевіряють правильність збирання пробним пуском сепаратора. Барабан повинен набрати робочу частоту обертання за 4-5хв. і не зачіпатися за нерухомі деталі. Сепаратор після монтажу вмикають на 10-15хв. після чого повністю зливають мастило і заливають нове. Після промивки та очищення збирають ротаметр та фільтр.

Експлуатація

Сепаратор є швидкохідною машиною, робочі органи якого несуть значний запас кінетичної енергії. Недотримання основних положень

експлуатації може привести до аварій. Обслуговуючий персонал повинний бути навчений і добре знати пристрій, принцип дії і дотримуватись вимогам по експлуатації сепаратора. Крім того, при експлуатації сепаратора, слід суворо дотримувати параметри отримання сирного згустку. При правильному веденні процесу, наладці і регулюванні сепаратор працює тривалий час.

Перед пуском сепаратора проводять перевірку рівня мастила в картері станини, відключення гальма (ручка гальма опущена донизу), надійність з'єднань трубопроводів для подачі і відведення продуктів в сепаратор та з нього.

Пуск сепаратора здійснюється включенням електродвигуна натисненням кнопки "Пуск". Коли барабан набере робочу частоту обертання, включають насос і подають гарячу воду (50°С) на 3-5 хв. для промивання і перевірки герметичності з'єднань. Потім включають подачу сирного згустку. Впродовж 5 хв. подають сирний згусток не більше 2/3 від продуктивності, і послідовно доводять до повної продуктивності. Кількість згустку, що подається, контролюють по ротаметру. Такий режим на початку роботи сепаратора потрібний для того, щоб встановився процес сепарації та щоб не було забивання сопел. Сирний згусток подається температурою 40-42°С і кислотністю 100-110°Т.

При роботі сепаратора не можна припиняти подачу сирного згустку, а потім відновлювати подачу - це приведе до забивання сопел. Перші порції сиру містять багато вологи тому їх слід збирати в окрему ємність. Сироватка, що виходить з сепаратора, має бути прозорою із зеленуватим відтінком.

При роботі сепаратора спостерігають за тиском перед фільтром по манометру. Якщо тиск піднімається вище $10 \cdot 10^4$ …$15 \cdot 10^4$ Па, то включають в роботу другий фільтр. Перший фільтр розбирають і промивають. При правильно приготовленому згустку і установленому режимі роботи, сепаратор працює тривалий час.

Перед зупинкою сепаратора, одразу після припинення подачі сирного згустку,в сепаратор подають воду (впродовж 5-7 хв.) для видалення сиру, що залишився, та для промивання барабана. Після охолодження барабана холодною водою, сепаратор зупиняють вимикаючи електродвигун. Через 2-4 хв. для прискорення зупинки включають гальмо.

Технічний сервіс

Механізм сепаратора ОСЯ розбирають по частинах в залежності від несправностей. При підготовці сепаратора до розбирання, з картера станини зливають мастило і механізм промивають. Горизонтальний вал розбирають частково. Для огляду фрикційної відцентрової муфти, з протилежної сторони електродвигуна, викручують гвинти та знімають кришку. З осей виймають шплінти та знімають колодки з накладками. Деталі муфти очищають та перевіряють стан робочих поверхонь. Для заміни зубчатих коліс, підшипників горизонтальний вал розбирають повністю. Спочатку знімають електродвигун разом з напівмуфтою, потім знімають іншу напівмуфту. З іншої сторони валу вигвинчують болти кріплення фланця. Вал, разом з фланцем, виймають. Подальше розбирання виконується на верстаку. Для зняття зубчастого колеса необхідно відігнути запірну шайбу, викрутити гайку, зняти підшипник, а потім зубчате колесо. Вал разом з диском виймають з втулки. Вертикальний вал розбирають для огляду та заміни пружин, зубчатого колеса, шарикопідшипників, та при пошкодженні конусної частини веретена.

При розбиранні вертикального вала знімають захисну кришку та вигвинчують болти. За конусний кінець його виймають зі станини. Подальше розбирання проводять на верстаку (столі). З підшипника знімають корпус горлового підшипника. Для огляду пружин вигвинчують шість різьбових втулок з корпусу, виймають пружини, втулку та обойму.

Для заміни зубчатого колеса, з нижнього кінця веретена, знімають два підшипники та втулку. Через вікно станини, із стакану виймають упор, пружину і регулювальну шайбу. Деталі вертикального валу оглядають та

перевіряють точність розмірів, зношені деталі заміняють новими. Вертикальний вал збирають в порядку, зворотному розбиранню.

При збиранні верхньої горлової опори, потрібно стежити за тим, щоб втулки натискали на грані обойми, а різьбові втулки були загвинчені повністю.

Зібраний механізм сепаратора змащують та перевіряють в роботі без барабана. Переконавшись в правильності роботи, виконують подальше збирання сепаратора.

При розбиранні та збиранні сепаратора слід дотримуватись певної послідовності, використовувати пристрої і спеціальний універсальний інструмент. Неправильне розбирання і збирання сепаратора може привести до зношування деталей.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Одним з основних напрямків в розвитку виробництва молочних продуктів, що забезпечує збільшення продуктивності праці, є впровадження на заводах механізації і автоматизації виробничих процесів.

Автоматизація — один з напрямів науково-технічного прогресу, що використовує саморегулюючі технічні засоби та математичні методи з метою звільнення людини від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів, виробів або інформації, або істотного зменшення ступеня цієї участі або трудомісткості виконуваних операцій.

Автоматизація дозволяє підвищити продуктивність праці, поліпшити якість продукції, оптимізувати процеси управління, відсторонити людину від небезпечних для здоров'я виробництв. Автоматизація вимагає комплексного системного підходу до вирішення завдання. До складу систем автоматизації входять датчики (сенсори), пристрої введення, керуючі пристрої (контролери), виконавчі пристрої, пристрої виведення, комп'ютери. Весь цей комплекс засобів зазвичай називають системами. В якості оціночної характеристики може виступати поняття рівня (ступеня) автоматизації. Основними задачами автоматизації є: інтенсифікація виробництва на основі втілення нових досягнень науки і техніки; скорочення числа технологічних переходів; введення неперервних систем виробництва; кількісний і якісний ріст одиничних потужностей обладнання.

Автоматизація виробництва — вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання і управління виробничими процесами здійснюються без участі людини, а лише під її контролем.

Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва призвів до появи якісно нової системи технологічних машин з керуючими засобами, яка заснована на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання і контролю.

Автоматизація виробничих процесів виконується в двох напрямках: комплексна механізація і автоматизація діючих технологічних процесів і модернізація парку технологічного обладнання, що є в наявності; розробка і практичне використання напівавтоматичного і автоматичного обладнання при створенні нових технологічних процесів.

Розрізняють такі ступені автоматизації виробничих процесів: часткова, при якій автоматизовані окремі ділянки процесу; комплексна, при якій автоматизовані всі основні ділянки процесів, що пов'язані між собою; повна, при якій автоматизовані всі основні і допоміжні ділянки.

Широкому впровадженню автоматизації в молочній промисловості сприяє ряд передумов. У їх числі безперервність, потоковість, великі обсяги виробництва молочних продуктів. Впровадження автоматики в молочне виробництво дозволяє виконати найбільш точний і об'єктивний контроль регулювання основних параметрів процесів, а також стабілізувати рецептуру молочних виробів, що виробляється на підприємствах.

Автоматизація виготовлення сиру кисломолочного роздільним способом дуже актуальна на сьогоднішній день. Так, як на відміну від традиційного способу виробництва сиру, роздільний спосіб виробництва забезпечує економію часу, займає меншу площу, знижує кількість бактерій, які потрапляють в сир під час протікання процесу, знижує собівартість продукту, дозволяє більш ретельно стежити за всім перебігом процесу за рахунок приладів автоматизації .

Для виробництва сиру кисломолочного необхідно контролювати в автоматичному режимі низку параметрів для забезпечення потоковості.

Система управління операціями лінії виробництва сиру кисломолочного виконує наступні інформаційні і керуючі функції: регулювання рівня в ємностях для вершків і сирного згустку, температури сиру на виході з охолоджувача; сигналізацію рівня продукту в ємностях для вершків і сирного згустку; контроль температури сиру на виході з охолоджувача, розсолу на вході і виході з нього, кислотності сирного згустку; вимірювання витрати згустку; управління процесом пастеризації молока; управління насосами для молока вершків і сирного згустку.

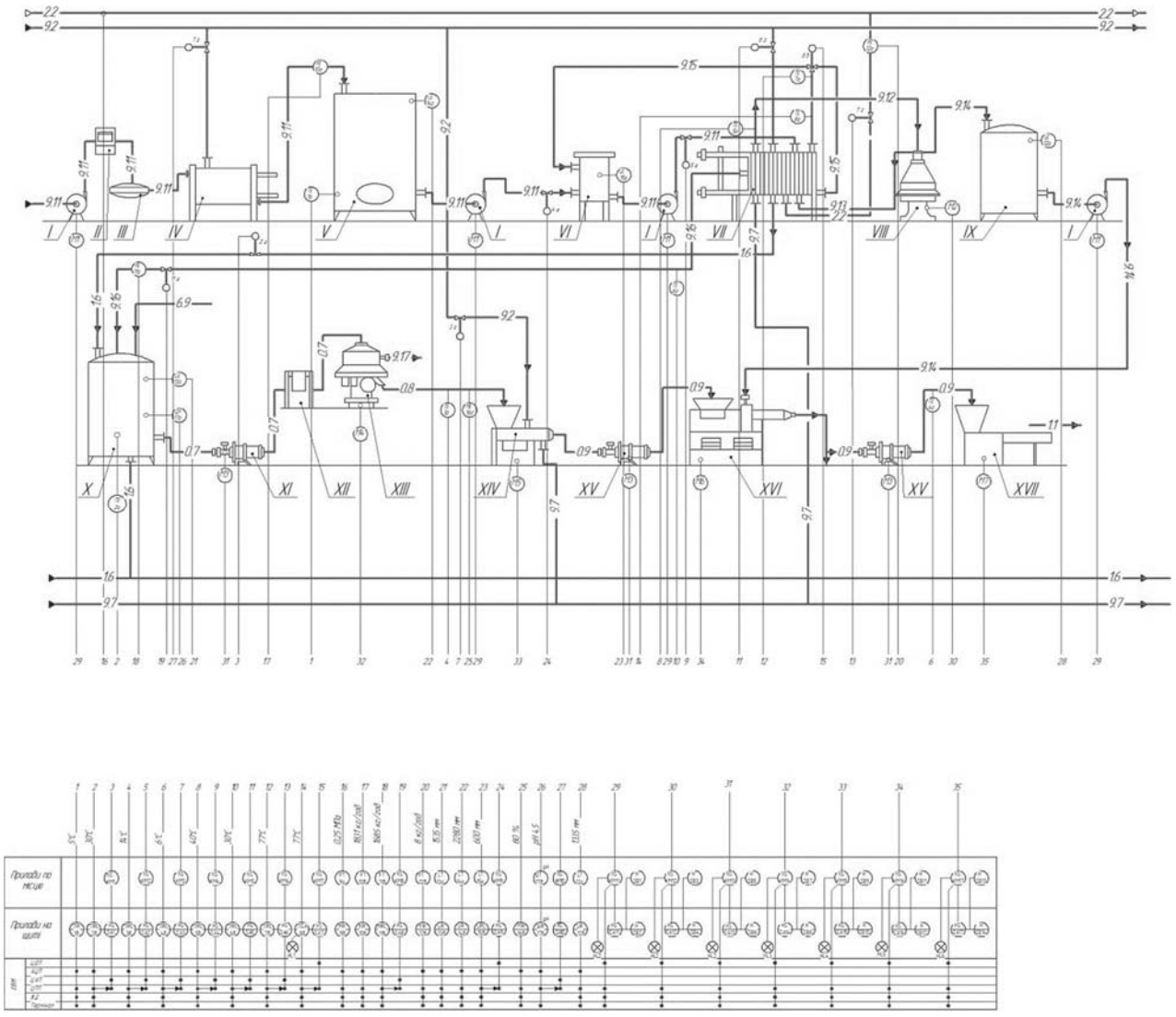


Рис. 5.1. Схема автоматизації лінії виробництва сиру кисломолочного

Молоко насосом I подається через лічильник-витратомір II і фільтр III до охолоджувача IV для охолодження. Регулювання подачі розсолу в охолоджувач відбувається клапаном 1г, що розташований на трубопроводі розсолу. З охолоджувача, охолоджене молоко подається до резервуару V.

Контроль кількості молока, що подається в резервуар, здійснюється витратоміром 10а. Потрібна кількість молока в резервуарі встановлюється задатчиком 10б. Контроль температури і рівня молока в резервуарі здійснюється термометром 1а і рівнеміром 14а.

З резервуара V молоко насосом I подається до зрівноважуючого баку VI. Рівень молока в ньому контролюється рівнеміром 15а.

З баку, молоко насосом 1 подається до секції рекуперації теплоти пастеризатора VII. Для регулювання кількості молока, що подається, на трубопроводі встановлено клапан 5г. Контроль витрат та регулювання пари, необхідної для пастеризації молока, виконується витратоміром 12а і клапаном 7г. Встановлення потрібної кількості пари виконується задатчиком 18б. Температура підігрітого молока, яке виходить з секції рекуперації, і подається до сепаратора VIII, контролюється термометром 5а. Регулювання кількості розсолу, що подається в секцію рекуперації теплоти, виконується клапаном 6г.

Якщо в процесі пастеризації молоко не нагрілося до необхідної температури, то спрацьовують датчики 8а, і 7а, які подають сигнал на пульт керування, відбувається спрацювання клапана 8б, молоко повертається в зрівноважуючий бак 6.

В сепараторі VIII відбувається розділення молока на вершки на знежирене молоко. Вершки подаються до резервуара IX. Рівень вершків в резервуарі контролюється рівнеміром 18а. Знежирене молоко, що виходить з сепаратора, подається в пастеризатор де пастеризується і охолоджується.

Охолоджене молоко подається до резервуара X. Кількість оборотної води, що надходить до резервуара X, з секції рекуперації теплоти пастеризатора, для підігріву, регулюється клапаном 2г. Регулювання та визначення кількості

охолодженого молока в резервуарі відбувається клапаном 11г, та витратоміром 11а. Потрібна кількість молока в резервуарі встановлюється задатчиком 11б.

Для сквашування молока, в резервуар додають закваску. Температура, рівень та кислотність в резервуарі визначаються термометром 2а, рівнеміром 13а та pH-метром 17а, необхідна кислотність встановлюється задатчиком 17б.

З резервуару X сквашене молоко (сирний згусток) насосом XI подається через фільтр XII до сепаратора XIII. В сепараторі відбувається розділення сирного згустку на сироватку та зневоднений сир. Температура і вологість знежиреного сиру контролюється термометром 3а та вологоміром 16а.

Потім зневоднений сир подається до охолоджувача XIV. Регулювання температури охолодження здійснюється клапаном 3г, встановленим на лінії подачі розсолу.

З охолоджувача, зневоднений сир насосом XV подається до змішувача XVI, в якому він змішується з вершками, що надходять з резервуара IX. Готовий сир насосом XV подається до фасувального автомату XVII, з температурою, яка контролюється термометром 4а.

Контроль тиску в магістралі насиченої пари контролюється манометричним датчиком 9а.

Контроль за станом регулювальних клапанів на трубопроводах здійснюється дистанційними покажчиками положення.

Дистанційне керування насосами і двигунами здійснюються кнопковими станціями, що сигналізується лампами. Для перемикання автоматичного і дистанційного режимів використовують відповідні тумблери.

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

6.1. Охорона праці.

Охорона здоров'я людей, які працюють на підприємствах, шляхом створення безпечних та надійних для людини умов праці, є головною задачею охорони праці. Під охороною праці розуміється система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних дій, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність людини в процесі праці.

В основу державної політики України в області охорони праці, покладений принцип профілактики, направлений на попередження можливості виробничих травм та професійних захворювань. Проблема охорони праці в Україні вирішується комплексно, на основі використання наукових досягнень. На їх основі розроблений ефективний комплекс заходів по охороні праці, який включає інженерно-технічні, медико-санітарні та профілактичні заходи. Згідно з законом України комплекс цих заходів передбачається і здійснюється на стадіях проектування, будівництва, експлуатації обладнання, технологічних процесів та інших об'єктів.

При розробці і організації технологічних процесів необхідно повністю враховувати чинне законодавство, санітарні та гігієнічні вимоги, метою яких є усунення виробничих шкідливих дій. Виконання законодавчих та нормативних актів з охорони праці веде до зниження виробничого травматизму. Порушення працівниками обов'язків з охорони праці вважається дисциплінарним проступком, відповідно роботодавець має право застосувати до працівника заходи дисциплінарної відповідальності.

Аналіз небезпечних і шкідливих чинників обладнання

Для виявлення шкідливих та небезпечних чинник виробництва необхідно проаналізувати роботу обладнання. На сепараторі ОСЯ, присутні такі небезпечні і шкідливі фактори: виділення теплоти, шум, вібрація, електротравматизм, механічні пошкодження.

Умовні позначення шкідливих та небезпечних чинників нанесені на рис.11.1.

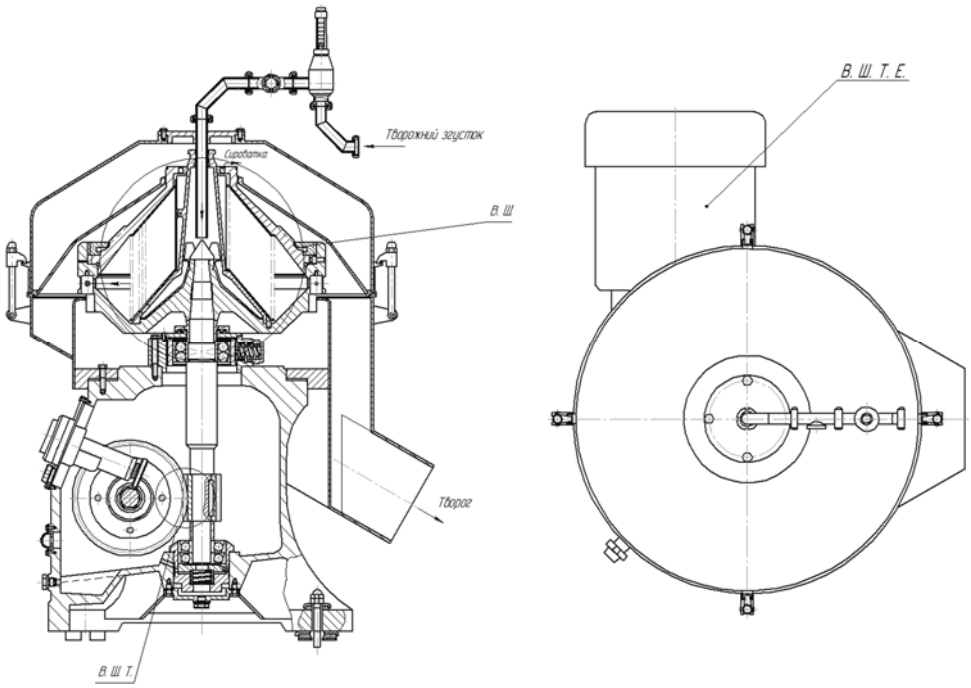


Рис.11.1. Сепаратор ОСЯ: В. – вібрація, Ш. – шум, Т. – виділення теплоти, Е. – електротравматизм

Санітарні умови приміщень

Санітарний стан виробничих та допоміжних приміщень впливає на якість молочної продукції. Тому в приміщеннях потрібно підтримувати санітарію на відповідному рівні. Біля входу в виробничі приміщення має бути металева решітка та сітки для очищення взуття, а також дезінфікуючі килимки. Підлога має бути рівною та гладкою, не слизькою. По мірі забруднення стіни та підлогу, сходи та перила потрібно мити та дезинфікувати. По закінченні зміни миють, протирають і дезинфікують умивальники, двері. Регулярно потрібно

мити вікна. Недозволяється зберігати у виробничих приміщеннях відходів та інших сторонніх предметів. Інвентар для миття має зберігатись в спеціальних кладових, шафах. Стіни в душових та інших приміщеннях облицьовані кахелем.

Щоденно проводиться прибирання в побутових приміщеннях. Особливу увагу слід приділяти підтримці гігієни та санітарії у санвузлах. Перед туалетами мають бути шлюзи з віщалками для санодягу, раковини для миття рук, електросушки. Обов'язкова наявність свіжих дезинфікуючих розчинів. Не рідше одного разу на день потрібно мити та дезинфікувати обладнання, дверні ручки, водопровідні крани.

Інструктажі з питань охорони праці

Інструктажі з питань охорони праці проводяться для всіх працівників. Мета інструктажу – навчити працівника правильно та безпечно для себе і оточуючого середовища виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі бувають вступними, первинними, повторними, позаплановими та цільовими.

Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками, щойно прийнятими на роботу незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці із усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою – 1раз на квартал; на інших роботах – 1раз на півріччя.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками:

- при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;

- при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації приладів,інструментів, вихідної сировини, що впливає на охорону праці;
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до отруєння, травм, аварій;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів (для робіт з підвищеною небезпекою), а для решти робіт - понад 60 днів

Цільовий інструктаж проводиться із працівниками:

- при виконанні разових робіт, що не пов'язані безпосередньо з основними роботами працівника;
- при ліквідації наслідків аварії і стихійного лиха;
- при виконанні робіт, що оформляються нарядом-допуском,письмовим дозволом та іншими документами;
- у разі екскурсії або організації масових заходів тощо.

Заходи безпеки при експлуатації сепаратора

До обслуговування сепараторів для молока та молочних продуктів допускаються особи, знайомі з їх пристроєм і принципом роботи та які пройшли інструктажі з техніки безпеки.

Для забезпечення нормальної роботи та запобігання аваріям і травматизму необхідно суворо дотримуватись наступних основних правил експлуатації:

- розбирати сепаратор повинен фахівець, ознайомлений з його пристроєм;
- забороняється знімати, поправляти або встановлювати деталі приймально-відвідного пристрою, під час обертання барабана, а також забороняється гальмувати барабан сторонніми предметами;
- не можна працювати на несправному сепараторі при наявності сторонніх шумів, при зачіпанні барабана за деталі приймально-відвідного

пристрою, при вібрація барабану, при поломці і втраті пружності пружин горлового підшипника та нижньої опори, при зносі кулькових підшипників;

- забороняється збирати барабан з неправильною послідовністю номерів тарілок або деталями від іншого сепаратора;
- не можна допускати забоїн, вм'ятин і інших подібних дефектів на посадкових поверхнях деталей барабану та конусних поверхнях веретена;
- для змащення сепараторів слід використовувати тільки рекомендовані сорти мастил, а також постійно слідкувати за кількістю та чистотою мастила в картері;
- забороняється працювати на сепараторі з підвищеною частотою обертання барабана і на сепараторі, встановленому не на фундаменті;
- кнопка керування електродвигуном повинна бути поряд з сепаратором, а підхід до неї повинен бути вільний. Дублюючу кнопку вимкнення електродвигуна сепаратора встановлюють далеко від сепаратора в зручному і захищеному місці. Електродвигун сепаратора повинен бути заземлений.

Після закінчення роботи необхідно провести санітарну обробку сепаратора та прибрати робоче місце.

6.2. Охорона довкілля.

Охорона довкілля (навколишнього середовища) — це головна проблема сучасного суспільства. Збільшення обсягів промислового виробництва та сільського господарства все більше забруднюють атмосферу, водні та земельні ресурси. Шкідливий вплив цих факторів на природне середовище і необхідне збереження довкілля, як найважливішого фактору збереження здоров'я людини, привело до необхідності здійснення екологічного контролю. Екологічний контроль має бути різнобічним, тобто всі сфери виробництва повинні бути охоплені цим контролем, тому що всі види діяльності людини впливають на зміну стану навколишнього середовища.

Під охороною довкілля розуміється система заходів, направлена на підтримку раціональної взаємодії людського суспільства і навколишнього середовища, що забезпечує збереження і відновлення навколишніх природних багатств, раціональне використання природних ресурсів, прямий і непрямий вплив результатів діяльності суспільства на природу і здоров'я людини.

Охорона довкілля представляє багатогранну проблему. Для вирішення цієї проблеми формулюються і приймаються державні програми, ухвали і закони, основним з яких є "Закон про охорону навколишнього природного середовища" від 19 грудня 1991 року, в якому сформульовані екологічні вимоги до джерел техногенних дій на природне середовище і здоров'я людини.

При розміщенні, проектуванні і будівництві систем і споруд згідно СНІП 11.01-95, необхідно враховувати наявність на освоєній території джерел несприятливих техногенних дій та різноманітні види дій на всі елементи природного середовища.

Захист навколишнього середовища на підприємствах харчової промисловості складається з ряду заходів по виявленню джерел забруднень та їх локалізації.

Найбільш активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливої дії викидів промислових підприємств є повний перехід до безвідходних та маловідходних технологій. Це потребує вирішення цілого комплексу складних технологічних, конструкторських і організаційних задач, заснованих на використанні новітніх науково-технічних досягнень.

Значну частину викидів підприємств молочної промисловості складають білкові речовини як тваринного, так і рослинного походження, які після повернення в основний технологічний цикл можуть бути використані для виготовлення харчових технологічних та технічних продуктів або міндобрив. Основними екологічними проблеми, пов’язаними з роботою підприємств молочної промисловості є стічні води, тверді відходи, викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

Виробничі стічні води

У зв'язку з присутністю сухих молочних залишків(наприклад, білка, жиру, вуглеводів), неочищені стічні води підприємств по переробці молока можуть характеризуватися високим вмістом органічних речовин. Стічні води можуть містити кислоти, луги, миючі засоби з цілою низкою активних інгредієнтів, дезінфікуючі речовини, включаючи сполуки хлору, перекис водню і амонійні сполуки. Стічні води можуть характеризуватися високим вмістом мікроорганізмів, а також містити патогенні віруси і бактерії.

До рекомендованих методів запобігання забруднення стічних вод відносяться: запобігання втрат молока, готової продукції та інших продуктів шляхом впровадження належних виробничих технологій і методів технічного обслуговування виробничого обладнання; розподіл і збір виробничих відходів, включаючи промивальну воду і побічні продукти, в цілях забезпечення можливості їх вторинного використання або подальшої переробки для подальшого використання, продажу або видалення; установка очисних сіток для скорочення або запобігання надходження твердих речовин в систему скидання стічних вод; у виробничих зонах слід розділити системи дренажу технологічних стоків і трубопроводи побутової каналізації. З них стоки повинні надходити безпосередньо на очисну установку та/або в міську каналізаційну систему; у відповідності з санітарними нормами слід повторно використати відпрацьовану воду, включаючи конденсат, що утворюється в результаті випаровування, в системах попереднього нагріву і регенерації тепла для нагріву та охолодження, з метою скорочення споживання води та енергії; впровадження найкращих методів очищення обладнання, які можуть передбачати використання ручних або автоматичних систем безрозбірного чищення або мийки з застосуванням дозволених хімічних речовин і/або миючих засобів, що надають мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Методи очищення виробничих стічних вод включають: використання жиро-уловлювачів, пристроїв для видалення з поверхні води забруднюючих

речовин або водо-масляних сепараторів для відділення спливаючих твердих речовин; осадження зважених твердих частинок з використанням відстійників; біологічну обробку; видалення біогенних елементів для зниження рівня вмісту азоту і фосфору; хлорування стоків, при необхідності, проведення дезінфекції; зневоднення і видалення осаду.

Завдяки використанню цих технологій і методів передової практики в галузі управління відведенням і очищенням стічних вод, підприємства можуть забезпечити дотримання рекомендованих нормативів щодо скидання стічних вод.

Тверді відходи

Утворення твердих органічних відходів на підприємствах по переробці молока головним чином пов'язано з характером технологічних процесів. До числа цих відходів відносяться некондиційна продукція і виробничі втрати, осади на сітках і фільтрах, осад, що утворюється в результаті роботи центрифуг-сепараторів, а також відходи упаковки (обрізки, використані мішки для дозрівання сирів, витоплення воску при виробництві сиру).

До числа рекомендованих заходів щодо скорочення обсягу та поводження з твердими відходами відносяться нижченаведені: поділ твердих виробничих відходів та некондиційної продукції для переробки у товарну продукцію і побічні продукти; оптимізація розливного і пакувального обладнання в цілях запобігання відходів готової продукції і пакувальних матеріалів; оптимізація конструкції упаковки в цілях скорочення обсягів відходів; використання незабрудненого мулу, що утворюється на очисних спорудах підприємства, як сільськогосподарського добрива або для виробництва біогазу.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу

Викиди в атмосферу відпрацьованих газів (діоксид вуглецю, оксиди азоту моно-оксид вуглецю), на підприємствах з переробки молока, відбуваються

внаслідок спалювання газу, мазуту або дизельного палива в турбінах, котлах і інших двигунах в цілях виробництва енергії і отримання тепла.

Викиди пилу в процесі переробки молока включають залишки тонкодисперсного молочного порошку в відпрацьованому повітрі систем розпилювальної сушки і в процесі розфасовки продукції.

До числа рекомендованих заходів щодо запобігання або скорочення обсягу викидів пилу, в першу чергу, відноситься установка системи витяжної вентиляції, обладнаної пиловловлюючими системами (наприклад, циклонні або рукавні пиловловлювачі). Застосування рукавних пиловловлювачів, в цілому, є більш кращим порівняно з використанням методу мокрої очистки, оскільки вони споживають значно менше енергії, утворюють менше стічних вод або взагалі їх не утворюють і створюють менше шуму.

Основні джерела запаху, на підприємствах з переробки молока, пов'язані з розташованими на їх території установками для очищення стічних вод. Нестійкі запахи утворюються в процесі заповнення/спорожнювання молочних цистерн і бункерів для зберігання.

До рекомендованим методів запобігання виникнення запаху і зменшення його інтенсивності відносяться: забезпечення належного проектування і технічного обслуговування установок по очищенню стічних вод з урахуванням передбачуваного навантаження; утримання в чистоті всіх виробничих і складських приміщень; часте вивантаження і очищення жироуловлювачів (наприклад, щоденне вивантаження і щотижнева очищення); мінімізація обсягу зберігаються відходів і побічних продуктів.

Для діючих підприємств молочної промисловості першим етапом природоохоронних заходів є проведення інвентаризації викидів, тобто визначення об’єму і складу повітря, технологічних газів, що потрапляють в атмосферу, а також об’єму і складу стічних вод. Інвентаризацію проводять з урахуванням різних режимів роботи устаткування, кількості одиниць устаткування, тривалості роботи.

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

В умовах жорсткої конкурентної боротьби на ринку успіх будь-якого підприємства залежить від чіткого розуміння потреб споживачів.

Перш ніж розпочати виробництво, необхідно:

- Визначити, який продукт потрібен ринку.
- З'ясувати технічні та споживчі характеристики продукту.
- Визначити попит на продукт (де і скільки його потрібно).
- Встановити ціну на продукт, за якою його можна реалізувати.
- Оцінити частку ринку та конкуренцію.

Дослідження ринку є необхідним етапом перед розробкою плану виробництва і реалізації продукції. Підприємство може бути самоокупним і самофінансуватися за умови орієнтації на споживачів і конкурентів, а також гнучкого пристосування до змінної ринкової кон'юнктури.

Перш ніж розпочати виробництво, будь-яке підприємство має провести маркетинговий аналіз. Це допоможе визначити яку продукцію вигідно випускати, в яких обсягах її можна продати, де, коли та за якими цінами її можна буде реалізувати.

Маркетинговий аналіз включає: вивчення попиту на продукцію, аналіз ринків збуту та їх місткості, оцінку конкурентів (реальних та потенційних), вивчення потенційних покупців, аналіз можливості організувати виробництво за конкурентною ціною, оцінку доступності необхідних матеріальних ресурсів, визначення наявності кадрів потрібної кваліфікації. Від результатів маркетингового аналізу залежить: обсяг виробництва, формування виробничих потужностей, кінцеві фінансові результати відтворення капіталу, структура капіталу, фінансова стабільність підприємства. Інакше кажучи, маркетинговий аналіз є основою для будь-якої ділової активності.

Загальна характеристика ринку

В технологіях розділення суспензій для біологічної, хімічної, харчової промисловості, зокрема і в молочній, питання процесу розділення продукту є досить актуальним.

В молочній промисловості, розділення молока на фракції проводять на сепараторах.

Сепаратор — апарат, призначений для розділення певного продукту на фракції. Принци дії сепараторів заснований на розділення продукту за рахунок дії на частинку відцентрової сили.

Сепаратори в молочній промисловості застосовуються для очищення молока від домішок, одержання вершків, відокремлення білка і жиру від сироватки під час вироблення молочного цукру, відділення білка під час вироблення сиру кисломолочного.

Розглянемо ринок сепараторів (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Ринок сепараторів

Виробник	Тип/модель	Призначення
МОЛМАШ	А1-ОЦМ-5; А1-ОЦМ-10; Г9-ОЦМ; Ж5-ОМ2С-Е; ОЦР-5; А1-ОС2-Б	Очищення та розділення молока
ОАО «Плавский машиностроительный завод «Смычка»	Ж5-ОВРП-0,15; ОС2Д-500	Розділення високо-жирних вершків
	Ж5-ОТД-1; Я9-ОТД	Зневоднення сирного згустку
	Ж5-ОМЕ-С; ОМ-1А; ОМБ-4С	Очищення молока від домішок
	Ж5-ОСБ; ОСЦП-3; Ж5-Плава-Эл; ОС2-Т3	Розділення молока на вершки та знежирене молоко
	ОСЦП-1; ОС2-НС; ОСЦП-5	Відокремлення вершків
Alfa Laval, Швеція	SRG	Розділення високо-жирних вершків
	BMPRX; BBRPX, MRPX	Очищення від бактерій
	MRXP; HMRPX; CRMX	Відокремлення вершків
	SCE; SCI; CND; CNB; CNE	Очищення від бактерій

Westfalia Separator,Німеччина	MSE; MSD; MSA	Очищення та розділення молока
	KSA; KSD	Розділення високо-жирних вершків
	KBD; KDC	Розділення сирного згустку

Як видно з табл. 7.1, конкуренція на ринку сепараторів є досить значною.

Аналіз маркетингового середовища

Маркетингове середовище підприємства — це сукупність активних суб'єктів та сил, які є джерелом можливостей та загроз діяльності підприємства, під впливом яких формується предмет і об'єкт маркетингу, створюється система його засобів та формується їх структура.

Маркетингове середовище формується з внутрішнього середовища (самого підприємства), мікросередовища (ринку) та макросередовища.

Внутрішнє середовище маркетингу – це частина маркетингового середовища, яка знаходиться в середині підприємства і повністю контролюється ним. Мікросередовище утворюють сили і діючі особи, які безпосередньо стосуються самого підприємства та його можливостей, щодо обслуговування споживачів. Мікросередовище становлять конкуренти, клієнти, споживачі, постачальники, посередники, контактні аудиторії. Вплив цих сил, які становлять безпосереднє оточення компанії, необхідно постійно прогнозувати та враховувати. Проте, важливо також і в певний спосіб впливати на суб'єкти мікросередовища, регулюючи свої відносини з партнерами на ринку. Тому фактори мікросередовища треба вважати відносно контрольованими. Конкуренти впливають на вибір підприємством ринків, маркетингових посередників, постачальників, на формування товарного асортименту та на весь комплекс маркетингової діяльності. Конкурентами можуть виступати різні формування: державні, колективні чи приватні. Відповідно до концепції маркетингу, успіх матиме та компанія, яка

задовольнить потреби споживачів ефективнішими і продуктивнішими – порівняно з конкурентами – методами.

Великих вітчизняних конкурентів по виробництву сепараторів немає. Величезна конкуренція в даній галузі спостерігається на міжнародному ринку. Там панують фірми зі світовими іменами, які працюють в цьому напрямку 50-70 років. Це європейські фірми "Westfalia", "Alfa Laval", "Ci", "Frau". Цим чотирьом фірмам належить 80% обсягів проданих сепараторів в світі.

Для ефективної конкурентної боротьби кожне підприємство повинно обрати свою, індивідуальну стратегію, враховуючи особливості та масштаби діяльності, місце в галузі у порівнянні з конкурентами та інші фактори.

Конкурентне оточення не можна зводити лише до між-фірмової конкуренції, існує багато інших видів конкуренції:

- товарно-родові конкуренти – різноманітні шляхи задоволення конкретного бажання;
- товарно-видові конкуренти – різновиди однієї категорії товару, які здатні задовольнити конкретне бажання покупця;
- марки-конкуренти – різноманітні марки одного і того самого товару, що виготовляють підприємства-конкуренти.

Підприємство не може нехтувати жодним з видів конкуренції, йому необхідно постійно аналізувати зміни в конкурентному середовищі.

Постачальники – це підприємства чи окремі підприємці, які забезпечують підприємство матеріальними ресурсами та певними матеріальними послугами, необхідними для виробництва конкретних товарів.

Постачальники відіграють особливу роль у формуванні економічної політики та економічного становища підприємства. При виборі постачальників, слід ураховувати якість запропонованого товару, його ціну, надійність поставок, гарантії, можливий обсяг поставок, рівень кваліфікації персоналу, умови надання кредиту тощо. Погано налагоджена робота з

постачальниками може негативно вплинути на маркетингову діяльність підприємства.

Маркетингові посередники — юридичні та фізичні особи, які допомагають виробникам у їхній виробничо-збутовій діяльності, за що одержують відповідну винагороду за кожну вдало виконану операцію (продану партію товару). До них належать:

- торговельні посередники – це підприємства, які спеціалізуються на гуртових поставках і торговому посередництві, а також забезпеченні каналів розподілу, тобто допомагають підприємству знайти покупців або безпосередньо продавати їм товари. Вони забезпечують зручність місця, часу та процедури придбання товару замовником із меншими витратами, ніж підприємство-виробник;
- фірми-спеціалісти з організації товароруху здійснюють повний комплекс заходів, що забезпечують товарорух від виробника до споживача, тобто вони допомагають підприємству створювати запаси своїх виробів та просувати їх від місця виробництва до місця призначення. До них належать склади, які забезпечують накопичення та збереження товарів на шляху до чергового місця призначення, а також транспортні підприємства, зокрема залізниця, вантажний водний транспорт, організації автотранспортних перевезень, авіалінії тощо;
- агентства, які надають маркетингові послуги – це фірми, які займаються маркетинговими дослідженнями. Вони можуть мати різноманітні профілі – рекламні агентства, маркетингові дослідницькі фірми, видавництва, різні консультативні фірми з питань маркетингу. Всі вони допомагають виробникові у визначенні ринку та просуванні на нього товару;
- до кредитно-фінансових установ (фінансових посередників) належать банки, кредитні та страхові компанії й інші організації, які спеціалізуються на наданні фінансових послуг. Вони допомагають

підприємству фінансувати операції купівлі-продажу товарів, беруть на себе страхування цих угод тощо.

Клієнти, споживачі, покупці – кінцевий об’єкт зацікавленості підприємства з маркетинговою орієнтацією.

Підприємству необхідно ретельно вивчати потреби та тісно співпрацювати із своїми споживачами-клієнтами, адже максимальне задоволення потреб цільової групи споживачів – це кінцева мета підприємства з маркетинговою орієнтацією.

Макросередовище або зовнішнє середовище охоплює відносно самостійні зовнішні фактори, в яких підприємство здійснює свою комерційно-виробничу діяльність: демографічні; економічні; природно-географічні і екологічні; науково-технічні; політико-правові; соціально-культурні.

Основними споживачами продукції є підприємства молочної, харчової, м'ясної, рибної, медичної, пивоварної, виноробної промисловості.

Опис товару і обґрунтування його конкурентоспроможності

Як інновації пропонується ввести в виробництво модернізовану модель сепаратора ОСЯ, який використовується для виробництва сиру кисломолочного.

Модернізований сепаратор ОСЯ володіє наступними технічними характеристиками:

1. Продуктивність: діаметр сопла 0,5 мм. – 330 кг/год.; діаметр сопла 0,6 мм. – 465 кг/год.; діаметр сопла 0,7мм – 640 кг/год.
2. Вологість згущеного продукту – 78-86%;
3. Частота обертання барабана - 5000об/хв.;
4. Потужність електродвигуна - 18,5 кВт;
5. Кількість сопел – 4шт.;
6. Кут між віссю сопла та дотичною до кола – 10-90°
7. Габаритні розміри – 1030х1260х1585 мм.

Основними споживачами даного виду продукції будуть підприємства молочної промисловості. З огляду на те, що на багатьох підприємствах даної галузі, на виробництві є обладнання застаріле як в моральному, так і в фізичному плані, то очікується явний попит на даний вид продукції. Певна частка споживання відноситься і до нового ринку збуту - фермерським господарствам.

При впровадженні у виробництво модернізованого сепаратора можна змінювати вологість згущеного продукту (білкового осаду). Отримання білкового осаду необхідної вологості дозволить покращити процес виробництва кисломолочної продукції.

Маркетингове дослідження ринку збуту продукції показало, що використання такого сепаратора дозволить підвищити кількість реалізованої продукції.

На основі цього можна зробити висновок, що придбання такого обладнання для споживача є вигідним, тому що найбільшою мірою задовольняє його потреби, отже, буде матися попит на даний вид сепараторів.

ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Визначення режимів роботи сепаратора з метою підвищення якості продукту», присвячена пошуку оптимального співвідношення кута нахилу сопла та його діаметра для отримання продукту з наперед заданою якістю.

Для виділення білкового осаду з сирного згустку найбільш перспективними є сепаратори типу ОСЯ з безперервним вивантаженням осаду. Недоліком цих сепараторів є не можливість отримати кінцевий продукт з наперед заданою вологістю. Для усунення цього недоліку запропоновано модернізацію конструкції вузла вивантаження осаду шляхом регулювання кута між віссю сопла та дотичною до кола. Це призводить до зміни тиску ущільнення осаду, що дозволить отримати продукт заданої вологості.

Для встановлення раціональних режимів роботи сепаратора було проведено математичне та комп'ютерне моделювання гідродинаміки течії в міжтарілковому просторі та режиму ущільнення осаду в барабані сепаратора.

Математичне та комп'ютерне моделювання режимів ущільнення дозволило встановити залежності вологості осаду від тиску в барабані сепаратора і вологості осаду від діаметра сопла та кута нахилу. Як приклад, для отримання білкового осаду вологістю 82% можна використати сопло діаметром 0,7 мм з кутом нахилу 41°, або використати сопло діаметром 0,6 мм з кутом нахилу 63°. Для виробничого процесу, з метою отримання продукту заданої вологості, запропоновано графік залежності вологості білкового осаду від кута нахилу сопла та його діаметру.

Маркетингове дослідження показало, що впровадження такого сепаратора в виробництво, дозволить збільшити якість випущеної продукції і приведе до зростання прибутку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до виконання випускової кваліфікаційної роботи [Електронний ресурс] [Текст]: на здобуття освіт. ступ. "Магістр" за спец. 133 "Галузеве машинобудування" освіт.-проф. програми "Інжиніринг харчових виробництв" ден. та заоч. форми навч. / уклад.: В.Г. Мирончук, В.М. Якимчук, О.М. Гавва, Д.М. Люлька, О.М. Чепелюк; Нац. ун-т харч. технол. –Київ: НУХТ, 2022. –51 с.

2. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. –К.: Аграрна освіта, 2001. –224 с.

3. Баранов, В.Я. Промышленные приборы и средства автоматизации: справочник / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская. –Л.: Машиностроение, 1987. – 847 с.

4. Вивчення будови і роботи сепараторів молочної промисловості: методичні вказівки до виконання лабораторної роботи / уклад.: О.А. Терещенко, М.М. Нудьга, С.Ф. Федоров - К.: КІХП, 1993. –52с.

5. Волчков, И.И. Сепараторы для молока и молочных продуктов. / И.И. Волчков. –М.: Пищевая промышленность, 1975. –224 с.

6. Золотин, Ю.П. Оборудования предприятий молочной промышленности / Ю.П. Золотин, М.Б. Френклах, Н.Г. Лашутина. –М.: Агропромиздат, 1985. –270с.

7. Основи екології: підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк.; за ред. К.М. Ситника. –К.: Вища школа, 2001. –358 с.

8. Красов, Б.В. Эксплуатация, ремонт и наладка технологического оборудования молочной промышленности. / Б. В. Красов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. –328 с.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Люлька Д.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Клименко В.М.	Назва, додаткова назва	221861.КР.23.000 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В.	**Список використаних джерел**	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA / Аркуш 1/2

9. Купчик, М.П. Основи охорони праці: підруч. / М.П. Купчик, І.Ф. Степанець. - К.: Освіта, 2000 – 416с.

10. Кирилюк, Ю.И. Допуски и посадки: справочник. / Ю.И. Кирилюк . – К.: Вища школа., Головное изд-во,1989 – 135с.

11. Курочки, А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств. / А.А. Курочкин. – М.: Колос, 2007 – 591 с.

12. Липатов, Н.Н. Саморазгружающиеся сепараторы. / Н. Н. Липатов, О. П. Новиков. - М.: Машиностроение, 1975 - 248с.

13. Липатов, Н.Н. Сепарирование в молочной промышленности. / Н. Н. Липатов. М.: Пищевая промышленность, 1971. – 400с.

14. Лукьянов, Н. А. Теория и расчет молочных сепараторов. / Н. А. Лукьянов. М.: Пищепромиздат, 1950. - 131 с.

15. Павлов, Н.Г. К вопросу расчета и конструирования тарельчатых сепараторов с механической выгрузкой сгущенного осадка: Автореф. дис. канд. техн. наук. Л., 1961. – 14с.

16. Соколов, В.И. Современные промышленные центрифуги. / В. И. Соколов. - 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1967. – 515с.

17. Соколов, В.И. Центрифугирование. / В. И. Соколов. - М.: Химия, 1976. – 408с.

18. Соколов, В.И. Основы конструирования машин и аппаратов пищевых производств. / В. И. Соколов. – М.: Машиностроение 1983, - 447 с.

19. Сурков, В. Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. / В. Д. Сурков, Н. Н. Липатов, Ю. П. Золотин. – М.: Лёгкая и пищеваяпромышленность, 1983. - 432 с.

20. Шкоропад, Д.Е. Центрифуги и сепараторы для химических производств / Д. Е. Шкоропад, О. П. Новиков. – М.: Химия, 1987. – 256 с.