

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Вдосконалення водопідготовки харчових виробництв.»

Виконав: студент групи ТЗД-20м

спеціальності 183 – «Технології захисту

навколишнього середовища»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Іванов І.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.х.н., професор

Сакалова Г.В.

(прізвище та ініціали)

Опонент: д.х.н., професор

Ранський А.П.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри ЕЕБ  
д.х.н., проф. Петрук В.Г.  
(прізвище та ініціали)  
«15» грудня 2021 р.

Вінниця ВНТУ – 2021 рік

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет  
 Факультет \_\_\_\_\_ Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_ Екології та екологічної безпеки \_\_\_\_\_  
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
 Галузь знань – 18 «Виробництво та технології» \_\_\_\_\_  
 Спеціальність – 183 – «Технології захисту навколишнього середовища»  
 Освітньо-професійна програма – «Технології захисту навколишнього  
 середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри ЕЕБ**  
 \_\_\_\_\_  
 Петрук В.Г. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 28 вересня \_\_\_\_\_ 2021 року

### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Іванову Івану Андрійовичу  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Вдосконалення водопідготовки харчових виробництв.»  
 керівник роботи Сакалова Галина Володимирівна  
 затвержені наказом вищого навчального закладу від «24» вересня 2021 року  
 №277
2. Строк подання студентом роботи «15» грудня 2021 року
3. Вихідні дані до роботи: Підготовка питної води для виробництва (додаток Б)  
 \_\_\_\_\_
4. Зміст текстової частини:
  1. Огляд літератури з проблем водопідготовки молокопереробної промисловості
  2. Характеристика досліджуваних об'єктів та методик досліджень
  3. Дослідження ефективності комплексних технологій водопідготовки
  5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
    1. Підготовка питної води для виробництва

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
3.2 Еколого-економічна оцінка водопідготовки промислових підприємств	доц. каф. ПЛМ Краєвська Алла Станіславівна		

## 7. Дата видачі завдання «28» вересня 2021 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання.	05.10.2021	
2.	Літературний огляд та характеристика водопідготовки молокопереробної промисловості	11.10.2021	
3.	Дослідження об'єктів молокопереробної промисловості	21.10.2021	
4.	Проведення розрахунків якості технологічної води на підприємствах	02.11.2021	
5.	Розробка заходів для збільшення якості води молокопереробної промисловості	15.11.2021	
6.	Планування ресурсоенергозбереження молокопереробної промисловості	23.11.2021	
7.	Проведення розрахунків ефективності комплексних технологій водопідготовки	06.11.2021	
8.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	15.12.2021	

Студент \_\_\_\_\_ Іванов І. А.  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Сакалова Г. В.  
( підпис )

## ЗМІСТ

	АНОТАЦІЯ	3
	ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	5
1.1.	Проблеми низької якості питної води	5
1.2.	Вимоги до якості води, що використовують у харчовій промисловості	9
1.3.	Способи підготовки води у виробництві молочних продуктів	14
РОЗДІЛ 2.	ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДИК ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1.	Характеристика водоспоживання обраних підприємств	23
2.2.	Методики визначення показників якості питної води	25
2.3.	Методики статистичної обробки показників водопідготовки різних підприємств	30
РОЗДІЛ 3.	ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ	33
3.1.	Визначення відмінностей у водозабезпеченні окремих підприємств	33
3.2.	Порівняльна оцінка водопідготовки промислових підприємств	34
	ВИСНОВКИ	39
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	40
	ДОДАТКИ	45

## АНОТАЦІЯ

УДК 504.054

Іванов І.А.Вдосконалення водопідготовки харчових виробництв.  
Дипломна робота

В роботі досліджено комплексні технології водопідготовки для одержання якісної питної води і забезпечення технологічних потреб харчової промисловості.

Визначено ефективні та економічно доцільні методи підготовки води для молокопереробних підприємств.

Отримані дані можуть бути використані для прогнозу зміни якості природного і питної води, а також для еколого-економічного обґрунтування необхідності модернізації систем водопідготовки, зокрема для підприємств харчової промисловості.

**Ключові слова:** водопідготовка, молокопереробне виробництво, показники якості води.

## ABSTRACT

Ivanov I.A. Improving water treatment of food production. Graduate work

The complex technologies of water treatment for obtaining high - quality drinking water and providing technological needs of the food industry are investigated in the work.

Effective and economically feasible methods of water treatment for dairy enterprises have been identified.

The obtained data can be used for forecasting changes in the quality of natural and drinking water, as well as for ecological and economic substantiation of the need to modernize water treatment systems, in particular for food industry enterprises.

**Key words:** water treatment, milk production, water quality indicators.

## ВСТУП

Основними джерелами забруднення природних вод є атмосферні води, міські та промислові стічні води. Існуючі технології очищення води її підготовки на водоканалах не забезпечують високий ступінь очищення забрудненої води, і не відповідають сучасним вимогам якості води, особливо питної. Це призвело до ситуації, коли жодне харчове підприємство України не використовує воду в технологічному процесі без попереднього доочищення, а без впровадження додаткових технологій неможливо підготувати воду у відповідності до санітарних норм. Тому комплексні і економічно доцільні методи водопідготовки потрібні, а їх розробка і дослідження актуальні. Пошук альтернативних методів водо підготовки також є актуальним завданням.

Доцільність впровадження сучасних технологій знезараження стічних вод, які потрапляють після очисних споруд у гідросферу, а також очищення зворотної води для потреб промисловості (зокрема харчової) є актуальним завданням для забезпечення екологічної безпеки гідросфери (у першому випадку) та продуктів харчування (у другому). Важливим є використання таких технологій очищення, які б не вносили додаткових забруднень у процесі реалізації та були енергетично- і економічно ефективними.

**Мета роботи** полягала у дослідженні комплексних технологій водопідготовки для одержання якісної очищеної води і забезпечення технологічних потреб харчової промисловості.

У відповідності до поставленої мети визначено основні завдання роботи:

- визначення якості води з централізованої системи водозабезпечення.
- порівняння вмісту токсикантів та інших поллютантів після промислової додаткової водопідготовки.
- визначення ефективних та економічно доцільних методів підготовки води для молокопереробних підприємств.

**Об’єкт дослідження** – вода питна, що використовується як сировина на молокопереробних підприємствах.

**Предмет дослідження** – ефективні методи підготовки води для використання в технологічному процесі.

Отримані експериментальні дані можуть бути використані для прогнозу зміни якості природного і питної води, а також для еколого-економічного обґрунтування необхідності модернізації систем водопідготовки, зокрема для підприємств харчової промисловості.

Обробка результатів експериментів проводилась з використанням математичного апарату в пакеті MS Excel. Для встановлення достовірності співставлення і порівняння досліджуваних процесів використовувались статистичні методи оцінки.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ПРОБЛЕМ ВОДОПІДГОТОВКИ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

### 1.1. Проблеми низької якості питної води

Сільське господарство використовує до 50% всіх водних ресурсів, промисловість та енергетика займають друге місце (30%), комунальне господарство міст – третє [1,3]. Споживання води населенням займає особливе місце в використанні водних ресурсів: на господарсько-питні потреби припадає 10% загального споживання води. В даний час в Україні ситуація з питною водою характеризується як критична. При цьому водне Законодавство передбачає гарантії забезпечення громадян питною водою і умови реалізації цих гарантій.

Цілком очевидно, що проблеми безпеки джерел водопостачання з точки зору якості води, а також недопущення їх забруднення шкідливими речовинами набувають першочергового значення у зв'язку з екологічними проблемами сучасності. Тому завдання якісної підготовки води та її безпечне споживання стають пріоритетними [1].

Однією з умов переходу України до моделі сталого розвитку є оптимізація водоспоживання, впровадження маловідходних технологій і створення безвідходних територіальних промислових комплексів, а також максимальне використання відходів.

З метою охорони і раціонального використання водних ресурсів необхідно

- припинити скидання неочищених стоків у водойми;
- довести до 2025 року обсяг оборотного водопостачання в промисловості до 84%, в теплоенергетиці - до 85%;
- збільшити потужність очисних споруд до 2025 року в 2 рази, забезпечивши при цьому повне очищення стічних вод [2]..



Харчові підприємства необхідно забезпечувати значними обсягами води, яка використовується в технологічних виробничих процесах. Існують певні вимоги до якості води, що подається, виконання яких гарантує нормальну роботу підприємства і випуск продукції належної якості. Грамотно організована система водопостачання необхідна - в іншому випадку погіршується якість продукції, відбувається подорожчання виробництва, можлива псування устаткування і навіть небезпечні аварії [3].

У промислових масштабах вода знаходить широке застосування. Вона застосовується як сировина, як теплоносій та розчинник. Вода може бути різного ступеня очищення: чиста з водопровідної системи або з річок [4,5]. Вода в якості основної або допоміжної сировини використовується в переважній більшості технологічних процесів отримання харчових продуктів.

Практично всі харчові виробництва пов'язані зі споживанням води з конкретного джерела. Основні проблеми, що виникають при цьому, пов'язані з тим, що вихідна вода не має необхідної якості і вимагає додаткового очищення. У ряді виробництв, пов'язаних з виготовленням бутильованої води, для дитячого харчування, для пива та лікєро-горілкової продукції, як правило, потрібна спеціальна підготовка, пов'язана не тільки з її очищенням, а й з введенням (дозуванням) окремих мікро- і макроелементів. Додатковою складністю при вирішенні даного питання є те, що однакових джерел цієї сировини практично не буває, тому система водопідготовки в кожному конкретному випадку повинна створюватися з урахуванням місцевих умов.[6]

Більшість харчових виробництв використовують воду з централізованих систем водопостачання. На очисних спорудах проводиться очищення та знезараження води. Технологічний процес очищення включає в себе: первинне хлорування, коагулювання, змішування, відстоювання, фільтрування та вторинне хлорування. Складність технологічного процесу підготовки води на Водоканалах свідчить про значні забруднення поверхневих вод і низьку якість

води, що споживає промисловість і комунальне господарство [7].

Джерелами постачання водою підприємств можуть служити по- поверхневі водойми, водопровідна мережа, колодязі або артезіанські свердловини.

Відповідно до ДСТУ 3041-95 [8] склад води прісноводних і поверхневих джерел водопостачання повинен відповідати наступним вимогам: сухий залишок не більше 1000 мг/л (за погодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби допускається до 1500 мг /л); концентрації хлоридів і сульфатів не більше 350 і 500 мг / л, відповідно; загальна жорсткість не більше 7 моль /м<sup>3</sup> (за погодженням до 10 моль / м<sup>3</sup>); концентрації хімічних речовин не повинні перевищувати ГДК для води господарсько-питного та культурно- побутового водокористування, а також норм радіаційної безпеки, затверджених Міністерством охорони здоров'я. Водні об'єкти, придатні в якості джерел господарсько-питного водопостачання, ділять на три класи (табл.1.1).

Для кожного конкретного джерела водопостачання схема очищення води і необхідні реагенти встановлюються на основі технологічних досліджень або досвіду роботи споруд в аналогічних умовах. Залежно від класу джерела водозабезпечення застосовують різні методи обробки води. Підземні джерела водопостачання: 1-й клас - якість води за всіма показниками відповідає вимогам ГОСТ; 2-й клас - відхилення показників від вимог ГОСТ можуть бути усунені аерування, фільтруванням, знезараженням; 3-й клас - додатково до методів обробки для води 2-го класу використовують фільтрування з попереднім відстоюванням, використання реагентів і ін.

Поверхневі джерела водопостачання: 1-й клас - потрібно відстоювання, фільтрування, коагуляція, знезараження води; 2-й клас - знезараження, а при наявності фітопланктону – мікрофільтрування ; 3-й клас - крім перерахованих вище потрібна додаткова щабель освітлення, застосування окислювальних і сорбційних методів, а також більш ефективні методи знезараження.

Таблиця 1.1 – Показники якості джерел водопостачання

Назва показника	Показники якості води		
	1	2	3
<i>Підземні джерела</i>			
Мутність, мг/л, не більше	1,5	1,5	10,0
Кольоровість, градуси, не більше	20	20	50
Водневий показник (рН)	6–9	6–9	6–9
Залізо, мг/л, не більше	0,3	10	20
Манган, мг/л, не більше	0,1	1	2
Сірководень, мг/л, не більше	Відсутність	3	10
Фтор, мг/л, не більше	1,5–0,7	1,5–0,7	5
Окиснювальністьперманганатна, мг/л, не більше	2	5	15
Число бактерій групи кишкових паличок, в 1 л., не більше	3	100	1000
<i>Поверхневі джерела</i>			
Мутність, мг/л, не більше	20	1500	10000
Кольоровість, градуси, не більше	35	120	200
Запах при 20 и 60 °С, балли, не більше	2	3	4
Водневий показник (рН)	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Залізо, мг/л, не більше	1	3	5
Манган, мг/л, не більше	0,1	1,0	2,0
Окиснювальністьперманганатна, мг/л, не більше	7	15	20
БПК <sub>заг</sub> мг/л, не більше	3	5	7
Число лактозопозитивних кишкових паличок в 1 л води, не більше	1000	10000	50000

## **1.2. Вимоги до якості води, що використовують у виробництві молочних продуктів**

Для харчової промисловості вода відіграє першочергове значення, оскільки, велика її частка є сировиною для виготовлення продукції. Відповідно до цього, стан води безпосередньо впливає на тривалість та якість харчових продуктів по відношенню до терміну зберігання та здоров'я споживачів.

Харчові підприємства необхідно забезпечувати значними обсягами води, яка використовується в технологічних виробничих процесах. Існують певні вимоги до якості води, що подається, виконання яких гарантує нормальну роботу підприємства і випуск продукції належної якості. Грамотно організована система водопостачання необхідна - в іншому випадку погіршується якість продукції, відбувається подорожчання виробництва, можлива псування устаткування і навіть небезпечні аварії [9].

У промислових масштабах вода знаходить широке застосування. Вона застосовується як сировина, як теплоносій та розчинник. Вода може бути різного ступеня очищення: чиста з водопровідної системи або з річок[10].

Найчастіше на харчових підприємствах використовують прісну воду, яку можуть добувати із глибоких джерел (свердловин) або із річок, попередньо підготовлену водоканалом, рідше із власної (орендованої) артезіанської свердловини [11]. У будь-якому випадку таку воду необхідно обробляти та доводити мінеральний склад до допустимо можливого. Вимоги до мінерального вмісту води залежать від напрямку харчового виробництва, методів роботи певної галузі, апаратури, та кінцевого харчового продукту.

У харчовій промисловості технологічна вода повинна відповідати вимогам до її використання у господарських та питних цілях, а також додатковим вимогам, пов'язаним із специфічними умовами відображення.

Режим водоспоживання підприємства складається з режимів споживання окремих груп споживачів цього підприємства.

Вода, що використовують підприємства харчової промисловості поділяють на три групи:

- вода на технологічні потреби;
- вода на господарсько-технологічні потреби;
- вода на господарсько - комунальні потреби.

Режим витрачання води на технологічні і господарсько - технологічні потреби залежить від технології виробництва і, як правило, задається технологами. Саме води цих класів постачання вимагають додаткового очищення, оскільки якісні показники води, що постачають водоканали не відповідають нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Режим споживання води на господарсько-питні потреби робочих і службовців визначається побічно, ця вода не потребує додаткового очищення [13]. Вимоги до якості питної води, у відповідності до ДСанПіН 2.2.4-171-10, ТУ 10-5031536-73-90 і Нормативів Євросоюзу представлені у табл.1.2.

Для даного виду виробництва найкраще підходить м'яка вода з загальною жорсткістю не більше 4,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. Вода з жорсткістю понад 4,0 ммоль/дм<sup>3</sup> вимагає пом'якшення, так як солі тимчасової жорсткості (бікарбонати кальцію і магнію) пов'язують лимонну кислоту, яку потрібно додати в кисломолочні продукти, що викликає наднормові її витрата на створення необхідної кислотності, погіршує колоїдну стійкість і смак.

В поверхневих водах часто присутні фенол і гумусові сполуки. У процесі підготовки питної води в залежності від технології знезаражування вони трансформуються в хлорфеноли, хлороформ, формальдегід. Ці речовини мають алергенним, токсичним, мутагенну та канцерогенну дію на організм людини і, отже, знижують якість води. Крім того, з огляду на їх хімічні властивості, можливі реакції взаємодії з жировими компонентами, барвниками, консервантами і т.п. Тому перед пом'якшення необхідно видаляти органічні

речовини. При низькому вмісті домішок для цієї мети найбільш перспективна адсорбція [14].

Таблиця 1.2 – Вимоги до якості питної води

Показники	Одиниці виміру	ДСанПіН 2.2.4-171-10	ЄЕС	ТУ 10- 5031536-73- 90
<b>Хімічні показники</b>				
Лужність	мг екв/дм <sup>3</sup>	-	-	0.5-1.5
Жорсткість	мг екв/дм <sup>3</sup>	не більше 7	60 мг/дм <sup>3</sup>	2-4
Активний хлор	мг/дм <sup>3</sup>	0.3-0.5	-	-
<b>Масоваконцентрація окремих іонів</b>				
Залізо	мг/дм <sup>3</sup>	0.3	0.2	0.1
Кадмій	мг/дм <sup>3</sup>	0.001	0.005	-
Калій	мг/дм <sup>3</sup>	-	12	-
Кальцій	мг екв/дм <sup>3</sup>	-	60 мг/дм <sup>3</sup>	2-4
Кремній	мг/дм <sup>3</sup>	10	-	2
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	-	50	Сліди
Манган	мг/дм <sup>3</sup>	0.1	0.05	0.1
Натрій	мг/дм <sup>3</sup>	200	150	-
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	5	0.1	5
Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45	50	10
Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	0	0.1	0
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	200	100-150
Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3.5	5	-
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	-	100-150
<b>Мікробіологічні показники</b>				
БГКП	клітин/дм <sup>3</sup>	0	-	3
ЗМЧ	число колоній бактерій в 1 см <sup>3</sup>	50	-	100

**Лужність води** - здатність води пов'язувати кислоти, обумовлена присутністю аніонів  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ .

**Жорсткість води** - певна властивість води, яке пов'язують з розчиненими в ній сполуками магнію і кальцію, тобто наявністю в воді катіонів цих елементів (при підвищенні температури солі цих металів випадають в осад і утворюють досить міцні відкладення). Жорсткість води багато в чому визначає придатність води для використання як промислових, так і в побутових цілях. Виникненням накипу ми «вдячні» саме жорсткої воді.

Жорсткість води прийнято обчислювати сумою мілілітрів іонів кальцію і магнію на 1 літр води (ммоль/л). 1 ммоль/л відповідає кількості будь-якої речовини в мг/л, рівному його молекулярній масі, розділеної на валентність. Величина 1 ммоль/л говорить про зміст в 1 літрі води 20,04 мг/л кальцію або 12,16 мг/л магнію. Для зручності користуються величиною мг-екв/л, яка відповідає моль/м<sup>3</sup>.

Виділяють 2 типу жорсткості води:

1) тимчасова - карбонатна жорсткість, обумовлена присутністю на ряду з кальцієм, магнієм і залізом гідрокарбонатних аніонів;

2) постійна - некарбонатная жорсткість, характеризується присутністю сульфатних, нітратних і хлоридних аніонів, солі кальцію і магнію яких прекрасно розчиняються у воді;

3) загальна жорсткість визначається як сумарна величина наявності солей магнію і кальцію в воді, тобто сумою карбонатної і некарбонатних жорсткості [16].

По жорсткості воду класифікують наступним чином:

- Дуже м'яка 0-1,5 мг-екв / л;
- М'яка 1,5-3 мг-екв / л;
- Середньої жорсткості 3-6 мг-екв / л;

- Жорстка 6-10 мг-екв / л;
- Дуже жорстка - понад 10 мг-екв / л.

Норми вмісту заліза і марганцю в питній воді по нормам 0,3 мг/л і 0,1 мг/л відповідно. Нормативами ЄС вміст заліза лімітується на рівні 0,2 мг/л, а марганець 0,05 мг/л. Для деяких типів виробництв нормативи ще більш жорсткі: згідно з вимогами до води для виробництва горілки - вміст заліза не повинна перевищувати 0,13 мг / л при жорсткості загальної понад 1 мг-екв / л, і 0,1 мг / л при жорсткості загальної до 1 мг-екв / л [17].

Якщо у воді присутня тільки тривалентного заліза у вигляді суспензії досить простого відстоювання або механічної фільтрації. Для вилучення розчинених двовалентного заліза і марганцю спочатку необхідно їх окислити і перевести в розчинну форму.

### **1.3. Способи підготовки води у виробництві молочних продуктів**

Промислова водопідготовка представляє собою комплекс операцій, що забезпечують очищення води - видалення з неї шкідливих домішок, що знаходяться в молекулярно-розчиненому, колоїдному і зваженому стані. Основні операції водопідготовки: очищення від зважених домішок відстоюванням і фільтруванням, пом'якшення, а в окремих випадках - знесолення, нейтралізація, дегазація і знезараження.

**Відстоювання** води проводять в безперервно діючих відстійних бетонованих резервуарах. Для досягнення повного освітлення і знебарвлення декантуючу з відстійників воду піддають коагуляції.

**Коагуляція** - високоефективний процес поділу гетерогенних систем, зокрема виділення з води колоїдно-дисперсних частинок глини, кварцового піску, карбонатних та інших порід, а також речовин органічного походження, наприклад білків. Суть процесу коагуляції зводиться до введення в оброблювану воду коагулянтів, зазвичай різних електролітів. Іон-коагулянт,



який має заряд, протилежний заряду колоїдної частинки, адсорбується на поверхні. При цьому нейтралізується заряд частинки і стискаються сольватні (гідратні) оболонки навколо колоїдних частинок, які можуть об'єднуватися один з одним і седиментації.

Часто, особливо коли в воді знаходяться не колоїдно-дисперсні речовини, а тонкодисперсні суспензії (тобто більш грубі за розмірами частки), які, як правило, мають дуже слабкий заряд, для водопідготовки використовують процес флокуляції. Речовини, що викликають флокуляцію, називають флокулянтами. Флокулянти представляють собою розчинні у воді високомолекулярні сполуки (карбоксиметилцелюлоза - КМЦ, поліакриламід - ПАА; поліоксиетилен - ПВЕ; крохмаль і ін.). Вони утворюють з'єднання між окремими частинками дисперсної фази, після чого ці важкі агрегати осаджують. Флокуляція відбувається зазвичай дуже швидко, а витрата флокулянтів вельми незначний; це робить рентабельним використання такого процесу, незважаючи на досить високу вартість флокулянтів. Утворений при коагуляції або флокуляції осад видаляється з води відстоюванням або фільтруванням.

**Фільтрування**- найбільш універсальний метод розділення неоднорідних систем. У техніці фільтрування найбільше значення має розвинена поверхню фільтруючого матеріалу.

Звичайна фільтрація передбачає видалення великих частинок забруднень (умовно тих, що ми можемо відчувати і бачити неозброєним поглядом): пісок, іржа, мул. Розмір цих часток від 1000 мкм (1 мм) до 1 мкм. Процеси виділення таких частинок з рідкої фази проходять на засипних, картридждних, дискових, мішкових, промивних та інших типах фільтрів. Такі процеси зазвичай використовуються в ході попереднього очищення води. Перевагою простий механічної фільтрації є те, що вона може відбуватися при низькому тиску, наприклад, фільтрування на засипних фільтрах найчастіше проходить без

нагнітання тиску, а картриджні фільтри в побуті функціонують при тиску, створюваному трубопроводом.

**Мікрофільтрація**- представляє собою процес видалення з води часток розміром від 1 до 0,1 мкм. Вони включають в себе бактерії, великі молекули барвників, пестициди, желатин, латексну емульсію. Процеси мікрофільтрації не мають широкого поширення в технології підготовки питної води, але широко застосовуються для очищення стічних вод і технічної води для промислових процесів.

**Ультрафільтрація** дозволяє видаляти маленькі частинки розміром від 0,005 до 0,1 мікрон (віруси, частки деяких білків, частки медичних препаратів і тд.) Процеси широко використовуються для підготовки питної води в країнах Європи. Ультрафільтрацію можна вважати найкращим методом для підготовки щодо чистої питної води. Також ці процеси широко використовуються у фармацевтичній і харчовій промисловості. Використання ультрафільтрації в побуті обмежено через те, що в цьому процесі не відбувається видалення домішок іонного розміру (солі жорсткості, важкі метали, нітрати), а вони складають чималу небезпеку для людини, а також високу прикладена тиск.

**Зворотний осмос** здатний видаляти частинки розміром менше 0,001 мікрон, що забезпечує видалення навіть забруднень іонного розміру (іони жорсткості, важких металів, нітрати, сульфати і ін.) Технології зворотного осмосу часто використовуються в підготовці питної води, в процесах підготовки дистилляту для парових котлів, в харчовій промисловості.

Типи установок зворотного осмосу визначають залежно від їх застосування. Установки класифікують за типом мембран. Мембрани зворотного осмосу бувають трьох типів: рулонні, поволоконні і плоскі.

"Рулонні" мембрани складаються з корпусу і, власне частини, що фільтрує. У середині рулону знаходиться перфорована трубка, яка служить для створення міцності елемента, збору очищеної води і базою для намотування

мембрани в процесі виробництва. На неї намотаний товстий шар напівпроникного поліамідного мембранного полотна [18].

У процесі фільтрування вода потрапляє в товщину полотна і збирається в трубці. Завдяки такій конструкції, ці мембрани мають найвищу продуктивність, мінімальну матеріаломісткість і займають найменше місця. Тому рулонні мембрани є найбільш поширеним в світі і займають 95% промислового ринку. 5% займають апарати з плоскими мембранними елементами і апарати для підготовки води на базі порожніх волокон.

Мембранне полотно виготовлено з досить чутливого матеріалу, тому якість води, яка надходить на очистку, має відповідати допустимим значенням:

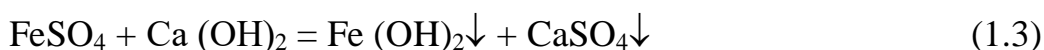
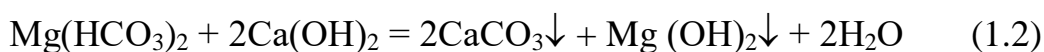
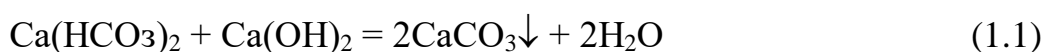
- менше 0,56 мг/л зважених речовин;
- окиснюваність - менше 4 мгО<sub>2</sub> / л;
- вільного хлору менше 0,1 мг / л;
- температура води - 4 ÷ 30 ° С;
- залізо - до 0,1 мг / л;
- манган - до 0,05 мг / л;
- жорсткість - до 3 мг-екв / л.

Частина параметрів (залізо, марганець, силікати) можуть бути вище заявлених норм в разі використання антискаланта (спеціальних речовин, які перешкоджають відкладенню осаду на поверхні мембрани). Інші параметри досягаються завдяки попередньому очищенні, яка може передбачати механічне фільтрування, пом'якшення, знезалізнення або адсорбцію в залежності від параметрів початкової води [19].

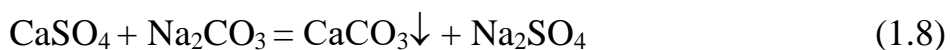
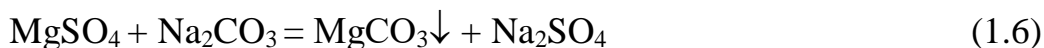
**Пом'якшення і знесолення** води полягає у видаленні солей кальцію, магнію та інших металів. У промисловості застосовують різні методи пом'якшення, сутність яких полягає в зв'язуванні іонів Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> реагентами в нерозчинні і легко видаляються з'єднання. По застосовуваних реагентів розрізняють способи: вапняковий (гашене вапно), содовий (кальцинована сода),

натронний (гідроксид натрію) і фосфатний (тринатрійфосфат). Найбільш економічно вигідне застосування комбінованого способу пом'якшення, що забезпечує усунення тимчасової і постійної жорсткості, а також зв'язування  $\text{CO}_2$ , видалення іонів заліза, коагулювання органічних і інших домішок. Одним з таких способів є вапняно-содовий в поєднанні з фосфатним. Процес пом'якшення ґрунтується на наступних реакціях [18, 20]:

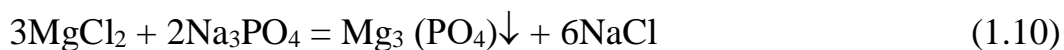
1. Обробка гашеним вапном для усунення тимчасової жорсткості, видалення іонів заліза і зв'язування  $\text{CO}_2$ :



2. Обробка кальцинованої содою для усунення постійної жорсткості:



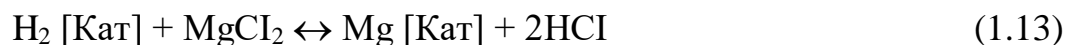
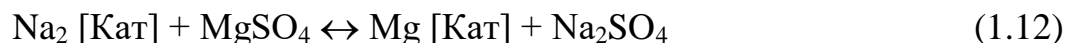
3. Обробка тринатрійфосфатом для більш повного осадження катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ :



Розчинність фосфатів кальцію і магнію мізерно мала; це забезпечує високу ефективність фосфатного методу. Значний економічний ефект дає поєднання хімічного методу пом'якшення з фізико-хімічними, тобто *іонообмінним способом*. Сутність іонообмінного способу пом'якшення полягає у видаленні з води іонів кальцію і магнію за допомогою, іонітів, здатних обмінювати свої іони на іони, що містяться у воді. Розрізняють процеси

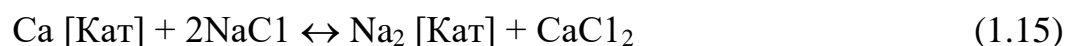
катионного і аніонного обміну; відповідно іоніти називають катионітами і аніонітами [19].

В основі катионного процесу пом'якшення лежить реакція обміну іонів натрію і водню катионітів на іони  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ . Обмін іонів натрію називається Na-катионуванням, а іонів водню - H-катионуванням:



Наведені реакції показують, що іонообмінний спосіб може забезпечити як пом'якшення води, так і знесолення, тобто повне видалення солей з води [18, 21].

Реакції іонообміну оборотні, і для відновлення обмінної здатності іонітів проводять процес регенерації. Регенерацію Na-катионітів здійснюють за допомогою розчинів кухонної солі, а H-катионітів - введенням розчинів мінеральних кислот. Рівняння регенерації катионітів:



Прикладом аніонного обміну може служити реакція обміну аніонів  $\text{OH}^-$  за рівнянням:



Регенерацію аніоніту проводять за допомогою розчинів лугів:

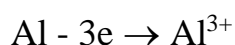


Значний економічний ефект дає сучасний спосіб знесолення води, в основі якого лежить послідовне проведення процесів H - катионування і  $\text{OH}^-$ -аніонування. Утворені в результаті цих процесів іони  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$  взаємодіють один з одним з утворенням молекул води [21].

Підвищення техніко-економічного ефекту водопідготовки пов'язано із застосуванням комбінування декількох технологічних процесів, наприклад коагуляції, пом'якшення та освітлення за допомогою сучасних методів іонного обміну, сорбції, електрокоагуляції та ін.

Для сучасної промислової водопідготовки значний інтерес представляє можливість застосування електрохімічних методів, зокрема **електрокоагуляції**. Електрокоагуляція - спосіб очищення води в електролізерах з розчинними електродами - заснована на електрохімічному отриманні гідроксиду алюмінію, що володіє високою сорбційною здатністю по відношенню до шкідливих домішок. Перенесення електрики при внесенні електродів в воду і пропущенні струму здійснюють в основному іони, що знаходяться в природній воді ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  та ін.) [22].

На розчинному алюмінієвому аноді відбуваються два процеси - анодне та хімічне (не пов'язане з протіканням електричного струму) розчинення алюмінію з наступним утворенням  $\text{Al}(\text{OH})_3$ :



На катоді відбувається виділення бульбашок газу - водню (воднева поляризація), які піднімають частки речовин на поверхню води. До переваг методу електрокоагуляції відносяться: висока сорбційна здатність електрохімічного  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , можливість механізації і автоматизації процесу, малі габарити очисних споруд [23].

Для очищення головним чином кислих оборотних вод застосовується **нейтралізація** - обробка води оксидом або гідроксидом кальцію. Важливою частиною водопідготовки є видалення з води розчинених агресивних газів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) з метою зменшення корозії. Видалення газів здійснюють методом **десорбції** (термічної деаерації) шляхом нагрівання паром. **Термічну деаерацію** проводять в апаратах, званих деаераторами (вакуумні, атмосферні, підвищеного тиску).

Воду, що використовується для потреб харчового виробництва, додатково *знезаражують*: знищення хвороботворних бактерій і окисленню органічних домішок, в основному хлоруванням за допомогою газоподібного хлору, а також хлорного вапна і гіпохлориду кальцію [24].

У дослідженні вивчалася комбінація ультразвукової кавітації та використання природних сорбентів. *Ультразвук*-ефективний безреагентний високоекологічний метод очищення води від органічних та мікробіологічних компонентів [25].

Під час руйнування порожнин виділена енергія викликає процеси руйнування мікроорганізмів, патогенна мікрофлора руйнується, а навколо точок колапсу утворюються активні радикали. Порожнини розвиваються в камері ультразвукового випромінювача з частотою в кілька десятків кілогерц в основному на неоднорідностях, які представлені спорами грибів і бактерій [26].

За *мембранного очищення* з води видаляється 99,8% домішок, включаючи віруси, бактерії і іони важких металів, тому такий спосіб очищення можна віднести і до способу знезараження води. Мембрана представляє собою корпус-мембранотримач, в якому знаходиться туго намотаний полімерний мембранний елемент. Мембранний елемент складається з полімерного напівпроникного волокна [19].

*УФ-знезараження* води здійснюється за рахунок прямої дії ультрафіолетових променів на клітинну та молекулярну структуру мікроорганізмів, викликаючи їх загибель. Знезараження стічної води за допомогою УФ-променів здійснюється без внесення у воду будь-яких шкідливих хімічних сполук [23,24]. Єдиною умовою застосування методу УФ-знезараження є правильно вибрана доза УФ-опромінювання, тобто кількість ультрафіолетової енергії, яка необхідна для знищення мікроорганізмів, що

знаходяться у воді. Для досягнення заданого ступеня знезараження води УФ-випромінюванням необхідний облік основних факторів, що впливають на процес знезараження [25]. До таких факторів відносять:

- потужність джерел УФ-випромінювання і раціональне використання його в УФ-установках знезараження води;
- поглинання УФ-випромінювання водою, що знезаражується;
- закономірності відмирання різних мікроорганізмів під дією УФ-випромінювання.

Додаткову обробку води проводять всі молокопереробні підприємстві, так як якість води на технологічні потреби, що постачають підприємствам, не відповідає ДСанПіН 2.2.4-171-10. В роботі представлена порівняльна характеристика технологічних схем водопідготовки молокопереробних підприємств Вінницької області.



## РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДИК ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Характеристика водоспоживання обраних підприємств

Об'єктами дослідження обрані 3 молокопереробні підприємства Вінницької області зі схожим асортиментом продукції та з порівняльними наближеними витратами води:

- Підприємство №1: ПРАТ «Вінницький молокозавод ROSHEN» На сьогоднішній день підприємство виготовляє таку продукцію:

- молоко сухе, молоко сухезнежирене, вершки сухі;
- молоко сухекарамелізоване;
- масло солодковершкове, пастеризовані вершки;
- молоко згущене з додаваннямцукру;
- молочний жир та йогофракції (олеїн та стеарин);

Середні питомі витрати технологічної води – 4 м<sup>3</sup>/т продукції.

Середньорічні витрати води 1,060 млн м<sup>3</sup>.

- Підприємство №2: ТОВ «Люсдорф». Підприємство спеціалізується на виготовленні продукції:

- Класичнепитне молоко.
- Питне молоко з фруктовими наповнювачами.
- Ультрапастеризоване молоко для дітей.
- Сливки.
- Питні йогурти.
- Солодковершкове масло.
- Ряжанка.
- Сметана.
- Кефір.

- Йогурти з фруктовим наповнювачем.
- Сухе молоко.
- Молочні коктейлі.

Середні питомі витрати технологічної води – 4 м<sup>3</sup>/т продукції.  
Середньорічні витрати води 1,200 млн м<sup>3</sup>.

Підприємство №3: ТОВ «Літинський молочний завод». Основний асортименти продукціїТМ «Білозгар»:

- Сири (тверді, напівтверді, плавлені, плавлені солодкі, розсільні, молоковмісні сирні продукти плавлені);
- Вершкове масло в упаковці 200г та 20 кг;
- Молоко та кисломолочна продукція;
- Сухі молочні продукти.
- Сири (тверді, напівтверді, плавлені, плавлені солодкі, розсільні, молоковмісні сирні продукти плавлені);
- Вершкове масло;
- Молоко та кисломолочна продукція;
- Сухі молочні продукти.

Середні питомі витрати технологічної води – 4,8 м<sup>3</sup>/т продукції.  
Середньорічні витрати води 1,180 млн м<sup>3</sup>.

Для всіх трьох підприємств характерно централізоване водопостачання.  
Характеристика водопостачальників представлено в табл.. 2.1 [26].

Як свідчать данні таблиці 2.1, підприємства - водопостачальники в цілому забезпечують нормовану якість води для господарсько-побутових потреб.

Таблиця 2.1 – Характеристика підприємств – водопостачальників Вінницької області

Підприємство	Назва підприємства-водопостачальника	Категорія води	Обсяги недостатньо очищених стічних вод у 2019 році, тис.м <sup>3</sup>	
			Допустимі	Фактичні
№1	КП «Вінницяводоканал, м.Вінниця	НДО	з 20.05.19 по 02.07.19	10,4
№2	КП "Іллінціводоканал", м.Іллінці	НДО	290, 5	230,9
№3	КП "Хмельникводоканал", м.Хмельник	НДО	з 14.05.2019 по 18.05.19	4.2

## 2.2. Методики визначення показників якості питної води.

У відповідності до ДСТУ «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», якість водопідготовки на підприємствах контролюється за наступними фізико-хімічними та органолептичними показниками [27].

- Органолептичні показники: смак, присмак і запах;
- Загальна жорсткість;
- Питома електропровідність;
- рН;
- Загальна лужність.

*Мікробіологічні показники*, що обов'язково періодично контролюються за підприємстві представлені у табл. 2.2

Періодичність контролю показників якості технологічної води [28] представлена в табл.2.3.

Таблиця 2.2 – Нормативи для мікробіологічних показників

Назва показника	Одиниці вимірювання	Норматив для виробничого контролю якості води
Вірусологічні показники		
Ентеровіруси, аденовіруси, реовіруси, рота віруси та антиген вірусу гепатиту А	БУО /дм <sup>3</sup>	Відсутність
Мікологічні показники		
Мікоміцети	КУО /100см <sup>3</sup>	Відсутність
Рівень токсичності питної води		
Хронічна токсичність на <i>Cenodaphniaaffinis</i>	Кількість загиблих особин	Відсутність хронічної токсичності

Таблиця 2.3 – Періодичність відбирання проб та визначення показників якості технологічної води

Групи показників якості питної води	Періодичність відбирання і мінімальна кількість проб на рік
Мікробіологічні	50 (щотижня)
Вірусологічні	50 (щотижня)
Паразитологічні	Не проводять
Мікологічні	50 (щотижня)
Рівень токсичності	4 (щоквартально)
Органолептичні	50 (щотижня)
Хімічні	50 (щотижня)
Токсикологічні	1 (щорічно)

*До органолептичних характеристик* води відносяться кольоровість, каламутність (прозорість), запах, смак, присмак, піноутворення.

Органолептична оцінка якості води - це обов'язкова процедура санітарно-хімічного контролю води. Міжнародні та національні стандарти встановлюють

спеціальні вимоги до дегустаторам і методам проведення дегустації. Наприклад, встановлено 3 кваліфікаційні рівні дегустаторів: консультант, кваліфікований консультант і експерт.

При дослідженні запаху або смаку проводять попередні випробування зразка, вільного від стороннього запаху або присмаку, і такий зразок шифрованих чином включається в серію аналізованих проб. При коректної оцінки органолептичних показників, тобто з використанням таблиць, шкал, різних критеріїв зіставлення, фахівці говорять про органолептичних вимірах.

**Жорсткість води** - одне з найважливіших властивостей, що мають велике значення при водокористування. Якщо у воді знаходяться іони металів, що утворюють з милом нерозчинні солі жирних кислот, то в такій воді може освіту піни при пранні білизни або миття рук. Жорсткість води призводить до утворення накипу на трубопроводах в теплових мережах.

Згідно з методикою виконання вимірювань жорсткості в пробах природних і очищених стічних вод здійснюють титриметричним методом [29]. Метод заснований на реакції солей кальцію і магнію з трилоном Б в аміачному буферному розчині з рН = 10,0 - 10,5 в присутності еріохрома чорного Т в якості індикатора:



де R – радикал етилендіамінтетраоцтовоїкислоти  
( $\text{OCCN}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}^-)_2$ ).

Загальну жорсткість  $C_{\text{заг}}$  (в ммоль-екв/л) розраховують за формулою:

$$C_{\text{ож}} = \frac{C_1 \cdot V_1 \cdot 1000}{V}, \quad (2.3)$$

де  $C_{\text{заг}}$  – загальна жорсткість води, ммоль-екв/л;

$C_1$  – концентрація розчинутрилону Б, моль-екв/л;

$V_1$  – об'єм розчинутрилону Б, витраченого на титруванняаналізованої проби, мл;

$V$  – об'єм проби води, взятої для визначення, мл.

**Водневий показник рН** визначається за формулою:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \quad (2.4)$$

Величина водневого показника природної води визначається, як правило, співвідношенням концентрацій гідрокарбонат-аніонів і вільного вуглекислого газу. Знижений значення рН характерно для болотних вод за рахунок підвищеного вмісту гумінових та інших природних кислот.

Для визначення рН використовують рН-метрію і візуальну колориметрію [29]. рН-метрія передбачає вимір водневого показника потенціометричним методом за допомогою рН-метрів. Візуальна колориметрія проводиться з використанням портативних тест-комплектів, заснованих на реакції універсального і комбінованого індикатора. Точність вимірювань за допомогою рН-метра висока (від 0,2 одиниць рН і менш), за допомогою візуально-колориметричних комплектів вона становить близько 0,5 одиниці рН, в деяких випадках - для швидкого аналізу - використовується рН-індикаторний папір, що має точність аналізу не більше 1.

**Електропровідність** - це здатність речовини проводити електрику.

Питомою електропровідністю ( $\kappa$ ) називається електропровідність розчину електроліту, який знаходиться між електродами площею  $1 \text{ см}^2$  ( $10^{-4} \text{ м}^2$ ) кожний, на відстані  $1 \text{ см}$  ( $10^{-2} \text{ м}$ ) один від одного. Питома електропровідність вимірюється у  $\text{См} \cdot \text{см}^{-1}$  (сіменс на сантиметр) або  $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$ . Щоб перерахувати значення  $\kappa$  в  $\text{См} \cdot \text{м}^{-1}$  потрібно її значення, яке виражене в  $\text{См} \cdot \text{см}^{-1}$ , помножити на  $10^2$ .

Відомо [30, 31], що вимірювання електропровідності води здійснюють як на постійному, так і на змінному струмі. Методика вимірювання на постійному струмі порівняно проста, але має ряд істотних недоліків, які призводять до невисокої точності вимірювань. Тому, переважно, вимірювання здійснюють на змінному струмі [32]. У такому разі еквівалентну схему двоелектродної електролітичної комірки зображують наступним чином (рис 2.1).

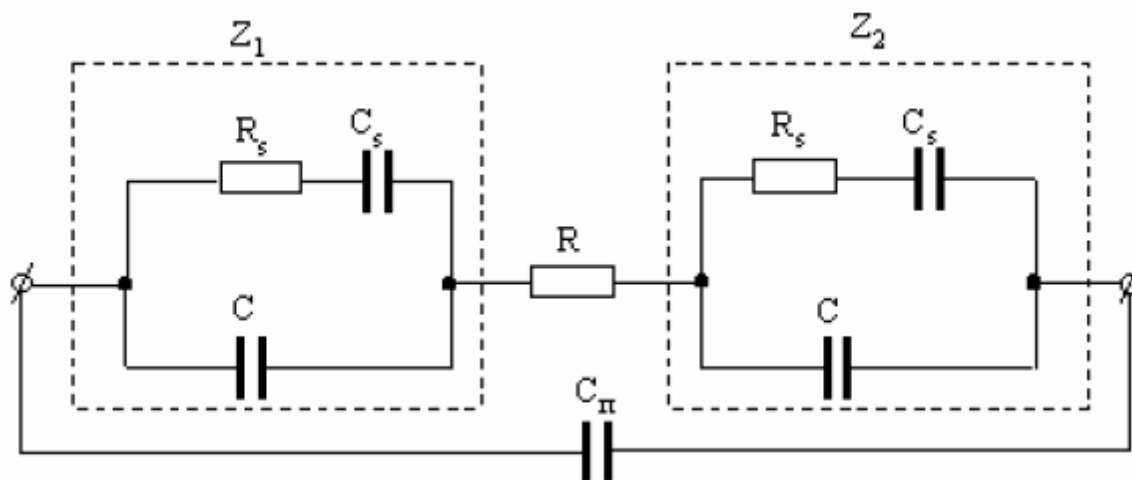


Рисунок 2.1 – Еквівалентна схема двоелектродної кондуктометричної комірки

**Лужність** обумовлена присутністю у воді речовин, що містять гідроксоаніон, а також речовин, що реагують з сильними кислотами [33]. До таких сполук відносяться:

1) сильні луки (KOH, NaOH і ін.) і розчинні основи (NH<sub>4</sub>OH і ін.), також аніони, які обумовлюють високу лужність в результаті гідролізу у водному розчині при pH > 8,4 (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> та ін.);

2) слабкі підстави і аніони летючих і нелетких слабких кислот (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> і ін.).

Лужність проби води вимірюється в г-екв /л або мг-екв/л і визначається кількістю сильної кислоти (зазвичай використовують розчини HCl з концентрацією 0,05 або 0,1 г-екв /л), витрачені на нейтралізацію проби води.

При нейтралізації до значення рН = 8,0 - 8,2 в якості індикатора використовують фенолфталеїн. Обумовлена таким чином величина називається вільної лужністю.

При нейтралізації до значення рН = 4,2 - 4,5 в якості індикатора використовують метиловий оранжевий. Обумовлена таким чином величина називається загальною лужністю.

При рН = 4,5 проба води має нульову лужність.

З'єднання 1 групи з вищенаведених визначаються за допомогою фенолфталеїну, а 2 - по метиловому оранжевому.

### **2.3. Методики статистичної обробки показників водопідготовки різних підприємств**

*Визначення належності показників до одного угруповання за допомогою дисперсійного аналізу.* Для порівняння з паралельно проведеними дослідженнями і оцінюванням незалежних значень однакових показників, здійснюють обчислення наступних показників: середнє арифметичне значення, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації [34, 35].

Середнє значення  $X_{\text{сер}}$  визначають як середню арифметичну:

$$X_{\text{сер}} = \frac{\sum X_i}{n}; \quad (2.5)$$

Далі визначають дисперсію, як середній квадрат відхилень всіх значень ознаки від її середньої величини. Визначають її за формулою:

$$\vartheta^2 = (X_i - X_{\text{сер}})^2 \quad (2.6)$$

Середнє квадратичне відхилення обчислюють добуванням квадратного кореня з дисперсії:

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta^2} \quad (2.7)$$



Коефіцієнт варіації вказує на відносну міру коливання ознаки навколо середньої величини, вимірюється в процентах і визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{\vartheta}{X_{\text{сер}}} \cdot 100 \quad (2.8)$$

Якщо величина коефіцієнта варіації знаходиться в межах до 10%, то це свідчить про невелике коливання ознаки навколо середньої величини і вказує на якісну однорідність сукупності. В іншому випадку відкидаємо значення  $X_i$ , що має найбільше відхилення від середнього значення і здійснюємо перерахунок ще раз.

*Порівняльну бальну оцінку водопідготовки здійснюють, використовуючи додатково метод групування показників.* Методика включає виконання наступних етапів [36]:

1. Провести порівняння показників. Зверніть увагу на те, що показники мають різну фізичну розмірність. Такі показники необхідно привести до єдиної системи вимірювання. Одним із шляхів такого приведення є переклад величин в бали.

2. Провести оцінку ефективності водопідготовки у таблиці показників. В роботі обрано підхід, коли показники отримують різні «ваги» відповідно до ваших уявлень або думкою будь-яких відомих фахівців.

3. Провести групування чисельних характеристик показників. Кількість груп та інтервал залежить від кількості отриманих завдань.

Інтервальні угруповання – це такі угруповання, де значення варіант дано у вигляді інтервалів. Інтервал – це проміжок між двома значеннями кількісної ознаки, в межах якої всі значення ознаки відносяться до однієї групи. Інтервали можуть бути відкриті та закриті, зростаючі та спадаючі.

$$i = \frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{k} \quad (2.9)$$

$$i = \frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{1 + 3,322 \lg n} \quad (2.10)$$

$x_{\text{max}}$ ,  $x_{\text{min}}$  – відповідно максимальні та мінімальні значення чисел у

сукупності даних

$n$  – кількість одиниць сукупності

з визначень бачимо, що  $k = 1 + 3,322 \lg n$

В першу групу приймають за мінімальне значення варіанти мінімальне значення сукупності, а додавши до останнього величину інтервалу отримуємо максимальне значення варіанти першої групи, максимальне значення варіанти першої групи стає мінімальним значенням варіанти другої групи і так далі.

Рядок кожного району розраховують за варіантом, де: сума добутоків бальних оцінок району отримують за розрахованими інтервалами і експертної оцінки показників:

$$I = \sum_{j=1}^n B_i k_i, \quad (2.11);$$

где  $I$  – сумарний показник антропогенної перетворюваності регіону;

$B_i$  – бальні оцінки показників,

$k_i$  – “вага” кожного показника за експертною оцінкою.

5. Отримані величини додають і отримують сумарний показник ефективності водопідготовки [37].

### РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ

#### 3.1. Визначення відмінностей у водозабезпеченні окремих підприємств

Середньорічні показники води [26], що подається підприємствам з водоканалів, представлені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості водозабезпечення молокопереробних підприємств

Показник якості води	Значення показника в пробах		
	КП «Вінницяводканал»,	КП "Іллінціводоканал",	КП "Хмельникводоканал"
рН	7,8	7,5	7,7
ХСК, мг О <sub>2</sub> /л	4,56	4,7	4,6
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	0,9	0,8	0,84
БСК/ХСК	0,20	0,17	0,18
Сухий залишок, мг/л, в.т.ч.	203	204	205
-органічні	60	58	61
-неорганічні речовини	143	146	144
Азот амонійний, мг/л	0,57	0,55	0,57
Манган, мг/л	0,011	0,010	0,009
Залізо, мг/л	0,11	0,10	0,10
<i>*Загальна жорсткість, мг.екв/дм<sup>3</sup></i>	<i>2,4</i>	<i>2,3</i>	<i>2,8</i>
<i>Питома електропровідність, мк Сіменс/см</i>	<i>1400</i>	<i>1280</i>	<i>1350</i>
<i>Загальна лужність мг.екв/дм<sup>3</sup></i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>9,3</i>

*\*За результатами аналізів, проведених на підприємствах*

В результаті проведеного дисперсійного аналізу, отримали наступні значення коефіцієнту варіації по показникам якості води (табл. 3.2). Результати обчислень вказують, що значення коефіцієнту варіації вище 10% лише у випадку вмісту мангану, що можливо зумовлено його низьким найнижчим вмістом реальних показників. Враховуючи результати дисперсійного аналізу можна стверджувати, що при порівняльному аналізі відмінностями вхідного фактору – якості води, що подається на водопідготовку – можливо знехтувати.

Таблиця 3.2. Значення коефіцієнту варіації при порівнянні показників якості води

Показник якості води	Значення коефіцієнту варіації
pH	2,817713
ХСК, мг O <sub>2</sub> /л	2,207368
БСК 5, мгO <sub>2</sub> /л	8,4071 48
Сухий залишок,мг/л,	0,6932 42
Азот амонійний,мг/л	2,8988 04
Манган, мг/л	14,142 14
Залізо, мг/л	7,901 58

### 3.2. Еколого-економічна оцінка водопідготовки промислових підприємств

Додаткова водопідготовка обраних підприємств проводиться з метою оптимізації мінералізації води, підвищення рН і її знезараження. На рис. 3.1. представлені схеми водопідготовки підприємств.

Як видно з рис. 3.1, всі три підприємства здійснюють пом'якшення і

знесолення води, видалення мікродомішок, вірусів і бактерій. Підприємство №3 реагентним способом здійснює знесолення разом з нейтралізацією води, а підприємство №2 з метою дехлорування, видалення сторонніх запахів і присмаків здійснює фільтрування через напорний фільтр з активованим вугіллям. Також підприємства 2 і 3 здійснюють знезаражування води, що дозволяє проводити обробку технологічних ємностей і тари без застосуванням миючих санітарних розчинів, або ж із зниженням їх витрат.

Що до матеріалоемності, можна відмітити, що найбільш витратна буде схема водопідготовки підприємства №3, яка передбачає витрату регентів для знесолення і нейтралізації води, та витрати миючих матеріалів для санітарної обробки води. При реагентному пом'якшенні також виникають додаткові відходи – осадженні солі – які необхідно утилізувати.

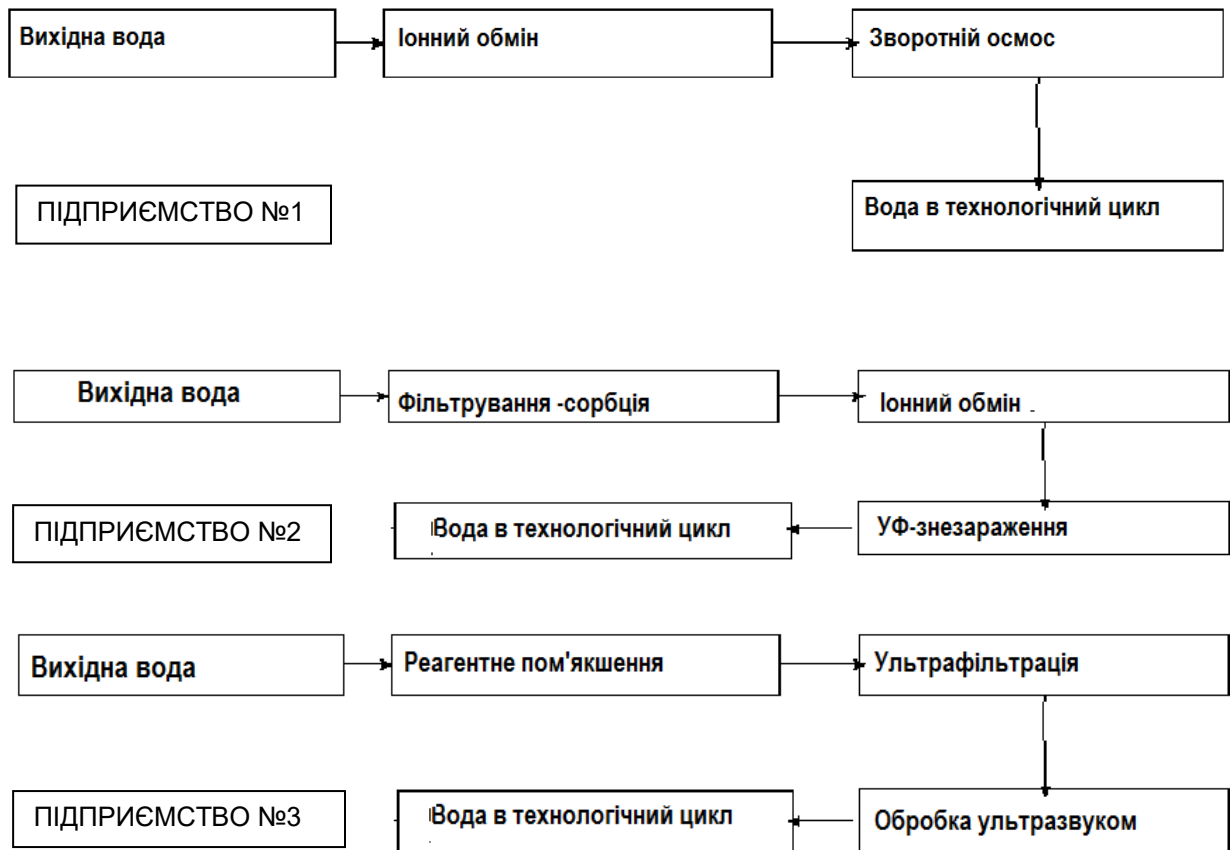


Рисунок 3.1 – Технологічні схеми водопідготовки молокопереробних підприємств

Основні показники якості води (максимальні значення), що подається у технологічний цикл, представлено у табл. 3.3. Оскільки загальні норми для молокопереробної галузі відсутні, подані середні показники якості технологічної води для харчових підприємств [38].

Таблиця 3.3 – Показники якості технологічної води

Показник	Підприємство №1	Підприємство №2	Підприємство №3	Середньогалузеві показники
Загальна жорсткість, мг.екв/дм <sup>3</sup>	0,2	0,18	0,23	0,25
рН	8,3	8	8,5	8,5
Питома електропровідність, мк Сіменс/см	30	25	33	35
Загальна лужність мг.екв/дм <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,25	0,25

Таблиця 3.3.1 - Оцінка якості технологічної води на підприємствах за методом суми.

Показник	Підприємство №1	Підприємство №2	Підприємство №3
Загальна жорсткість	2	1	3
рН	2	1	3
Питома електропровідність	2	1	3

Загальна лужність	1	1	2
Разом:	7	4	11

Ступінь очищення води та загальний показник ефективності водопідготовки представлені у табл. 3.4. Розрахунок загальної ефективності очищення води проведено за [39,40].

Таблиця 3.4. – Ефективність очищення технологічної води

Показник	Підприємство №1	Підприємство №2	Підприємство №3	Середньогалузеві показники
Загальна жорсткість	0,916667	0,921739	0,917857	
pH	0,064103	0,066667	0,103896	
Питома електропровідність	0,978571	0,980469	0,975556	
Загальна лужність	0,977778	0,975	0,973118	
Загальна ефективність, %	98,96	98,97	98,67	97÷99

Проводимо узагальнену порівняльну оцінку технологій водопідготовки. В табл. 3.5 узагальнені результати проведених нами досліджень, а також поданні економічні характеристики технологій водопідготовки трьох підприємств разом з усередненими показниками по галузі [41].

Таблиця 3.5 – Вихідні дання для проведення експертного аналізу

Господарські об'єкти	Ефективність очищення води, %	Собівартість технології водопідготовки, грн/м <sup>3</sup>	Тривалість технологічного циклу, м <sup>3</sup> /год	Екологічні витрати, грн/м <sup>3</sup>	Об'єми води повторного використання, %

Підприємство №1	98,96	13	0,13	0,12	30
Підприємство №2	98,96	12,7	0,20	0,07	30
Підприємство №3	98,96	14,8	0,28	1,54	20
Середньогалузеві показники	97	16	0,14	1	25
	99			3	

За найбільш вагомий показник обрано ефективність технологій водопідготовки, за найменш – обсяги води в оборотному циклі, оскільки цей показник опосередкований. Розрахунки наведені у додатку В. Результати розрахунків, бальні оцінки наведені у табл. 3.6.

Результати, наведені у таблиці 3.6 вказують, що всі технології діючих підприємств мають вищі показники ефективності водопідготовки, ніж середньогалузеві показники. Найвищу бальну оцінку отримала технологія водопідготовки підприємства 2. Таким чином можна стверджувати, що послідовне використання фільтрування з одночасною сорбцією на активованому вугіллі, іонного обміну на катіоніті для пом'якшення і знесолення води і знезараження води за допомогою УФ- випромінювання забезпечує найвищу ефективність водопідготовки за оптимальних економічних і матеріальних витрат.

Таблиця 3.6 – Бальна оцінка ефективності водопідготовки

Господарські об'єкти	Ефективність очищення води, %	Собівартість технології водопідготовки, грн/м <sup>3</sup>	Тривалість технологічного циклу, м <sup>3</sup> /год	Екологічні витрати, грн/м <sup>3</sup>	Об'єми води повторного використання, %	Загальна бальна оцінка
----------------------	-------------------------------	--	--	--	--	------------------------



Значимість показника	Рейтинг	5	4	2	3	1	15
	Оцінка	0.33	0.26	0.13	0.2	0.08	1
Підприємство №1	Рейтинг	4	3	1	2	4	45
	Оцінка	1.32	0.78	0.13	0.4	0.32	2.95
Підприємство №2	Рейтинг	4	4	3	4	4	58
	Оцінка	1.32	1.04	0.39	0.8	0.32	3.87
Підприємство №3	Рейтинг	3	2	4	2	1	38
	Оцінка	0.99	0.52	0.52	0.4	0.08	2.51
Середньогалузеві показники	Рейтинг	1	1	3	1	3	21
	Оцінка	0.33	0.26	0.39	0.2	0.24	1.42

## ВИСНОВКИ

1. На сьогодні жодне харчове виробництво України не використовує воду в технологічному процесі без попереднього доочищення, так як без додаткової технології водопідготовки неможливий технологічний процес у відповідності до санітарних норм.
2. Молокопереробні підприємства використовують комплексні і економічно доцільні методи водопідготовки, вибір процесів очищення в перше чергу обумовлений показниками якості води, що подається до водоспоживання.
3. При порівнянні показників водозабезпечення, враховуючи результати дисперсійного аналізу можна стверджувати, що відмінностями вхідного фактору – якість води, що подається на водопідготовку – можливо знехтувати.

Найвищу бальну оцінку отримала технологія водопідготовки підприємства №2, тобто послідовне використання фільтрування з одночасною сорбцією на активованому вугіллі, іонного обміну на катіоніті і знезараження води за допомогою УФ - випромінювання забезпечує найвищу ефективність водопідготовки за оптимальних економічних і матеріальних витрат.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році/ Офіційний портал Міністерства Захисту довкілля та природних ресурсів України: Електронний ресурс. Код доступу: <https://mepr.gov.ua/news/35937.html>
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2017 році/ Офіційний портал Міністерства Захисту довкілля та природних ресурсів України: Електронний ресурс. Код доступу: <https://mepr.gov.ua/news/35937.html>
3. Екологічний паспорт Вінницької області за 2019 рік: Електронний ресурс. Код доступу: <http://www.vin.gov.ua/dep-apr/stan-dovkillia/239-ekolohichni-pasporty/29108-ekolohichni-pasport-oblasti-za-2019>.
4. Н. А. Макаренко, В. І. Бондарь Органічне виробництво сільськогосподарської продукції: основні передумови впровадження в Україні. *Сборник научных трудов S world*. Одеса, 2013. Т. 50, Вип. 4. Серія «Сельское хозяйство». С. 23–27.
5. Якість води. Словник термінів: ДСТУ ISO 6107-1: 2004-ДСТУ ISO 6107-9:2004. Чинний від 2005-04-01. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 181 с. (Національний стандарт України).
6. Гивлюд А.М. Моніторинг забруднення стічних вод молокопереробних підприємств *Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2014, №787. С. 301-305.
7. Скорченко Т.А. Поліщук, О.В. Грек, О.В. Кочубей. Технологія незбирано молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2005. 264 с.
8. ДСТУ 3041-95. Система стандартів у галузі охорони природного середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера.

- Використання і охорона води: Київ, 1995. 25с. (Національний стандарт України).
9. В.А.Домарецький, М.В. Остапчук, А.І. Українець За ред. д-ра технічних наук, проф. А.І. Укаїнця. Технологія харчових продуктів. Підручник. К.: НУХТ, 2003. 572 с.
  10. А.К. Запольський, А.В. Українець. Екологізація харчових виробництв. К.: Вища школа. 2005. 423 с.
  11. В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко. Агроекологія: Навч. посіб. Полтава, 2008. 256 с.
  12. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками: Монография. М. : Луч, 1997. 169 с.
  13. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (чинний від 28.12.2019). Київ, 2019. 35 с. (Інформація та документація).
  14. Л. А. Саблій, В. С. Жукова. Сучасні біотехнології видалення азоту із стічних вод. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*: зб. наук. праць. Рівне, 2010. Вип. 1 (49): Технічні науки. С. 25–31.
  15. Сабадаш В.В. Сорбційне очищення вод молокопереробних підприємств від молочної кислоти. Зб. наук. праць. ВНТУ. Вінниця. 2013. Вип. 45. Т.2 С. 25-30.
  16. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. К.: ВЦ «Київський університет». 1999. 321 с.
  17. Mininni, G., Blanch, A. R., Lucena, F., & Berselli, S. EU policy on sewage sludge utilization and perspectives on new approaches of sludge management. *Environmental Science and Pollution Research*, 2014, 22 (10): P. 7361.

18. DiBonito, M. SewagesludgeinEuropeandinthe UK: Environmentalimpactandimprovedstandardsforrecyclingandrecoverytoland. *EnvironmentalGeochemistry*, 2008, 251-286.
19. Гуменюк О.Л. Харчова хімія . Чернігів: ЧДТУ, 2013. 244 с.
20. Бадеха В.,Усатюк С.,Дементьева, Кисла Л., ЛознекО. Метод заворотного осмосу. *Харчованепереробнапромисловість*.1998.№10.С.26- 27.
21. Меншутин Ю.А. Физико-химическая и мембранная технология очистки сточных вод.*Мясная промышленность*. 1995. № 3. С. 19–20.
22. Кульский Л.А., Савлук О.С., Дейнега Е.Ю. Влияние электрического поля на процесс обеззараживания воды. Киев: О-во «Знание», 1980. 48 с.
23. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Контроль качества воды: Учеб.для техникумов. М.: Стройиздат, 1986. 160 с.
24. Вода и сточные воды в пищевой промышленности: Пер. с польск. В.М.Каца. М.: Изд-во.пищ. пром-сть., 1972. 384 с.
25. Вайслер Т., Риттер М., Шмидт Х., Чеботаева М. Очистка сточных вод молочных заводов. *Молочная промышленность*. 2001. № 1. С. 49–50.
26. Регіональна доповідь про стан довкілля Вінницької області у 2017 році. Електронний ресурс. Код доступу: <http://www.vin.gov.ua/dep-apr/stan-dovkillia/241-rehionalni-dopovidi/13422-rehionalna-dopovid-pro-stan-dovkillia-oblasti-u-2017-rotsi-2>.
27. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»: Київ: Мінекономрозвитку, 2014. 29с.(Національний стандарт України).
28. МВ 10.2.1.-113-2005 Санітарно-мікробіологічний контроль, затверджений наказом міністерством охорони здоров'я України від 30.02.2005. №60. Київ: МОЗ України, 2005. 20с.
29. ДСТУ ISO 6059:2003. Якість води. Визначення сумарного вмісту іонів кальцію і магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцітової кислоти. Київ, 2004. 20с. (Національний

- стандарт України).
30. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств: Под ред. Л.П. Ковальської. М.: Агропромиздат. 1991. 335 с.
  31. Власенко В.В., Семко Т.І, Гай Л.М., Левицький В.П. Технологія молока та молочних продуктів. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 305 с.
  32. Алексеев А.И., Валов М.Ю., Юзвяк З.Е. Критерии качества водных систем: Учеб.пособие. – СПб.: Химиздат, 2002. – 212 с.
  33. И.П. Шкилева, Г.Н. Демиденко, Э.М. Сульман. Химический анализ объектов окружающей среды: учеб. Пособие: 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2008. 160 с.
  34. Афанасьев, Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. М.: МНЭПУ, 2001. 335 с.
  35. Касьян Е.Є. Розрахунки у шкіряно-хутровому виробництві: Навчальний посібник. К.: КНУТД, 2002. 308 с.
  36. Штепа В.М. Обґрунтування алгоритму експериментально-аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки стічних вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління. *Енергетика і автоматика*. 2014. №2. С. 61–71.
  37. Запольський А.К., Войцицький А.П., Пількевич І.А., Малярчук П.М., Багмет А.П., Парфенюк Г.І. Моніторинг довкілля: Підручник, Т.2. Кам'янець – Подільський: ПП «Медобори», 2012. 360с.
  38. В.А.Боков, Смирнов В. О. Методические документы для изучения курса экологическая безопасность. Симферополь: ТА, 2013. 17с.
  39. Маркитанова Л.И., Кисс В.В., Каверзнева Т.Т. Водоснабжение и очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности: Учеб.пособие. СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. 134 с.
  40. Гивлюд А.М. Знешкодження забруднень стічних вод молокопереробних комплексів сорбційними методами: автор. дисер. на

здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 – екологічна безпека. Львів, 2016. 28с.

41. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. Ч.4. Технології поводження з відходами харчових виробництв: Підручник. Херсон: «Одді-плюс» 2019. 520с.

## Додаток А

### Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ  
д.т.н., професор

В.Г.Петрук

\_\_\_\_\_ (підпис)

«05» \_\_\_\_\_ жовтня \_\_\_\_\_ 2021 р.

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**«Вдосконалення водопідготовки харчових виробництв»**

08-48. МКР.111.01.000 ТЗ

спеціальність 183 – Технології захисту навколишнього середовища

Керівник магістерської кваліфікаційної  
роботи: д.т.н., професор

Г.В. Сакалова

\_\_\_\_\_ (підпис)

«05» \_\_\_\_\_ жовтня \_\_\_\_\_ 2021 р.

Розробив: студент групи ТЗД-20м

І.А.Іванов

\_\_\_\_\_ (підпис)

«05» \_\_\_\_\_ жовтня \_\_\_\_\_ 2021 р.



Вінниця ВНТУ 2021

### 1. Підстава для проведення робіт

Підставою для виконання роботи є наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № 3 засідання кафедри ЕЕБ від «28» вересня 2021 р.

**2. Мета роботи.** Дослідження комплексних технологій водопідготовки для одержання якісної очищеної води і забезпечення технологічних потреб харчової промисловості.

### 3. Вихідні дані для проведення робіт.

Підготовка води для харчового виробництва (додаток Б)

#### 1. Методи дослідження.

Методи оцінки впливу на довкілля, методи статистичної оцінки.

### 5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання.	05.10.2021
2.	Літературний огляд та характеристика водопідготовки молокопереробної промисловості	11.10.2021
3.	Дослідження об'єктів молокопереробної промисловості	21.10.2021
4.	Проведення розрахунків якості технологічної води на молокопереробних підприємствах	02.11.2021
5.	Розробка заходів для збільшення якості води молокопереробної промисловості	15.11.2021
6.	Планування ресурсоенергозбереження молокопереробної промисловості	23.11.2021
7.	Проведення розрахунків ефективності комплексних технологій водопідготовки	06.11.2021
8.	Підготовка висновків, додатків і переліку літератури.	15.12.2021

### 6. Призначення і галузь використання

Експериментальні дані можуть бути використані для прогнозу зміни якості природної і питної води, а також для еколого-економічного обґрунтування необхідності модернізації систем водопідготовки, зокрема для підприємств харчової промисловості.

### 7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина

### 8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи «21» грудня 2021 р.

Початок розробки «28» вересня 2021 р.

Граничні терміни виконання МКР «15» грудня 2021 р.

Розробив студент групи ТЗД-20м \_\_\_\_\_ Іванов І.А.

(підпис)

## ДОДАТОК Б

Підготовка води для виробництва

На підприємство подається вода питна з водоканалу згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

На підприємстві вода додатково пом'якшується та контролюються показники:

<b>(показник) що контролюється</b>	<b>Нормативи показників</b>
Смак та присмак, бал	≤ 2бал
Запах, при 200 С та 600С	≤ 1бал
Загальна жорсткість	до 2,0 мг.екв/дм <sup>3</sup>
Питома електро-провідність	≤ 1070мкСіменс/см
рН	Не більше 8,5
Загальна лужність	до 7,2 мг.екв/дм <sup>3</sup>

Після пом'якшення вода подається на установку зворотного осмосу

<b>(показник) що контролюється</b>	<b>Нормативи показників</b>
Смак та присмак, бал	відсутній
Запах, при 200 С та 600С,	відсутній
Загальна жорсткість	до 0,2 мг.екв/дм <sup>3</sup>
рН	Не більше 8,5
Загальна лужність	до 0,2 мг.екв/дм <sup>3</sup>
Питома електро-провідність	≤ 30 мкСіменс/см

Стічні води.

Попереднє очищення стічних вод перед їх скиданням до системи централізованого водовідведення.

## ДОДАТОК В

<b>ROSHEN</b>		<b>ОБПР № 05 Підготовка питної води для виробництва</b>	
Введений в дію від 03.07.2020р.		Редакція: 04	Стор.: 1 з 2
Розробив: факівель із ССЯ	Лісна С.М.	Затвердив: керівник Групи НАССР	Сербін В.В.
Дата розробки: 02.07.2020р		Дата затвердження: 02.07.2020р	

**Операційна базова програма №05 «Фільтрування питної води»****ТЕХНОЛОГІЧНІ ЕТАПИ:**

- Санітарна обробка поліпропіленових фільтрів перед використанням для фільтрування питної води;
- Фільтрування питної води.

**НЕБЕЗПЕЧНІ ЧИННИКИ:**

**Біологічний:** патогенні мікроорганізми та БГКП, якими можна забруднити питну воду, яка подається на виробництво для вигітнення пастеризованих продуктів із технологічних ліній при порушенні персоналом постачальника/нашого підприємства вимог технології, санітарії та гігієни.

**Фізичний:** сторонні предмети, які можуть попасти в продукти через питну воду, яка подається на виробництво для вигітнення пастеризованих продуктів із технологічних ліній при відсутності фільтру в лінії або його uszkodженні.

**КРИТЕРІЇ ДІЇ:**

1. Для фільтрації питної води використовується фільтр типу L440 із харчового поліпропілену з розміром фільтрувального вічка не більше 100мкм з чистою поверхнею, без механічних uszkodжень (ГРе-02). Відповідальний: головний теплотехнік.
2. Фільтр, перед встановленням в лінію фільтрування питної води, проходить санітарну обробку робочими розчинами дозволених санітарних засобів (PCO-16 та ГРе-08). Відповідальний: слюсар-сантехнік.
3. Подача питної води на виробництво тільки через фільтр. Відповідальний: апаратник ХВО.
4. Забезпечення лінії подачі підготовленої води на виробництво двома паралельними патронними нержавіючими корпусами для фільтрів (ГРе-08). Відповідальний: головний теплотехнік.

**ОБґРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ДІЇ:** в основу внутрішніх вимог до гігієни та виробничої санітарії (НАССР МП-04 «Гігієна персоналу») покладені вимоги із п.7.Закону України Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів, Регламенту ЄС 852 Про гігієну харчових продуктів та ДСП 4.4.4-011 Державні санітарні норми і правила для молочних підприємств.

**ПРОЦЕДУРИ МОНІТОРИНГУ ТА ЗАПИСИ:**

Що?	Як?	Коли?	Хто?	Протокол
1. Контроль фільтрів та супровідних документів на фільтр	Перевірка маркування (наявність сфера застосування - харчова, тип, розмір фільтрувального вічка) та відсутність uszkodжень та забруднень пакування фільтру	На стадії вхідного контролю	Завідувач складу сировини та матеріалів	Досьє із супровідними документами та Журнал вхідного контролю Ж1 ГРе-02
2. Контроль цілісності фільтру та якості його санітарної обробки	Візуально, відсутність uszkodжень поверхні фільтру та рН промивної води після фільтру відповідає рН питної води до фільтру	Після проведення сан обробки лінії	Апаратник ХВО	Журнал відділення водопідготовки Ф2 ГРе-08

**КОРИГУВАННЯ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ, ЯКЩО КРИТЕРІЇ ДІЇ НЕ ДОТРИМАНІ:**

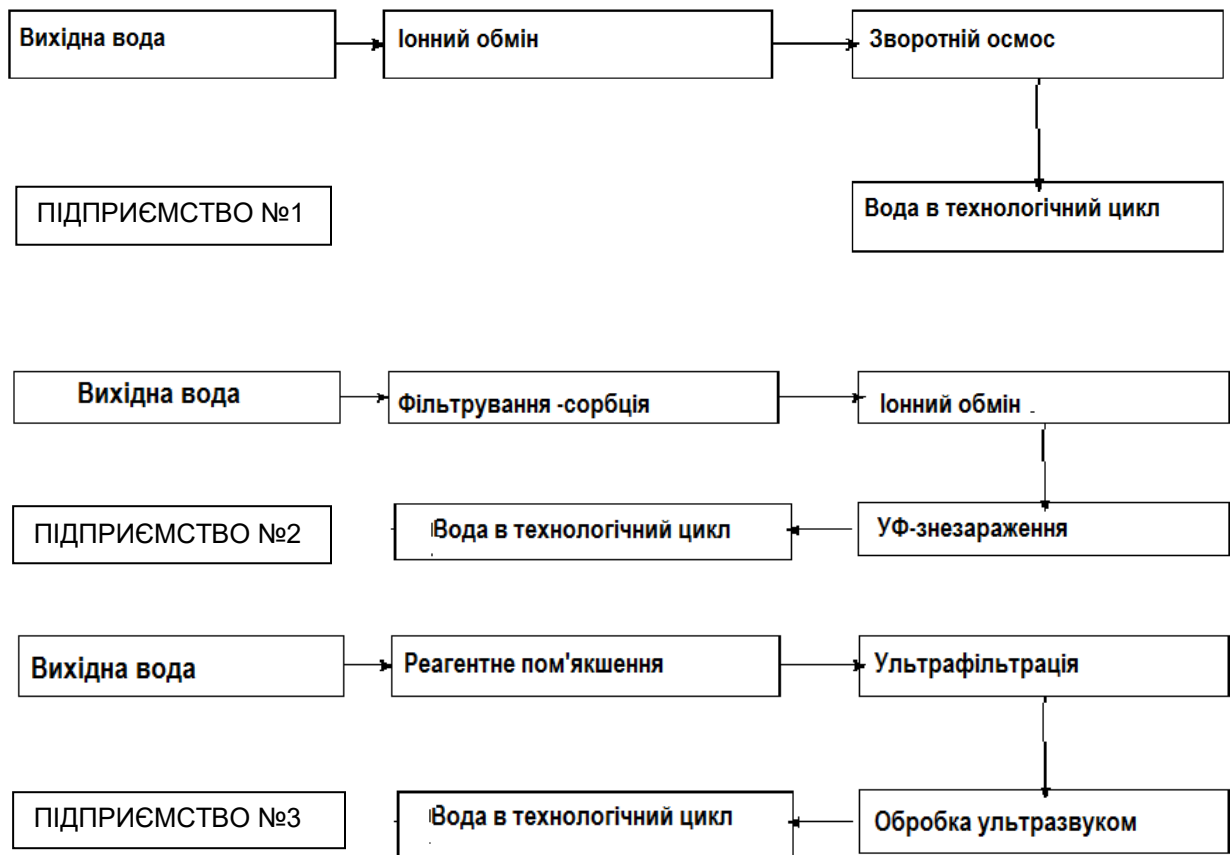
Що?	Хто?	Протокол
Забракування фільтру на етапі вхідного контролю, інформування менеджера з постачання та виконання дій із невідповідною продукцією згідно ДПУ 8.3	Зав. складу сировини та матеріалів	Акт забракування, Ф1 ГРе-02
Інформування головного теплотехніка та старшого майстра зміни про порушення вимог	Апаратник ХВО	Журнал прийому-перелачі зміни, Ф5 ГРе-08
Зупинка процесів, злив в каналізацію питної води, яка можливо забруднена; промивка ліній і збірників	Головний теплотехнік	Журнал відділення водопідготовки Ф2 ГРе-08

УЗГОДЖЕНО на засіданні Групи НАССР від \_02.07.2020р.

## ДОДАТОК Г

Господар-ські об'єкти		Ефективність очищення води, %	Собівартість технології водопідготовки, грн/м <sup>3</sup>	Тривалість технологічного циклу, м <sup>3</sup> /год	Екологічні витрати, грн/м <sup>3</sup>	Об'єми води повторного використання, %	Загальна бальна оцінка
Значимість показника	Рейтинг	5	4	2	3	1	15
	Оцінка	0.33	0.26	0.13	0.2	0.08	1
Підприємство №1	Рейтинг	4	3	1	2	4	45
	Оцінка	1.32	0.78	0.13	0.4	0.32	2.95
Підприємство №2	Рейтинг	4	4	3	4	4	58
	Оцінка	1.32	1.04	0.39	0.8	0.32	3.87
Підприємство №3	Рейтинг	3	2	4	2	1	38
	Оцінка	0.99	0.52	0.52	0.4	0.08	2.51
Середньогалузеві показники	Рейтинг	1	1	3	1	3	21
	Оцінка	0.33	0.26	0.39	0.2	0.24	1.42

## ДОДАТОК Д



## ДОДАТОК Е

Показник якості води	Значення показника в пробах		
	КП «Вінницяводканал,	КП "Іллінціводоканал",	КП "Хмельникводоканал"
рН	7,8	7,5	7,7
ХСК, мг О <sub>2</sub> /л	4,56	4,7	4,6
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	0,9	0,8	0,84
БСК/ХСК	0,20	0,17	0,18
Сухий залишок, мг/л, в.т.ч.	203	204	205
-органічні	60	58	61
-неорганічні речовини	143	146	144
Азот амонійний, мг/л	0,57	0,55	0,57
Манган, мг/л	0,011	0,010	0,009
Залізо, мг/л	0,11	0,10	0,10
<i>*Загальна жорсткість, мг.екв/дм<sup>3</sup></i>	<i>2,4</i>	<i>2,3</i>	<i>2,8</i>
<i>Питома електропровідність, мк Сіменс/см</i>	<i>1400</i>	<i>1280</i>	<i>1350</i>
<i>Загальна лужність мг.екв/дм<sup>3</sup></i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>9,3</i>