

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» _____ 11 _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мельнічука Данила Едуардовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Застосування баромембранних процесів в технологіях харчових виробництв

керівник проекту (роботи) д.т.н., професор, Мирончук Валерій Григорович

(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.Кількість першої промивної води від залишків незбираного та знежиреного молока 10м³/добу.

2. Науково-технічна та навчальна література за темою магістерської роботи.

3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Реферат; Зміст; Вступ; Аналіз процесів баромембранного оброблення технологічних рідин харчової промисловості; Обґрунтування теми магістерської роботи; Мета, об'єкт та предмет дослідження; Результати досліджень; Шлях реалізації отриманих результатів; Перспективи застосування мембранних процесів для очищення та концентрування цукровмісних рідин; Охорона праці; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

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

Апаратна схема-2арк.; комірка мембранна -1 арк.;рулонний модуль-1 арк.; графіки результатів -1 арк. Графічний матеріал виконується на форматі А1 роздруковується на форматі А3.

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	<i>Вступ</i>	21.11.2023	
2	<i>Аналіз процесів баромембранного оброблення технологічних рідин харчової промисловості</i>	25.11.2023	
3	<i>Обґрунтування теми магістерської роботи</i>	01.12.2023	
4	<i>Мета, об'єкт та предмет дослідження</i>	05.12.2023	
5	<i>Результати досліджень</i>	30.12.2023	
6	<i>Шляхи реалізації отриманих результатів</i>	10.01.2023	
7	<i>Перспективи застосування мембранних процесів для очищення та концентрування цукровмісних рідин</i>	20.01.2023	
8	<i><u>Охорона праці</u></i>	22.01.2023	
9	<i><u>Висновки</u></i>	24.01.2024	
10	<i><u>Список використаних джерел</u></i>	25.01.2024	
11	<i>Підготовка презентації</i>	29.01.2024	
12	<i>Перевірка на академічну доброчесність</i>	31.01.2024	

Здобувач_____
(підпис)**Данило МЕЛЬНІЧУК**

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи_____
(підпис)**Валерій МИРОНЧУК**

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Мельнічук Д. Е. Застосування баромембранних процесів в технологіях харчових виробництв. – рукопис.

Магістерська робота здобувача освіти за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування, освітньої програми «Інжиніринг харчових виробництв». – Кафедра технологічного обладнання харчових виробництв та комп'ютерних технологій проектування.

Магістерська робота присвячена застосуванню баромембранних процесів і обладнання для розділення біологічних рідин молочного походження, зокрема перших промивних вод отриманих в результаті відмивання технологічних ємностей і трубопроводів від залишків знежиреного та незбираного молока.

На основі аналізу процесів та обладнання для баромембранного оброблення технологічних рідин харчової промисловості, особливостей оброблення технологічних рідин молочної промисловості баромембранними методами показана доцільність концентрування перших промивних вод отриманих при очищенні обладнання від залишків знежиреного та незбираного молока.

Наведено соціальне і економічне обґрунтування вибраної мети магістерської роботи.

Приведені тема, мета, об'єкт та предмет досліджень.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень дозволили визначити конструкцію мембранного модуля, площу поверхні фільтрування

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Е.	Назва, додаткова назва Анотація	221856.KP.005.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/3

мембранного модуля, структурну схему очищення промивної води молочного заводу.

В магістерській роботі належну увагу приділено охороні праці.

Магістерська робота в достатній мірі ілюстрована, список використаних джерел складає 17 позицій.

Ключові слова: зворотній осмос, нанофільтрація, промивна вода, баромембранні процеси, баромембранні апарати, біологічні рідини молочного походження.

ABSTRACT

Melnychuk D.E. Application of Baromembrane Processes in Food Production Technologies. – Manuscript.

Master's thesis of the education seeker in the specialty 133 – Branch Mechanical Engineering, educational program "Engineering of Food Production" – Department of Technological Equipment of Food Production and Computer-Aided Design Technologies.

The master's thesis is dedicated to the application of baromembrane processes and equipment for the separation of biological fluids of milk origin, particularly the first rinsing waters obtained from cleaning equipment and pipelines from residues of skimmed and uncollected milk. Based on the analysis of processes and equipment for baromembrane treatment of technological fluids in the food industry, as well as the peculiarities of treating technological fluids in the dairy industry using baromembrane methods, the expediency of concentrating the first rinsing waters obtained during equipment cleaning from residues of skimmed and uncollected milk is demonstrated.

The chosen master's thesis topic is supported by both social and economic justifications. The theme, aim, object, and subject of the research are outlined. The theoretical and experimental research results have led to the determination of the membrane module design, the filtration surface area of the membrane module, and the structural scheme for purifying rinsing water at a dairy plant. The master's thesis also gives due attention to occupational safety.

The master's thesis is adequately illustrated, and the list of used sources consists of 17 entries.

Keywords: reverse osmosis, nanofiltration, rinsing water, baromembrane processes, baromembrane apparatus, and biological fluids of milk origin.

ЗМІСТ

Анотація.....	3
Зміст.....	6
Вступ	7
1. Аналіз процесів баромембранного оброблення технологічних рідин харчової промисловості	9
2. Обґрунтування теми магістерської роботи.....	22
3. Мета, об’єкт та предмет дослідження	24
4. Результати досліджень.....	25
5. Шлях реалізації отриманих результатів	32
6. Перспективи застосування мембранних процесів для очищення та концентрування цукровмісних рідин.....	40
7. Охорона праці	43
Висновки	47
Список використаних джерел.....	48
Додатки.....	51

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Зміст	221856.KP.000.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

ВСТУП

В харчовій промисловості велика увага приділяється впровадженню нових енергозберігаючих технологій спрямованих на підвищення якості продукції та мінімізацію негативного впливу на оточуюче середовище. Значну роль в цьому відіграють мембранні методи розділення технологічних рідин харчових виробництв. Застосування мембранних процесів в різних галузях харчових виробництв дозволяє очищати та концентрувати технологічні рідини біологічного походження зі збереженням нативних (природних) властивостей їх харчових нутрієнтів.

Молочна промисловість була однією з галузей, яка започаткувала широке використання баромембранних процесів в технологіях переробки незбираного та знежиреного молока.

Разом з тим, до сьогодні існують певні резерви для подальшого розширення застосування мембранних процесів в технологіях маловідходної переробки молока та молокозмісних продуктів.

Спираючись на накопичений досвід науковців та виробників в галузі маловідходної технології переробки молока і його похідних продуктів, доцільним є утилізація отриманої в процесі першого промивання ємностей та трубопроводів незбираного та знежиреного молока води. До сьогодні така молокозміска вода, переважно, не використовувалась і надходила на очисні споруди чи у стоки.

З огляду на вищезазначене, метою цієї магістерської роботи є обґрунтування застосування баромембранних процесів в технологіях харчових

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Вступ	221856.KP.005.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

виробництв в частині переробки першої промивної води після промивання ємностей та трубопроводів від залишків молока.

Розглянуто можливі шляхи застосування баромембранних процесів для очищення та концентрування технологічних рідин виробництва цукру.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Вступ	221856.KP.005.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ БАРОМЕМБРАННОГО ОБРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІДИН ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1. Класифікація та сутність процесів баромембранного розділення технологічних рідин біологічного походження

За останні пів століття широкого розповсюдження в харчовій промисловості набули мембранні процеси для очищення (фільтрації) технологічних рідин. Перевагою цих процесів є те, що вони здійснюються без використання хімічних елементів і розділення складових рідини відбувається молекулярному та іонному рівнях.

В залежності від розміру частинок, що відокремлюються від рідини, розрізняють, в основному, чотири частини мембранних процесів, а саме :

- мікрофільтрація (МФ) відокремлює частинки розміром 0,05...10 МКМ;
- ультрафільтрація (УФ) відокремлює частинки колоїдів і високомолекулярних речовин розміром 0.001...0,05 МКМ;
- нанофільтрація (НФ) відокремлює частинки та молекули розміром 0,0005-0,001 мкм;

Зворотній осмос (ЗО) (раніше « гіперфільтрація») відокремлює молекули та іони розміром менше 0,0005 мкм.

Мембранні методи розділення засновані на властивостях мембран, що мають різний розмір. Мембрани виготовляють із різних полімерних, керамічних, скляних, металевих матеріалів [1,2].

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Е.	Назва, додаткова назва Аналіз процесів баромембранного оброблення технологічних рідин харчової промисловості		221856.KP.005.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.	Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/13		

Особливістю процесів є те що МФ, УФ, НФ здійснюється за умовою низького тиску, меншого за 12 кгс/см^2 , а для ЗО тиск має бути більшим за 20 кгс/см^2 .

1.2. Використання мембранних процесів в технологіях харчових виробництв

Прикладом може слугувати очищення води для виробництва алкогольних та безалкогольних напоїв; в комплексній маловідходній технології переробки молочної сироватки, в технологіях очищення морської води; в технологіях виробництва питної води; технології виробництв концентрування післяспиртової барди; в технології одержання пектинових концентратів, для очищення стоків хардових виробництв; освітлення червоних та білих вин; концентрування виноградного сусла, консервування стоків, для очищення та концентрування цукрового соку та інших.

Розрізняють два способи ведення баромембранного процесу: непроточний вид та проточний.

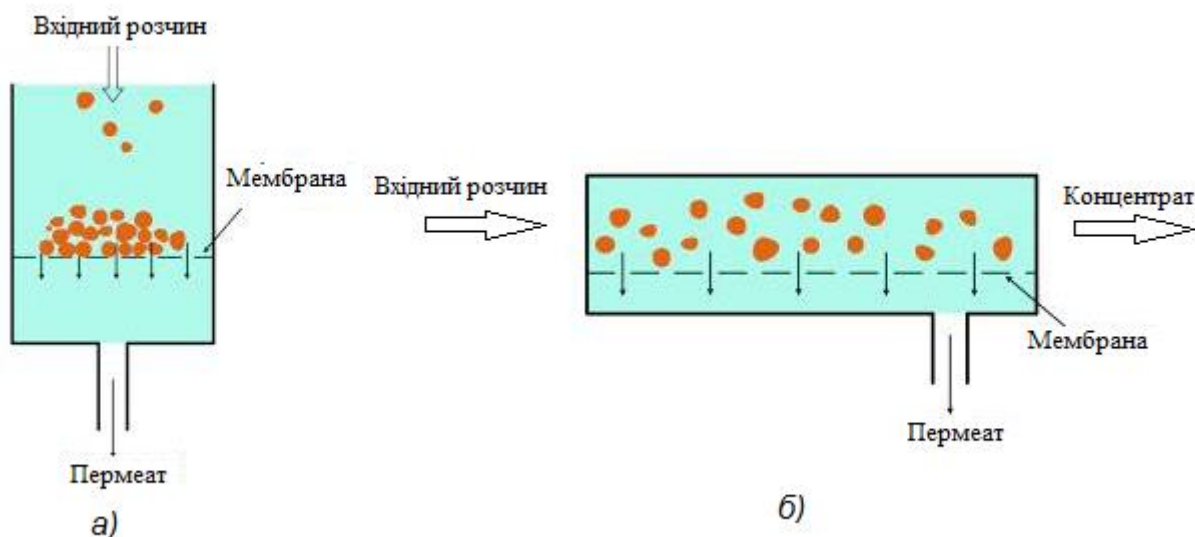


Рис.1.1 Схеми мембранного розділення: а) тупикова; б) проточна.

Схеми дослідних установок для проточного і непроточного (тупикового) процесу наведенні в додатках 1,2. При проточному способі рис.1 а) - розчин подається паралельно до поверхні мембрани і розділяється на два потоки: перший і розчищений розчин, що пройшов крізь мембрану, та концентрат, що містить затримані частини.

При тупиковому способі рис.1.1 б)- розчин подається перпендикулярно до поверхні мембрани, проходить через мембрану у вигляді пермеату. Перший спосіб має перевагу за рахунок інтенсивного забруднення мембран і зменшення їх продуктивності.

1.3. Особливості переробки технологічних рідин молочної промисловості баромембранними методами

За останні роки широкого розповсюдження набули мембранні методи для отримання поживних компонентів переробки молока та його похідних.

Стрімке впровадження мембранних технологій ґрунтується на декількох важливих факторах, наприклад:

- Лише напівпроникні мембрани дозволяють отримати і зберегти сироваткові білки в різних продуктах;
- Використання ультрафільтрації обумовлює використання замість незбираного молока концентрати, які в мінімальній кількості містять солі кальцію і лактози;
- Ультрафільтраційна обробка незбираного молока дозволяє отримати безлактозне молоко, що важливо для людей, які не сприймають лактозу;
- Ультрафільтраційне знежирення молока збільшує вміст білків.

Однією з проблем, що на даний час знаходиться в стадії вирішення, використання промивної води з метою отримання продукту для кормового

призначення. Промивні води після промивання ємностей для транспортування молока та його зберігання в переважній більшості не використовуються і потрапляють в стоки. Так, при скиданні 1 м³ промивної води молочного походження забруднюється 40 ... 60 м³ природної води [1].

Наприклад, для молочного підприємства, що переробляє цільне молоко виробничою потужністю 300 т за добу утворюється до 1,8 м³ промивних вод після першого ополіскування ємностей для зберігання молока, та до 2,4 м³ після першого ополіскування автоцистерн, після промивання трубопроводів до 0,900 м³, пастеризаторів - 3 м³, гомогенізаторів - до 0,600 м³, фасувального обладнання - до 0,40 м³. Отже, кількість промивної води для незбираного і знежиреного молока за даних умов складає 9 м³. Тобто щоденно забруднюється понад 500 м³ чистої природної води.

Із вищезазначеного витікає завдання магістерської роботи. Підібрати і розрахувати мембранний апарат для концентрування і очищення перших промивних вод молочного підприємства, отриманих в наслідок промивання обладнання від залишків знежиреного і незбираного молока.

1.4. Конструкції апаратів для проведення баромембранних процесів

Перші конструкції мембрани апаратів містили плоскі мембрани по типу фільтр-пресів: це так звані плоскорамні модулі (рис.1.2), мембрани в формі трубок, діаметром 10-30 мм. Але через їх відносно високу вартість та низьку продуктивність вони не знайшли широкого промислового застосування. В зв'язку з цим, набули широкого використання конструкції зі спіральними та порожистоволоконними модулями [4].

Розглянемо деякі конструкції апаратів для проведення мембранних процесів. Плоскорамні модулі рис.1.2 були запропоновані Стерном для вилучення гелію з природного газу .

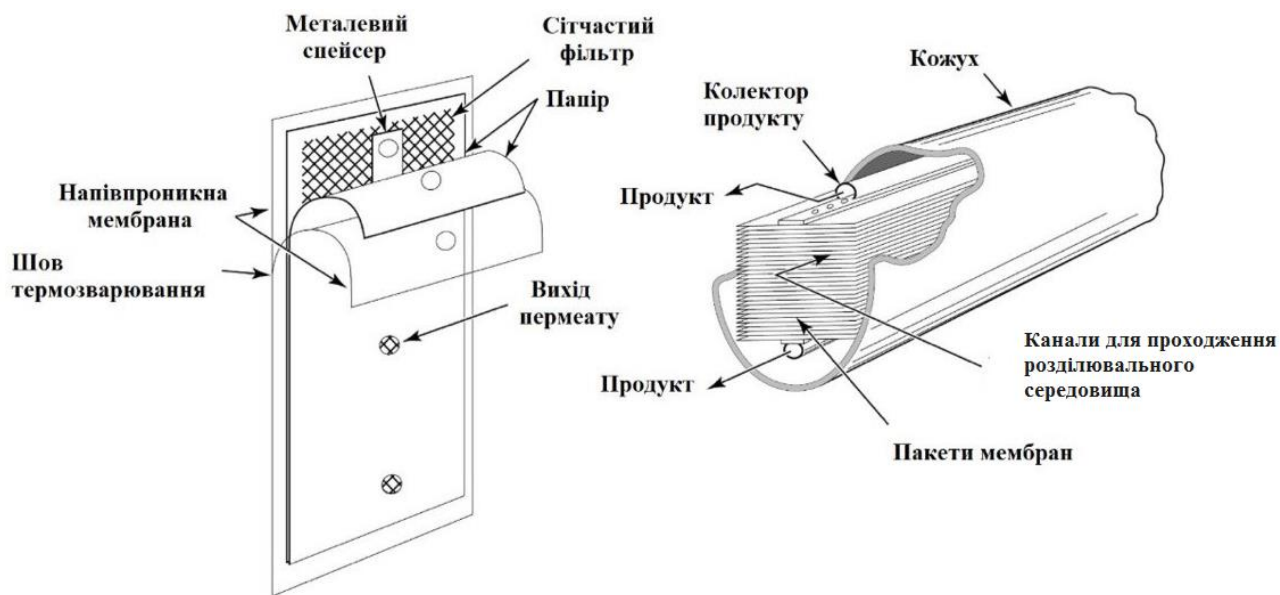


Рис.1.2 Конструкція плоскорамних модулів

Принцип роботи такого модуля полягає в тому, що розділювальне середовище надходить і розподіляється вздовж поверхні мембрани. Частина розчинника проходить крізь мембрану, надходить в канал пермеату і відцентровується через центральний колектор. В цьому випадку концентрація розчину знаходиться над мембраною. Плоскорамні модулі (рис.1.3) наразі використовуються лише в системах електродіалізу та первапорації, а також в обмеженій кількості в зворотному осмосі з середовищами, схильними до інтенсивного забруднення.

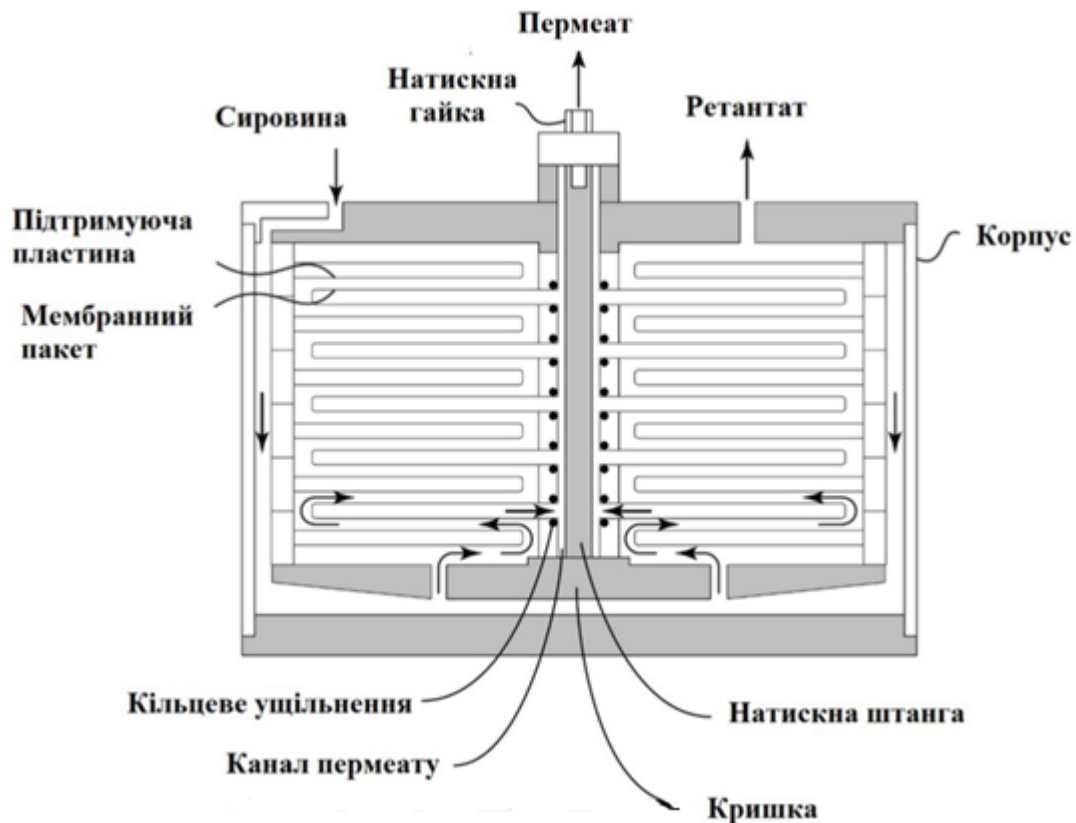


Рис. 1.3 – Схема плоскорамного модуля

Трубні модулі наразі обмежуються застосуванням в ультрафільтрації, для яких перевага в опорі до забруднення мембран через сприйнятливі гідродинамічні умови переважає їх вартість. Трубні модулі містять пористу підложку з паперу або скловолокна з мембраною, формованою в середині труби, в типовій трубній мембранній системі кінці труб зібрані в колекторі. Пермеат видаляється з кожної труби і направляється до головки колектору. Розділювана суміш нагнітається через всі 30 труби з'єднаних в колекторі. Приклад ультрафільтраційного трубного модуля наведено на рис.1.4.

Рулонні модулі, конструкція яких показана на рис.1.5, є найпростішими і містять мембранний пакет зі спейсерів (сіток-сепараторів) та мембрани, навитої навколо центральної перфорованої труби-колектору. Сировина рухається аксіально вздовж мембранного пакету по спіральному каналу до центру і виходить через трубу-колектор.

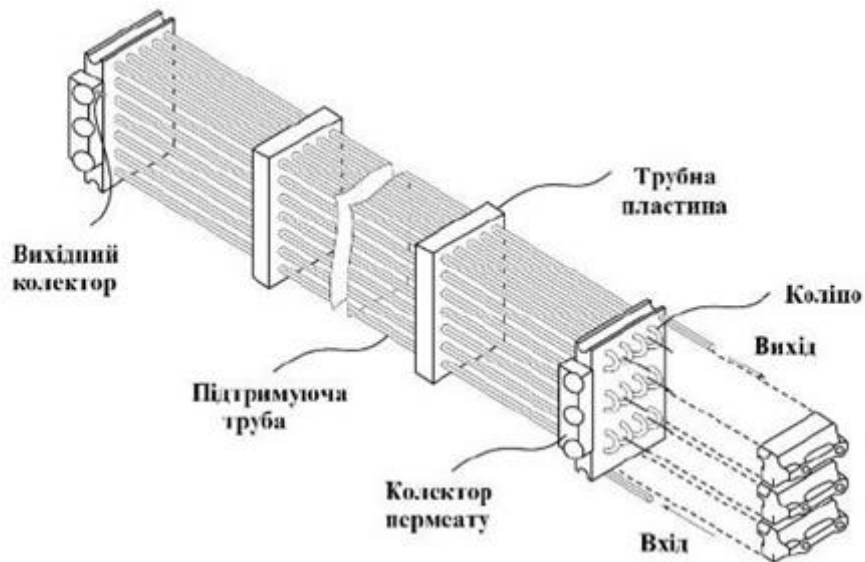


Рис. 1.4 – Ультрафільтраційний трубний модуль

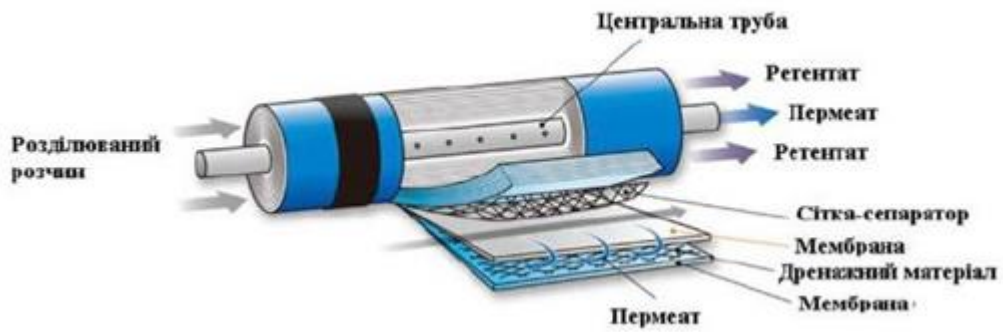


Рис. 1.5 – Рулоний модуль

Площа поверхні фільтрації таких модулів переважно становить 0,2-1,0 м². Промислові модулі містять декілька мембранних пакетів, кожен з площею в 1-2м², загорнутих навколо центральної труби-колектору.

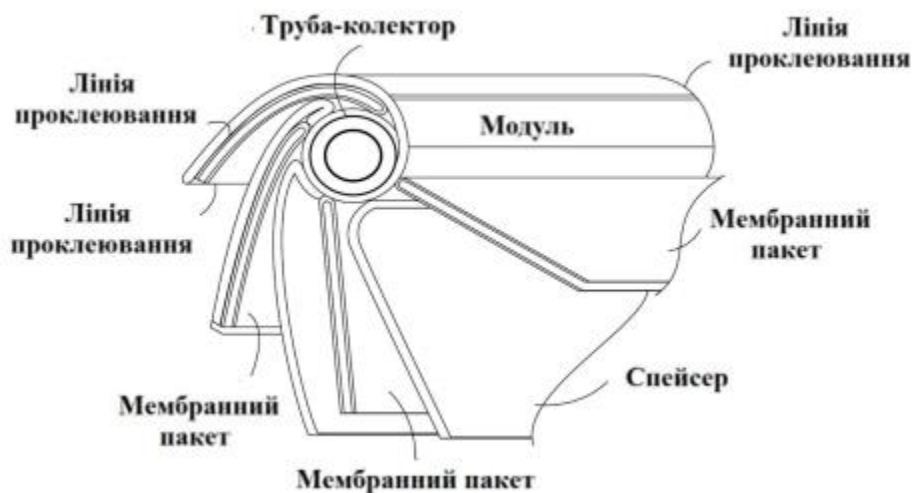


Рис.1.6 - Мультипакетний рулонний модуль

Мультипакетна конструкція рулонного модуля (рис.1.6), мінімізує гідравлічний опір потоку пермеату, що рухається до центральної труби. Використання в мультипакетній конструкції коротких пакетів забезпечує мінімальний гідравлічний опір в кожному пакеті. Стандартні промислові спіральні модулі мають діаметр 203,2 мм і довжину 1016 мм. Існує тенденція до зростання діаметру модулів для установок гарної продуктивності. Зазвичай 203,2 мм, що містять 6 модулів, має площу поверхні мембран 100-200 м². Корпус мембранного апарата з двома модулями показаний на рис.1.7.

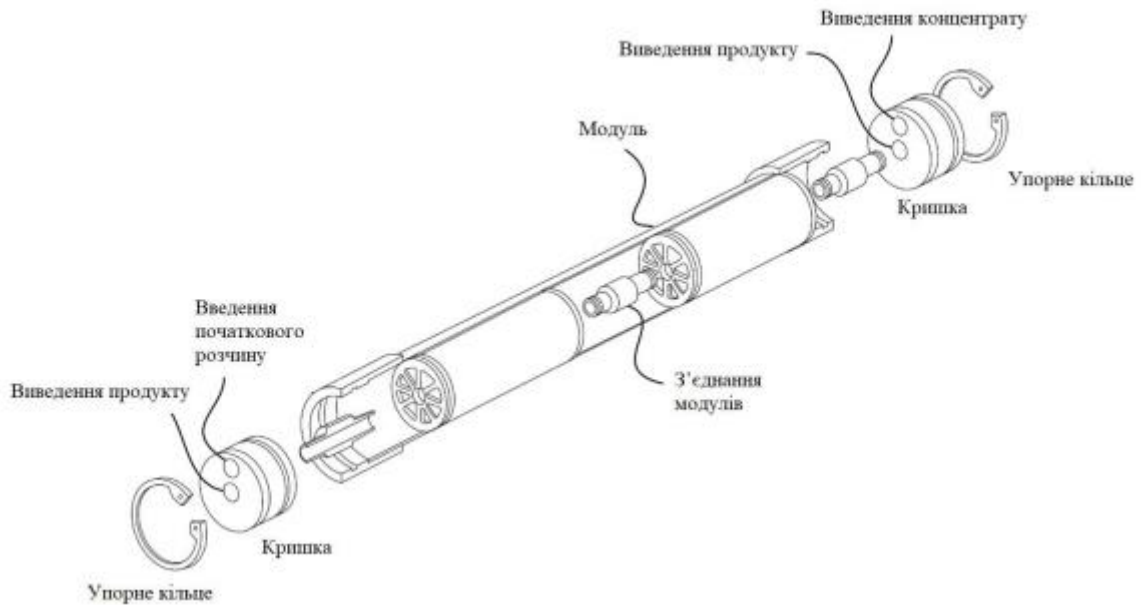


Рис.1.7 - Корпус із рулонними мембранними модулями

При використанні рулонних модулів для зворотного осмосу та ультрафільтрації в харчовій промисловості, використовують байпасування вхідної сировини з метою уникнення росту бактерій в рідині, які в нерухомому стані рідини мають тенденцію до зростання. Один зі шляхів досягнення цього байпасу показано на рис.1.8.

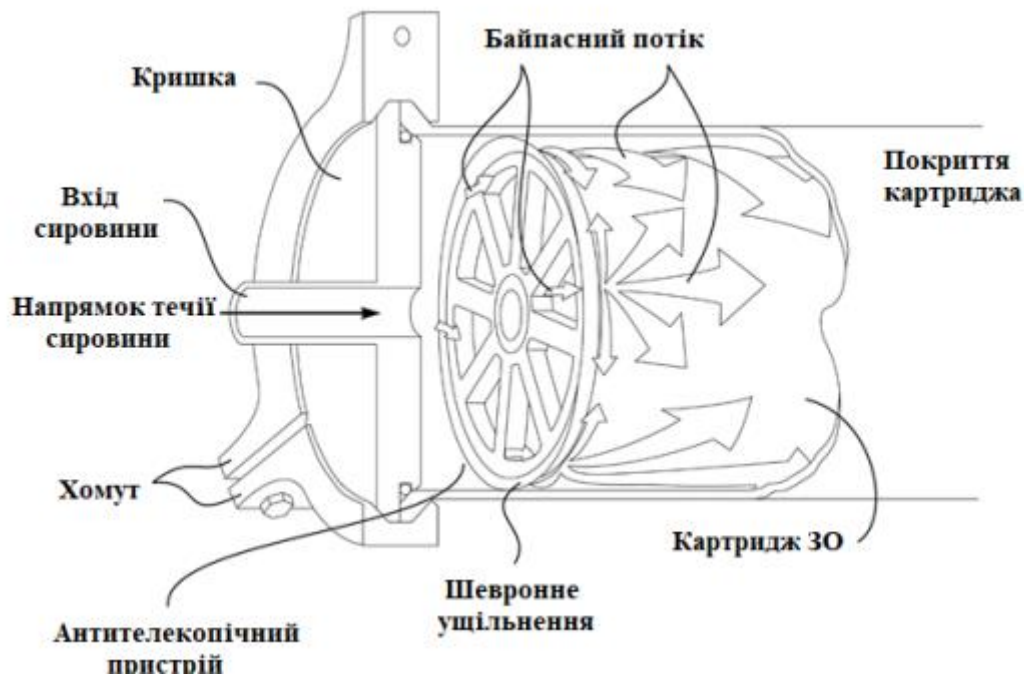


Рис.1.8 - Приклад байпасування в спіральному модулі

Досить широкого розповсюдження набули мембрани модулі з порожнистими волокнами.

Модулі з порожнистими волокнами формують у двох базових конструкціях. Перша конструкція (рис.1.9) передбачає подачу розділювальної рідини в просторі між порожнистими волокнами та використовується, наприклад, в системах зворотного осмосу. Модуль нагнітається, розділюється рідина в простір між волокнами, пермеат проходить через стінку волокна та виходить через відкриті кінці волокон. Таку конструкцію легко виготовити і вона дозволяє отримати великі площі поверхонь мембрани. Зазвичай внутрішній діаметр волокон становить 50 мкм, а зовнішній 100-200 мкм.

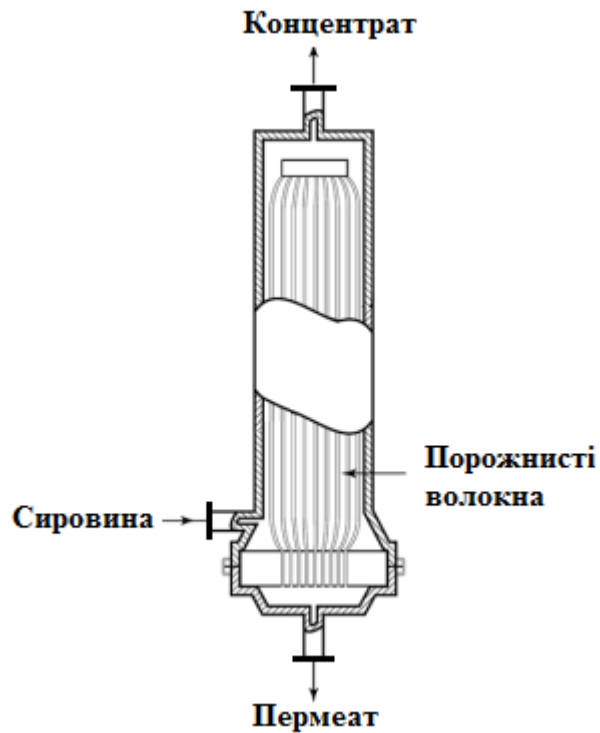


Рис.1.9 схема модуля з порожністими волокнами і подачею сировини в простір між волокнами

Інший тип модуля з порожністими волокнами відрізняється тим, що подача сировин здійснюється в середину волокон (рис.1.10), капілярні волокна використовуються для ультрафільтрації, первапорації та в деяких системах газорозділення з низьким тиском. Надлишковий тиск сировини в цьому модулі зазвичай обмежується до 1.03 МПа.

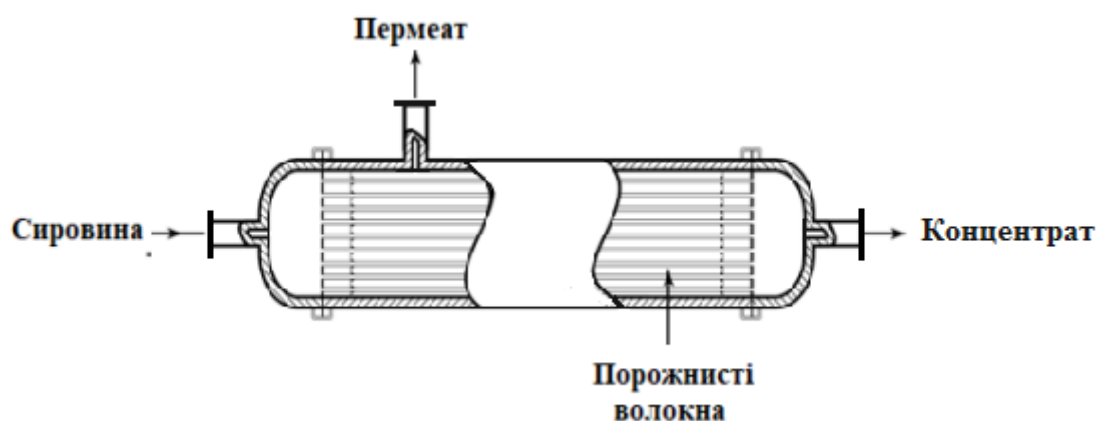


Рис.1.10 - Схема модуля з порожністими волокнами і подачею сировин всередину волокон

З аналізу конструкцій мембранних апаратів вибираємо як об'єкт нижньої підкльомної роботи спіральний модульний апарат.

З аналізу конструкцій мембранних апаратів, як об'єкт поданої роботи, найбільш прогресивним на нашу думку є ролонний модуль (рис.1.10).

Прикладом для баромембранного осмотичного очищення питної води може слугувати установка OSFIL-250, що виготовляється ТОВ “Осмофільтр”[17]:



Рис.1.11 – Зворотний осмос OSFIL-250

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

2.1. Соціальне обґрунтування теми магістерської роботи

За останні роки широкого розповсюдження набули мембранні методи для отримання нативних компонентів переробки молока та його похідних.

Стрімке впровадження мембранних технологій ґрунтується на декількох важливих факторах, наприклад:

- лише напівпроникні мембрани дозволяють отримати і зберегти сироваткові білки в різних продуктах;
- використання ультрафільтрації обумовлює використання замість цільного молока концентрати, які в мінімальній кількості містять солі кальцію і лактозу;
- ультрафільтраційна обробка цільного молока дозволяє отримати безлактозне молоко, що важливо для людей, які не сприймають лактозу;
- ультрафільтраційне знежирення молока збільшує вміст білків.

Однією з проблем, що на даний час знаходиться в стадії вирішення є використання промивної води з метою отримання продукту для кормового призначення. Промивні води після промивання ємностей для транспортування молока та його зберігання в переважній більшості не використовуються і потрапляють в стоки. Так, при скиданні 1 м³ промивної води молочного походження забруднюється 40...60 м³ промивної води [1].

Наприклад, для молочного підприємства, що переробляє цільне молоко виробничою потужністю 300 т за дробу утворюється до 1,8 м³ промивних вод

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Обґрунтування теми магістерської роботи	221856.KP.005.002 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/2

після першого ополіскування ємностей для зберігання молока, та до 2,4 м³ після першого ополіскування автоцистерн, після промивання трубопроводів – до 900 м³, пастеризаторів – 3,0 м³, гомогенізаторів–до 0,600 м³, фасувального обладнання – до 0,40 м³. Отже, лише кількість промивної води для цільного і знежиреного молока за даних умов складає 9 м³. Тобто щоденно забруднюється понад 500 м³ чистої природної води.

Із вищезазначеного витікає завдання магістерської роботи. Підібрати і розрахувати мембранний апарат для концентрування і очищення промивних вод молочного підприємства.

2.2. Економічне обґрунтування теми магістерської роботи

Використання перероблення промивної води, утвореної в результаті першого ополіскування обладнання від залишків незбираного молока, передбачає окрім економічного обґрунтування і економічної оцінки.

Позитивним з точки зору економічної доцільності перероблення вказаної промивної води є зменшення витрат на екологічну безпеку за рахунок зменшення об'єму стічної води, внаслідок зменшення скидів промивної води.

Реалізація отриманого концентрату промивної води як кормової добавки при відгодівлі, наприклад, телят і свиней.

Попередня оцінка очікуваного економічного ефекту, виконана за методикою [9], дала обнадійливі результати та засвідчила доцільність концентрування промивної води молокопереробних підприємств мембранними методами.

3. МЕТА, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Темою магістерської роботи є застосування баромембранних процесів в технологіях харчових виробництв.

Метою магістерської роботи є обґрунтування застосування баромембранних процесів в технології переробки отриманої води після першого промивання ємностей і трубопроводів від залишків незбираного і знежиреного молока.

Об'єктом досліджень є баромембранні процеси, а саме, нанофільтрація і зворотний осмос при розділенні промивної води молочного походження.

Предмет досліджень – промивні води молочного походження.

Методи досліджень. Теоретичні та практичні дослідження, що виконувались з використанням сучасних методів аналізу та синтезу результатів виконаної магістерської роботи.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Мета, об'єкт та предмет дослідження	221856.KP.005.003 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Використання мембранних процесів в молочній промисловості

На сьогодні існують наступні способи мембранного розділення при переробці молока і похідних продуктів:

-мікрофільтрація для зменшення кількості бактерій у знежиреному молоці, сироватці;

-ультрафільтрація для концентрування молочних протеїнів в молоці та сироватці;

-нанофільтрація для часткового знесолення сироватки чи ультрафільтраційного пермеату;

-зворотний осмос для дегідратації сироватки та ультрафільтраційного концентрату та пермеату;

Розглянемо позитивні сторони цих процесів. Мікрофільтрація є альтернативою тепловій пастеризації молока.

Ультрафільтрація дає можливість підвищити вихід цільового продукту на 25..30%. Мембранне концентрування незбираного молока доводить вміст сухих речовин до 48%.

Нанофільтрація – це проміжний тип баромембранних процесів між ультрафільтрацією і зворотним осмосом, який поєднує їхні позитивні можливості.

Зворотний осмос переносить процес розділення на молекулярний та іонний рівень.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Результати теоретичних та експериментальних досліджень	221856.KP.005.004 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/6

4.2. Дослідження процесу концентрування рідини, отриманої в результаті першого промивання трубопроводів і обладнання від залишків молока

4. 2. 1. Склад модельних розчинів промивної води та умови досліджень

Модельні розчини утворені на етапі першої стадії ополіскування готували виходячи зі складу незбираного і знежиреного молока [6.7]. Для цього, перший розчин отримували шляхом позбавлення дистильованого водою знежиреного молока зі вмістом сухих речовин $s. p. = 9,0 \%$ у співвідношенні 1 : 4. Другий модельний розчин – позбавленням молока з вмістом $s. p. = 11,2 \%$ жирністю 2,6% у співвідношенні 1 : 5. В результаті отримали модельний розчин I з вмістом сухими речовин 1, 77%, а модельний розчин II – з вмістом сухих речовин 1, 85 %.

Для проведення досліджень були використані мембрани ОПМН – П та NanoRo. Температура промивної води, що надходить на концентрування $t = 4-6^{\circ}\text{C}$. Тиск на зворотньоосмотичній установці (чи нанофільтраційній) $P = 1.0$ МПа. Кінцевий вміст сухих речовин в концентраті 9, 0 % - 12 %.

4.2.2 Складання баромембранної комірки

Для прикладу розглянемо послідовність складання баромембранної комірки для фільтрування за тупиковою схемою першої промивної води від залишків незбираного та знежиреного молока.

Відповідно до креслення (додаток 1) баромембранна комірка має наступну **конструкцію**. Корпус комірки складається із двох циліндрів 11,12 які закріплені між собою за допомогою фланців 9,10 та шести шпильок 15. У верхній частині циліндра 12 передбачено встановлення оглядового вікна 17 та штуцерів 1 для підведення промивної води. Для забезпечення герметичності між двома циліндрами передбачена ущільнююча муфта 14 з прокладкою. Нижній фланець 10 має отвір для відведення фільтрату (фермеату). На ньому

встановлена підкладка 25 під мембрану 24. Мембрана 24 ущільнена прокладкою

23. Над мембраною 24 над відстанню 2 мм змонтовано магнітний перемішувач 2.

Складання баромембранної комірки для тупикової схеми має наступну послідовність: нижній фланець 10 встановлюють підкладку 25 під мембрану 24, встановлюють мембрану 24. Отвори фланця 10 встановлюють шість шпильок 15. Отвори фланця 10 встановлюють 6 шпильок 15. Зверху над мембраною 24 встановлюють ущільнюючу прокладку 23. Встановлюють магнітний перемішувач 2 в циліндр 11. Циліндр 11 разом з перемішувачем встановлюють на ущільнюючу прокладку 23. Між верхнім і нижнім циліндром встановлюють ущільнюючу мухту 14 з прокладкою. Між внутрішньою кромкою муфти 14 і циліндром 12 встановлюють ущільнюючу прокладку. На верхню кромку циліндра 12 послідовно встановлюють прокладку у оглядове вікно 17, прокладку та верхній фланець 9. Встановлюють муфту зі штуцерами 1. Шпильки 15 затягують гайками 21.

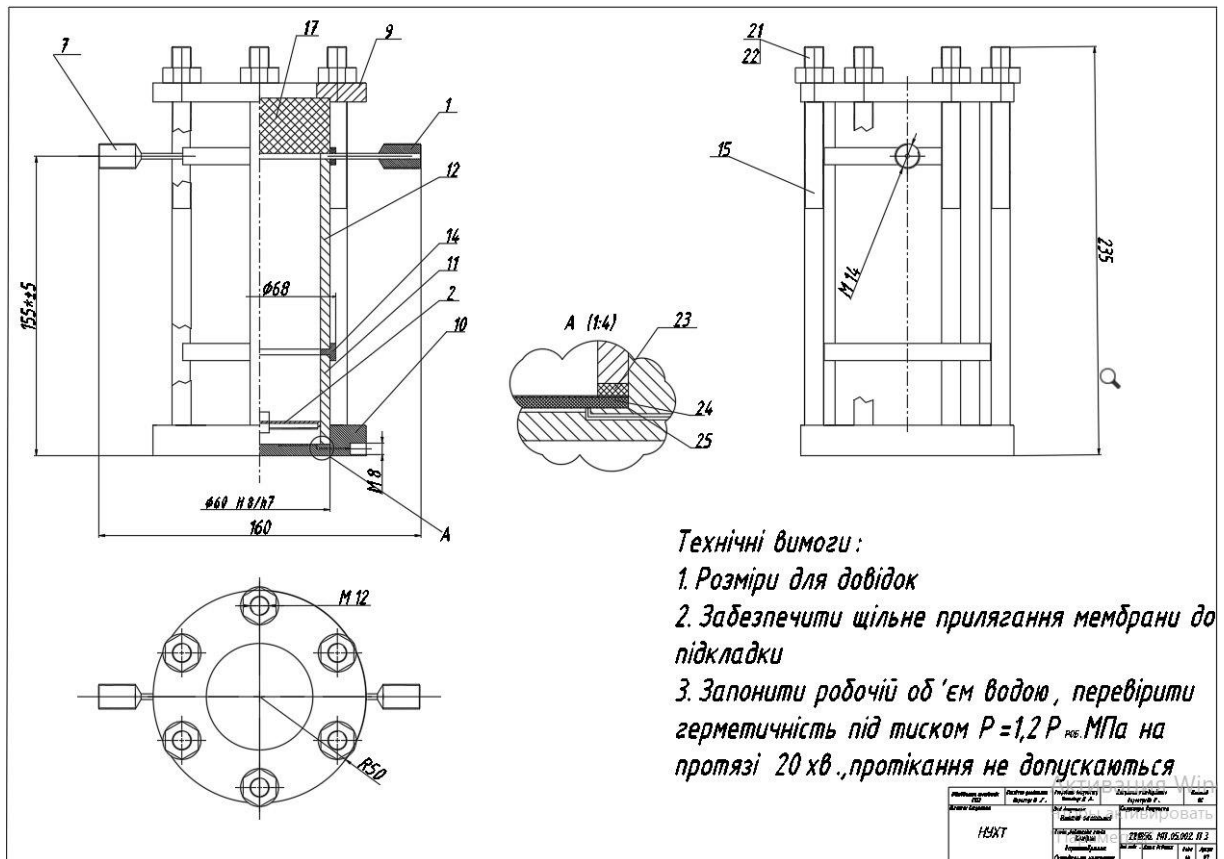


Рис. 4.1 Комірка баромембранна

Принцип роботи баромембранної комірки за тупиковою схемою (Додаток 2). Мембранну комірку заповнити досліджувальним розчином. При закритому штуцері 7 на муфти 13 під'єднати штуцер 1 до трубопроводу інертного газу. Налаштувати магнітний перемішувач та встановити на нього мембранну комірку при відключеній електромережі. Встановити ємкість для фільтрату (пермеату). Налаштувати подачу інертного газу необхідного тиску з балона 1 через редуктор 2. Привести в дію магнітний перемішувач. По закінченню досліду для виділення концентрату відключити живлення на магнітний перемішувач, припинити подачу інертного газу закриттям вентиля 1.1. Зрівноважити тиск в комірці із зовнішнім середовищем. Після закінчення роботи зняти верхній фланець з оглядовим вікном та спорожнити комірку від концентрату в мірну ємність.

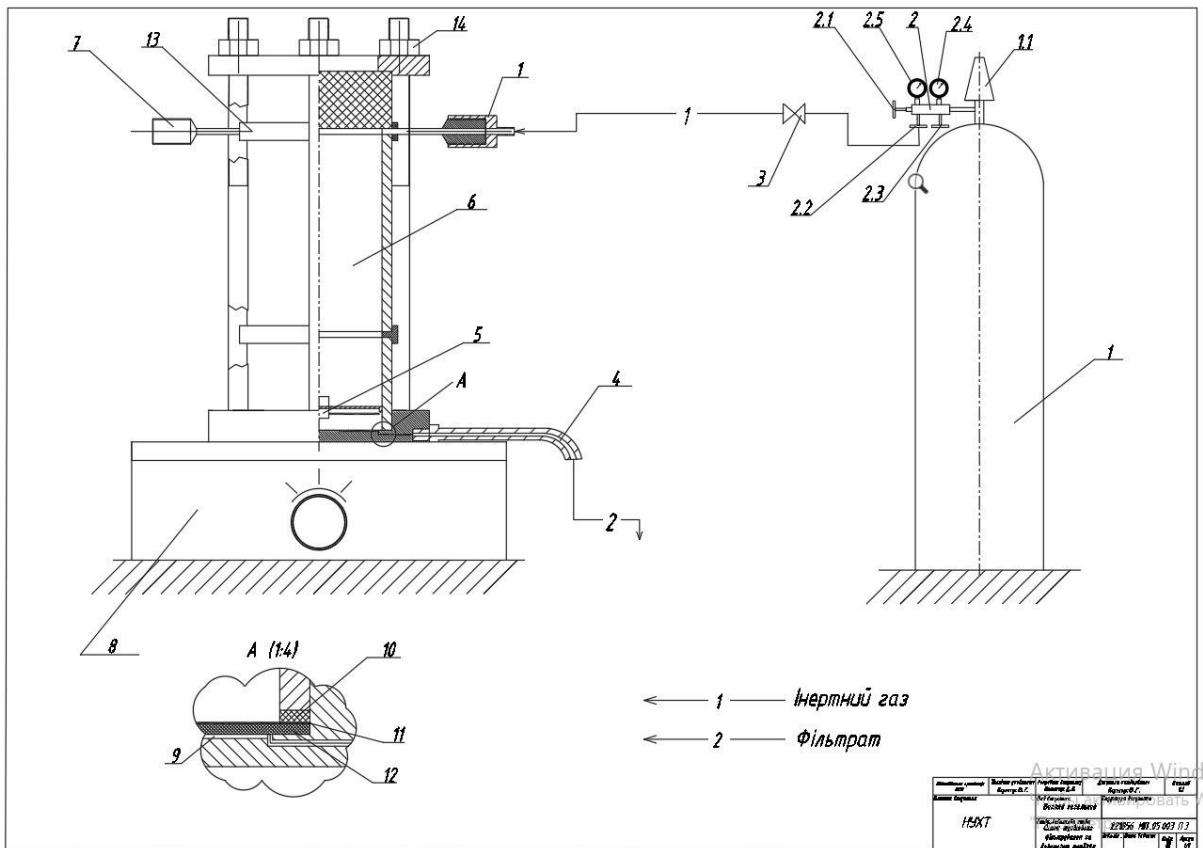
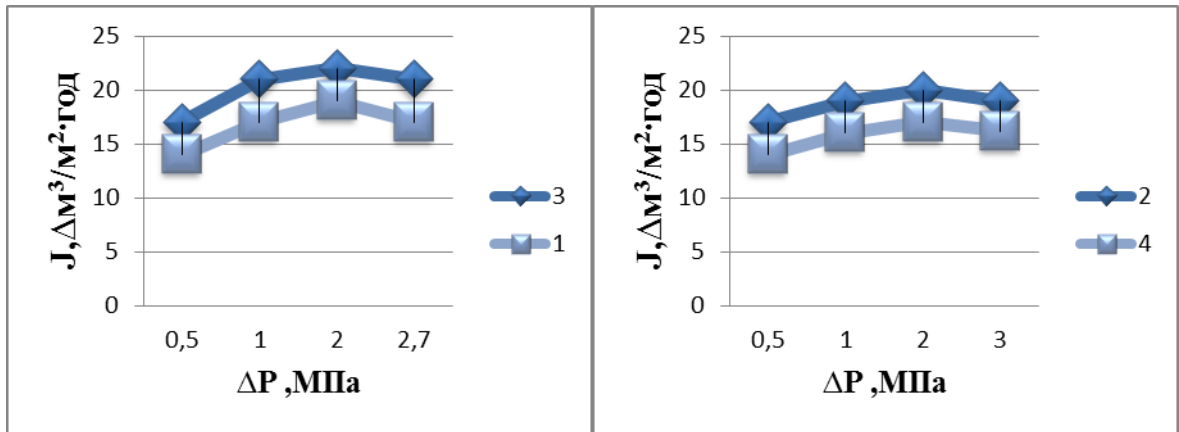


Рис. 4.2 Схема тупикового баромембранного фільтрування

4.2.3 Результати досліджень

Відомо, що рушійною силою нанофільтрації та зворотного осмосу є різниця тисків ΔP по різні сторони мембрани. Результати досліджень залежності продуктивності мембран від ΔP наведені на рис.4.3. з використанням мембрани ОПМН-Пта NanoRo засвідчили, що при підвищенні тиску від 0,5 МПа до 1,0 МПа та 2.0 МПа їх продуктивність зростає.



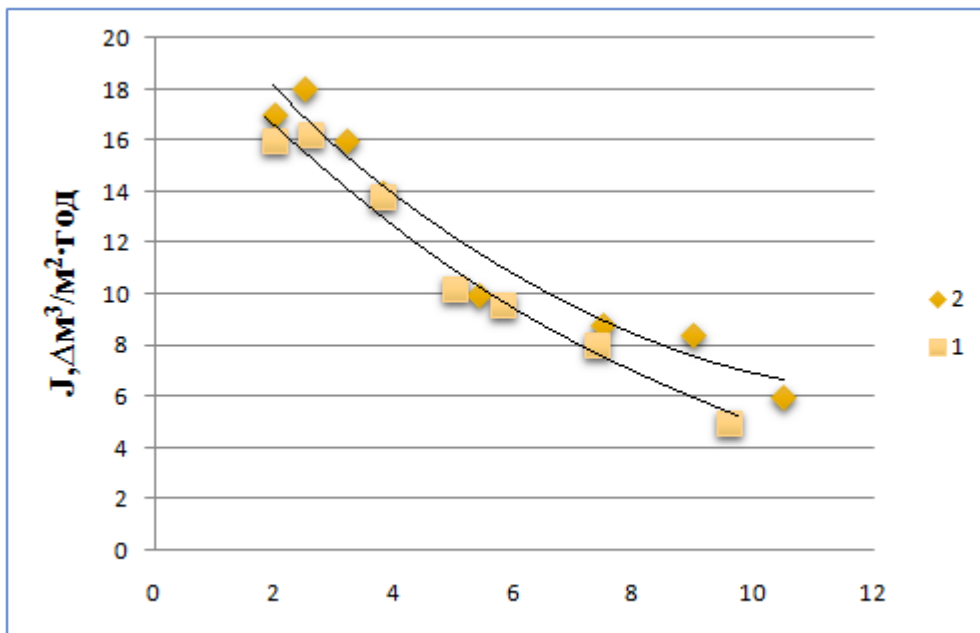
а)

б)

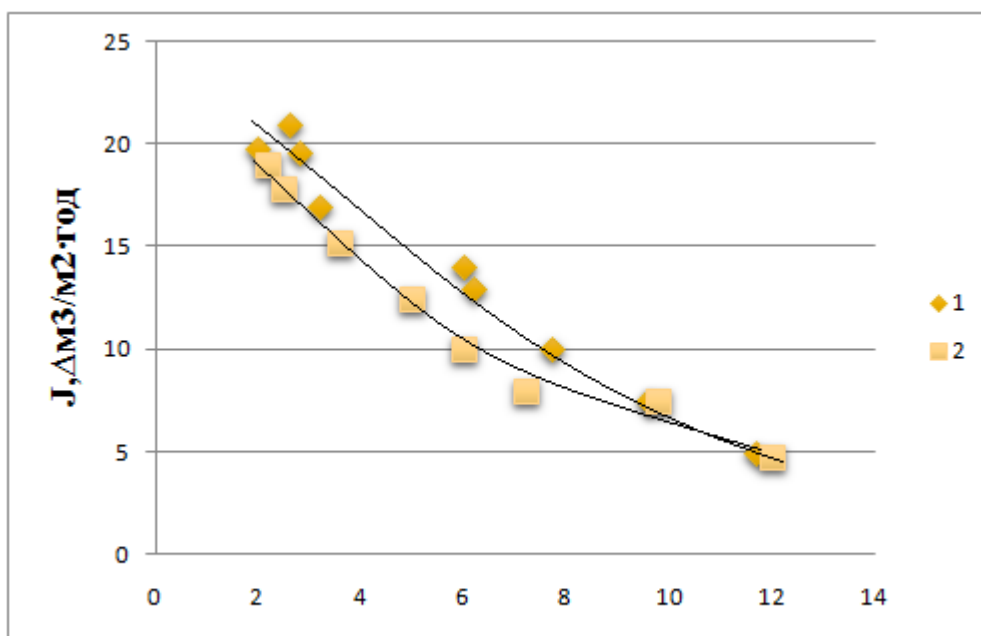
Рис. 4.3. Продуктивність J мембрани в залежності від різниці тисків ΔP : а) - для модельного розчину I, б) - для модельного розчину II,; темні маркери для мембран ОПМН-П, світлі маркери для мембран NanoRo.

З рисунка 4.3. видно, що максимум продуктивності для обох мембран спостерігається при $\Delta P = 2,0$ МПа. В цих випадках селективність обох типів мембран для модельних розчинів I та II залишається сталою в межах 99,0 % - для мембран NanoRo, та в межах 97,1 – 97,4 % - для мембран типу ОПМН-П [7].

Залежність питомої продуктивності J від вмісту сухих речовин в концентраті при розділенні промивної води I(а) та II(б) нанофільтрацією 1 та осмосом 2 наведена на рис. 4.4



а)



б)

Рис. 4.4. Питома продуктивність в залежності від вмісту сухих речовин в концентраті при розділення модельних розчинів промивної води І(а) та промивної води ІІ(б); 1-для мембран NanoRo; 2- для мембран ОПМН – ІІ.

Продуктивність мембран та модельного розчину I та II практично мало чим відрізняється [6,7].

Отриманий молочний концентрат і зворотним осмосом, і шляхом нанофільтрації за показниками вмісту основних компонентів близький до показників молока. За масовою часткою сухих речовин ці концентрати відносяться відповідно до ДСТУ 3662-97 до молока другого гатунку [2,6,7].

Такий концентрат промивної води можна використовувати як добавку при відгодівлі сільськогосподарських тварин.

5. ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

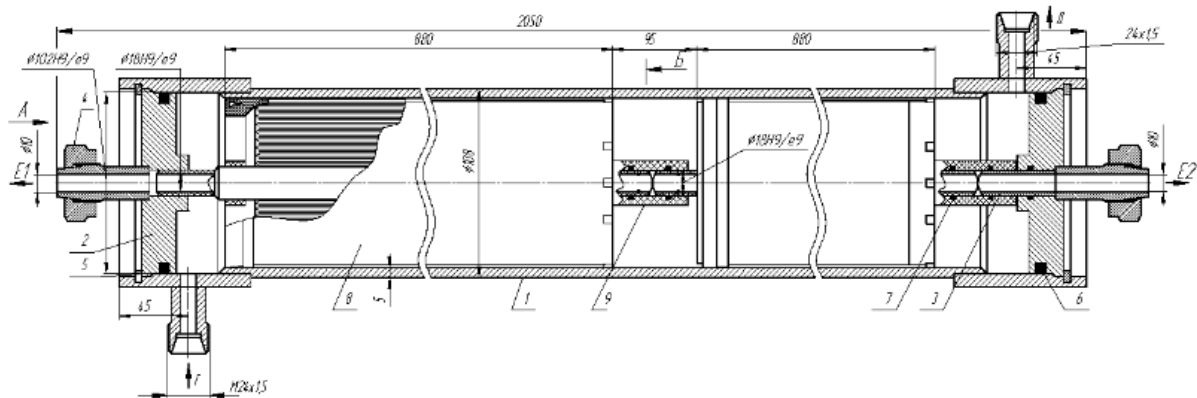
Реалізація отриманих результатів досліджень може бути здійснена за двома напрямками : перший – вибір конструкції мембранного модуля, другий – вибір апаратурної схеми перероблення промивної води.

5.1 Вибір конструкції мембранного модуля

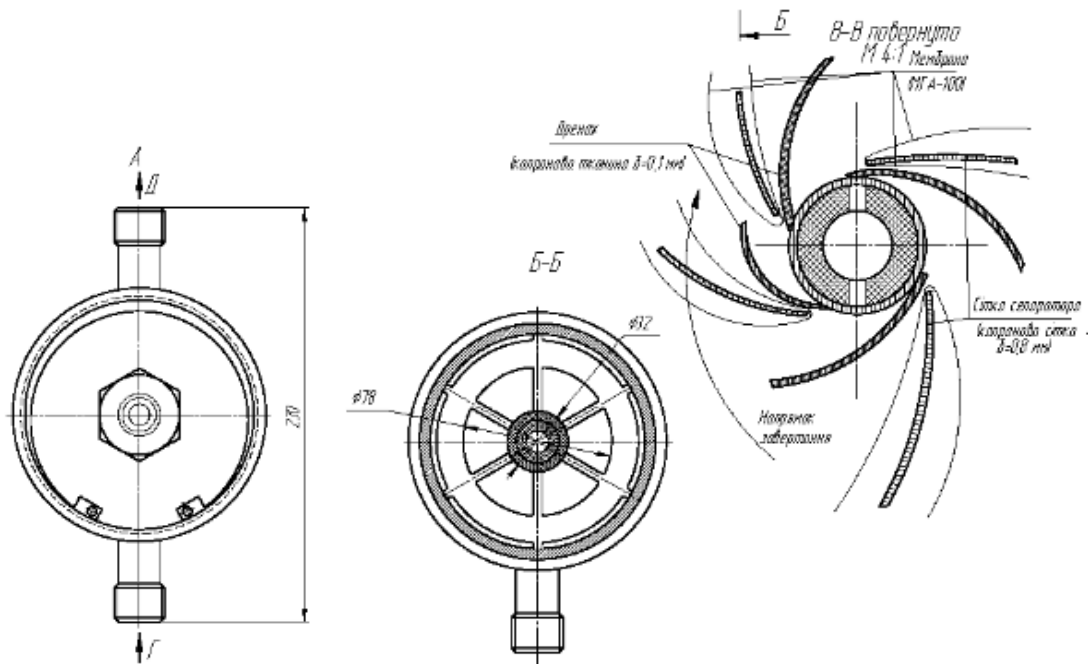
На основі проведеного аналізу конструкцій мембранних апаратів, найбільше відповідають умовам процесу розділення, якості розділюваної сировини, продуктивності та компактності мембранні апарати із спіральними (рулонними) модулями, рис. 5 (креслення такого апарату наведено в додатку..).

Загальний вигляд рулонного апарату зворотного осмосу наведено на рис.

5. 1.



Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Шлях реалізації отриманих результатів	221856.KP.005.005 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/8



5.1.1. Рис. Загальний вигляд апарата зворотного осмосу з рулонними елементами

Компоновка мембранного модуля в апараті здійснюється після розрахунку необхідної поверхні фільтрування та кількості мембранних фільтрувальних модулів.

5.2. Розрахунок необхідної поверхні фільтрування мембранного модуля для концентрування промивних вод нанофільтрацією і зворотним осмосом та визначення кількості фільтрованих модулів

Вихідні дані:

- Початковий об'єм промивних вод $V_0 = 10 \text{ м}^3$
- Вміст сухих речовин у промивних водах $C_0 = 2,0 \%$.
- Вміст сухих речовин у концентраті промивних вод знежиреного молока (розчин I) та молока жирністю 2,6% (розчин II): $C_{k,1} = 11,0 \%$, $C_{k,2} = 9,0 \%$.
- Час обробки $t = 4 \text{ год}$ ($t = 14400 \text{ с}$).
- Температура промивних вод $T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Тиск, при якому проводиться процес концентрування $P = 1,0$ МПа.

Послідовність розрахунку:

1. Вмістом сухих речовин у початковому та кінцевому розчинах визначаємо ступінь концентрування промивних вод:

- для розчину I:

$$k_{c1} = \frac{C_{k.1}}{C_0} = \frac{9,0}{2,0} = 4,5$$

- для розчину II:

$$k_{c2} = \frac{C_{k.2}}{C_0} = \frac{11,0}{2,0} = 5,5$$

2. Густина початкових та кінцевих розчинів, яка відповідно для розчину I $\rho_{0.1} = 1007$ кг/м³, $\rho_{k.1} = 1032$ кг/м³, для розчину II $\rho_{0.2} = 1005$ кг/м³, $\rho_{k.2} = 1028$ кг/м³.

Густина пермеату для спрощення розрахунків прийнята рівною густині води при температурі 25 °С $f_{n.1} = f_{n.2} = 998$ кг/м³.

3. На основі даних рис.4.1 та рис.4.2 за методом В.М.Гуцалюка [5] визначенні залежності $J = f(t)$ та $C_n = f(t)$ при тиску $\Delta P = 1,0$ МПа. Які були апроксимовані функцією виду

$J = J \cdot e^{-bt}$ та $C = a \cdot t$, де a, b і d - експериментальні коефіцієнти. Значення коефіцієнтів отримано В.М. Гуцалюком [3].

- Розчин I: зворотний осмос – $J_0 = 5,806 \cdot 10^{-6}$ м³/(м³ · с), $a = 9,805 \cdot 10^{-11}$,

$b=3,963 \cdot 10^{-5}$, $d = 1,851$; нанофільтрація – $J_0=5,714 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

$a = 1,163 \cdot 10^{-5}$, $b = 2,545 \cdot 10^{-5}$, $d = 0,859$;

- Розчин II: зворотний осмос – $J_0 = 5,717 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

$a = 4,5658 \cdot 10^{-6}$, $b = 2,945 \cdot 10^{-5}$, $d = 1,545$;

нанофільтрація – $J_0 = 6,389 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

$a = 3,585 \cdot 10^{-4}$, $b = 2,231 \cdot 10^{-5}$, $d = 1,537$.

4. Ступінь концентрування розчину за об'ємом визначаємо за формулою[5]:

$$k_v(t) = \frac{1}{p_0 - \frac{\rho_n(t) \cdot a \cdot t^{d+1}}{c_0 t^{d+1}}} \left(\rho(t) k_c - \frac{\rho_n(t)}{c_0 t} \cdot \frac{a \cdot t^{d+1}}{d+1} \right)$$

Розрахунки за цією формулою [5] свідчать, що ступень концентрування за об'ємом складатиме, відповідно:

- 1) Розчин I: $k_{v,1} = 5,13$ для зворотного осмосу та $k_{v,1} = 5,18$ для нанофільтрації;
- 2) Розчину II: $k_{v,2} = 5,63$ для зворотного осмосу та $k_{v,2} = 5,72$ - для нанофільтрації.

5. Площа мембрани, яка необхідна для концентрування $V_0 = 10 \text{ м}^3$ промивних вод визначається за рівнянням [5] .

$$F = \frac{b \cdot V_0}{J_0 \cdot (1 - e^{-bt})} \cdot \left(1 - \frac{1}{k_v(t)} \right).$$

Результати розрахунків необхідної площі мембран :

- зворотним осмосом – $F_1 = 315,91 \text{ м}^2$, нанофільтрацією – $F_1 = 292,84 \text{ м}^2$
для розчину I;

- зворотним осмосом – $F_2 = 307,49 \text{ м}^2$, нанофільтрацією – $F_2 = 289,38 \text{ м}^2$
для розчину II:

Як бачимо, площі мембран як для зворотного осмосу так і для нанофільтрації мало відрізняються, їх різниця знаходиться в межах $\pm 1\%$ для нанофільтрації та $\pm 2,6 \%$ для зворотного осмосу.

Для спрощення розрахунку приймаємо наступні площі мембран;

Відповідно, $F_1 = 316 \text{ м}^2$, $F_2 = 308 \text{ м}^2$ для процесу зворотного осмосу та $F_1 = 293 \text{ м}^2$, $F_2 = 290 \text{ м}^2$ для нанофільтрації.

6. За таких умов, кількість мембранних фільтрувальних модулів n визначається за формулою:

$$n = \frac{F}{f}$$

де f - площа мембрани в одному модулі.

Каталог продукції виробників рулонних мембран та їх модулів передбачає кілька варіантів площ мембран [8,4]. Вибираємо для наших умов площу мембрани в одному рулонному модулі 35 м^2 [8]. Тоді кількість мембранних фільтрувальних модулів становитиме:

- для зворотного осмосу $n_1 = 316/35 = 9,03$, для нанофільтрації

$n_1 = 293/35 = 8,37$ при розділенні розчину I;

- для зворотного осмосу $n_2 = 308/35 = 8,80$ для нанофільтрації

$n_2 = 290/35 = 8.28$ при розділенні розчину II.

Отже для концентрування промивних вод I та II як нанофільтрацією, так і зворотним осмосом необхідно в обох випадках 9 рулонних мембранних модулів.

Схема компоновки мембранної установки з 9 мембранних рулонних модулів має вигляд (рис.5.2.1). Така установка укомплектована 9-ма мембранними апаратами за каскадною проточною схемою.

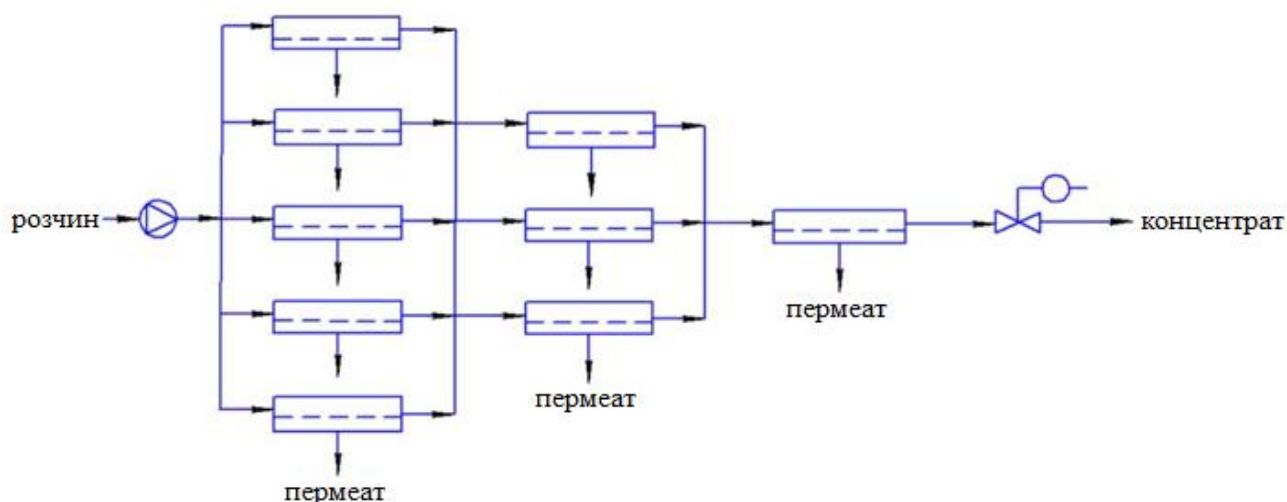


Рис. 5.2.1 Каскадно-проточна схема компоновки мембранних апаратів

5.3. Апаратурна схема очищення промивної води молочного походження

Аналіз існуючих методів очищення біологічних рідин молочного походження та результатів досліджень [6,7] показав, що переробка промивної води можлива за використання новітніх методів її очищення, а саме застосування мембранних технологій. Апаратна схема переробки промивної води показана на рис. 1. Перші промивні води, утворені при змиванні залишків продукту з трубопроводів та технологічного обладнання, надходять у збірник 1,

з якого насосом 2 подаються на мікрофільтраційну установку 3 для видалення мікроорганізмів та залишків жиру. Мікрофільтраційна обробка дозволяє видалити до 99,9% бактерій та спор.

Для мікрофільтрації використовують керамічні або полімерні мембрани розміром пор 0,2-1,8 мкм, що забезпечує затримання до 90-98% молочного жиру. Отриманий концентрат після мікрофільтрації (в кількості 5-10% від об'єму промивних вод) та термічної обробки може використовуватися для відгодівлі тварин.

Після мікрофільтрування промивні води надходять в урівнювальну ємність 4 звідки насосом 5 направляють в теплообмінник 6, де вони охолоджуються до температури 4-6° С. Рекомендується зберігати промивні води та переробляти їх протягом не пізніше 24 годин після отримання.

Після накопичення промивних вод в ємності 7 їх концентрують зворотним осмосом (або нанофільтрацією) в мембранному апараті 9 при тиску 1,0 МПа до вмісту сухих речовин 9,0-12,0% при температурі не вище 10 °С. Отриманий концентрат направляють на виробництво кормових добавок для відгодівлі тварин. Для продовження термічного зберігання отриманого концентрату, його пастеризують в термообмінному 12 при температурі 80 °С протягом 20 с з наступним охолодженням до 4-6 °С та направляють на зберігання у ємність 13 не довше, ніж на 24 годин [7].

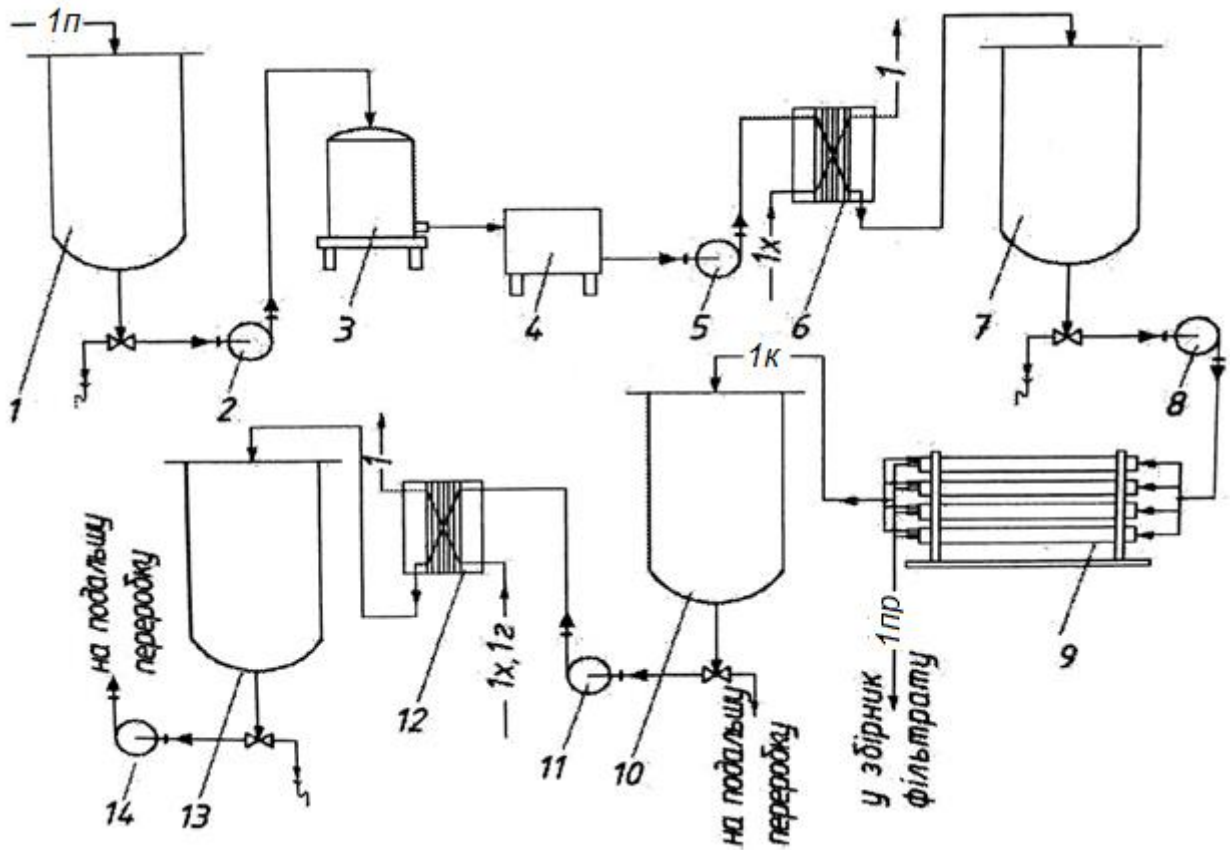


Рис.5.3.1. Апаратурно-технологічна схема переробки промивних вод:

1 - збірник промивних вод; 2, 5, 8, 11, 14 - насоси; 3 - мікрофільтраційна установка; 4 – урівнювальна ємність; 6 - теплообмінний апарат; 7, 10, 13 - ємності проміжного зберігання; 9 – зворотньоосмотична або нанофільтраційна установка; 12 - пастеризаційно-охолоджувальна установка, 1- вода; 1х-холодна вода; 1г- гаряча вода; 1п- промивні води, 1пр- пермеат після нанофільтрації або зворотного осмосу; 1к- молочний концентрат із промивних вод.

Отриманий молочний концентрат промивних вод також може використовуватися для нехарчових цілей [10]. Зокрема, як основа для біосинтезу речовин, що піддаються біорозкладу [11]. Для анаеробного зброджування з отриманням біогазу [12]. У виробництві текстильних волокон, клею, етанолу чи метану [10].

6. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТА КОНЦЕНТРУВАННЯ ЦУКРОВІСНИХ РІДИН

6.1. Мембранні процеси в цукровому виробництві

На сьогодні очищення цукрових розчинів від нецукрів здійснюється карбонатним способом шляхом додавання і оброблення бурякового (дифузійного) соку $\text{Ca}(\text{OH})_2$ з наступним обробленням CO_2 та фільтруванням, утвореного при цьому осаду [13].

Альтернативою традиційного очищення дифузійного соку від нецукрів може бути застосування баро- та електромембранних (електродіаліз) технологій [16]. В Національному університеті харчових технологій наукові роботи в цьому напрямку були започатковані професором Федоткіним І. М. на початку 70-х років ХХ століття. Проведені під його керівництвом пошукові лабораторні дослідження дали обнадійливі результати та засвідчили позитивний ефект при очищенні дифузійного соку ультрафільтрацією та зворотним осмосом.

Дослідження проведені в лабораторії мембранних технологій [14,15] показали, що процес концентрування очищеного цукрового соку перед випарною станцією (зворотним осмосом) дозволяє збільшити вміст сухих речовин в соку з 14% до 38% [16] при селективності мембран по сухим речовинам 99%.

Разом з тим, широкого використання мембранних технологій і обладнання для очищення і концентрування цукровмісних рідин в умовах цукрового виробництва до сьогодні не набули. Це пов'язано із такими факторами як:

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Е.	Назва, додаткова назва Перспективи застосування мембранних процесів для очищення та концентрування цукровмісних рідин	221856.KP.005.006 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/3

- багатотонажність по переробленому буряку підприємств цукрової промисловості. Рентабельною вважається виробнича потужність цукрового заводу більше за 10 тисяч тон переробленого буряку за добу, що потребує застосування мембранних апаратів з великими площами фільтрації, такі апарати на сьогодні відсутні;

- цукровмісні рідини цукрового виробництва мають високу в'язкість, яка зростає зі збільшенням концентрації сахарози в розчині, та може сягати для насичених цукрових при чистоті 60% - близько 5000 мПа*с, а при чистоті біля 100% - близько 150 мПа*с;

-специфіка технології цукру передбачає певні визначені оптимальні температури процесу, що ускладнює ведення процесу розділення цукровмісних розчинів та ін.

Вирішення і усунення вищезазначених завдань дозволить досягнути широкого впровадження мембранних процесів та обладнання для очищення і концентрування цукровмісних розчинів, з точки зору однієї із основних переваг мембранних процесів - виключається застосування будь-як з хімічних реагентів.

6. 2. Перспективні напрями використання мембранних технологій з очищення технологічних не цукровмісних вод цукрового виробництва

Підприємства цукрової промисловості споживають для технологічних і технічних потреб велику кількість води. У свій час співробітники УкрНДІ цукрової промисловості розробили і впровадили маловідходну технологію використання технологічної і технічної води цукрового заводу [13]. Не зважаючи на загальні позитивні результати цієї розробки не вдалось повністю відмовитись від споживання свіжої води яка компенсувала дефіцит в замкнутій схемі водоспоживання.

Так, дійсно використання жомопресової води, барометричної води, аміачної води (конденсати останніх корпусів випарної станції), конденсатів ретурної пари та вторинної пари I-го корпусу випарної станції значно зменшили потреби в чистій воді. Однак, всі перераховані вторинні води потребують перед їх використанням додаткового очищення.

З огляду на це, в перспективі, можливо застосувати баромембранні технології для фільтрації вторинної не цукровмісної води.

Основні напрямки застосування баромембранних процесів для очищення промислових не цукровмісних вторинних вод цукрового виробництва вбачаються за такими напрямками:

- очищення жомопресової води мікрофільтрацією;
- очищення барометричної води ультрафільтрацією;
- очищення конденсатів останніх корпусів випарної станції (деіонізація) ультрафільтрацією;
- очищення живильної води зворотнім осмосом для живлення парогенераторів ТЕЦ цукрового заводу. В цьому випадку необхідна якість живильної води не потребує хімічних реагентів.

Такі очищені використані води, безперечно, можна використовувати для технологічних потреб виробництва цукру, що в перспективі дозволить звести до мінімум у споживання свіжої води, а її дефіцит водою, що надходить на підприємство в складі цукрового буряку. Вміст води в цукровому буряку коливається в межах 75%...80% до маси буряка [13].

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7. 1. Загальні відомості про охорону праці

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності. Цей закон доповнюють галузеві та міжгалузеві нормативні акти про охорону праці.

Інструктажі з питань охорони праці обов'язкові на всіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від їх форми власності.

Інструктажі поділяють на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Перед допуском працівника до самостійної роботи безпосередньо на робочому місці проводять первинний інструктаж.

Працівники, які не пройшли інструктаж з охорони праці до роботи не допускаються.

7. 2. Вимоги охорони праці перед початком роботи

7. 2. 1. Оглянути робоче місце, привести в порядок, впевнитися, що на робочому місці відсутня зайві предмети.

7. 2. 2. Провітрити приміщення, а в разі виникнення сторонніх запахів (запах газу) негайно перекрити газопровід, провітрити приміщення, вимкнути газові та електроприлади, електроживлення на загальному щитку.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миранчук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Є.	Назва, додаткова назва Охорона праці	221856.KP.005.007 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/5

7. 2. 3. Кожен співробітник повинен вміти правильно підключати електроприлади, знати розміщення вимикачів на щитках і кімнатах та на загальних електрощитах.

7. 2. 4. Перед початком роботи перевіряють:

- налагодженість роз'ємів кабелів електроживлення і блоків приладів;
- відсутність зламів і пошкоджень ізоляції живильних проводів;
- взяти заходів, щоб при нормальному освітленні робочого місця прямі промені світла не попадали на екрани приладів та в обличчя.;
- одягнути спеціальний захисний одяг (за професією) та необхідні засоби захисту від ураження електрострумом;
- перевірити справність інструменту та відповідного обладнання;
- перевірити справність засобів пожежогасіння;
- перевірити чи присутні шляхи евакуації працівників в разі повітряної тривоги та інших надзвичайних ситуацій.

7. 2. 5. В разі виявлення недоліків в роботі приладів, електро- та газопереробних – повідомити керівника робіт та аварійні служби.

7.3. Вимоги охорони праці під час виконання роботи

7.3.1. На виконання статті 14 Закону України "Про охорону праці" Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

7,3.2. При включенні приладів торкатися тільки ізольованих частин приладів включення.

7,3.3. На щитках включення електроенергії проти кожного вимикача повинен бути чіткий напис призначення кожного вимикача.

7,3.4. Всі електроприлади, що мають металеві корпуси, а також електродвигуни повинні мати надійне заземлення або занулення.

7.3.5. При виявленні неполадок електропроводки, приладів включення, заземлення, а також при іскрінні і короткому замиканні негайно вимкнути струм на загальному щитку та визвати електрика.

7,3.6. Забороняється:

- допускати на робоче місце осіб, які не мають відношення до роботи;
- залишати без нагляду ввімкнене обладнання, електричні прилади, побутові електронагрівальні прилади;
- ремонтувати електрообладнання та електромережу при відсутності допуску до таких робіт;
- захарашувати проходи, проїзди та робочі місця сировиною, матеріалами, тарою, готовою продукцією;

- курити дозволяється лише в місцях передбачених для цього;
- перебувати та працювати у виробничих та навчальних приміщеннях в нетверезому стані.

7.4 Вимоги охорони праці після закінчення роботи

7.4.1. Встановити в положення «Вимкнено» всі тумблери (вимикачі) приладів, а також перемикачі (рубильники) на електрощитах.

7.4.2. Відключити штепсельні вилки від розеток електроживлення.

7.4.3. Вимкнути вентиляцію.

7.4.4. Перекрити крани водомережі.

7.4.5. Забороняється експлуатувати техніку:

- вислану несправну або непридатну до експлуатації;
- не підключену до контуру заземлення;
- з механічними ушкодженнями;
- з порушенням пломб;
- з несправним електроживленням.

По закінченні експлуатації на техніки:

- протерти від пилу екран, прибирання пилу з апаратури проводити при відключеному електроживленні;
- при експлуатації техніки, в декілька змін оператор повинен передати зміннику, техніку в справному стані, повідомивши його про всі недоліки, що спостерігалися та були усуненні за зміну.

7.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

7.5.1. В випадках аварії необхідно негайно повідомити керівника та інженера з охорони праці.

7, 5.2. При аварії водопроводу або тепломережі необхідно:

- негайно визвати слюсаря-сантехніка ,прибрати речовини та реактиви, що бурно реагують з водою. Якщо усунути аварію власними силами неможливо, визвати міську аварійну службу.

7. 5.3. При виникненні пожежі:

- в разі виявлення ознак горіння (диму, запаху гару) знайти джерело займання і вжити заходи для його ліквідації, повідомити керівництво.

- негайно припинити роботу;

- залишити небезпечну зону та вжити заходи по попередженню подальшого розвитку аварії (виключити електроенергію, шляхом виключення загального рубильника або пакетного вимикача на електрощиту приміщення, а в випадку пожежі і припливно-витяжну вентиляцію).

- в разі виникнення пожежі негайно повідомити об'єктову пожежно-сторожову охорону або міську пожежну частину за тел. 101, вжити необхідні заходи для евакуації людей і приступати до гасіння (локалізації) пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння.

При повідомленні телефоном про пожежу необхідно вказати адресу об'єкта, кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі,обстановку на пожежі, наявність людей, повідомити своє прізвище.

ВИСНОВОК

В результаті виконання магістерської роботи пов'язаної із застосуванням баромембранних процесів в технологіях харчових виробництв сукупність отриманих результатів дозволяє сформулювати наступні висновки.

1. Обґрунтована доцільність використання баромембранних процесів і обладнання для концентрування перших промивних вод отриманих в результаті очищення обладнання від залишків знежиреного та незбираного молока.

2. Методами нанофільтрації та зворотного осмосу показана можливість сконцентрувати промивні води від 1,77...1,85 % сухих речовин до їх вмісту після концентрування 9,0...12,0% сухих речовин.

3. Показана можливість ефективно здійснювати концентрування промивних вод за допомогою використання мембран ОПМН-П та NanoRo.

4. Визначено необхідну площу мембран для концентрування добового об'єму промивної води 10 м³ (для залишку незбираного і знежиреного молока на внутрішній поверхні обладнання і трубопроводів), що відповідає потужності молокопереробного заводу 300 тон.

5. Отримані результати можуть бути використані підприємствами молочної промисловості.

6. Розглянуто перспективи застосування мембранних процесів для очищення та концентрування цукровмісних та технологічних рідин у виробництві цукру.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Е.	Назва, додаткова назва Висновок	221856.KP.005.007 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Мирончук В. Т. Мембранні процеси в технології комплексної переробки молочної сироватки: монографія. В. Т. Мирончук, Ю. Г. Змієвський– к.: РВЦНУХТ, 2013. - 153 с.
2. Інноваційні технології перероблення молочної сироватки мембранними методами: монографія. /В. Г. Мирончук. Ю. Г. Змієвський, Ю. С. Дзязько, В. В. Захаров. – к.: РВЦНУХТ, 2019. – 179 с.
3. Гуцалюк В. М. Варіаційні методи в вирішенні задач мембранної технології: навч. посібник / В. М. Гуцалюк – К. : Вища шкoл. 1991. – 59 с.
4. Гулієнко С. В. Моделювання процесів мембранного розділення: навч. посібник / С. В. Гулієнко. – К.: НУУ «КПІм. Ігоря Сікорського, 201. – 166 с.
5. Гуцалюк В. М. Обладнання мембранних технологій: навч. посібник: в книзі «Розрахування обладнання підприємств переробної і харчової промисловості» / В. Г. Мирончук, П. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця : Нова книга, 2004. с. 252 – 264.
6. Кириченко І. І. Зворотний осмос в технології очищення стічної води молочних підприємств / І. І. Киричук, Ю. Г. Змієвський, В. Г. Мирончук. // «Актуальні проблеми харчової промисловості»: матеріали конференції. – Тернопіль: 2013. – с. 181-182.
7. Киричук І. І. Мембранні процеси в технології очищення стічної води молочних підприємств. / І. І. Киричук, В. Г. Мирончук, Ю. Г. Змієвський // Матеріали конференції. – Львів: 2015. с. 191-194.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Мирончук В.Г.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мельнічук Д.Е.	Назва, додаткова назва Список використаної літератури	221856.KP.005.000 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ца	Аркуш 1/3

8. Офіційний сайт Держстату України [Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
9. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції у промисловості. Затверджено Наказом Міністерства промислової політики України від 09.07.2007 р.№ 373. – к. : ДІКЕД, 2007. – 321 с.
10. Audic J.-L.. Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review / J. – L. Audic. B. Chaufer. G. Daufin// Lait. – 2003. – V. 83. – P. 417 – 438.
11. A two-stage ultrafiltration and nanofiltration process for recycling dairy wastewater / J. Luo, L. Ding, B. Qu, M. Y. Jaffrin, Y. Wan // Bioresource Technology. – 2011. – V. 102. – P. 7437-7442.
12. Bosco F. Production of polyhydroxyalcanoates (PHAs) using milk whey and dairy wastewater activated sludge production of bioplastics using dairy residues / F. Bosco. F. Chiampo // Journal of Bioscience and Bioengineering. – 2010. – V. 109. – P. 418-421.
13. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру ж цукрових буряків. Правила усталеної практики 15. 83_37 – 106: 2007. – к.: Цукор України, 2008. – 419 с.
14. Інноваційні технології перероблення молочної сироватки мембранними методами. Монографія/ В. Г. Мирончук. Ю. Г. Змієвський, Ю. С. Дзязько, В. В. Захаров. –к. : НУХИ, 2019. – 179 с.
15. Мирончук В. Г. Концентрування фільтрованого соку другої сатурації зворотним осмосом. / В. Г. Мирончук, Ю. Г. Змієвський // Перспективи розвитку цукрової промисловості України: тези доп. наук. – практ. конф., - к.: РВЦНУХТ, 2017. – с. 77-80.
16. Мельничук Д. Е. Перспективи використання мембранних технологій у виробництві цукру. / Д. Е. Мельничук, В. Г. Мирончук. // Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у XXI

столітті: 89 міжнародна конф. молодих учених, аспірантів і студентів: - к.
: НУХТ, 2023. – с. 79.

17. Офіційний сайт обладнання Ю. Г. Змієвського :
<https://osmosfilter.com.ua/ua/p1274629446-obratnyj-osmos-osfil.html>