МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директорка інституту	Завідувач кафедри
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО	_____Анатолій КУЦ
« » лютого 2023 р.	« » лютого 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
із спеціальності 181 «Харчові технології»

на тему: **«Удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії»**

Виконав: здобувач 2 курсу,
групи групи ТБ-2-7М Велигорський Данило Олегович

Керівник Олійник Світлана Іванівна _____

Рецензент Міщенко Олексій Семенович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

_____Данило ВЕЛИГОРСЬКИЙ

Київ - 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства
_____Анатолій КУЦ
« 31 » серпня 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Велигорському Данилу Олеговичу

1. Тема роботи: **«Удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії»**
Керівник роботи: Олійник Світлана Іванівна д.т.н., доцент
затверджені наказом вищого навчального закладу від 26 жовтня 2022 р. №872-КС 2.
2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали, зібрані під час преддипломної практики
2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт
3. Проаналізувати сучасні матеріали та схеми очищення води фільтруючим матеріалом комплексної дії
4. Дослідити ефективність застосування фільтруючого матеріалу комплексної дії для одержання підготовленої води у виробництві горілок

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ 1. Сучасний стан технології кондиціювання води (аналітичний огляд). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Наукове обгрунтування удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії (експериментальна частина). 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Таблиці з результатами досліджень – 15
Графіки з результатами досліджень – 3

6. Консультанти з розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	

Дата видачі завдання 26 жовтня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.22-29.10.22	виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.22-4.11.22	виконано
	1-а атестація	**5.11.2022**	виконано
3.	Експериментальні дослідження фільтруючого матеріалу комплексної дії	05.11.22-17.12.22	виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.22-22.12.22	виконано
	2-а атестація	**23.12.22**	виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.22-30.12.22	виконано
6.	Дослідження ефективності кондиціювання води фільтруючого матеріалу комплексної дії	31.12.22-06.01.23	виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	07.01.23-13.01.23	виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25.01.23-31.01.23	виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.23-03.02.23	виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.23-07.02.23	виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	08.02.23-10.02.23	виконано
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач Данило ВЕЛИГОРСЬКИЙ

Керівник роботи, професор Світлана ОЛІЙНИК

АНОТАЦІЯ

Велигорський Данило Олегович «Удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії».

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва фільтруючим матеріалом комплексної дії.

Загалом існує велика потреба для нових і економічно ефективних матеріалах та технологічних процесіх для кондиціювання води у технології лікеро-горілчаного виробництва.

Метою роботи є удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії.

Досліджено основні показники якості фільтруючого матеріалу комплексної дії. Подано фізико-хімічні, сорбційні та іонообмінні властивості досліджуваного матеріалу.

Приведено методологію дослідження кондиціювання води фільтруючим матеріалом комплексної дії. Подано методики кількісного визначення досліджуваних сполук за їх сумісної присутності.

Представлено дослідження кондиціювання води фільтруючим матеріалом комплексної дії та показано соціально-економічну ефективність. Розроблено математичну модель процесу кондиціювання води та одержано математичне рішення

Роботу викладено на 61 сторінках друкованого тексту, містить 15 таблиць і 3 рисунки, 2 Додатки.

Ключові слова: лікеро-горілчане виробництво, вода, фільтруючий матеріал, кондиціювання, ефективність

ANNOTATION

Velyhorsky Danylo Olegovich "Improvement of water conditioning technology for liquor-vodka production with the use of filter material of complex action."

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 181 "Food technologies" of the educational program "Technologies of fermentation products and winemaking". National University of Food Technologies, Kyiv, 2023.

The qualification work is devoted to the technology of water conditioning for liquor-vodka production with filter material of complex action.

In general, there is a great need for new and cost-effective materials and technological processes for water conditioning in the technology of liquor and vodka production.

The purpose of the work is to improve the technology of water conditioning for liquor and vodka production using filter material of complex action.

The main indicators of the quality of the filter material of complex action were studied. Physico-chemical, sorption and ion exchange properties of the studied material are given.

The research methodology of water conditioning with a filter material of complex action is given. The methods of quantitative determination of the investigated compounds in their simultaneous presence are presented.

The study of water conditioning with a filter material of complex action is presented and the socio-economic efficiency is shown. A mathematical model of the water conditioning process was developed and a mathematical solution was obtained

The work is presented on 61 pages of printed text, contains 15 tables and 3 figures, 2 Appendices.

Key words: liquor and vodka production, water, filter material, conditioning, efficiency

ANOTAÇÃO

Velyhorsky Danylo Olegovich "Melhoria da tecnologia de condicionamento de água para produção de licor-vodca com o uso de material filtrante de ação complexa."

Trabalho de qualificação para obtenção do grau de mestre na especialidade 181 "Tecnologias alimentares" do programa educativo "Tecnologias de produtos de fermentação e vinificação". Universidade Nacional de Tecnologias Alimentares, Kyiv, 2023.

O trabalho de qualificação é dedicado à tecnologia de condicionamento de água para produção de licor-vodca com material filtrante de ação complexa.

Em geral, há uma grande necessidade de materiais e processos tecnológicos novos e econômicos para o condicionamento de água na tecnologia de produção de licor e vodca.

O objetivo do trabalho é aprimorar a tecnologia de condicionamento de água para produção de licor e vodca utilizando material filtrante de ação complexa.

Foram estudados os principais indicadores da qualidade do material filtrante de ação complexa. São apresentadas as propriedades físico-químicas, de sorção e de troca iônica do material estudado.

É dada a metodologia de pesquisa de condicionamento de água com um material filtrante de ação complexa. São apresentados os métodos de determinação quantitativa dos compostos investigados em sua presença simultânea.

É apresentado o estudo do condicionamento de água com um material filtrante de ação complexa e demonstrada a eficiência socioeconômica. Um modelo matemático do processo de condicionamento de água foi desenvolvido e uma solução matemática foi obtida

O trabalho é apresentado em 61 páginas de texto impresso, contém 15 tabelase, 3 figuras, 2 Apêndices.

Palavras-chave: produção de licor e vodca, água, material filtrante, condicionamento, eficiência

ЗМІСТ

ВСТУП.....8

І АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....10
1.1 Аналіз сучасного стану способів фільтрування води у лікеро-горілчаному виробництві.....10
1.2 Аналіз сучасного стану способів сорбційного очищення води для виробництва лікеро-горілчаної продукції.....16
1.3 Використання фільтрувальних завантажень комплексної дії.....20
1.4 Висновки.....27
2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....28
2.1 Матеріали досліджень.....28
2.2 Методи досліджень.....28
2.3 Методика досліджень.....31
2.4 Оброблення результатів дослідження.....31
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІЛЬТРУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ.....32
3.1 Дослідження показників якості вихідної питної води.....32
3.2 Дослідження стійкості та основних фізико-хімічних показників досліджуваного матеріалу Filtrons X2.....34
3.3 Дослідження ефективності застосування фільтр. матеріалу комплексної дії для кондиціювання води у лікеро-горілчаному виробництві.....39
3.4 Висновки.....43
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....44
5 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....46
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....47
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....50
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....54
ДОДАТКИ.....58

					Удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії		
Змн.	Арк	№ документа.	Підпис	Дата			
Виконав		Велигорський Д			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літера.	Арккуш. 6 / Акрушів 61
Перевірив		Олійник С.І					
Н.контр.						НУХТ, ННІХТ, БПБВ ЗТБ-2-1М, 2023	
Зав. каф.		Куц А.М.					

ВСТУП

Стрімка урбанізація суспільства, розвиток переробної галузі промисловості, збільшення об’ємів відходів, викидів і скидів призводить до збільшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Наслідком цього є забруднення довкілля, в тому числі і погіршення якісних та кількісних показників природних вод.

Лікеро-горілчані заводи України користується питною водою, джерелом якої є поверхневі та свердловинні водні об’єкти, тому актуальним є і пошук новітніх технологій кондиціювання води.

У водних об’єктах на сьогодні спостерігається підвищений вміст масової концентрації заліза, марганію, органічних речовин, який набуває критичних значень особливо у весняно-літній період.

До води у лікеро-горілчаному виробництві пред'являються специфічні вимоги щодо вмісту окремих компонентів та інших показників, таких як жорсткість, лужність, окислюваність, pH, сухий залишок, масова концентрація окремих іонів.

Якість горілки багато в чому визначається фізико-хімічними властивостями води, що використовується в технологічному процесі, і зокрема складом мінеральних речовин, від яких значною мірою залежать: харчова цінність, органолептичні переваги — прозорість, смак і стійкість під час зберігання.

Складовою частиною технології лікеро-горілчаного виробництва є підготовка технологічної води, яка впливає на умови виготовлення сортівки, розчинення, гомогенізацію та стабільність інгредієнтів, рецептур, органолептичних показників, а також на стабільність напоїв (формувань помутнінь та осадів). [21]

Мета дослідження – обґрунтування застосування фільтруючих матеріалів комплексної дії для виробництва горілок та лікеро-горілчаних напоїв.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- ✧ вивчити теоретичні аспекти кондиціювання води, зокрема у лікеро-горілчаній галузі;
- ✧ проаналізувати можливості застосування фільтруючих матеріалів комплексної дії для кондиціювання води;
- ✧ розробити математичну модель кондиціювання води фільтруючим матеріалом комплексної дії;
- ✧ встановити вплив застосування фільтруючих матеріалів комплексної дії на соціальну ефективність їх використання;
- ✧ передбачити заходи з охорони праці та цивільного захисту.

Об’єкт дослідження: кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва.

Предмет дослідження: вплив фільтруючих матеріалів комплексної дії під час обробки води для лікеро-горілчаного виробництва.

У кваліфікаційній роботі досліджено науково-прикладну проблему технологічних процесів очищення води фільтруючим матеріалом комплексної дії, що націлено на покращення якості та підвищення інтенсивності механізмів кондиціювання води.

У процесі вирішення цієї проблеми отримано такі нові наукові результати:

- вивчено особливості очищення води та доведено ефективність використання фільтруючого матеріалу комплексної дії для кондиціювання води;
- адекватність розробленої у роботі математичної моделі відповідним процесам очищення підтверджена відповідністю результатів проведених експериментів.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані прикладні результати, які є основою для розв‘язання проблеми кондиціювання води.

Результати дослідження підтверджують необхідність вдосконалення технології лікеро-горілчаного виробництва для підвищення ефективності очищення та покращення властивостей підготовленої води.

Матеріали кваліфікаційної роботи можуть використовуватись у фаховій підготовці здобувачів при викладанні дисциплін «Технології алкогольних напоїв», «Проектування харчових виробництв», «Інновації в технологіях продуктів бродіння і виноробства», при виконанні кваліфікаційних робіт.

Особистий внесок автора полягає в отриманні результатів, викладених у роботі, є основним і полягає у підборі та опрацюванні літературних джерел, виконанні аналізу, проведенні експериментальних досліджень та узагальненні науково-теоретичних і дослідних даних.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи і публікації з теми дослідження.

Результати дослідження було опубліковано у матеріалах (додаток Б): V Міжнародної науково-практичної конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (11-12 листопада 2021 р., м. Київ) та 88 Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (квітень – травень 2022 р. Київ, НУХТ, 2022 р.).

І АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

(аналітичний огляд)

1.1 Аналіз сучасного стану способів фільтрування води у лікеро-горілчаному виробництві

Початкова питна вода рідко відповідає вимогам до води для приготування напоїв, тому її необхідно готувати (виправляти), тобто проводити водопідготовку. Водночас водопідготовка у лікеро-горілчаній галузі має ряд галузевих особливостей:

- джерелом водопостачання, як правило, слугують міські мережі або свердловини, вода в яких повинна бути вже доведена до якості пиття, тому більшість грубих дефектів (запахи, вміст шкідливих) речовин, патогенної мікрофлори) і усунена;
- вкрай небажано введення при очищенні в оброблювану воду хімічних реагентів, сліди яких залишаються в готовому продукті (хлор, фтор, сода та ін.) і згодом можуть позначитися на стійкості напою (особливо кольорового) або його органолептичних властивостях (остання вимога особливо важлива під час випуску тривалого зберігання та в експортному виконанні);
- обмежені площі заводів, як правило, розташованих у міській місцевості не дозволяють застосовувати методи, які вимагають великих виробничих приміщень;
- на більшості заводів відсутні власні очисні споруди (використовуються міські каналізаційні мережі), тому небажані методи очищення, внаслідок яких утворюються значні обсяги неочищених стоків;
- повне очищення води від розчинених речовин та домішок позбавляє напій повноти смаку;
- висока конкурентність на ринку різних напоїв диктує обмеження за вартістю водопідготовки, безпосередньо визначальною вартість напоїв.

Найбільшою мірою таким вимогам відповідає дистиляція, за якої всі домішки води видаляються внаслідок перегонки. Метод дозволяє отримувати стабільний склад, не залежний від вихідної якості води, в одну стадію при мінімальному наборі легкого обладнання. Однак дистильована вода має характерні смак і запах, оскільки всі летючі при місі вихідної води переходять у кінцевий дистилят. Тому її називають «мертвою», позбавленою смакових компонентів, і у вітчизняній лікеро-горілчаній галузі не застосовують. [16]

Залежно від якості вихідної води підготовка може включати ряд стадій (індивідуально або в комплексі):

- очищення води від зважених частинок;
- знезалізнення;
- видалення органічних сполук (освітлення, дезодорація);
- пом'якшення;

- знесолення;
- видалення біологічних забруднень (знезараження);
- корекція складу води (лужності, вмісту Ca, Mg, Cl, Na тощо).

Фільтрування через зернисті завантаження застосовується як самостійний спосіб водоочищення як передфільтрації, видалення великих суспензій та ін., так і на додаток до інших способів (очищення після коагуляції, вугільної фільтрації тощо).

Фільтрування - гідродинамічний процес, швидкість якого прямо пропорційна різниці тисків, що створюється по обидва боки фільтрувальної перегородки (рушійна сила процесу), і назад пропорційна опору, що випробовується рідиною при її русі через пори перегородки і шар осаду, що утворився.

Різниця тисків по обидва боки фільтрувальні перегородки створюють за допомогою компресорів, вакуум-насосів та рідинних насосів, наприклад поршневих та відцентрових, а також використовуючи гідростатичний тиск самої суспензії, що розділяється.

Механічний засипний напірний фільтр являє собою вертикальний корпус з металу або пластика з дренажно-розподільними системами, заповнений гранульованим завантаженням, як правило, це кварцовий пісок, гідроантрацит тощо.

Застосовують різноманітні за своїми властивостями фільтрувальні перегородки:
- зернисті шари піску, діатоміту, вугілля;
- волокнисті шари з бавовняних волокон;
- бавовни та паперові та вовняні тканини, а також тканини із синтетичних волокон;
- сітки з волосяних чи металевих ниток;
- пористі перегородки з кварцу, шамоту, скляного або металевого порошку, що спеклися.

Середній розмір часу тим більше, чим більші вказані елементи, а форма тим однаковіша, чим правильніше форма цих елементів. Так, у зернистих шарах розмір пор збільшується з зростанням розміру зерен, а форма пор у шарі з кулястих частинок піску однакового розміру одноманітніше, ніж у шарах з однакових за розміром частинок діатоміту або вугілля, що мають неправильну форму. Цим пояснюється те, що в промисловій практиці перевагу віддають фільтрувальному шару з кварцового піску, особливо дрібнозернистого.

Фільтрація забрудненої води проводиться зверху донизу. При цьому великі частки затримуються в порах між гранулами завантаження, а дрібні через забруднення за рахунок різних ефектів, насамперед електростатичного, прилипають до частинок завантаження. [19]

Чим більше забруднень затримано шаром завантаження, тим вже залишаються проходи для рідини і тим вище глибина очищення води.

Переважна більшість забруднень збирається у верхній частині шару завантаження.

Правильно сконструйований фільтр при правильно підібраних гранулометричному складі завантаження та швидкості подачі рідини працює практично всім обсягом завантаження. Фронт забруднень поступово опускається вниз шаром за вантажі. За надто високої швидкості води різко знижується ефективність фільтрації, а при занадто малій швидкості забруднення збираються тільки у верхньому шарі завантаження.

Швидкість фільтрації в механічних фільтрах незначно залежить від застосовуваного матеріалу. Для різних матеріалів з оптимальним гранулометричним складом ця швидкість становить 2–5 м/год для безнапірних та 8–12 м/год для напірних фільтрів, перевищення швидкості призводить до погіршення якості очищення.

Робота освітлювальних фільтрів поділяється на три періоди: корисна робота фільтра з освітлення води; розпушуюче промивання фільтруючого матеріалу; спуск першого фільтрату. [23]

Регенерація зернистого завантаження (розпушення) полягає в її відмиванні або вихідним розчином, або освітленою водою з буферної ємності знизу вгору з такою швидкістю, при якій відбувається псевдозрідження завантаження та її розширення на 30-50%. У такому режимі частки як би киплять; з міжпорового простору видаляються затримані зависи, а при зіткненні частинок з їхньої поверхні видаляються налиплі забруднення. Після закінчення розпушування шару завантажня дають осісти, і потім починається фільтрація. Перші об'єми відфільтровано ванної води, що містять надлишок кількість забруднень, скидають у каналізацію, цей процес називають «санітарним промиванням».

Основні проблеми, які має вирішувати системи освітлення та знезалізнення при підготовці води харчових виробництв – зниження мутності та кольоровості води. Мутність природних вод пов'язана з присутністю тонкодисперсних домішок, які не утворюють справжніх розчинів. [23]

Кольоровість води, як правило, визначають розчинені в ній органічні та неорганічні речовини. З цією особистістю в першу чергу пов'язані способи видалення домішок із води. Зважені речовини, що відзначають каламутність води, за виключенням колоїдних частинок, можуть бути видалені фільтруванням на пористих механічних фільтріх. Необхідно відзначити, що механічні фільтри не знижують кольоровість води.

Для видалення колоїдних та розчинених частинок можна обробити воду на пористих, у тому числі іонообмінних матеріалів. Проте частіше проводиться попередня обробка води різними реагентами для переведення розчинених речовин у нерозчинний стан з подальшим укрупненням колоїдних частинок і осадженням їх на поверхні фільтруючих матеріалів.

Характер частинок, їх розміри, а також можливі способи видалення при проведенні високошвидкісних процесів водопідготовки представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - **Характеристики високошвидкісних процесів водопідготовки**

Назва зважених часток	Розмір часток, мм	Час осадження на глибину 1 м	Способи видалення зважених часток
розчинені	менше 10^{-6}	-	сорбція, окиснення+сорбція на засипному фільтрі, окиснення+сорбція на каталітичному сорбенті
колоїдні	$2•10^{-4}...1•10^{-6}$	4 роки	окиснення, коагуляція, флотація+сорбція на каталітичному сорбенті
тонка глина	$1•10^{-3}...4•10^{-4}$	0,5-2 місяці	осідання на засипному фільтрі, фільтрація через фільтр тонкої очистки
глина	$2•10^{-3}...3•10^{-3}$	2 доби	осідання на засипному фільтрі, фільтрація через фільтр тонкої очистки
іл	$5•10^{-2}...2•10^{-3}$	10-30 хвилин	осідання на засипному фільтрі, фільтрація через механічний фільтр
дрібний пісок	0,05...0,5	0,5-2,5 хвилин	осідання на засипному фільтрі, фільтрація через механічний фільтр
крупний пісок	0,5-2,5	7-20 с	осідання на засипному фільтрі, фільтрація через грубий механічний фільтр
інші	більше 2,5	менше 7 с	фільтрація через грубий механічний фільтр

При проектуванні систем водопідготовки харчових виробництв необхідно пам'ятати, що разовий відбір проб визначення показників «каламутність» і «кольоровість» не є представницьким. Так, при використанні води з поверхневих джерел найбільша каламутність та кольоровість води спостерігаються навесні, під час паводку і в період літніх дощів, а при застосуванні артезіанської води – у початковий період експлуатації свердловини та при виробленні горизонту.

При використанні артезіанської води її кольоровість також може збільшитися в процесі інтенсивної експлуатації в результаті просочування води із інших горизонтів.

Примітно те, що каламутність і кольоровість не тільки негативно впливає на органолептичні властивості води, а й збільшують захист мікроорганізмів, що знаходяться у воді, від знезараження. При обробці знезаражуючими реагентами (озон, активний хлор, перекис водню) значна кількість цих речовин витрачається на окислення органічних домішок, заліза, марганцю, а не на знезараження води.

Мутність і кольоровість «екранують» можливість дії ультрафіолетового випромінювання і сприяють подальшому росту бактерій, що зумовлює особливу увагу до проектування систем освітлення та знезалізнення водопідготовки харчових виробництв. [18]

Раніше були досить широко розповсюджені відстоювання та безнапірня фільтрація води через простіші, наприклад, пісочні фільтри.

Коагулянти та окислювачі вводили безпосередньо в контактну ємність або трубопроводи перед нею. Це вимагало значних капітальних вкладень і площ, а також періодичного чищення контактної ємності з застосуванням значного обсягу ручної праці.

Високопродуктивні сучасні напірні освітлювально-сорбційні фільтри дозволяють проводити процес водоочищення в автоматичному режимі, без значних капітальних витрат на малих площах.

Заміна фільтруючих матеріалів напірних ємностях виробляється в залежності від їх функціонального призначення та термін експлуатації від року до 10 років. [38]

Як правило, потреба харчових виробництв у воді становить 2,5–100 $м^3$/год. Меншу потребу можна забезпечити за рахунок встановлення побутових або напівпромислових водоочисних систем. Для забезпечення виробництв системами водопідготовки виробництва дільністю понад 200 $м^3$/год вимагається монтаж установок, для розміщення яких потрібно будувати окремі приміщення, підводити кабелі електроживлення великої потужності та прокладати високопродуктивні каналізаційні системи. Для систем з виробництва продуктивністю більше 200 $м^3$/год широко застосовується безнапірне обладнання, що займає більші площі [2].

Попередня обробка води на сучасних станціях водопідготовки продуктивністю до 200 $м^3$/год полягає, як правило, у видаленні механічних домішок із розміром частинок понад 100–300 мкм, що дозволяє захистити високотехнологічне обладнання від руйнування. Для затримання грубих включень та абразивних частинок найчастіше використовують сітчасті фільтри, які потребують ручного промивання 1 раз на 7–30 днів. За значного забруднення вихідної води механічними домішками можна застосовувати високопродуктивні самопромивні фільтри.

Для зниження каламутності води на 50–70 % можна використовувати крупнозернисті напірні фільтри, в яких як засипка застосовується гравій з розміром частинок 2–5 мм та пісок 0,8-2,0 мм. Найбільшу продуктивність при видаленні механічних домішок має гранульоване завантаження «Гарнет», яке має високий коефіцієнт однорідності і невеликі геометричні розміри 0,42–0,6 мм при значній насипній густині (1,9–2,4 г/см^3).

На відміну від фільтрів із кварцевим піском, швидкість потоку води в яких становить 3,5–5,0 м/год, швидкість пропускання води в режимі сервісу через фільтри з «Гарнетом» може досягати 12 м/год.

При використанні такого завантаження розміри фільтра можуть бути зменшені, що має велике значення при обмежених розмірах приміщення. За відсутності на вході фільтрів грубого очищення та використання у складі станції водоочищення фільтрів, забезпечених засобами гідроавтоматики, чи необхідно постачати лінію подачі води в систему гідроавтоматики низькопродуктивним фільтром механічних домішок (до 100 мкм).

Інша проблема, з якої найчастіше стикаються на харчових виробництвах – її кольоровість. Зниження кольоровості води (освітлення) – досить складне технологічне завдання. Для її вирішення широко застосовують методи хлорування, озонування, аерації та коагуляції з наступним осадженням забруднень з води на високопродуктивних напірних освітлювально-сорбційних фільтрах [2].

На відмінність від традиційних методів введення реагентів у ємності високошвидкістна технологія освітлення передумовлює введення окислювачів і коагулянтів за допомогою інжектора в спеціальний пристрій, встановлений на трубопроводі, що у значному ступені сприяє інтенсифікації процесу перемішування.

Аерацію здійснюють нагнітанням повітря в напірні або безнапірні ємності, а також безпосередньо у трубопроводи. Озонування води проводять на спеціальних установках, що включають генератор озону, контактну ємність і деструктор. Корпуси сучасних напірних освітлювальних фільтрів, як правило, виготовляють із безшовного композитного пластику, армованого скловолокна. Усередині корпусу розміщують дренажно-розподільчу систему. Фільтри працюють автоматичному режимі, здійснення якого забезпечують автоматичні перемикання потоків води з режиму сервісу в режим промивки та автоматичні блоки управління.

Воду освітлюють осадженням або сорбцією домішок із води на фільтматеріалі, що знаходиться усередині корпусу. Найбільш відповідальна технологічна операція при розробці проекту системи освітлення – підбір фільтрувального матеріалу.

Сорбцію органічних домішок, які важко видаляються, як правило, проводять на активному вугіллі. В окремих випадках, при високій кольоровості

води, обумовленої присутністю гумінових солей і фульвокислот, для їх видалення можуть бути використані іонообмінні матеріали – органопоглиначі.

1.2 Аналіз сучасного стану способів сорбційного очищення води для виробництва лікеро-горілчаної продукції

Адсорбція – процес поглинання одного або кількох компонентів (адсорбату, адсорбтиву) з об'єму фаз на поверхні поділу між ними, наприклад із газу або розчину на поверхні твердого тіла (адсорбенту) або рідини.

Речовину, за допомогою якої відбувається поглинання компонентів (вилучення домішок з водних розчинів), називають адсорбентом, а поглинальний компонент (вилучені домішки) - адсорбатом (адсорбтівом).

Адсорбція - окремий вид сорбції. Якщо сорбція супроводжується перебігом хімічної реакції між сорбентом з поглинальною речовиною, то такий процес називають хемосорбцією.

Адсорбція - один із ефективних способів глибокого очищення природних вод від речовин переважно органічного походження. Зокрема, вона є ефективною для знебарвлення та усунення запахів і присмаків із природних вод. Перевагою цього способу є можливість адсорбції речовин багатокомпонентних сумішей та висока ефективність очищення слабкоконцентрованих вод.

Розрізняють фізичну, активовану і хімічну адсорбцію.

Фізична адсорбція зумовлюється взаємним притяганням молекул адсорбату та сорбенту під дією сил Ван дер Ваальса. Адсорбція здійснюється під впливом молекулярних сил поверхні адсорбенту і призводить до зменшення вільної поверхневої енергії. Молекули адсорбенту, наближаючись із об'єму розчину до поверхні поділу фаз, зазнають притягання з боку цієї поверхні. Під час зіткнення з нею притягання врівноважується відштовхуванням, після чого поверхня адсорбенту покривається тонким (адсорбційним) шаром молекул адсорбату. [19]

За фізичної адсорбції молекули адсорбату зберігають свої властивості, а за хімічної адсорбції (хемосорбції) - утворюють поверхневу хімічну сполуку з адсорбентом. Фізична адсорбція повністю оборотна, має відносно низьку теплоту адсорбції і відбувається з великою швидкістю. За фізичної адсорбції речовина поглинається з парогазової фази, а в разі адсорбції із розчинів процес ускладнюється фізико-хімічною взаємодією адсорбенту та адсорбату.

Активована адсорбція супроводжується взаємодією адсорбенту й адсорбату з утворенням поверхневої сполуки особливого виду, а молекули адсорбенту залишаються в кристалічних ґратках останнього. Активована адсорбція специфічна, необоротна і відбувається повільно.

Для активованої адсорбції характерна велика теплота адсорбції, і швидкість процесу помітно зростає з підвищенням температури. Під час хімічної адсорбції на поверхні адсорбенту відбувається хімічна реакція, яка

супроводжується виділенням теплоти, еквівалентної теплоті хімічної реакції. Найчастіше для очищення природних вод від органічних речовин застосовують процес фізичної адсорбції на вуглецевих сорбентах.

За сталої температури фізична адсорбція збільшується зі зростанням концентрації розчину. З підвищенням температури фізична адсорбція зменшується, оскільки внаслідок зростання енергії теплового руху все більша частина молекул адсорбату здатна подолати притягання до поверхні, тобто відбувається десорбція.

Абсолютна величина адсорбції за певних температури і тиску залежить лише від природи й структури поверхні адсорбенту.

Вибірковість адсорбції органічних речовин з водних розчинів визначає принципову доцільність застосування адсорбційного методу для очищення води.

Де-Бур із співавторами виокремлюють субмікропори радіусом < 0,7 нм, в яких велика питома поверхня.

Адсорбенти мають різні за діаметром капілярні канали - пори, їх поділяють на макропори (понад $2 \cdot 10^{-4}$ мм), перехідні пори ($6 \cdot 10^{-6}$ – $2 \cdot 10^{-4}$ мм), мікропори. Пори розміром менше ніж 1,5 нм, але більше як 0,5-0,7 нм називають супермікропорами. Останні є перехідною ділянкою пористості, впродовж якої характерні ознаки мікропор поступово зникають.

Мікропори, розміри яких менші від молекул розчинених речовин, у процесі адсорбції складних молекул участі не беруть. Характер процесу адсорбції визначається розміром пор.

Макропори мають відносно невелику питому поверхню і не впливають на адсорбційну здатність сорбенту. Вони є лише каналами для транспортування сорбованих молекул.

Розміри перехідних пор перевищують розміри сорбованих молекул. У процесі адсорбції на їх поверхні утворюються шари поглиненої речовини завтовшки в одну (мономолекулярна адсорбція) або в кілька (полімолекулярна адсорбція) молекул.

Мікропори за розміром наближаються до розмірів адсорбованих молекул. Адсорбція останніх призводить до заповнення об'єму мікропор, тому утворення шарів поглинутої речовини на поверхні мікропор не має фізичного смислу. Адсорбенти характеризуються поглинальною, або адсорбційною, здатністю (активністю адсорбенту), яка визначається концентрацією адсорбтіву в одиниці маси або об'єму адсорбенту.

Максимально можливу за цих умов поглинальну здатність адсорбенту умовно називають його рівноважною активністю. Структура адсорбенту значною мірою визначає його питому витрату, отже, впливає на економічність технології адсорбційного очищення води.

Для вилучення органічних речовин потрібні адсорбенти з розмірами пор 0,5-10 нм. Як адсорбенти застосовують переважно активоване вугілля та синтетичні полімерні сорбенти. Крім того, використовують мінеральні

адсорбенти – оліти, силікагелі, глинисті матеріали та ін. Вони характеризуються різноманітними властивостями і застосуванням. Особливо широко їх використовують для очищення газів та неводних розчинів.

Апаратурне оформлення адсорбційного процесу очищення води передбачає використання апаратів з нерухомим шаром адсорбенту, з пневматичним або механічним переміщуванням та псевдозрідженим («киплячим») шаром. Найпростішими є апарати зі щільним нерухомим шаром сорбенту, крізь який фільтрується очищувана вода. Швидкість фільтрування залежить від концентрації очищуваних речовин у воді і змінюється від 1 до 25 м/год. Величина зерен сорбенту становить 1,5-5 мм.

Рух води може здійснюватися як зверху вниз, так і знизу вгору. В останньому випадку процес відбувається краще, оскільки адсорбційна колона рівномірніше заповнюється по всьому перетину і відносно легко витісняються бульбашки повітря або газів, які потрапляють разом із водою. На решітку насипають підтримувальний шар дрібного щебеню та крупного гравію заввишки 400-500 мм, що запобігає провалюванню зерен сорбенту і забезпечує рівномірний розподіл води по всьому перетині. Для запобігання винесення сорбенту зверху накривають шаром гравію, потім шаром щебеню і решіткою. Зазвичай адсорбційна установка має кілька паралельно працюючих секцій, що складають декілька послідовно розміщених фільтрів.

Іонообмінні процеси, які застосовують у водопідготовці, ґрунтуються на вибірковому поглинанні одного або кількох компонентів з водних розчинів за допомогою іонітів.

Іоніти – тверді, майже нерозчинні у воді та органічних розчинниках матеріали, що мають іонообмінні властивості. До складу іонітів входять функціональні групи, здатні до іонізації та обміну з електролітами. В результаті іонізації функціональних груп утворюються фіксовані іони, які закріплені на каркасі й не переходять у розчин, та протиіони (обмінні іони). Обмін між іонітами і водним розчином зазвичай здійснюється з перебігом хімічних реакцій між іонітом та хімічними сполуками, розчиненими у воді.

До складу іоніту входять матриця, фіксовані іони та протиіони. Іоніти за типом іоногенних груп у їх складі поділяють на нерозчинні кислоти – катіоніти і нерозчинні основи – аніоніти.

Згідно ступеню іонізації, іоніти поділяють на сильно- і слабкокислотні катіоніти та сильно- і слабкоосновні аніоніти.

До сильнокислотних належать катіоніти, які містять, наприклад, сульфогрупи, до слабкокислотних – катіоніти, що містять карбоксильні, сульфгідрильні та інші групи.

До складу сильноосновних аніонітів входять групи амонієвих або сульфонієвих основ, а до слабкоосновних – аміногрупи з різним ступенем заміщення.

Іоніти одночасно можуть містити різні кислотні та різні основні групи. Такі іоніти називають поліфункціональними (на відміну від монофункціональних, що містять лише один вид функціональних груп). Катіоніти здатні до обміну катіонів своїх іоногенних груп на катіони розчинених солей або водневі іони кислот.

Аніоніти обмінюють аніони своїх іоногенних груп на аніони солей або кислот, що знаходяться в розчині. Іонообмінну здатність іонітів характеризують статичною і динамічною обмінною ємністю іоніту.

Статична обмінна ємність - це кількість функціональних іоногенних груп, що припадають на одиницю маси або об'єму іоніту.

За динамічних умов, тобто під час фільтрування розчину крізь шар іоніту до проскакування у фільтрат іонів, які вилучаються, використовується лише частина статичної ємності іоніту – так звана динамічна обмінна ємність до проскакування. Після проскакування іонів у розчин концентрація їх у фільтраті поступово підвищується і досягає вихідної концентрації цих іонів у розчині. При цьому ємність іоніту досягає повної динамічної ємності. Оскільки динамічна ємність залежить від концентрації іонів у воді та швидкості фільтрування води, коефіцієнта масообміну і довжини зони масообміну, вона також не дорівнює статичній ємності.

За природою матриці іоніти поділяють на неорганічні (мінеральні), органічні, природні та штучні (синтетичні).

Природні мінеральні катіоніти належать до групи алюмосилікатів - цеоліти, глини, глауконіти (залізоалюмосилікати калію) та ін. До природних мінеральних аніонітів належать, наприклад, апатити або гідроксоапатити. Обмінна ємність цих іонітів невелика. В обмін вступає переважно зовнішня поверхня часточок іоніту.

До синтетичних мінеральних іонітів належать слабкокислотні алюмосилікати - пермутити. Синтетичні мінеральні іоніти набухають у воді, після чого всі їхні іоногенні групи зерен беруть участь у іонному обміні.

Природними іонітами органічного походження є гумінові кислоти ґрунтів, гумінові кислоти вугілля, особливо бурого. Вони є слабкокислотними поліелектролітами. Для посилення кислотних властивостей і обмінної ємності вугілля проводять його сульфітацію у надлишку олеуму.

Найбільше значення мають синтетичні полімерні іоніти (іонообмінні смоли), які мають високу поглинальну здатність, механічну міцність та хімічну стійкість. Полімерні іоніти - це аморфні полімери із сітчастою структурою. Іоногенні групи надають їм гідрофільності. Смоли набухають у воді, причому величина набухання їх визначається структурою полімеру, типом і концентрацією іоногенних груп у ньому та складом розчину електроліту. [3]

За дисперсністю й зовнішнім виглядом іоніти бувають порошкоподібні, зернисті, гранульовані, формовані, волокнисті, рідкі; за ступенем пористості – гелеві, ізопористі, макропористі (мезопористі); за типом і знаком протиіонів –

катіоніти (обмінюють катіони), аніоніти (обмінюють аніони), амфоліти (залежно від умов середовища обмінюються як катіони, так і аніони).

За типом протиіонів катіоніти бувають у водневій (Н-формі), сольовій (натрієвій, кальцієвій та ін.) і змішаній, аніоніти – в гідроксидній (ОН-формі), 92 сольовій (сульфатній, хлоридній та ін.) і змішаній.

Іонообмінні процеси застосовують для зм'якшення, опріснення і знесолення води, очищення стічних вод та різних розчинів, вловлювання і концентрування цінних металів із розбавлених водних розчинів, розділення суміші речовин у розчині, вловлювання і концентрування радіоактивних іонів, коригування мінерального складу очищених стічних вод у системах оборотного водопостачання тощо.

Здебільшого іонообмінні процеси використовують для опріснення і знесолення природних вод із загальним солевмістом до 3 г/дм^3 та вмістом органічних речовин не більше ніж 10 г/дм^3 (10-30 мгO_2/м^3 перманганатної окиснюваності).

1.3 Використання фільтрувальних завантажень комплексної дії

Проблема забруднення природного середовища останнім часом є актуальною у всьому світі. Стрімкий розвиток промисловості, використання води сільському господарстві, значні об'єми забруднених стічних вод, що скидаються призводить до підвищеного забруднення. Внаслідок наявності всіх цих проблем виникає необхідність в обов'язковому доочищенні питної води, яка проходить водопідготовку, перш ніж надходить на приготування напоїв. Очищають воду різними методами з використанням спеціальних установок. Існують спеціальні сорбенти для очищення води, які використовуються для видалення домішок, розчиненого заліза, марганцю, сірководню, усунення кольоровості та каламутності, завислих частинок, іржі, мулу, піску, колоїдів, важких металів.

Сорбенти це речовини здатні поглинати гази та розчинені речовини на своїй розвиненій поверхні. Тверді сорбенти поділяють на гранульовані та волокнисті. Процес поглинання домішок сорбентами називають сорбцією.

Сорбенти для очищення води є завантаженням для здійснення процесу сорбційного очищення. Протягом робочого циклу вода, що очищається, проходить крізь шар завантаження, де на гранулах перетворюється на нерозчинні і добре видалені пластівці. Крім цього відбувається окислення органічних речовин і сірководню, знижується кольоровість води, і крім цього усуваються неприємні смак та запах. Правильно вибраний сорбент та режим фільтрації дозволяє досягти бажаного результату – очищення води від шкідливих домішок.

Періодично проводять регенерацію завантаження, яку проводять або водоповітряним промиванням вручну, або шляхом зворотного промивання вихідною водою через певні проміжки часу в залежності від складу домішок води.

Як фільтранти у фільтрах застосовують кварц, сорбент з блакитної глини та інші. Деякі здатні очищати воду від солей жорсткості та їх називають сорбенти-пом'якшувачі – цеоліт, іонообмінні смоли. Перевагою зернистих сорбентів для водоочищення є їхня здатність до багаторазової регенерованості, що дозволяє значно економити при здійсненні обслуговування систем очищення.

Процес видалення із води заліза називається знезалізненням і для цього використовують сорбенти-знезалізнювальні речовини. Вони сприяють очищенню від розчиненого та нерозчинного у воді заліза та марганцю. Цей процес називається деманганація. Такі сорбенти здатні очищати воду від сульфідів та сірководню.

Фільтрування – один із типових процесів у комплексі підготовки природної води. Дуже часто як фільтрувальне завантаження використовують природні матеріали (пісок, кварцовий пісок, активоване вугілля). Усе частіше як фільтрувальні матеріали застосовують природні цеоліти, зокрема, клиноптилоліт. Він дає змогу сорбувати з вод цілу гаму органічних та неорганічних сполук, а іонообмінна здатність клиноптилоліту – ще й вилучати іони важких металів та радіонукліди. Дуже розвинута поверхня цеоліту та наявність поверхневого заряду забезпечує сорбцію колоїдних частинок і фітопланктону, що містяться у поверхневих водах.

Останні можуть спричиняти інтенсивний розвиток колоній мікроорганізмів на частинках фільтрувального завантаження. Для запобігання бактеріального забруднення завантаження фільтрів запропоновано вводити до складу клиноптилоліту срібло, якому, як відомо, притаманні яскраво виражені окисні, а, отже, і бактерицидні властивості. Модифікування попередньо термоактивованого за температур 100-400 °С клиноптилоліту (фракція 1-3 мм) проводили розчинами аргентуму нітрату за інтенсивного перемішування за температур 20-60 °С. Надалі цеоліт промивали і висушували за (100±5) °С.

Технологічним прийомом в очищенні природних вод є біофільтрування через активний шар вугілля. Відмінними особливостями використання як завантаження біофільтра пористого вуглецевого матеріалу порівняно з інертним носієм біомаси є його сорбційна активність, здатність до регенерації та підвищення стійкості мікроорганізмів до дії токсичних речовин [25].

Розвиток біоплівки на поверхні носія може стимулюватися оксидами заліза, які найчастіше інтенсифікують біоокислювальні процеси, підвищують швидкість іммобілізації бактерій і посилюють стійкість мікроорганізмів до несприятливих зовнішніх умов [2].

З іншого боку, присутність оксидів заліза на поверхні активного вугілля може підвищити ефективність каталітичного окислення адсорбату за наявності окислювача [3].

Вуглецеві сорбенти: високопористе активоване вугілля отримують після сухої перегонки різних карбоновмісних речовин (дерева, кісток) та активації

отриманого вугілля для підвищення його пористості. Вугілля активують прожарюванням за температури понад 900°С або іншими способами, наприклад видаленням із пор вугілля смол чи інших продуктів сухої перегонки. Останнє здійснюють екстрагуванням зазначених речовин органічними розчинниками, окисненням киснем повітря тощо. Для збільшення активності вугілля часто перед вуглеванням додають активуючі добавки - розчини кислот, лугів, хлориду цинку.

Застосування вугілля тієї або іншої марки залежить від різновиду процесу адсорбції, в якому його використовують. Недоліком активованого вугілля є його горючість.

Для очищення води від заліза та марганцю використовують каталітичне окислення з наступною фільтрацією.

Суть методу полягає в тому, що реакція окислення заліза відбувається на поверхні гранул спеціальної фільтруючого середовища, що має властивості каталізатора (прискорювача хімічної реакції окислення).

Найбільшого поширення у сучасної водопідготовки знайшли фільтруючі середовища на основі діоксиду марганцю (MnO_2) *Birm, Greensand, Filox, Pyroiox* та ін. Ці фільтруючі завантаження відрізняються між собою як своїми фізичними характеристиками, так і вмістом діоксиду марганцю, і тому ефективно працюють у різних діапазонах значень параметрів, що характеризують воду проте принцип їхньої роботи однаковий.

Залізо і – у меншій мірі – марганець у присутності діоксиду марганцю швидко окислюються та осідають на поверхні гранул фільтруючого середовища.

Згодом більшість окисленого заліза вимивається в дренаж при зворотному промиванні. Таким чином, шар гранульованого каталізатора є одночасно і фільтруючим середовищем. За його регенерації відбувається одночасне стирання поверхні частинок та видалення накопичених забруднень, але оскільки каталітичний шар розташовується по всьому обсягу зерна, то це не призводить до погіршення його властивостей [9]. При експлуатації зернистих завантажень відбувається їх інтенсивно стирання, внаслідок чого зменшується кількість матеріалу у фільтрі, тому його періодично необхідно підсипати, що не завжди можливо з погляду технології, до того ж постійний винесення частинок сорбенту призводить до виходу з ладу дренажних систем та приладів автоматики. Ще одним недоліком зернистих фільтруючих середовищ є їх невелика динамічна сорбційна ємність (до 0,8 г/дм^3), тобто окислені колоїдні сполуки заліза та марганцю можуть проникати згодом каналами, утвореним зернами завантаження, тобто окислені колоїдні сполуки заліза та марганцю можуть проникати згодом каналами, утвореним зернами завантаження.

Для забезпечення швидкостей фільтрування на рівні 10-12 м/год необхідно забезпечити висоту зернистого каталітичного завантаження щонайменше 0,75 м.

Найбільш ефективне рішення для видалення марганцю та заліза – використання нового фільтраційного матеріалу *Baufilter*, який по своїм

властивостям заміняє кварцові піски, цеоліти, марганцеві руди та їх комбінації (*Birm, Greensand, ОДМ-2Ф, Сорбент АС, МС*).

Baufilter – високоміцний, пористий фільтрувальний матеріал, що складається на 89 % із природних форм діоксиду кремнію, що володіє високою стійкістю до стирання та подрібнення в процесі фільтрування. Відрізняється високою ефективністю, економічністю, простотою обслуговування систем, величезною брудоємністю. Завдяки сферичній формі значно збільшує пропускну спроможність систем фільтрації, що зменшує тиск у системі при фільтрації через Baufilter, дозволяє зменшити навантаження на вузли та агрегати системи фільтрації, збільшити ресурс обладнання та продуктивність на 31%. Має унікальні властивостями самостійної регенерації при зворотних промивках за рахунок багатошарової накатки основного матеріалу з розміром шарів не більше 60 мк. Ефективно утворює усередині фільтрів активне колоїдне середовище.

За рахунок пористої структури завжди зберігає активність сорбції навіть при тривалому використанні матеріалу. Каталітично активні компоненти, входять до структури гранули сорбенту, забезпечують ефективну роботу навіть при розломі та стирання поверхні матеріалу.

У Німеччині як фільтруючий матеріал для очищення води від заліза і марганцю застосовується *Birm*, в Австралії – *QUANTUM DMI65*, у США – *Manganese Greensand*. Найширше застосування має фільтруюче середовище *Manganese Greensand* – глаутонітовий зелений пісок, що є природним матеріалом, на поверхню якого нанесені сполуки марганцю. Його використовують як каталізатор в процесі видалення розчинених у воді з'єднань марганцю та заліза. Технологія виготовлення *Manganese Greensand*, включає попередню обробку натрієвого глауконіту (Na_2Z) розчином хлориду марганцю за рівнянням:

$$Na_2Z+MnC1_2 \rightarrow MnZ+2NaCl$$

Таким чином, модифікацією активного вугілля оксидами заліза може бути отриманий новий сорбент, здатний суттєво активізувати мікробну деструкцію резистентних органічних речовин.

Основним недоліком використання *Manganese Greensand* є те, що в процесі експлуатації потрібна попередня обробка розчином перманганату калію, тобто перед початком експлуатації для отримання на поверхні фільтруючого матеріалу *Manganese Greensand* шару вищих оксидів марганцю завантаження попередньо обробляється розчином перманганату калію, або його постійно дозують у воду за допомогою системи пропорційного дозування.

Для та очищення води від марганцю та заліза працює і застосовується фільтруючий матеріал *МФО 47*, що містить як основу зерна матеріал природного походження. На поверхні горілої породи утворений каталітично активний шар, що складається з суміші оксидів MnO, Mn_2O_3 та MnO_2.

Як основу використовують зернистий матеріал природного походження – горіла порода вугільного родовища. При отриманні *МФО 47* матеріал природного

походження піддають обробці розчином модифікуючого реагенту, що містить солі марганцю [4]. Фільтрующий матеріал *МФО 47* очищає воду від розчинених у ній солей марганцю заліза, але не видаляэ сірководень

Перспективним напрямком є використання фільтрувально-сорбційних матеріалів, що становлять комбінацію базальтових волокон та активованих бентонітових глин [12].

Підвищення сорбційної ємності фільтрувально-сорбційного матеріалу обумовлено використанням базальтових волокон з розвиненою структурою, високою питомою поверхнею та наявністю міцного зчеплення бентонітової глини із базальтовими волокнами. Висока швидкість і повнота реакції іонного обміну на поверхні пропонованого фільтрувально-сорбційного матеріалу досягається за рахунок застосування бентонітової глини з вмістом монтморилоніту не менше 80 %, підданої попередньої содової активації.

Великий вміст монтморилоніту зумовлює високу іонообмінну здатність бентонітової глини. Підвищення сорбційної ємності фільтрувально-сорбційного матеріалу обумовлено використанням базальтових волокон з розвиненою структурою, високою питомою поверхнею та наявністю міцного зчеплення бентонітової глини із базальтовими волокнами. Висока швидкість і повнота реакції іонного обміну на поверхні пропонованого фільтрувально-сорбційного матеріалу досягається за рахунок застосування бентонітової глини з вмістом монтморилоніту не менше 80 %, підданої попередньої содової активації. Великий вміст монтморилоніту зумовлює високу іонообмінну здатність бентонітової глини. Содова активація призводить до збільшення активної поверхні монтморилоніту та швидкості реакції іонного обміну, що дозволяє проводити процес очищення при високих швидкостях, при цьому зменшується склеювання частинок мінералу і сольватні оболонки вилучених іонів важких металів добре утримуються на його поверхні, забезпечуючи високий ефект очищення навіть при низьких концентраціях забруднюючих речовин

Для очищення питних вод рекомендовано використання комплексу модифікованих бентонітових гранул та інноваційного нано біополімеру з антибактеріальними властивостями. Склад шарів залежить від конкретної мети в доочищення, проте в якості основних компонентів використовуються модифіковані бентонітові гранули та аніоно-обмінна смола, нанесеним наноструктурованим полімером. Сорбційний компонент фільтруючих завантажень представлений комплексом відпалених при різних температурах бентонітових гранул, модифікованих різними добавками, та здатних як катіонного, так і аніонного обміну. При створенні фільтруючих завантажень для очищення питних вод рекомендовано використання модифікованих бентонітових гранул, одержуваних шляхом відпалу бентонітового порошку. [24]

Гранули є наноструктованими об'єктами і можуть виявляти аніонні, так і катіонні властивості, залежно від способу модифікації, а також володіють

високою сорбційною ємністю по відношенню до гумусових речовин, заліза, нітратів, зваженим часткам.

Найбільш типовими домішками, присутніми одночасно в більшості джерел водопостачання є солі жорсткості, сполуки заліза, марганцю, алюмінію, нітратів, амонію, органічні речовини природного походження. Рівні концентрацій цих компонентів у воді підземних і поверхневих джерел різні.

Так, для артезіанської води, крім солей жорсткості, характерно також надмірна присутність іонів заліза та марганцю, в ряді випадків, амонію, нітратів, рідше — органічних сполук. Вміст останніх у водопровідній воді практично завжди досить високий, незважаючи на попередню централізовану підготовку, яку проходить поверхнева вода перед подачею споживачам. Вміст іонів жорсткості, заліза, марганцю у водопровідній воді зазвичай нижче, ніж в артезіанській, в той же час в ній є алюміній. Як для артезіанської, так і для водопровідної води одночасне видалення названих домішок є найбільш актуальною задачею при отриманні питної та технічної води.

Технологічні схеми, що дозволяють вирішувати такі проблеми, як правило, передбачають послідовну багатостадійну обробку води з використанням ряду регенерованого (іонообмінні смоли, неорганічні сорбенти) і нерегенерируемых (активоване вугілля) сорбційних матеріалів. Витрати на підготовку води в цьому випадку з урахуванням необхідного обладнання та матеріалів досить високі, а екологічний збиток — суттєвий.

Поява на ринку водопідготовки комплексних фільтруючих завантажень дозволило вирішувати такі завдання в одну стадію і в одному апараті. Успіх рішення (якість очищеної води, мінімальні капітальні витрати й експлуатаційні витрати на очищення води, максимальний термін служби завантаження) при цьому повністю залежить від правильного вибору і якості використовуваної завантаження.

Вперше таке комплексне багатофункціональне завантаження *Ecomix* було запропоновано компанією ЕКОСОФТ в 2001 році. Як випливає з огляду існуючої інформації, появи на ринку водопідготовки цього завантаження передували всебічні наукові дослідження в області матеріалів і технологій очищення води різного призначення, випробування різних видів завантажень, патентне підтвердження розробок, медико-токсикологічні дослідження, розробка технічних умов і технологічного регламенту виробництва, організація виробництва продукції, а також маркетингова і рекламна кампанії [9].

Фільтруюче завантаження *Ecomix* призначено для очищення питної води, а також води для побутових і технологічних потреб.

Завантаження являє собою запатентовану композицію сорбційних і фільтруючих матеріалів із заданими властивостями, що дозволяють здійснювати одночасно зм'якшення води, а також видалення з неї заліза, марганцю, аміаку, алюмінію, сірководню, органічних речовин природного походження та ін [5].

В залежності від складу вихідної води і вимог до очищеної води *Ecomix* є типів А, Р, С, СВ, які відрізняються природою і співвідношенням компонентів, що входять до складу завантаження. Використання всіх типів завантаження забезпечує збереження фізіологічно збалансованого мінерального складу очищеної води, що відповідає нормативним вимогам безпеки.

Завантаження постачається споживачам як в складі установок водопідготовки, так і у вигляді самостійної продукції. Багаторічний досвід використання завантаження Ecomix показав його абсолютну надійність для вирішення різних завдань комплексного очищення води, як у складі побутових установок, так і в промислових системах, незалежно від іонного складу води та форми присутності в ній домішок, що видаляються [3].

Останнім часом на ринку водопідготовки з'явилися фільтруючі завантаження аналогічного призначення — *Filtrosmart* (компанії «Гідротехінжиніринг») і *JurbyMix* (Jurby Watertech International). Ступінь регенерації всіх завантажень від заліза нижче 100%. Це свідчить про факт незворотного накопичення заліза в завантаженнях в процесі експлуатації.

Оскільки у воді, що подається на очищення в ході експерименту, залізо знаходиться тільки в ступені окиснення +2, можна припустити, що його видалення протікає на катіонітах, присутніх у всіх досліджуваних завантаженнях.

Як відомо, сорбоване залізо (II) окиснюється в фазі катіоніту з утворенням гідроксиду заліза (III), яка, в свою чергу, закупорює пори і ускладнює доступ інших іонів, зокрема, жорсткості, до функціональним групам. Таким чином "отруюється" катіоніт. Відновлення властивостей останнього можливе тільки після обробки кислотою.

У завантаженні Ecomix ступінь регенерації від заліза максимальна, оскільки в цьому завантаженні передбачена захист катіоніту від отруєння залізом, в той час як в інших завдань, мабуть, — ні. Саме це є причиною такого різкого зниження тривалості фільтроциклов завантажень *JurbyMix і Filtrosmart* при багатоцикловій роботі.

Таким чином, результати проведених досліджень показали наступне:

- усі досліджені завантаження здатні комплексно видаляти з артезіанської води іони жорсткості, заліза і марганцю до рівня, відповідного вимогам стандарту;

- максимальна глибина очищення артезіанської води від усіх перерахованих домішок при максимальному терміні експлуатації і мінімальних експлуатаційних витратах досягається при використанні завантаження Ecomix А;

- при використанні всіх завантажень спостерігається зниження ефективності їх дії, обумовлене отруєнням входять до складу завантажень сильнокислотных катіонітів іонами заліза (II). Ступінь зниження зростає в ряду: *Ecomix A* (0,036%/цикл) < *Filtrosmart* (0,7%/цикл) < *JurbyMix* (1,4%/цикл);

- при експлуатації завантаження *Filtrosmart* слід побоюватися можливого викиду іонів марганцю в очищувану воду до рівня, що перевищує їх вміст у вихідній воді.

1.4 Висновки

На сьогодняшній день раціональне використання водних ресурсів в умовах дефіциту води, а також значне погіршення її якості є складною науково-технічною проблемою. Очищення природних вод за рахунок удосконалення технологій водопідготовки та розроблення нових ефективних ресурсозберігаючих методів стоїть на першому місці.

Під час використання джерел водопостачання з підвищеним рівнем жорсткості та мінералізації води одним із найголовніших етапів підготовки питної води є пом’якшення та зменшення солевмісту. На ряду з цим, найбільш характерними проблемами під час підготовки її до пиття є видалення заліза, марганцю, солей жорсткості, нітратів, а в окремих випадках – також органічних сполук природного походження.

Беручи до уваги перспективність направлення комплексного очищення для одночасного пом'якшення води, видалення заліза та інших сполук, головною задачею є підбір такої комбінації (багатокомпонентної фільтрувальної суміші), яка була б ефективною в досить широкому діапазоні заданих параметрів.

Для досягнення поставленої цілі визначено: [1]

- проаналізувати використання сучасних методів кондиціювання води та сорбційних та фільтруючих матеріалів комплексної дії;
- визначити основні показники якості вибраного зразка фільтруючого матеріалу комплексної дії;
- встановити ефективність застосовуваного фільтруючого матеріалу комплексної дії;
- вивчити соціальну ефективність запровадження фільтруючого матеріалу комплексної дії у технології лікеро-горілчаного виробництва;
- розробити математичну модель процесу з перевіркою її на адекватність;
- опрацювати заходи з організації цивільного захисту і охорони праці.

2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

Дослідження виконувались в науково-дослідній лабораторії кафедри технології біотехнології продуктів бродіння та виноробства Національного університету харчових технологій.

Матеріалами досліджень були:

- вода питна з артезіанської свердловини м. Києва згідно з ДСанПіН 2.4-171-10 [5];
- вода здистильована згідно з ДСТУ ISO 3696:2003 [5];
- вода підготовлена згідно з СОУ 15.9-37-237 [5];
- фільтруючий матеріал комплексної дії марки *Filtrons X2*, який має санітарно-гігієнічний висновок (ТОВ AquaWater, м. Київ, виробництво США),
- кварцевий пісок, як контрольний зразок (ДСТУ БВ.2.7-131).

Filtrons X2 - комплексний матеріал, складається з шести, спеціально підібраних компонентів різного спектру дії. Під час початкового етапу підготовки до фільтрування, компоненти «розшаровуються», залежно від насипної ваги та щільності іонного матеріалу, і виконують кожен свою функцію.

2.2 Методи досліджень

Використовували такі методи для випробувань води питної і підготовленої, фільтрувального матеріалу Filtrons X2 та кварцевого піску: органолептичні, фізико-хімічні, спектрофотометричні, іонної хроматографії.

Воду питну та після її фільтрування аналізували за органолептичними, фізико-хімічними показниками згідно з чинними нормативними документами і стандартами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Методи досліджень органолептичних і фізико-хімічних показників води питної, підготовленої та здистильованої

Назва показника	Одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
1	2	3	4
Органолептичні показники			
Зовнішній вигляд	бал	згідно з чинною НД	Органолептичний
Забарвленість	градуси	згідно з чинною НД	Фотоелектроколориметричний
Запах,	бал	згідно з чинною НД	Органолептичний
Смак	бал	згідно з чинною НД	Органолептичний
Каламутність	мг/дм^3	згідно з чинною НД	Фотоелектроколориметричний

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4
Прозорість	%, од.опт. густини	ДСТУ 5071 [6]	спектрофотометричний
Фізико-хімічні показники			
Жорсткість	ммоль/дм^3	ДСТУ ISO 6059 [11]	Комплексометричний
Загальна лужність	ммоль/дм^3	ДСТУ ISO 9963-1 [13]	Титрометричний
Лужність вільна	ммоль/дм^3	ДСТУ ISO 9963-2 [14]	Титрометричний
Водневий показник	одиниці pH	ДСТУ 4077 [5]	Потенціометричний
Сухий залишок	мг/дм^3	згідно з чинною НД	Гравіметричний
Перманганатна окиснюваність	мг O_2/дм^3	ДСТУ 7131 [7]	Перманганатометричний
Масова концентрація:			
заліза	мг/дм^3	ДСТУ ISO 6332 [12]	Спектрофотометричний
магнію, кальцію	мг/дм^3	ДСТУ 6059 [11]	Титрометричний
марганцю	мг/дм^3	ДСТУ 6059 [11]	Фотоелектроколориметричний
хлоридів, сульфатів, орто- і поліфосфатів, нітратів, нітритів, фторидів	мг/дм^3	ДСТУ 6059 [11]	хроматографічний
кремнію, силікатів	мг/дм^3	ДСТУ 7133 [8]	Фотоелектроколориметричний
хлору залишкового вільного та зв'язаного	мг/дм^3	ДСТУ 7133 [8]	титрометричний
амонію	мг/дм^3	ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4]	Фотоелектроколориметричний

Визначення органолептичних, фізико-хімічних і сорбційних показників фільтруючого матеріалу комплексної дії марки Filtrons X2 здійснювали згідно з методиками, які наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Методи досліджень органолептичних і фізико-хімічних показників фільтруючого матеріалу

Назва показника	Одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	-	Згідно з НД	органолептичний
Гранулометричний склад	мм	Згідно з НД	розсіву, гравіметричний
Насипна густина	кг/м^3	Згідно з НД	гравіметричний
Зольність,	%	Згідно з НД	гравіметричний
Міцність на стирання,	%	Згідно з НД	гравіметричний
Міцність на руйнування	%	Згідно з НД	гравіметричний
Коефіцієнт однорідності	%	Згідно з НД	гравіметричний
Коефіцієнт форми	%	Згідно з НД	гравіметричний
Пористість	%	Згідно з НД	сорбційний
Повна обмінна ємність	ммоль/дм^3	Згідно з НД	сорбційний
Робоча обмінна ємність	ммоль/дм^3	Згідно з НД	сорбційний
Брудомісткість	г/дм^3	Згідно з НД	сорбційний
Ефективність очищення (λ=(240-250) нм, кювета S=50 мм)	%	Згідно з НД	спектро-фотометричний

Визначення коефіцієнта фільтрації, К, проводили методом у трубці СПЕЦГЕО.

Прилад складається з металевої трубки висотою 10 см і площиною поперечного перерізу 25 см^2; нижньої кришки з сіткою, верхньої кришки скляного мірного циліндра з поділками через 1 см^3. Визначення коефіцієнту фільтрації проводили у наступній послідовності.

Трубку заповнювали матеріалом з послідовним ущільненням кожної порції.

Змочували зразок у трубці знизу до гори. Заповнювали мірний циліндр водою, та перекидали над трубкою і закріплювали у верхній кришці на відстані 0,5-1 мм від поверхні матеріалу трубці, регулювали положення мірного циліндра так, щоб через воду підіймались тільки дрібні бульбашки повітря. Заміряли по шкалі рівень води у мірному циліндрі і через хвилину проводили повторний замір рівня води. Дослід проводили 3 рази. Заміряли температуру води, яка використовується для дослідів. Вираховували коефіцієнт фільтрації з урахуванням температурної поправки.

2.3 Методика досліджень

Експериментальні дослідження в проводили в динамічному режимі на експериментальній установці, яка включала: напірну і приймальну ємності, фільтр-колонку з фільтрувальним матеріалом.

Завантажували у відповідну колонку фільтрувальний матеріал Filtrons X2 та кварцевий пісок, як контрольний зразок. Здійснювали фільтрування питної води відповідним зразком фільтрувального матеріалу.

Дослідження проводили у циклічному режимі: промивка і підготовка матеріалів; очистка води відповідним матеріалом за лінійної швидкості, у перерахунку на стандартний фільтр, 8 м/год до досягнення відповідних граничних значень органолептичних і фізико-хімічних показників згідно з СОУ 15.9-37-237, після чого проводили регенерацію фільтрувального матеріалу Filtrons X2 розчином харчової солі розчином концентрації 10%.

Фільтрування води за основного циклу проводили у режимі зверху вниз, спушування перед регенерацією для видаляння бруду зворотним током води - знизу вверх. [22, 23]

2.4 Оброблення результатів дослідження

Достовірність результатів роботи підтверджена порівняльною оцінкою інформаційно-патентних та власних результатів; застосуванням сучасних об'єктивних методів аналізу, математичної обробкою результатів дослідження із застосовуванням математичного і статистичного опрацювання результатів, складання математичних моделей програмами Excel, MathCad.

Усі прилади, які використовувалися у процесі проведення експериментальних досліджень були метрологічно забезпечені згідно з графіком їх перевірки. Методики забезпечували отримання результатів виміру зметрологічними характеристиками, що не перевищують максимально допустимих значень при довірчій ймовірності P = 0,95.

Величини відносних похибок при визначенні фізико-хімічних властивостей води, матеріалу комплексної дії і кварцевого піску не перевищували максимальних значень, наведених у чинних стандартах і затверджених методиках

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФІЛЬТРУЮЧОГО МАТЕРІАЛУ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЇ

(експериментальна частина)

3.1 Дослідження показників якості вихідної питної води

Перед проведенням досліджень було проаналізовано воду питну за органолептичними, фізико-хімічними, санітарно-токсикологічними показниками (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Результати досліджень вихідної води

№ з/п	Показник НД та одиниця вимірювання	Вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10	Результати випробувань	Відносна похибка методу, %
1	2	3	4	5
	Органолептичні показники			
1	Запах при 20˚С та під час нагрівання до 60˚С, бали	Не більше 2	1	-
2	Смак та присмак при 20˚С, бали	Не більше 2	0	-
3	Забарвленість, градус	Не більше 20	19	$\delta = \pm 20$ %
4	Каламутність, НОК	Не більше 1,0	0,2	$\delta = \pm 20$ %
	Фізико-хімічні показники			
1	Водневий показник, одиниці pH	6,5-8,5	7,3	$\Delta = \pm 0,1$ pH
2	Загальна жорсткість, ммоль/дм^3	Не більше 7,0	4,5	$\Delta = \pm 0,001$ ммоль/дм^3
3	Загальна лужність, ммоль/дм^3	Не нормується	4,2	$\Delta = \pm 0,001$ ммоль/дм^3
4	Вільна лужність, ммоль/дм^3	Не нормується	менше 0,02	$\Delta = \pm 0,001$ ммоль/дм^3
5	Залізо загальне, мг/дм^3	Не більше 0,2	0,2	$\delta = \pm 25$ %
6	Марганець, мг/дм^3	Не більше 0,05	0,06	$\delta = \pm 25$ %
7	Поліфосфати (за PO^{3-}_4), мг/дм^3	Не більше 3,5	0,8	$\delta = \pm 30$ %
8	Сульфати, мг/дм^3	Не більше 250,0	25	$\delta = \pm 10$ %
9	Хлориди, мг/дм^3	Не більше 250,0	20	$\delta = \pm 15$ %
10	Сухий залишок, мг/дм^3	Не більше 1000,0	375	$\delta = \pm 10$ %

Санітарно-токсикологічні показники

а) неорганічні компоненти

1	Амоній, мг/дм^3	Не більше 0,5	0,2	$\Delta = \pm$ 0,01 мг/дм^3
2	Кремній, мг/дм^3	Не більше 10	4,5	$\delta = \pm$ 10 %
3	Силікати, мг/дм^3	Не нормується	12,2	$\delta = \pm$ 10 %
4	Нітрати (по NO_3), мг/дм^3	Не більше 50	1,25	$\delta = \pm$ 15 %
5	Нітрити, мг/дм^3	Не більше 0,5	0,5	$\delta = \pm$ 25 %
6	Фториди, мг/дм^3	Не більше 1,5	1,0	$\delta = \pm$ 15 %
7	Алюміній, мг/дм^3	Не більше 0,2	0,1	$\delta = \pm$ 30 %
8	Хлор залишковий вільний, мг/дм^3	Не більше 0,5	менше 0,03[1)]	$\delta = \pm$ 30 %

б) інтегральний показник

9	Перманганатна окислюваність, мг O_2/дм^3	-	5,5	$\Delta = \pm$ 0,2 мг O_2/дм^3

Встановлено, що досліджуваний зразок вихідної питної води відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Показники якості води здистильованої, яку використовували для встановлення хімічної стійкості фільтрувального матеріалу Filtrons X2, наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – **Показники якості води здистильованої**

№ з/п	Показник НД та одиниця вимірювання	Вимоги ДСТУ ISO 3696:2003	Результати випробувань	Відносна похибка методу, %
1	Водневий показник (pH)	5,4-6,6	6,2	$\Delta = \pm$ 0,1 pH
2	Жорсткість загальна, ммоль/дм^3	не більше 0,08	0,05	$\delta = \pm$ 25 %
3	Сульфати (SO_4^-), мг/дм^3	не більше 0,5	0,3	$\delta = \pm$ 25 %
4	Хлориди (Cl^-), мг/дм^3	не більше 0,02	менше 0,02	$\delta = \pm$ 25 %
5	Залізо загальне, мг/дм^3	не більше 0,05	0,01	$\delta = \pm$ 25 %
6	Марганець, мг/дм^3	не більше 0,08	0,01	$\delta = \pm$ 25 %
7	Нітрати, мг/дм^3	0,2	0,02	$\delta = \pm$ 25 %
8	Силікати, мг/дм^3	не нормується	0,1	$\delta = \pm$ 25 %

Встановлено, що вода здистильована відповідає, за визначеними показниками, вимогам ДСТУ ISO 3696:2003.

3.2 Дослідження стійкості та основних фізико-хімічних показників досліджуваного матеріалу Filtrons X2

За зовнішнім виглядом досліджуваний матеріал Filtrons X2 це прозорі сферичні частинки бурштинового кольору з включенням часток білого, світлого і темного коричневого кольору.

Оскільки досліджуваний Filtrons X2 є фільтрувальним матеріалом необхідно було дослідити його фізико-механічні показники та виконати порівняння з характеристиками контрольного зразка і вимогами до фільтрувальних матеріалів, які використовуються для очищення води (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – **Результати досліджень фізико-механічних показників досліджуваних зразків матеріалів (n=3; P≥0,95)**

Назва показника, одиниця виміру	Фізико-механічні характеристики		
	Вимоги СОУ-Н МПЕ 40.1.37.305	Пісок кварцовий (контрольний зразок)	Filtrons X2
Насипна густина, кг/м^3	не нормується	1490	850
Гранулометричний склад, мм	0,1 - 5	0,2 - 10	0,3-5
Зольність, %	Не більше 10	8	5
Міцність на стирання, %	Не більше 5	0,5	0,3
Міцність на руйнування, %	Не більше 5	2,2	1,5
Коефіцієнт однорідності, %	не нормується	65	90
Коефіцієнт форми, %	не нормується	25	85

Гранулометричний склад матеріалу Filtrons X2 має більш звужені характеристики у порівнянні з контрольним зразком, що підтверджується:
- коефіцієнтом однорідності матеріалу, який є кращим на 25%, коефіцієнтом однорідності матеріалу – на 60%.

Встановлено, що у порівнянні з контрольним зразком кварцевого піску зольність досліджуваного матеріалу є меншою в 1,6 рази, міцність на стирання – - в 1,6 рази, міцність на руйнування – в 1,47 рази. Покращені фізико-механічні показники досліджуваного матеріалу впливатимуть таподовження основного циклу фільтування та зменшення витрат промивної води під час етапу промивання та підготовки. [24]

Досліджуваний матеріал Filtrons X2 містить у своєму складі декілька компонентів і за рахунок цього проявляє іонообмінні та сорбційні властивості, необхідно було встановити його сорбційні характеристики (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - **Результати досліджень сорбційних показників досліджуваних зразків матеріалів (n=3; P≥0,95)**

Назва показника, одиниця виміру	Сорбційні характеристики матеріалу	
	пісок кварцовий (контрольний зразок)	Filtrons X2
Пористість матеріалу, %	40-45	50-55
Повна обмінна ємність, ммоль/дм^3	0	0,6-0,75
Робоча обмінна ємність, ммоль/дм^3	0	0,55-0,65

Аналіз таблиці 3.4 вказує на вищу на 20% загальну пористість матеріалу Filtrons X2 у порівнянні з контрольним зразком. Оскільки кварцевий пісок не має іонообмінних властивостей, а фільтрувальний комплексний матеріал Filtrons X2 містить у своєму складі іонообмінний матеріал – встановлено повну та робочу обмінну ємність.

Форма зерен матеріалу Filtrons X2 має більш округло-кулясту форму і коефіцієнт форми є незначно вищим 1. Це має вплив на тривалість основного циклу фільтрування до можливого проскоку затриманих забруднень і виносу з шару завантаження. Коефіцієнти зерен, форми і однорідності, міжзернова пористість є залежнимиміж собою.

Міжзернова пористість впливає на результативність очищення води та залежить від властивостей фільтрувального матеріалу, загальної концентрації сполук, які присутні у воді, а також технологічного режиму веденню процесу.

Міжзернова пористість є відношенням загального об’єму міжзернових пор до загального обсягу матеріалу. Значення міжзернової пористості фільтрувальних матеріалів становить 0,38 - 0,75.

Коефіцієнт фільтрації (К) – швидкість фільтрації (руху) води у порах при напірному градієнті, який дорівнює одиниці.

Коефіцієнт фільтрації залежить від фізичних властивостей матеріалу (пористість, гранулометричний склад, розмір і форма пор) і фільтруючого середовища (температура, в’язкість, різниця тисків, мінералізації).

Брудомісткість фільтрувального матеріалу це кількість забруднень, які накопичуються в одиниці обсягу матеріалу за визначену тривалість фільтрування, коли спостерігається перепад тиску і досягає максимально допустимий.

Брудомісткість залежить від особливостей забруднювчів і інших чинників, тому показник застосовують для порівняння матеріалів. Для визначення тривалості роботи фільтрувального матеріалу визначали питому брудомісткість за вмістом заліза (рис. 3.1).

Міжзернову пористість, брудомісткість та коефіцієнт фільтрації досліджуваних фільтраційних матеріалів наведено на рисунку 3.1.

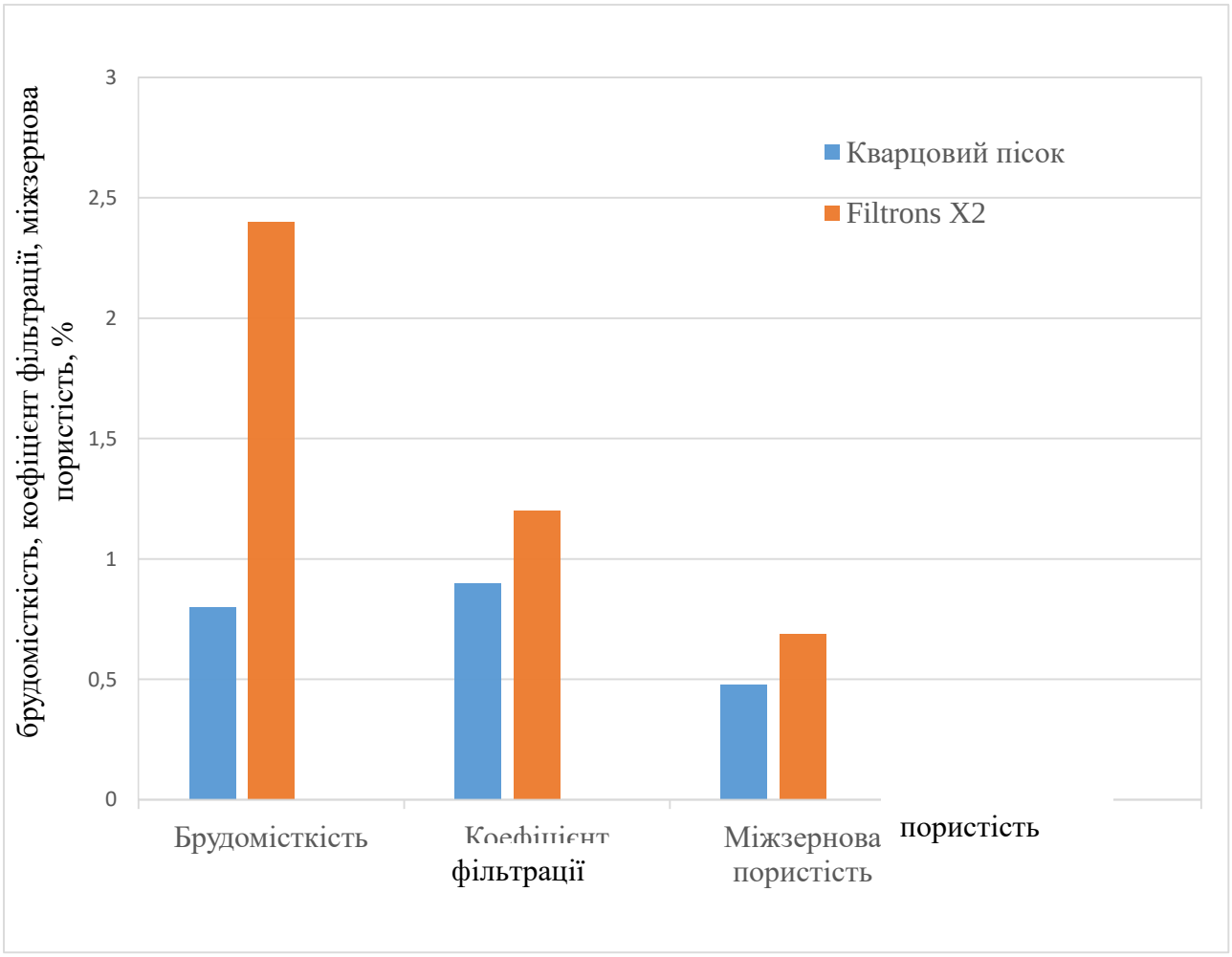

Рисунок 3.1 – **Залежність брудомісткості, коефіцієнту фільтрації, міжзернової пористості від типу фільтрувального матеріалу**

Встановлено, що у порівнянні з кварцевим піском, матеріал комплексної дії Filtrons X2 показує себе набагато краще за брудоємністю в 3 рази, міжзерновою пористістю в 1,4 рази та має вищий коефіцієнт фільтрації на 30%.

Суттєво впливає на процес та ступінь очищення хімічна стійкість фільтрувального матеріалу.

Результати випробувань хімічної стійкості (табл. 3.5) показують, що досліджуваний зразок Filtrons X2 відповідає вимогам до матеріалів, які застосовують у водоочищенні для харчових виробництв.

Таблиця 3.5 – **Результати досліджень хімічної стійкості Filtrons X2 (розмір 3 – 4 мм)**

Найменування показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ-Н МПЕ 40.1.37.305, не більше	Значення показника після настоювання Filtrons X2 у розчині (n=3; P≥0,95)		
		гідроксиду натрію, 10%	соляної кислоти, 5 %	здистильованій воді
Масова концентрація, мг/дм^3:				
- кальцію та магнію	0,2	0,1	0,15	0,08
- заліза	0,2	0,12	0,15	0,09
- фосфатів	0,2	0,12	0,15	0,07
- силікатів	5,0	2,2	2,8	1,9
- сульфатів	0,2	0,1	0,14	0,05
Перманганатна окиснюваність, мг O_2/дм^3	4,0	1,7	2,8	1,2
Загальна мінералізація, мг/дм^3	20,0	6,5	7,5	4,5

Встановлено, що досліджуваний фільтрувальний матеріал є хімічно стійкими до розчинів кислот та лугів і на етапі промивки не потребують витрачання розчину соляної кислоти для відмивки від зольних речовин (табл. 3.6), що буде позитивно відображатися на екологічності та безпечності виробництва.

Технологічні режими фільтрування води досліджуваним зразком Filtrons X2 та контрольного зразку кварцевого піску, наведено в таблиці 3.6.

За рахунок кращих фізико-механічних показників фільтрувального матеріалу Filtrons X2 (табл. 3.3) у порівнянні з кварцевим піском витрата води на промивку зменшується на 30% при цьому тривалість промивки скорочується - у 3 рази. Цим підтверджується більша тривалість експлуатації та основного циклу фільтрування та можливість зменшення висоти фільтрувального шару на 20-25%.

Встановлено, що на підготовчій стадії, у порівнянні з контрольним зразком кварцевого піску, фільтрувальний матеріал Filtrons X2 не потребує застосування розчину соляної кислоти, який є прекурсором, і дає змогу покращити екологічність і безпечність виробництва. За однакового шару матеріалу у фільтрі під час основного циклу фільтрування відносний об'єм підготовленої води збільшується на 25-30%.

Таблиця 3.6 – **Технологічні режими фільтрування води досліджуваними матеріалами**

Назва стадії	Лінійна швидкість, м/год (згідно з ТР У 18.5084)	Відносний об'єм, об/об ФМ	
		Кварцевий пісок (контроль)	Filtrons X2
Підготовка матеріалу:			
– обробка розчином соляної кислоти (0,5%)	5	5	Не потребує
– відмивка від розчину соляної кислоти питною водою	10 – 12	20...25	Не потребує
- пряма промивка питною водою	10 – 12	25	5-8
Основна стадія фільтрації	10 – 20	1200	1500
Тривалість зворотного промивання, хв..	Не нормується	До 30 хв	10 хв
Стадія регенерації	8-10	-	10- 12
Регенераційний розчин хлориду натрію, %			
Відмивання від регенераційного розчину питною водою (пряма промивка)	10-25	-	8-10
Висота шару, матеріалу у стандартному фільтрі, мм	500 - 1000	700 - 1000	500-1000

3.3 Дослідження ефективності застосування фільтруючого матеріалу комплексної дії для кондиціювання води у лікеро-горілчаному виробництві

Досліджено ефективність застосування фільтруючого матеріалу комплексної дії для кондиціювання води у лікеро-горілчаному виробництві (табл. 3.7-3.9).

Таблиця 3.7 – **Органолептичні показники води до і після очищення досліджуваними матеріалами**

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237:2005	Значення показника для води питної	Значення показника під час очищення води через	
			кварцевий пісок (контроль)	Filtrons X2
Запах, бали	0	1	1	0
Смак, бали	0	1	1	0
Забарвленість, градус	не більше 2	19	1	0
Прозорість, %	не менше 98	95	99	100
Каламутність, мг/дм^3	не більше 0,02	0,2	0,05	0

Таблиця 3.8 – **Фізико-хімічні та токсикологічні показники води до і після очищення досліджуваними матеріалами**

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237:2005	Значення показника для води питної	Значення показника під час очищення води	
			кварцевий пісок (контроль)	Filtrons X2
1	2	3	4	5
Твердість загальна, ммоль/дм^3	не більше 0,1	4,3	4,5	0,5
Лужність загальна, ммоль/дм^3	не більше 2,0	4,2	4,2	4,2
Лужність вільна, ммоль/дм^3	менше 0,005[1)]	менше 0,005[1)]	менше 0,005[1)]	менше 0,005[1)]
Перманганатна, окиснюваність, мг O_2/дм^3	не більше 2,0	5,5	5,5	1,8
Водневий показник, одиниці pH	6,0 – 8,0	7,3	7,5	7,0

Кінець таблиці 3.8

1	2	3	4	5
Масова концентрація заліза загальне, мг/дм^3	не більше 0,05	0,2	0,17	0,03
Масова концентрація марганцю, мг/дм^3	не більше 0,05	0,06	0,05	0,01
Масова концентрація хлоридів, мг/дм^3	не більше 60	20	20	20
Масова концентрація сульфатів, мг/дм^3	не більше 50	25	25	25
Масова концентрація поліфосфатів, мг/дм^3	не більше 0,05	0,8	0,8	0,5
Масова концентрація ортофосфатів, мг/дм^3	не більше 0,05	0,1	0,1	0,05
Масова концентрація силікатів, мг/дм^3	не більше 5,0	12	14	12
Масова концентрація хлору залишкового вільного та зв'язаного, мг/дм^3	не допускається[1)]	менше 0,03[1)]	менше 0,03[1)]	менше 0,03[1)]
Масова концентрація фторидів, мг/дм^3	не більше 1,5	1,0	1,0	0,8
Масова концентрація амонію, мг/дм^3	Не більше 0,5	0,2	0,2	0,05
Масова концентрація нітрати (по NO_3), мг/дм^3	2,0	1,25	1,2	0,5

Таблиця 3.9 – **Показники безпечності води до і після очищення досліджуваними матеріалами**

Назва показника, одиниця виміру	Граничне значення згідно з СОУ 15.9-37-237:2005	Значення показника для води питної	Значення показника під час очищення води	
			кварцевий пісок (контроль)	Filtrons X2
Масова концентрація:				
алюмінію, мг/дм^3	0,1	0,07	0,07	0,04
кадмію, мг/дм^3	0,001	0,0006	0,0006	0,0004
миш'яку, мг/дм^3	0,01	0,06	0,06	0,04
міді, мг/дм^3	0,1	0,08	0,08	0,06
свинцю, мг/дм^3	0,01	0,007	0,007	0,005
цинку, мг/дм^3	0,01	0,006	0,006	0,004

Аналіз таблиці 3.7 показує, що вода підготовлена Filtrons X2 за органолептичними показниками задовольняє вимоги СОУ 15.9-37-237, при цьому смак та запах мають найвищу бальну оцінку, прозорість у порівнянні з вихідною питною водою покращується на 5%, каламутність та забарвленість сягають найвищих показників за якістю.

За даними таблиці 3.8 визначено, що застосування Filtrons X2 дає змогу частково зм'якшити питну воду в одну ступінь до 0,3 моль/дм^3, за рахунок складу фільтрувального комплексного матеріалу, однак не досягає максимально-допустимого за СОУ 15.9-37-237 0,1 моль/дм^3. Порівняльна оцінка ефективності очищення води питної контрольним зразком та Filtrons X2, вказує на перевагу останнього. При цьому спостерігається зменшення масової концентрації:

- органічних сполук за перманганатною окиснюваністю до 3 разів,
- заліза (0,05 мг/дм^3) і марганцю (0,01 мг/дм^3) до відповідності вимогам СОУ 15.9-37-237,
- поліфосфатів та ортофосфатів у 1,5-2 рази,
- нітратів у 2,5 рази та нітритів до 4 разів.

Визначено що, показники безпечності води після її очищення досліджуваним матеріалом Filtrons X2 знижуються у середньому в 1,5 рази (табл. 3.9).

Під час фільтрувального циклу у об'ємі завантаження накопичуються домішки та змінюється іонообмінна здатність матеріалу, тому було досліджено залежність масової концентрації заліза та кальцію у підготовленій воді від відносного об'єму профільтрованої води (рис. 3.3).

Встановлено, що незалежно від вихідної масової концентрації заліза у вихідній воді, спочатку спостерігається зменшення вмісту заліза у підготовленій воді до 0,01-0,02 мг/дм^3 за відносного об'єму до 100 об. підгот.води/об. матеріалу.

Потім спостерігається поступове збільшення масової концентрації заліза у підготовленій воді до граничного значення 0,05 мг/дм^3:

- за вихідної масової концентрації 0,5 мг/дм^3 питомий об'єм підготовленої води становить 1100 об. підгот.води/об. матеріалу;
- за вихідної масової концентрації 1,0 мг/дм^3 питомий об'єм підготовленої води становить 850 об. підгот.води/об. матеріалу.

Встановлено, що незалежно від вихідної масової концентрації кальцію у вихідній воді, спостерігається різьке зменшення вмісту кальцію у підготовленій воді до 0,3-0,5 мг/дм^3 до відносного об'єму до 100 об. підгот.води/об. матеріалу.

Потім спостерігається стабілізація масової концентрації кальцію у підготовленій воді до 0,3 мг/дм^3 за вихідної масової концентрації 50 мг/дм^3, при цьому питомий об'єм підготовленої води становить до 1100 об. підгот.води/об. матеріалу. Надалі масова концентрація кальцію починає відвищуватися і досягає граничного значення відповідно до СОУ 15.9-37-237 - 1 моль/дм^3 800-1000 питомих об'ємах підготовленої води.

- за вихідної масової концентрації 100 мг/дм^3 питомий об'єм підготовленої води становить 850 об. підгот.води/об. матеріалу, при цьому масова концентрація кальцію сягає граничного значення 1,0 моль/дм^3.

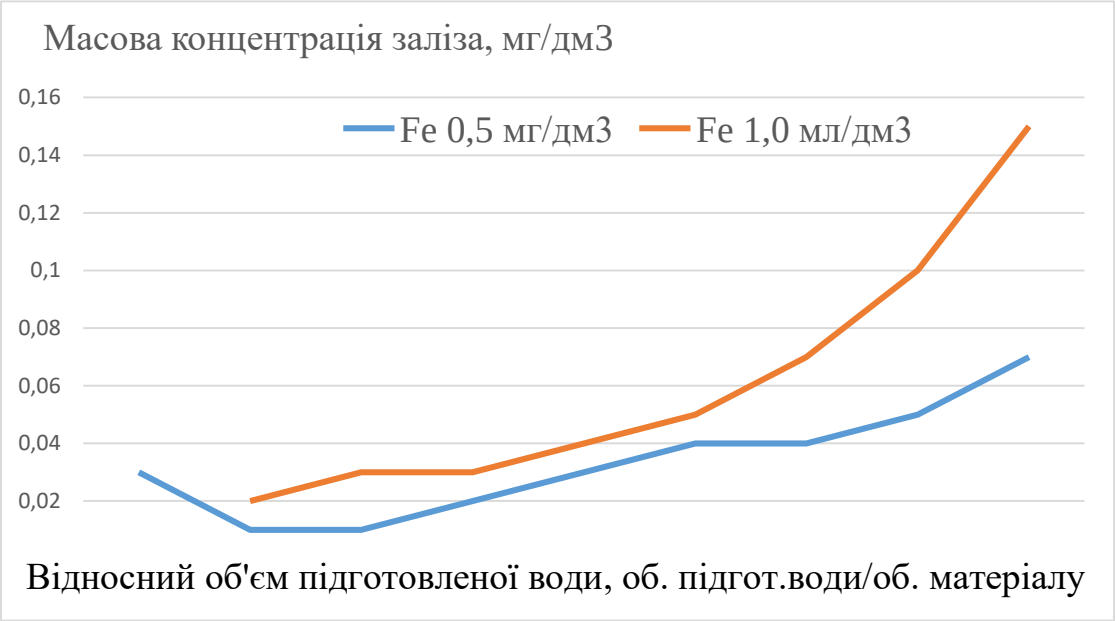

Рисунок 3.2 – Залежність масової концентрації заліза у підготовленій воді від питомого об'єму профільтрованої води

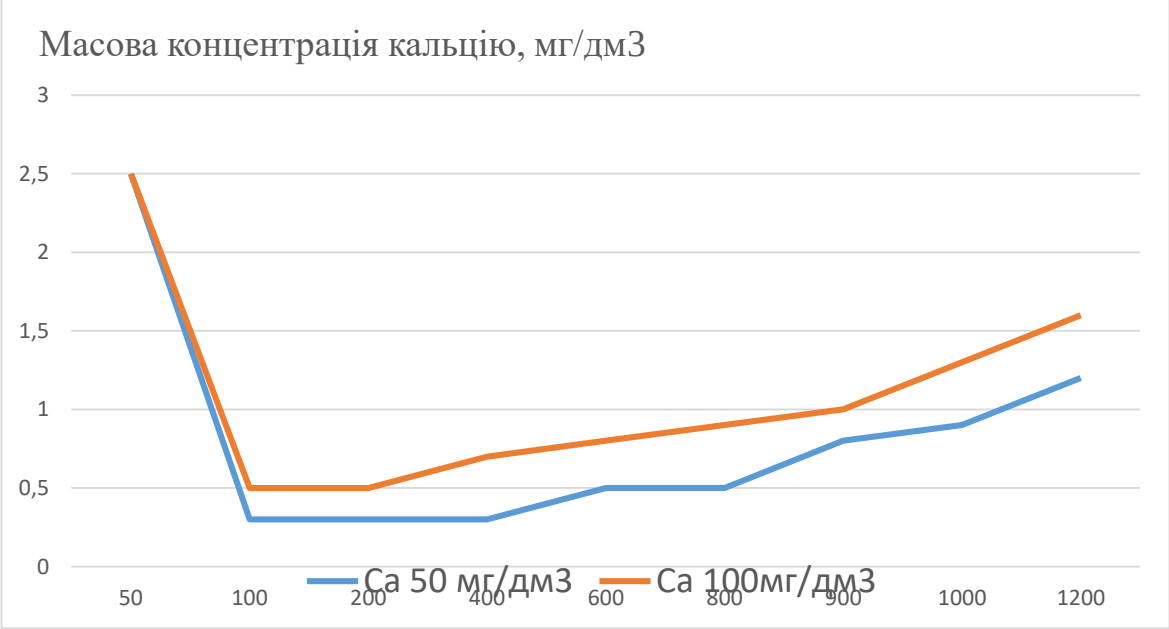

Рисунок 3.3 – Залежність масової концентрації кальцію у підготовленій воді від питомого об'єму профільтрованої води

3.4 Висновки

В даному розділі провели аналіз матеріалів комплексної дії для дослідження та удосконалення кондиціювання води за допомогою цих матеріалів.

Встановили, що матеріали комплексної дії займають високу позицію у кондиціюванні води.

Встановлено органолептичні, фізико-хімічні та іонообмінні властивості матеріалу Filtrons X2.

Вищі показники механічної міцності та міжзернової пористості на 30 %, однорідності зерен сприяють підвищенню основного фільтрувального циклу одержання підготовленої води до 25-30 % за зменшених витратах води на етапі підготовки і регенерації до 30 %.

Встановлено ефективність застосування фільтрувального матеріалу комплексної дії Filtrons X2 за показниками води да та після її очищення.

Встановлено, що Filtrons X2 є ефективним, адже за його використання можливе більш глибоке очищення води від забруднень та отримання відповідних значень показників за нормативними вимогами на підготовлену воду.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Вхідні параметри, які найбільше впливають на процес фільтрування:

$Ж_в$ – жорсткість вихідної води, ммоль/дм^3;
p – повна обмінна ємність матеріалу, ммоль/дм^3
s – пористість матеріалу, %
$Ж_{в1}$ - жорсткість підготовленої води

Вихідна функція:

Жорсткість води, ммоль/дм^3

Записуємо залежність у вигляді:

Жорсткість води = f ($Ж_в$.; p; s)

Перевіряємо вхідні параметри на можливість їх варіювання

Жорсткість води = f ($Ж_в$.; p; s)

Приводимо ранжування вхідних параметрів

Жорсткість води = f ($Ж_в$; pH; s)

Для зручності всі вхідні параметри позначаємо – X, а вихідні – Y.

$Y = f (X_1, X_2, X_3)$

Необхідна кількість дослідів - 3

2 – кількість рівнів варіювання кожного з вхідних параметрів;

n – кількість вхідних параметрів.

Записуємо рівняння залежності:

$Y = X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_2 \times X_3 \times X_4 \times X_1 \times X_2 \times X_4 \times X_1 \times X_3 \times X_4$

Будуємо матрицю планування експерименту

№ експерименту	X_1	X_2	X_3	X_4
1	0,6	45	3	0,1
2	0,65	50	4	0,1
3	0,7	55	5	0,1

Обробка експериментальних даних

1) Перевірка дисперсії вихідної величини на однорідність

$$S_{одн} = \frac{\sum(X1,,X4)}{N-1},$$

$$S_{одн1} = \frac{\sum(0,6+0,65+0,7)}{2} = 0,975,$$

$$S_{одн2} = \frac{\sum(45+50+55)}{2} = 75,$$

$$S_{одн3} = \frac{\sum(3+4+5)}{2} = 6,$$

$$S_{одн4} = \frac{\sum(0,1+0,1+0,1)}{2} = 0,15.$$

2) Розраховуємо дисперсію відтворюваності

$$S_{відтр} = \frac{Sодн1}{Sодн3},$$

$$S_{відтр} = \frac{0,975}{6} = 0,1625.$$

3) Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_k = \frac{\sum(X1 \ldots X4)}{N},$$

$$B_{k1} = \frac{\sum(0,6+0,65-0,7)}{3} = 0,183,$$

$$B_{k2} = \frac{\sum(45+50-55)}{3} = 13,3,$$

$$B_{k3} = \frac{\sum(3+4-5)}{3} = 0,66,$$

$$B_{k4} = \frac{\sum(0,1+0,1-0,1)}{3} = 0,03.$$

4) Підставляємо коефіцієнти рівняння регресії у вихідне рівняння

$Y = (0,183 \times X_1 + 13,3 \times X_2 + 0,66 \times X_3 + 0,03 \times X_4) \times 0,1$ (рівняння регресії подано у спрощеному вигляді)

Підставляємо значення кожного фактора в отримане рівнянь регресії, отримаємо розрахункові значення функції та порівнюємо їх із дослідними значеннями

$Y_1 = (0,183 \times 0,6)(13,3 \times 45)(0,66 \times 3)(0,03 \times 0,1) \times 0,1 = (0,1098 \times 598,5 \times 1,98 \times 0,003) \times 0,1 = 0,390 \times 0,1 = 0,039$

$Y_2 = (0,183 \times 0,65)(13,3 \times 50)(0,66 \times 4)(0,03 \times 0,1) \times 0,1 = (0,119 \times 665 \times 2,64 \times 0,003) \times 0,1 = 0,69 \times 0,1 = 0,069$

$Y_3 = (0,183 \times 0,7)(13,3 \times 55)(0,66 \times 5)(0,03 \times 0,1) \times 0,1 = (0,1281 \times 731,5 \times 3,3 \times 0,003) \times 0,1 = 0,093$

Так як оптимальна жорсткість води становить ~ 0,05, то другий експеримент Y_2 є адекватним.

Оптимальна жорсткість води для фільтру комплексної дії Filtrons X2 згідно першого експерименту становить 0,069 ммоль/дм^3.

5 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Впровадження технології водопідготовки комплексного фільтрувального завантаження дозволить пом'якшити та зменшити вміст заліза, марганцю, органічних сполук в одну стадію і в одному апараті, що зменшить витрати води на підготовку та промивку.

Соціальний ефект від впровадження результатів цієї кваліфікаційної роботи полягає у отриманні підготовленої води при зменшенні води, що витрачається на стадіях спушування, регенерації і швидкої промивки.

У таблиці 5.1 розраховано витрати на 1000 дал продукції [50].

Таблиця 5.1 – Витрати допоміжних матеріалів на приготування 1000 дал горілок

Назва витратного матеріалу матеріалу	Ціна матеріалу	За традиційною технологією		За удосконаленою технологією	
		Серед-ньорічна витрата	Загальні вартість, грн	Витрати матеріалу, кг	Загальні вартість, грн.
Кварцовий пісок	22 грн./кг	0,05 кг	1,1	-	-
Активне вугілля	360 грн./кг	0,7 кг	252		
Іоніт	228 грн./кг	0,04 кг	9,12		
Filtrons X2	235 грн./кг	-	-	1,0 кг	235
Сіль кухарська	35 грн./кг	2,0 кг	70	2,0 кг	70
Кислота соляна	86 грн./дм^3	4,0 дм^3	344	-	-
Вода питна на підготовку матеріалу	25 грн/м^3	0,4 м^3	10	0,4 м^3	10
Вода питна на промивку фільтра	25 грн/м^3	0,4 м^3	10	0,2 м^3	5
Всього			**696**		**320**

За традиційною технологією (при використанні кварцового піску) на виробництво 1000 дал горілки витрата становить - 696 грн., при використанні матеріалів комплексної дії - 320 грн. Таким чином використання досліджуваного комплексного матеріалу під час кондиціювання води дає змогу зменшити вартість матеріалів на кондиціювання води в середньому на 376 грн на 1000 дал горілки. [22]

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є найважливішим засобом для контролю безпеки працівників підчас технологічних етапів виробництва продукту, ремонтних чи тимчасових робіт, а також підчас надзвичайних ситуацій.

Працівник не допускається до роботи, доки він не ознайомиться з технікою безпеки внутрішнього регламенту, не пояснять ймовірні ризики, не видадуть спеціальний одяг, не пояснять обов'язки.

На підприємствах горілчаної промисловості є шкідливими і небезпечними умовами праці, несприятливі метеорологічні умови, тому для уникнення або зменшення ймовірності завдання шкоди здоров'ю працівнику, йому видається безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби.

Техніка безпеки внутрішнього регламенту – це інструкція, протокол поведінки чи виконання правил та обов'язків, які гарантуватимуть безпеку працівнику та працівників, що його оточують.

Структура інструкції:

- Загальне положення;
- Вимоги безпеки перед початком роботи;
- Вимого підчас виконання роботи;
- Вимого після закінчення роботи;
- Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

Інструкцію розробляє людина, яка відповідає за підрозділ для якого розробляється регламент безпеки (інструкція).

Наприклад, розробленням інструкцій для гарячого та холодного блоку займається головний пивовар, бо він є відповідальним за ці підрозділи підприємства.

Інструктажі з охорони праці поділяють:

- Вступний інструктаж;
- Первинний інструктаж;
- Повторний інструктаж;
- Позаплановий інструктаж;
- Цільовий інструктаж.

Основним державним регламентом на базі якого створено внутрішній регламент охорони праці являється Закон України «Про охорону праці».

Охорона за стадіями технологічного процесу мало відрізняється на всіх етапах виробництва від прийому сировини до готового продукту, але з своїми нюансами:

- Працівникиу відділі прийому сировини працюють з важкими мішками, навантажувачами;
- Працівники у дробильно-варильному відділі мають ризик отримати опік за рахунок термічних процесів;

- Працівники у бродильно-лагерному відділі мають ризик отримати ураження електричним струмом;
- Працівники в цеху розливу мають ризик отримати колючо-ріжучі травми за рахунок склобою.

Екологічний контроль відіграє важливу роль не тільки для навколишнього середовища, а також для самого підприємства, бо набагато легше використовувати, якщо якість дозволяє, місцеву сировину, ніж постійно завозити.

Гарним прикладом такої сировини є вода, на території підприємств знаходяться свердловини. Не дбайливе їх використання, з точки зору екологічного контролю, призведе до забруднення водних ресурсів, що в кращому випадку воду доведеться сильніше очищувати, а в гіршому зробить її непридатною до використання.

Виробництво продукції супроводжується з можливими ризиками забруднення навколишнього середовища. Мінізуванням ризиків можливого забруднення займається Система екологічного менеджменту.

Розуміючи можливі небезпеки можна мінізувати або запобігти надлишкових витрат при їх ліквідації.

Ідентифікацію та визначення екологічних аспектів проводить робоча група під керівництвом представника вищого керівництва СЕМ (Система екологічного менеджменту), призначена наказом директора по комбінату. СЕМ використовує МІСМ (Методика інтегрованої системи менеджменту).

Основні засади мінімізації втрат за рахунок бережливого виробництва. Підприємство прагне рухатися в ногу з сучасними технологія і поглядами, в тому числі зацікавлене у бережному виробництві, для зменшення витрат і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Політику раціонального використання можна регламентувати за ISO 14001 «Систем екологічного управління».

Економія води найбільш перспективний напрямок, бо вода є високо використовуваним ресурсом у виробництві пива і одним з найбільш важливим. Гарними прикладом її економії чи повторного використання:

- Використання пару отриманого в процесі варок пива, як теплового ресурсу;
- Використання нагрітої води в технологічних процесах для підтримання інших технологічних процесів пивоваріння.

Воду також використовують для приготування спеціальних та миючих розчинів. Миття відбувається порційно, перші порції кожного миючого розчину змиваються в каналізацію, наступні через свою відносну чистоту повертаються у початковий бак, де відбувається приготування розчинів.

Економія вуглекислого газу базується на повторному використанні утвореного під час бродіння пива газу потребах підприємства.

Висновки. ***Охорона праці*** є найважливішим засобом для контролю безпеки працівників підчас технологічних етапів виробництва продукту, ремонтних чи тимчасових робіт, а також підчас надзвичайних ситуацій.

Працівник не допускається до роботи, доки він не ознайомиться з технікою безпеки внутрішнього регламенту, не пояснять ймовірні ризики, не видадуть спеціальний одяг, не пояснять обов'язки.

На підприємстві є шкідливими і небезпечними умовами праці, несприятливі метеорологічні умови, тому для уникнення або зменшення ймовірності завдання шкоди здоров'ю працівнику, йому видається безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби.

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист України — є державною системою органів управління, сил і засобів, що створюється для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру [29,38].

Наступні функції покладені на цивільний захист в Україні [29,38]:

- реалізація державної політики, спрямованої на забезпечення безпеки та захисту населення та територій, матеріальних та культурних цінностей та навколишнього середовища від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливі періоди;

- подолання наслідків надзвичайних ситуацій, у тому числі наслідків надзвичайних ситуацій на територіях іноземних держав відповідно до міжнародних договорів України, обов'язковість яких затверджена Верховною Радою України.

Основними завданнями цивільної оборони є [29,38]:

- збір та аналітична обробка інформації про надзвичайні ситуації;

- оцінка та прогнозування соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій;

- розробка та впровадження законодавчих та інших нормативних актів, дотримання норм та стандартів у галузі цивільного захисту;

- створення, збереження та раціональне використання матеріальних ресурсів, необхідних для запобігання надзвичайним ситуаціям;

- оперативне повідомлення населення про виникнення або загрозу надзвичайної ситуації, своєчасна та достовірна інформація про поточну ситуацію та вжиті заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій та подолання їх наслідків; - організація захисту населення та територій від надзвичайних ситуацій, надання екстреної психологічної, медичної та іншої допомоги постраждалим;

- проведення невідкладних робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та організації життєзабезпечення постраждалого населення;

- навчання населення методам захисту на випадок надзвичайних ситуацій, несприятливих побутових або незвичних ситуацій та організація тренінгів;

- міжнародне співробітництво у сфері цивільного захисту.

З метою ефективного виконання завдань цивільного захисту, зменшення матеріальних втрат та запобігання пошкодженню об’єктів, матеріальних та культурних цінностей та навколишнього середовища у разі надзвичайних ситуацій центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підпорядковані їм сили та засоби, підприємства , установ та організацій, незалежно від форм власності, добровільні рятувальні бригади здійснюють [29,38]:

- повідомлення та інформування;
- спостереження та лабораторний контроль;

- укриття в захисних спорудах;
- евакуація;
- інженерний захист;
- медичний захист;
- психологічний захист;
- біологічний захист;
- охорона навколишнього середовища;
- радіаційний та хімічний захист

Для харчової промисловості забезпечення виконання завдань цивільного захисту є одним з найвищих пріоритетів. Захист харчових продуктів досягається шляхом забезпечення виконання таких груп заходів: організаційних, інженерних, санітарно-профілактичних. Організаційна діяльність [29,38]:

розпорошення виробничих та складських приміщень на території підприємства під час його будівництва;

модернізація вживаного обладнання;

організація лабораторій для аналізу та контролю продуктів та інгредієнтів (наявність шкідливих речовин, невідповідність якості сировини тощо);

організація та забезпечення навчання працівників (правила використання сировини та обладнання, вимоги до технологічного процесу виробництва);

забезпечення контролю над усім технологічним процесом та системами захисту та запобігання надзвичайним ситуаціям.

У разі виникнення загрози чи надзвичайної ситуації вживається комплекс заходів, а саме [29,38]: евакуація персоналу підприємства, залучення формувань цивільної оборони для вжиття заходів щодо ліквідації надзвичайної ситуації та мінімізації її наслідків, зустріч та надання допомоги аварійним службам. Інженерні заходи включають [29,38]:

герметизація технологічного обладнання;

опечатування виробничих та складських приміщень;

встановлення пилофільтрів, кондиціонерів на виробничих потужностях;

установка фільтруючих поглиначів на вентиляційні системи.

Методи реалізації інженерних заходів багато в чому схожі. Таким чином, для всіх галузей промисловості важливо герметизувати будівлі, приміщення та інші елементи виробничого комплексу. Санітарно-профілактичні заходи включають [29,38]:

підтримання в чистоті будівель, допоміжних приміщень, обладнання відповідно до санітарних правил харчових підприємств;

регулярний санітарно-гігієнічний контроль за якістю продукції, води та джерел води;

радіаційний та хімічний контроль є невід'ємною частиною цивільного захисту населення, виробничого персоналу підприємств.

Він включає комплекс організаційно-технічних заходів, що проводяться для контролю радіаційного опромінення персоналу формувань цивільної

оборони, виробничого персоналу підприємств, населення, а також визначення ступеня зараження радіоактивними, небезпечними хімічними речовинами, технологічним обладнанням, продуктами харчування, сировиною матеріали, вода та інші матеріали. За даними радіаційно-хімічного контролю здійснюється [29]:

оцінка ефективності персоналу формувань цивільного захисту, виробничого персоналу підприємств та визначення порядку їх подальшого використання;

уточнення режимів радіаційного захисту;

визначення потреби та обсягу санітарії для людей, особливої обробки технологічного обладнання, машин та інших матеріальних ресурсів;

визначення можливості використання сировини, напівфабрикатів, готової продукції в умовах радіаційного та хімічного забруднення.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі представлено результати досліджень з метою удосконалення кондиціювання води у виробництві алкогольних напоїв із використанням фільтрувальних матеріалів комплексної дії.

1. Проаналізовано світові сучасні тенденції кондиціювання води і види фільтрувальних, сорбційних матеріалів, які використовуються в очищенні води. у виробництві лікеро-горілчаних напоїв.

2. Визначено, що досліджуваний матеріал Filtrons X2 є хімічно стійким та має у порівнянні з контрольним зразком кварцевого піску вищу брудоємність в 3 рази, міжзернову пористість в 1,4 рази та коефіцієнт фільтрації на 30%.

3. Перевірено раціональні технологічні режими застосування досліджуваного фільтрувального матеріалу комплексної дії і встановлено, що у порівнянні з контрольним зразком кварцевого піску, відносний об'ємом підготовленої води збільшується на 25-30%, при зменшенні витрат води на швидку промивку до 30%.

4. Доведено, що застосування досліджуваного фільтрувального матеріалу за рахунок іонообмінних та сорбційних властивостей дає змогу комплексно видаляти органічні сполуки, зм'якшувати, знезалізнювати, деманганувати, і денітрифікувати воду.

5. Виявлено соціально-економічну ефективність використання фільтрувального матеріалу Filtrons X2 в технології лікеро-горілчаного виробництва зі зменшенням витрат на 1000 дал напоїв у середньому на 376 грн.

6. Розроблено математичну модель процесу з перевіркою на адекватність, декретовано заходи з цивільного захисту і охорони праці.

7. Рекомендується розширити дослідження фільтрувальних матеріалів комплексної дії з проведенням дослідно-виробничих експериментів в установках кондиціювання води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гомеля І.Н., Омельчук Ю.А., Радовенчик В.М. Натрій-катіонне пом'якшення води. Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. Київ. 2008. С. 67–70.
2. Д. Д. Кравчук, М. В. Курік, В. Ф. Моршина. Виробництво спирту та лікеро-горілчаних виробів. Київ. 2013. С. 30–32
3. Дагравай Я.М., Ребренюк А.В. Використання природних мінералів (цеоліт) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості. Екологічні науки. Київ. 2014. С. 82-87.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом МОЗ України 12.05.2010 № 400. Зареєстровано Мінюстом України 01.07.2010 №452/17747. (Нормативний документ Мінохорони здоров'я України)
5. ДСТУ 4077-2001 Якість води. Визначення pH: (ISO 10523:1994, MOD). [Чинний від 01-07-2003]. К.: Київ, Держспоживстандарт, 2003. 11 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 5071:2008. Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Фотометричний метод визначання прозорості. [Чинний від 01-07-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 13 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 7131:2009. Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Перманганатно-метричний метод визначання окислюваності. [Чинний від 01- 07-2010]. Київ: Держспоживстандарт. 2010. 11 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ 7133:2009. Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Фотометричний метод визначання масової концентрації силікатів. [Чинний від 01-07-2010]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 11 с. (Національний стандарт України).
9. ДСТУ 7404:2013. Горілки, горілки особливі. Метод визначання окислюваності. [Чинний від 2014-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України. 2013. 10 с.
10. ДСТУ ISO 3696:2003. Вода для застосовування в лабораторіях. Вимоги та методи перевірки. [Чинний від 01-07-2004]. Київ: Держспоживстандарт, 2003. 12 с. (Національний стандарт України).
11. ДСТУ ISO 6059:2003 (ISO 6059:1984, IDT) Якість води. Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. Титрометричний метод із застосовуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти. [Чинний від -01-07-2004]. Київ: Держспоживстандарт. 2004. 10 с. (Національний стандарт України). 93
12. ДСТУ ISO 6332:2003 (ISO 6332:1988, IDT). Якість води. Визначення заліза. Спектрометричний метод ізвикористанням 1,10-фенантроліну. [Чинний від

01- 07-2004]. Київ: Держспоживстандарт, 2003. 13 с. (Національний стандарт України).
13. ДСТУ ISO 9963-1:2007 (ISO 9963-1:1994, IDT). Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності. [Чинний від 01-01-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. (Національний стандарт України).
14. ДСТУ ISO 9963-2:2007 (ISO 9963-2:1994, IDT). Якість води. Визначеннялужності. Частина 2. Визначеннявільноїлужності. [Чинний від 01-01 -2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 10 с. (Національний стандарт України).
15. Іванов С.В., Домарецький В.А., Прибильський В.Л. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. За заг. ред. д-ра хім.. наук, проф. Іванова С.В. Київ: НУХТ. 2012. 487 с
16. Коваленко О. О. Вплив технології водопідготовки на якість води та напоїв, виготовлених на її основі. Київ: наукове видання «Асканія». 2015. 412 с.
17. Коваленко О.О., Вєтров Д.І., Ремінна Л.П. Вплив технології водопідготовки на якість води та напоїв, виготовлених на її основі. Харчова наука і технологія. Київ. 2010. С. 73–76.
18. Коваленко О.О., Коваленко І.Б., Василів О.Б. Харчова наука і технологія. Київ. 2014. С. 29–36.
19. Ковальчук В. П. , Олійник С.І., Опанасюк Т.І. Удосконалення технології фільтрування води для виробництва напоїв. Матеріалів міжнародної науково-практичної конференції. Удосконалення процесів та обладнання запорука інноваційного розвитку харчової промисловості. Київ: НУХТ. 2012. С. 20–21.
20. Ковальчук В.П., Олійник С.І. Напої. Технології та інновації. Київ. 2012. С. 79-81.
21. Ковальчук В.П., Олійник С.І. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2007. Київ. С. 215–217.
22. Кузьмін О.В. Технологія горілки.. Донецьк: ДонНУЭТ. 2011. 307 с.
23. Макарова Н. В., Мітченко Т. Є., Мітченко А. А. Поліфункціональне завантаження для одностадійного комплексного очищення води. Київ. 2012. С. 25-26.
24. Макарова Н. С., Мітченко А. А., Поляків В. Р. Комплексна очистка води з використанням комбінованої завантаження екософт мікс. Вода і водні технології. Київ: Екософт мікс. 2004. С.-23.
25. Математико-статистичні методи досліджень: курс лекцій для магістрантів спеціальностей напряму 0917 «Харчова технологія та інженерія», напряму 0902 «Інженерна механіка» та напряму 0905 «Енергетика» денної і заочної форми навчання. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Київ: НУХТ. 2007. 106 с.

26. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми [електронний ресурс]: «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / уклад. Куц А.М., Прибильський В.Л., Білько М.В. Київ: НУХТ, 2022. 66 с.
27. Мітченко Т. Є., Стендер П. В., Макарова Н. В., Мітченко А. О. Спосіб очистки та кондиціювання питної води. Патент UA № 36461 A, 2001. С.5-6
28. Мітченко Т.Е. Поляков В.Р., Стендер П.В. Комплексна очистка води з використанням комбінованоого завантаження. Экософт мікс. Вода і водоочисні технології. Київ 2004. С. 20–23.
29. Олійник С.І., Прибильский В.Л., Куц А.М. Активне вугілля у водоготуванні для виготовлення напоїв. Київ: НУХТ. 2014. С. 36–42
30. Олійник С.І., Прибильський В.Л., Самченко І.О. Харчова наука і технологія. Київ: НУХТ 2010. С. 73–76.
31. Олійник С.І., Прибильський В.Л., Самченко І.О.. Застосування природних мінеральних матеріалів у механічному очищенні води для напоїв .Наукові праці Національного університету харчових технологій. Київ: НУХТ. 2018. С. 238–246
32. Олійник С.І., Прибильський В.Л., Чуприна Н.В. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Київ. 2014. С. 227–230.
33. Олійник С.І., Прибильський В.Л., Чупріна Н.В. Удосконалення технології сорбційного очищення води для виробництва алкогольних напої. Київ: НУХТ. 2014. С. 559–565.
34. Орлов В.О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. Рівне.2008. С. 50-55
35. Твердохліб М.М., Гомеля М.Д. Знезалізення води та допоміжних матеріалів. Київ: Екологічні науки. 2013. С. 165-169
36. Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв. Київ: Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. 2021. 191 с.
37. Фільтрувальна загрузка для комплексної очистки води. Стендер П. В. Патент UA 2305001, 2007.
38. Чарний Д.В. Дослідження ефективності застосування різних окислювачів у процесі знезалізнення підземних вод з підвищеним вмістом кремнієвих сполук. Київ: Вісник НУВГП: Технічні науки. 2012. С. 42–48.
39. Desalination. 2003. Vol. 2. P. 157–170. DOI: 0.1016/s00119164(03)00293
40. Meng W., Yuping D., Shunhua L., Xiaogang L., Zhijiang J.J. Magn. Magn. Mater. Absorption properties of carbonyl-iron/carbon black double-layer microwave absorbers. 2009. v. 321. P. 3442–3446
41. Shalini Chaturvedi, Pragnesh N. Dave. Removal of iron for safe drinking water. Desalination. 2012. Vol. 303. P. 1–11. DOI: 10.1016/j.desal.2012.07.003 Ellis D., Bouchard C., Lantagne G. Removal of iron and manganese from groundwater

by oxidation and microfiltration. Desalination. 2000. Vol. 130. P. 255–264. DOI: 10.1016/S0011-9164(00)00090-4
42. Time-dependent effect in green synthesis of silver nanoparticles. Darroudi M. et al. International Journal of Nanomedicine. 2011. Vol. 6. Ð. 677–681. 60.
43. Vaaramaa K., Lehto J. Removal of metals and anions from drinking water by ion exchange.
44. Williams J., Williams L., Baldwin N. Columbus Proc. Nat. Conf. on Environ. Sci. and Technol. (Greensboro, N. C., September 8 – 10, 2002). (Ohio): Richland Battelle, 2003. P. 91 - 98.
45. Zeolite structures. McCusker L., Baerlocher C. Introduction to zeolite science and practice. Studies in Surface Sci. and Catalysis. 2001. Vol. 137. P. 37

Додаток А Робоча програма

Затверджено на засіданні кафедри
біотехнології продуктів бродіння
і виноробства НУХТ,
протокол № 1 від «31» серпня 2022 р.
Зав. кафедри _____ Анатолій КУЦ
«31» серпня 2022 р.

Робоча програма
кваліфікаційної роботи на тему:
«Удосконалення технології кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії»

ВСТУП
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ (аналітичний огляд)
1.1 Аналіз сучасного стану способів фільтрування води у лікеро-горілчаному виробництві 1.2 Аналіз сучасного стану способів сорбційного очищення води для виробництва лікеро-горілчаної продукції
1.3 Порівняльна характеристика сучасних фільтрувальних та сорбційних матеріалів у водоготуванні лікеро-горілчаного виробництва
1.4 Аналіз технології застосування фільтруючих матеріалів комплексної дії
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ
2.1 Об'єкти досліджень
2.2 Методи досліджень.
2.3 Методика проведення досліджень 2.4 Обробляння результатів досліджень
3 Дослідження та удосконалення кондиціювання води для лікеро-горілчаного виробництва із застосуванням фільтруючого матеріалу комплексної дії (експериментальна частина)
3.1 Дослідження хімічної стійкості та основних показників фільтруючого матеріалу комплексної дії
3.2 Встановлення оптимальних технологічних параметрів застосування фільтруючого матеріалу комплексної дії
3.3 Дослідження ефективності застосування фільтруючого матеріалу комплексної дії для кондиціювання води у лікеро-горілчаному виробництві
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
5 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
6 ОХОРОНА ПРАЦІ
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Здобувач Данило ВЕЛИГОРСЬКИЙ

Керівник, доцент, к.т.н. Світлана ОЛІЙНИК

Додаток Б

Тези доповідей

Використання природного матеріала в водопідготовці та очистці сортівки лікеро-горілчаного виробництва

Данило Велигорський, Олександр Алєксєєв, Світлана Олійник
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Вступ. Актуальним завданням лікеро-горілчаної галузей є виробництво високоякісних напоїв різних видів. При цьому велику увагу приділяють використанню високоякісної води та ефективних матеріалів для фільтрування та очищення сортівки [1].

Матеріали і методи. Застосовували методи теоретичного аналізування та порівняння, фізико-хімічного дослідження. Об'єкт дослідження - технологія лікеро-горілчаного виробництва.

Результати. Природні адсорбенти – екологічно-чиста, доступна і дешева сировина. Вони не тільки не забруднюють навколишнє середовище, але і ефективно зв'язують і нейтралізують шкідливі речовини. Найбільш показова в цьому відношенні група природних матеріалів, які мають високу адсорбційну активність: цеоліти, кремнисті опалкристобалітові породи тощо. Природні адсорбенти відрізняються за властивістю, іонообмінною здатністю, питомою поверхнею [1].

Відповідно до Виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок та лікеро-горілчаних виробів стадії попереднього та контрольного фільтрування води і сортівки є обов'язковими. На підприємствах в фільтрах механічної фільтрації, в основному, використовують кварцевий пісок різних фракцій. На цей час актуальним спрямуванням є удосконалення технології фільтрації з використанням природних матеріалів різних видів, які не потребують тривалої попередньої підготовки до основного циклу роботи та мають високу брудомісткість [1].

Проведені дослідження природного фільтраційного матеріалу кремнистої опалкристобалітової породи, в порівнянні з контрольним зразком кварцевого піска, зі встановленням оптимальних режимів та ефективності фільтрації. Матеріал кремнистої опалкристобалітової породи – досить міцний, тонкопористий з плоскораковистим або нерівним зламом, від палевого до темно сірого або чорного кольору. Матеріал має значний об'єм сорбційного простору, високої питомої поверхні (100–130 $м^2/г$) і пористістю (45–52 %). Матеріал має високу хімічну та механічну стійкість, мезозопорсту структуру.

Установлено, що в порівнянні з контрольним зразком використання фільтраційного матеріалу кремнистої опалкристобалітової породи дає змогу збільшити відносний обсяг підготовленої води та очищеної сортівки на 12 – 15 %, крім того, не потрібна додаткова обробка розчином соляної кислоти на стадії попередньої підготовки до основного циклу роботи, при цьому об'єм промивної води зменшується на 25-35%.

Висновок. Установлено, що використання фільтраційного матеріалу кремнистої опалкристобалітової породи дає можливість забезпечити покращання органолептичних показники підготовленої води та сортівки, вказує на перспективність використання у лікеро-горілчаному виробництві.

Література

1. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.

ЗАПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ НА НАПОЇ СЛАБОАЛКОГОЛЬНІ

Олійник С.І., к.т.н., доцент

Велигорський Д.О., здобувач магістратури

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Ковальчук В.П., к.т.н., ст.н.с.

Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів», м. Київ, Україна

Відповідно до Програми робіт з національної стандартизації проведено перегляд та розроблено нову редакцію ДСТУ 4258:2021 [1]. Необхідністю розроблення було внесення необхідних змін до змісту та оформлення нормативного документу, встановлення вимог до напоїв слабоалкогольних (далі - напої) відповідно до чинного законодавства України, Регламентів Європейського Парламенту і Ради.

Визначено позначене основним терміном поняття, що напій слабоалкогольний – напій лікеро-горілчаний з вмістом спирту етилового від 0,5 % об. до 8,5 % об. (міцністю від 0,5 % до 8,5 %) та масовою концентрацією екстрактивних речовин не більш як 14,0 г/100 $см^3$, виготовлений на основі водно-спиртової суміші з використанням інгредієнтів, напівфабрикатів та консервантів, насичений чи ненасичений діоксидом вуглецю.

Напої, залежно від виду сировини та її вмісту в готовому продукті, поділено на групи: вино- та соковмісні; на пряно-ароматичній рослинній сировині; на зерновій сировині; на ароматизаторах.

Встановлено органолептичні показники напоїв за кольором (забарвлені, безбарвні, обумовлені особливостями використаної сировини),

ароматом і смаком (обумовлені особливостями використаної сировини). Додаткові вимоги до органолептичних показників установлює виробник у рецептурі на відповідну назву напою.

Поживну цінність напоїв необхідно розраховувати за вмістом поживних речовин (вуглеводів, білків, жирів) та зазначати в рецептурах або технологічних інструкціях на виробництво напоїв.

Встановлено метрологічні вимоги до упакованих одиниць з напоями, періодичність контролювання напоїв за показниками безпечності виробником згідно з програмою виробничого контролю.

Внесені корективи в температурні межі під час транспортування та зберігання напоїв. Пляшки (інші одиниці упаковки) з напоями необхідно зберігати у закритих складських приміщеннях за температури від 0 °С до 25 °С та відносної вологості повітря не більше, ніж 75 %.

Строк придатності напоїв встановлює виробник (розробник рецептури) і зазначає в рецептурах або технологічних інструкціях на виробництво напоїв. Строк придатності напоїв не повинен перевищувати їх прогнозовану стійкість, визначену згідно з ДСТУ 7397 [2].

Висновки. Впровадження нового видання ДСТУ 4258:2021 [1] створить умови для проведення належного оперативного контролю напоїв слабоалкогольних на стадії їх розроблення та виготовлення, що дасть змогу сприяти підвищенню ефективності роботи підприємств лікеро-горілчаної галузі.

Література

1. ДСТУ 4258:2021 Напої слабоалкогольні. Загальні технічні умови. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2021.

2. ДСТУ 7397:2013 Горілки, горілки особливі, напої лікеро-горілчані. Метод визначання прогнозованої стійкості під час зберігання. К.: Мінекономрозвитку України, 2014.