

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ О.В. Кочубей-Литвиненко

« » лютого 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А.М. Куц

« » лютого 2021 р.

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

на тему: «**Удосконалення кондиціонування води композитним матеріалом у технології горілок**»

Виконала: здобувач 2 курсу,
групи ЗТБ-2-1М

Маслянко Анастасія Костянтинівна

Керівник

Олійник Світлана Іванівна.

Рецензент

Ковальчук В.П.

Засвідчую, що в цій магістерській
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань
Здобувач _____

Київ - 2021 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

Освітній ступень - магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____ А.М. Куц

31 серпня 2020 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Маслянко Анастасії Костянтинівні

1. Тема проекту: «**Удосконалення кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок**»

Керівник роботи: Олійник Світлана Іванівна д.т.н., доцент

затверджені наказом вищого навчального закладу від 28 жовтня 2020 року № 883-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити вплив композитного матеріалу на показники якості підготовленої води

4. Скласти математичну модель процесу і перевірити її адекватність

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань які потрібно розробити):

Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Сучасні технології водопідготовки у технології горілок (аналітичний огляд). 2. Об'єкти, методи та методика досліджень. 3. Удосконалення кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок (експериментальна частина). 4. Оптимізація технологічного процесу. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Висновки та рекомендації. Список використаної літератури. Додатки.

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

Таблиці з результатами досліджень - 16

Графіки з результатами досліджень - 14

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання: 31 серпня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.20-29.10.20	Виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.20-4.11.20	Виконано
	1-а атестація	5.11.2020	Виконано
3.	Експериментальні дослідження технологічних показників застосування композитного матеріалу	05.11.20-17.12.20	Виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.20-22.12.20	Виконано
	2-а атестація	23.12.20	Виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.20-30.12.20	Виконано
6.	Експериментальні дослідження впливу композитного матеріалу на якість підготовленої води і готової продукції	31.12.20-06.01.21	Виконано
7.	Оптимізація технологічного процесу	07.01.21-13.01.21	Виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.21-24.01.21	Виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи та подання їх на кафедрі	25.01.21-31.01.21	Виконано
	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	30.01.21-03.02.21	Виконано
10.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.21-07.02.21	Виконано
11.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	08.02.21-10.02.21	Виконано
12.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

А.К. Маслянко

Керівник роботи, к.т.н., доцент

С.І. Олійник

АНОТАЦІЯ

Маслянко Анастасія Костянтинівна «Удосконалення кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок»

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок.

Представлено результати дослідження показників якості композитного матеріалу. Встановлено основні технологічні показники застосування композитного матеріалу під час одержання підготовленої води. Вплив композитного матеріалу на якість підготовленої води і готової продукції.

Визначено соціально-економічну ефективність, що обумовлена поліпшенням якості води.

Робота викладена на 102 сторінках друкованого тексту, містить 16 таблиць і 14 рисунків, 2 Додатки.

Ключові слова: виробництво горілок, кондиціювання, підготовлена вода, композитний матеріал, очищення

SUMMARY

MASLYANKO ANASTASIYA KOSTIANTYNIVNA "Improvement of water conditioning with composite material in vodka technology"

Master's thesis for a master's degree in specialty 181 "Food Technology" specialization "Technology of fermentation and winemaking". National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

The master's thesis is devoted to the improvement of water conditioning with composite material in the technology of vodka.

The results of research of quality indicators of composite material are presented. The main technological indicators of composite material application during preparation of prepared water are established. Influence of composite material on the quality of prepared water and finished products.

The socio-economic efficiency due to the improvement of water quality is determined.

The work is presented on the 102 pages of printed text, contains 16 tables and 14 figures, 2 appendices.

Key words: vodka production, conditioning, prepared water, composite material, purification

АННОТАЦИЯ

МАСЛЯНКО АНАСТАСИЯ КОНСТАНТИНОВНА «Совершенствование кондиционирования воды композитным материалом в технологии водок»

Квалификационная работа на соискание образовательного степени магистра по специальности 181 «Пищевые технологии» специализации «Технологии продуктов брожения и виноделия». Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2021.

Квалификационная работа посвящена совершенствованию кондиционирования воды композитным материалом в технологии водок.

Представлены результаты исследования показателей качества композитного материала. Установлены основные технологические показатели применения композитного материала при получении подготовленной воды. Влияние композитного материала на качество подготовленной воды и готовой продукции.

Определена социально-экономическая эффективность, обусловленная улучшением качества воды.

Работа изложена на 102 страницах печатного текста, содержит 16 таблиц и 14 рисунков, 2 приложения.

Ключевые слова: производство водок, кондиционирование, подготовленная вода, композитный материал, очистка

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК (аналітичний огляд).....	10
1.1 Основні способи кондиціювання води у технології горілок.....	10
1.2 Застосування різних типів матеріалів у водопідготовці.....	12
1.3 Класифікація і методи виготовлення композитних матеріалів.....	18
2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
2.1 Матеріали досліджень.....	37
2.2 Методи досліджень.....	40
2.3 Методика досліджень.....	44
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ КОМПОЗИТНИМ МАТЕРІАЛОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК (експериментальна частина)...	46
3.1 Дослідження показників якості основних матеріалів та композитного матеріалу.....	46
3.2 Визначення технологічних показників застосування композитного матеріалу.....	49
3.3 Вплив композитного матеріалу на якість підготовленої води і готової продукції.....	58
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	70
5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	79
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	82
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	85
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	90
ДОДАТОК А Робоча програма кваліфікаційної роботи.....	97
ДОДАТОК Б Тези доповіді.....	98

					Удосконалення кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок			
					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			
Змн.	Арк.	№ документа.	Підпис	Дата		Літера	Аркуш	Акрушів
Виконав		Маслянко А.К.			НУХТ, ННІХТ, БПБВ-2-7М, 2021			
Перевірив		Олійник С.І.						
Зав. каф.		Куц А.М.						
Н.контр.								

ВСТУП

Сучасний розвиток технології виробництва міцних алкогольних напоїв вимагає вирішення проблем, пов'язаних із поліпшенням сенсорних характеристик, включаючи прозорість та колір алкогольних напоїв та горілок. Механічні домішки, що переважно надходять у готовий алкогольний напій з водою, негативно вплинуть на стабільність під час зберігання, тим самим зменшуючи його термін.

Кваліфікаційна робота присвячена використанню композитних матеріалів в процесі кондиціонування води у виробництві горілок.

Метою роботи є вдосконалення технології кондиціонування води у виробництві горілок за допомогою використання композитних середовищ.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути світові тенденції традиційного кондиціонування води та використання різних видів матеріалів;
- визначити основні показники хімічної стійкості, сорбційні, фізико-хімічні характеристики композитного матеріалу;
- встановити оптимальні технологічні параметри для підготовки та регенерації досліджуваних матеріалів;
- визначити соціальну ефективність використання композитних фільтрувальних матеріалів в технології виробництва горілок;
- за допомогою повного факторного експерименту розробити математичну модель процесу та перевірити її на відповідність;
- сформулювати заходи з питань цивільного захисту та охорони праці.

Об'єкт дослідження: технологія кондиціонування води у виробництві горілок.

Предметом дослідження є розгляд використання композитних матеріалів у підготуванні води горілкового виробництва.

Удосконалення технології фільтрації води має велике значення у виробництві алкогольних напоїв, що поліпшить процес, зменшить кількість промивних та стічних вод, зменшить витрати на матеріали хімічної регенерації

на стадіях попередньої обробки та регенерації, а також покращить якість напоїв.

У кваліфікаційній роботі запропоновано використання композитних матеріалів під час контрольного фільтрування для поліпшення сенсорних та фізико-хімічних показників підготовленої води, поліпшення екологічності виробництва за рахунок зменшення витрат на етапи промивання та регенерації, збільшення продуктивності за рахунок збільшення кількості підготовленої води.

Основні практичні положення та запропоновані висновки, висунуті в магістерській роботі, можуть бути використані в практичній діяльності, наукових та навчальних процесах підприємств алкогольної промисловості.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків та рекомендацій, списку використаної літератури з 60 найменувань, в т.ч. 6 – іноземними мовами, викладена на 102 сторінках друкованого тексту, містить 16 таблиць і 14 рисунків, 2 Додатки.

Опубліковано за темою кваліфікаційної роботи матеріали доповіді на Міжнародній науково-практичній конференції «Біотехнології продовольчих продуктів: проблеми і перспективи», з нагоди 75 – річниці ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод», 2020 р., Київ.

1 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИЦІОНУВАННЯ ВОДИ У ВИРОБНИЦТВІ ГОРІЛОК (аналітичний огляд)

1.1 Основні способи кондиціонування води у технології горілок

Усі типи напоїв передбачають використання високоякісної води, і одним з пріоритетних напрямків розвитку харчової промисловості є поліпшення кондиціонування води для виробництва напоїв [1-3, 7, 29, 33].

Технологія кондиціонування води складається з ряду етапів, які залежать від складу вихідної води. В даний час для цього використовуються різні методи, які можна розділити на кілька груп: [1-3, 7, 29, 33, 50]

- поліпшення органолептичних властивостей води (освітлення та зміна кольору, дезодорування);
- забезпечення епідеміологічної безпеки (хлорування, озонування, ультрафіолетове оброблення),
- регулювання та стабілізація мінерального складу (видалення заліза, деманганізація, пом'якшення, знесолення, фторування та дефторування).

Вибір способу очищення води залежить від якості питної води, асортименту продукції, продуктивності та технології виробництва. Для отримання підготовленої води, що відповідає вимогам виробництва алкогольних напоїв, використовується схема очищення води, де метод механічної фільтрації є обов'язковим [1-3, 7, 29, 33, 50].

Відповідно до вимог Технологічного регламенту виробництва горілки та спиртних напоїв ТР У 18.5084 [50] одним з основних етапів підготовки води є фільтрація та очищення через:

- фільтрувальний матеріал (далі - ФМ) кварцовий пісок, гідроантрацит, гарнет для механічного видалення сторонніх домішок;
- гранульоване або подрібнене активне вугілля (далі - АВ), як найбільш універсальний сорбційний матеріал (далі - СМ) для видалення з води розчинених органічних речовин природного та неприродного походження;
- іоніту у натрієвій формі для пом'якшення води.

Під час фільтрації питна вода очищається від грубих механічно зважених частинок, колоїдних суспензій, іржі та мулу, розчинених органічних та неорганічних домішок тощо [1-3, 7, 29, 33, 50].

При виробництві алкогольних напоїв особлива увага приділяється таким показникам води, як: прозорість, колір, смак, склад мікроелементів та мікробіологічні характеристики [1-3, 7, 29, 33, 50].

На підприємствах алкогольної промисловості в якості фільтруючого навантаження використовують переважно фільтри механічної фільтрації: кварцовий пісок та подрібнений гідрантрацит [1-3, 7, 29, 33, 50].

Фільтрація - це фізико-хімічний процес, заснований на адгезії зважених та колоїдних домішок води до зерен фільтруючого матеріалу. Фільтруючі системи використовуються для зменшення кількості зважених частинок і підвищення прозорості води [1-3, 7, 29, 33, 36, 50].

Багатошарова фільтрація є типовим прикладом об'ємної фільтрації із затриманими домішками на поверхні зернистих матеріалів різної пористості, розміру та механізмів взаємодії, а також капілярно-пористої структури сформованих ними шарів фільтра [1-3, 7, 29, 33, 36, 50].

Механічні (освітлювальні) фільтри, призначені для видалення з води механічних частинок, піску, суспензій, іржі та колоїдних речовин. Фільтри грубої сітки або диски використовуються для видалення великих частинок (більше 20...50 мікрон). Їх недоліком є відносно низька брудоемність, тому при значному забрудненні води та високій продуктивності установки вони вимагають частого миття, що не є технологічним. У цих випадках доцільно використовувати автоматизовані системи засипки. В якості фільтруючого навантаження використовується переважно зневоднений алюмосилікат, який забезпечує фільтрацію частинок від 20 мкм. Для більш тонкого очищення в якості вантажу використовується спеціальний керамічний матеріал [1-3, 7, 29, 33, 36, 50].

Освітлювальні механічні фільтри - циліндричні резервуари з дренажною системою, обв'язуванням труб і оснащені регулюючими клапанами та манометрами, а також фільтр з певним розподілом частинок за розміром.

1.2 Застосування різних типів матеріалів у водопідготовці

Традиційними матеріалами для завантаження піщаних фільтрів є кварцовий пісок та подрібнений антрацитовий матеріал [1-3, 7, 29, 33, 36, 50].

Кварцовий пісок (річковий чи кар'єрний) – природний матеріал, який характеризується високим вмістом оксиду кремнію та низьким вмістом розчинних сполук кальцію, заліза та марганцю. Кварцовий пісок з низьким вмістом домішок відповідає всім вимогам до фільтруючих матеріалів [47, 50]. Цей фільтруючий матеріал має високу міжкристалічну пористість, має високий вміст бруду та хороші сорбційні властивості. Кварцовий пісок хімічно інертний - не реагує з іншими речовинами. Річковий кварцовий пісок не використовується в системах фільтрації [1-3, 7, 29, 33, 36, 47, 50].

На території України найбільші запаси кварцового піску зосереджені в Глуховецькому та Вінницькому родовищах. Кварцовий пісок із родовища Гора Хрустальна (Росія), який характеризується найвищими показниками якості, найчастіше використовується для води та водно-спиртових сумішей у галузі алкогольних напоїв [2, 29, 31, 36, 47, 50].

Більшість досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених показали недостатню ефективність кварцового піску для очищення води в сучасних умовах виробництва алкогольних напоїв. Зокрема, основними причинами є [2, 29, 31, 36, 47, 50]:

- значне споживання води для промивання та регенерації фільтруючого матеріалу;
- збільшений об'єм соляної кислоти, яка споживається на етапі підготовки матеріалу до роботи, що негативно позначається на виробничому середовищі та здоров'ї робітників.

Тому необхідно провести дослідження, щоб знайти більш ефективні та економічні фільтруючі матеріали для обробки води для виробництва алкогольних напоїв.

Крім кварцового піску на підприємствах алкогольної промисловості, в якості навантаження для механічних фільтрів використовують фільтруюче навантаження - антрацитовий фільтр, виготовлений з низькозольного антрациту.

характеризується високими механічними та фізичними якостями, регульованими значеннями зольності, загальної вмісту сірки, стирання та подрібнення. При контакті частинок антрациту з водою не відбувається збільшення концентрації кремнієвої кислоти та окислення. Промивання цього фільтруючого матеріалу після початкового завантаження характеризується низьким рівнем запиленості порівняно з іншими матеріалами. Цей матеріал може бути використаний в одношарових та багатошарових фільтрах, використовуючи як тиск, так і самопливні технології [2, 29, 31, 36, 50].

Використання антрациту як фільтруючого матеріалу дозволяє досягти більш глибокого очищення води, збільшити робочий цикл, швидкість фільтрації, зменшити кількість води, що використовується для промивання. Використання якісного матеріалу в циклах іонообмінного очищення зменшує навантаження на іонообмінні фільтри, що дозволяє різко зменшити забруднення іонообмінних смол і, таким чином, збільшити термін їх служби. Видалення зважених частинок з води зменшує падіння тиску у фільтрі. Крім того, відя опади заліза та марганцю, а також частково органічних сполук, що збільшує термін служби іонообмінних смол [2, 29, 31, 36, 50].

Розмір зерен антрациту (фракції) залежить від технології фільтрації води на підприємстві. Випускають як стандартні (0,5-2,0 мм, 0,8-1,8 мм, 0,8-2,0 мм, 1,5-3,0 мм і т.д.) так і інші фракції антрациту [2, 29, 31, 36, 50].

Фільтруючий матеріал антрацит у порівнянні з кварцовим піском має ряд переваг [2, 29, 31, 36, 50]:

- насипна вага (0,7 - 0,8 г/см³) дозволяє зменшити витрату води для промивання та води при спушванні;
- завдяки низькому коефіцієнту однорідності (1,25 - 1,4) має високу здатність до забруднення під час фільтрації, що забезпечує збільшення тривалості циклу фільтра;
- добре зберігає забруднення слизу органічного походження;
- зменшення падіння опору навантажувального шару та збільшення на 15 - 20% швидкості фільтрації при збереженні якості фільтрації.

Зерна подрібненого антрациту мають меншу форму, ніж кварцовий пісок, тому його зазвичай використовують як верхній завантажувальний шар у двошарових фільтрах [2, 29, 31, 36, 50].

Також використовується як фільтруючий матеріал -Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути світові тенденції традиційного кондиціонування води та використання різних видів матеріалів;
- визначити основні показники хімічної стійкості, сорбційні, фізико-хімічні характеристики композитного матеріалу;
- встановити оптимальні технологічні параметри для підготовки та регенерації досліджуваних матеріалів;
- визначити соціальну ефективність використання композитних фільтрувальних матеріалів в технології виробництва горілок;
- за допомогою повного факторного експерименту розробити математичну модель процесу та перевірити її на відповідність;
- сформулювати заходи з питань цивільного захисту та охорони праці. яка відповідає вимогам чинних норм щодо гранульованого завантаження водних фільтрів та забезпечує якість очищення води. Застосування антрацитової крихти на 25 - 30% знижує витрату води на промивання фільтрів в процесі підготовки до експлуатації, при цьому покращення якості очищеної води дозволяє автоматизувати роботу механічних фільтрів [2, 29, 31, 36, 50].

Заміна кварцового навантаження фільтрів на антрацит у механічних фільтрах систем питного водопостачання дозволяє збільшити цикл фільтрації в 1,8 - 2,0 рази. Сорбційна здатність антрациту в 1,5 - 1,6 рази зменшує інтенсивність висхідних потоків води при промиванні, на 20 - 25% збільшує брудоемність фільтрів без збільшення втрат тиску фільтрованої води [2, 29, 31, 36, 50]. Виробництво антрацитового фільтрату в Україні сьогодні обмежене через його видобуток з антрацитів Донецького басейну.

На території України є родовища різних корисних копалин вулканічного походження, промислове застосування яких набуло широкого поширення в останні роки. До таких мінералів належать цеоліт, сапоніт та бентоніт, які широко використовуються у тваринництві (у виробництві кормових добавок,

кормів), рослинництві (для розкислення та збагачення ґрунтів мінералами), медицині (як сорбенти, косметика), хімічній та нафтопереробна промисловість (виробництво безфосфатних миючих засобів тощо) [2, 28, 29, 31, 36, 50].

Основними перевагами цих мінералів, порівняно з сорбентами синтетичного походження, є те, що вони широко поширені в Україні, мають меншу вартість, а відпрацьований сорбент не потребує регенерації, оскільки він не токсичний.

Цеоліти (грец. Ζέο̄ - кипіння та lithos - камінь) - група алюмосилікатів лужних та лужноземельних металів каркасної структури з дуже малим (0,4 - 0,8 нм) розміром пор кристалічної решітки [2, 28, 29, 31, 36, 50].

Хімічний склад природних цеолітів, на відміну від синтетичних, стабільний. Наявність шкідливих елементів у їх складі не більше: свинець - 0,003%, миш'як - 0,0001%. Цеоліти нерозчинні у воді, кислотах, лугах та органічних розчинниках, термостійкі при температурі до 500 °С.

Природні цеоліти широко поширені в приповерхневих частинах земної кори. Вони утворюються під час різних геологічних процесів. За походженням виділяють: цеоліти кори вивітрювання, осадові, вулкано-осадові, діагенетичні, епігенетичні, метаморфічні, вулканічні, гідротермальні, пізні магматичні. На території України найбільшим родовищем цеоліту (кліноптилоліту) є Сокирницьке (с. Сокирниця Хустського району Закарпатської області). Особливістю цього родовища є те, що вміст кліноптилоліту в родовищах досягає 75% і вище, що, на відміну від цеолітів Китаю та Японії, не потребує подальшого збагачення та характеризується високою стійкістю до зносу. Його унікальні адсорбційні та іонообмінні властивості мають хімічну, механічну та радіаційну стійкість, високу кислотостійкість, що визначає широкий спектр застосування цеолітів у промисловості, сільському господарстві, охороні навколишнього середовища [2, 28, 29, 31, 36, 50].

Кліноптилоліт $((Na,K,Ca)_4[Al_6Si_{30}O_{72}] \cdot 24H_2O)$ – один з найпоширеніших природних цеолітів, належить до сімейства хьюландитів. Співвідношення кремнію та алюмінію (Si / Al) у кліноптилоліті знаходиться в межах від 4,5 до 5,3 [2, 28, 29, 31, 36, 44, 50].

Переваги кліноптилоліту перед традиційними навантаженнями сорбційних пристроїв такі [2, 28, 29, 31, 36, 50]:

- незначна вартість, що зумовлена наявністю потужного Сокирницького родовища в Закарпатській області;
- здатність видаляти забруднювачі як за допомогою сорбційного, так і іонообмінного механізмів;
- механічна стійкість навіть дрібних зерен щодо розчинів електролітів.

Альмандин (алабандиновий рубін, алабандська веніса) різновид червоного або червоно-фіолетового гранатового каменю (венісою на Русі називали гранат). Альмандин має найбільшу твердість серед гранатів (7-7,5).

Хімічний склад: $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

Обсидіан - природний матеріал вулканічного походження. На вигляд - суміш зерен шовковистого скла з кольором: сіро-білий, сірий, червоний, жовтий, коричневий, чорний. Твердість становить: 5,0 - 6,0 [2, 29, 31, 36, 50].

Обсидіан хімічно стійкий до кислот, лугів, збільшення окислення фільтрату становить не більше 0,1 - 0,2 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$, вмісту силікатів не більше 0,2 - 0,5 мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$.

При фільтруванні води за допомогою обсидіану, порівняно з кварцовим піском, відносний об'єм підготовленої води за цикл фільтрування збільшується на 120 - 200 об./хв матеріалу, одночасно покращуючи прозорість і колір підготовленої води на 15 - 30%. Обсидіан має мезопористу структуру зі значною площею поверхні. Кварцовий пісок має поверхню 3000 м^2 на тонну, а обсидіан - понад 1 000 000 м^2 на тонну, тобто площа поверхні до 300 разів більша. Гідроксильні групи на поверхні дають обсидіану негативний заряд - дзета-потенціал, що забезпечує більш точне очищення, ніж кварцовий пісок. При швидкості фільтрації близько 20 $\text{м}^3/\text{год}$ досягається якісна фільтрація 5 мкм, при швидкості фільтрації 5-10 $\text{м}^3/\text{год}$ - менше 0,1 мкм [2, 29, 31, 36, 50].

Кремень - це опалово-халцедонова сполука, в присутності скам'янілих органічних речовин це біокатализатор і структуроутворювач, здатний прискорювати окислювально-відновні реакції у воді, надаючи їй цілющі

властивості, пригнічуючи мікрофлору і знижуючи вміст хлору, заліза, цинку, свинцю, кадмій, ртуть, азотовмісні сполуки, включаючи нітрати [29, 31, 37-39].

Шунгіт - це природний вуглець, який дозволяє очищати воду від хлорорганічних сполук, хлору, нітратів, нітритів, фосфатів, заліза, нафтопродуктів, пестицидів та дезінфікувати її. Ефект очищення води від хлорорганічних сполук у порівнянні з активованим вугіллям перевищує понад 15-20 разів. При фільтруванні води через шунгіт у порівнянні з кварцовим піском: вміст амонію зменшується в 20 разів, заліза в 3 рази та окиснення марганцю в 5 разів [2, 29, 31, 50].

Природний опал - природний дисперсний діоксид кремнію, який має високу міцність (до 90%), пористість (до 80%), стабільний в діапазоні рН від 5 до 10 одиниць. Природний опал хімічно стійкий до лугів та кислот, вимивання сполук заліза та алюмінію з поверхні матеріалу не спостерігається, перманганатне окислення фільтрату не змінюється. Використання природного опалу дозволяє зменшити окислювально-відновний потенціал підготовленої води з 50 до 100 мВ.

Filter-Ag - це фільтруючий матеріал на основі безводного діоксиду кремнію. Гранули Filter-Ag з великою поверхнею фільтрації дозволяють досягти максимальної ефективності у видаленні зважених частинок. Завдяки більшому, порівняно з іншими фільтруючими матеріалами, розміру частинок, втрата тиску у фільтрі зменшується, і відбувається глибше проникнення частинок забруднень у завантажувальний шар, тим самим продовжуючи термін служби матеріалу. Крім того, великий розмір частинок FilterAg та їх неправильна форма запобігають адгезії відфільтрованих забруднень у верхньому завантажувальному шарі, як це відбувається у випадку зі стандартними піщаними фільтрами. Завдяки невеликій вазі матеріалу споживання води зменшується. Ця комбінація форми, розміру та щільності частинок робить Filter-Ag високоефективним фільтруючим матеріалом [2, 29, 31, 50]

Алюмосилікатні мікросфери (АСМ) - це порожнисті сферичні частинки діаметром від 50 до 250 мкм з твердими непористими стінками товщиною від 2

до 10 мкм. Внутрішня порожнина частинок заповнена переважно азотом і вуглекислим газом. Мікросфери мають унікальні властивості: низьку щільність і теплопровідність, високу міцність на стиск, стійкість до кислот і лугів, а також тривалий вплив високих температур при відносно невеликих змінах теплопровідності та лінійних розмірів частинок. Будь-яку технічну проблему, яка вимагає зниження ваги при низькій теплопровідності, можна вирішити за допомогою мікросфер [2, 29, 31, 36, 50].

1.3 Класифікація і методи виготовлення композитних матеріалів

Композитний матеріалом (КМ) - штучно створений неоднорідний суцільний матеріал, що складається з двох і більше компонентів, окремих волокон або інших складових та матриці, що їх сполучає, з чіткою межею розділу між ними [40, 42, 51]. Властивості композиту за визначенням мають відрізнитись від властивостей його складових. Компоненти композитів не повинні розчинятися або поглинати один одного. Вони повинні бути добре сумісні [40, 42, 51].

Для того щоб систематизувати КМ за різними ознаками і реалізувати процедуру вибору матеріалу необхідна класифікація цих матеріалів. Єдиної загальноприйнятої класифікації композиційних матеріалів немає. Це пояснюється тим, що КМ представляють найширший клас матеріалів, що поєднує метали, полімери та кераміку. Найбільш часто використовується класифікація композиційних матеріалів, в основу якої покладено їх поділ за матеріалом [40, 42, 51].

Класифікація композиційних матеріалів (КМ) за матеріалом матриці.

Найбільш важливими ознаками класифікації КМ є матеріал матриці. КМ з металевою матрицею називають металевими композиційними матеріалами МКМ, з полімерною матрицею - полімерними композиційними матеріалами ПКМ, з керамічною - керамічними композиційними матеріалами ККП. КМ, що містять два і більше різних за складом матричних матеріалу, називають поліматричного [40, 42, 51].

Назва ПКМ зазвичай складається з двох частин. У першій частині називається матеріал наповнювача, в другій наводиться слово «пластик», або «волокна». Наприклад, полімерні композити, армовані скловолокном, називаються склопластиками; металевими волокнами - металопласти з органічними волокнами - органопластика, борними волокнами - боропластиками, вуглецевими волокнами - вуглепластик [40, 42, 51].

Для характеристики МКМ частіше використовують подвійне позначення: спочатку пишуть матеріал матриці, потім - матеріал волокна.

Наприклад, позначення мідь - вольфрам ($Cu - W$) відповідає композиційному матеріалу, в якому матрицею є мідь, а волокнами - вольфрам.

Для ККМ характерно таке ж позначення, як і для МКМ. Наприклад, позначення окис алюмінію-молібдену ($Al_2O_3 - Mo$) відповідає композиційному матеріалу з матрицею з окису алюмінію і молібденовими волокнами. У деяких випадках для позначення КМ використовується одне складне слово, наприклад бороалюміній або вуглеалюміній. У цьому випадку перша частина слова відповідає матеріалу волокна, а друга - матеріалу матриці [40, 42, 51].

Класифікація КМ по геометрії армуючих елементів

Класифікація відповідно до геометрії армуючих елементів (порошки або гранули, волокна, пластини) приведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація композиційних матеріалів до геометрії армуючих елементів

Армуючий елемент	Композиційні матеріали
Порошки	порошкові - дисперсно-зміцнені КМ
Волокна	волокнисті - КМ, армовані безперервними і дискретними волокнами
Пластини	пластичні - шаруваті КМ, що складаються з безперервних і дискретних пластин які чергуються

Класифікація КМ за структурою і розташуванням компонентів

Відповідно до цієї класифікації КМ діляться на групи з матричною, шаруватою, каркасною і комбінованою структурою. Матричну структуру мають дисперсно-зміцнені і армовані КМ. До матеріалів з шаруватою структурою відносять композиції, отримані з набору шарів, що чергуються, фольги або листів матеріалів різної природи і складу. До композиційних матеріалів із каркасною структурою відносяться матеріали, отримані методом просочування. Комбіновану структуру мають матеріали, що містять комбінації перших трьох груп [40, 42, 51].

Класифікація матричних КМ по схемі армування, конструкційний принцип [40, 42, 51].

За орієнтацію і тип арматури всі КМ можна розділити на дві групи - ізотропні і анізотропні. Ізотропним називають матеріали, які мають однакові властивості в усіх напрямках. Властивості анізотропних матеріалів залежать від напрямку в досліджуваному об'єкті.

КМ з матричної структурою діляться на хаотично-армовані і впорядковано-армовані. Хаотично-армовані КМ містять армуючі елементи у вигляді дисперсних включень, дискретних або безперервних волокон. Ці матеріали є ізотропним або квазіізотропними. Термін квазіізотропний означає, що КМ є анізотропним в мікрообсязі, але ізотропним в обсязі всього виробу.

Класифікація КМ по методам отримання (технологічний принцип) [40, 42, 51].

Відповідно до цієї класифікації КМ діляться на матеріали, отримані рідкофазним і твердофазними методами, а також методами осадження - напилення, комбінованими методами.

До рідкофазних методів належать просочення (просочення арматури полімерами або розплавленими металами) і спрямована кристалізація сплавів. До твердофазних методів отримання КМ відносяться прокатка, екструзія, кування, штампування, ущільнення вибухом, дифузійна зварювання, волочіння. Композиційні матеріали, одержувані твердофазними методами, використовуються у вигляді порошку або тонких листів. При отриманні КМ методами осадження - напилення матриці наноситься на волокна з розчинів

солей або інших сполук, з парогазової фази, з плазми. Комбіновані методи полягають в послідовному або паралельному застосуванні декількох методів.

Класифікація КМ за призначенням [40, 42, 51].

Класифікація КМ за призначенням досить умовна, оскільки часто композити є багатофункціональними матеріалами. Проте, серед безлічі КМ виділяють матеріали загального конструкційного призначення, жароміцні матеріали, термостійкі матеріали (вироби, що працюють в умовах частих теплозмін), фрикційні матеріали, антифрикційні матеріали, міцні матеріали, теплозахисні матеріали, матеріали зі спеціальними властивостями (магнітними, електричними).

Поняття матриця характеризує безперервну просторову фазу, відповідальну за збереження конфігурації виробу, передачу експлуатаційних навантажень на арматуру, опір дії інших зовнішніх факторів.

Розробка полімерних матриць для ПКМ - серйозна і важлива проблема, оскільки багато властивостей композиту визначаються структурою матриці.

Вимоги до матриць можна розділити на 3 групи [40, 42, 51]:

до першої групи можна віднести міцність, жорсткість, теплостійкість полімерної матриці,

до другої - пластичність, тріщиностійкість, ударну в'язкість;

до третьої - засвоюваність, технологічність сполучного.

Завданням конструкції композиційного матеріалу є його оптимізація, враховуючи ще екологічні, економічні, кон'юнктурні фактори.

Можна виділити наступні типи матриць: металеві (алюміній і сплави, магнієві сплави, титан і його сплави, мідь, сплави нікелю і кобальту); полімерні (термопласти: поліетилен, полістирол, політетрафторетилен, полівінілхлорид, поліфеніленоксид, поліфеніленсульфід, поліетилентерефталат, полікарбонат, поліаміди; реактопласти: фенолоальдегідні смоли, аміносмоли (карбамідоформальдегідні смоли, меламіноформальдегідні, аніліноформальдегідні смоли), ненасичені полієфірні смоли, епоксидні, поліуретанові смоли; еластомери: ізопренові каучуки, керамічні (звичайна кераміка: силікати; технічна кераміка: оксиди Al_2O_3 , карбіди SiC , нітриди Si_3N_4 ,

бориди TiB_2 , сульфід BeS ; кермети: сполуки, що містять керамічну (Al_2O_3) і металеву складову (Cr, Ni, Co, Fe)).

Металеві матриці. Алюміній і ливарні сплави на їх основі найбільш часто застосовуються при виготовленні композитів. Алюміній використовується при отриманні композитів як рідкофазними так і твердофазними методами. При виготовленні композиційних матеріалів твердофазними методами широко застосовують алюмінієві сплави. Переваги алюмінієвих сплавів: мала щільність, високий рівень механічних властивостей, висока технологічна пластичність. Для отримання композитів рідкофазними методами (литтям, просоченням) застосовують ливарні алюмінієві сплави. Ці сплави містять крім алюмінію в Mg, Si, Mn, Cu в незначних кількостях і відрізняються підвищеною вологотекучістю, малою лінійною усадкою, зниженою схильністю до утворення тріщин при підвищених температурах. Композиційні матеріали на основі алюмінію також можуть бути отримані методами порошкової металургії і газотермічного напилення [40, 42, 51].

Високою питомою міцністю, малою щільністю володіють магнієві сплави. Магній практично не реагує з багатьма матеріалами, використовуваними для отримання зміцнюючих волокон. Висока питома міцність титану і його сплавів дозволяє широко використовувати їх в літакобудуванні та космічній техніці. Армуючи титан і його сплави високомодульними волокнами, можна забезпечити високу жорсткість композиційних матеріалів. Низький рівень міцності властивостей при підвищених температурах обмежує застосування міді. При виробництві композиційних матеріалів можливе усунення цього недоліку за рахунок армування міді волокнами вольфраму, заліза, графіту.

Недоліком композиційних матеріалів на основі технічно чистого нікелю є їх низька жаростійкість. Для усунення цього недоліку застосовують жароміцні і ливарні сплави $Ni - Cr$. Високий рівень тривалої міцності, опору повзучості сплавів, що деформуються досягається введенням титану і алюмінію, що утворюють дисперсні частинки інтерметалідів типу Ni_3Ti і Ni_3Al , а також легуванням тугоплавкими елементами W, Mo, Nb . Композиційні матеріали на

основі нікелевих сплавів отримують за допомогою рідкофазними і твердофазними методами, а також методами порошкової металургії [40, 42, 51].

Кобальт і його сплави застосовують у вигляді порошків, розплаву або частинок, що наносяться газофазними методами. Від нікелевих сплавів кобальтові сплави відрізняє менша міцність при підвищених температурах, що пояснюється відсутністю інтерметалідним зміцненням. Рідкофазні методи отримання композиційних матеріалів придатні як для ливарних, так і для сплавів, що деформуються [40, 42, 51].

Полімерні матриці. Полімерну матрицю для композиційних матеріалів вибирають, враховуючи умови експлуатації виробів. Від матеріалу матриці значно залежать властивості композиту: міцність, тепло- і вологостійкість, стійкість до дії агресивних середовищ, метод отримання виробу [40, 42, 51].

Полімери в якості матриці використовують або в чистому вигляді (порошки, гранули, плівки), або у вигляді сполучних. Сполучна представляє собою дво- або багатокомпонентну систему з синтетичного полімеру і затвердувачів, ініціаторів або каталізаторів, прискорювачів затвердіння. В сполучних з метою надання необхідних технологічних і експлуатаційних властивостей можуть бути додані розчинники, барвники, пластифікатори, стабілізатори та інші компоненти [40, 42, 51].

При виробництві армованих пластиків найбільш часто застосовують терморективні сполучні, при нагріванні яких відбуваються незворотні структурні і хімічні перетворення, безперервно розширюється використання термопластичних полімерів і еластомерів. Нижче подано коротку характеристику основних типів полімерів, що знайшли застосування при виготовленні ПКМ [40, 42, 51].

Терморективні полімери під дією тепла і хімічно активних добавок можуть набувати просторової структуру, що супроводжується втратою плинності. Терморективні полімери порівняно рідко застосовуються в чистому вигляді, коли вони містять тільки структуровані добавки. Зазвичай в них вводять сумісні і несумісні добавки, такі, як наповнювачі, розріджувачі, загусники, стабілізатори, барвники, мастила, і завдяки цьому отримують

складні багатокомпонентні матеріали - реактопласти. В якості сполучних використовуються олігомери з молекулярною масою до 1500, в молекулі яких є більше двох функціональних груп. На початковій стадії отримання матеріалів і виробів термореактивні сполучні мають низьку в'язкість, що полегшує процес формування виробів [40, 42, 51].

Різниця в хімічній структурі термореактивних пов'язуючих, широкий спектр зміцнювачів, ініціаторів затвердіння, що модифікуються добавками, використання різних наповнювачів дозволяють отримувати конструкційні матеріали з дуже великим діапазоном міцності, електротехнічних і інших експлуатаційних характеристик. Залежно від типу сполучного реактопласту підрозділяються на фенопласти, амінопласти, поліефірні, епоксидні, поліуретанові, кремнійорганічні і інші пластики [40, 42, 51].

Фенолоальдегідні смоли - це продукти взаємодії фенолів і альдегідів, найчастіше за все фенолу і формальдегіду.

Переробка фенолформальдегідних смол при виробництві полімерних композиційних матеріалів включає просочення тканих і нетканих волокнистих наповнювачів, паперу та інших матеріалів. Після затвердіння композиційні матеріали обробляються методами прямого і литтєвого пресування, лиття під тиском, екструзії, вакуумного формування.

Епоксидні смоли (ЕС) - мономерні, олігомерні або полімерні розчинні сполуки, до складу молекул яких входить не менше двох епоксидних або гліциділових груп. Отримання ЕС проводиться при конденсації в лужному середовищі епіхлоргідріна або діхлоргідріна гліцерину з сполуками, що містять рухливі атоми водню (фенолами, амінами, гліколями, кислотами), а також при прямому епоксидируванні не граничних з'єднань органічними пероксикислоти або пероксидом водню [38].

Не затверділі смоли є термопластичними грузлими рідинами або крихкими твердими речовинами. У молекулах діанових смол є функціональні групи двох типів: епоксидні і гідроксильні. Тому затвердіння цих смол можуть бути сполуки різних класів, а режими затвердіння варіюються в широкому діапазоні: як без підведення тепла, при нагріванні, у воді.

Технологія отримання матеріалів на основі епоксидних смол полягає в просочуванні волокон, тканин, паперу; засихання і обробці методами прямого пресування, контактного формування, вакуумного формування та ін. Температура переробки становить 20–180 °С.

Поліетилен (ПЕ) - один з найбільш широко застосовуваних полімерів. Промислово випускається поліетилен низького тиску (ПЕНТ) і поліетилен високого тиску (ПЕВТ). Міцність, теплостійкість і хімічна стійкість ПЕНТ вище, ніж ПЕВТ. Газопроникність, навпаки, вище у ПЕВТ. Деструкція поліетилену протікає при температурі вище 290 °С, а сонячна радіація веде до термостаріння. При кімнатній температурі поліетилен стійкий до дії розбавлення сірчаної та азотної кислот, концентрованої соляної, фосфорної і плавикової кислот, володіє низьким водопоглинанням. ПЕ переробляється литтям під тиском, екструзією, пресуванням, добре зварюється і механічно обробляється [40, 42, 51].

Поліпропілен (ПП) має високу зносостійкість і добре витримує вигин. За відсутності повітря термодеструкція проявляється при 300 °С. Поліпропілен руйнує поліпропілен при кімнатній температурі і катастрофічно при мінус 60 °С. До дії сильних окислювачів поліпропілен нестійкий. Поліпропілен переробляється литтям під тиском, екструзією, вакуумформуванням, роздуванням, зварюванням, пресуванням, напиленням, обробляється різанням.

Полістирол (ПС) - крихкий полімер, що володіє високою радіаційною стійкістю, легко піддається старінню. Термічна деструкція починається при температурі вище 266 °С. Полістирол стійкий до дії деяких мінеральних і органічних кислот, лугів, трансформаторного масла, руйнується при концентрованій азотній і оцтовій кислоті [40, 42, 51].

Технології переробки полістиролу: литтям під тиском, екструзією, вакуумноформування.

Поліаміди (ПА) в нашій країні добре відомі по маркам «нейлон-7», «найлон-11». Отримують за допомогою іонної полімеризації капролактаму ($NH - CO - (CH_2)$). Для полімерів характерні висока атомна міцність, зносостійкість, ударна в'язкість, низька гігроскопічність, стабільність властивостей при

підвищених температурах, різко виражена температура плавлення. Поліаміди стійкі до дії органічних розчинників [40, 42, 51].

Основні способи отримання виробів з аліфатичних поліамідів - лиття під тиском і екструзія. Ароматичні поліаміди переробляються методом прямого пресування з попереднім підігрівом.

Полііміди (PII) отримуються поліконденсацією піромеллітової кислоти і діамінодіфенілоксида. Фізико-механічні властивості поліімідів стабільні в широкому температурному інтервалі (від мінус 200 до плюс 300 °C). Для виробів, виготовлених із поліімідів, характерні висока стабільність розмірів, низька повзучість при високих температурах, висока термостійкість і стійкість до дії γ - випромінювання, швидких електронів і нейтронів. Розбавлені кислоти на полііміди впливу майже не роблять. Мають низький коефіцієнт тертя по сталі (0,05 – 0,17). Прес-порошки поліімідов переробляються методами прямого і компресійного пресування, лиття під тиском, гарячого пресування [40, 42, 51].

Таким чином, для більшості термопластів характерна більш висока продуктивність і більш інтенсивні методи переробки, формування деталей менш енергоємне, можливо формування великої, складної конфігурації деталей; можлива вторинна переробка, знижена горючість, димовиділення при горінні і токсичність продуктів горіння, висока стійкість до випромінювання, поєднання високої міцності і теплостійкості (поліефірсульфон, поліефірімідов, поліфеніленсульфід) з високою ударною міцністю і тріщиностійкістю [40, 42, 51].

Еластомери застосовуються в промисловості переробки пластмас найчастіше як високомолекулярні пластифікатори для зниження крихкості склоподібних або кристалічних полімерів.

Застосування еластомерів в складі полімерних композиційних матеріалів ускладнено зниженим опором теплового старіння і термоокисленої деструкції. Крім того, підвищена липкість, деформованість еластомерів зазвичай не дозволяють випускати їх в гранульованому вигляді (лише деякі еластомери доступні сьогодні в вигляді гранул), що також ускладнює їх використання.

Проте, застосування еластомерів як компонентів сумішевих композиційних матеріалів (в тому числі конструкційних) безперервно розширюється [40, 42, 51].

Керамічні матриці. В даний час розрізняють звичайну і технічну кераміку [40, 42, 51].

До складу звичайної кераміки входять силікати (SiO_2), тому промисловість, що випускає звичайну кераміку, називають силікатною. У техніці використовується кераміка спеціального призначення (технічна кераміка), до складу якої входять різні оксиди, карбіди, нітриди, бориди, силіциди, сульфіди.

Відомі приклади розробки кераміки змішаного типу. Наприклад, на основі двох типів кераміки - іонної оксидної AlO_3 і ковалентного безкисневого Si_3N - створений ефективний матеріал, сіалон, загальна формула $Si_{6-x}Al_xN_{8-x}O_x$, з якого виготовлені дослідні зразки блоків циліндрів, лопаток.

У деяких випадках до класу керамічних матеріалів умовно відносять і матеріали, звані кермет - керамікометалічні матеріали типу оксид алюмінію - метал (наприклад хром). Крім оксиду алюмінію можуть бути використані оксиди магнію, берилію, титану, цирконію, хрому та інших елементів. Металевою складовою слугує нікель, кобальт, залізо, деякі металеві сплави. Іноді під керамікою розуміють тверда речовина, що характеризується неметалевою природою зв'язку і неполімерною структурою, тобто керамікою є все, що не є металом і полімером [40, 42, 51].

За функціональним призначенням розрізняють механо-, термо-, електро-, магнето-, опто-, хемо-, біо-, ядерну та надпровідних кераміку. Основними властивостями механокераміки є твердість, міцність, модуль пружності, в'язкість руйнування, зносостійкість, коефіцієнт лінійного термічного розширення, термостійкість. Забезпечують ці властивості з'єднання Si_3N_4 , ZrO_2 , SiC , TiB_2 , ZrB_2 , TiC , TiN , WC , B_4C , Al_2O_3 , BN . Термічної кераміці властиві жаропрочність, жаростійкість, вогнетривкість [5]. Як керамічною складовою

використовують SiC , TiC , B_4C , TiB_2 , ZrB_2 , Si_3N_4 , BeS , CeS , BeO , MgO , ZrO_2 , Al_2O_3 , TiO .

Як приклади керамічних матеріалів, успішно застосовуються на практиці: карбід кремнію (захист графіту від окиснення, вкладиші сопел порохових і деяких рідкорективних двигунів), карбід титану (жароміцні матеріали для виготовлення деталей реактивної і атомної техніки), нітрид бору (обтічників антен і електронного обладнання літальних апаратів) [40, 42, 51].

Основними перевагами керамічних матеріалів є високі температури плавлення, висока міцність властивостей в умовах дії стискаючих напруг, хімічна стійкість в агресивних середовищах. До сучасних керамічних матеріалів конструкційного призначення пред'являються і інші вимоги: забезпечення високих характеристик міцності властивостей, підвищеної ударної в'язкості і інших властивостях, характерних для металевих конструкційних матеріалів [40, 42, 51].

Основним недоліком конструкційної кераміки, стримуючим її широке поширення як конструкційний матеріал, є низький рівень тріщиностійкості (в'язкості руйнування). Низька тріщиностійкість кераміки обумовлена високою міцністю хімічних зв'язків, характерних для неї. Матеріали, що володіють нековалентним типом зв'язку, як правило, є міцними і крихкими [40, 42, 51].

Створені композиційні матеріали з комбінованими матрицями, які складаються з двох і більш різних за хімічним складом шарів. Композиційні матеріали з комбінованими матриці називаються поліметричними. Для них характерний більш широкий перелік корисних властивостей [40, 42, 51].

У матриці рівномірно розподілені наповнювачі, які називаються ще зміцнювачами, так як вони грають головну роль в підвищенні міцності матеріалу. Наповнювачів ще називають армуючими компонентами.

Властивості композиційного матеріалу залежать від форми або геометрії, розміру, кількості і характеру розподілу наповнювача. За формою

наповнювачі поділяють на три основні групи: нуль вимірні, одновимірні, двовимірні.

Для виробництва полімерних композиційних матеріалів частіше застосовують скляні, вуглецеві, борні і органічні волокна [40, 42, 51].

Скляні волокна. Склопластики є одними з найбільш вживаних композиційних матеріалів, що зумовлено їх високими властивостями і відносно невисокою вартістю. Для виробництва склопластиків використовуються скляні волокна різного типу. Основу скла становить SiO_2 . Температура плавлення діоксиду кремнію дуже висока, для її зниження в скло можуть бути введені різні добавки, що змінюють при цьому властивості кінцевого продукту. Скло - це аморфний матеріал, який не має кристалічної будови. Широку поширеність скляних волокон зумовлює їх спектр переваг [40, 42, 51]:

- відносно невисока щільність волокон;
- високий рівень міцності в умовах дії напруг, що розтягують, питома міцність (відношення межі міцності до щільності) скловолокна вище, ніж сталевого дроту;
 - хороші електроізоляційні властивості;
 - волокна не горять і не підтримують горіння;
 - можливість експлуатації при підвищених температурах;
 - низький коефіцієнт лінійного температурного розширення і високий. Скляні волокна використовуються в вигляді як безперервних ниток, так і різаного (штапельного) волокна [40, 42, 51].

Технологічний процес отримання волокна полягає в підготовці кварцового піску, вапняку, борної кислоти, глини, вугілля, флюорита і інших компонентів, їх перемішуванні і плавленні в високотемпературних печах (температура плавлення приблизно 1260 °C). Розрізняють одно- і двостадійні процеси отримання скловолокна. При одностадійному процесі розплавка скла надходить безпосередньо в обладнання, що дозволяє отримувати скляну нитку, пряжу, ровинг або різане волокно.

Елементарні волокна об'єднують в нитки і пропускають через пристрій, в якому на нитку наноситься спеціальне покриття - замаслювання, що підвищує компактність нитки і захищає її від механічного впливу. Зібрані в єдиний пучок елементарні волокна називають джгутом або стренгами. Залежно від потреби відбувається переробка скловолокна в пряжу, ровинг або штапельне (різане) волокно [40, 42, 51].

При реалізації двухстадійного процесу розплав спочатку переробляється в склосфери, які потім надходять в плавильні печі і далі переробляються в кінцевий продукт.

При виробництві скляних волокон використовують два типи замаслювачів, що запобігають стирання волокон при їх транспортуванні і подальшій переробці.

Одні з них, технологічні замаслювачі, застосовують тільки на стадії переробки волокна. Перед виготовленням композиційного матеріалу технологічні замаслювачі змивають або видаляють шляхом нагрівання волокна до 1400 °С. В якості технологічних замаслювачів застосовують парафінову емульсію, матеріали на основі крохмалю. Для того щоб забезпечити хороші адгезійні властивості скляних волокон, іноді після видалення технологічних замаслювачів на їх поверхню наносять спеціальні матеріали, звані аппретами, що сприяють створенню міцного зв'язку на границі між волокном і полімерною матрицею [40, 42, 51].

Інший тип замаслювачів - активні замаслювачі - виконують подвійну функцію. Вони одночасно оберігають поверхню волокна від механічного впливу і покращують адгезію між склом і полімерною матрицею. Активні замаслювачі з поверхні скловолокна будуть збережені [40, 42, 51].

Властивості скла визначаються їх хімічним складом. Типовими марками скла вважаються марки *A*, *C*, *E*, *S*. Найбільш поширені високолужні (натрієві, темно-зелені) скла. Наявність великого вмісту лугу визначає їх невисокі електричні властивості.

Вугцеві волокна. Унікальним видом зміцнюючих волокон є вуглецеві волокна (ВВ). Обсяг застосування вуглецевих волокон при виготовленні

композиційних матеріалів постійно зростає, що пояснюється високим рівнем їх властивостей [40, 42, 51]:

- за питомими показниками вуглецеві волокна перевершують всі жаростійкі волокна;
- межа міцності високомодульних ВВ становить 2,5 – 3,5 ГПа;
- модуль пружності дорівнює 200 – 700 ГПа;
- щільність вуглецевих волокон (1600 – 1800) кг/м³ нижче щільності графіту (2260 кг/м³), що пов'язано з великою пористістю волокон і їх менш досконалою структурою;
- висока хімічна стійкість до дії більшості агресивних середовищ характерна для УВ.

Залежно від умов обробки вуглецеві волокна діляться на карбонізованого і графітованого.

Температура термічної обробки карбонізованого волокон становить 900 – 2000 °С, вміст вуглецю в них - 80 – 99 %.

При отриманні графітованих волокон температура термообробки досягає 3000 °С. Вуглецю в них міститься більше 99 %. Для проведення графітозації, як правило, використовують карбонізовані волокна.

Виробництво вуглецевих волокон засноване на нагріванні полімерів в інертному середовищі та їх термічної деструкції [40, 42, 51].

Карбонізація і графітизація проводяться в вакуумі, в різних контрольованих середовищах (метан, азот, аргон), а також у вугільній, коксової і графітової засипках. Під час розкладання полімерів утворюються летючі продукти і залишається твердий коксовий залишок. Перетворення органічних волокон в вуглецеві волокна пов'язано з протіканням складних реакцій, кардинальною зміною структури при збереженні елементів первісного полімерного скла.

Для отримання ВВ використовують тільки волокнисті полімери, що не плавляться при термічній обробці і забезпечують в кінцевому продукті високий вихід по вуглецю і високі механічні властивості. До таких полімерів відносять поліакрилонітрильні волокна, гідратоцеюлозні волокна, багаті

вуглецем пеки (звичайні і мезофазних) і органічні волокна, отримані з фенольних смол.

З поліакрилонітрильних волокон отримують високоміцні високомодульні ВВ. Перевагами цього виду сировини є великий вихід по вуглецю і більш проста технологія (більш низька температура нагріву матеріалу). Недолік їх використання полягає у виділенні отруйної речовини - синильної кислоти. Гідратоцелюлозні волокна позбавлені цього недоліку, крім того вони дешевше, тому широко використовуються для виробництва вуглецевих волокон. Технологічний процес отримання волокон з гідратоцелюлозної ниток включає стадії текстильної підготовки матеріалу, окислення, карбонізації, графітизації [40, 42, 51].

Текстильна підготовка розчинниками або поверхнево речовинами необхідна для видалення вологи, неорганічних домішок і органічних речовин, в тому числі і замаслювачів. Після сушіння целюлози на стадії окислення при температурі 350 – 400 °С спостерігаються великі втрати маси матеріалу і в результаті в залишку міститься не більше 60 – 70 % вуглецю. Далі при температурі 900 – 1500 °С здійснюється карбонізує волокон. Матеріал ще більшою мірою збагачується вуглецем. Остаточна стадія термічної обробки волокон, графітизація, реалізується в середовищі аргону і триває всього лише кілька хвилин. Початкова температура цієї стадії визначається кінцевою температурою карбонізації, а кінцева температура становить приблизно 2600 – 2800 °С. Зміст вуглецю у волокні після закінчення графітизації перевищує 99 %. При поєднанні процесу, отримують волокна з поліпшеними міцності і пружними властивостями [40, 42, 51].

Борні волокна [40, 42, 51]. Борні волокна, що володіють високою міцністю і високими значеннями модуля пружності, були отримані методом хімічного осадження з газової фази в 1959р. Їх використовували в основному в якості армуючих волокон для виготовлення важко навантажених несучих конструкцій літаків. У порівнянні з іншими типами армуючих волокон борні мають високу жаросткість (180 ГПа) і вважаються одними з найбільш ефективних зміцнювачем композиційних матеріалів.

Бор осідає в газовому реакторі довжиною близько 2 м на вольфрамову нитку діаметром приблизно 12 мкм, розпечену електричним струмом (рис. 1.13). Температура нагріву нитки становить приблизно 1350 °С. Швидкість осадження бору при використанні такого реактора невисока і складає приблизно 0,9 кг в тиждень. При осадженні бору розкладається тільки 2 % BCl_3 , після чого не прореагувавший хлорид бору конденсує при мінус 80 °С. Пари хлористого водню які утворилися збирають, а водень або випускають в атмосферу, або знову включають в технологічний цикл отримання борного волокна.

У міру осадження бору на вольфрамову нитку електричний опір волокна змінюється, тому змінюється і температурний профіль волокна по довжині реактора. Для того щоб його вирівняти, застосовують дво- або багатостадійну схему підведення електричного струму. Обов'язковою умовою технологічного процесу є підтримання оптимальної швидкості осадження кристалів бору. Якщо швидкість осадження більше або менше оптимальної, то властивості міцності одержуваних волокон знижуються. Межа міцності боровольфрамових волокон при розтягуванні перевищує 3000 МПа.

Боровольфрамові волокна відрізняються високою вартістю, що пов'язано з цінністю вольфрамової нитки. Ця обставина диктує пошук більш дешевих матеріалів для основи. Зокрема, розроблено технологію використання в якості основи більш дешевого вуглецевого волокна. Отримані боровуглецеві волокна мають більш низький модуль пружності в порівнянні з боровольфрамовими. Значні обсяги випущених борних волокон переробляються в безперервну стрічку.

Органічні волокна [40, 42, 51]..

Органічні арамідні і поліетиленові волокна в основному використовуються для виробництва полімерних композиційних матеріалів. Арамідні волокна відносяться до класу ароматичних поліамідних матеріалів. Вперше вони з'явилися в 1971 р. під торговою маркою «Кевлар». Волокна «Кевлар-29» випускаються у вигляді технічних ниток різного призначення і

використовуються переважно при виробництві кабелів і канатів, для виготовлення автомобільних шин. Волокна «Кевлар-49» виробляють у вигляді пряжі, ровінгу і тканин і використовують для виготовлення підлог, дверей, перегородок літаків і вертольотів. Ці матеріали знаходять застосування при виготовленні корпусів ракетних двигунів, захисних касок, куленепробивних жилетів, човнів, хокейних ключок і іншого спортивного спорядження. При виробництві полімерних композиційних матеріалів в якості матричного матеріалу частіше використовуються епоксидні або поліефірні сполучні.

Перевагами цих волокон є високі механічні властивості в широкому діапазоні температур і хороша хімічна стійкість. У поперечному напрямку взаємодія здійснюється за допомогою водневих зв'язків, а в поздовжньому напрямку реалізуються ковалентні зв'язку макромолекули. Таким чином, волокна мають високу анізотропію механічних властивостей: високою поздовжньої і низькою поперечною міцністю.

Хімічний склад і структура арамідних волокон визначають їх унікальні властивості. Вони володіють найвищими серед органічних волокон значеннями міцності властивостей і модуля пружності: при щільності волокон приблизно 1440 кг/м^3 межа міцності при розтягуванні складає $2700 - 3300 \text{ МПа}$, максимальний модуль пружності $96,5 \text{ ГПа}$ і приблизно 128 ГПа .

У порівнянні зі скляними і вуглецевими волокнами арамідні волокна є більш пластичними. Їх подовження при розтягуванні складає приблизно $2 - 4 \%$. Недоліком арамідних волокон є сорбування вологи, в результаті чого властивості знижуються на $15 - 20 \%$.

Отримання арамідних ниток здійснюють сухо-мокрим способом. Розчин очищеного полімеру в сильній кислоті при $50 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$ екструзується через філь'єру прядильної головки і потрапляє в повітряний прошарок товщиною $5 - 19 \text{ мм}$. Діаметр одиночного волокна становить приблизно 12 мкм . Далі волокна проходять через ванну з холодною водою (температура нижче $4 \text{ }^\circ\text{C}$). Нитка яка сформувалася після зміцнення намотується на приймальну бабіну.

Іншими органічними волокнами, використовуваними у виробництві ПКМ, є поліетиленові, перевагою яких є низький рівень щільності (970 кг/м^3). При цьому волокна типу «Спектра» (США), «Дайнема» (Нідерланди), «Текмілон» (Японія) мають упругі властивості на рівні арамідних волокон [40, 42, 51].

Об'єднання зміцнюючих елементів. Моноволокна, отримані різними методами, можуть бути безпосередньо використані для зміцнення композиційних матеріалів. Однак часто волокна об'єднуються в пряжу [40, 42, 51].

Пряжею називається нитка з волокон, з'єднаних за допомогою крутіння. Пряжа буває однорідною, тобто отриманої з однакових волокон, і змішана (з суміші різних волокон). Для оцінки лінійної щільності волокон або ниток часто використовують позаштатну одиницю - текс (мг/м) - відношення маси нитки (волокна) до довжини.

Пряжа може бути використана для армування композиційних матеріалів у вигляді ниток, а також у вигляді тканин [40, 42, 51].

Тканини, отримані при ткацькій переробці ниток і волокон, є результатом закономірного переплетення поздовжньо розташованих елементів і елементів поперечного розташування. За конструктивною ознакою розрізняють матеріали з полотняним, ситцевим, сатиновим, саржевим і трикотажним типом переплетення.

Основними технічними характеристиками тканин є склад волокна, вид переплетіння, спосіб обробки, ширина, товщина, маса квадратного метра, щільність тканини, розрив навантаження, подовження при розриві.

Недоліком матеріалів (тканин і сіток), одержуваних способом ткацької переробки, є необхідність застосування тільки досить пластичних волокон і пряжі. У місцях контакту елементів основи і качки відбувається деформація матеріалу, утворюються дефекти, що знижують механічні властивості композиційних матеріалів. Ширші можливості використання

волокон і пряжі реалізуються при отриманні виїзних, трикотажних сіток [40, 42, 51].

Зміцнюючі волокна можуть бути об'єднані також і в неткані матеріали, в яких відсутня їх закономірна орієнтація. Розроблено методи рідинного, повітряного, гравітаційного. Наприклад, основою для отримання повсті методом рідинного войлокування слугує суспензія коротких волокон, залита в бак, з якого вона надходить на сітку, покриту фільтрувальним папером. Далі з обсягу матеріалу видаляється рідина, лист зажимається валками і при необхідності запікається в печі [40, 42, 51].

Висновки

Аналіз літератури вказує на необхідність продовження досліджень застосування додаткових методів обробки та застосування перспективних композиційних матеріалів для фільтрування води, яка використовується для виробництва лікєро-горілочаної продукції.

Отже, у цій кваліфікаційній роботі проаналізовано потокову ситуацію з підготуванням води та використанням різних типів матеріалів в системах фільтрування та очищення.

Обрано використовувати перед фільтруванням штучно створений неоднорідний суцільний матеріал, технологію додаткового оброблення води із застосуванням існуючих пристроїв та обробки.

Для досягнення цієї мети були визначені наступні цілі дослідження:

- розглянути тенденції використання різних методів очистки води та різних модифікованих композитних фільтруючих матеріалів;
- встановити хімічну стійкість та сорбційні характеристики вибраних зразків композитного фільтруючого матеріалу;
- встановити оптимальні технологічні параметри для підготовки застосовуваних композитних фільтрувальних матеріалів;
- визначити соціальну ефективність використання композитних фільтрувальних матеріалів в технології виробництва горілок, лікєро-горілочаних напоїв;

- за допомогою повного факторного експерименту розробити математичну модель процесу та перевірити її на відповідність;
- сформулювати заходи з питань цивільного захисту та охорони праці.

2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали досліджень

Дослідження виконувались в науково-дослідній лабораторії кафедри технології біотехнології продуктів бродіння та виноробства Національного університету харчових технологій та лабораторіях технології напоїв і фізико-хімічних досліджень ДНУ «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів».

Матеріалами досліджень були:

- вода Київського міського водогону згідно з ДСанПіН 2.4-171-10 [3];
- вода підготовлена згідно з СОУ 15.9-37-237 [29];
- водно-спиртова суміш (сортівка) згідно з ДСТУ 4256 ;
- композитні матеріали КМ, що мають санітарно-гігієнічний висновок безпечності марок: АПТ-1М, АПТ-1ЦУ;
- кварцевий пісок згідно з ДСТУ БВ.2.7-131 (контрольний зразок) .

Композитний матеріал (КМ), в якому матрицею-носієм виступає природний матеріал на основі діоксиду кремнію, а дисперсною фазою –алюмінієво-вмісний природний матеріал. Зерна сформована у вигляді циліндричних кілець, розміром 5x5 мм [40, 42, 51].

Матеріал АПТ-1М має каталітичні властивості та бактеріостатичну дію, За рахунок кільцеподібної форми внутрішньої поверхні видаляють з води зважені частки. Керамічні кільця розбивають потік води в різні напрямки, що забезпечує рівномірний розподіл води по всьому перерізу фільтра, як в режимі фільтрації, так і в режимі регенерації.

Природні властивості матеріалу обумовлюють його каталітичну активність по відношенню до розчинених у воді солей заліза. Крім каталітичних, засипка має бактерицидні і бактеріостатичні властивості. Вони виникають завдяки вмісту в поверхневому шарі частинок срібла. 1 м³ кілець має на своїй поверхні 1 кг срібла. Цієї кількості достатньо для запобігання утворенню бактеріальних колоній.

Матеріал може бути використаний як основне завантаження аераційних / знезалізнюють колон будь-якого типу. Можливо також часткове заповнення колони силікатними кільцями. У цьому випадку шар рекомендується поміщати в самому низу. За рахунок наявності наскрізного отвору в зернах, вони змінюють напрямок потоків води при прямій фільтрації і промивки. Тобто, забезпечують рівномірне проходження рідини і розпушування фільтруючого матеріалу по всьому перерізу фільтруючого блоку. І тим самим підтримують оптимальну структуру системи дренажу.

До переваг завантаження відносяться: Висока каталітична ефективність для знезалізнення Наявність додаткової внутрішньої поверхні для затримки дрібнодисперсних домішок Знезаражуючий ефект Міцність і стійкість до стирання, що забезпечує багаторічне використання однієї порції засипки.

АПТ-1М - фільтруючий КМ для очищення води від механічних домішок і тривалентного заліза, що знаходяться в воді. Основним застосуванням даного матеріалу, що фільтрування, освітлення і знезалізнення води.

АПТ-1М для знезалізнення води можна застосовувати в напірних і в безнапірних системах очищення, можливе застосування, як основного фільтруючого матеріалу, так і в складі багатокomпонентних універсальних системах для комплексного підходу до вирішення завдань очищення води.

Видалення забруднень з фільтруючого шару здійснюється зворотним промиванням води. Бактеріостатичний склад запобігає біологічному обростанню фільтруючого матеріалу і розвиток в ньому колоній бактерій в процесі очищення води.

Після завершення фільтроциклу відбувається розпушування фільтруючого шару зворотним потоком води і механічні частинки видаляються з примивною водою в каналізацію.

Переваги АПТ-1М:

- можна використовувати з усіма видами окислювачів: повітря, перманганат калію, гіпохлорит натрію, озон, кисень і ін.

- може бути використаний за наявності сірководню, працює на хлорованій воді,
- легкий, малі витрати води на розпушування,
- не утворює біообростання на поверхні зерен сорбенту - бактеріостатичний склад,
- знижує концентрацію залишкового алюмінію,
- володіє коагулюючими властивостями.

АПТ-1ЦУ - фільтруючий КМ каталізатор для очищення води. Фільтруючий матеріал є оптимальним, економічно виправданим рішенням для видалення великого спектра домішок знаходяться в очищується воді.

Основним застосуванням даного матеріалу, що фільтрує є освітлення, знезалізнення, видалення жорсткості, марганцю, алюмінію, аміаку, важких металів і радіонуклідів з води. АПТ-ЦУ можна застосовувати в напірних і в безнапірних системах очищення, можливе застосування, як основного фільтруючого матеріалу, так і в складі багатокомпонентних універсальних системах для комплексного підходу до вирішення завдань очищення води.

АПТ-1ЦУ без окислювача можна застосовувати для видалення заліза до 3 мг/дм³, з аерацією або дозуванням окислювачів до 15 мг/дм³, будучи каталізатором окислення 2-х валентного заліза. Видаляє жорсткість, марганець, алюміній, аміак, сірководень, важкі метали і радіонукліди. .

АПТ-1ЦУ модифікований каталізатором і бактеріостатичну складом по всьому об'єму матеріалу. Видалення забруднень з фільтруючого шару здійснюється зворотним промиванням води або 8-10% розчином кухонної солі. Бактеріостатичний склад запобігає біологічне обростання фільтруючого матеріалу і розвиток в ньому колоній бактерій в процесі очищення води.

Принцип дії АПТ-1ЦУ при видаленні заснований на каталітичному окисленні двовалентних сполук заліза в присутності розчиненого кисню (повітря) або будь-якого іншого окислювача, в результаті хімічної реакції утворюється гідроксид тривалентного заліза, який за своєю природою є важкорозчинні

хімічною сполукою, його частинки фільтруються в шарах, що фільтрує завантаження. Після завершення фільтроциклу відбувається розпушування фільтруючого шару зворотним потоком води і ці механічні частинки видаляються з промивною водою в каналізацію.

Переваги АПТ-1 ЦУ:

- може бути працювати з окислювачами: повітрям, перманганатом калію, гіпохлоритом натрію, озоном, киснем і ін.
- може використовуватись при наявності сірководню - видаляє його, працює на хлорованій воді,
- легкий, незначні витрати води на розпушування,
- не утворює біобіостання на поверхні зерен сорбенту, має бактеріостатичний склад,
- може знижувати масову концентрацію залишкового алюмінію,
- має коагулюючі властивості,
- за рахунок високої ефективності очищення продуктивність фільтрів вище в порівнянні з іншими фільтруючими матеріалами,
- за рахунок високої брудомісткості фільтроцикл матеріалу є більшим, ніж у інших аналогічних фільтруючих матеріалів.
- тривалий термін експлуатації матеріалу.

2.2 Методи досліджень

У роботі використовували такі методи випробувань води пом'якшеної і підготовленої, КМ та готової продукції: органолептичні, фізико-хімічні, спектрофотометричні, капілярно-електрофоретичні.

Проводили систематизацію досліджень, застосовували математичне та статистичне опрацювання, оформляли таблиці і графіки з використанням ПК. Для побудови математичних моделей використовували пакет програм MathCad та Excel.

Аналіз води питної (вихідної з міського водопроводу) та після її очищення КМ проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками згідно з чинними національними стандартами та інструкцією з технохімічного контролю (табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1 - Методи досліджень органолептичних показників води зм'якшеної та підготовленої

Назва показника	Одиниця виміру	Нормативний документ	Метод дослідження
Запах, смак	Бал	ГОСТ 3351 [4]	Органолептичний
Забарвленість	градус	ГОСТ 3351 [4]	Фотоколориметричний
Мутність	мг/дм ³	ГОСТ 3351 [4]	Фотоколориметричний
Прозорість	од.опт. густини	ДСТУ 5071 [18]	Фотоколориметричний, спектрометричний

Таблиця 2.2 - Методи визначення фізико-хімічних показників води зм'якшеної, здистильованої та підготовленої

Назва показника	Одиниця виміру	Нормативний документ	Метод дослідження
1	2	3	4
Загальна твердість	моль/м ³	ДСТУ ISO 6059 [19]	Титрометричний
Лужність загальна	моль/м ³	ДСТУ ISO 9963-1 [25]	Титрометричний
Лужність вільна	моль/м ³	ДСТУ ISO 9963-2 [26]	Титрометричний
Окиснюваність перманганатна	мг О ₂ /дм ³	ДСТУ 7131 [21]	Перманганатометричний

1	2	3	4
Сухий залишок	мг/дм ³	ГОСТ 18164 [5]	Гравіметричний
Водневий показник	од. рН	ДСТУ 4077 [9]	Потенціометричний
Масова концентрація:			
Кальцій	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Капілярнофоретичний
Магній	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Капілярнофоретичний
Залізо	мг/дм ³	ДСТУ 6332 [20]	Фотометричний
Силікати	мг/дм ³	ДСТУ 7133 [22]	Фотометричний
Фосфати	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Фотометричний
Сульфати	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Фотометричний
Нітрати	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Капілярнофоретичний
Нітрити	мг/дм ³	СОУ 15.9-37-238 [46]	Капілярнофоретичний

Визначення якості КМ - згідно з методиками викладеними у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Методи аналізу КМ

Назва показника	Одиниця виміру	Методика дослідження	Метод дослідження
1	2	3	4
Фракційний склад	%	ГОСТ Р 51641-2000 [6], ТХКЛГВ [41]	Ваговий
Механічна міцність	%	ГОСТ Р 51641-2000 [6], ТХКЛГВ [41]	Ваговий

1	2	3	4
Насипна густина	г/дм ³	ГОСТ Р 51641-2000 [6], ТХКЛГВ [41]	Ваговий
Масова частка вологи	%	ГОСТ Р 51641-2000 [6], ТХКЛГВ [41]	Ваговий
Масова частка золи	%	ГОСТ Р 51641-2000 [6], ТХКЛГВ [41]	Ваговий
Приріст окиснюваності	мг О ₂ /дм ³	ГОСТ Р 51641-2000 [6]	Перманганатометричний
Приріст масової концентрації силікатів	мг/дм ³	ГОСТ Р 51641-2000 [6]	Фотометричний
Приріст масової концентрації заліза та алюмінію	мг/дм ³	ГОСТ Р 51641-2000 [6]	Фотометричний
Приріст сухого залишку	мг/дм ³	ГОСТ Р 51641-2000 [6]	Ваговий
Ефект очистки	%	ТХКЛГВ [41]	Спектрофотометричний

Ефективність очищення КМ встановлювали спектрофотометричним визначенням властивості домішок води чи сортівки поглинати світло в УФ-області спектру. Оптична густина води або сортівки до та після оброблення КМ показує очищувальну властивість матеріалу - ефект очищення у відсотках від вихідного значення оптичної густини.

Вода підготовлена чи сортівка, які не мають домішок та не поглинають світла в ультрафіолетовій області спектру при довжині хвилі від 200 до 350 нм.

Спектрофотометричне визначення ступеню забруднення встановлювали по оптичній густині при $\lambda=(240-250)$ нм у кюветі $S=50$ мм.

2.3 Методика досліджень

Експериментальні дослідження з розроблення способу очистки води для виробництва горілок та лікєро-горілочаних напоїв проводили в динамічному режимі на створеній нами експериментальній установці, яка включала: напірні ємності, фільтр-колонка з відповідним КМ та приймальний збірник (рис. 2.1).

У дослідженні КМ воду пом'якшену фільтрували у колонці, фільтрування контрольним зразком кварцевого піску здійснювали аналогічно.

Домлідження мали циклічний режим, використовували такі операції:

- підготовка КМ;
- очистка КМ води зі швидкістю 10 м/год до граничних допустимих значень показників за СОУ 15.9-37-237 [45].

Контролювання якості води проводили кожними 2,0 дм³ до значення прозорості менше 0,005 од. опт. густ. При каламутності понад 0,5 одиниць НОК фільтр відключали на регенерацію.

Спушування КМ проводили для видалення бруду із використанням вихідної води. Воду подавали знизу ввєрх крізь КМ і направляли до каналізації. Контролювали показники каламутності і прозорості води.

Очищення сортівки за швидкості 60 дал/год (у перерахунку на стандартну колонку висотою 4 м, діаметр 700 мм) проводили у колонках через КМ та кварцовий пісок (контроль). На початку процесу готували відповідний КМ; проводили очищення сортівки через КМ та контрольний зразок до показника прозорості не менше 99% згідно з ДСТУ 4165 .

Підготовку та регенерацію КМ проводили із застосуванням розчину кухонної солі концентрацією 8,0 – 10 %.

Промивку матеріалу проводили зворотноосмотичною водою зі швидкістю 10 дал, контролювали процес за показником мутності води - не більше 0,005 од. оптич. густини.

Якість води підготовленої оцінювали згідно з СОУ 15.9-37-237 [45], водно-спиртової суміші згідно за прозорістю та прогнозованою стійкістю.

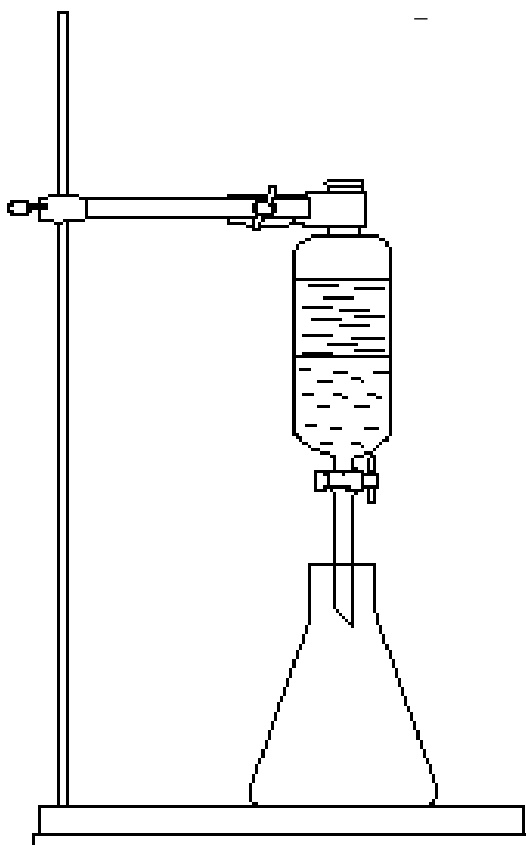


Рис. 2.1 – Експериментальна установка

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДИЦІЮВАННЯ ВОДИ КОМПОЗИТНИМ МАТЕРІАЛОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК (експериментальна частина)

3.1 Дослідження показників якості вихідних води пом'якшеної та води зDISTИЛЬОВАНОЇ

Для приготування горілок використовують підготовлену воду, яку одержують після попереднього пом'якшення води.

Результати аналізу води вихідної наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Органолептичні та фізико-хімічні показники пом'якшеної води

№ п/п	Показник НД та одиниця виміру	Вимоги ТР У 18.5084	Результати випробувань	Відносна похибка методу, %
1	2	3	4	5

Органолептичні показники

1	Запах при 20°C та при нагріванні до 60°C, бали	Не більше 2	1	-
2	Смак та присмак при 20°C, бали	Не більше 2	0	-
3	Забарвленість, градуси	Не більше 20	18	$\delta = \pm 20 \%$
4	Каламутність, НОК	Не більше 1,0	0,08	$\delta = \pm 20 \%$

Фізико-хімічні показники

а) неорганічні компоненти

1	Водневий показник, одиниці рН	6,5-8,5	7,1	$\Delta = \pm 0,1 \text{ рН}$
---	-------------------------------	---------	-----	-------------------------------

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
2	Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	Не більше 0,1	0,1	$\Delta = \pm 0,001$ ммоль/дм ³
3	Загальна лужність, ммоль/дм ³	Не нормується	4,5	$\Delta = \pm 0,001$ ммоль/дм ³
4	Залізо загальне, мг/дм ³	Не більше 0,2	0,18	$\delta = \pm 25 \%$
5	Марганець, мг/дм ³	Не більше 0,05	0,02	$\delta = \pm 25 \%$
6	Поліфосфати (за PO ³⁻⁴), мг/дм ³	Не більше 3,5	1,2	$\delta = \pm 30 \%$
7	Сульфати, мг/дм ³	Не більше 250,0	12	$\delta = \pm 10 \%$
8	Хлориди, мг/дм ³	Не більше 250,0	15	$\delta = \pm 15 \%$
9	Сухий залишок, мг/дм ³	Не більше 1000,0	375	$\delta = \pm 10 \%$
10	Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	Не більше 0,5	менше 0,03 ¹⁾	$\delta = \pm 30 \%$

а) органічні компоненти

12	Хлор залишковий зв'язаний, мг/дм ³	Не більше 1,2	менше 0,03 ¹⁾	$\delta = \pm 25 \%$
----	--	---------------	-----------------------------	----------------------

Санітарно-токсикологічні показники**а) неорганічні компоненти**

1	Амоній, мг/дм ³	Не більше 0,5	0,15	$\Delta = \pm 0,01$ мг/дм ³
2	Кремній, мг/дм ³	Не більше 10	1,5	$\delta = \pm 10 \%$
3	Натрій, мг/дм ³	Не більше 200	46	$\delta = \pm 20 \%$
4	Нітрати (по NO ₃), мг/дм ³	Не більше 50	2,5	$\delta = \pm 15 \%$

Закінчення табл. 3.1

1	2	3	4	5
5	Нітриди, мг/дм ³	Не більше 0,5	0,3	$\delta = \pm 25 \%$
6	Фториди, мг/дм ³	Не більше 1,5	1,2	$\delta = \pm 15 \%$
7	Алюміній, мг/дм ³	Не більше 0,2	0,08	$\delta = \pm 30 \%$
8	Калій, мг/дм ³	Не нормується	90	$\delta = \pm 30 \%$

б) інтегральний показник

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

Результати аналізу води здистильованої наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості води здистильованої

Найменування показника	Нормативне значення ДСТУ ISO 3696:2003	Дослідні значення	Відносна похибка методу, %
Водневий показник (рН)	5,4-6,6	6,0	$\Delta = \pm 101,7$
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,8	0,6	$\Delta = \pm 75$
Сульфати (SO ₄ ⁻), мг/дм ³	не більше 0,5	0,4	$\Delta = \pm 80$
Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³	не більше 0,02	0,01	$\Delta = \pm 50$
Залізо загальне, мг/дм ³	не більше 0,05	0,03	$\Delta = \pm 60$
Марганець, мг/дм ³	не більше 0,08	0,05	$\Delta = \pm 62,5$
Нітрати, мг/дм ³	не більше 0,2	0,1	$\Delta = \pm 50$

Аналіз результатів представлених у табл. 3.1 та табл. 3.2 дає можливість зробити висновок, що за всіма дослідженими показниками вода пом'якшена та вода здистильована відповідає вимогам.

3.2 Дослідження хімічної стійкості та основних фізико-хімічних показників композитних матеріалів

При використанні матеріалів, які використовують для очищення води та сортівки здійснюють контролювання хімічної стійкості, визначають основні фізико-механічні та сорбційні властивості (табл. 3.3, рис. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.3 – Результати досліджень фізико-механічних показників КМ

Назва показника	Фізико-механічні характеристики (n=3; P≥0,95)			
	Вимоги	Пісок кварцовий (контрольний зразок)	КМ АПТ-1М	КМ АПТ-1ЦУ
Насипна густина, кг/м ³	не нормується	1550	400	600-700
Вологість, %	не більше 10	7	2	3
Зольність, %	не більше 10	6	2	4
Міцність на стирання, %	не більше 5	0,2	0,2	0,19
Міцність на руйнування, %	не більше 5	2,6	0,37	0,32
Коефіцієнт форми	не нормується	1,5	1,8	1,7

Показано, що досліджувані зразки відповідають вимогам. Встановлено, що зразки КМ АПТ-1М і КМ АПТ-1ЦУ мають окрім, показника міцності стирання, видимо більшу різницю у порівнянні з контролем, а саме:

- зольність менше для АПТ-1М у 3 рази, АПТ-1ЦУ 1,5 рази,
- міцність на руйнування до 15 разів,
- кращий коефіцієнт форми (що свідчить про однорідність) на 10 - 20%.

Насипна густина КМ для КМ АПТ-1М є у 3,9 разів, а АПТ-1ЦУ у 2,2 - 2,7 разів меншою у порівнянні з контрольним зразком, що повинно позитивно вплинути на інтенсивність промивки та сприяти зменшенню витрат води на промивку. На основі аналізу даних таблиці можна зробити висновок, що кращі фізико-механічні властивості досліджуваних КМ дадуть змогу, у порівнянні з кварцевим піском, стабілізувати швидкість очищення води.

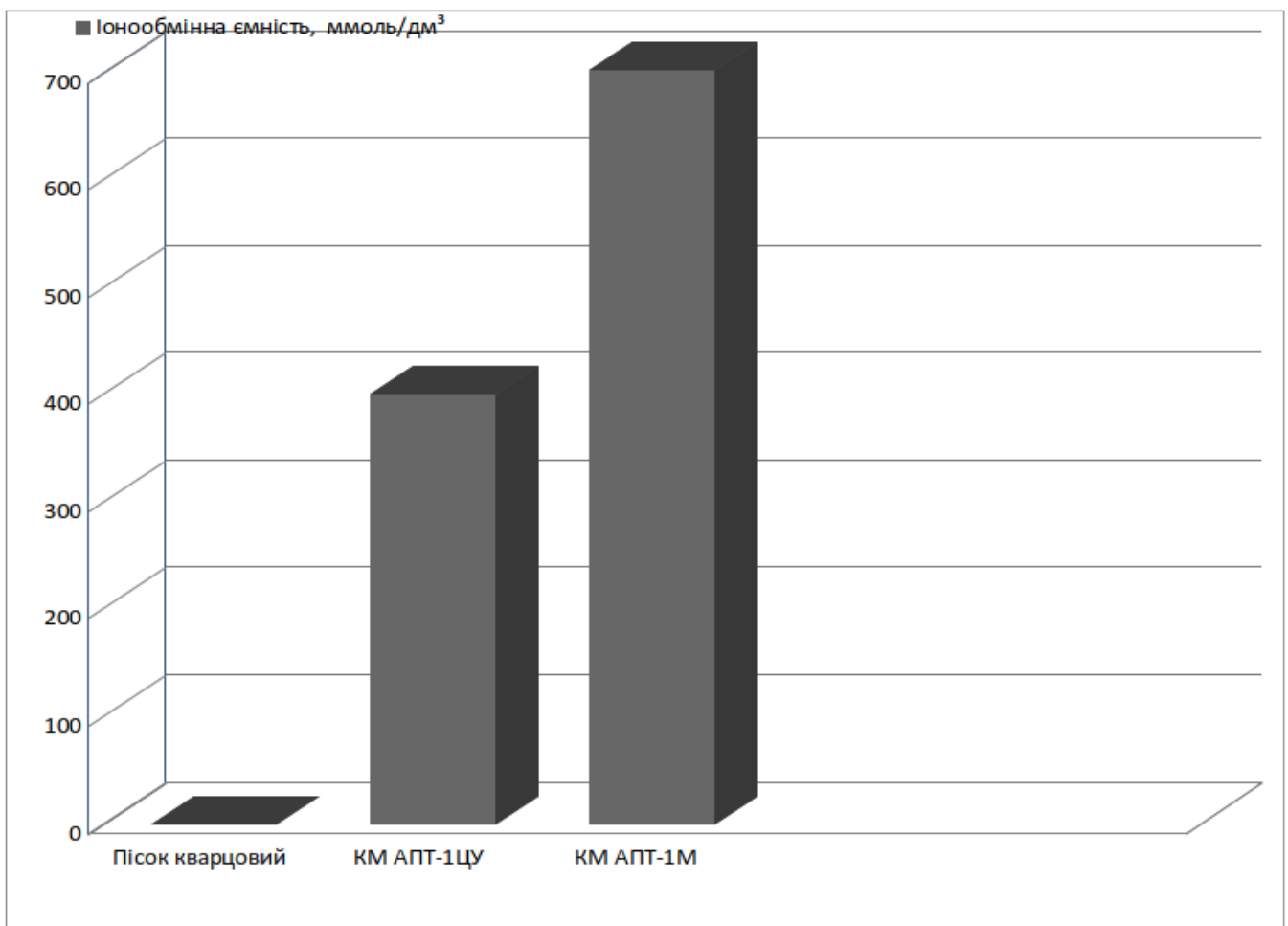


Рис. 3.1 - Іонообмінна ємність КМ та контрольного зразку

Визначено, що у порівнянні з контрольним зразком досліджувані зразки КМ мають високі іонообмінні властивості (табл. 3.3). Кварцевий пісок таких властивостей немає. Встановлено, що зразок КМ АПТ-1М має в 1,75 рази вищу іонообмінну ємність у порівнянні з КМ АПТ-1ЦУ.

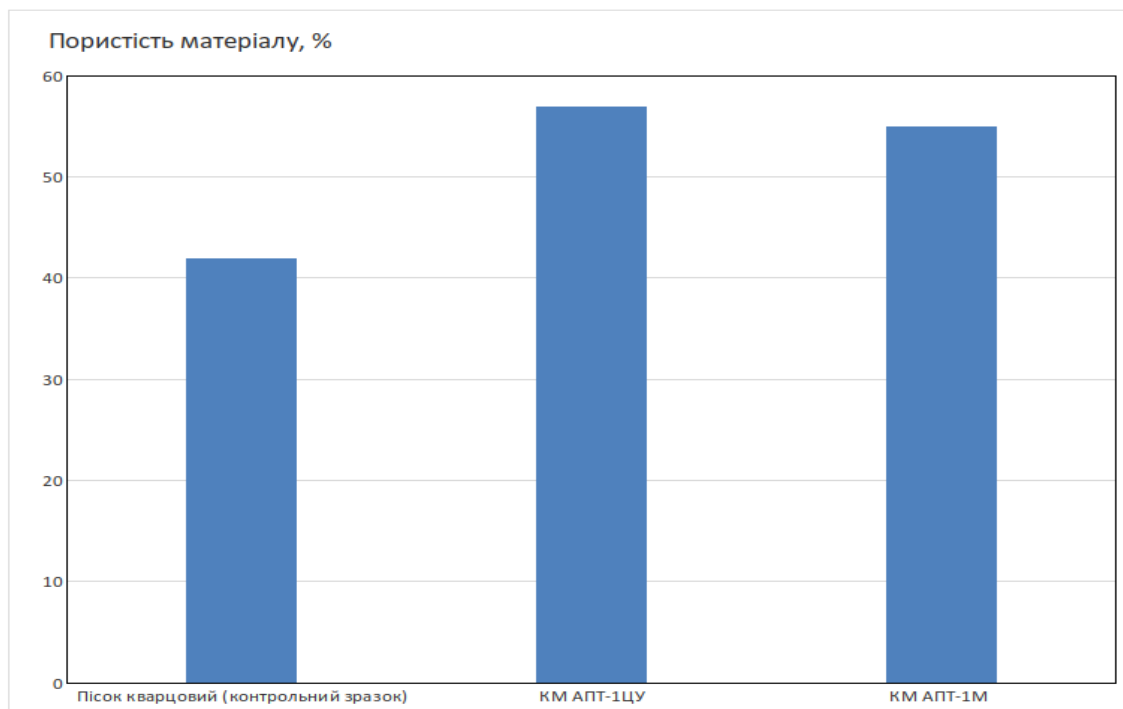


Рис. 3.2 - Пористість КМ та контрольного зразку

Встановлено (рис. 3.2), що проаналізовані зразки КМ АПТ-1М та КМ АПТ-1ЦУ в порівнянні з контрольним зразком мають у 1,36 та 1,3 рази більшу пористість відповідно.

Міжкристалічна пористість матеріалу, який використовують для очистки води чи водно-спиртових сумішей залежить від розміру, однорідності і форми зерен. Міжкристалічна пористість впливає на ефект очищення від забруднюючих речовин та спосіб фільтрації.

Співвідношення міжкристалічної пористості до загального обсягу міжкристалічних пор та загального об'єму матеріалу повинно бути в межах 0,38-0,75. Визначено міжкристалічну пористість досліджуваного матеріалу порівняно з контрольним зразком кварцового піску (рис. 3.3).

Міжзернова пористість

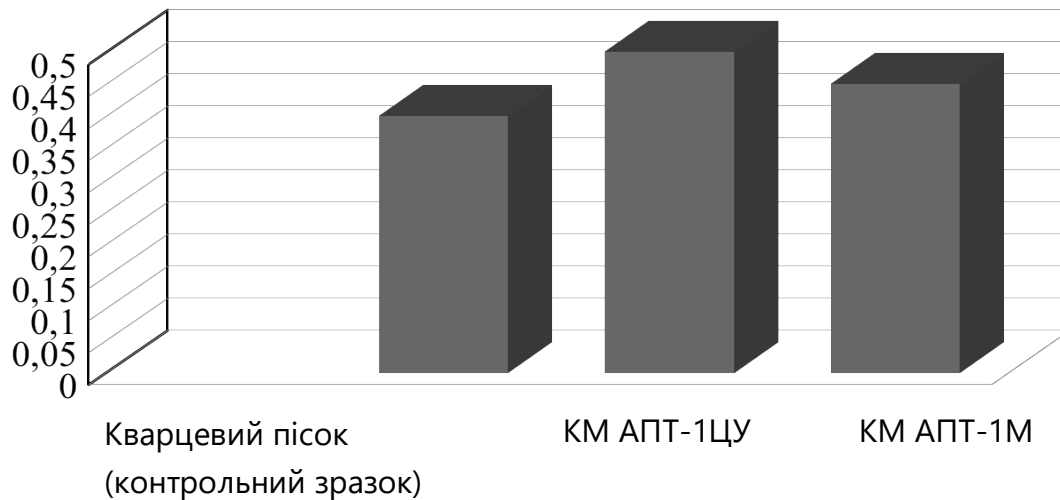


Рис. 3.3 - Міжзернова пористість КМ та контрольного зразку

Для правильного вибору матеріалу для очищення є дотримання певних вимог до механічної міцності, фракційного складу завантаження, хімічної стійкості матеріалів, ступеню однорідності, які суттєво впливають на роботу фільтрів. Тому було досліджено хімічну стійкість КМ (табл. 3.4 - 3.7).

Таблиця 3.4 – Результати досліджень хімічної стійкості КМ АПТ-1М (розмір матеріалу 0,8 – 1,8 мм)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Значення показника після настоювання КМ АПТ-1М у розчині (n=3; P≥0,95)		
		соляної кислоти, 5 %	гідроксиді натрію, 10%	здистильованій воді
Перманганатна окиснюваність, мг O ₂ /дм ³	4,0	2,8	1,7	1,2
- силікатів	5,0	2,8	2,2	1,9
- алюмінію	0,1	0,07	0,05	0,03

Закінчення табл. 3.4

1	2	3	4	5
- заліза	0,2	0,15	0,12	0,09
- кальцію	0,2	0,15	0,1	0,08
- магнію	0,2	0,17	0,15	0,1
- сульфатів	0,2	0,15	0,12	0,07
- фосфатів	0,2	0,14	0,1	0,05
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	7,5	6,5	4,5

Таблиця 3.5 – Результати досліджень хімічної стійкості КМ АПТ-1М
(розмір матеріалу 1,0 – 3,0 мм)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Значення показника після настоювання КМ АПТ-1М у розчині (n=3; P≥0,95)		
		соляної кислоти, 5 %	гідроксиду натрію, 10%	здистильованій воді
Окиснюваність, мг О ₂ /дм ³	4,0	2,6	1,5	1,0
- силікатів	5,0	2,5	2,0	1,5
- алюмінію	0,1	0,07	0,04	0,03
- заліза	0,2	0,12	0,1	0,05
- кальцію	0,2	0,12	0,08	0,05
- магнію	0,2	0,13	0,1	0,05
- сульфатів	0,2	0,12	0,08	0,05
- фосфатів	0,2	0,12	0,08	0,03
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	6,5	4,8	3,5

Таблиця 3.6 – Результати досліджень хімічної стійкості КМ АПТ-1ЦУ

(розмір матеріалу 1,0– 2,0 мм)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Значення показника після настоювання КМ АПТ-1ЦУ у розчині (n=3; P≥0,95)		
		соляної кислоти, 5 %	гідроксиду натрію, 10%	здиstillьованій воді
Окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	4,0	3,2	2,3	1,9
- силікатів	5,0	3,4	2,8	2,3
- алюмінію	0,1	0,08	0,08	0,05
- заліза	0,2	0,18	0,12	0,09
- кальцію	0,2	0,15	0,1	0,08
- магнію	0,2	0,18	0,16	0,13
- сульфатів	0,2	0,18	0,14	0,14
- фосфатів	0,2	0,17	0,12	0,08
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	7,5	6,5	4,5

Таблиця 3.7 – Результати досліджень хімічної стійкості КМ АПТ-1ЦУ

(розмір матеріалу 2,0– 4,0 мм)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Значення показника після настоювання КМ АПТ-1ЦУ у розчині (n=3; P≥0,95)		
		соляної кислоти, 5 %	гідроксиду натрію, 10%	здиstillьованій воді
Окиснюваність, мгО ₂ /дм ³	4,0	3,0	2,0	1,6
- силікатів	5,0	3,2	2,5	2,0
- алюмінію	0,1	0,05	0,05	0,02
- заліза	0,2	0,12	0,1	0,05
- кальцію	0,2	0,12	0,1	0,05
- магнію	0,2	0,14	0,12	0,07
- сульфатів	0,2	0,15	0,12	0,08
- фосфатів	0,2	0,15	0,1	0,05
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	7,0	6,0	4,0

Аналіз табл. 3.4 – 3.7 показує, що всі досліджені зразки за хімічною стійкістю відповідають вимогам до матеріалів, які можна застосовувати під час очищення води у виробництві напоїв.

Встановлено, що КМ АПТ-1М (фракція 0,8-1,8 мм) у порівнянні з КМ АПТ-1М (фракція 1,0-3,0 мм) за визначеними фізико-хімічними показниками по меншій стійкості на 5-10%. Натомість КМ АПТ-1ЦУ та КМ АПТ-1М мають різницю в стійкості до 20-25% за показниками перманганатної окиснюваності, силікатів, алюмінію, фосфатів.

Брудомісткість матеріалу - кількість забруднень, які затримуються в одиниці поверхні матеріалу за певний період часу, коли перепад тиску досягає максимально допустимого.

Брудомісткість матеріалу залежить від властивостей забруднення та інших факторів, тому цей показник використовують для порівняльної властивості матеріалів. Для визначення ресурсу роботи КМ визначають питому брудомісткість за вмістом заліза (рис. 3.4).

Питома брудомісткість, мг/дм³

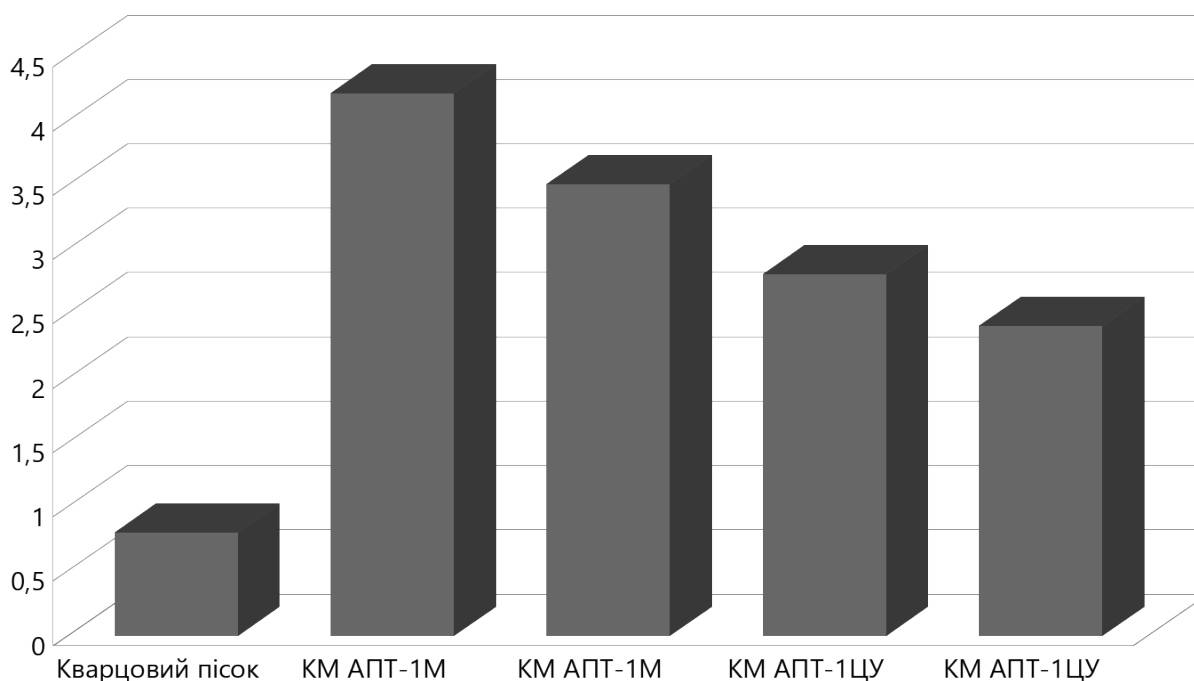


Рис. 3.4 - Питома брудомісткість за вмістом заліза КМ та контрольного зразку

Встановлено, що у порівнянні з контрольним зразком досліджувані матеріали мають більшу питому брудомісткість за вмістом заліза для КМ марок: АПТ-1М (фракція 0,8 – 1,8 мм) - в 5,3 рази, АПТ-1М (фракція 1,0 – 3,0 мм) – 4,4 рази, АПТ-1ЦУ (фракція 1,0– 2,0 мм) – 3,5 рази, АПТ-1ЦУ (фракція 2,0– 4,0 мм) – 3,2 рази.

В середньому питома брудомісткість за залізом заліза КМ АПТ-1М в 1,45 рази більша ніж АПТ-1ЦУ.

Технологічні параметри очищення води досліджуваними матеріалами наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Технологічні параметри очищення води

Назва технологічної операції	Лінійна швидкість, м/год (згідно з ТР У 18.5084-96 [])	Відносний об'єм, об/об ФМ		
		Кварцевий пісок (контроль)	КМ АПТ-1М	КМ АПТ-1ЦУ
Підготування ФМ:				
– оброблення розчином соляної кислоти 0,5%	5	5	не потребує	не потребує
– відмивання від розчину соляної кислоти питною водою	10 – 12	25	не потребує	не потребує
- промивка водою	-	25	5	5
Основна стадія очищення води КМ:	10 – 20	1200	1600	1500
- тривалість зворотного промивання, хв..	не нормується	до 30 хв	10 хв	10 хв
Висота шару, матеріалу, мм	500 - 1000	500 - 1000	400 - 1000	500 – 1000
Обробка розчином кухарської солі	4-8	-	5	5

Встановлено, що досліджувані КМ є більш хімічно стійкими до розчинів кислот та лугів, ніж контрольний зразок (табл. 3.4 - 3.7) і на етапі промивки не потребують витрачання розчину соляної кислоти для відмивки від зольних речовин (табл. 3.8), що позитивно відлбражається на екологічності та безпечності виробництва. За рахунок кращих фізико-механічних показників КМ АПТ-1М та АПТ-1ЦУ (табл. 3.3) у порівнянні з кварцевим піском витрата води на промивку зменшується у 5 разів при цьому тривалість промивки - у 3 рази. Для було підтверджено більшує тривалість їх експлуатації. За однакового шару матеріалу у фільтри основна стадія очищення для КМ за відносним об'ємом підготовленої води збільшується на 25-30%.

Одним з основих характеристик технологічного режиму регенерації є інтенсивність промивки матеріалу, яку наведено в табл. 3.9, 3.10.

Таблиця 3.9 - Інтенсивність промивки КМ АПТ-1М

Фракція КМ, мм	1,0 – 3,0	0,8 – 1,8
Розширення шару КМ у фільтрі, %	Інтенсивність промивки, $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$	
10	6,7	5,8
20	11,5	9,7
30	15,0	11,9
35	16,9	14,2
40	18,8	15,4
50	22,6	18,0

Встановлено (табл. 3.9), що КМ АПТ-1М фракції від 1,0 до 3,0 мм має потребу в 1,5 рази більш інтенсивній промивці у порівнянні з фракцією від 0,8 до 1,8 мм.

Таблиця 3.10 - Інтенсивність промивки КМ АПТ-1ЦУ

Фракція КМ, мм	2,0 – 4,0	1,0– 2,0
Розширення шару КМ у фільтрі, %	Інтенсивність промивки, $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$	
10	7,8	6,9
20	12,6	10,8
30	16,1	13,1
35	18,1	15,3
40	19,9	16,5
50	23,7	19,1

Показано (табл. 3.10), що КМ АПТ-1ЦУ фракції від 2,0 до 4,0 мм потребує в 1,3 рази більшу інтенсивність промивки у порівнянні з фракцією 1,0- 2,0 мм.

3.3 Вплив композитного матеріалу на якість підготовленої води і готової продукції

Досліджено вплив композитного матеріалу на якість підготовленої води за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл.3.11, 3.12)

Таблиця 3.11 – Органолептичні показники води до і після очищення досліджуваними матеріалами

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237 []	Значення показника під час очищення води чере				
		кварцевий пісок (контроль)	КМ АПТ-1М		КМ АПТ-1ЦУ	
			0,8 – 1,8	1,0 – 3,0	1,0 – 2,0	2,0 – 4,0
Смак, бали	0	1	0	0	0	0
Запах, бали	0	1	0	0	0	0
Забарвленість, градус	не більше 2	1	0	0,2	0	0,5
Мутність, $\text{мг}/\text{дм}^3$	не більше 0,02	0,02	0			
Прозорість, %	не менше 98	98	100	99,5	100	99

В табл. 3.11 значення показників під час очищення води через аналізовані зразки відповідають вимогам СОУ 15.9-37-237:2005 за такими показниками як смак, запах, забарвленість, мутність та прозорість.

В таблиці 3.12 та рис. 3.5 - 3.7 наведено фізико-хімічні та токсикологічні показники води та після її очищення досліджуваними матеріалами.

Таблиця 3.12 – Фізико-хімічні та токсикологічні показники води до і після очищення досліджуваними матеріалами

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237 []	Значення показника під час очищення води через				
		кварцевий пісок (контроль)	КМ АПТ-1М		КМ АПТ-1ЦУ	
			0,8 – 1,8	1,0 – 3,0	1,0 – 2,0	2,0 – 4,0
1	2	3	4	5	6	7
Лужність загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,2	4,8	0,08	0,05	0,08	0,05
Лужність вільна, ммоль/дм ³	менше 0,005 ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾	менше 0,005 ¹⁾
Окиснюваність перманганатна, мг О ₂ /дм ³	не більше 4,0	5,5	1,2	1,0	1,9	1,6
Водневий показник, одиниці рН	6,0 – 8,0	7,2	6,8	7	6,8	7
Сухий залишок, мг/дм ³	не більше 20,0	370	80	105	75	90

Продовження табл. 3.12

1	2	3	4	5	6	7
Масова концентрація натрію+калію, мг/дм ³	не більше 150,0	136	54	73	49	65
Масова концентрація марганцю, мг/дм ³	не більше 0,05	0,005	0,012	0,005	0,005	0,01
Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	не більше 60	12	10	10	8	10
Масова концентрація сульфатів, мг/дм ³	не більше 50	15	12	14	12	14
Масова концентрація ортофосфатів, мг/дм ³	не більше 0,05	0,05	0,005	0,02	0,005	0,01
Масова концентрація нітратів, мг/дм ³	не більше 5,0	2,5	1,8	2	1,5	1,9
Масова концентрація нітритів, мг/дм ³	не більше 0,1	0,3	0,1	0,15	0,08	0,1

1	2	3	4	5	6	7
Масова концентрація аміаку (за азотом), мг/дм ³	не допускається ¹⁾	0,15	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾
Масова концентрація сірководню, мг/дм ³	не допускається ¹⁾	0,15	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾	менше 0,1 ¹⁾
Масова концентрація хлору залишкового вільного, мг/дм ³	не допускається ¹⁾	менше 0,03 ¹⁾	менше 0,03 ¹⁾	менше 0,03 ¹⁾	менше 0,03 ¹⁾	менше 0,03 ¹⁾
Масова концентрація хлору залишкового зв'язаного, мг/дм ³	не допускається ¹⁾	менше 0,3 ¹⁾	менше 0,3 ¹⁾	менше 0,3 ¹⁾	менше 0,3 ¹⁾	менше 0,3 ¹⁾
Масова концентрація алюмінію, мг/дм ³	не більше 0,1	0,08	0,02	0,06	0,04	0,06
Масова концентрація фторидів, мг/дм ³	не більше 1,5	1,2	0,9	1,1	1,0	1,2

Встановлено, що лужність очищеної води КМ зменшується у 8 разів для АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) та АПТ-1ЦУ (розмір 1,0 – 2,0 мм), для АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) та АПТ-1ЦУ (розмір 2,0 – 4,0 мм) зменшується до 10 разів.

Лужність вільна для усіх зразків очищеної води не змінюється, що є позитивним і свідчить про відсутність карбонатів, які сприяють утворенню осадів.

Показано, що за визначеним показником - сухий залишок: КМ АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) менший в 4,6 рази, КМ АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) менший в 3,5 рази, КМ АПТ-1ЦУ (розмір 1,0– 2,0 мм) менший в 4,3 рази та КМ АПТ-1ЦУ (розмір 2,0– 4,0 мм) менший в 4,1 рази.

Масова концентрація натрію+калію у воді очищеній КМ у порівнянні з контрольним зразком зменшується в середньому для марки КМ АПТ-1М в 1,8 - 2,5 рази, для марки АПТ-1ЦУ - 1,8-2 рази.

Масова концентрація хлоридів та сульфатів змінюється в межах похибки вимірювання.

Масова концентрація аміаку (за азотом), сірководню, хлору залишкового вільного та хлору залишкового зв'язаного знижується під час очищення контрольним зразком та КМ до значень граничного визначання.

Твердість загальна, ммоль/дм³

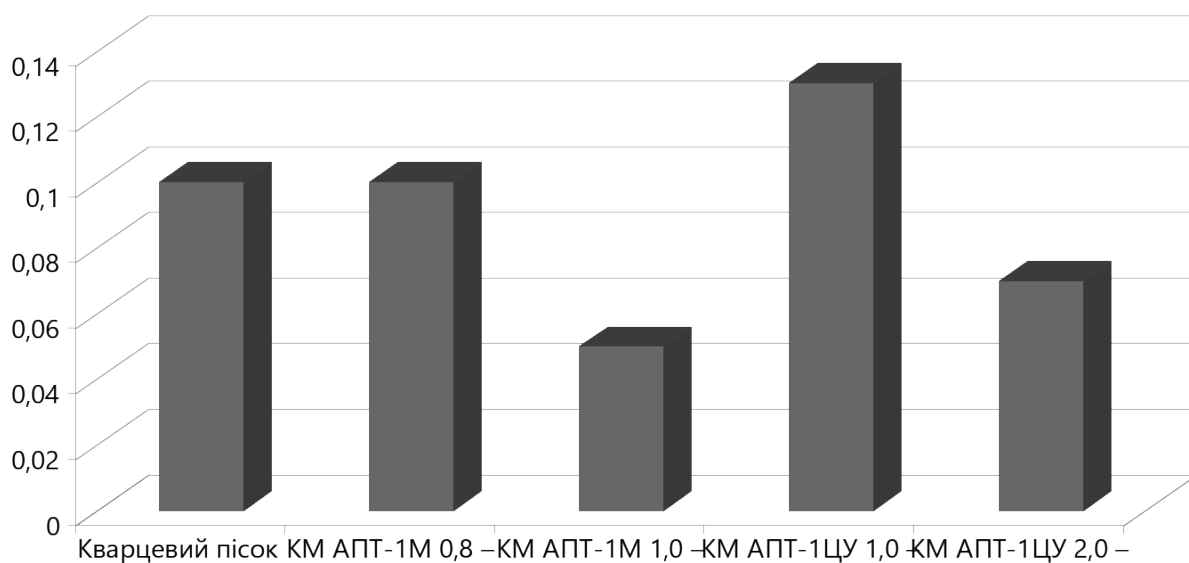


Рис. 3.5 - Твердість води підготовленої КМ та кварцевим піском

Встановлено, що загальна твердість для:

- КМ АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) та контрольного зразку є незмінною,
- КМ АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) зменшується у 2 рази порівняно з контрольним зразком,

- КМ АПТ-1ЦУ (розмір 1,0– 2,0 мм) збільшується на 30% та не відповідає вимогам до підготовленої води,

- КМ АПТ-1ЦУ (розмір 2,0– 4,0 мм) зменшується в 1,4 рази порівняно з кварцевим піском.

Окиснюваність перманганатна, мг O_2/dm^3

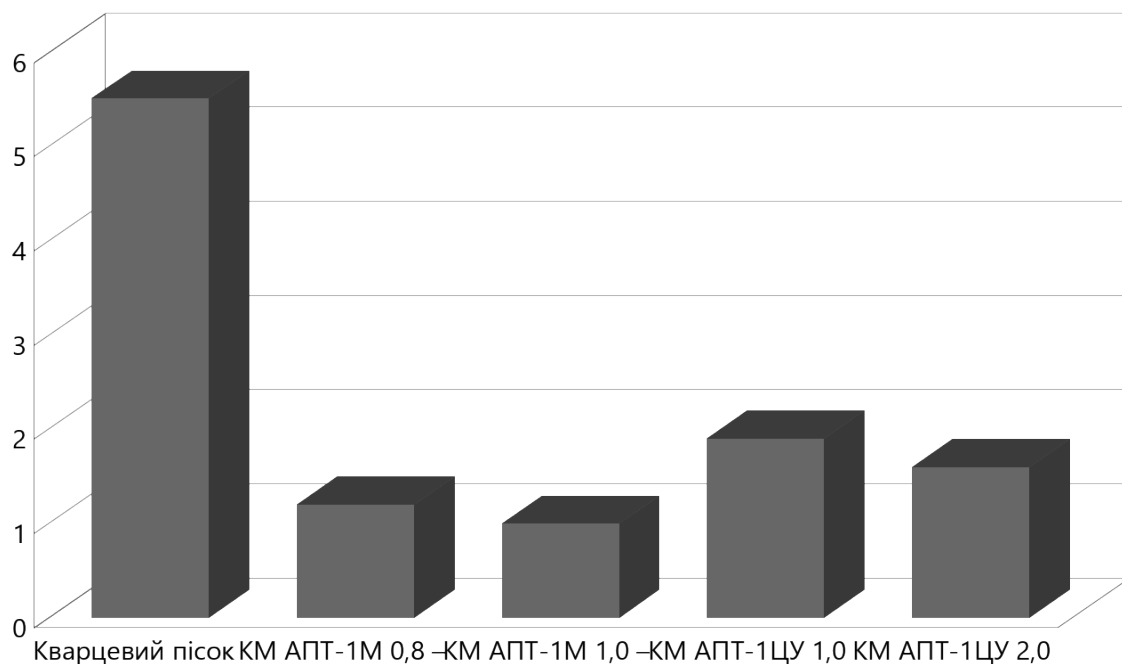


Рис. 3.6 - Окиснюваність води підготовленої КМ та кварцевим піском

Встановлено, що перманганатна окиснюваність у порівнянні з контрольним зразком зменшується відповідно для КМ:

- АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) в 4,6 рази,
- АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) - у 5,5 рази,
- АПТ-1ЦУ (розмір 1,0– 2,0 мм) - у 2,9 рази,
- АПТ-1ЦУ (розмір 2,0– 4,0 мм) - 3,4 рази.

Вміст заліза, мг/дм³

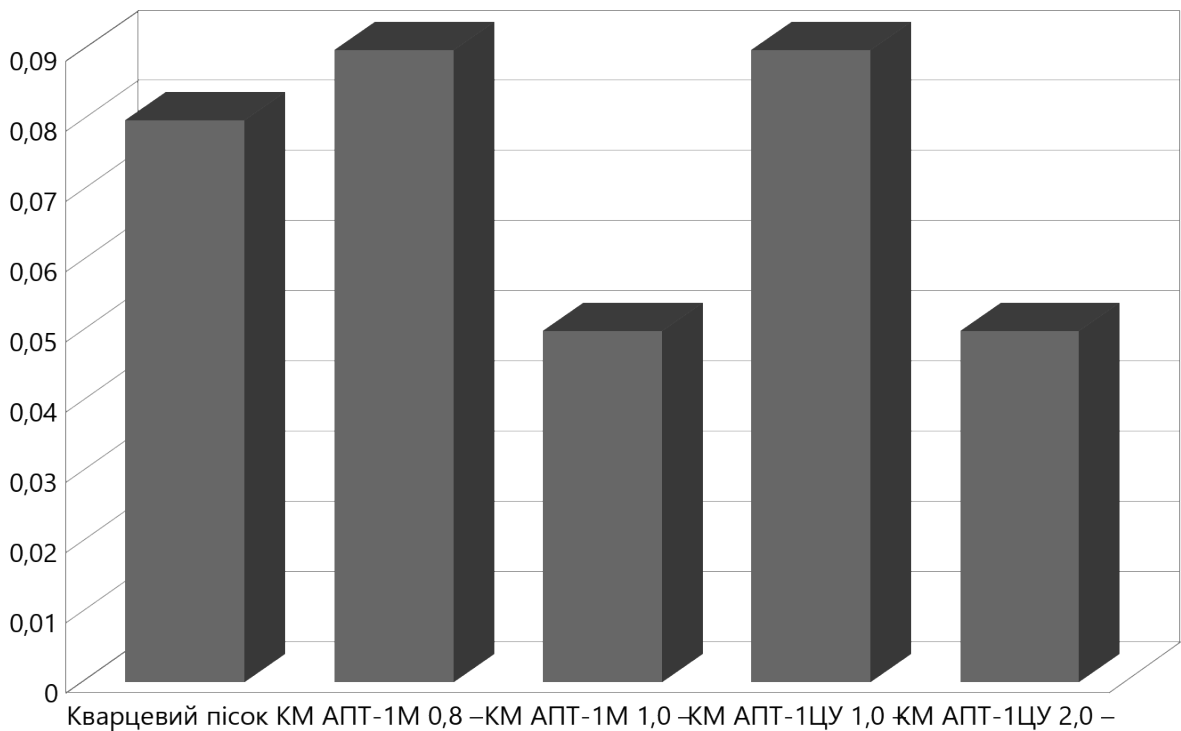


Рис. 3.7 - Вміст заліза у воді підготовленій КМ та кварцевим піском

Результати проведених досліджень свідчать (рис. 3.7), що вміст заліза у підготовленій воді збільшується на 10% під час оброблення КМ АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) та КМ АПТ-1ЦУ (розмір 1,0– 2,0 мм), про що свідчать структурні властивості матеріалу. При цьому у порівнянні з контрольним зразком вміст заліза зменшується для КМ: АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) - в 1,6 рази, АПТ-1ЦУ (розмір 2,0– 4,0 мм) - в 1,6 рази.

Визначено, що масова концентрація поліфосфатів (рис. 3.8) у порівнянні з контрольним зразком зменшується відповідно для КМ:

- АПТ-1М (розмір 0,8 – 1,8 мм) в 20 рази,
- АПТ-1М (розмір 1,0 – 3,0 мм) - до 30 разів,
- АПТ-1ЦУ (розмір 1,0– 2,0 мм) - до 12 разів,
- АПТ-1ЦУ (розмір 2,0– 4,0 мм) - у 20 разів.

Масова концентрація поліфосфатів, мг/дм³

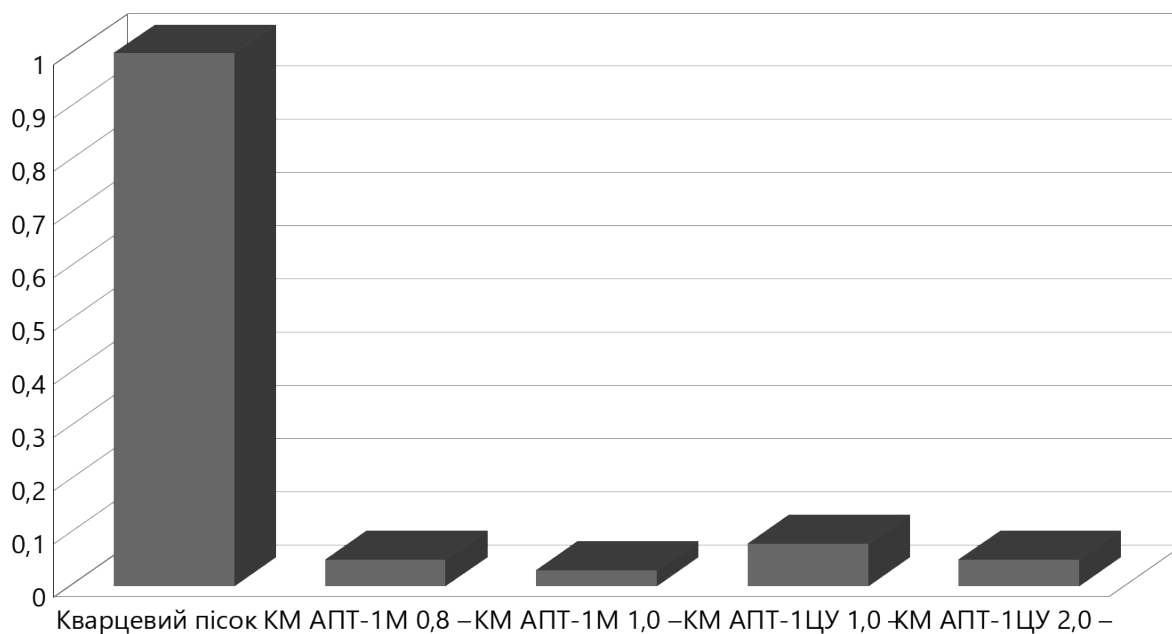


Рис. 3.8 - Вміст поліфосфатів у воді підготовленій КМ та кварцевим піском

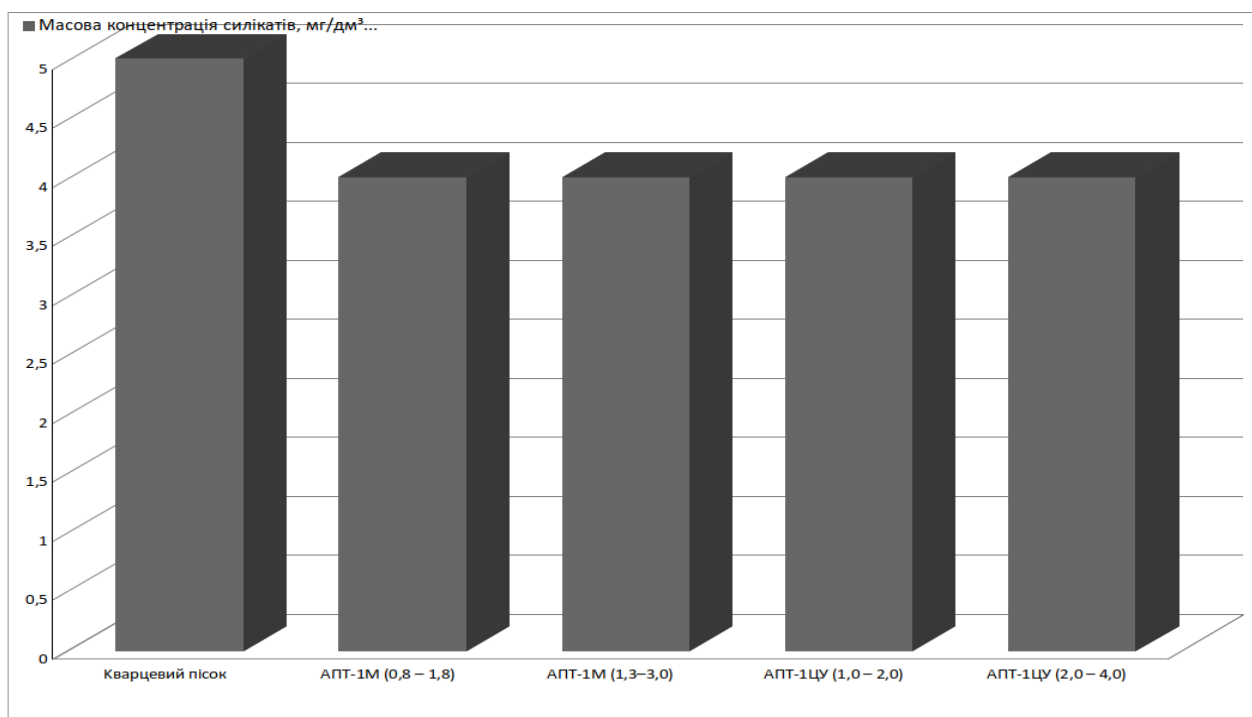


Рис. 3.9 - Вміст силікатів у воді підготовленій КМ та кварцевим піском

Масова концентрація силікатів у воді зменшується в середньому, у порівнянні з контрольним зразком, при очищенні КМ марки:

- АПТ-1М в 1,10 – 1,17 рази,
- АПТ-1ЦУ - 1,15-1,2 рази, .

Сортівка — водно-спиртовий розчин складної суміші домішок, склад якої визначається мікродомішками, які надходять зі спиртом етиловим ректифікованим та водою підготовленою.

Оптична густина водно-спиртової суміші характеризує ступінь забруднення сортівки мікродомішками. Після адсорбції мікродомішок з сортівки на спеціальному матеріалі оптична густина її знижується. Досліджено прозорість сортівки до та після очищення досліджуваними КМ (рис. 3.10): приготована на змякшеній воді вихідна та на воді після фільтрування кварцевим піском (контроль); після очищення КМ АПТ-1М і приготована на КМ АПТ-1ЦУ.

Встановлено, що у порівнянні з сортівкою, яка була приготована на змякшеній воді, прозорість досліджуваних зразків збільшується: для сортівки приготованій на воді після фільтрування кварцевим піском - у 2 рази, для КМ АПТ-1М - у 6 раз та становить максимальне значення 100% і приготована на КМ АПТ-1ЦУ - в 4 рази і також відповідає граничному значенню..

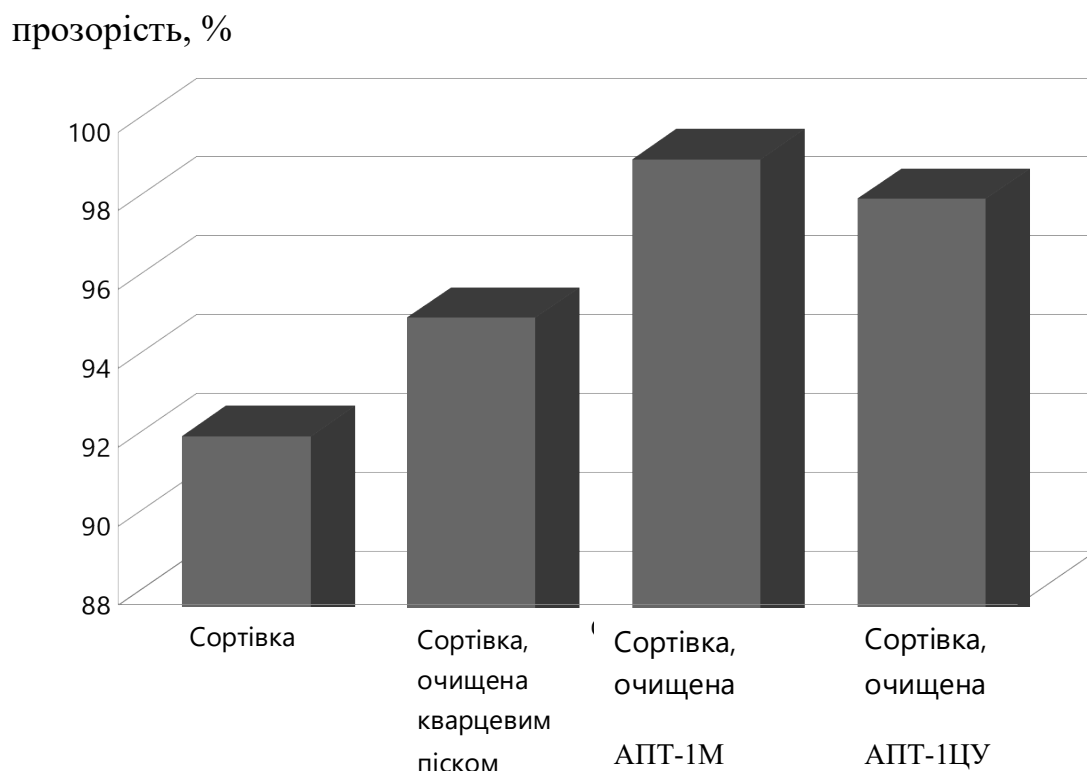


Рис. 3.10 - Прозорість сортівки до та після очищення

За фізико-хімічними показниками сортівки, які було одержано до та після її видержування за критичних температурних умов, встановлено прогнозовану стійкість до критичної граничної межі 98 % за прозорістю (рис. 3.10) та прогнозовану стійкість за граничним строком придатності до зберігання (рис. 3.11).

Прогнозована стійкість сортівки, міс.

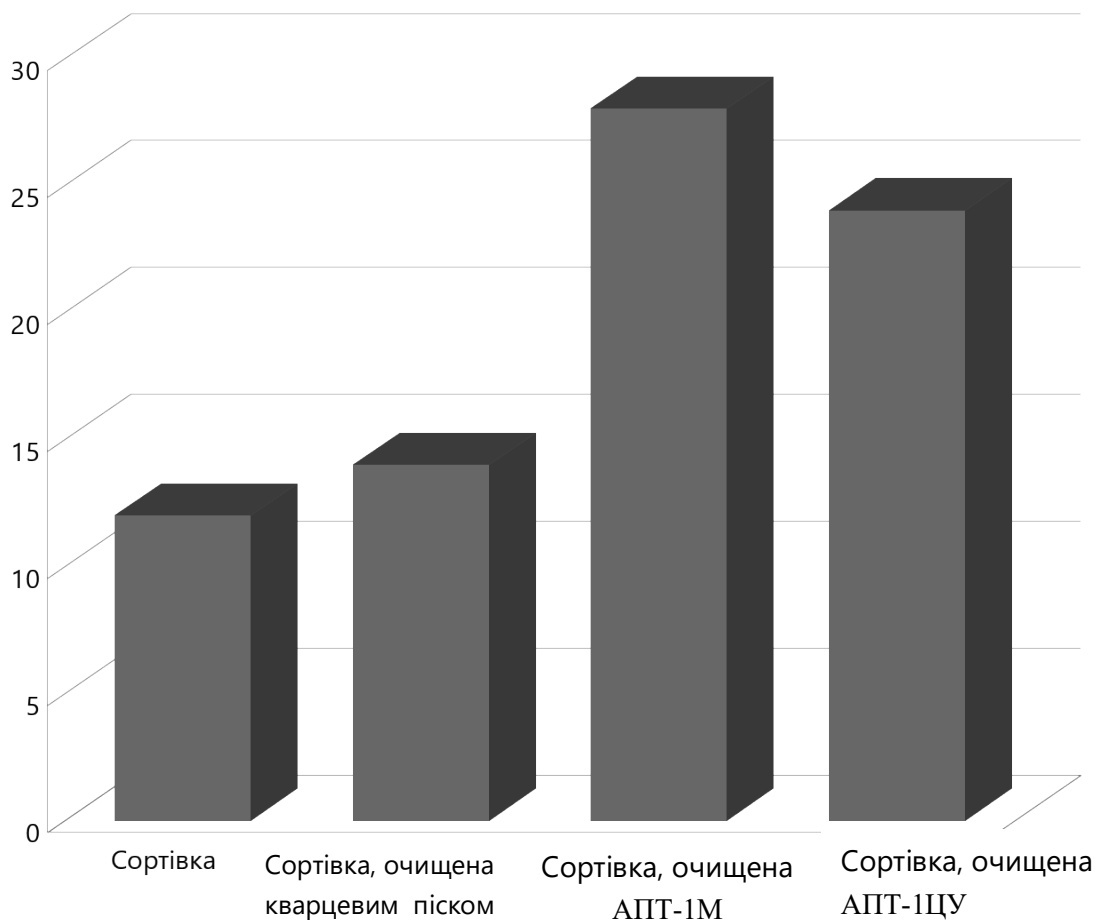


Рис. 3.11 - Прогнозована стійкість сортівки за граничним строком придатності до зберігання

Встановлено, що прогнозована стійкість сортівки за граничним строком придатності збільшується після очищення КМ:

- АПТ-1М у 2 рази,
- АПТ-1ЦУ в 1,6 рази та забезпечує нормативний строк придатності до зберігання згідно з ДСТУ 4256.

Ефект очистки водно-спиртової суміші оцінювали за різницею оптичної густини (рис. 3.12) за методикою наведеною в 2.2 та 2.3.

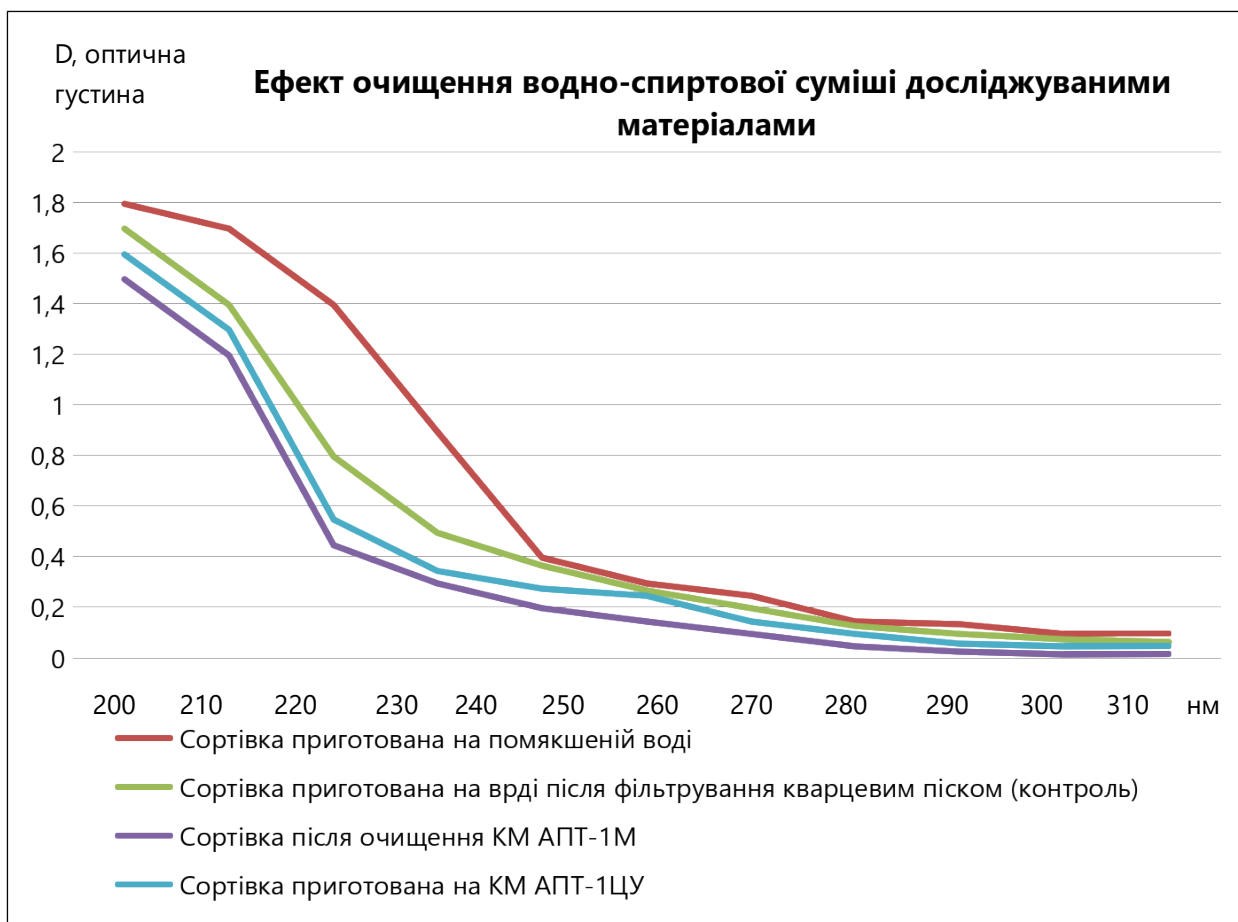


Рис. 3.12 - Ефект очищення водно-спиртової суміші досліджуваними матеріалами

Використання досліджуваного композиційних матеріалів АПТ-1М та АПТ-1ЦУ дозволяє водночас збільшити очікуваний термін зберігання кінцевого продукту в 1,6-2 рази до 28 місяців і збільшити прозорість очищеного продукту на 4-6%.

Висновки

1. Встановлено, що серед нових матеріалів для очищення води особливе місце посідають композитні матеріали з різноманітними властивостями, раціональне поєднання яких дозволяє отримати оптимальні показники якості.

2. Досліджувані КМ дають змогу підвищити ефективність очищення води за рахунок комплексного змякшення, коригування вмісту заліза, марганцю, алюмінію, органічних та азотовмісних сполук.

3. Вищі показники механічної міцності та міжзернової пористості на 30 %, однорідності зерен КМ АТП-1М та КМ АТП-1ЦУ сприяють підвищенню основного фільтрувального циклу одержання підготовленої води до 30 % за зменшених витратах води на етапі регенерації до 5 разів.

4. Застосування досліджуваних композиційних матеріалів діє змогу одночасно збільшити прозорість очищеної сортівки на 4-6 % та збільшити прогнозований строк зберігання готової продукції в 1,6-2 рази до 28 місяців.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Для встановлення оптимальних параметрів процесу фільтрації води необхідно розробити математичну модель процесу, використовуючи повний факторіальний експеримент.

1. Факторний аналіз

1. Постановка задачі – вибір об'єкта

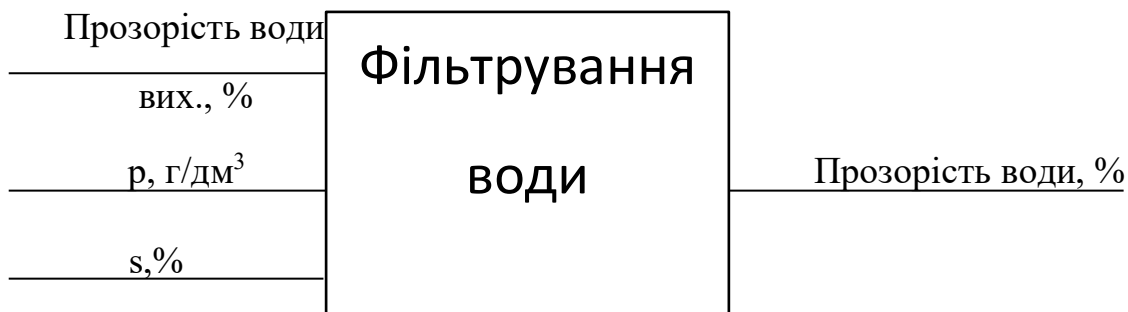


Рис. 4.1 – Загальна схема математико-статистичної моделі

1. Вибираємо вхідні та вихідні параметри, а також методи, засоби, методи, прийоми для їх чисельної оцінки

Вхідні параметри, які найбільше впливають на процес фільтрування:

P_v – прозорість вихідної води, %;

p – насипна густина фільтрувального матеріалу, г/дм³;

s – механічна міцність, %.

Вихідна функція:

Прозорість води, %

2. Записуємо залежність у вигляді:

Прозорість води = $f(P_v.; p; s)$

3. Перевіряємо вхідні параметри на можливість їх варіювання

4. Прозорість води = $f(P_v.; p; s)$

5. Приводимо ранжування вхідних параметрів

6. Прозорість води = f (П_в; рН; s)

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

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

7. Розраховуємо необхідну кількість дослідів:

$$N = 2^n = 2^3 = 8,$$

2 – кількість рівнів варіювання кожного з вхідних параметрів;

n – кількість вхідних параметрів.

8. Записуємо рівняння залежності у вигляді полінома 1-го порядку

$$Y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + b_3 * X_3 + b_{12} * X_1 * X_2 + b_{13} * X_1 * X_3 + b_{23} * X_2 * X_3 + b_{123} * X_1 * X_2 * X_3$$

9. Будуємо матрицю рівнів варіювання

	X ₁ (П _в , %)	X ₂ (р ,г/дм ³)	X ₃ , (s, %)
+	98	2000	99
0	95	1750	98
-	92	1500	97
Δ	3	250	1

10. Кодування вхідних параметрів

$$Z_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta_i},$$

де X_i – значення фактора на «+» рівні;

X_{i0} - значення фактора на «0» рівні;

i – крок варіювання.

	Z ₁	Z ₂	Z ₃
+	+ 1	+ 1	+ 1
0	0	0	0
-	- 1	- 1	- 1
Δ	1	1	1

11. Кодоємо вихідне рівняння

$$Y = b_0 + b_1 * Z_1 + b_2 * Z_2 + b_3 * Z_3 + b_{12} * Z_1 * Z_2 + b_{13} * Z_1 * Z_3 + b_{23} * Z_2 * Z_3 + b_{123} * Z_1 * Z_2 * Z_3$$

12. Вибираємо кількість паралельних дослідів

$$m = 2$$

13. Побудова матриці планування експерименту

N	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₁ Z ₂	Z ₁ Z ₃	Z ₂ Z ₃	Z ₁ Z ₂ Z ₃	Y ₁	Y ₂	Y	S _{од.} ²
1	+	+	+	+	+	+	+	+	98	99	98,5	<input type="text"/>
2	+	+	+	-	+	-	-	-	98,6	98,9	98,75	0,045
3	+	+	-	+	-	+	-	-	99	98,7	98,85	0,045
4	+	+	-	-	-	-	+	+	98,9	98,6	98,75	<input type="text"/>
5	+	-	+	+	-	-	+	-	99	98,8	98,9	<input type="text"/>
6	+	-	+	-	-	+	-	+	98,5	98,9	98,7	0,08
7	+	-	-	+	+	-	-	+	98,7	98,8	98,75	0,01
8	+	-	-	-	+	+	+	-	98,7	99	98,85	0,045

II. Обробка експериментальних даних

1. Перевірка дисперсії вихідної величини на однорідність

$$S_{одн.i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (Y_{i,j} - \bar{Y}_{i,j})^2}{m - 1}$$

$$S_{одн.1}^2 = \frac{(98 - 98,5)^2 + (99 - 98,5)^2}{2 - 1} = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

$$S_{одн.2}^2 = \frac{(98,6 - 98,75)^2 + (98,9 - 98,75)^2}{2 - 1} = \frac{0,0225 + 0,0225}{1} = 0,045$$

$$S_{одн.3}^2 = \frac{(98,9 - 98,75)^2 + (98,6 - 98,75)^2}{2 - 1} = \frac{0,0225 + 0,0225}{1} = 0,045$$

$$S_{одн.4}^2 = \frac{(98,9 - 98,75)^2 + (98,6 - 98,75)^2}{2 - 1} = \frac{0,0225 + 0,0225}{1} = 0,045$$

$$S_{одн.5}^2 = \frac{(99 - 98,9)^2 + (98,8 - 98,9)^2}{2 - 1} = \frac{0,01 + 0,01}{1} = 0,02$$

$$S_{одн.6}^2 = \frac{(98,5 - 98,7)^2 + (98,9 - 98,7)^2}{2 - 1} = \frac{0,04 + 0,04}{1} = 0,08$$

$$S_{одн.7}^2 = \frac{(98,7 - 98,8)^2 + (98,8 - 98,8)^2}{2 - 1} = \frac{0,01}{1} = 0,01$$

$$S_{одн.8}^2 = \frac{(98,7 - 98,85)^2 + (99 - 98,85)^2}{2 - 1} = \frac{0,0225 + 0,0225}{1} = 0,045$$

Знаходимо коефіцієнт Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{одн.макс}^2}{\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2} = \frac{0,5}{0,79} = 0,633$$

Порівнюємо з табличним значенням: $G_m = 0,6798$, при $\alpha = 0,05; f_1 = N = 8; f_2 = m - 1 = 2 - 1 = 1$

G_p р G_m , отже дисперсія вважається однорідною, а значення вихідної величини є відтворюваними.

2. Розраховуємо дисперсію відтворюваності

$$S_{відм.}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2}{N} = \frac{0,79}{8} = 0,09875$$

3. Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$b_k = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i \cdot \bar{Y}_i}{N}$$

$$b_0 = \frac{+98,5 + 98,75 + 98,85 + 98,75 + 98,9 + 98,7 + 98,75 + 98,85}{8} = 98,75$$

$$b_1 = \frac{+98,5 + 98,75 + 98,85 + 98,75 - 98,9 - 98,7 - 98,75 - 98,85}{8} = -0,04375$$

$$b_2 = \frac{+98,5 + 98,75 - 98,85 - 98,75 + 98,9 + 98,7 - 98,75 - 98,85}{8} = -0,04375$$

$$b_3 = \frac{+98,5 - 98,75 + 98,85 - 98,75 + 98,9 - 98,7 + 98,75 - 98,85}{8} = -0,000625$$

$$b_4 = \frac{+98,5 + 98,75 - 98,85 - 98,75 - 98,9 - 98,7 + 98,75 + 98,85}{8} = -0,04$$

$$b_5 = \frac{+98,5 - 98,75 + 98,85 - 98,75 - 98,9 + 98,7 - 98,75 + 98,85}{8} = -0,03125$$

$$b_6 = \frac{+98,5 - 98,75 - 98,85 + 98,75 + 98,9 - 98,7 - 98,75 + 98,85}{8} = -0,00625$$

$$b_7 = \frac{+98,5 - 98,75 - 98,85 + 98,75 - 98,9 + 98,7 + 98,75 - 98,85}{8} = -0,08125$$

4. Підставляємо коефіцієнти рівняння регресії у вихідне рівняння

$$Y = 98,75 - 0,04375*Z_1 - 0,04375*Z_2 - 0,000625*Z_3 - 0,04*Z_1*Z_2 - 0,03125*Z_1*Z_3 - 0,00625*Z_2*Z_3 - 0,08125*Z_1*Z_2*Z_3$$

5. Перевірка коефіцієнтів рівняння регресії на значущість

$$t_{bk} = \frac{|b_k|}{S} \quad \text{Середнє квадратичне відхилення :}$$
$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S^2 = \frac{S_{\text{відм.}}^2}{N} = \frac{0,09875}{8} = 0,0124$$

$$S = \sqrt{0,0124} = 0,111$$

$$t_{b0} = \frac{|98,75|}{0,01} = 98,75$$

$$t_{b1} = \frac{|-0,04375|}{0,01} = 4,375$$

$$t_{b2} = \frac{|-0,04375|}{0,01} = 4,375$$

$$t_{b3} = \frac{|-0,00625|}{0,01} = 0,625$$

$$t_{b4} = \frac{|-0,04|}{0,01} = 4$$

$$t_{b5} = \frac{|-0,03125|}{0,01} = 3,125$$

$$t_{b6} = \frac{|-0,00625|}{0,01} = 0,625$$

$$t_{b7} = \frac{|-0,08125|}{0,01} = 8,125$$

Порівнюємо з табличним значенням критерія Стьюдента : $t_m = 2,31$,
при $\alpha = 0,05$; $f = N \cdot (m - 1) = 8 \cdot (2 - 1) = 8$

Якщо $t_{bk} \geq t_m$, то коефіцієнт b_k вважається значущим і в рівнянні повинен залишитись.

Якщо $t_{bk} < t_m$, то коефіцієнт b_k вважається не значущим і в рівнянні регресії його можна виключити.

Записуємо рівняння регресії у спрощеному вигляді:

$$\hat{Y} = 98,75 - 0,04 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,03125 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,08125 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3$$

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

$$\hat{Y}_1 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (+1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (+1) = 98,6$$

$$\hat{Y}_2 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (-1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (-1) = 98,84$$

$$\hat{Y}_3 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (+1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (+1) = 98,6$$

$$\hat{Y}_4 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (-1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (-1) = 98,84$$

$$\hat{Y}_5 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (+1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (+1) = 98,6$$

$$\hat{Y}_6 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (-1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (-1) = 98,84$$

$$\hat{Y}_7 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (+1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (+1) = 98,6$$

$$\hat{Y}_8 = 98,75 \cdot (+1) - 0,04 \cdot (-1) - 0,03125 \cdot (+1) - 0,08125 \cdot (-1) = 98,84$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

Критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S^2}{S_{\text{відм.}}^2}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}{N - l}$$

де l – кількість значущих коефіцієнтів рівняння регресії, які стоять перед основними факторами

$$S^2 = \frac{(98,6 - 98,5)^2 + (98,84 - 98,75)^2 + (98,6 - 98,85)^2 + (98,84 - 98,75)^2 + (98,6 - 98,9)^2 + (98,84 - 98,7)^2 + (98,6 - 98,75)^2 + (98,84 - 98,85)^2}{8 - 1}$$

$$= \frac{0,306}{7} = 0,044$$

$$F_p = \frac{0,044}{0,09875} = 0,45$$

Порівнюємо з табличним значенням критерія Фішера : $F_m = 3,73$, при $\alpha = 0,05$; $f_1 = N - l = 8 - 1 = 7$; $f_2 = N \cdot (m - 1) = 8 \cdot (2 - 1) = 8$

$F_p < F_m$, отже рівняння регресії вважається адекватним.

Отримана математична модель у формі рівняння регресії є адекватною реальному процесу. Отже, рівняння може бути підставою для пошуку оптимальних умов ведення процесу.

$$Z_1 = \frac{X_1 - 95}{3}$$

$$Z_2 = \frac{X_2 - 1750}{250}$$

$$Z_3 = \frac{X_3 - 98}{1}$$

$$\hat{Y} = 98,75 - 0,04 \cdot Z_1 \cdot Z_2 - 0,03125 \cdot Z_1 \cdot Z_3 - 0,08125 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \cdot Z_3$$

$$F = 98,75 - 0,04 \times \frac{X_1 - 95}{3} \times \frac{X_2 - 1750}{250} - 0,03125 \times \frac{X_1 - 95}{3} \times \frac{X_3 - 98}{1} - 0,08125 \times \frac{X_1 - 95}{3} \times \frac{X_2 - 1750}{250} \times \frac{X_3 - 98}{1} = 98,75 - 0,0037 \times X_3$$

$$F_1 = 98,75 - 0,0037 \times 99 = 98,37$$

$$F_2 = 98,75 - 0,0037 \times 97 = 98,4$$

$$F_3 = 98,75 - 0,0037 \times 99 = 98,37$$

$$F_4 = 98,75 - 0,0037 \times 97 = 98,4$$

$$F_5 = 98,75 - 0,0037 \times 99 = 98,37$$

$$F_6 = 98,75 - 0,0037 \times 97 = 98,4$$

$$F_7 = 98,75 - 0,0037 \times 99 = 98,37$$

$$F_8 = 98,75 - 0,0037 \times 97 = 98,4$$

Похибка:
$$\varepsilon_i = \frac{|\bar{F} - F|}{\bar{F}} \times 100\%$$

де $\bar{F} = \bar{Y}$

$$\varepsilon_1 = \frac{|98,5 - 98,37|}{98,5} \times 100\% = 1,31\%$$

$$\varepsilon_2 = \frac{|98,9 - 98,4|}{98,9} \times 100\% = 0,5\%$$

$$\varepsilon_3 = \frac{|98,75 - 98,37|}{98,75} \times 100\% = 0,38\%$$

$$\varepsilon_4 = \frac{|98,7 - 98,4|}{98,7} \times 100\% = 0,3\%$$

$$\varepsilon_5 = \frac{|99,85 - 98,37|}{99,85} \times 100\% = 1,48\%$$

$$\varepsilon_6 = \frac{|98,75 - 98,4|}{98,75} \times 100\% = 0,35\%$$

$$\varepsilon_7 = \frac{|98,75 - 98,37|}{98,75} \times 100\% = 0,38\%$$

$$\varepsilon_8 = \frac{|98,85 - 98,4|}{98,85} \times 100\% = 0,45\%$$

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^N \varepsilon_i}{N} = \frac{1,31 + 0,38 + 1,48 + 0,38 + 0,5 + 0,3 + 0,35 + 0,45}{8} = 0,658\%$$

Оптимальне значення прозорості води становить 98,35%.

Також отримали рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 98,75 + 0,04 * Z_1 * Z_2 - 0,03125 * Z_1 * Z_3 - 0,08125 * Z_1 * Z_2 * Z_3$$

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Вдосконалення технології водопідготовки та очищення водно-спиртової суміші для виробництва горілок засноване на використанні матеріалів різного типу для отримання високоякісного продукту.

За результатами проведених досліджень науково доведено можливість використання досліджуваних КМ під час кондиціонування води, яка відповідає вимогам СОУ 15,9-37-237 [45]

У зв'язку з переходом України до ринкової економіки роль відбору ряду критеріїв оцінки оптимізації технологічних варіантів систематично зростає. Законом України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" передбачено виробництво безпечних та якісних харчових продуктів та високий рівень захисту здоров'я людини, інтересів споживачів. Тому велика різноманітність технологічних методів, високий рівень технічного оснащення та заходів технологічного забезпечення стикаються з викликом всебічного вибору альтернативних технологій та раціональних виробничих умов.

Соціальний ефект від впровадження результатів цієї кваліфікаційної роботи є досить значним. В результаті обробки КМ отримуємо підготовлену воду за зменшених витрат питної води на підготовчому етапі до роботи, етапі промивки і регенерації.

Застосування композиційних матеріалів – один з найбільш перспективних шляхів забезпечення виробництва конструкційними матеріалами, вирішення завдань підвищення експлуатаційних параметрів техніки, економії ресурсів. Сучасні композиційні матеріали поєднують високі властивості міцності з легкістю і довговічністю. В результаті цього маркетингова політика збільшує попит на напій, вироблений на підготовленій воді, що призводить до збільшення продажів і, як наслідок, збільшення прибутку, незважаючи на додаткові витрати на обладнання та

КМ. У табл.5.1 представлені витрати на допоміжні матеріали у перерахунку на приготування 1000 дал горілки згідно з нормами ТР У 18.5084 [50]

Таблиця 5.1 – Витрати допоміжних матеріалів на приготування 1000 дал горілки

Назва витратного матеріалу	Ціна матеріалу	За традиційною технологією		За удосконаленою технологією	
		Середньорічна витрата	Загальні вартість, грн	Витрати матеріалу, кг	Загальні вартість, грн.
Кварцовий пісок	10 грн./кг	8,5 кг	85	-	-
КМ АПТ-1М	25 грн./дм ³	-	-	4,0 дм ³	100
КМ АПТ-1УЦ	27 грн./дм ³	-	-	3,0 дм ³	81
Сіль кухарська	5 грн./кг	-	-	20 кг	100
Кислота соляна	80 грн./дм ³	4,0 дм ³	240	-	-
Вода питна на підготовку матеріалу	15,5 грн/м ³	0,4 м ³	6,2	0,2 м ³	3,1
Вода питна на промивку фільтра	15,5 грн/м ³	0,4 м ³	6,2	0,2 м ³	3,1
Всього			337,4		206,2 (АПТ-1М) 187,2 (АПТ-1УЦ)

За традиційною технологією (при використанні кварцового піску) на виробництво 1000 дал горілки витрата становить - 337,4 грн., при використанні КМ АПТ-1М - **206,2 грн.**, КП АПТ-1УЦ - **187,2 грн.**

Таким чином використання досліджуваних КМ під час кондиціонування води дає змогу зменшити витрати в середньому на 140 грн на 1000 дал горілки.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України "Про охорону праці" від 21.11.2002 р. № 229-IV [43], а також "Кодекс законів про працю України" є основною законодавчою основою охорони праці. Вони доповнені державними міжгалузевими та галузевими нормативними актами з питань охорони праці - це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, що вводять в дію правові норми, які є обов'язковими для всіх установ та службовців України.

Інструкції з охорони праці для хімічної лабораторії поширюються на всіх працівників лабораторії. За невиконання цієї інструкції працівник лабораторії несе дисциплінарну, матеріальну та адміністративну відповідальність.

Лаборант повинен: знати властивості матеріалів та речовин, з якими він працює, та їх вплив на організм людини; дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку; використовувати спецодяг, взуття та засоби індивідуального захисту; не захаращуйте робоче місце; не допускати сторонніх людей до вашого робочого місця; не виконувати вказівки, що суперечать правилам охорони праці; виконувати лише ту роботу, яка доручена керівником і на яку він доручений.

Всі матеріали та речовини повинні зберігатися відповідно до «Інструкції про заходи пожежної безпеки»

Вимоги безпеки перед початком роботи: Перевіряється стан спецодягу, взуття та засобів індивідуального захисту. Необхідно увімкнути припливно-витяжну вентиляцію на 10-15 хвилин. перед роботою. Перевірити справність приладів, обладнання; наявність необхідних реагентів. При необхідності увімкнути вентиляцію в витяжній шафі. Якщо виявлені несправності обладнання та засобів захисту, повідомити про це керівника та не приступати до роботи, поки виявлені несправності не будуть усунені.

Вимоги безпеки під час експлуатації

Всі операції, пов'язані з використанням або можливим утворенням і виділенням токсичних, їдких, вибухонебезпечних речовин або речовин, що

мають запах, виконують тільки в витяжній шафі з робочою загальною вентиляцією із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Працівник лабораторії повинен:

не залишати опалювальні прилади без нагляду;

не зберігати будь-який матеріал невідомого походження без написів та ярликів; злити відпрацьовані горючі рідини (ГР), відходи кислот і лугів лише в спеціальний контейнер;

порцеляновий або тонкостінний скляний посуд слід використовувати для змішування або розведення речовин, що супроводжуються виділенням тепла, а також для нагрівання хімічних речовин.

Вимоги безпеки при роботі з легкозаймистими та горючими рідинами (ЛЗР та ГР). Робота з ЛЗР та ГР повинна виконуватися тільки в пристосованій для цієї роботи витяжній шафі, в невеликих кількостях, з працюючою загальнообмінною вентиляцією, вимкненими електроприладами. Нагрівання ЛЗР може здійснюватися тільки в пристроях, що забезпечують повну конденсацію утвореної пари.

Вимоги безпеки при роботі з їдкими та токсичними речовинами

Луги, кислоти та інші їдкі та отруйні речовини повинні збиратися в піпетку лише за допомогою гумової груші, неприпустимо всмоктувати їдкі та отруйні рідини в піпетку ротом. Всі роботи з кислотами, лугами та іншими їдкими та токсичними речовинами повинні виконуватися в гумових рукавичках, фартусі та окулярах. Для приготування розчинів кислот кислоти потрібно вливати у воду тонким струменем при постійному перемішуванні, а не навпаки.

Вимоги безпеки при роботі в витяжній шафі

Перед початком роботи необхідно перевірити на тягу. Закрийте жалюзі всі відсіки витяжної шафи, крім тієї, де будуть виконуватися роботи, опустіть затвор нижче рівня торця, але не нижче 0,4 м.

У лабораторії загальний запас ЛЗР, який зберігається одночасно, не повинен перевищувати добової потреби. Спільне зберігання реагентів повинно здійснюватися лише відповідно до норм пожежної безпеки. Усі роботи, що

передбачають можливість виділення вибухонебезпечних парів та газів, повинні проводитися в витяжних шафах та з робочою припливно-витяжною вентиляцією.

У лабораторії заборонено обробляти підлоги та столи гасом, бензином та іншими органічними розчинниками. Для цього необхідно використовувати протипожежні синтетичні миючі засоби.

При виявленні несправностей під час роботи на робочому місці, в обладнанні, необхідно припинити роботу, вимкнути обладнання, прилади, повідомити керівника і не відновлювати роботу без його вказівок.

Інструкція про заходи пожежної безпеки стосується офісних приміщень та визначає вимоги до пожежної безпеки в цих приміщеннях.

Правила пожежної безпеки включають такі пункти:

лабораторія повинна бути обладнана необхідними засобами гасіння пожежі: вогнегасниками, шматочком волюки або кошми, ящиком з піском, лопатою або совочком;

не залишати без нагляду газові пальники та електронагрівачі;

при пожежі необхідно перекрити газовий кран, перекрити вимикачі і якщо полум'я мало - засипати його піском;

використання електронагрівальних приладів при виявленні запаху газу заборонено;

при заливанні легкозаймистої рідини необхідно вимкнути всі пальники та електронагрівачі та видалити рідину;

при займанні одягу необхідно накрити жертву спеціальною ковдрою.

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 [52, 53].

Наступні функції покладені на цивільний захист в Україні [52, 53]:

- 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 [52, 53]:

- 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 [52, 53]:

- 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 [52, 53]:

- 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 [52, 53]: 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 [52, 53]:

- 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 [52, 53]:

- 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 [52, 53].

За даними радіаційно-хімічного контролю здійснюється [52, 53]:

- 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

1. У харчовій промисловості захист харчової сировини, напівфабрикатів, готової продукції та води є одним із основних завдань захисту громадян переробних підприємств.
2. Для захисту харчових продуктів повинні бути вжиті такі заходи: організаційні, інженерні, санітарно-профілактичні.
3. Основним способом захисту продукції є герметизація виробничих та складських приміщень.
4. Своєчасний контроль за радіаційною обстановкою в навколишньому середовищі сприяє здійсненню дієвих заходів щодо захисту харчових продуктів та сировини на харчових підприємствах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі представлені результати досліджень щодо вдосконалення кондиціювання води у виробництві горілок із використанням композитних матеріалів.

1. Розглянуто світові тенденції традиційного кондиціювання води та визначено основні матеріали, які використовуються в очищенні води.

2. Встановлено основні фізико-хімічні характеристики КМ та показано, що у порівнянні з КМ АПТ-1ЦУ, модифікований композитний матеріал марки АПТ-1М має в 1,75 рази вищу іонообмінну ємність та пористість - в 1,3 рази, що покращує його питому брудомісткість за залізом в 1,45 рази.

3. Встановлено оптимальні технологічні параметри досліджуваних матеріалів і показано, що у порівнянні з кварцевим піском, відносний об'ємом підготовленої води збільшується на 25-30%, при зменшених витратах води на промивку - у 5 разів.

4. Встановлено, що застосування досліджуваних композитних матеріалів дає змогу проводити комплексне з'якшення та очищення води від домішок заліза, марганцю, органічних сполук, що дає змогу збільшити граничний строк придатності горілок в середньому в 1,8 рази.

5. Визначено соціально-економічну ефективність використання композитних фільтрувальних матеріалів в технології виробництва горілок, що зменшує витрати у виробництві середньому на 140 грн на 1000 дал горілки.

6. Розроблено математичну модель процесу, перевірено її на адекватність, сформульовано заходи з питань цивільного захисту та охорони праці.

7. Рекомендується проводити подальші дослідження використання композитних матеріалів та провести дослідно-промислові випробування використання композитних матеріалів АПТ-1М та АПТ-1УЦ в системах водопідготовки на підприємствах алкогольної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурачевский И.И., Зайнулин Р.А., Кунакова Р.В. Производство водок и ликероводочных изделий. Москва: ДеЛипринт, 2009. 324 с.
2. Водка: технология, качество, инновации. Кузьмин О.В. и др.: [монография]. Донецк: ДонНУЭТ. 2011. 307 с.
3. Вытовтов А.А., И. А. Басати. Товароведная характеристика и экспертиза качества водок: учеб. пособие. СПб.: ГИОРД, 2005. 160 с
4. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. [Действующий с 07-09-2010]. Москва: Стандатринформ. 2010. 6 с. (Межгосударственный стандарт).
5. ГОСТ 18164-72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка. [Действующий с 01-07-1973]. Москва: Стандартиформ, 1972. 4 с. (Межгосударственный стандарт).
6. ГОСТ Р 51641-2000. Материалы фильтрующие зернистые. Общие технические условия. [Действующий с 30-06-2001]. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003. 14 с.
7. Даниловцева А.Б., Макаренко С.Ю., Славская И.Л. Технология отрасли. Часть 2. Технология водки и ликеро-водочных напитков: учебно-практические пособие. Москва: МГУТУ, 2010. 79 с.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом МОЗ України 12.05.2010 № 400. Зареєстровано Міністром України 01.07.2010 №452/17747. (Нормативний документ Міністерства охорони здоров'я України)
9. ДСТУ 4077-2001 Якість води. Визначення рН: (ISO 10523:1994, MOD). [Чинний від 01-07-2003]. К.: Київ, Держспоживстандарт, 2003. 11 с. (Національний стандарт України).
10. ДСТУ 4165:2003. Горілки і горілки особливі. Правила приймання і методи випробовування. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Державний стандарт України. 2003. 11 с.

11. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2004. 12 с.
12. ДСТУ 4222:2003. Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначання вмісту мікро компонентів. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 12 с.
13. ДСТУ 4256:2003. Горілки і горілки особові. Технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 10 с. – (Національний стандарт України).
14. ДСТУ 4646:2006. Спирт етиловий, горілки, напої лікєро-горілчані. Газохроматографічний метод визначання справжності [Чинний від 01-07-2007]. Київ. Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
15. ДСТУ 4932:2008. Горілки і горілки особливі. Визначання масової концентрації фторидів, хлоридів, нітритів, нітратів, фосфатів, сульфатів методом капілярного електрофорезу. [Чинний від 01-07-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 16 с. (Національний стандарт України).
16. ДСТУ 4979:2008. Горілки, горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Аналіз органолептичний. Метод визначання інтенсивності смаку. [Чинний від 01-07-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 15 с. (Національний стандарт України).
17. ДСТУ 5068:2008. Горілки, горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Визначання прозорості спектрофотометричним методом. [Чинний від 2009-01-07]. Київ: Державний стандарт України. 2008. 7 с.
18. ДСТУ 5071:2008. Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Фотометричний метод визначання прозорості. [Чинний від 01-07-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 13 с. (Національний стандарт України).
19. ДСТУ ISO 6059:2003 (ISO 6059:1984, IDT) Якість води. Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. Титрометричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти. [Чинний від -01-07-2004]. Київ: Держспоживстандарт. 2004. 10 с. (Національний стандарт України).

20. 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).
21. ДСТУ 7131:2009. Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Перманганатно-метричний метод визначання окислюваності. [Чинний від 01-07-2010]. Київ: Держспоживстандарт. 2010. 11 с. (Національний стандарт України).
22. ДСТУ 7133:2009. Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва. Фотометричний метод визначання масової концентрації силікатів. [Чинний від 01-07-2010]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 11 с. (Національний стандарт України).
23. ДСТУ 7397:2013. Горілки і горілки особливі, напої лікєро-горілчані. Метод визначання прогнозованої стійкості під час зберігання. [Чинний від 01-07-2014]. Київ: Держспоживстандарт. 2014. 10 с. (Національний стандарт України).
24. ДСТУ 7404:2013. Горілки, горілки особливі. Метод визначання окислюваності. [Чинний від 2014-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України. 2013. 10 с.
25. 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).
26. ДСТУ ISO 9963-2:2007 (ISO 9963-2:1994, IDT). Якість води. Визначення лужності. Частина 2. Визначення вільної лужності. [Чинний від 01-01-2009]. Київ: Держспоживстандарт. 2009. 10 с. (Національний стандарт України).
27. 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).

28. Загравай Я.М., Ребренюк А.В. Використання природних мінералів (цеоліт) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості. *Екологічні науки*. 2014. № 6. С. 82-87.
29. 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
30. Інновації в технологіях продуктів бродіння і виноробства [електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, В.Л. Прибильський, М.В. Білько. Київ : НУХТ, 2019. 92 с. (№ 64.58–22.10.2019)
31. 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, 10–11 квітня 2012 р. Київ: НУХТ. 2012. С. 20–21.
32. Кузнєцов Л.К., Габитов А.И. Технология фильтрования в физико-химических процессах водоподготовки. *Башкирский химический журнал*. 2009. Том 16. № 2. С. 84-92
33. Макаров С. Ю., Славская И. Л. Инновации в технологии и оборудовании приготовления водок. Москва: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011. 156 с.
34. 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 / уклад. Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Київ: НУХТ. 2007. 106 с.
35. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для студентів спец. 8.05170106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та

заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян, А.Є. Мелетьєв. Київ: НУХТ. 2015. 39 с.

36. Осветление воды фильтрованием. Тагибаев Д.Д., Осмонов Ж.И., Абдурасулов И. *Инновационная наука*. 2017. № 01-2. С.92

37. Оптимизация фильтрующих загрузок зернистых фильтров. Тагибаев Д.Д., Мамбетова Р.Ш., Абдурасулов И. *Символ науки*. 2016. №12-2. С.102-107

38. Спосіб очистки і підготовки питної води / Є.О. Черняк, В.Ф. Моршна, М.В. Курик: Патент UA52203, C02F9/00, Україна.; заявл. 21.06.2010; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15, 2010 р.

39. Спосіб підготовки води для виробництва горілок / І.Д. Жолнер, В.П. Ковальчук, З.Д. Кравчук, С.Т. Олійнічук, В.В. Сосницький, І.В. Янчевська, П.Л. Шиян, В.Я. Каганов, М.Т. Белко, Л.Б. Сватков: Патент UA 46635 C12G3/00 22/10 (2002/05), Україна. заявл. 22.10.2001; опубл. 15.05.2002, Бюл. № 5, 2002 р.

40. Полимерные композиционные материалы. Бондалетова Л. И., Бондалетов В.Г. Томск: Томский политехнический университет. 2013. с. 14 -19.

41. Польша Г.В. Аналитический контроль производства водок и ликероводочных изделий. - СПб.: ДеЛи принт. 2006. 464 с.

42. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учебное пособие вузов / БерлинаА.А. и др. // под ред. БерлинаА.А. СПб.: Профессия. 2008. 560 с.

43. Про охорону праці. Закон України від 21.11.2002 № 229-IV-ВР. *Відомості Верховної Ради*. 1992. № 49, ст. 668.

44. Регуш А.Я. Інтенсивності промивки клиноптилолітоого завантаження адсорберів типу швидкого фільтра. *Хімія, технологія речовин та їх застосування: Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. Львів: НУ "ЛП". 2007. № 590. С. 274-278.

45. СОУ 15.9-37-237:2005. Вода підготовлена для лікоро-горілчаного виробництва. Технічні умови. [Чинний від 2006-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 38 с. (Стандарт організації України)

46. СОУ 15.9-37-238:2005. Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Визначення катіонів та аніонів. [Чинний від 10-01-2006]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 45 с. (Стандарт організації України).
47. Сопоставительная оценка халцедона и кварцевого песка как фильтрующих материалов. Ярошевская Н.В. и др. *Химия и технология воды*. 2006. Т. 28. № 5. С. 472 - 480.
48. Строение и классификация полимеров. Свирская С.Н., Трубников И.Л. Ростов: Издательство Южного федерального университета. 2007. 22 с.
49. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: підручник. Київ: Знання. 2006. 487 с.
50. ТР У 18.5084-96. Технологічний регламент на виробництво горілок і лікеро-горілчаних напоїв. Затверджений Заступником голови Держхарчопрому України Л.І. Зінченко 19.12.1996. Київ: УкрНДІспиртбіопрод. 1996. 330 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України).
51. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы. Томск: ГОУ ВПО ТГТУ. 2011. с. 82
52. Цивільна оборона [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту з цивільної оборони для студентів всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. Хіврич О.В., Заєць В.А. Київ: НУХТ. 2009. 17 с. – Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/219--08A.pdf>
53. Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості. / Харулов Б.Д. та інш. // за заг. ред. Б.Д. Харулова. Київ: Центр учбової літератури. 2015. 192 с.
54. Шиян П.Л., Сосницький В.В. Алкогольні напої — досвід поколінь (технологія, обладнання, рецептури): монографія. Київ: Інтерсервіс, 2017. 336 с.
55. Absorption properties of carbonyl-iron/carbon black double-layer microwave absorbers. Meng W., Yuping D., Shunhua L., Xiaogang L., Zhijiang J.J. *Magn. Mater.* 2009. v. 321. P. 3442–3446.

56. Beverage clouding agents: Review of principles and current manufacturing. Stounbjerg L., Vestergaard C., Andreasen B., Ipsen R. *Food Reviews International*. 2018. V. 34. № 7. P. 613-63
57. Kesraoui-ouki C. R., Cheeseman R. P. Natural zeolite utilisation in pollution control: a review of applications to metals effluents. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2004. № 59. P. 121—129.
58. Proc. Nat. Conf. on Environ. Sci. and Technol. (Greensboro, N. C., September 8 – 10, 2002). Williams J., Williams L., Baldwin N. Columbus (Ohio): Richland Battelle, 2003. P. 91 - 98.
59. Time-dependent effect in green synthesis of silver nanoparticles. Darroudi M. et al. *International Journal of Nanomedicine*. 2011. Vol. 6. № 6. P. 677–681.
60. 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 2020 р.

Зав. кафедри _____ А.М. Куц

Робоча програма **кваліфікаційної роботи на тему:**

«Удосконалення кондиціювання води композитним матеріалом у технології горілок»

ВСТУП

1 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИЦІОНУВАННЯ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК (аналітичний огляд)

- 1.1 Основні способи кондиціювання води у технології горілок
- 1.2 Застосування різних типів матеріалів у водопідготовці
- 1.3 Класифікація і методи виготовлення композитних матеріалів

2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Матеріали досліджень
- 2.2 Методи досліджень
- 2.3 Методика досліджень

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНДИЦІОНУВАННЯ ВОДИ КОМПОЗИТНИМ МАТЕРІАЛОМ У ТЕХНОЛОГІЇ ГОРІЛОК (експериментальна частина)

- 3.1 Дослідження показників якості основних матеріалів та композитного матеріалу
- 3.2 Визначення технологічних показників застосування композитного матеріалу
- 3.3 Вплив композитного матеріалу на якість підготовленої води і готової продукції

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Здобувач
Керівник

А.К. Маслянко
С.І.Олійник

Додаток Б

Тези доповідей

**МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ІНСТИТУТ СПИРТУ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ
ПРОДОВОЛЬЧИХ ПРОДУКТІВ»
ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод»**



МАТЕРІАЛИ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ:
«БІОТЕХНОЛОГІЇ ПРОДОВОЛЬЧИХ
ПРОДУКТІВ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ»,
З НАГОДИ 75 – РІЧНИЦІ
ДНУ «УКРНДІСПИРТБІОПРОД»

22-23 жовтня 2020 р.

КИЇВ - 2020

9	Перегляд національного стандарту на напої слабоалкогольні <i>Ковальчук В.П., Чехун М.Г., Опанасюк Т.І., Олійник С.І.</i>	38
10	Способи дезодорації та кондиціонування стічних вод спиртових заводів, що переробляють мелясу <i>Чумак Ю. В., Тємертєй Г.Г., Бабич О.О.</i>	41
11	Анаеробне очищення концентрованих стічних вод <i>Чумак Ю. В., Тємертєй Г.Г., Бабич О.О.....</i>	47
12	Характеристика відходів виробництва спирту етилового із цукровмісної сировини та способи їх утилізації <i>Чумак Ю. В., Тємертєй Г.Г., Бабич О.О.....</i>	52
13	Main downloads of mechanical filters and control filtering in liquor-vodkas production <i>Maslyanko A., Oliyunk S., Dulka O.</i>	56
14	Stabilization of blisters of alcoholic products <i>Ostryk O., Vashchenko A., Oliyunk S.....</i>	60
15	Use of natural mineral dispersed materials during beverage production <i>Tarasyuk LA, Pivovarov O., Oliyunk S.</i>	62
16	Use of modified and materials for purification of water-alcoholic liquid <i>Samchenko I., Nishchun R., Oliyunk S.....</i>	66
17	Проектування виробництв міцних напоїв на основі плодової сировини <i>Боярчук В. О., Подимайло О. В.....</i>	68
18	Нові державні нормативні акти з охорони праці – основа проектування <i>Боярчук В. О., Подимайло О. В.....</i>	70

УДК 663

**MAIN DOWNLOADS OF MECHANICAL FILTERS AND CONTROL
FILTERING IN LIQUOR-VODKAS PRODUCTION**

Маслянюк А., undergraduate

Oliynyk S., Ph.D., Associate Professor

Dulka O., Ph.D., Associate Professor

National University of Food Technologies, Kyiv

One of the most important problems facing scientific and technological progress is the problem of clean water. The most common and reliable technological method of water treatment is filtration - partial or complete release of water from suspended solids by passing it through any porous substance, on the surface and in the pores of which it leaves particles and flakes of suspension and with them, in part, bacteria.

The multilayer filter removes suspended particles of colloidal iron, suspended particles of silicon and other mechanical impurities, large colonies of microflora. The principle of the filter is based on the filtration of the above contaminants on the surface of granular filter materials of different structure, size and mechanism of interaction. In water treatment schemes for water clarification on bulk lighting filters use loading from several layers of different types of filter materials.

Quartz materials must be of high purity (SiO_2 content must be at least 98%) and low content of clay impurities. Today, crushed milky-white vein quartz from the Gora Kryshaleva deposit and the Glukhovetsky deposit is used. The main characteristics of these materials are: mass content of quartz not less than 98,5%, mass fraction of iron oxide not more than 0.1%, hardness on the Mohs scale - 7, bulk density - 1.4 g/cm^3 , fractions 0,7-1,6 mm, 0,8-2 mm, 2-3 mm, 3-5 mm, 5-10 mm.

Shungite - a breed that is unique in composition, structure (deposit in Karelia). Shungites with a carbon content of about 30% have a total porosity of 5-10 %, a significant inner surface (in the range of 10-30 m²/g), bulk density of about 1,1 g/cm³, high mechanical strength, electrical conductivity, chemical resistance. Shungite rocks have sorption, catalytic and bactericidal properties, thanks to which they are able to purify water for a long time from various types of organic substances: phenols, high molecular weight fatty acids, alcohols, humic substances, etc.

Granite crumb is used in drinking water filters to fill drainage systems. The filter loading from a granite crumb possesses the best, in comparison with traditional quartz sand, technological properties. They are due to the more developed surface of the grains, which affects the increase in the porosity of the filter layer. Granite crumb provides a higher dirt load and, as a result, increases the filtration rate and increases the duration of the filter cycle. Fractional composition of granite crumb: 1-2 mm, 2-3 mm, 3-5 mm, 5-10 mm.

Zeolite charges - natural minerals, due to strictly defined sizes of pores and internal cavities, are sorbents for many organic and inorganic substances. High sorption, ion exchange molecular sieve, catalytic properties allow to use them for water purification.

Crushed hydroanthracite must have a regulated ash content, total sulfur content, low abrasion, chemically stable. Anthracite loading has a developed specific grain surface and intergranular porosity. Increasing the intergranular porosity and specific surface area provides an increase in the load capacity of the load and, as a consequence, the ability to increase the filtration rate or increase the duration of the filter cycle.

Natural opal - natural dispersed silica with high strength and high porosity, does not soak in water. It has unique properties and can be used to purify water from heavy metals, radionuclides, as well as the content of phosphates, nitrogen-containing compounds, chlorides, improves organoleptic properties, stabilizes the hydrogen content of purified water.

Control filtration is the final stage of the technological process of preparation of the drink and is carried out immediately before bottling. Filter elements for control filtration must reliably retain contamination, preventing their leakage, must not themselves emit particles of filter material into the drink. To do this, use deep filter elements of the folded type with a large area of the filter partition and with an inner layer of track membrane. Track membranes are a mylar film with holes of the correct shape and completely prevents particles of the main filter material from entering the filtrate. Such filter elements combine the best properties of depth and membrane filters: high dirt capacity and productivity. If the filter works under hydrostatic pressure (gravity), to increase the service life of the finishing filter elements, it is better to remove the main load in advance, in the cleaning department or when pumping into the bottling department. To do this, before the pressure tank install a cartridge filter with filter elements for pre-filtration when pumping the product into the pressure tank.

Thus, the filtration system must fully ensure the efficiency of water purification in terms of transparency, preservation of "natural" properties, to meet the specified performance during its service life.