

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут(факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології цукру і підготовки води

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

«До захисту допущено»
Інна КАРПОВИЧ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки
води у промислових та крафтових виробництвах»
на тему: Удосконалення технології підготовки води на ТМ “Аква Сана” з
використанням мембранних способів для виробництва питної води
продуктивністю 10м³/добу

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЦВ-2-11М

Тертичний Михайло Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Шульга Світлана Анатоліївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Аліна СІРИК
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології цукру і підготовки води
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 181 «Харчові технології»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Технології цукрів, полісахаридів і підготовки води у промислових та крафтових виробництвах»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Інна КАРПОВИЧ

“ 07 ” жовтня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тертичного Михайла Леонідовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології підготовки води на ТМ “Аква Сана” з використанням мембранних способів для виробництва питної води продуктивністю 10м³/добу
керівник роботи Шульга Світлана Анатоліївна, доцент, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.10.2024 року № 882 кс

2. Строк подання здобувачем роботи 6 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність станції водопідготовки 10 м³/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології водопідготовки для виробництва питної води. 1.1. Літературний огляд. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення, апаратурно-технологічної схеми відділення, станції. 1.2. Експериментальні дослідження. Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування переоснащення та розрахунки. 2.1. Загальна характеристика підприємства та опис технологічної схеми виробництва. 2.2. Вхідний контроль сировинні вимоги до якості готової продукції. 2.3. Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки. 2.4. Технологічні розрахунки. Розділ 3. Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР. Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України. Загальні висновки і рекомендації. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу апаратурно-технологічна схема підготовки питної води, план першого поверху водопідготовки, поперечний і повздовжній розрізи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

7. Дата видачі завдання 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел.	01.11.24	
2	Формування розділу “Об’єкти і методи досліджень” та “Експериментальні дослідження”	06.11.24	
3	Робота над розділом 2. “Проектно-технічне обґрунтування переоснащення та розрахунки”	16.11.24	
4	Робота над розділом 3. “Менеджмент якості та безпечності харчової продукції за системою НАССР”	23.11.24	
5	Робота над розділом 4.” Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України”	01.12.24	
6	Затвердження всіх розділів роботи	03.12.24	
7	Затвердження кваліфікаційної роботи	05.12.24	

Здобувач _____
(підпис)

Михайло ТЕРТИЧНИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Світлана ШУЛЬГА
(ім'я та прізвище)

Анотація

Дипломний проект складається з 4 розділів, виконаний на 90 сторінках, ілюстрований 18 малюнками, 13 таблицями та 1 технологічною схемою, висновками, списком використаної літератури із 47 найменування.

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалити технологію підготовки води на ТМ “Аква Сана” з метою покращення якості готової продукції.

Об’єктом дослідження є технологія підготовки води.

Предметом дослідження є використання мембранних методів для підготовки питної води на ТМ "Аква Сана".

У роботі висвітлено значення води як критичного ресурсу для життя людини, екологічної стійкості та промислового розвитку. Розглянуто основні аспекти водопідготовки, зокрема сучасні методи очищення води, такі як мембранні технології, зворотний осмос, ультрафіолетове знезараження та інші. Особливу увагу приділено впливу якості води на здоров’я людини, а також специфіці водопостачання у промислових регіонах, таких як Кривий Ріг.

У рамках дослідження заплановано технічне переоснащення цеху водопідготовки підприємства ТМ «Аква Сана», що обслуговує гірничо-збагачувальні комбінати регіону. Метою роботи є підвищення ефективності очищення води, модернізація обладнання та забезпечення відповідності сучасним стандартам якості. У процесі виконання проекту проаналізовано поточний стан системи водопідготовки, визначено ключові проблеми, запропоновано концепцію технічного вдосконалення та оцінено екологічний і технологічний ефект запропонованих рішень.

Результати дослідження спрямовані на підвищення якості питної води, оптимізацію виробничих процесів та покращення умов праці у промисловому секторі.

Ключові слова: питна вода, водопідготовка, зворотний осмос, мембрана, фільтрування.

					Анотація	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Annotation

The diploma project consists of 4 chapters, completed on 90 pages, illustrated with 18 figures, 13 tables and 1 technological scheme, conclusions, a list of used literature from 47 names.

The goal of the diploma project improve the technology of water preparation at TM "Aqua Sana" using the method of coloring the finished products.

The object of research is technology of water treatment.

The subject of the study is the development of membrane methods for the preparation of drinking water at TM "Aqua Sana".

The work highlights the importance of water as a critical resource for human life, environmental sustainability and industrial development. The main aspects of water treatment are considered, including modern methods of water purification, such as membrane technologies, reverse osmosis, ultraviolet disinfection, and others. Special attention is paid to the impact of water quality on human health, as well as the specifics of water supply in industrial regions, such as Kryvyi Rih.

As part of the study, the technical re-equipment of the water treatment shop of the TM "Akva Sana" enterprise, which serves mining and beneficiation plants in the region, is planned. The purpose of the work is to increase the efficiency of water purification, modernize equipment and ensure compliance with modern quality standards. During the implementation of the project, the current state of the water treatment system was analyzed, key problems were identified, the concept of technical improvement was proposed, and the ecological and technological effect of the proposed solutions was evaluated.

The results of the research are aimed at improving the quality of drinking water, optimizing production processes and improving working conditions in the industrial sector.

Keywords: drinking water, water treatment, reverse osmosis, membrane, filtration.

					Annotation	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Зміст	Стор.
Вступ	7
Розділ 1. Науково-експериментальне обґрунтування удосконалення технології водопідготовки для виробництва питної води	11
1.1. Літературний огляд. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення, апаратурно-технологічної схеми відділення, станції.....	11
1.2. Експериментальні дослідження.....	27
1.2.1. Об'єкти і методи досліджень.....	27
1.2.2. Результати експериментальних досліджень та їх обговорення.....	34
1.2.3. Оптимізація дослідних даних	47
Висновки за розділом	52
Розділ 2. Проектно-технічне обґрунтування переоснащення та розрахунки	54
2.1. Загальна характеристика підприємства та опис технологічної схеми виробництва.....	54
2.2. Вхідний контроль сировинні вимоги до якості готової продукції.....	56
2.3. Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки.....	57
2.3.1. Вибір і обґрунтування заходів з удосконалення технології з обґрунтуванням підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.....	57
2.3.2. Опис удосконаленої технологічної схеми.....	60
2.3.3. Рекомендації щодо технологічного режиму виробництва та контролю якості продуктів з впровадженням інноваційної розробки (заходів удосконалення технологічних процесів).....	62

					<i>Удосконалення технології підготовки води на ТМ "Аква Сана" з використанням мембранних способів для виробництва питної води продуктивністю 10м3/добу</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Тертичний М.Л,			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шульга С.А.				5	
Н. Контр.					Зміст		
Затверд.		Карпович. І.В.			НУХТ ЦВ-2-11М		

2.4. Технологічні розрахунки.....	69
2.4.1. Розрахунок продуктів для запроєктованого відділення.....	69
2.4.2. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання.....	72
Розділ 3. Менеджмент якості та безпеки харчової продукції за системою НАССР.....	76
3.1. Загальні підходи до системи управління безпекою харчової продукції на основі принципів НАССР.....	76
3.2. Аналіз небезпечних факторів та запобіжні заходи щодо їх появи у відділення (виробництві).....	77
Розділ 4. Екологічні, економічні та соціальні аспекти дослідження в контексті забезпечення сталого розвитку України.....	80
4.1. Економічна ефективність розробки та її соціальне значення.....	80
4.2. Екологічні проблеми у виробництві та шляхи їх вирішення.....	81
Загальні висновки і рекомендації.....	83
Список використаної літератури.....	86
Додатки.....	91

ВСТУП

Вода – це фундаментальна основа життя для людей, тварин і рослин. Як природний ресурс, вона є невід’ємною складовою виживання, адже людський організм не може функціонувати без води навіть протягом чотирьох днів. Якість, чистота і мінеральний склад води мають вирішальне значення для здоров'я людини, впливаючи на її добробут і тривалість життя.

У всьому світі важливо звертати увагу на якість води в регіоні проживання. У різних куточках країни вода може значно відрізнятися за складом і якістю через чисельність населення, наявність промислових підприємств, річкові басейни і систему стоків. На жаль, в багатьох регіонах вода не може похвалитися високою якістю, і для її очищення потрібні сучасні технології та комплексний підхід до водопідготовки [10].

Водопідготовка охоплює комплекс заходів із очищення води, включаючи пом'якшення, знезалізнення, сорбційне очищення, УФ-зnezараження, використання озонаторів та інших технологій. У природі вода рідко буває достатньо чистою для споживання людиною. Ще з моменту відкриття мікроскопа у 1850-х роках, коли вперше вдалося побачити мікроби у воді, людство почало застосовувати різні методи зnezараження. В 1902 році Бельгія стала першою країною, яка почала використовувати хлор для очищення води у громадських водопроводах [14].

Сьогодні у всьому світі очищують питну воду, застосовуючи хімічні, фізичні та біологічні методи для знищення мікробів і забруднень. Ультрафіолетове зnezараження стало одним із найефективніших сучасних методів очищення води, особливо для поверхневих вод, які завжди потребують обробки перед використанням [23].

Якість питної води має важливе значення для людського організму, який приблизно на 65...70% складається з води, що входить до складу всіх органів і тканин. Основна частка води зосереджена в м'язах, шкірі й печінці. Вода бере участь у всіх біохімічних процесах, що відбуваються в організмі,

					Вступ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зокрема у теплообміні, обміні речовин і детоксикації. Вона виводить з організму токсини, канцерогени та інші шкідливі речовини.

Баланс води є критичним: її надмірне споживання може перевантажити нирки та серце, тоді як дефіцит води призводить до згущення крові, затримки токсинів і порушення обмінних процесів. Втрата 7% води від маси тіла може спричинити часткову втрату свідомості, а 12% – стати фатальною.

Фізіологічна потреба у воді для людини за нормальних умов становить близько 2,5 літрів на добу. Вона може змінюватися залежно від температури довкілля, рівня фізичної активності та інших факторів. Наприклад, у спекотну погоду або за інтенсивного фізичного навантаження ця потреба може зростати до 4...5 літрів на добу.

Якість води має особливе значення у промислових регіонах, таких як Кривий Ріг, який є найдовшим містом Європи та має розвинену гірничодобувну промисловість. У місті функціонує п'ять гірничо-збагачувальних комбінатів і близько 30 шахт, які потребують якісної питної води для забезпечення потреб працівників.

Актуальність проблеми полягає у тому, що для гірників вода повинна бути не лише очищеною, але й мати спеціальний мінеральний склад. Робота у небезпечних умовах, постійний контакт із металевим пилом і хімічними речовинами вимагає використання води без домішок, які можуть вступати в небажані реакції із забруднювачами, накопиченими в організмі.

Новітні технології та сучасні методи для очищення води включають механічне, хімічне та мембранне очищення, а також термічні технології. Мембранні методи, зокрема зворотний осмос, є найбільш ефективними для знесолення води. Ця технологія дозволяє видаляти навіть найменші домішки завдяки напівпроникним мембранам, які пропускають молекули води, але затримують іони солей і забруднення [21].

Зворотний осмос має значні переваги: низькі енерговитрати, компактність обладнання та можливість автоматизації. Цей метод активно

					Вступ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

застосовується для очищення води в усьому світі, включаючи найбільші підприємства у Саудівській Аравії, Ізраїлі та Австралії [10].

Чиста вода – це не лише передумова здорового життя, але й ключ до ефективного функціонування промисловості. Розвиток і впровадження сучасних технологій очищення води, таких як мембранні або термічні методи, дозволяють забезпечити високу якість питної води навіть у складних екологічних умовах.

Наукова та практична значимість результатів кваліфікаційної роботи полягає у використанні сучасних мембранних способів при підготовці води на ТОВ “Аква Сана”. Це дасть можливість цьому підприємству виробляти якісну питну воду, яка необхідна для гірників м.Кривий Ріг.

Об’єктом дослідження є технологія підготовки води.

Предметом дослідження є використання мембранних методів для підготовки питної води на ТМ "Аква Сана".

Мета кваліфікаційної роботи – удосконалити технологію підготовки води на ТМ “Аква Сана”, що забезпечує водою гірничо-збагачувальні комбінати Кривого Рогу, для покращення якості готової продукції.

Для досягнення поставленої мети:

1. Проведено аналіз поточного стану обладнання та процесів очищення.
2. Розроблено концепцію технічного переоснащення цеху.
3. Здійснено оцінку ризиків та визначено заходи їх мінімізації.

Наукова новизна одержаних результатів – удосконалено технологічну схему підготовки води на ТОВ “Аква Сана” з використанням сучасних фільтрувальних завантажень та мембран.

Апробація результатів магістерської роботи – взято участь у 90-й Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів `Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті (НУХТ) та V Міжнародній науково-практичній конференції

										Вступ	Арк.
											9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

«Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки».

Публікації – опубліковано 2 тези в збірниках матеріалів 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів `Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті (НУХТ) та V Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки».

					Вступ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИТНОЇ ВОДИ

1.1. Літературний огляд. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення, апаратурно-технологічної підготовки води

Я проживаю у великому промисловому місті Кривий Ріг і це значно впливає на моє сприйняття довкілля та критерії вибору місця для життя. Промислові міста, як Кривий Ріг, мають свої унікальні переваги. З одного боку, вони пропонують широкий спектр індустрій і підприємств, що створює численні можливості для працевлаштування, дозволяючи підібрати роботу, яка відповідає моїм навичкам, інтересам та кар'єрним амбіціям.

Крім того, такі міста є центрами технологічного прогресу та інновацій. Вони приваблюють провідні компанії, інвесторів і стартапи, що відкриває перспективи для професійного розвитку та участі в сучасних технологічних і екологічних проєктах. Промислові міста зазвичай мають розвинену інфраструктуру, яка сприяє комфортному життю, надаючи доступ до освітніх і культурних закладів, що є важливими для особистісного зростання.

Однак життя в промисловому місті також потребує уваги до екологічних аспектів. Зростаючий рівень урбанізації та промислових викидів підкреслює важливість впровадження інноваційних рішень у сфері екології та раціонального використання ресурсів. Це впливає на моє ставлення до збереження навколишнього середовища і мотивує шукати шляхи, як зробити своє місто кращим і більш екологічно безпечним для майбутніх поколінь.

Загальна характеристика методів знезараження води

Знезараження води є обов'язковим заходом, якщо джерело водопостачання не відповідає санітарним нормам. Перед цим зазвичай проводиться освітлення й видалення кольорових домішок, що знижує вміст

									Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						11

завислих частинок та бактерій (при фільтрації затримується до 98...99% бактерій) [20]. Проте знезараження може бути самостійним і часто єдиним етапом обробки води, зокрема для підземних джерел.

Методи знезараження води:

Реагентні методи

Ці способи передбачають використання хімічних речовин для знищення мікроорганізмів. До них належать окисники (наприклад, хлор (Cl_2), озон (O_3)) та солі важких металів (наприклад, срібло (Ag) та мідь (Cu)). Найпоширеніший метод – *хлорування*, яке проводять газоподібним хлором або речовинами, що містять активний хлор (хлорне вапно, діоксид хлору).

Хлорування застосовують для обробки води з поверхневих і підземних джерел, якщо бактеріологічні показники перевищують нормативи. Ефективність знезараження залежить від дози хлору, часу контакту та рівня органічних домішок у воді. Практика включає пре- та постхлорування, а також комбіновані способи [20] (наприклад, подвійне хлорування для вод із високим вмістом органіки).

Безреагентні методи

Ці способи не потребують хімічних реагентів і базуються на фізичних впливах, таких як [38]:

- *Ультрафіолетове опромінення* – використовуються бактерицидні хвилі довжиною 200...295 нм.
- *Тепловий вплив* – знезараження шляхом кип'ятіння.

Серед фізичних безреагентних методів знезараження води найбільш дослідженим є використання ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Крім того, виражений бактерицидний ефект мають гамма-випромінювання, ультразвук і імпульсний електричний розряд (ІЕР).

Метод знезараження УФ-променями базується на впливі біологічно активного спектра випромінювання на мікроорганізми. Бактерицидна частина спектра охоплює довжини хвиль у діапазоні 205–315 нм [23].

										Розділ 1	Арк.
											12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Широке використання УФ-дезінфекції у промислових масштабах пояснюється її перевагами:

- низькі енергозатрати: 50...100 Вт·год/м³ для стічних вод, 15...50 Вт·год/м³ для поверхневих вод, 2...10 Вт·год/м³ для підземних вод, що в 3...4 рази менше, ніж споживання систем озонування;
- ефективність знезараження зростає експоненційно зі збільшенням дози опромінення, і навіть при передозуванні не виникає негативних наслідків, як це буває з окислювальними технологіями;
- мінімальний час обробки води;
- компактність УФ-обладнання порівняно з хлоруванням, яке потребує складної інфраструктури;
- простота розрахунку параметрів установки: витрата води, рівень знезараження, передача опромінення через воду.

УФ-випромінювання є невидимим електромагнітним спектром між видимим світлом і рентгенівськими променями (100...400 нм). Його бактерицидний вплив пов'язаний із руйнуванням хімічних зв'язків органічних молекул і утворенням вільних радикалів, які підсилюють ефект знезараження.

Ефективність методу залежить від біологічних характеристик і кількості мікроорганізмів у воді, її фізико-хімічних показників і умов знезараження. Деякі мікроорганізми, такі як спорові бактерії, потребують у 2...3 рази більше енергії для знищення, ніж вегетативні форми. Патогенні збудники кишкових хвороб більш чутливі до УФ-променів, ніж кишкові палички, а дози для інактивації 99,9% мікроорганізмів варіюються від 5,2 мДж/см² (шигелла) до 11 мДж/см² (вірус гепатиту А) [23].

Альтернативні методи

- *Озонування*: ефективний метод, що ґрунтується на розпаді озону (O₃) з утворенням атомарного кисню. Озон руйнує клітинні ферменти мікроорганізмів і видаляє органічні домішки, що надають воді неприємний

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

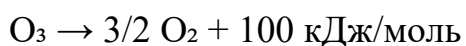
запах. Перевага методу – відсутність залишкових домішок. Однак висока вартість обладнання та токсичність озону обмежують його застосування.

- *Іонізація сріблом:* іони срібла руйнують протоплазму мікроорганізмів. Цей метод використовують для дезінфекції та консервування харчових продуктів.

- *Йодування:* має переваги над хлоруванням, включаючи коротший час контакту, більшу бактерицидну активність і безпечність для організму.

Зростання інтересу суспільства до здорового способу життя сприяло усвідомленню негативного впливу хімічних реагентів, які використовуються в процесах очищення води, на здоров'я людини. У цьому контексті озон зарекомендував себе як найефективніший, безпечний, потужний та швидкодіючий дезінфектант і оксидант. Окисні реакції з озоном відбуваються у тисячі разів (приблизно у 3000 разів) швидше, ніж з хлором, ефективно усуваючи органічні й неорганічні забруднення.

Висока реактивність озону зумовлена надлишком енергії його молекул. Розпад озону відбувається за рівнянням [7]:



На відміну від хлору, озон не утворює у воді шкідливих побічних продуктів, а його залишки швидко перетворюються на кисень. У природі озон утворюється під час електричних розрядів, таких як блискавки, що також створюють характерний свіжий запах.

Для промислових цілей озон виробляють із атмосферного повітря за допомогою озонаторних установок (рисунок 1.1). Повітря спочатку проходить очищення через фільтри для видалення пилу, стискається компресором, охолоджується до 40...50°C, і з нього видаляється волога у спеціальних осушувачах. Для установок продуктивністю понад 6 кг/год використовують двоступінчасте осушування повітря: на першому етапі повітря охолоджують до 7°C, на другому – осушують за допомогою адсорберів [8].

									Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						14

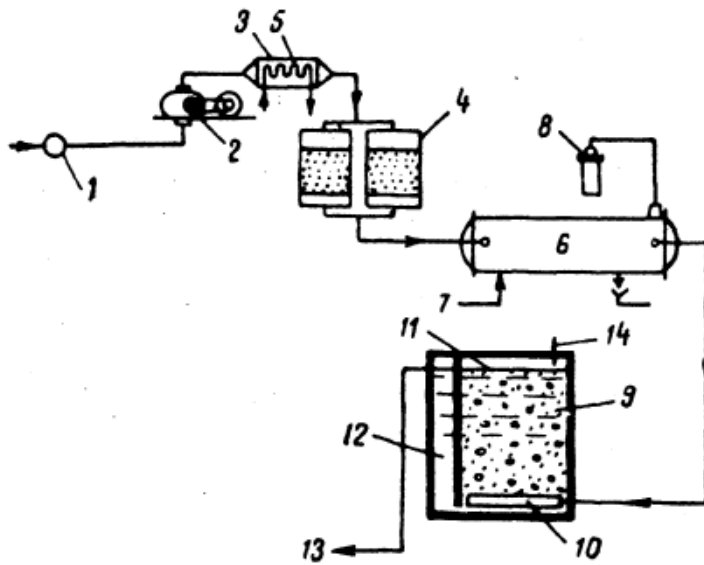


Рисунок 1.1 – Принципова технологічна схема установки для озонування
ВОДИ

Охолоджене і висушене повітря надходить у генератор озону, де під дією тихого електричного розряду утворюється озono-повітряна суміш із концентрацією озону $10 \dots 20 \text{ г/м}^3$ (або $0,85 \dots 1,7 \%$ за масою при 25°C). Для запобігання перегріву електродів генератора їх охолоджують водою. Змішування озону з водою здійснюється у контактній колоні, де через пористі трубки озон подається у вигляді дрібних бульбашок, забезпечуючи ефективну дифузію. Вода та озоноване повітря циркулюють у протилежних напрямках, що прискорює розчинення озону.

Озонована вода надходить у резервуар через бокову кишеню, а повітря з незначним вмістом залишкового озону відводиться через витяжну трубу без ризику для навколишнього середовища. Доза озону для обробки води варіюється від $0,6$ до $3,5 \text{ мг/дм}^3$ залежно від якості вихідної води.

Синтез 1 кг озону потребує $30 \dots 40 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ електроенергії з урахуванням допоміжних витрат. Якщо необхідне глибоке осушування повітря (до вологості $0,001 \text{ г/м}^3$), використовують адсорбери з силікагелем

або активним оксидом алюмінію. Для захисту обладнання осушене повітря додатково знепилюється та охолоджується у зрошувальних холодильниках.

Сучасні технології знезараження

Сучасні методи включають механічні, хімічні, фізичні та біологічні підходи для видалення домішок, покращення якості води та забезпечення її епідеміологічної безпечності. Одним із перспективних методів є кавітаційна обробка, що генерує високі локальні температури та тиск для руйнування мікроорганізмів [16].

Ультразвукова кавітація

Ця технологія, основана на дискретно-імпульсному введенні акустичної енергії у воду, долає обмеження гідродинамічної кавітації. Ультразвуковий метод забезпечує високу ефективність знезараження, усуваючи такі недоліки, як недостатня кількість кавітаційних каверн або їхній екрануючий ефект [16].

Таким чином, знезараження води – це завершальний і обов'язковий етап обробки, який гарантує її безпечність для споживання.

Мембранні технології для очищення води

Мембрани, а також мікро-, ультра- та нанопористі матеріали розглядаються як перспективний підхід до вирішення глобальної проблеми дефіциту чистої води. Існують різні системи водоочищення, такі як зворотний осмос, мікро-, ультра- і нанофільтрування (рисунки 1.1-1.3).



Рисунок 1.2 – Корпус–мембранотримач зворотного осмосу [40]

									Розділ 1	Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Мембранне полотно зворотного осмосу (рисунок 1.3) виготовлено з чутливого матеріалу, тому якість води, що подається на очищення, повинна відповідати суворо встановленим нормам:

- зважені речовини – не більше 0,56 мг/л;
- окиснюваність – менше 4 мгО/л;
- вільний хлор – менше 0,1 мг/л;
- температура води – від 4 до 30°C;
- вміст заліза – до 0,1 мг/л;
- вміст марганцю – до 0,05 мг/л;
- твердість – до 3 мг-екв/л.

У разі використання антискалантів (спеціальних речовин, що запобігають утворенню осадів на поверхні мембрани), допустимі значення деяких параметрів, таких як залізо, марганець і силікати, можуть бути перевищені. Інші показники досягаються завдяки попередньому очищенню, яке включає механічну фільтрацію, пом'якшення, знезалізнення або адсорбцію залежно від якості вихідної води.

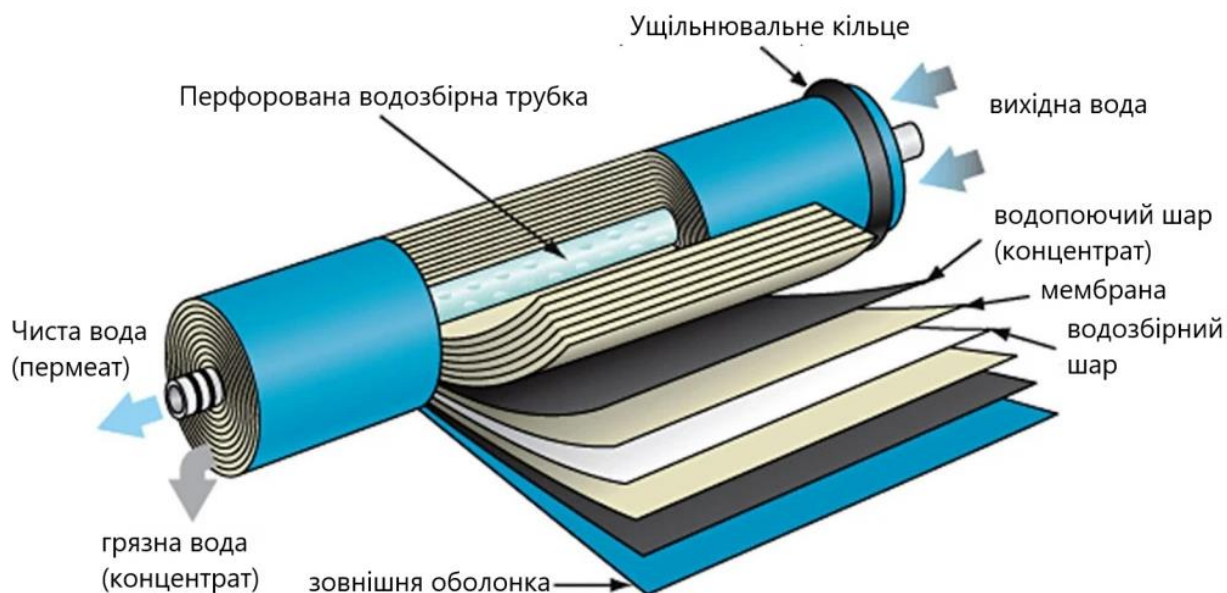


Рисунок 1.3 – Будова мембрани зворотного осмосу [40]

Мембранні технології очищення води дозволяють застосовувати безвідходний підхід завдяки:

- високій енергоефективності та економічній доцільності;
- довговічності мембран, виготовлених із полімерних і корозійно-стійких матеріалів;
- компактності обладнання, яке займає мінімальну площу;
- автоматизованості установок, що зменшує потребу у постійному обслуговуванні.

Технологічна схема мембранного очищення води включає методи знесолення, які знижують використання агресивних хімічних реагентів і мінімізують обсяги утворених стоків. Завдяки цьому мембранні методи набувають все більшої популярності як у промисловості, так і в побуті.

Мембрани зворотного осмосу поділяються на три типи: рулонні, половолоконні та пласкі. Вони являють собою корпус із високоякісного харчового пластику, всередині якого розміщено полімерний напівпроникний мембранний елемент. У мембранному модулі вода розділяється на два потоки: концентрат (відводиться в каналізацію) і пермеат (проходить дезодорацію і мінералізацію, якщо це передбачено).

Переваги мембранних технологій над традиційними фізико-хімічними методами очевидні:

- забезпечують високий ступінь очищення за один етап;
- стабільно високий якісний склад фільтрату незалежно від характеристик вихідної води;
- мінімальна потреба в хімічних реагентах;
- максимальний вихід очищеної води з вхідного потоку.

Таким чином, мембранні технології сприяють вирішенню двох важливих екологічних завдань: зменшення використання природних ресурсів та скорочення обсягу стічних вод [9].

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Сьогодні полімерні мембрани не мають аналогів в опрісненні та очищенні стічних вод завдяки їх міцності та стабільності [11]. Попри це, їх використання супроводжується такими викликами, як забруднення мембран і утворення накипу.

Це стимулювало розробку сучасних рішень, наприклад, змішаних матричних мембран (МММ) та тонкоплівкових нанокомпозитів (ТФН).

Комбіновані матеріали, які поєднують властивості полімерних матриць і неорганічних наповнювачів, дозволяють ефективно вирішувати численні завдання водоочищення.

Окрім цього, значний інтерес викликають неорганічні мембрани, виготовлені з керамічних матеріалів (оксидів алюмінію, титану, кремнезему тощо) та вуглецю. Вони відзначаються стійкістю до хімічних і фізичних впливів, високою температурою, довговічністю та здатністю витримувати складні умови очищення. Наприклад, вони ефективні для очищення стічних вод із радіоактивними, органічними чи нафтовими домішками, а також у знесоленні морської чи солонуватої води.

Переваги та недоліки мембран

Керамічні мембрани забезпечують кращу довговічність і стійкість у порівнянні з полімерними, але вони є крихкими та дорогими. Зазвичай вони мають багат шарову структуру: опорний шар із великими порами для механічної цілісності, проміжний шар для зменшення пор і селективний верхній шар із малими порами. Технологія золь-гель синтезу дозволяє створювати мембрани з контрольованою пористістю за рахунок регулювання розмірів частинок у матеріалі [13].

Цеолітові мембрани мають термічну і хімічну стійкість, низьку біозабруднюваність і змінний розмір пор. Вони ефективні для знесолення, проте можуть мати проблеми із міжкристалічними порами, які впливають на проникність.

антибіотики, що покращує якість продукту, збільшує його вихід і скорочує етапи технологічного процесу. Технологія також дозволяє розділяти біополімери, видаляти мономерні та запобігати появі небажаних запахів і токсинів у воді [24].

Основні переваги ультрафільтрації:

- простота процесу;
- можливість автоматизації;
- нечутливість до параметрів температури, швидкості потоку та рН;
- компактність і відсутність потреби у вапняному господарстві.

Цей метод знаходить широке застосування в очищенні води для теплоелектроцентралей (ТЕЦ) [39], підготовці надчистої води, очищенні стічних вод, а також у медичній і харчовій промисловості. Ультрафільтрація допомагає ефективно видаляти колоїдні й макромолекулярні забруднення з природних вод і сприяє вирішенню екологічних проблем шляхом вилучення цінних речовин.

Однак існує ряд недоліків проведення ультрафільтрації. Наприклад, вона не дозволяє видаляти розчинені неорганічні речовини. Також мембрани схильні до закупорювання пор через утворення осадів, що вимагає періодичної промивки або хімічного очищення. Для зворотної осмотичної установки, яка часто використовується після ультрафільтрації, важливо правильно підбирати флокулянти, щоб уникнути пошкодження мембран.

Нанofільтрація – це метод водопідготовки, який базується на принципі зворотноосмотичного поділу рідин. Мембрани, які використовуються в нанofільтраційних установках, мають менш щільний і більш проникний селективний шар, ніж мембрани для зворотного осмосу. Під тиском вода подається на мембранний елемент: очищена рідина (пермеат) проходить через мембрану, а концентрат із забрудненнями залишається у вихідному каналі [13].

Сьогодні нанофільтрація стала одним із найбільш перспективних та економічних барометричних методів знесолення води, який поступово витісняє зворотний осмос у випадках, де не потрібна висока ступінь очищення.

Цей метод оптимально видаляє багатозарядні іони та великі заряджені частинки, включаючи магній, кальцій, марганець, залізо, свинець, ртуть, фосфати та пестициди. Крім того, нанофільтраційні установки забезпечують дезінфекцію без застосування реагентів, ефективно видаляючи бактерії, віруси та найпростіші організми розміром 0,1...1 мкм.

Нанофільтрація займає проміжне місце між ультрафільтрацією та зворотним осмосом. Вона дозволяє утримувати від 20% до 98% розчинених солей, залежно від їх типу. Наприклад, для солей із двозарядними іонами (Mg^{2+} , Ca^{2+}) ступінь очищення сягає 90...98%, а для однозарядних іонів (Na^+ , Cl^-) – 20...80% [24].

До переваг нанофільтрації відносяться:

1. **Економічність:** знижене енергоспоживання завдяки меншому робочому тиску порівняно з установками зворотного осмосу.

2. **Екологічність:** не потребує хімічних реагентів, що мінімізує вплив на довкілля.

3. **Висока ефективність:** забезпечує якісне видалення органічних і неорганічних забруднень.

4. **Автоматизація:** сучасні установки повністю автоматизовані, що забезпечує безперервність процесу.

Очищена вода за допомогою ультрафільтрації може застосовуватися:

- у технологічних процесах хімічної, теплоенергетичної, фармацевтичної та парфумерної промисловостей;
- для промивки обладнання;

										Розділ 1	Арк.
											22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- для водопостачання медичних закладів, нафтохімічних і виробничих підприємств;
- для видалення високомолекулярних органічних забруднень (ХСК, БСК).

Технічні особливості застосування нанофільтраційних мембран у водопідготовці

Розробка нанофільтраційних мембран передбачає створення великих поверхонь мембран в одиниці об'єму установки, забезпечення рівномірного розподілу рідини над мембранною поверхнею та підтримку високої швидкості потоку для мінімізації концентраційної поляризації. Установки також потребують простоти монтажу і демонтажу мембран для регулярної заміни.

Прогрес у нанотехнологіях сприяв створенню мембран із наноструктурованих матеріалів, таких як полімерні мембрани, вуглецеві нанопористі мембрани та біоміметичні мембрани [36]. Сучасні полімерні мембрани домінують у комерційному використанні завдяки низькій вартості, простоті обробки та вдосконаленій селективності.

Екологічність процесів водопідготовки, зокрема зниження обсягів солей, що скидаються у довкілля, стає все більш важливою складовою розвитку мембранних технологій.

Зворотний осмос – це високоефективний метод знесолення води, що працює під тиском 50...100 атм, дозволяючи видаляти 90...99% розчинених солей. Напівпроникні мембрани пропускають молекули води, затримуючи іони солей та інші домішки[9]. Цей процес широко використовується для опріснення морської води, підготовки надчистої води для фармацевтичної та електронної промисловості, а також очищення стічних вод [10].

Переваги зворотного осмосу:

- висока ефективність очищення;
- компактність і автоматизація процесу;

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- можливість скиду концентрату без обробки.

Недоліки зворотного осмосу:

- висока енергоємність;
- вимогливість до якості вхідної води;
- необхідність додаткового знесолення перміату.

Для зменшення забруднення мембран обидва методи вимагають попередньої підготовки води, включаючи механічну очистку й видалення органічних речовин. Ультрафільтрація часто використовується як попередній етап перед зворотним осмосом, підвищуючи його ефективність і довговічність мембран.

Технологія опріснення з використанням зворотного осмосу має понад півстолітній досвід промислового використання. Її здатність працювати з різними джерелами води робить її перспективним інструментом для вирішення сучасних і майбутніх проблем водного дефіциту. Наразі це одна з найефективніших технологій для знесолення солонуватої та морської води, а також для рекультивації стічних вод (третинного очищення) [27]. Особливо актуальною вона є для густонаселених регіонів, оскільки одночасно вирішує питання очищення стічних вод та покращення постачання прісної води.

Значні досягнення у розвитку мембранних матеріалів, зокрема вдосконалення тонкоплівкових композитних мембран, зробили зворотний осмос більш економічно ефективним. Однак наукові пошуки багатофункціональних мембран продовжуються. Мета полягає у створенні матеріалів із покращеною проникністю, відторгненням іонів та органічних забруднень, а також підвищеною експлуатаційною надійністю [28]. Подальші розробки можуть знизити енергоспоживання, скоротити витрати на обслуговування, спростити процеси попередньої обробки та збільшити продуктивність заводів. Це обіцяє суттєво зменшити як капітальні інвестиції, так і операційні витрати.

					Розділ 1	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зворотноосмотичні мембранні елементи мають спеціалізацію: мембрану готують спеціально для конкретного класу задач, що забезпечує оптимальні техніко-економічні показники.

Елементи класифікуються відповідно за приналежністю до того чи іншого сімейства мембран:

- TW – для чистої води (Tap Water);
- BW – для солоноватой води (Brackish Water);
- SW – для морської води (Sea Water);
- NF – для нанофільтрації.
- Крім того, буквами позначаються специфічні характеристики елемента:
- LE – економічний, низького тиску (Low Energy);
- XLE – наднизького тиску (eXtra Low Energy);
- HP – високої продуктивності (High Production);
- HR – підвищеної селективності (High Rejection);
- FF – захищений від мікробіологічного забруднення для харчової промисловості та фармацевтики (Full Fit food or pharmaceutical);
- FR – захищений від забруднення (Fouling Resistant) [2].

Розвиток мембранних технологій

Еволюція полімерних мембран пройшла три етапи:

1. Емпіричний добір полімерів методом проб і помилок.
2. Вибір реагентів на основі глибшого розуміння хімії полімерів.
3. Контроль морфології мембран за допомогою передових методів характеристики.

Незважаючи на ранні прориви, такі як створення асиметричних і тонкопліткових композитних мембран, прогрес у вдосконаленні мембран зворотного осмосу у ХХІ столітті був дещо повільним. Серед ключових викликів залишається деградація мембран під впливом хлору, що вимагає додаткових стадій попередньої та післяобробки води, а також необхідність надмірного тиску для подолання опору через забруднення мембран.

											Розділ 1	Арк.
												25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Використання нанотехнологій у створенні мембран вважається перспективним напрямком. Наноструктуровані мембрани демонструють високі показники проникності, але їх комерційне застосування обмежується високою вартістю матеріалів та складністю масштабування виробництва [32]. Крім того, необхідно враховувати ризики для здоров'я та безпеки, пов'язані із застосуванням наноматеріалів.

Перспективи вдосконалення мембран для очищення води:

1. *Нанокмпозитні мембрани*: Цеолітові мембрани можуть бути адаптовані до комерційного використання завдяки схожості з існуючими рішеннями. Водночас потребують оптимізації їх виробництво та енергоефективність.

2. *Вуглецеві нанотрубки (CNT)*: Технологія включення CNT є перспективною, але вимагає суттєвого зниження витрат на синтез та вдосконалення методів їх інтеграції у мембрани.

3. *Біоміметичні мембрани*: Вони мають найвищу потенційну проникність, але їхня нестабільність, висока складність виробництва та низька довговічність поки що обмежують їхнє практичне застосування.

Подальший розвиток мембранних технологій має зосередитися на створенні багатофункціональних мембран, які забезпечать високу ефективність при доступній вартості. Пошук рішень для зниження витрат, покращення довговічності та підвищення ефективності залишається основним завданням. Інтеграція нанотехнологій обіцяє революційні досягнення, але на даному етапі ці інновації все ще потребують суттєвих удосконалень і наукових проривів для широкомасштабного впровадження [34].

В результаті аналізу літературних даних можна зробити висновки, що мембранні технології продовжують розвиватися, відкриваючи нові перспективи для забезпечення людства якісною водою. Використання їх для водопідготовки дасть можливість покращити якість питної води.

									Розділ 1	Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1.2. Експериментальні дослідження по підготовці води на ТОВ “Аква Сана”

Експериментальні дослідження проводилися у виробничих умовах на ТОВ “Аква Сана”.

1.2.1. Об’єкти і методи досліджень

Об’єктом дослідження є технологія підготовки води.

Предметом дослідження є використання мембранних методів для підготовки питної води на ТМ "Аква Сана".

Технологічна схема виробництва – це структурований перелік усіх етапів і операцій обробки сировини, що охоплює весь процес від прийняття рішення про виробництво до випуску готової продукції.

Вибрана технологічна схема має забезпечувати:

- високу якість готової продукції;
- економічність і продуктивність виробництва;
- мінімізацію витрат праці, тепла та енергії на одиницю продукції;
- дотримання санітарно-гігієнічних норм на всіх етапах.

Для проведення експериментальних досліджень використовували установку, що включає у себе як підготовку води належної якості для мембрани зворотного осмосу, так і дотримання високих показників якості після мембрани. Перед подачею води на установку проводилася фіксація таких показників як: загальна мінералізація, рН, кольоровість, лужність, смак та присмак, запах, загальна жорсткість та вміст залишкового хлору.

Вихідна вода не задовольняє деяким нормативам якості ДСанПіН 2.2.4-171-10. Має підвищений вміст залишкового хлору та загальної жорсткості.

Під час виконання експериментальних досліджень було проведено аналіз основних показників якості води за допомогою фізико-хімічних методик визначення показників якості питної води.

					Розділ 1	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення загальної мінералізації води [41]. Контроль загальної мінералізації води здійснювався за допомогою портативного солеміру з датчиком температури «TDS-3». TDS-метр використовують для контролю рівня солей і мінералів, вимірювання електропровідності, а також перевірки ефективної роботи фільтрів очистки для очистки води. Для того, щоб визначити загальну мінералізацію, потрібно зняти захисний ковпачок TDS-метра, занурити електроди у досліджувану воду і виконати замір. Для досягнення максимальної точності, потрібно тримати електроди у воді близько 4...5 секунд.

Досліджена вода відповідає нормативам якості ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною»

Визначення рН води [3]. При визначенні рН був застосований електрометричний метод.

Електрометричний метод визначення рН ґрунтується на вимірюванні електрорушійної сили електрохімічного ланцюжка, складеного з проби води, скляного електрода і електрода порівняння. Під час електрометричного визначення рН використовують лабораторний рН-метр зі скляним електродом вимірювання та хлор-срібним електродом порівняння. Для вимірів було застосовано лабораторний рН-метр. Опускаючи електроди в склянку з досліджуваною водою та натискаючи кнопку діапазону вимірювання “1 – 14” за нижньою шкалою приладу було визначено рН в першому наближенні (грубо). Натискаючи кнопку відповідного діапазону рН було знайдено його значення за однією з верхніх шкал з точністю до 0,05.

Досліджена вода відповідає нормативам якості ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною».

Визначення запаху води [17]. Температуру дослідженої води довести до 20°C, після чого налити у колбу з широким горлом об'ємом 200 мл (на 2/3 об'єму). Колбу закрити годинниковим склом і струшувати круговими рухами, після чого зняти скло і втягнути носом повітря з колби. Для підвищення

									Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						28

інтенсивності запаху воду нагрівають до температури 40 і 60 °С інтенсивність запаху води визначають за таблицею і виражають у балах.

Для оцінки результатів визначень ISO 4121 рекомендує застосовувати погоджені шкали, які мають 6 показників.

Визначення смаку та присмаку води [17]. Близько 15...20 см³ досліджуваної води набрати у рот, розподілити її по всій поверхні язика і тримати в роті кілька секунд. Після видалення води рот сполоснути слабким розчином марганцевокислого калію. Інтенсивність смаку і присмаку води оцінюють у балах за шкалою із п'яти критеріїв.

Визначення кольоровості води [41]. Кольоровість вод здебільшого зумовлена їх світло поглинанням в інтервалі довжин хвиль $\lambda = 340\text{...}400$ нм. Фотометричне визначення кольоровості води полягає у вимірюванні її оптичної густини за довжини хвилі $\lambda = 340$ (D₁) та $\lambda = 400$ (D₂) й порівнянні з оптичними густинами розчинів стандартної дихроматкобальтової шкали, вимірними за таких самих довжин хвиль. Пробу води наливають у кювету з товщиною поглинального шару 1 см і вимірюють оптичну густину за $\lambda = 340$ (D₁) і $\lambda = 400$ нм (D₂) порівняно з дистильованою водою. Обчислюють різницю $\Delta D = D_1 - D_2$, а кольоровість води (у градусах) визначають за відповідним калібрувальним графіком.

Побудова калібрувального графіка (рисунки 1.4). Як вихідний використовують імітуючий стандартний розчин. У мірних колбах місткістю 50 см³ готують розчини, як вказано в таблиці 1.1 і вимірюють оптичну густину D₁ за $\lambda = 340$ нм і D₂ за $\lambda = 400$ нм. Будують графіки залежності $\Delta D = D_1 - D_2$ від кольоровості (у градусах).

Таблиця 1.1 – Таблиця розчинів для побудови градууювального графіку

Імітуючий стандартний розчин, см ³	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0
H ₂ SO ₄ (1:999), см ³	49,5	49,0	48,5	48,0	47,0	45,0	43,0
Кольоровість, градкси ПКШ	5	10	15	20	30	50	70

При обчисленні значення оптичної густини для досліджуваної води $\Delta D = 0,037$, що відповідає значенню 14 градусів кольоровості ПКШ. За ДСанПіН 2.2.4-171-10 вода повинна мати кольоровість не більше 20 градусів. Досліджена вода відповідає нормативам якості ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною».

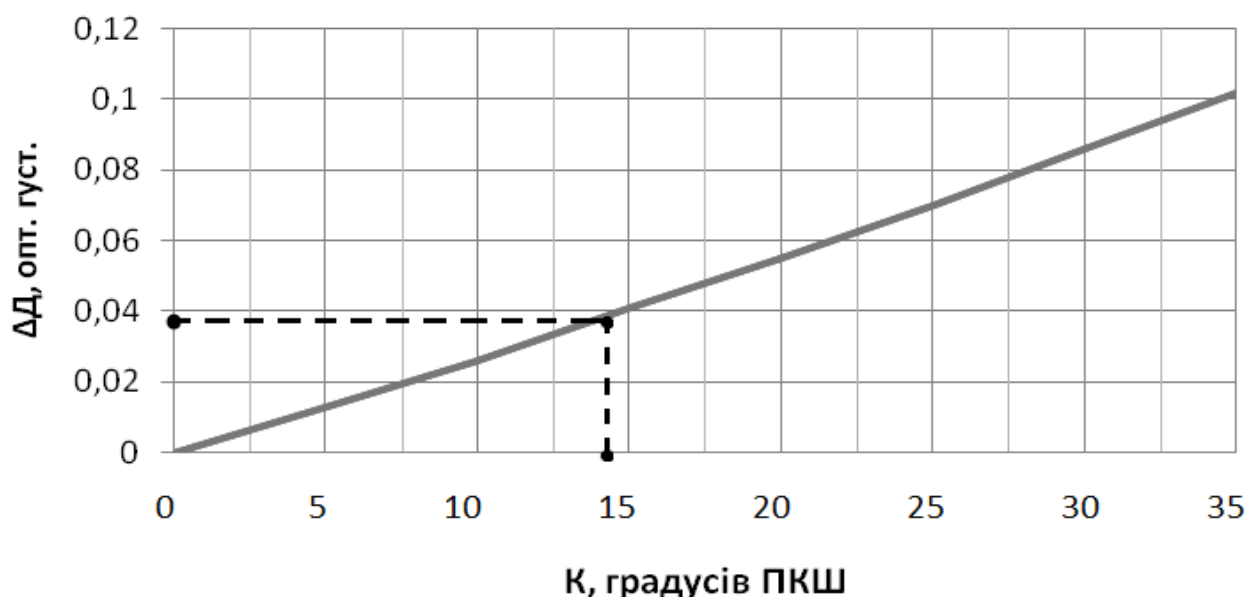
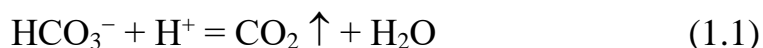


Рисунок 1.4 – Градууювальний графік для визначення кольоровості у воді

Визначення лужності води [41]. Визначення лужності води ґрунтується на реакції іонів HCO_3^- із соляною кислотою в присутності індикатора – суміші бромкрезолового зеленого і метилового оранжевого (ISO 9963-1).

Реакція проходить згідно рівняння:



На закінчення реакції вказує зміна кольору з зеленувато-блакитного на сірий.

Методика визначення. В конічну колбу місткістю 250 см³ наливають 100 см³ води і додають 2...3 краплі розчину індикатору, перемішують і титрують розчином соляної кислоти (20 ммоль/дм³) до зміни кольору.

Лужність, Л, обчислюють за формулою, ммоль/дм³:

$$Л = \frac{v_1 \cdot C_1}{v_0} \quad (1.2)$$

де v_1 – об'єм розчину соляної кислоти, витраченого на титрування, см³;

C_1 – концентрація розчину соляної кислоти, ммоль/дм³ (20 ммоль/дм³);

v_0 – об'єм проби води, взятої на аналіз, см³ (100 см³).

Вміст сумарного залишкового хлору [41] перед подачею на технологічний процес та безпосередньо перед мембраною зворотного осмосу визначався йодометричним методом.

Методика визначення. У конічну колбу насипають 0,5 г йодиду калію KI, розчиняють його в 1...2 см³ дистильованої води, потім додають буферний розчин в кількості, що приблизно дорівнює полуторній величині лужності аналізованої води (лужність аналізованої води становила 2,4 мг-екв/дм³, тому було додано 3,6 см³ буферного розчину) після чого додають 250...500 см³ аналізованої води. Йод, що виділився відтитровують 0,005 н розчином тіосульфату натрію з мікробюретки до появи світло-жовтого забарвлення, після чого додають 1 см³ 0,5 %-ого розчину крохмалю і дотитровують до зникнення синього забарвлення.

Вміст сумарного залишкового хлору (X), мг/дм³ обчислюють за формулою:

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$X = \frac{V_t \cdot K \cdot 0,177 \cdot 1000}{V}, \quad (1.3)$$

де V_t – кількість 0,005 н розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування, см³; K – поправочний коефіцієнт нормальності розчину тіосульфату натрію; 0,177 – вміст активного хлору, що відповідає 1 см³ 0,005 н розчину тіосульфату натрію; V – об'єм проби води, взятий для аналізу, см³.

Поправочний коефіцієнт 0,01 н розчину тіосульфату натрію визначають по 0,01 н розчину біхромату калію таким чином: у конічну колбу із пришліфованою пробкою вносять 0,5 г йодиду калію KI, перевіреного на відсутність йоду, розчиняють в 2 см³ дистильованої води, додають 5 см³ сірчаної кислоти (1:4), потім 10 см³ 0,01 н розчину біхромату калію, додають 80 см³ дистильованої води, закривають колбу пробкою, перемішують і ставлять у темне місце на 5 хв. Йод, що виділився, титрують тіосульфатом натрію в присутності 1 см³ крохмалю, доданого в кінці титрування.

Поправочний коефіцієнт K (0,01; 0,005 н розчинів тіосульфату натрію) обчислюють за формулою:

$$K = \frac{10}{V}, \quad (1.4)$$

де V – кількість тіосульфату натрію, витраченого на титрування, см³

Визначення загальної жорсткості [41] ґрунтується на реакції іонів кальцію та магнію з трилоном Б, в результаті чого утворюються комплексні сполуки. На закінчення реакції вказує зміна кольору індикатору еріохром-чорного з винно-червоного на синій. Внаслідок того, що іони Ca²⁺ і Mg²⁺ утворюють з трилоном Б малостійкі комплекси, титрування проводять у лужному середовищі, застосовуючи для цього буферну суміш гідроксиду амонію з хлоридом натрію (аміачний буферний розчин), що має рН 10.

Методика визначення. В конічну колбу місткістю 250 см³ наливають 50 см³ води, додають 4 см³ аміачного буферного розчину, кілька кристаликів

сухої суміші індикатора еріохром-чорного з хлоридом натрію. Колір розчину буде винно-червоний. Одразу пробу титрують стандартним розчином трилону Б (20 ммоль/дм³) при енергійному перемішуванні до зміни кольору на синій.

Загальну жорсткість J_3 обчислюють за формулою, ммоль/дм³:

$$J_3 = \frac{V_1 \times C_1}{V_0} \quad (1.5)$$

де V_1 – об'єм розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³;

C_1 – концентрація розчину трилону Б, ммоль/дм³ ($C_1 = 20$ ммоль/дм³);

V_0 – об'єм проби води, взятої на аналіз, см³

Для визначення **вмісту хлоридів** у воді (питної, поверхневої, стічної) використовують різні методи [41]. Якщо концентрація хлоридів перевищує 10 мг/дм³, застосовується аргентометричне титрування розчином нітрату срібла з хромовокислим калієм як індикатором. Для концентрації менше 10 мг/дм³ використовують меркуриметричне титрування з азотнокислою ртуттю та дифенілкарбазоном як індикатором. Альтернативно, хлориди визначають методом іонної хроматографії. Для аналізу відбирають проби об'ємом не менше 250 см³. Консервація проб не проводиться. Результати подають у мілімолях або міліграмах хлоридів на 1 дм³ із застосуванням конверсійних коефіцієнтів.

Забарвлену воду (кольоровість понад 30°) попередньо обробляють активованим вугіллям або гідроксидом алюмінію для знебарвлення. Домішки, такі як ортофосфати чи залізо, можуть впливати на точність аналізу, тому їх концентрація повинна залишатися в допустимих межах.

Для визначення **загального заліза** у воді використовують реакцію між іонами заліза (II) та роданідом у кислому середовищі, утворюючи криваво-червоні комплекси [41]. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації заліза, а чутливість методу становить 0,05 мг/дм³ Fe. Залізо (II) окислюють до заліза (III) персульфатом амонію чи перекисом водню. Органічні речовини та

						Розділ 1	Арк.
							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

важкорозчинні комплекси руйнують випарюванням проби з кислотами. Для аналізу застосовують різні методи, зокрема колориметрію з ортофенантроліном, титрування (амперометричне, потенціометричне), ваговий метод, в залежності від умов дослідження.

Хлоридна кислота, яка використовується для консервації проб, може посилювати кислотність середовища, що слід враховувати під час аналізу.

1.2.2. Результати експериментальних досліджень по підготовці води та їх обговорення

Для удосконалення технологічної схеми взято до уваги якість вихідної води, що очищається, а також вимоги до якості очищеної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10) [2].

Вихідна вода з міського водопроводу м. Кривий Ріг, яку використовували для проведення експериментальних досліджень, мала такі технологічні показники (таблиця 1.2):

Таблиця 1.2 – Якісні показники вихідної води та їх нормативні значення

Назва показника	Значення у вихідній воді	Нормативні значення (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
pH	7,3	6,5...8,5
Загальна мінералізація	1205 мг/дм ³	200-500 (<1000) мг/дм ³
Залізо загальне	3 мг/дм ³	0,2 мг/дм ³
Загальна жорсткість	19 мг-екв/дм ³	<7 мг-екв/дм ³
Хлориди	310 мг/дм ³	350 мг/дм ³
Вільний хлор	0,3 мг/дм ³	0,2 мг/дм ³
Залишковий хлор	2,0 мг/дм ³	≤1,2 мг/дм ³
Лужність	5,7 мг-екв/дм ³	0,5-6,5 мг-екв/дм ³
Кольоровість	13 градусів	≤20 градусів
Смак та присмак	2 бали	≤2 бали
Запах при 60 ⁰	2 бали	≤2

Згідно існуючої на ТОВ Аква Сана технологічної схеми спершу з води видаляються нерозчинені механічні домішки (пісок, завислі частинки, іржа та інші забруднення) на механічному фільтрі грубого очищення (20 мікрон), а потім відбувається пом'якшення води в контактних колонах, заповнених аніонітом у натрієвій формі. Потім пом'якшена вода знезаражується на озонаторній установці і направляється на установку зворотного осмосу. Але перед цією установкою вода проходить крізь вугільний фільтр, оскільки вона перед зворотноосмотичним очищенням потребує додаткової підготовки (видалення хлору та розчинених у воді органічних речовин, які впливають на запах, смак та колір води).

Експериментальні дослідження виконувалися з метою підбору кращої з технологічної точки зору засипки для вугільних фільтрів. Після проходження води через сорбційний вугільний фільтр було проведено відповідні аналізи її якості.

Для дослідження використовували такі марки сорбентів:

1) кокосове активоване вугілля марки *Silcarbon K835*
(характеристики вугілля наведено в таблиці 1.3). [42]

Таблиця 1.3 – Характеристики кокосового активованого вугілля марки
Silcarbon K835

Параметр	Значення
Йодне число	900 мг/г
Вологість	<5%
Площа абсорбційної поверхні	900 м ² /г
Відносна щільність	500 ± 25 кг/м ³
Розмір часток	0,6–2,4 мм
Вміст активного хлору	до 10 мг/л
Окислюваність	до 5 мг

Вміст сірководню	до 6 мг/л
Вміст розчиненого кисню	не менше 4 мг/л
Термін служби	до 1 року

Вплив кокосового активованого вугілля марки Silcarbon K835 на якісні показники води наведено на рисунку 1.5.

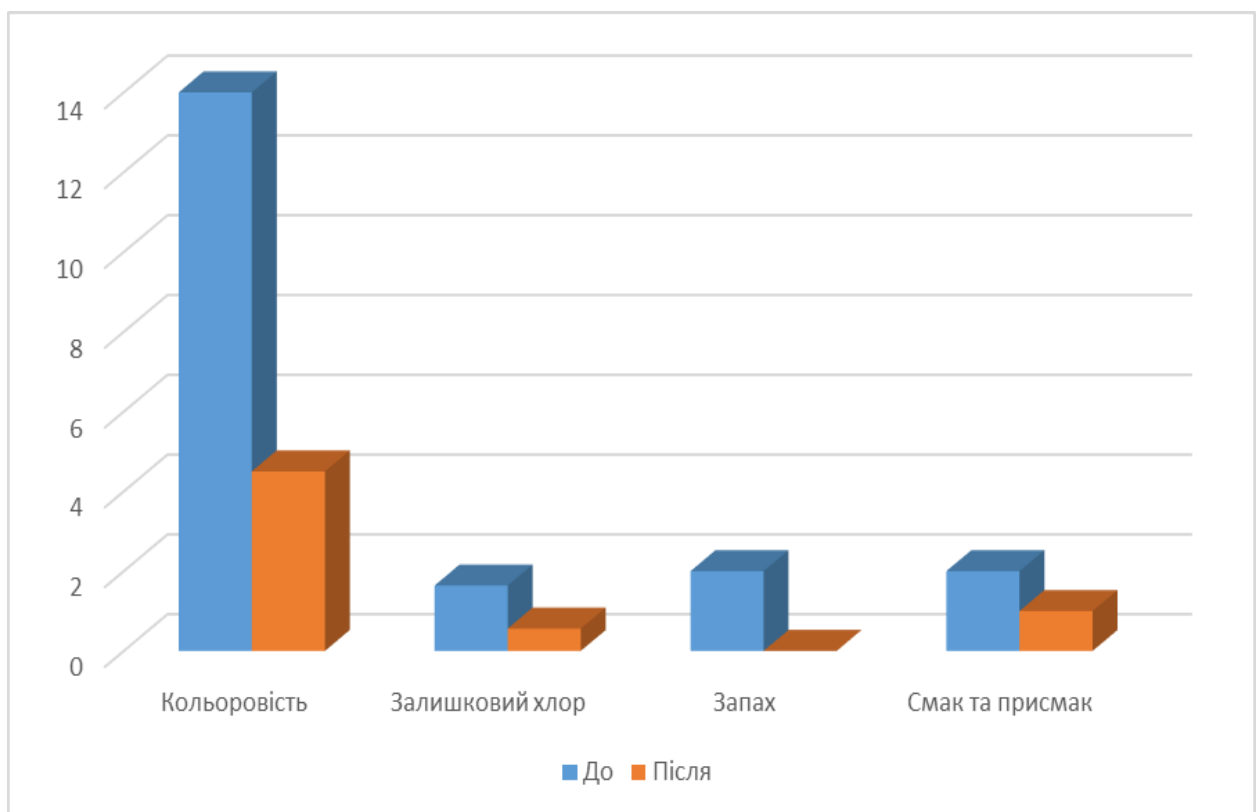


Рисунок 1.5 – Зміна якісних показників води при використанні кокосового активованого вугілля марки Silcarbon K835

2) активоване вугілля *Centaur HSL 12x40* (характеристики вугілля наведено в таблиці 1.4). [43]

Таблиця 1.4 – Характеристики активованого вугілля Centaur HSL 12x40

Параметр	Значення
Йодне число, мг/г (мінімум)	950
Пероксидне число	14

Міцність на стирання (мінімум)	75
Вміст вологи при пакуванні, % (максимум)	4
Вміст золи, % (максимум)	7
Площа поверхні, м ² /г	950
Щільність після зворотної промивки та усадки, кг/м ³	500
Основний діаметр частинок, мм	1

Вплив активованого вугілля марки Centaur HSL 12x40 на якісні показники води наведено на рисунку 1.6.

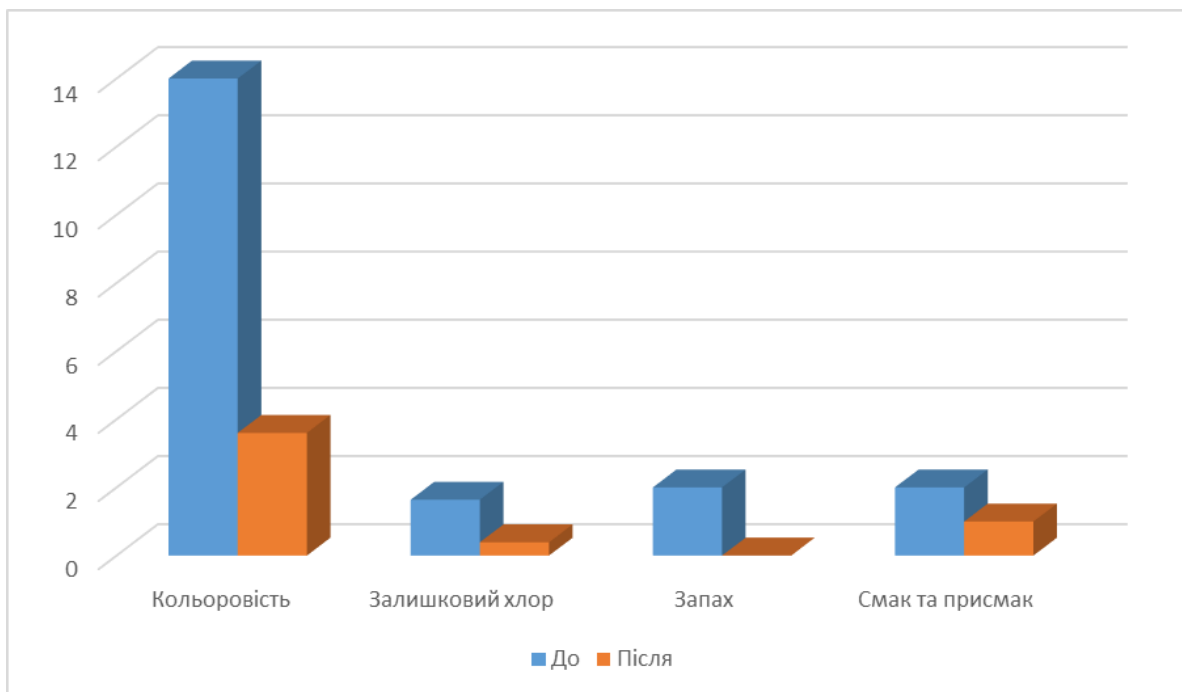


Рисунок 1.6 – Зміна якісних показників води при використанні активованого вугілля марки Centaur HSL 12x40

3) активоване вугілля Filtrasorb 300 (характеристики вугілля наведено в таблиці 1.5). [44]

Таблиця 1.5 – Характеристики активованого марки Filtrasorb 300

Параметр	Значення
Йодне число, мг/г (мін.)	1000
Адсорбція за метиленовим синім, мг/г (мін.)	230
Площа поверхні, м ² /г	1000
Щільність шару після зворотної промивки та усадки, кг/м ³	460
Фракція флотуючих частинок, % (об/об)	0,1
Міцність на стирання, % (мін.)	75
Вміст вологи при пакуванні, % (макс.)	2
Ефективний розмір зерен, мм	0,8...1,0
Середній діаметр частинки, мм	1,6

Вплив активованого вугілля марки Filtrasorb 300 на якісні показники води наведено на рисунку 1.7.

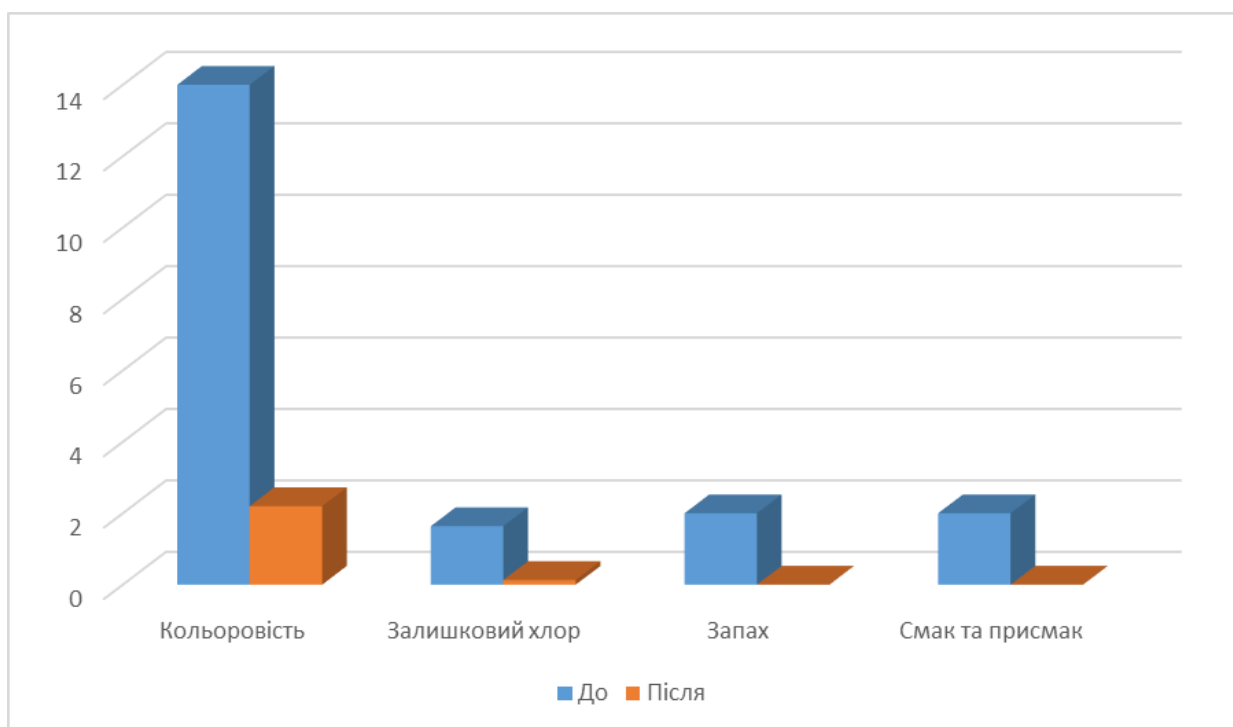


Рисунок 1.7 – Зміна якісних показників води при використанні активованого вугілля марки Filtrasorb 300

Результати досліджень показали, що найкращі показники води після вугільних фільтрів спостерігаються при використанні в якості засипки активованого вугілля марки Filtratorb 300.

Подальші експерименти були спрямовані на знаходження залежності якісних показників води від часу контакту її з активованим вугіллям марки Filtratorb 300. Результати наведені на рисунку 1.8 та рисунку 1.9.

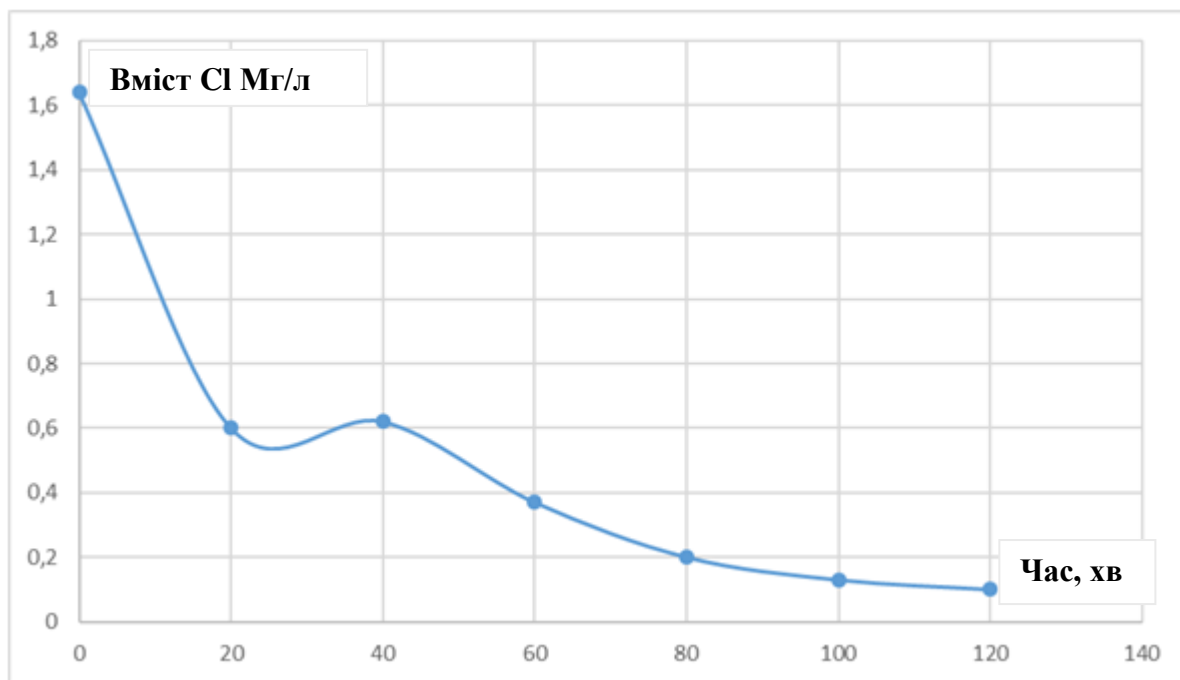


Рисунок 1.8 – Залежність вмісту хлору у воді від часу контакту її з активованим вугіллям марки Filtratorb 300

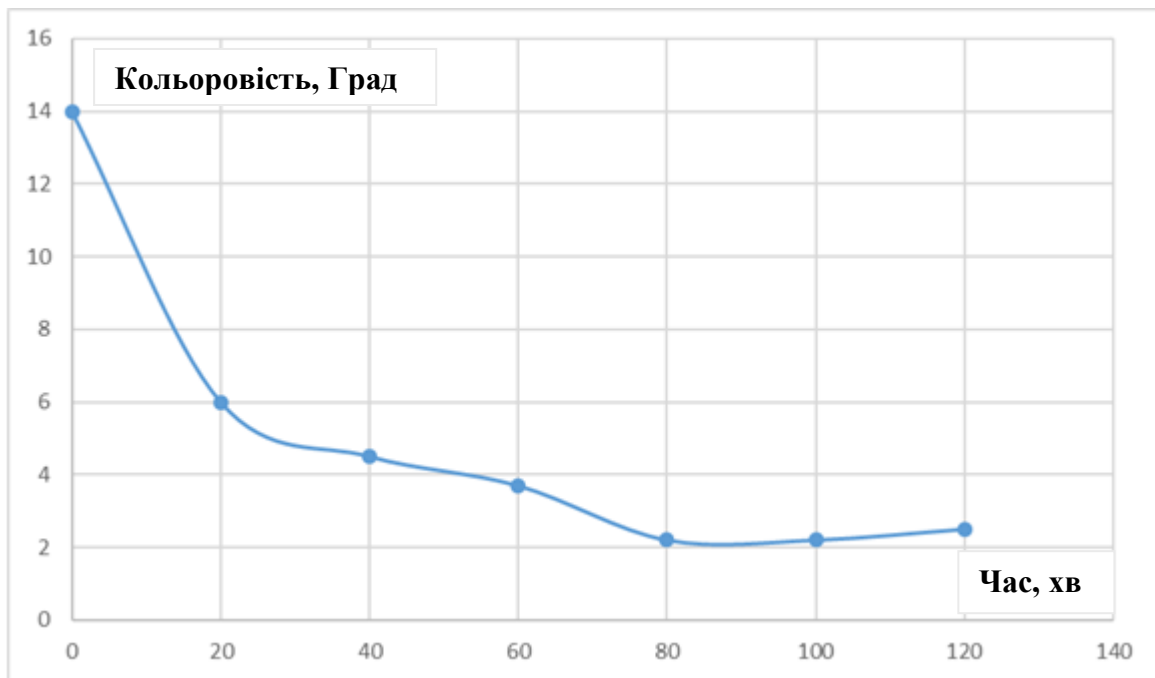


Рисунок 1.9 – Залежність кольоровості води від часу контакту її з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300

На наступному етапі було проведено оптимізацію експериментальних даних, які наведено на рисунках 1.8 та 1.9. Результати представлено в розділі 1.2.3. Визначено, що оптимальний час контакту води із завантаженням Filtrasorb 300 складає 98 хвилин.

Наступним етапом в технологічній схемі на ТОВ “Аква Сана ” є очищення води на установці зворотного осмосу. Для захисту мембран зворотного осмосу необхідно видалити механічні домішки, які можуть потрапляти з попередніх етапів очистки. Тому вода спершу має пройти етап по видаленню цих домішок. Це здійснюється за допомогою поліпропіленового механічного фільтру, за допомогою якого наявні у воді домішки утримуються поліпропіленовою ниткою з рейтингом 5 мкм.

Після цього фільтру підготовлена вода направляється на установку зворотного осмосу, де відбувається зниження загальної мінералізації води завдяки зворотноосмотичній мембрані.

На підприємстві “Аква Сана” встановлена промислова система зворотного осмосу MO16 (Рисунок 1.10). [45]



Рисунок 1.10 – промислова система зворотного осмосу MO16

											Розділ 1	Арк.
												41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Ця установка укомплектована мембранами зворотного осмосу марки Ecosoft ELP 8040-400 (рисунок 1.11) продуктивність за пермеатом якої складає 40 м3/добу. [46]



Рисунок 1.11 – Мембрана Ecosoft ELP 8040-400

Основні переваги мембрани Ecosoft ELP 8040-400:

- Висока енергоефективність за рахунок низького робочого тиску.
- Висока активна площа поверхні елемента дозволяє отримати більшу продуктивність.

Технічні характеристики мембрани Ecosoft ELP 8040-400:

- Максимальна робоча температура води 45°C
- Максимальний робочий тиск – 41 бар
- Максимальний перепад тиску 1,0 бар
- Діапазон рН (робочий режим) 3...11
- Діапазон рН, в режимі хім. Промивки) 1,5...12
- Максимальний індекс SDI <5
- Допустима кількість вільного хлору <0,1 мг/л [46]

З води, яка пройшла зворотноосмотичне очищення, було відібрано проби на аналізи, результати яких показано на рисунках 1.12 та 1.15.

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

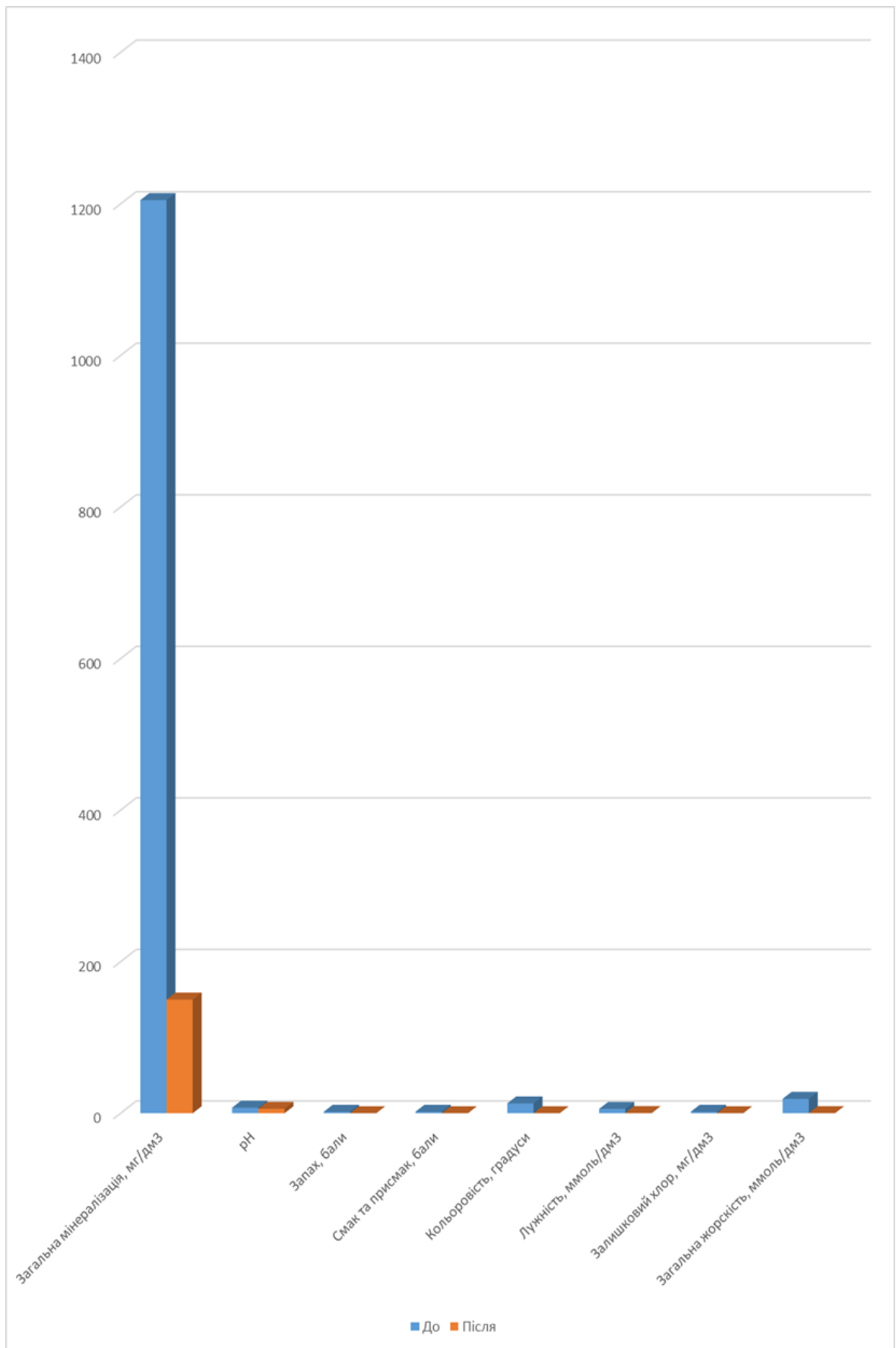


Рисунок 1.12 – Зміна якісних показників води після проходження крізь мембрану зворотного осмосу Ecosoft ELP 8040-400

В подальших дослідженнях проводилися порівняльні випробування мембрани більшої продуктивності марки FILMTEC XLE-440 (рисунок 1.13). Її продуктивність за пермеатом якої складає 53 м³/добу. [47]



Рисунок 1.13 – Мембрана FILMTEC XLE-440

Основні переваги мембрани FILMTEC XLE-440:

- Світовий стандарт очищення води — мембрана Dow Filmtec™ (США)
- Висока енергоефективність за рахунок низького робочого тиску
- Висока активна площа поверхні елемента дозволяє отримати більшу продуктивність
- Автоматизоване високоточне виробництво дозволяє отримувати елементи з максимальною активною площею мембрани.

Технічні характеристики мембрани FILMTEC XLE-440:

- Максимальна робоча температура води 45°C
- Максимальний робочий тиск – 41 бар
- Максимальний перепад тиску 1,0 бар
- Діапазон рН (робочий режим) 2...11
- Діапазон рН, в режимі хім. Промивки) 1...12
- Максимальний індекс SDI <5
- Допустима кількість вільного хлору <0,1 мг/л [47]

На рисунках 1.14 та 1.15 представленні данні вихідної води, фільтрату після мембрани зворотного осмосу FILMTEC XLE-440 та нормативи ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною».

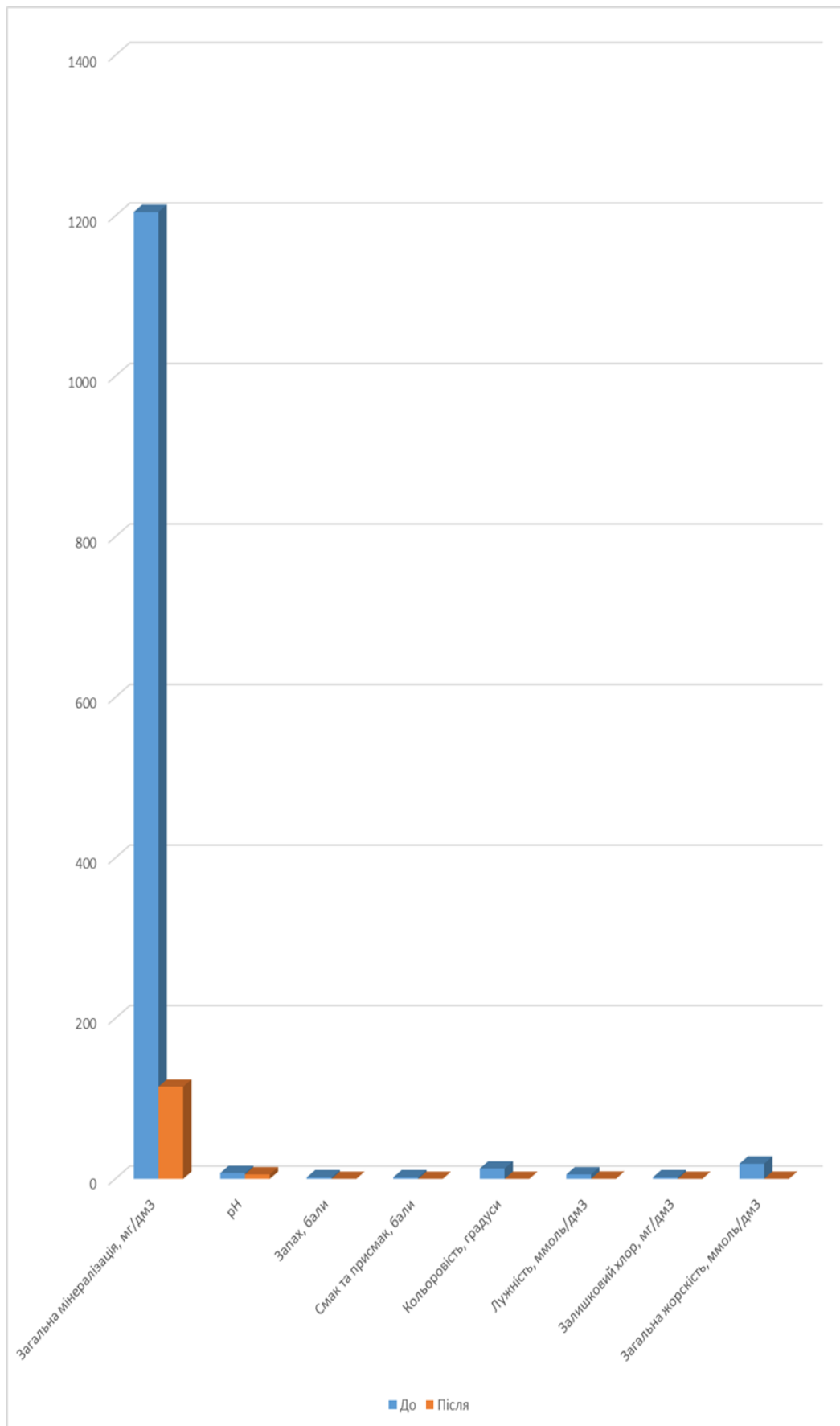


Рисунок 1.14 – Зміна якісних показників води після проходження крізь мембрану зворотного осмосу FILMTEC XLE-440

Узагальнена таблиця з результатами досліджень по очищенню води з використанням мембран зворотного осмосу марок Ecosoft ELP 8040-400 і FILMTEC XLE-440 наведено в таблиці 1.6, а також на рисунку 1.15.

Таблиця 1.6 – Порівняльні результати досліджень по очищенню води з використанням мембран зворотного осмосу марок Ecosoft ELP 8040-400 і FILMTEC XLE-440

Найменування показників	Показники вихідної води	Показники фільтрату		ДСанПіН 2.2.4-171-10 для водопровідної	ДСанПіН 2.2.4-171-10 для фасованої
		Ecosoft ELP 8040-400	FILMTEC XLE-440		
Загальна мінералізація, мг/дм ³	1205	150	115	200-500	200-500 (<1000)
pH	7,3	6,6	6,4	6,5-8,5	6,5-8,5 (≥4,5)
Запах при 60 ⁰ , бали	2	0	0	≤2	≤1
Смак та присмак, бали	2	0	0	≤2	≤0
Кольоровість, градуси	13	0	0	≤20	≤10
Лужність, ммоль/дм ³	5,7	0,3	0,2	0,5-6,5	≤6,5
Залишковий хлор, мг/дм ³	2,0	0,02	0,01	≤1,2	<0,05
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	19	0,18	0,12	≤7	≤7

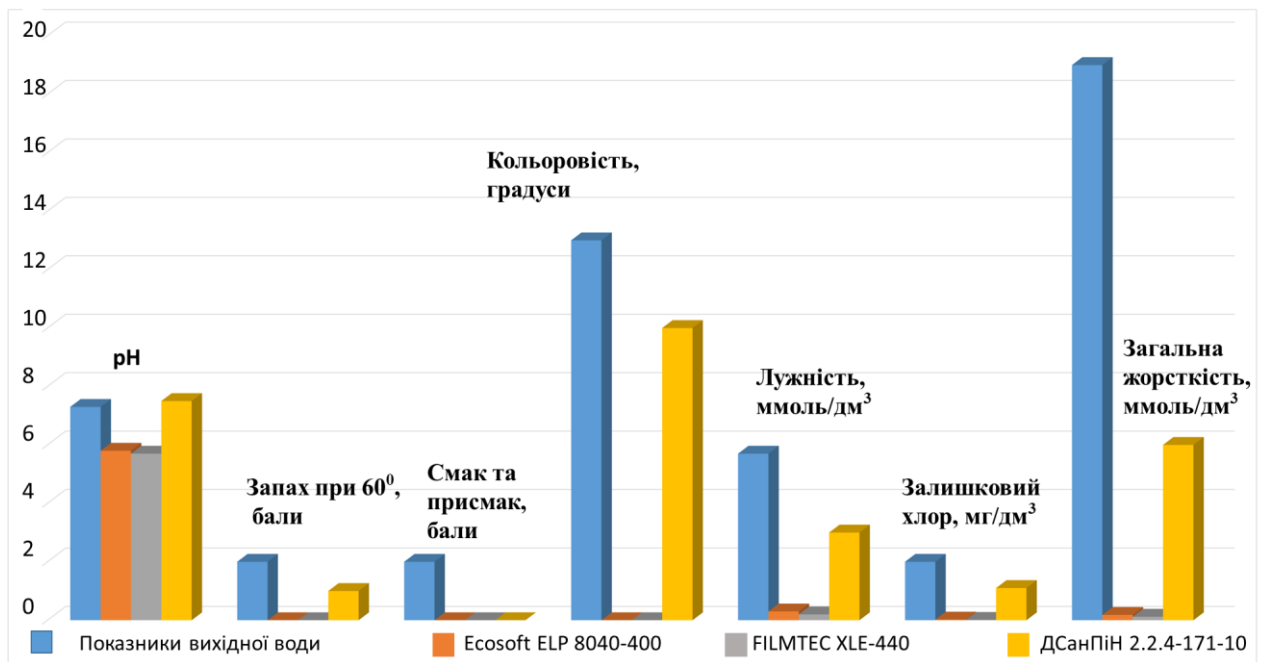


Рисунок 1.15 – Порівняльні результати досліджень по очищенню води

Результати порівняльних досліджень показали, що ефективність очищення води на установці зворотного осмосу вище у випадку використання мембрани марки FILMTEC XLE-440.

1.2.3. Оптимізація дослідних даних

Метою дослідження було визначення оптимальної тривалості контакту води із активованим вугіллям марки Filtrasorb 300.

Знаходження залежності вмісту хлору у воді від часу контакту її з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300.

$$P1 := (120 \ 100 \ 80 \ 60 \ 40 \ 20 \ 0)^T \quad N1 := 6$$

$$K_{\text{max}} := (1.64 \ 0.6 \ 0.62 \ 0.39 \ 0.2 \ 0.13 \ 0.1)^T \quad i1 := 0..N1$$

$$A1 := \begin{pmatrix} 6 & \sum P1 & \sum P1^2 & \sum P1^3 \\ \sum P1 & \sum P1^2 & \sum P1^3 & \sum P1^4 \\ \sum P1^2 & \sum P1^3 & \sum P1^4 & \sum P1^5 \\ \sum P1^3 & \sum P1^4 & \sum P1^5 & \sum P1^6 \end{pmatrix} \quad C1 := \begin{bmatrix} \sum K \\ \sum_{il} (K_{il} \cdot P1_{il}) \\ \sum_{il} [K_{il} \cdot (P1_{il})^2] \\ \sum_{il} [K_{il} \cdot (P1_{il})^3] \end{bmatrix}$$

На основі розрахованих коефіцієнтів (a) отримано рівняння регресії, яке описує залежність ефективності зниження вмісту хлору у воді від тривалості її контакту з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300.

$$a1 := A1^{-1} \cdot C1$$

$$a1 = \begin{pmatrix} 0.773 \\ -0.027 \\ 3.314 \times 10^{-4} \\ -4.282 \times 10^{-7} \end{pmatrix}$$

$$\delta1 := \sqrt{\frac{\sum_{il=0}^{N1} (K_{il} - F1(P1_{il}))^2}{N1}}$$

$$\delta1 = 0.333$$

За допомогою методу найменших квадратів розроблено математичну модель, яка описує залежність зміни вмісту хлору у воді від тривалості її контакту з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300. Результатом є рівняння регресії у вигляді квадратичного двопараметричного полінома:

$$F1(p) := a1_0 + a1_1 \cdot p + a1_2 \cdot p^2 + a1_3 \cdot p^3$$

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$F1(P1) = \begin{pmatrix} 1.517 \\ 0.918 \\ 0.482 \\ 0.229 \\ 0.18 \\ 0.354 \\ 0.773 \end{pmatrix} \quad K = \begin{pmatrix} 1.64 \\ 0.6 \\ 0.62 \\ 0.39 \\ 0.2 \\ 0.13 \\ 0.1 \end{pmatrix}$$

На основі отриманого рівняння регресії побудовано графіки, які відображають залежність зміни вмісту хлору у воді від часу контакту з активованим вугіллям (рисунок 1.16).

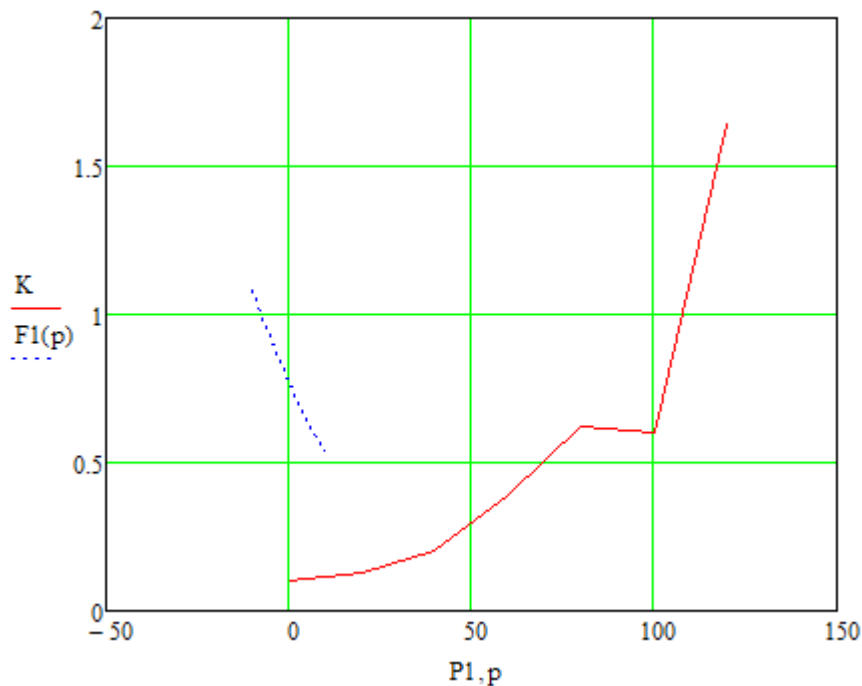


Рисунок 1.16 – Залежність зміни вмісту хлору у воді від часу контакту з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300

Знаходження залежності кольоровості води від часу контакту її з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300.

$$P2 := (120 \ 100 \ 80 \ 60 \ 40 \ 20 \ 0)^T \quad N2 := 6$$

$$B := (14 \ 6 \ 4.5 \ 3.7 \ 2.2 \ 2.2 \ 2.5)^T \quad i2 := 0..N2$$

$$A2 := \begin{pmatrix} 8 & \sum P2 & \sum P2^2 & \sum P2^3 \\ \sum P2 & \sum P2^2 & \sum P2^3 & \sum P2^4 \\ \sum P2^2 & \sum P2^3 & \sum P2^4 & \sum P2^5 \\ \sum P2^3 & \sum P2^4 & \sum P2^5 & \sum P2^6 \end{pmatrix} \quad C2 := \begin{pmatrix} \sum B \\ \sum_{i2} (B_{i2} \cdot P2_{i2}) \\ \sum_{i2} [B_{i2} \cdot (P2_{i2})^2] \\ \sum_{i2} [B_{i2} \cdot (P2_{i2})^3] \end{pmatrix}$$

На основі розрахованих коефіцієнтів (а) отримано рівняння регресії, яке описує залежність зміни кольоровості води від тривалості її взаємодії з активованим вугіллям.

$$a2 := A2^{-1} \cdot C2$$

$$a2 = \begin{pmatrix} 1.136 \\ 0.117 \\ -2.837 \times 10^{-3} \\ 2.269 \times 10^{-5} \end{pmatrix}$$

$$s2 := \sqrt{\frac{\sum_{i2=0}^{N2} (B_{i2} - F2(P2_{i2}))^2}{N2}}$$

$$s2 = 0.897$$

Визначено рівняння регресії, яке описує залежність зміни кольоровості води від тривалості її контакту з активованим вугіллям. Це рівняння представлено у вигляді квадратного двопараметричного поліному:

$$F2(p) := a2_0 + a2_1 \cdot p + a2_2 \cdot p^2 + a2_3 \cdot p^3$$

$$F2(P2) = \begin{pmatrix} 13.559 \\ 7.178 \\ 3.973 \\ 2.856 \\ 2.737 \\ 2.527 \\ 1.136 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 14 \\ 6 \\ 4.5 \\ 3.7 \\ 2.2 \\ 2.2 \\ 2.5 \end{pmatrix}$$

На основі отриманого рівняння регресії проводиться побудова графіка, який відображає залежність зміни кольоровості води від тривалості її контакту з активованим вугіллям (рисунок 1.17). Графік дозволяє наочно проілюструвати зміну параметра в динаміці та порівняти теоретичні розрахунки з експериментальними даними.

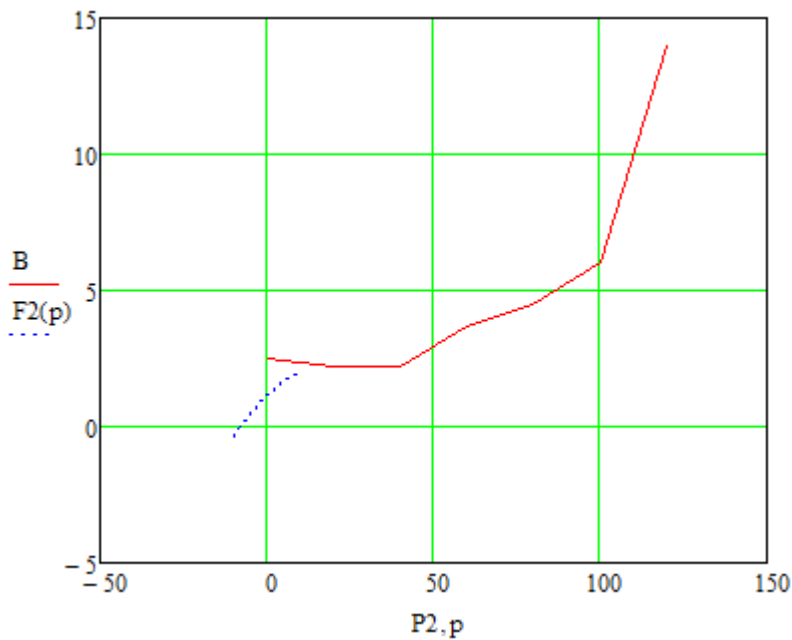


Рисунок 1.17 – Залежність зміни кольоровості води від тривалості її контакту з активованим вугіллям марки Filtrasorb 300

Висновки за розділом.

Мембранні методи демонструють високу економічну ефективність завдяки мінімальному споживанню енергії та відсутності необхідності у використанні великої кількості хімічних реагентів. Застосування мембран дозволяє зменшити споживання природних ресурсів, мінімізувати кількість відходів і впроваджувати безвідходні технології очищення води. Мембранні технології очищення води є сучасним і перспективним рішенням, яке поєднує економічність, екологічність та високу продуктивність.

Мембранні системи очищення води вимагають відповідності якості вхідної води суворим параметрам. Попереднє очищення води є обов'язковим для забезпечення довговічності мембран та стабільності роботи системи. Активоване вугілля відіграє при цьому ключову роль у видаленні розчинених органічних речовин, залишкового хлору та мікроелементів, які негативно впливають на якість води. Мембрани ж забезпечують високий рівень фільтрації, затримуючи найдрібніші частинки та молекули, зокрема нітрати, хлориди та інші небажані домішки.

В результаті проведених досліджень були досліджені додаткові матеріали і обладнання для цього необхідні. Підібрано завантаження для вугільних фільтрів, які забезпечують підготовку води для очищення її на установці зворотного осмосу. Також випробувано мембрану зворотного осмосу з більшою пропускною здатністю, ніж та, яка використовується на підприємстві "Аква Сана".

Встановлено, що використання у якості завантаження для вугільних фільтрів активованого вугілля марки Filtrasorb 300 та мембрани зворотного осмосу марки FILMTEC XLE-440 дозволяє отримати якісну питну воду, яка задовольняє вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

										Розділ 1	Арк.
											52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Комбіноване використання мембранної технології у поєднанні з активованим вугіллям виявилось надзвичайно ефективним для очищення води від широкого спектра забруднень. Такий підхід не лише забезпечує усунення кольоровості, небажаних запахів і присмаків, але й значно покращує органолептичні властивості води, роблячи її придатною для споживання.

					Розділ 1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Підприємство ТМ «Аква Сана» здійснює забір вихідної води з поверхневих джерел, зокрема з річок Саксагань та Інгулець, що протікають містом. Видобуток води з підземних джерел не проводиться через особливості геології регіону: підземна вода містить високі концентрації залізних сполук і може мати домішки радіоактивних елементів, а також характерний червонуватий колір через гематит у ґрунті. Крім того, існує ризик обвалу обсадних колон та обладнання через порожнини у ґрунті.

Підприємство працює з понеділка по п'ятницю, з 8:00 до 16:00. Основними покупцями бутильованої води є великі підприємства міста, такі як Гірничозбагачувальні комбінати та Сталеплавильний завод, а також роздрібні торгові точки міста.

Опис технологічної схеми виробництва

Вода надходить через трубу в механічний фільтр. Механічний фільтр грубої очистки (20 мікрон) виконує попереднє видалення нерозчинених механічних домішок, таких як пісок, завислі частинки та іржа.

Далі відбувається пом'якшення води. Проходячи через іонообмінну смолу, розчинені солі змінюють свій склад: іони кальцію та магнію замінюються на іони натрію.

Сорбція на активованому вугіллі дозволяє ефективно усувати органічні речовини, розчинені гази, а також частково солі важких металів.

Наступний етап — стерилізація ультрафіолетом, що забезпечує знезараження води шляхом знищення мікроорганізмів і бактерій.

Після цього вода проходить через механічний фільтр тонкого очищення (5 мікрон), де видаляються найдрібніші частинки.

Далі діє система зворотного осмосу. Цей процес полягає в продавлюванні води під високим тиском (15-19 атм.) через напівпроникну мембрану з отворами розміром, що дорівнює діаметру молекули води. У результаті видаляються розчинені речовини, органічні сполуки, колоїдні

									Розділ 2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						55

частинки та бактерії. Зворотний осмос усуває 95-98% розчинених речовин і 99% бактерій та вірусів, забезпечуючи чистоту та безпеку води.

На фінальному етапі здійснюється озонування. Озон знезаражує воду, знищуючи залишкові патогенні бактерії та віруси. У герметично запакованій воді залишковий озон зберігає свою активність протягом 20 хвилин, стерилізуючи упаковку (пакет, пляшку та кришку).

Знезаражена ультрафіолетом вода прямує до резервуарів чистої води звідки йде або на розлив у бутлі 18,9л; або заливається в автоцистерну.

На кінцевому етапі готова продукція відправляється до споживача.

2.2. Вхідний контроль, сировинні вимоги до якості готової продукції

Для удосконалення технологічної схеми та її елементів взято до уваги дані таблиць 2.1. та 2.2.

Таблиця 2.1 – Якісні показники вихідної води, що очищається

Показник	Значення у вихідній воді
рН	7,3
Мінералізація, мг/дм ³	1205
Залізо загальне, мг/дм	3
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	19
Марганець, мг/дм ³	0.6
Мідь, мг/дм	0.5
Натрій, мг/дм	785
Цинк. мг/дм	0.2
Алюміній, мг/м ³	0.4
Сульфати, мг/дм	150
Хлориди, мг дм	310
Нітрати, мг/дм	97
Вільний хлор, мг/дм	0.3

Таблиця 2.2 – Вимоги до якості очищеної води (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [2].

Показник	Норма за ДСанПіН 2.2.4-171-10
рН	6,5-8,5
Мінералізація, мг/дм ³	1000
Залізо загальне, мг/дм	0.2
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	<10
Марганець, мг/дм ³	0.05
Мідь, мг/дм	1
Натрій, мг/дм	200
Цинк, мг/дм	1,0
Алюміній, мг/м ³	≤0.1
Сульфати, мг/дм	500
Хлориди, мг дм	350
Нітрати, мг/дм	50,0
Вільний хлор, мг/дм	0.2

2.3. Розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності технологічних процесів у відділенні водопідготовки

2.3.1. Вибір і обґрунтування заходів з удосконалення технології з обґрунтуванням підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.

Сьогодні мембранні методи очищення води дедалі ширше застосовуються як у промисловості, так і в побутових умовах. Мембрани для зворотного осмосу класифікують на три основні типи: рулонні, половолоконні та пласкі.

широкого спектра забруднень, усуваючи кольоровість, запахи та присмаки, а також покращуючи органолептичні властивості. Активоване вугілля видаляє органічні речовини, залишковий хлор та мікроелементи, тоді як мембрани забезпечують глибоку фільтрацію, усуваючи нітрати, хлориди та інші домішки. Така система знижує концентрацію забруднень до санітарних норм, забезпечуючи якість води, зручність експлуатації та екологічність.

					Розділ 2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

2.3.2. Опис удосконаленої технологічної схеми

Удосконалена блок-схема виробництва питної води на ТОВ “Аква Сана” наведена на рисунку 2.1.

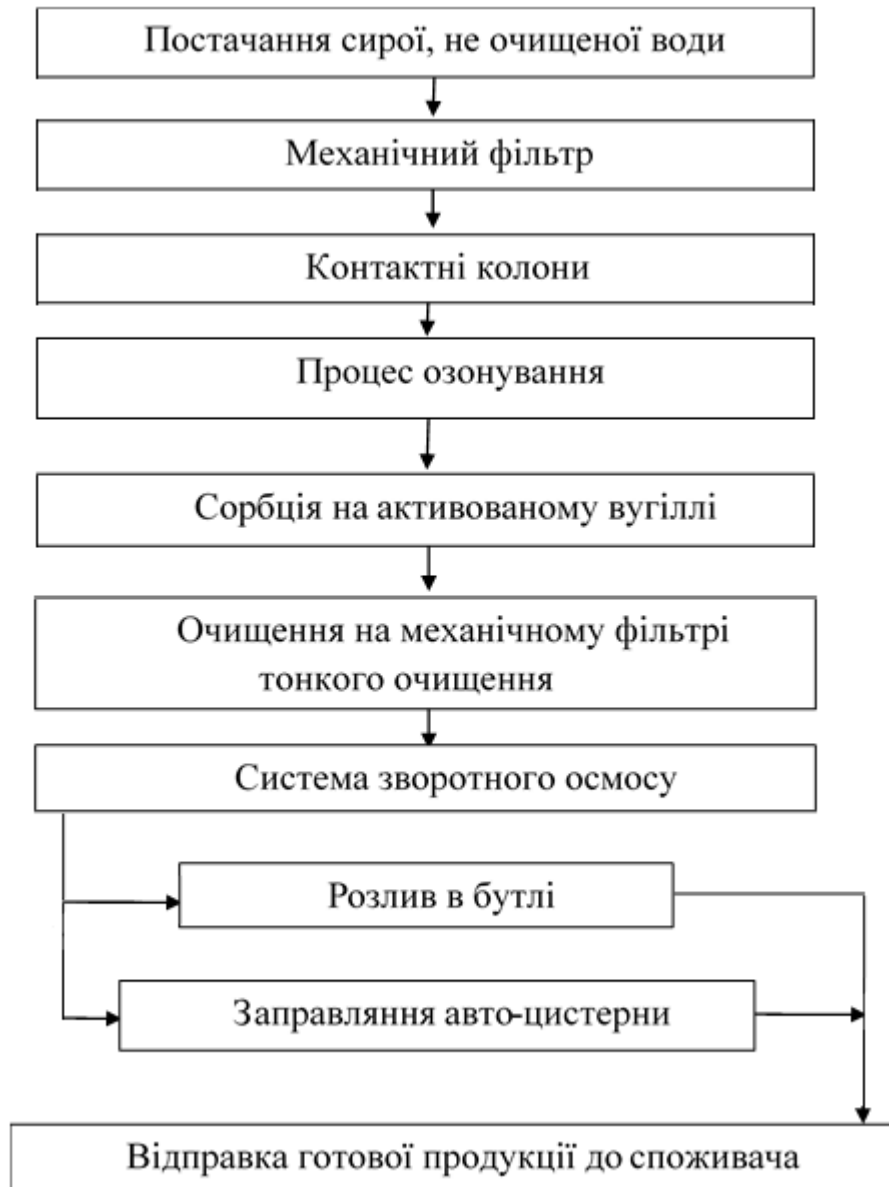


Рисунок 2.1 – Удосконалена блок-схема виробництва питної води

Вихідна вода з міського водопроводу м. Кривий Ріг надходить трубопроводом у збірник необробленої води (1), звідки насосом (2) подається до механічного фільтра грубого очищення (20 мікрон) (3). Цей фільтр

видаляє нерозчинені механічні домішки, зокрема пісок, завислі частинки, іржу та інші забруднення.

Прояснена від завислих речовин вода проходить етап пом'якшення в контактних колонах (4), заповнених аніонітом у натрієвій формі, який отримується з сольового баку (5). Це дозволяє видалити з води розчинені солі кальцію та магнію, які визначають загальну твердість. Іони кальцію та магнію замінюються на іони натрію, що знижує загальну жорсткість води «Аква Сана» до 0,4 ммоль/дм³ (нормативне значення згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 – не більше 2,0 ммоль/дм³). Регенерація аніонного фільтра проводиться з використанням харчової таблетованої солі натрій хлориду, орієнтуючись на виснаження або зниження сорбційної ємності іонообмінної смоли.

Пом'якшена вода проходить через озонаторну установку (6) для знезараження від можливих патогенних мікроорганізмів і кращого очищення у вугільному фільтрі (7). Активоване вугілля поглинає органічні сполуки, розчинені гази, і частково солі важких металів. Воно також сорбує залишковий хлор і хлорпохідні, що важливо перед очищенням у системі зворотного осмосу, адже мембрани чутливі до хлору, який може руйнувати їх структуру, скорочуючи термін служби (в середньому 2-3 роки, залежно від якості вхідної води, потужності системи, швидкості потоку та тиску).

Після вугільного фільтра вода проходить через механічний фільтр тонкого очищення (8, 5 мікрон), де усуваються залишкові завислі частинки, а потім – нанофільтрацію. Вода розділяється на кілька потоків:

- Перший потік використовується для промивання тари.
- Другий потік спрямовується на розведення аніоніту в сольовому баку (5) і для регенерації вугільних фільтрів (7).
- Третій потік надходить у бак (11-1), попередньо оброблений ультрафіолетом (10), для знезараження. УФ-опромінення знищує мікроби і бактерії, а чистота води є обов'язковою для ефективної роботи ламп.

Каламутна вода знижує якість знезараження та забруднює лампи, які потребують очищення. Далі вода прямує в резервуари чистої води, звідки надходить або на лінію розливу.

- Четвертий потік піддається додатковому очищенню, зберігається в інших резервуарах і потім розливається в бутлі або заповнює автоцистерни.

Додаткове очищення виконується двома установками зворотного осмосу (9), де вода під високим тиском (15-19 атм.) проходить через напівпроникну мембрану, яка видаляє розчинені речовини, органіку, колоїди та бактерії. Ця вода також піддається УФ-опроміненню, після чого надходить до резервуарів чистої води (11-2) для розливу у бутлі (18,9 л) або заповнення автоцистерн.

На завершальному етапі готова продукція доставляється споживачам.

2.3.3. Рекомендації щодо технологічного режиму виробництва та контролю якості продуктів з впровадженням інноваційної розробки (заходів удосконалення технологічних процесів).

Вимоги до води, що подається на мембрану зворотного осмосу

Мембранне полотно виготовлене з достатньо чутливого матеріалу, тому якість вода, яка потрапляє на очистку має строго відповідати допустимим значенням:

- не більше 0,56 мг/л зважених речовин;
- окиснюваність - менше 4 мгО₂/л;
- вільного хлору менше 0,1 мг/л;
- температура води, що подається- 4 - 30 °С;
- залізо - до 0,1 мг/л;
- марганець - до 0,05 мг/л;
- твердість - до 3 мг-екв/л.

Частина параметрів (залізо, марганець, силікати) можуть бути вище заявлених норм в разі використання антискалантів (спеціальних речовин, які перешкоджають відкладенню осаду на поверхні мембрани).

Інші параметри досягаються завдяки попередньому очищенню, яке може передбачати механічне фільтрування[9], пом'якшення, знезалізнення або адсорбцію, в залежності від параметрів початкової води.

Очищення вод з використанням мембран дає можливість застосувати безвідходну технологію очищення води:

- високий рівень ККД технології та низькі енергетичні затрати дають високу економічну ефективність процесу;
- всі типи мембран виконані з полімерних і корозійно-стійких матеріалів, а тому є довговічними.

Установки на основі мембран займають мінімальні площі, вони повністю автоматизовані і не потребують постійного обслуговування .

В технологічній схемі використані методи знесолення води, що дозволяють значно скоротити обсяги агресивних реактивів та мінімізувати об'єм утворених стоків.

Таблиця 2.3 – Методи і засоби контролю процесу водопідготовки

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Параметр для контролю	Граничне значення параметра	Методи і засоби контролю
1	2	3	4	5	6
1 Знезалізнення води					
Вода	На виході з фільтру	1 раз на тиждень		Не більше 0,1 мг/дм ³	ДСТ 4033-72
Кварцовий пісок	фільтр	1 раз на 3 місяці	стиранність	Не більше 2,5%	
	-	-	Подрібнення	Не більше 4,0%	-

1	2	3	4	5	6
2 Освітлення води					
Вода	Після резервуара для відстоювання або коагулювання	У кожній партії	Мутність (по стандартній шкалі)	Не більше 1,0 мг/дм ³	ДСТ 3351-74
Коагулянти	-	-	Маса дозованих реагентів	-	Вимір маси зважуванням
3 Знезараження води					
Вода	Після установки для знезаражування	1 раз на тиждень	Мікробіологічні показники: число мікроорганізмів у 1 см ³ води	25	ДСТ 18963-73
3.1 Хлорування води					
Вода	Контактний резервуар 1	1 раз на тиждень	Кількість активного хлору	Від 6,0 до 10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72
3.2 Дехлорування води					
Вода	Після вугільного фільтра	1 раз у 2 роки	Кількість залишкового активного хлору		-
Хлор-агент	-	Кожна партія	Кількість залишкового хлору	-	

1	2	3	4	5	6

3.3 Сріблення води

Вода	Установка для сріблення води	1 раз у зміну	Кількість іонів срібла	0,03 - 0,05 мг/дм ³	ДСТ 18293-72
------	------------------------------	---------------	------------------------	--------------------------------	--------------

4 Фільтрування воли

Вода	Після фільтра	1 раз у зміну	Органолептичні показники		
			Запах при 20 °С	0 балів	ДСТ 3351-74
			При нагріванні до 60 °С	0 балів	ДСТ 3351-74
			Смак і присмак при 20 °С	0 балів	ДСТ 3351-74
			Кольоровість	Не більше 10°	ДСТ 3351-74
			Мутність	Не більше 1,0 мг/дм ³	ДСТ 3351-74

5 Пом'якшення води

5.1 Реагентний спосіб

Вода	Після установки пом'якшення води: а) періодичний спосіб	У кожній партії	Лужність	Не більше 1,0 мг·екв/дм ³	Інструкція з технохімічного контролю пивоваренного виробництва, затверджена у 1974р.
------	---	-----------------	----------	--------------------------------------	--

1	2	3	4	5	6
	-	-	Нітрати	Не більше 10 мг·екв/дм ³	ДСТ 18826-72
	-	-	Нітрити	0	
	-	-	Хлориди	Не більше 150 мг·екв/дм ³	ДСТ 4245-72
	-	-	Сульфати	Не більше 0,1 мг·екв/дм ³	ДСТ 4389-72
	-	-	Алюміній	Не більше 0,1 мг·екв/дм ³	ДСТ 18293-72
	-	-	Марганець	Не більше 0,1 мг·екв/дм ³	ДСТ 4974-72
	-	-	Мідь	Не більше 0,1 мг·екв/дм ³	ДСТ 4388-72
	-	-	Свинець	Не більше 0,1 мг·екв/дм ³	ДСТ 18293-72
	-	-	Цинк	Не більше 1,0 мг·екв/дм ³	ДСТ 18293-72
	-	-	Фтор	Не більше 1,0 мг·екв/дм ³	ДСТ 4386-89
	-	-	Миш'як	Не більше 1,0 мг·екв/дм ³	ДСТ 4152-89

1	2	3	4	5	6

6 Комплексні способи водопідготовки

6.1 Реагентний спосіб

Вода	Після піщаного фільтра	Через 1 год після пуску і щогодини під час роботи установки	Значення т	Не більше 5 см ³	Додаток
	-	-	Значення 2р-т	0,2-0,7 см ³	-
	-	-	Кількість активного хлору	0,6-10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72
	Після вугільного фільтра	Кожні 2 години під час роботи установки	Кількість залишкового активного хлору	Не більше 0,2 – 0,3 мг/дм ³	-
Вода	Після іонообмінника	Через 1 год після пуску і щогодини під час роботи установки	Значення т	Не більше 3,5 см ³	Додаток
	Після реакційного резервуара	-	Значення 2р-т	0,2-0,7 см ³	-
	-	-	Кількість активного хлору	6,0-10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72

6.2 Йонообмінний спосіб

	Після вугільного фільтра		Кількість залишкового активного хлору	Не більше 0,2 – 0,3 мг/дм ³	-
--	--------------------------	--	---------------------------------------	--	---

2.4. Технологічні розрахунки

2.4.1. Розрахунок продуктів для запроєктованого відділення

Розрахунок дренажної системи фільтрів

Дренажна система застосовується у фільтрах з підтримуючим завантаженням і представляє собою мережу перфорованих труб, розташованих у нижній частині фільтра, в шарі підтримуючого матеріалу. Якщо фільтруюче завантаження встановлене на металевій сітці, дренажну систему не проектують і не використовують. Зазвичай дренажна система складається з колектора і відгалужень. Колектор — це труба великого діаметра, що проходить через увесь фільтр, до якої під'єднані перфоровані або щілинні труби меншого діаметра. Відстань між відгалуженнями становить 250...350 мм. Розрахунок дренажної системи здійснюється в залежності від режиму промивки. Спочатку визначається витрата води у колекторі під час промивки:

$$q_k = F_1 \omega \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.1)$$

F_1 – площа фільтру, $F_1 = 0,047 \text{ м}^2$;

ω - інтенсивність промивки, $\omega = 16 \text{ л/с м}^2$.

$$q_k = 0,047 * 16 * 10^{-3} = 0,0007 \text{ м}^3/\text{с}$$

Далі розраховують площу перерізу колектора:

$$f_k = \frac{q_k}{V_k}, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$

q_k – витрата води у колекторі при промивці, $q_k = 0,0007 \text{ м}^3/\text{с}$;

V_k – швидкість руху води в колекторі при промивці, $V_k = 0,8 \text{ м/с}$.

$$f_k = \frac{0,0007}{0,8} = 0,0009 \text{ м}^2 \quad (2.3)$$

Діаметр колектора розраховують по формулі:

$$d_k = 2 \sqrt{\frac{f_k}{\pi}}, \text{ м} \quad (2.4)$$

f_k – площа перерізу колектора, $f_k = 0,0009 \text{ м}^2$;

π – число пі, $\pi = 3,14$.

									Розділ 2	Арк.
										69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$d_k = 2\sqrt{\frac{0,0009}{3,14}} = 0,0339 \text{ м} \quad (2.5)$$

Число відгалужень при односторонньому розміщенні буде:

$$n = \frac{B10^3}{l} \quad (2.6)$$

l – відстань між відгалуженнями, l = 350 мм;

B – загальна ширина фільтра, B = 0,3 м.

$$n = \frac{0,3 \cdot 10^3}{350} = 0,86 \text{ (1 шт)} \quad (2.7)$$

Витрата води у відгалуженнях:

$$q_v = \frac{q_k}{n} \quad (2.8)$$

q_k – витрата води у колекторі при промивці, q_k = 0,0007 м³/с;

n – кількість відгалужень при односторонньому розміщенні, n = 1 шт.

$$q_v = \frac{0,007}{1} = 0,0007 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.9)$$

Площа перерізу відгалуження:

$$f_v = \frac{q_v}{V_v}, \text{ м}^2 \quad (2.10)$$

q_v – витрата води у відгалуженнях, q_v = 0,0007 м³/с;

V_v – швидкість руху води у відгалуженні, V_v = 1,6 м/с.

$$f_v = \frac{0,0007}{1,6} = 0,00044 \text{ м}^2 \quad (2.11)$$

Діаметр відгалуження:

$$d_v = 2\sqrt{\frac{f_v}{\pi}}, \text{ м} \quad (2.12)$$

f_v – площа перерізу відгалуження f_v = 0,00044 м²;

π – число пі, π = 3,14.

$$d_v = 2\sqrt{\frac{0,00044}{3,14}} = 0,075 \text{ м} \quad (2.13)$$

У відгалуженнях слід передбачити отвори, розташовані в шаховому порядку під кутом 45° у нижній частині труби. Загальна площа отворів повинна становити 0,25–0,5% від площі всього фільтра.

Якщо підтримуючий шар завантаження не застосовується, і дренажна система безпосередньо знаходиться у фільтруючому завантаженні, щілини в трубах дренажної системи повинні мати ширину не більше 0,1 мм, а їх

						Розділ 2	Арк. 70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

загальна площа повинна складати 1,5–2% площі фільтра. Жолоби для збору промивної води розміщуються на відстані не більше 2,2 м один від одного та розраховуються відповідно до витрати води на промивку. Витрата води в одному жолобі:

$$q_{ж} = \frac{q_k}{n_{ж}} \quad (2.1)4$$

$n_{ж}$ – кількість жолобів.

Сорбційні фільтри.

Для розрахунку сорбційних вугільних фільтрів необхідно знати потік води через фільтри (Q , м³ /год), швидкість фільтрації завантаження (V , м /год). Виходячи з цього ми можемо дізнатися площу фільтрування, необхідну для очищення даного потоку. Знаючи площу фільтрування, дізнаємося необхідний діаметр фільтра виходячи з формули площі кола:

$$S = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$d^2 = \frac{S \times 4}{\pi} = \frac{0.025 \times 4}{3.14} = 0.032 \quad (2.15)$$

$$d = \sqrt{0.032} = 0.18\text{м} = 180\text{мм}$$

і таблиці стандартних розмірів фільтрів (Таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Таблиця стандартних розмірів фільтрів

Розмір	Об'єм, л	Висота, мм	Діаметр, мм
1	2	3	4
07x13	5,66	362	181
07x17	8,50	454	181
07x35	19,82	924	181
07x44	25,49	1152	181

08x13	8,50	342	206
1	2	3	4
08x17	11,32	444	206
08x35	25,49	901	206
08x44	33,98	1130	206
09x17	14,16	443	232
09x35	31,6	913	232
09x44	41,15	1090	232
09x48	45,31	1242	232
10x18	16,98	439	257
10x35	39,65	896	257

2.4.2. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання

Установка ультрафільтрації

Вузол ультрафільтрації складається з двох блоків Ecosoft UF-30. Система автоматизована, тому немає необхідності постійної присутності персоналу. Мембранні елементи характеризуються хімічною стійкістю і високою міцністю. Розмір пор ультрафільтраційних мембран складає 0,03 мкм, продуктивність установки 30 м³/год.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики ультрафільтраційної установки

Ecosoft UF-30

Електрична потужність	0,5 кВт
Габарити блоку (Д х Ш х В)	4500 x 1500 x 3200 мм
Необхідний рівень попереднього очищення від механічних домішок	150...200 мкм

Рекомендований робочий тиск	2–3 бар
Максимально допустимий тиск	6 бар
Відносна вологість, не більше	75%
Тип фільтрації	ззовні всередину
Рекомендована подача води на промивку	50 м ³ /год

Зворотньо-осмотична установка

Вузол зворотньо-осмотичної демінералізації складається з двох блоків Ecosoft MO-16-автоматизована система продуктивністю 16...20 м³/год. У комплекті основного обладнання насос високого тиску Grundfos [25], мембранні елементи наднизького тиску Dow Filmtec™, електромагнітні клапани Danfoss і регулюючі клапани Honeywell.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики зворотньо-осмотичної установки
Ecosoft MO-16

Мембранні елементи	16 шт
Габаритні розміри (В х Ш х Г)	2,2×5,2×2,0 м
Вага	1000 кг
Вимоги до електроживлення	400 В, 50 Гц
Тиск вихідної води	2-4 бар
Робочий тиск	7-10 бар
Витрата вихідної води в режимі виробництва	20-25 м ³ /год

Іонообмінні фільтри

Таблиця 2.7 – Характеристика іонообмінних фільтрів

Марка фільтру	Розмір гранул іоніту, мм	Вміст		Насипна густина товарного іоніту, т/м ³	Питомий об'єм набряклого
		Робочої фракції	вологи		
КУ-2-8	0,315-1,25	93,0	40-60	0,72-0,8	2,9
АВ-17-8	0,355-1,25	92,0	40-60	0,74	2,9

Резервуар чистої води

Бак має круглу форму, об'єм баку складає 8,3 м³, висота – 3 м, діаметр – 1,9 м.

Нейтралізатор

Об'єм нейтралізатора рівний максимальному об'єму води, що надходить у нього. [13]

Сумарна добова кількість води, що надходить до нейтралізатора – 113 м³/добу

Висоту нейтралізатора - 5 м.

Резервуар води для скиду в каналізацію

Площа резервуару - 22,6 м², діаметр резервуару - 5,4 м.

Насосне обладнання

Для перекачування води основним потоком до стадії ультрафільтрації та зворотнього осмосу використовуються насоси ЦНСк 30-240 (ЦНС 30-240).

Габарити: 1680×640×720, маса - 270 кг, напір 240 м, потужність електродвигуна 45 кВт, об'єм подачі – 30 м³/год.

					Розділ 2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Товщина стінки насоса - від 4 мм до 12 мм. Корпус насоса механічно оброблений - нержавіючою сталлю марки 12Х18Н10Т.

Для дозування реагентів використовуються мембранні дозуючі насоси типу ВТ.

ВТ - серія мембранних дозуючих насосів з аналоговим і мікропроцесорним управлінням. Антикислотний алюмінієвий корпус, покритий двома шарами з епоксидної фарби. Панель управління насоса захищена прозорою кришкою з полікарбонату. Продуктивність насосів від 0,5 до 80 м³/год, протитиск до 20 бар.

В якості найбільш універсального насосу використовується насос ВТ-8001.

					Розділ 2	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

та затвердження нормативів встановлюється центральним органом виконавчої влади у сфері житлово-комунального господарства.

Зміст технічних умов

У технічних умовах вказуються наступні основні пункти:

- 1. Ідентифікація об'єкта:**
 - Найменування об'єкта.
 - Адреса об'єкта.
 - Замовник і проектувальник.
 - Вид будівництва (нове будівництво, реконструкція, модернізація).
 - Нормативні терміни проектування і будівництва.
- 2. Джерела водопостачання:**
 - Відомості про джерела питного водопостачання (поверхневі чи підземні води).
- 3. Приєднання до водопровідних мереж:**
 - Місце приєднання до водопровідних мереж.
 - Вимоги до обладнання та вузлів приєднання (типи обладнання, технічні характеристики).
- 4. Інженерні параметри:**
 - Основні розрахункові інженерні параметри системи питного водопостачання, які включають:
 - Гарантовану кількість питної води.
 - Якість питної води.
 - Тиск у місці підключення.
 - Умови водовідведення (об'єм і якість води, що відводиться).
- 5. Лічильники обліку:**
 - Вимоги до встановлення лічильників обліку споживання питної води (типи лічильників, місце встановлення, точність вимірювання).

					Розділ 3	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. **Постійне вдосконалення:** Система управління екологією є динамічною та передбачає регулярне вдосконалення. Оцінюються результати, впроваджуються нові технології та методи, здійснюється співпраця з екологічними експертами. Це дозволяє підвищувати екологічну ефективність, зменшувати витрати ресурсів і знижувати обсяги відходів, сприяючи сталому розвитку підприємства.

Таким чином, СЕУТП спрямована на раціональне використання природних ресурсів, мінімізацію забруднення та відходів, збереження навколишнього середовища та створення стійкої основи для довгострокового розвитку підприємства.

					Розділ 4	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У процесі дослідження було виявлено низку важливих аспектів, що стосуються якості води, її значення для здоров'я людини та екологічної стабільності, а також методів очищення, необхідних для забезпечення питної води відповідно до сучасних стандартів. Вода є основою життєдіяльності людини, важливим ресурсом для виробництва та ключовим елементом екосистем. Низька якість води може негативно впливати на здоров'я населення, знижувати ефективність промислових процесів та шкодити навколишньому середовищу.

Особливу увагу слід приділяти моніторингу якості води у регіонах із розвиненими промисловими підприємствами, зокрема у Кривому Розі. Аналіз показав, що технології, які використовуються для очищення води на підприємствах регіону, потребують оновлення. На підприємствах, як-от ТМ "Аква Сана," є можливість удосконалити технологічні процеси шляхом модернізації обладнання та впровадження сучасних методів водопідготовки, зокрема мембранних технологій, зворотного осмосу та УФ-знезараження.

Працівники гірничих підприємств, які працюють у складних та шкідливих умовах, потребують особливої якості питної води з оптимальним мінеральним складом. Вода повинна бути ретельно очищеною для запобігання потенційним ризикам для здоров'я через контакт із небезпечними речовинами.

Під час виконання кваліфікаційної роботи виконано аналітичний огляд літературних джерел по сучасним методам очищення води, а саме по застосуванню мембранних методів. В результаті цього було підібране обладнання і додаткові матеріали, які для цього необхідні.

Підібрано завантаження для вугільних фільтрів, які забезпечують підготовку води для очищення її на установці зворотного осмосу. Також випробувано мембрану зворотного осмосу з більшою пропускнуою здатністю, ніж та, яка використовується на підприємстві "Аква Сана".

					Загальні висновки та рекомендації	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Встановлено, що використання у якості завантаження для вугільних фільтрів активованого вугілля марки Filtrasorb 300 та мембрани зворотного осмосу марки FILMTEC XLE-440 дозволяє отримати якісну питну воду, яка задовольняє вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Використання новітніх методів очищення води дозволяє суттєво підвищити її якість, забезпечити відповідність санітарно-гігієнічним нормам та розширити асортимент продукції. Мембранні технології визнані найбільш економічними та екологічними рішеннями, здатними забезпечити високий рівень очищення.

Рекомендації

1. Модернізація водоочисного обладнання

- Провести технічне переоснащення цеху водопідготовки ТМ "Aqua Sana," включаючи впровадження нових систем мембранного очищення, сорбційного фільтрування та ультрафіолетового знезараження.
- Використовувати обладнання з підвищеною енергоефективністю, що забезпечить економію ресурсів та зменшить вплив на навколишнє середовище.

2. Вдосконалення системи контролю якості

- Запровадити автоматизовану систему моніторингу та контролю якості води на всіх етапах очищення.
- Регулярно оновлювати лабораторне обладнання для більш точного визначення хімічного складу води.

3. Забезпечення індивідуального підходу

- Розробити спеціальні стандарти якості води для працівників гірничої промисловості, враховуючи специфіку їхньої роботи.
- Забезпечити працівників підприємств якісною водою, яка відповідає санітарним нормам і сприяє підтримці здоров'я.

4. Екологічна відповідальність

					Загальні висновки та рекомендації	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

- Зменшити скидання забрудненої води в довкілля за рахунок впровадження замкнених циклів використання води на виробництвах.

- Організувати програми екологічного просвітництва для працівників підприємств і населення.

5. Розширення асортименту продукції

- На основі проведеного технічного переоснащення збільшити виробництво бутильованої води різного мінерального складу, зокрема для промислових потреб та індивідуального споживання.

- Дослідити можливість введення у виробництво води з додатковими корисними властивостями, збагаченої мінералами або вітамінами.

Реалізація зазначених рекомендацій сприятиме підвищенню якості питної води, поліпшенню умов праці в гірничій промисловості, зміцненню здоров'я населення та зменшенню екологічного навантаження на регіон.

					Загальні висновки та рекомендації	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 10.01.2002р. №2918-III. Офіційний вісник України. 2002. 10 січн. (№ 2918). С. 45.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України
3. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. (ISO 5667-3:1994, IDT) [Чинний від 2014-10-23]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвиток України, 2014. 25 с.
4. <https://www.idahofallsidaho.gov/410/Cleaning-Water>
5. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник. Л.Л. Товажнянський, С.І. Бухкало, П.О. Капустенко, Є.І. Орлова. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 496 с.
6. Загальні технології харчових виробництв: підруч. / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко, Л.М. Хомічак, О.О. Василенко, І.В. Мельник, Л.М. Мельник. Київ: «Університет Україна», 2010. 814 с.41.
7. Бахтаєв Ш.А., Тойгожинова А.З.Г., Коджабергенова А.К. 2014. Fizika processov obrazovaniya i poteri ozonov otricatel'noj korone Vestnik Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan, Almaty, 4, 36–41.
8. Бахтаєв Ш.А., Тойгожинова А.З.Г., Сидикова Г.А. 2014. O raspredelenii plotnosti ozona v razryadnoj zone otricatel'noj korony. Doklady Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazahstan, Almaty, 4, 41–46.
9. A. Kumano, N. Fujiwara, Cellulose Triacetate Membranes for Reverse Osmosis, in: N.N. Li, A.G. Fane, W.S.W. Ho, T. Matsuura (Eds.) Advanced Membrane Technology and Applications, John Wiley and Shons, Inc, New Jersey, 2008, pp21.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

10. G. Congjie, Development and Extension of Seawater Desalination by Reverse Osmosis, *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 21 (2003) 40-45
11. D.T. Tran, S. Mori, M. Suzuki, Characteristics of Polyimide-Based Composite Membranes Fabricated by Low-Temperature Plasma Polymerization, *Thin Solid Films*, 516 (2008) 4384-4390.
13. D.G. Cahill, V. Freger, S.-Y. Kwak, Microscopy and Microanalysis of Reverse-Osmosis and Nanofiltration Membranes, *Material Research Society*, 33 (2008) 27-32.
14. Galina Gumenyuk, Olga Pjadko Harmonization of quality requirements of drinking water /Central European Congress on Food 2016 — Food Science for Wellbeing (CEFood 2016). K.: NUFT, 2016. P. 136-137.
15. Guidelines for drinking water quality.-The 3rd Ed/-Vol.1. Recommendations.-World Health Organisation.-Geneva, 2004.-495p
16. Якобчук Ю. О. Актуальні проблеми безпеки води питної. Інноваційні технології розвитку сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства: наукові пошуки молоді: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів (2 квітня 2015 р.). Харків: ХДУХТ, 2015. С. 239.
17. Овчинникова П. Основа життя [Вода питна]. Інфекційний контроль. 2011. № 4. С. 39 – 41
18. Bowen R. *Groundwater: second ed.* / R. Bowen. – London: Elsevier Appl. Sci. Publ., 2015. – 427 p.
19. Тимочко Т. В. Всеукраїнська екологічна ліга про поліпшення питного водопостачання та охорону вод в Україні. *Екологічний вісник*. 2009. № 2. С. 27 – 29.
20. Проблеми якості води в водопровідних мережах, водопостачання та водовідведення: вироб.- практичн. журнал. Київ: Економічні науки, 2008. №2. 1-21 с.

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

21. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2003 році / за редакції М. М. Гіроль. Рівне: НКРЕКП, 2005. 143 с.

22. Щербак В. І. Оцінка потенційних і наявних загроз екологічному стану, якості води і біорізноманіттю різнотипних водойм і водотоків мегаполіса. Інтегроване управління водними ресурсами. Київ, 2013. № 1. С. 26–39.

23. Застосування УФ випромінювачів для знезараження води на очисних спорудах міст з малою потужністю. 2013. URL: http://ukrengineer.com/pdf/stichni_vodi_small.pdf.

24. C.Y. Tang, Y.-N. Kwon, J.O. Leckie, Effect of Membrane Chemistry and Coating Layer on Physiochemical Properties of Thin Film Composite Polyamide RO and NF Membranes: Ii. Membrane Physiochemical Properties and Their Dependence on Polyamide and Coating Layers, Desalination, 242 (2009) 168-182.

25. B.J.A. Tarboush, D. Rana, T. Matsuura, H.A. Arafat, R.M. Narbaitz, Preparation of Thin-Film-Composite Polyamide Membranes for Desalination Using Novel Hydrophilic Surface Modifying Macromolecules, J. Membr. Sci., 325 (2008) 166-175.

26. M.S. Mauter, M. Elimelech, Environmental Applications of Carbon-Based Nanomaterials, Environ. Sci. Technol., 42 (2008) 5843-5859.

27. L. Li, J. Dong, T.M. Nenoff, R. Lee, Desalination by Reverse Osmosis Using Mfi Zeolite Membranes, J. Membr. Sci., 243 (2004) 401-404.

28. L. Li, N. Liu, B. McPherson, R. Lee, Enhanced Water Permeation of Reverse Osmosis through Mfi-Type Zeolite Membranes with High Aluminum Contents, Industrial & Engineering Chemistry Research, 46 (2007) 1584-1589.

29. J. Lu, N. Liu, L. Li, R. Lee, Organic Fouling and Regeneration of Zeolite Membrane in Wastewater Treatment, Sep. Purif. Technol., In Press, Corrected Proof.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури	Арк.
						88

30. E.N. Hoffman, G. Yushin, B.G. Wendler, M.W. Barsoum, Y. Gogotsi, Carbide-Derived Carbon Membrane, MCP, 112 (2008) 587-591

31. S.H. Kim, S.-Y. Kwak, B.-H. Sohn, T.H. Park, Design of Tio₂ Nanoparticle SelfAssembled Aromatic Polyamide Thin-Film-Composite (TFC) Membrane as an Approach to Solve Biofouling Problem, J. Membr. Sci., 211 (2003) 157-165.

32. B.-H. Jeong, E.M.V. Hoek, Y. Yan, A. Subramani, X. Huang, G. Hurwitz, A.K. Ghosh, A. Jawor, Interfacial Polymerization of Thin Film Nanocomposites: A New Concept for Reverse Osmosis Membranes, J. Membr. Sci., 294 (2007) 1-7.

33. M.L. Lind, A.K. Ghosh, A. Jawor, X. Huang, W. Hou, Y. Yang, E.M.V. Hoek, Influence of Zeolite Crystal Size on Zeolite-Polyamide Thin Film Nanocomposite Membranes, Langmuir, 25 (2009) 10139-10145.

34. M. Kumar, M. Grzelakowski, J. Zilles, M. Clark, W. Meier, Highly Permeable Polymeric Membranes Based on the Incorporation of the Functional Water Channel Protein Aquaporin Z, PNAS, 104 (2007) 20719-20724.

35. A. Taubert, Controlling Water Transport through Artificial Polymer/Protein Hybrid Membranes, PNAS, 104 (2007) 20643-20644.

36. P.H. Jensen, D. Keller, C.H. Nielsen, Membrane for Filtering of Water, Patent Application No. EP1885477, 2010.

37. <http://www.nanocs.com/nanotube.htm>

38. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник / М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, Я.В. Радовенчик. Київ: «Кондор», 2019. 256 с.

39. Зуй М.С. Методи опріснення при підготовці води для котлів високого і надвисокого тиску. Матеріали XII Всеукраїнської студентської науковотехнічної М 34 конференції «Сталий розвиток міст» (84-ї студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 4-х ч. / Ч. 2. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – с. 171-172.

40. <https://ecosoft.ua/ua/blog/opresnenie-morskoy-vody/>

					Список використаної літератури	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

41. Контроль якості та безпечності харчових продуктів. Модуль 10. Технології води та водопідготовки харчових виробництв [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад.: Н.М. Чернова. К.: НУХТ, 2022. 51 с.

42. <https://www.aqua-room.com.ua/silcarbon-k835-aktivirovannyj-ugol>

43. <https://ecosoft.ua/ua/filtruyushchiy-material-centaur-hsl-12x40/>

44. <https://ecosoft.ua/ua/filtruyushchiy-material-filtrisorb-300/>

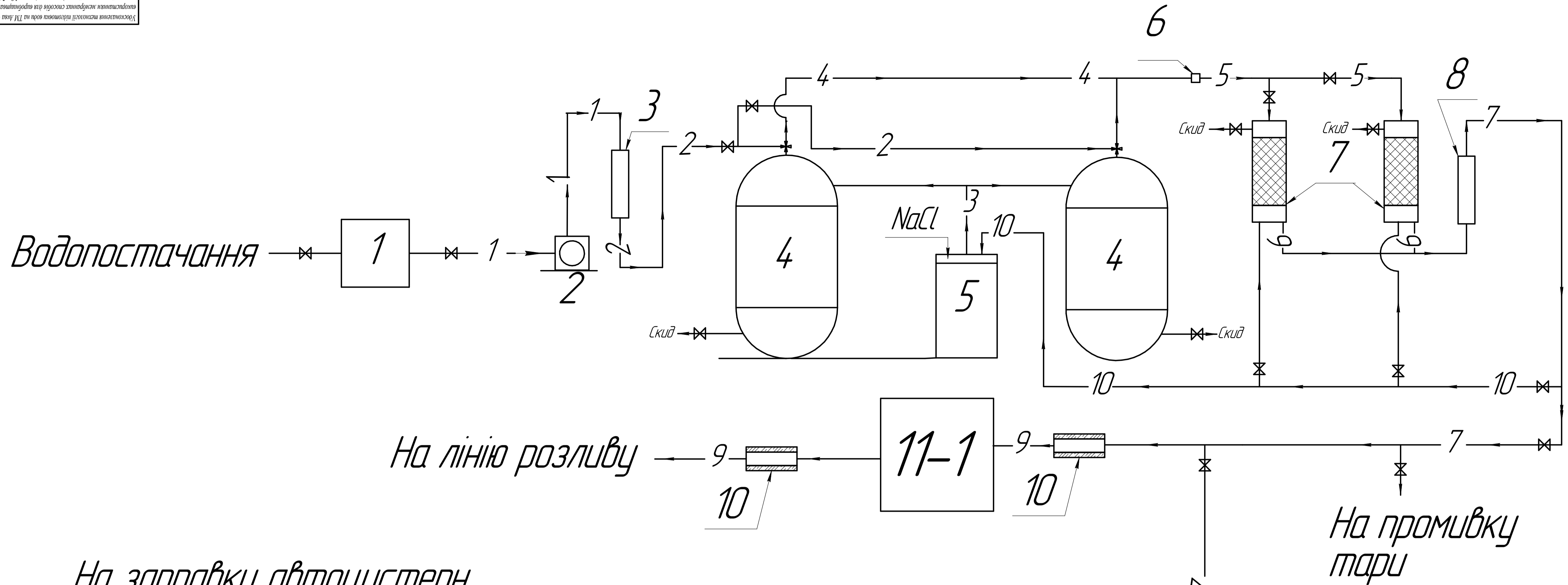
45. <https://www.ecosoft.com/product-uk/ecosoft-mo16>

46. <https://ecosoft.ua/ua/membrannyy-element-ecosoft-elp-8040-400/?srsltid=AfmBOopeWXeJI1MYjGqx1itrw2wgWe9DOb7pqjI0ixd67UXC1O4dbf77>

47. <https://ecosoft.ua/ua/membrannyy-element-dow-filmtec-xle-440/>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури	Арк.
						90

Водопостачання

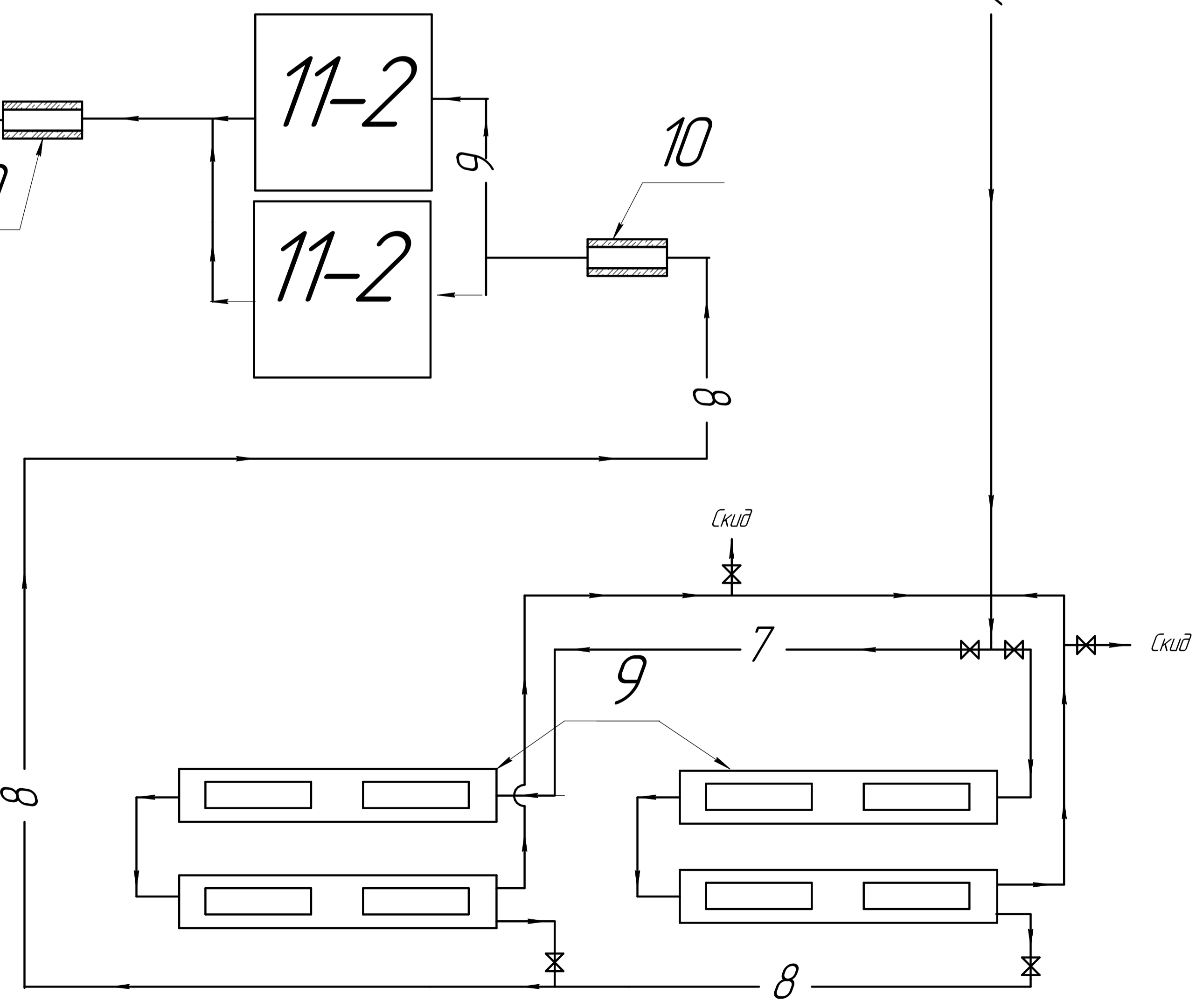


На лінію розливу

На промивку тари

На заправку автоцистерн

На розлив у 18,9 бутлі



Назва	Графічне позначення
Неочищена вода	— 1 —
Вода після 20 мікронного фільтра	— 2 —
Сольовий розчин	— 3 —
Вода після аніонування	— 4 —
Вода після озонаторної установки	— 5 —
Вода після вугільного фільтра	— 6 —
Вода після нанофільтрації	— 7 —
Вода після зворотного осмосу	— 8 —
Вода знезаражена ультрафіолетом – кінцевий продукт	— 9 —
Вода для промиву	— 10 —

Позиція	Назва	Кількість
1	Збірник неочищеної води	1
2	Насос	1
3	Фільтр 20 мікрон	1
4	Контактна колона	2
5	Сольовий бак	1
6	Озонаторна установка	1
7	Вугільний фільтр	2
8	Фільтр 5 мікрон, нанофільтрація	1
9	Установка зворотного осмосу	2
10	Ультрафіолетова лампа	4
11	Резервуар чистої води	3

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва води питної очищеної продуктивністю 10м3/добу				Лист	Масштаб	Масштаб
Ізм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Апаратурно-технологічна схема підготовки питної води на ТМ "Аква Сана"		Б/М
Розроб.	Терещук М.І.			Лист	Листів	1
Проб.	Шульга С.А.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Змін.	Карпович І.В.			НУХТ ННІХТ		

КМУ ДС-3/12/14 Червень 2022 року © 2022 ООО "АКВА-Сана" преемник ООО "Росва". Все права защищены.
 Не для коммерческого использования

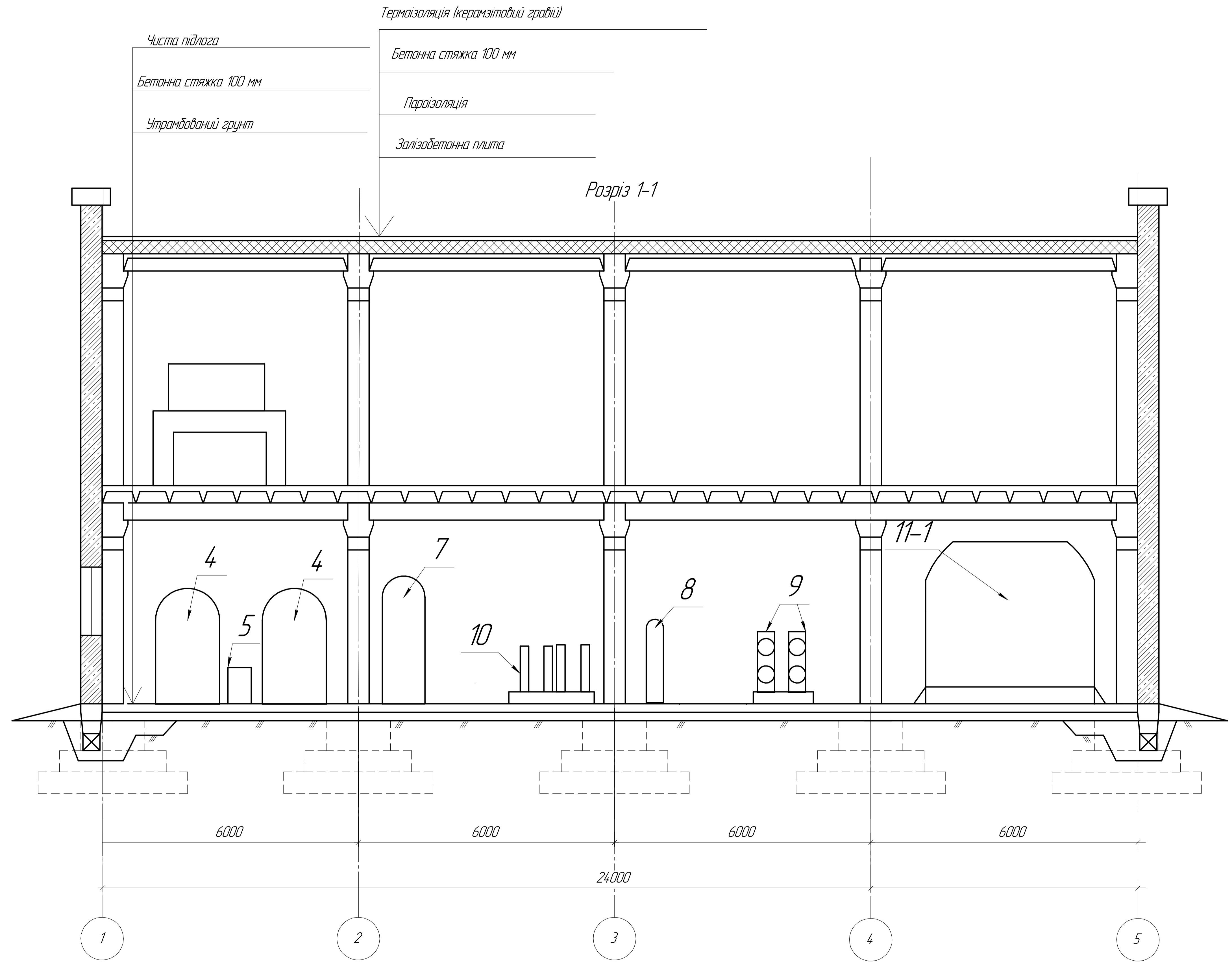
Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва питної очищеної продуктивністю 10м3/добу

+10.500

+4.800

0.000

-14.000



Термоізоляція (керамзитовий ґравій)

Чиста підлога

Бетонна стяжка 100 мм

Утрамбований ґрунт

Бетонна стяжка 100 мм

Параізоляція

Залізобетонна плита

Розріз 1-1

6000

6000

6000

6000

24000

1

2

3

4

5

4

5

4

7

10

8

9

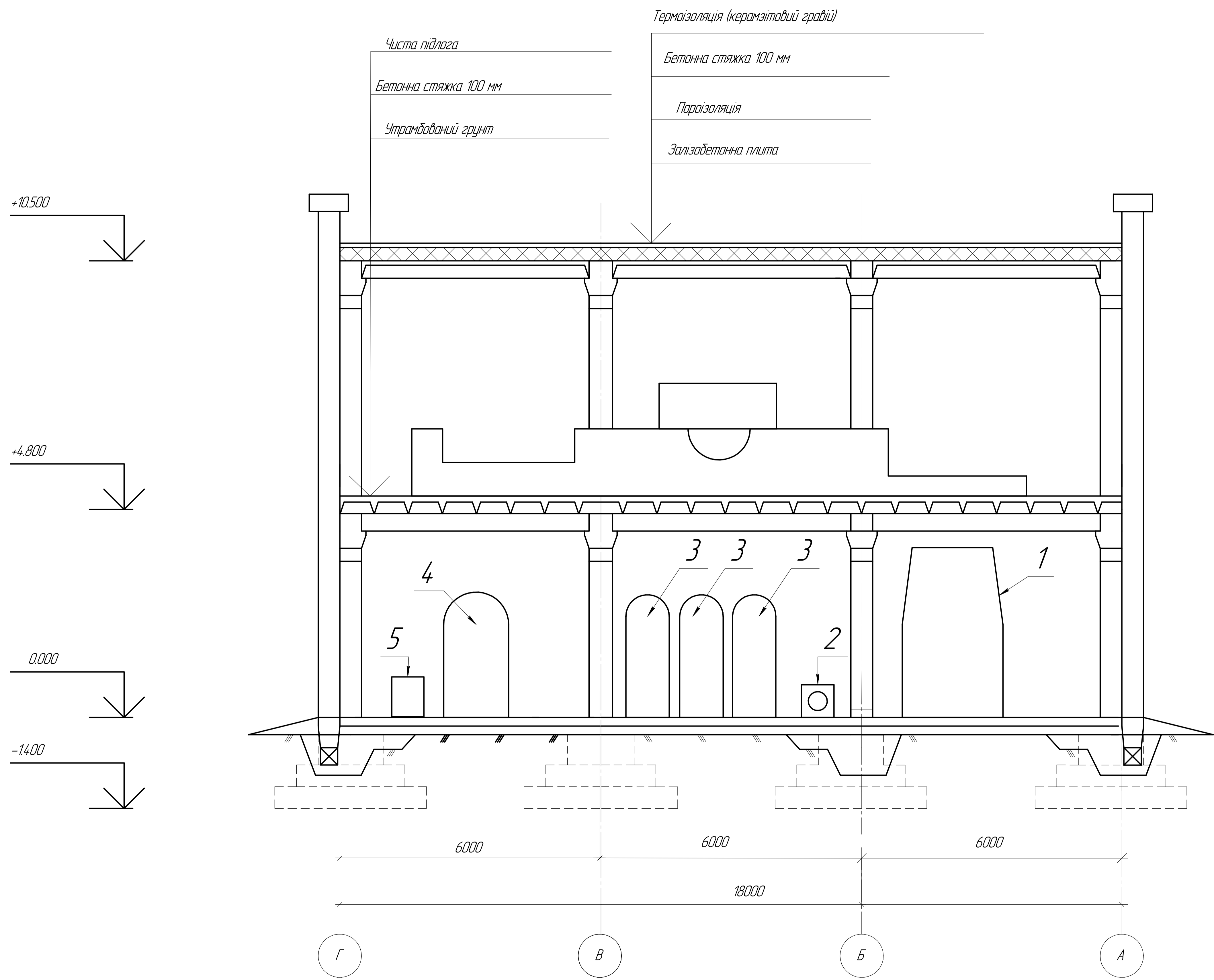
11-1

Контракт № 1/21 Чарльз Вердін © 2022 ООО "АКВА-САН" - Системы прerinтационной очистки воды. Все права защищены.
 Вид, № подл. План, и дата. Взам. инв. № Т. Инв. № докум. Подп. и дата.

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва питної очищеної продуктивністю 10м3/добу											
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>Розріз 1-1</p> <table border="1"> <tr> <td>Лист</td> <td>Масштаб</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> </table>	Лист	Масштаб	150	Лист	Листов	1
Лист	Масштаб	150									
Лист	Листов	1									
Разраб.	Терчицкий М.И.										
Проект.	Шульга С.А.										
Т.контр.											
И.контр.					НУХТ ННХТ						
Этб.	Карпович И.В.				Формат А1						

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва води питної очищеної продуктивністю 10м3/добу

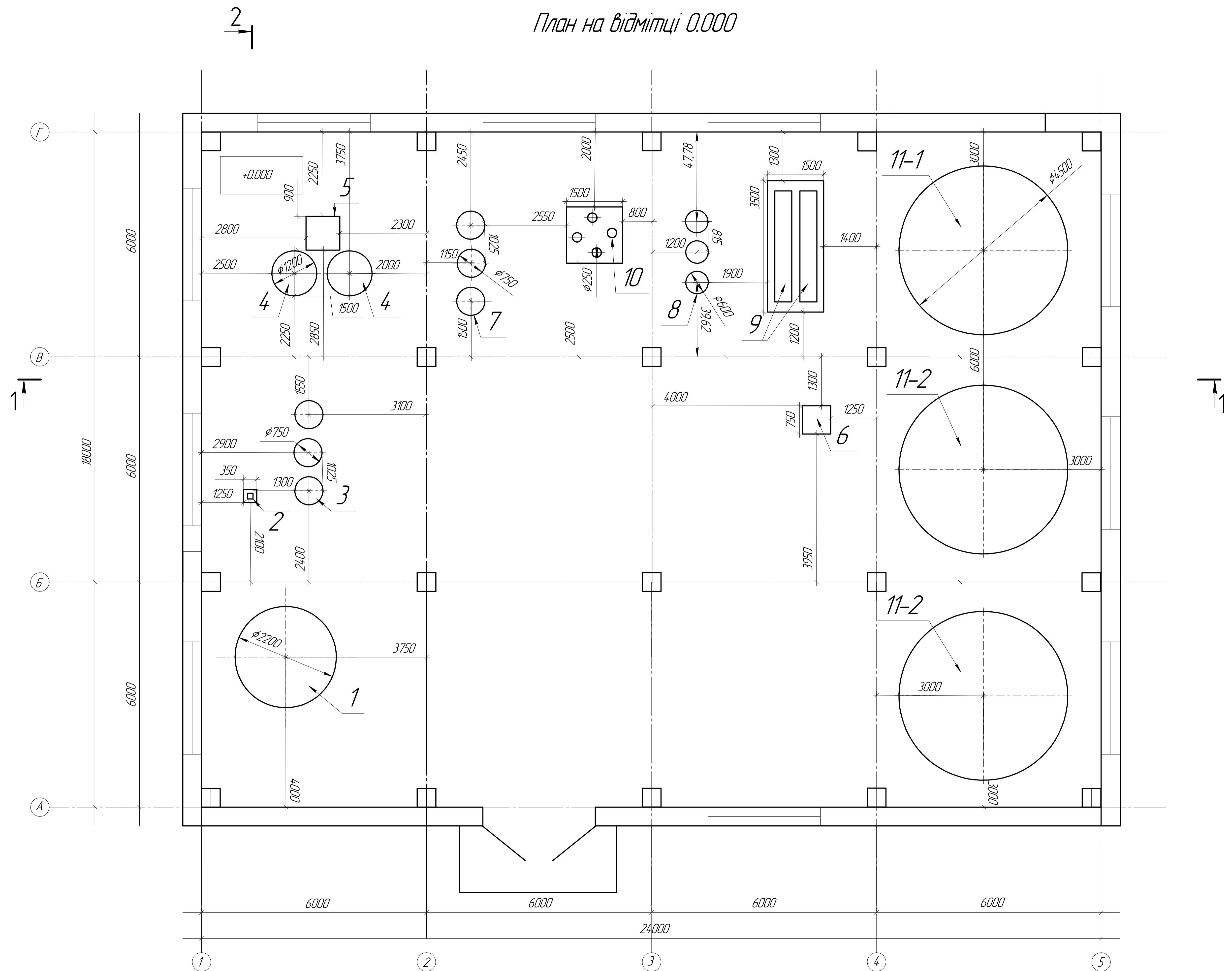
Розріз 2-2



Контракт № 1/21-УкрВодВелик © 2022 ООО «АКВА-САН»-Системы очистки воды. Разраб. Все права защищены. Не для коммерческого использования

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва води питної очищеної продуктивністю 10м3/добу				Лист	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Масштаб
Разраб.	Тертицкий М.И.				1:50
Проб.	Шульга С.А.				
Т.контр.					
И.контр.					
Утв.	Карпович И.В.				
Розріз 2-2				Лист	Листов 1
				НУХТ ННХТ	
Копирайт				Формат	A1

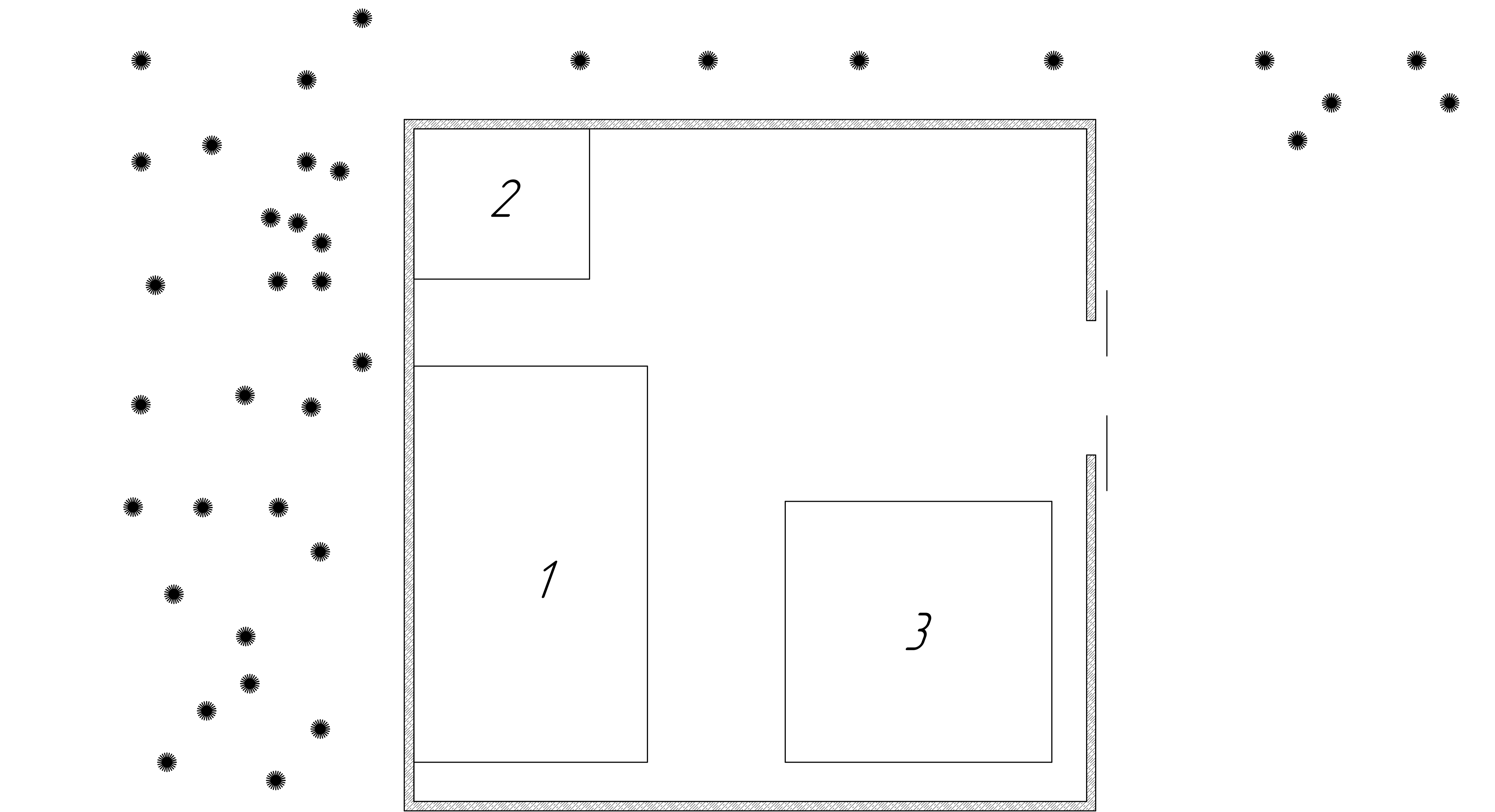
План на відмітці 0.000



Контракт № 2/14-УкрВодВелик © 2022 ООО «АКВА-Сана» пр. Реконструкції, Рівня. Все права захищено
 Назва, № проєкту, Вид, № відп. Етап, дата, Підп. і дата, Період, примеч.

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва питної очищеної продукції продуктивністю 10м3/добу			
Изм./Лист	№ док.и	Подп.	Дата
Разраб.	Терещук М.Л.		
Проб.	Шульга С.А.		
Т.контр.			
Исполн.			
Этп.	Карпович И.В.		
План на відмітці 0.000			
Лист	Масштаб	Масштаб	
1	1:50	1:50	
Лист		Листов	
1		1	
НУХТ ННІХТ			
Формат А1			

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва води питної очищеної продуктивністю 10м3/добу



Сторінка №
Перед. примірник

Лист №
Варіант №
Лист №
Лист №

Номер	Назва	Кількість	Позначка
1	Виробничий цех	1	
2	Щитава	1	
3	Адміністративна будівля	1	
4	Дерева		

Удосконалення технології підготовки води на ТМ Аква Сана з використанням мембранних способів для виробництва води питної очищеної продуктивністю 10м3/добу				Лист	Масштаб	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	План на відмітці 0.000	
Разраб.	Терещук М.І.				1	150
Проб.	Шульга С.А.				Лист	Листов 1
Т.контр.					НУХТ ННХТ	
Н.контр.					Копирайтер	
Утв.	Карпович І.В.				Формат А1	

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

**90th
International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April, 11–12 2024

Part 1

Kyiv, NUFT, 2024

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

**90-та
Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"**

11–12 квітня 2024 р.

Частина 1

Київ НУХТ 2024

90th International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 11–12, 2024. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 90th International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

It was considered the problems of improving existing and creating new energy and resource saving technologies for food production based on modern physical and chemical methods, the use of unconventional raw materials, modern technological and energy saving equipment, improve of efficiency of the enterprises, and also the students research work results for improve quality training of future professionals of the food industry.

The publication is intended for young scientists and researchers who are engaged in definite problems in the food science and industry.

ISBN 978-966-612-317-9

© NUFT, 2024

Матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 11–12 квітня 2024 р. – Київ: НУХТ, 2024. – Ч.1. – 439 с.

Видання містить матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті".

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енерго- та ресурсощадних технологій для виробництва харчових продуктів на основі сучасних фізико-хімічних методів, використання нетрадиційної сировини, новітнього технологічного та енергозберігаючого обладнання, підвищення ефективності діяльності підприємств, а також результати науково-дослідних робіт студентів з метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців харчової промисловості.

Розраховано на молодих науковців і дослідників, які займаються означеними проблемами у харчовій науці та промисловості.

ISBN 978-966-612-317-9

© НУХТ, 2024

Зміст

Introduction	7
1. Technology of functional ingredients and new food.....	9
2. Foodstuff expertise	69
3. Technology of bread, pastry, pasta and food concentrates	110
4. Grain processing technology	142
5. Technology of sugars, polysaccharides and water treatment.....	162
6. Technology of fermentation and wine.....	196
7. Technology of preservation	220
8. Technology of meat and meat products.....	254
9. Technology of milk and dairy products.....	308
10. Technology of fats and perfumery-cosmetic products	328
11. Ecology and sustainable development	340
12. Biotechnologies and bioengineering.....	366

Content

Передмова.....	7
1. Технологія функціональних інгредієнтів та нових харчових продуктів.....	9
2. Експертизи харчових продуктів.....	69
3. Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.....	110
4. Технологія переробки зерна.....	142
5. Технології цукру, полісахаридів і підготовки води.....	162
6. Технологія продуктів бродіння і виноробства.....	196
7. Технологія консервування.....	220
8. Технологія м'яса і м'ясних продуктів.....	254
9. Технологія молока і молочних продуктів	308
10. Технологія жирів та парфумерно-косметичних виробів.....	328
11. Екологія і сталий розвиток	340
12. Біотехнології та біоінженерія.....	366

20. Ефективні методи очищення води як невід'ємна складова стратегії збереження якості водних ресурсів

Михайло Тертичний, Світлана Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Забруднення водних ресурсів на сучасному етапі є серйозною проблемою, яка потребує негайного вирішення. Розвиток ефективних методів водоочищення є критично важливим для збереження якості водних ресурсів і забезпечення здоров'я населення.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є вода з різних природних джерел (річки, озера) та водопровідна вода. Основним методом дослідження є комплексний аналіз літературних джерел.

Результати. Розвиток ефективних методів водоочищення є критично важливим для збереження якості водних ресурсів. Застосування новітніх методів водоочищення сприяє зменшенню забруднення водних джерел і покращенню якості життя населення.

Зважаючи на постійне зростання світового населення та індустріалізацію, попит на чисту воду стає все більш актуальним завданням.

Надмірне забруднення водних джерел викликає серйозні проблеми для природних екосистем, а також загрожує здоров'ю людей, особливо тих, хто мешкає в регіонах з обмеженим доступом до чистої води.

Розробка новітніх методів водоочищення стає великою потребою для вирішення цих проблем.

При цьому важливо звернути увагу на розвиток державної політики та міжнародних угод, спрямованих на збереження водних ресурсів та забезпечення їх доступності для всіх.

Ініціативи щодо освіти та свідомого споживання води також можуть відігравати ключову роль у зменшенні забруднення водних джерел і збереженні водних екосистем для майбутніх поколінь.

Ефективні методи очищення води відіграють ключову роль у збереженні якості водних ресурсів, забезпеченні здоров'я населення та збереженні екологічної стійкості водних екосистем.

Класична технологія очищення річкової води ґрунтується на використанні у якості коагулянту сульфату алюмінію. В результаті підвищених вимог до вмісту залишкового алюмінію у питній воді через його нейротоксичність, виникає питання про заміну алюмоємних коагулянтів на залізоємні (наприклад, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 та ін), які є більш безпечними та економічно вигідними, але при цьому їх використання дозволяє отримувати воду високої якості.

Висновки. Отже, розвиток ефективних методів водоочищення є невід'ємною складовою стратегії збереження якості водних ресурсів. Це вимагає поєднання наукових досліджень, технологічного розвитку, ефективною державної політики та свідомого споживання водних ресурсів.

Література

1. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022.
2. Деменюк, О. М., Шульга, С. А., & Бабич, І. М. (2023). Застосування залізоємних коагулянтів для очищення річкової води у холодну пору року. Гаврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (4), 200-207. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.25>.



**V Міжнародна науково-практична
конференція**

**«ПЕРСПЕКТИВИ МАЙБУТНЬОГО ТА
РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ
ВОДОПІДГОТОВКИ»**

Київ НУХТ 2024

ISBN ISBN 978-966-612-345-2

Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки:
Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 14 – 15 листопада
2024 р. — К.: НУХТ, 2024. — 173 с.

Future prospects and present realities in water treatment technologies: Materials of the 5th International Scientific and Practical Conference. Kyiv, November 14-15, 2024. — К.: NUFT, 2024. — 173 p.

Подано сучасні підходи до вирішення питань технології підготовки питної води. Означено актуальні питання впливу фізико-хімічних властивостей води на процеси водопідготовки, інноваційні підходи до вирішення проблем якості та безпечності питної води, підвищення ефективності процесів її підготовки. Розглянуто аспекти водопідготовки у харчових виробництвах.

Presented are modern approaches to solving drinking water treatment technology issues. Current issues of the influence of physical and chemical properties of water on water treatment processes, innovative approaches to solving problems of drinking water quality and safety, and increasing the efficiency of water preparation processes are identified. Aspects of water treatment in food production are considered.

Редакційна колегія: к.т.н., доц. С.В. Токарчук, д.т.н., проф. Н.А. Гусятинська, к.т.н., доц. Карнович І.В., д.х.н., с.н.с. Л.О. Мельник, к.т.н. Н.М. Чернова (відповідальний секретар)

*Рекомендовано Вченою радою НУХТ Протокол № 3 від 31 жовтня 2024 р.
Матеріали конференції видано в авторській редакції*

ISBN ISBN 978-966-612-345-2

©НУХТ, 2024

ЗМІСТ

Секція 1. Актуальні питання впливу фізико-хімічних властивостей води на процеси водопідготовки.....17

1. ВИЗНАЧЕННЯ БІОДОСТУПНИХ ФОРМ АЛЮМІНІЮ У ПИТНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ПРИРОДНИХ ВОДАХ

¹Сергій Сухарев, ¹Оксана Сухарева, ²Руслан Марійчук

¹*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна*

²*Університет в Прешові, м. Прешов, Словаччина.....18*

2. EFFECT OF SHORT CHAIN ALCOHOL ON SURFACTANT PERFORMANCE IN AQUEOUS SOLUTIONS AND SUSPENSIONS

Nina M. Kovalchuk^a, Pavlina Basarova^b, Artur Sergunin^b, Eugene V. Aksenenko^c, Mark J.H. Simmons^a

^a*School of Chemical Engineering, University of Birmingham, UK*

^b*Department of Chemical Engineering, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic*

^c*Institute of Colloid and Water Chemistry NASU, Kyiv, Ukraine.....20*

3. GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES FOR WATER PURIFICATION

Ruslan Mariychuk¹, Romana Smolkova¹, Adriana Eliasova¹, Lyudmyla M. Grishchenko², Vladyslav V. Lisnyak³

¹*Department of Ecology, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Presov, Presov, Slovakia*

²*Department of Physical Chemistry, Faculty of Chemistry, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

³*Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.....22*

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВОДНОЇ СИСТЕМИ НА ДИСПЕРСНО-ФАЗОВИЙ РОЗПОДІЛ ОРГАНІЧНИХ ЕКОТОКСИКАНТІВ

МаксимГорбань, МихайлоМілюкін

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,

бул. Академіка Вернадського 42, Київ, Україна.....24

Секція 2. Інноваційні підходи до вирішення проблем якості та безпечності питної води.....27

5. ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВНИХ МЕМБРАН,МОДИФІКОВАНИХ АЕРОСИЛОМ, ДЛЯ ЗНЕФТОРЕННЯ ВОДИ

Тетяна Дульнева, Людмила Деремешко

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....28

6. SILICA-SUPPORTED FLUORESCENT SENSOR FOR DOXYCYCLINE WITH ENHANCED SENSITIVITY UTILIZING RARE EARTH METAL IONS

Olha Semeshko^{1,2}, Inna Melnyk¹

¹Institute of Geotechnics SAS, Košice, Slovak Republic

²Kherson National Technical University, Khmelnytskyi, Ukraine.....31

7. RESEARCH ON THE USE OF FERRITES MFe₂O₄ (M= Ni, Mn, Zn)FOR THE PHOTOCATALYTIC DECOMPOSITION OF METHYLENE BLUE IN WATER

Frolova L., Olkhov K., Zavoloka M., Rodin D., Nikitin M.

Ukrainian State University of Science and Technology.....35

8. ОЧИЩЕННЯ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНИМИ МЕМБРАНАМИ З ДЕРЕВИНИ

Людмила Мельник, Тетяна Дульнева, Людмила Деремешко

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....36

9.TUNING SELECTIVITY FOR PERCHLORATE DETERMINATION IN WATER AND SOIL EXTRACTS

Yuliya Mazna, Oleg Zuy

A.V. Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.....39

10. ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВИЩЕРОЗТАШОВАНИХ ПРИТОКІВ

¹Світлана Коваленко, ¹Роман Пономаренко, ²Елеонора Дармофал

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

²Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «Харківський авіаційний інститут».....42

11. НОВІ АНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН У ВОДАХ

¹ЖолтКормош, ¹Наталія Горбатюк, ²Оксана Юрченко, ²Тетяна Савчук,

²Сергій Супрунович, ³Наталія Кормош, ^{4,5}Володимир Ткач

¹Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Умань, Україна

²Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

³Луцький базовий фаховий медичний коледж, Луцьк, Україна

⁴Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

⁵Факультет інженерії університету Порту, Порту, Португалія.....45

12. AMINO-CONTAINING ORGANOSILICAS AS SORBENTS FOR THE RARE-EARTH ELEMENTS

Veronika Tomina¹, Nataliia Stoliarchuk¹, Olha Semeshko², Inna Melnyk²

¹Chuiko Institute of Surface Chemistry of NAS of Ukraine,

²Institute of Geotechnics of Slovak AS.....48

13. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЯКОСТІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НАУКОМЕТРИЧНОЇ БАЗИ SCOPUS

¹Мар'яна Швець,¹Богдан Сокіл, ¹Софія Сверстюк,¹Галина Гуменюк,²Андрій Сверстюк

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль.

²Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

.....51

14. РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Дмитро Стрижак, Наталія Гусятинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....55

15. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ БІСМУТУ У ВОДІ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУН-ЕТЕРІВ

¹Олег Кроніковський, ²Наталія Стаднічук

¹Національний університет харчових технологій

²ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ.....58

**16. АЛЬТЕРНАТИВНІ СПОСОБИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Василь Сидор

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....60

**17. РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ
УМОВАХ**

Максим Бажал, Олена Кушнір, Тетяна Кучма, Річард Марііта

Неприбуткова організація UV4Good, США, Чикаго.....61

**18. ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ПРИРОДНИХ ВОД НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ
ESCHERICHIA COLI ТА CANDIDA ALBICANS ЕКОЛОГІЧНО
БЕЗПЕЧНИМИ РЕАГЕНТАМИ**

Людмила Мельник, Олена Болгова, Ганна Ульянова

*Інститут колоїдної хімії і хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
м. Київ, Україна.....63*

19. APPLICATION OF LASER-INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS) FOR WATER QUALITY MONITORING

Iryna Goncharova^{1,2}, Dominique Guichaoua¹, Bouchta Sahraoui¹

University of Angers, UMR CNRS, Angers, France

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine.....66

**Секція 3. Підвищення ефективності процесів підготовки питної води.
Фізико-хімічні та біологічні аспекти очищення питної води.....69**

**20. КОМПОЗИТНИЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВІ КЛИНОПТИЛОЛІТУ
ТА МАГНЕТИТУ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ¹³⁷CS ТА ⁹⁰SR З ВОДНИХ
РОЗЧИНІВ**

Світлана Кобець, Олександр Косоруков, Галина Пшинко

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
Київ, Україна.....70*

**21. ГЛИБОКА ДЕКТРУКЦІЯ ГУМІНОВОЇ КИСЛОТИ В
НЕЙТРАЛЬНОМУ ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ В ГОМОГЕННІЙ
ФОТОКАТАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ**

**Віра Вакуленко, Ірина Столярова, Юлія Швадчина, Владислав
Гончарук**

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
Київ, Україна.....73*

22. ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ДЛЯ *DAPHNIA MAGNA* РЕАКЦІЙНИХ СУМІШЕЙ ПІСЛЯ ФОТОХІМІЧНОГО ТА ФОТОКАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ГУМІНОВОЇ КИСЛОТИ ПЕРОКСИДОМ ВОДНЮ

Андрій Головков, Ірина Столярова, Віра Вакуленко

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....76

23. СОРБЕНТИ НА ОСНОВІ КЛИНОПТИЛОЛІТУ З ДОДАТКОВИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Зеновій Знак, Марта Пиріг, Мар'ян Мацьків, Тарас Матвіїв

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.....79

24. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АКРИЛАМІДУ У ФЛОКУЛЯНТІ ТА ВОДІ ПИТНІЙ

¹Наталія Стаднічук, ¹Ольга Макарова, ²Олег Кроніковський

¹ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», Київ, Україна

²«Національний університет харчових технологій», Київ, Україна.....81

25. BIOSYNTHESIZED MAGNETIC NANOPARTICLES: ECO-FRIENDLY ADSORBENTS FOR EFFECTIVE WATER PURIFICATION

¹Samuel García García, ²Tetiana Hubetska, ²Natalia Kobylinska, ¹Santiago Garcia-Granda

¹University of Oviedo - CINN(CSIC), Oviedo, Spain

²A.V. Dumansky Institute of Colloid and Water Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.....82

26. TESTING OF MODIFIED ACTIVATED CARBONS FOR REMOVAL OF SULPHIDE AND NITRITE IONS FROM WATER

Raisa Nastas, Irina Ceban, Tatiana Goreacioc, Tudor Lupascu

Institute of Chemistry of Moldova State University, Chisinau, Republic of Moldova.....84

27. USE OF PHMG DERIVATIVES IN MILITARY FIELD CONDITIONS

Taras Nizhnik¹, Tatyana Strikalenko²

¹National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky KPI", Kyiv, Ukraine

²Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine.....88

Секція 4. Водопідготовка у харчових виробництвах: стан та перспективи розвитку.....91

28. STUDY OF FILTERING PROPERTIES OF OBSIDIAN AND FLINT IN WATER CONDITIONING

Iryna Samchenko, Inna Karpovych

National University of Food Technologies.....92

29. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРУВАННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОКОСОВОГО АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ

Ірина Самченко, Світлана Олійник

Національний університет харчових технологій.....93

30. ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ЗАЛІЗА І МАРГАНЦЮ У ВИРОБНИЦТВІ АЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Світлана Олійник, Захарій Палійчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....94

31. ФІЛЬТРУВАННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АНТРАЦИТОВИХ ФІЛЬТРАНТІВ

Світлана Олійник, Богдан Дем'янов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....96

32. ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ ТА НАПРЯМИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ НА ШЛЯХУ УКРАЇНИ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

¹Володимир Кухар, ¹Олександр Чернявський, ¹Віталій Саповський,

²Олександр Кухар, ³Людмила Чернявська

¹ТОВ «КОМПАНІЯ «ТМА», м.Київ

²Яготинський механічний завод

³ІнститутпродовольчихресурсівНААНУкраїни.....97

33. WAYS TO IMPROVE THE DESIGN AND OPERATING PARAMETERS OF THE DESALINATION FREEZING PLANT

Bogdan Vasyliv, Volodymyr Doroshenko, Oleh Vasyliv

Odesa National Technological University, Ukraine.....100

Секція 5. Впровадження мембранних технологій для поліпшення якості питної води та напівпродуктів харчових вироб-ництв.....103

34. ВИЛУЧЕННЯ СУ ЗІ ШЛАМУ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ НА ЕЛЕКТРОДІ

Роман Кліщенко, Раїса Чеботарьова, Сергій Ремез

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського Національної Академії Наук України, м. Київ.....104

35. АНАЛІЗ ВІДНОВЛЕНОГО ЯБЛУЧНОГО СОКА МЕТОДОМ ЯДЕРНОГОМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ

Алла Коваль, Марія Гребень, Тетяна Євтушенко, Таміла Адамчук

Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І.Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна.....107

36. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗНО-МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СЛАБОАКТИВНИХ РАДІОАКТИВНИХ ВОД

Сергій Гузій¹, Віталіна Лук'янова¹, Віктор Ніколенко¹, Олександр Пугач¹, Артем Вознищик¹, Ірина Машкіна², Тетяна Носенко²

¹Державна установа Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, Київ, Україна

²Київський столичний університет ім. Б. Грінченка, Київ, Україна.....110

37. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИДАЛЕННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ РІЗНОЇ ХІМІЧНОЇ ПРИРОДИ З ВОДИ В ПРОЦЕСІ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ

Людмила Мельник, Олена Хмельницька, Ольга Семінська, Маргарита Балакіна

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, м. Київ, Україна.....112

38. ОЧИЩЕННЯ ВОДИ Р. ДНІПРО МЕТОДОМ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ

Ольга Семінська, Маргарита Балакіна, Людмила Мельник, Олена Хмельницька

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....115

Секція 6. Бутильовані води: нові види продукції, технології, якість, безпечність, фізіологічна повноцінність.....119

39. РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ БУТИЛЬОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ

Ліза Личкун, Дарія Дунда, Тетяна Чорна

Державний податковий університет, Ірпінь, Україна.....120

40. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПОЇВ НА ОСНОВІ КРЕМНІЙВМІСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Олена Коваленко, Роман Березецький

Одеський національний технологічний Університет, Одеса, Україна...123

41. СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ЯК ІННОВАЦІЯ МАРКЕТИНГУ ФАСОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Тетяна Стрікаленко

Одеський національний технологічний університет, Одеса, Україна...126

42. МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЇ ФАСОВАНИХ ВОД

Тетяна Стрікаленко

Одеський національний технологічний університет, Одеса, Україна....128

Секція 7. Водооборотні системи в промисловості та енергетиці. Очищення промислових стічних вод.....130

43. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ АФМ В ПРОЦЕСІ КОНТАКТНОЇ КОАГУЛЯЦІЇ ПРИ ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ З ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА

Іван Потапчук, Наталія Гусятинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....131

44. ОТРИМАННЯ РЕАГЕНТІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ФОСФАТІВ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ, ЩО МІСТЯТЬ СПОЛУКИ ЗАЛІЗА

Кожура Олег, Цибуля Євген, Ярошенко Вікторія, Лахман Марія

ННІ «Український Державний Хіміко-Технологічний Університет».....133

45. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОГО ФОТООЗОНУВАННЯ НА СТУПІНЬ ФОТОКАТАЛІТИЧНОЇ ДЕКТРУКЦІЇ НІАР У ВОДОПРОВІДНІЙ ВОДІ

Юлія Швадчина, Віра Вакуленко

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....135

46. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ СТОКІВ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Богдан Целень, Олександр Ободович, Анна Недбайло, Любов Гоженко, Наталія Радченко

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, Україна.....138

47. СОНОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИТУ “НАНОЧАСТИНКИ Cu_2O -КЛИНОПТИЛОЛІТ” ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АКТИВАЦІЇ ПЕРІОДАТИВ В ОКИСНЮВАЛЬНІЙ ДЕГРАДАЦІЇ МОНОАЗОБАРВНИКА ACID RED 14

Юрій Сухацький, Роман Мних, Володимир Цимбалюк, Мартин Созанський

Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна....139

48. ВПЛИВ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ПІДПРИЄМТСТВА ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

¹Надія Климова, Юрій Горбачов, Мальцев Богдан,

²Олексій Хлопицький, Ігор Коваленко, Наталія Макаренченко

¹ІНІ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

²Український державний університет науки і технологій, Дніпро.....142

Секція 8. Еколого-економічні аспекти раціонального водокористування.....144

49. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ БАСЕЙНУ РІЧКИ СТРИЙ

Людмила Роман, Сергій Сухарев

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна...145

50. ЯКІСТЬ, БЕЗПЕЧНІСТЬ ТА ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ В РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ В УКРАЇНИ

Андрусишина Ірина

ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», Київ,

Україна.....147

51. MONITORING AND INNOVATIVE METHODS IN WATER TREATMENT. THEIR ROLE IN ENSURING THE ENVIRONMENTAL STABILITY OF NATURAL ECOSYSTEMS

Mykhailo Tertychnyi, Svitlana Shulga

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine.....149

52. ЦЕЛЮЛОЗНИЙ ФІЛЬТР МОДИФІКОВАНИЙ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИМ КОМПОЗИТОМ НА ОСНОВІ ВУГЛЕЦЕВИХ СОРБЕНТІВ ТА ОКСИДУ ЗАЛІЗА

Коломієць Є.О.¹, Рождественська Л.М.¹, Куделко К.О.¹, Яценко Т.В.¹

¹V.I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.....150

**53. ЩО НАСПРАВДІ ВІДБУЛОСЯ У СЕЙМІ У СЕРПНІ 2024 Р.:
ЧУТКИ І РЕАЛЬНІСТЬ**

Наталія Осадча, Андрій Орещенко, Ірина Пальваль

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ, Україна.....153

**54. ПИТНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ
НА ШЛЯХУ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

¹Наталія Гусятинська, ²Тетяна Чорна, ³Agnieszka Dziubińska

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Державний податковий університет, Ірпінь, Україна

³Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Польща.....156

**55. МОНІТОРИНГ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ,
ПОЛІХЛОРОВАНИХ БІФЕНІЛІВ ТА ПОЛІЦИКЛІЧНИХ
АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ У ПОВЕРХНЕВІЙ ВОДІ Р. ДНІПРО**

Михайло Мілюкін, Максим Горбань

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ, Україна.....158

**56. ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF RAINWATER
COLLECTION AND USE**

Olena Kovalenko

Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine.....160

**57. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ
ПІДЗЕМНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ
МАТЕРІАЛІВ**

Тарас Кузуб

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....163

**58. ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ДРУГОГО (МАГІСТЕРСЬКОГО)
РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 181 «ХАРЧОВІ
ТЕХНОЛОГІЇ» ТА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ТЕХНОЛОГІЇ ЦУКРІВ, ПОЛІСАХАРИДІВ І ПІДГОТОВКИ ВОДИ
У ПРОМИСЛОВИХ ТА КРАФТОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ»**

Інна Карпович, Наталія Гусятинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....165

монографія./ автори Андрусишина І.М., Бурлакова В.С., Василюк С.Л., Дрікер Ю.Д., Косогін О.В., Косогін І.В., Мітченко Т.Є., Мудрик Р.Я., Орестов Є.О., Поляков В.Р., Стеценко В.В., Шахновський А.М; під ред. Т. Е. Митченко. -Київ : КПІ імГоряСікорського, 2024. 376С.

3. Rosborg I. Drinking water minerals and mineral balance[F.Kozisek, I.Rosborg, O.Selinus, M.Ferrante, D.Jovanonic].-SIP.: Switzerland, 2015. 105 p.

4. Lindsey B. D. Lithium in groundwater used for drinking-water supply in the United States. / Lindsey B. D. et al. // *Science of the Total Environment*. 2021. Т. 767. P.144691. [https://doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144691].

5. Environmental impact of metals resulting from military training activities: a review./ Barker, A.J., Clausen, J.L., Douglas, [et all.] // *Chemosphere*, 2021. 265.129110. [https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129110].

6. Lithium in drinking water / Resourse for ptimacyagencies EPA 815-F-23-007, Office of Water (MS-140), 2023 p. 6

7. Koelmans, A.A.; Mohamed Nor, N.H.; Hermsen, E.; Kooi, M.; Mintenig, S.M.; De France, J. Microplastics in freshwaters anddrinking water: Critical review and assessment of data quality. //*Water Res.*2019, 155, P.410–422.[https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054].

8. Gębka K., Bełdowski J., Bełdowska M. The impact of military activities on the concentration of mercury in soils of military training grounds and marine sediments.//*Environ SciPollut Res Int*. 2016. 23,22. 23103–23113. [https:// doi: 10.1007/s11356-016-7436].

9. Jarvis A.L., JusticeJ.R., Elias M.C., Schnitker B., Gallagher K. Perfluorooctane Sulfonate in US Ambient Surface Waters: A Review of Occurrence in Aquatic Environment sand Comparison to Global Concentrations //*EnvironmentalToxicologyandChemistry*. 2021. V. 40, N. 9. P. 2425–2442, [https:// DOI: 10.1002/etc.5147].

Monitoring and innovative methods in water treatment. Their role in ensuring the environmental stability of natural ecosystems

Mykhailo Tertychnyi, Svitlana Shulga

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Ensuring clean water is crucial for public health and environmental stability. Traditional water treatment methods require replacement with safer technologies. Monitoring programs and innovations play a key role in achieving sustainable development in the water treatment sector.

Materials and Methods. The study material consists of water samples from various sources (rivers, lakes, tap water). The primary research method is a comprehensive analysis of literary sources.

Results. Effective water treatment methods are essential for preserving water quality, ensuring public health, and maintaining the ecological stability of water ecosystems. With increasing urbanization, industrialization, and global population growth, the demand for clean water becomes ever more critical. Water pollution

causes serious problems for natural ecosystems and human health, especially in regions with limited access to clean water.

The use of effective water quality monitoring programs is a vital tool for preventing pollution and ensuring compliance with water quality standards. These programs should be based on clearly defined goals, include planning for sampling locations and frequency, and consider available resources for analyses and data processing. It is essential to identify pollution impacts and trends in water quality changes.

The application of innovative methods in water treatment is crucial for sustainable development in the sector. For example, replacing health-hazardous aluminum-based coagulants with safer and more efficient iron-based coagulants ensures high-quality water without health risks. This is part of international initiatives to improve water treatment standards.

It is also important to develop public policies promoting conscious water consumption, which plays a significant role in preserving water resources for future generations, contributing to sustainable development and improving the quality of life.

Conclusions. The development and implementation of effective water treatment methods are critical for providing drinking water, which is the foundation of public health and the ecological stability of natural ecosystems. Water monitoring programs help detect pollution and assess the impact of human activities on water resources. Achieving sustainable development requires a combination of innovations in water treatment, effective government regulation, and increasing environmental awareness among the population.

List of References.

1. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022.

УДК 628.16

Целюлозний фільтр модифікований органо-неорганічним композитом на основі вуглецевих сорбентів та оксиду заліза

Коломієць Є.О.¹, Рождественська Л.М.¹, Куделко К.О.¹, Яценко Т.В.¹

¹*V.I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Вступ. Фільтрувальні матеріали на основі целюлози завдяки відновлюваності та здатності до біологічного розкладання демонструють високий потенціал для застосування в процесах очищення емульгованих маслянистих стічних вод, розділення нафти і води тощо. Перевагою використання целюлозної основи є висока пористість, гнучкість, екологічність та доступність сировини [1]. До основних недоліків слід віднести низьку механічну міцність в вологому стані та низькі роздільні властивості. Тому створення композиційних фільтрів на основі целюлози з заданими параметрами