

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

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

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » червня 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

Анатолій КУЦ
(підпис)

« » червня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

із спеціальності 181 «Харчові технології»
(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

**на тему: Проєкт відділень водопідготовки та обробки сортівки заводу з
виробництва алкогольних виробів потужністю 2,5 млн дал на рік з
використанням інноваційних технологій**

**Виконав: здобувачка 4 курсу групи ТБ-4-8
СИНЯК Оксана ГЕНАДІЇВНА**

(підпис)

**Керівник: доцент, кандидат технічних наук,
доцент Микола БОНДАР**

(підпис)

Рецензент:

(підпис)

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

(підпис)

Оксана СИНЯК

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства
Освітній ступень – «бакалавр»
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

30 березня 2025 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ Оксани СИНЯК

1. Тема роботи Проект відділень водопідготовки та обробки сортівки заводу з виробництва алкогольних виробів потужністю 2,5 млн дал на рік з використанням інноваційних технологій

Керівник роботи Микола БОНДАР, к.т.н., доцент
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по Університету від 07 квітня 2025 року № 212-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва горілок: спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс» міцністю 96,3 % об. Розлив за об'ємом у пляшки місткістю 1,75; 1,00; 0,75; 0,5 і 0,25 дм³.

4. Передбачити впровадження сучасного технологічного обладнання та застосування інноваційних фільтрувальних і сорбційних матеріалів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування асортименту проектованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування вибору технології водопідготовки та обробки сортівки та опис апаратурно-технологічної схеми. 4. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 5. Технологічні розрахунки. 6. Розрахунки площ виробничих та складських приміщень. 7. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 8. Контроль якості та безпечності готової продукції. 9. Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов виробництва. Загальні висновки. Список використаної літератури.

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

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План – 1 аркуш

Демонстраційний плакат – 1 аркуш

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 08 жовтня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристика підприємства та режими його роботи	28.04.25-08.05.25	виконано
1.1	Структура підприємства		
1.2	Режими роботи		
2.	Обґрунтування асортименту проектованої продукції	09.05.25-14.05.25	виконано
3.	Техніко-економічне обґрунтування вибору технології водопідготовки та обробки сортівки та опис апаратурно-технологічної схеми		
3.1	Принципово-технологічна схема		
3.2	Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва горілок		
3.3	Опис апаратурно-технологічної схеми	15.05.25	
	1-а атестація		
4.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	16.05.25-18.05.25	виконано
4.1	Характеристика проектованої продукції		
4.2	Характеристика сировини		
4.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів	19.05.25-21.05.25	виконано
5.	Технологічні розрахунки		
6.	Розрахунки площ виробничих і складських приміщень	22.05.25-24.05.25	виконано
7.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми та плану	25.05.25-27.05.25	виконано
9.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції		
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження	28.05.25-30.05.25	виконано
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13.	Оформлення пояснювальної записки	31.05.25	
	2-а атестація	01.06.25-08.06.25	виконано
14.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат		
15.	Попередній розгляд проекту на кафедрі	09.06.25-11.06.25	виконано
16.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК		
17.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Оксана СИНЯК

Керівник роботи

Микола БОНДАР

АНОТАЦІЯ

У даній кваліфікаційній роботі обґрунтовано технологію виготовлення класичних і особливих горілок з використанням апарата безперервної дії, а також водопідготовку із застосуванням мінеральних фільтрувальних матеріалів. Під час виконання роботи проведено літературний пошук і критично розглянуто особливості виготовлення класичних та особливих горілок, включаючи різні способи водопідготовки. Також обґрунтовано технологію виготовлення горілок на апараті безперервної дії, а також обробку сортівки для виробництва горілки.

Роботою передбачено очищення води за допомогою сорбентів природного походження, що забезпечує високі фізико-хімічні та органолептичні показники підготовленої води.

Обрано спосіб очищення сортівки за допомогою двох різних сорбентів, які розташовані у послідовних апаратах: активованого кісткового вугілля та опало-халцедонового матеріалу. Це дозволяє здешевити виробництво та покращити органолептичні властивості горілки. Кінцеву фільтрацію горілки здійснюють у системі САФЕ, картриджі якої заповнені вугіллям, обробленим сріблом. Основною перевагою «Срібної фільтрації» є підвищення якості та органолептичних характеристик продукту. Крім того, значно збільшується швидкість обробки сортівки, що дає змогу зменшити кількість використаного вугілля, зробивши акцент на його якості.

У пояснювальній записці подано продуктові та енергетичні розрахунки, виконано підбір технологічного та допоміжного обладнання, розроблено схему технохімічного контролю. Також охарактеризовано та впроваджено способи збереження енергії та ресурсів, викладено основні вимоги до заходів промислової санітарії, охорони праці та навколишнього середовища.

Ключові слова: сортівка, активоване кісткове вугілля, САФЕ, водопідготовка, горілка, горілки особливі, спирт.

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

ABSTRACT

This qualification work substantiates the technology for the production of classic and special vodkas using a continuous-action apparatus, as well as water treatment using mineral filter materials. In the course of the work, a literature search was carried out and the peculiarities of the production of classic and special vodkas, including various methods of water treatment, were critically reviewed. The technology of vodka production using a continuous-acting apparatus, as well as the processing of graded vodka for vodka production, is also substantiated.

The work provides for water purification using sorbents of natural origin, which ensures high physicochemical and organoleptic characteristics of the prepared water.

The method of purification of the sorting water using two different sorbents, which are located in successive devices: activated bone charcoal and opal-chalcedony material, was chosen. This reduces production costs and improves the organoleptic properties of vodka. The final filtration of vodka is carried out in the SAFE system, whose cartridges are filled with silver-treated carbon. The main advantage of Silver Filtration is the improvement of product quality and organoleptic characteristics. It also significantly increases the speed of grading processing, which makes it possible to reduce the amount of coal used, focusing on its quality.

The explanatory note provides product and energy calculations, selects process and auxiliary equipment, and develops a process control scheme. The methods of energy and resource conservation are also described and implemented, and the main requirements for industrial sanitation, labour and environmental protection are outlined.

Keywords: grading, activated bone charcoal, SAFE, water treatment, vodka, special vodkas, alcohol.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ....	7
1.1 Структура підприємства.....	7
1.2 Режими роботи	7
2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	8
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	9
3.1 Принципово-технологічна схема.....	9
3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва горілок	10
3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	37
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	38
4.1 Характеристика проєктованих горілок.....	38
4.2 Характеристика основних і допоміжних матеріалів	41
4.3 Характеристика допоміжних матеріалів	44
5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	45
5.1 Вихідні дані для продуктових розрахунків	45
5.2 Продуктові розрахунки	45
5.3 Розрахунки основних і допоміжних матеріалів.....	49
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .	53
7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	54
8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	64
8.1 Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції	64
8.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	65
9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	70
10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	77

					Проект відділень водопідготовки та обробки сортівки заводу з виробництва алкогольних виробів потужністю 2,5 млн дал на рік з використанням інноваційних технологій		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Оксана Синяк			ЗМІСТ		
Перевір.		Микола Бондар					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Анатолій Куц					
						Літ.	Арк.
							5
						Акрушів	78
						НУХТ ННІХТ ТБ-4-8 2025	

ВСТУП

Лікero-горілчане виробництво — це галузь харчової промисловості, яка забезпечує випуск міцних напоїв, таких як горілки та лікero-горілчані напої. Основою цієї галузі є фізико-хімічні процеси, зокрема розчинення та адсорбція.

Технологічний процес виробництва горілок включає такі етапи:

- водопідготовка – забезпечення якісної води для виготовлення напоїв.
- приймання спирту – отримання, перевірка та зберігання спирту.
- змішування води та спирту – створення водно-спиртового розчину потрібної міцності.
- обробка водно-спиртового розчину сорбентами – очищення розчину від домішок та покращення його органолептичних властивостей.
- фільтрування – видалення залишкових частинок та покращення прозорості напою.

Якість горілки значною мірою залежить від якості сировини, зокрема води, адже вона впливає на органолептичні показники готового продукту. Підготовка води є одним із ключових етапів у виробництві горілки. Важливим чинником, який впливає на смак та аромат напою, є очищення водно-спиртової суміші за допомогою сорбентів.

Значну роль у виробництві відіграє також процес змішування водно-спиртових сумішей. Сучасні великі підприємства переважно використовують апарати безперервного змішування. Ці установки займають менше місця, забезпечують мінімальні похибки у дозуванні компонентів і мають автоматизовану систему управління, що дозволяє досягти високої точності та стабільності отримуваних сумішей.

Для виготовлення високоякісних алкогольних напоїв, які відповідають сучасним стандартам, застосовуються сучасні методи водопідготовки та новітні сорбенти, здатні ефективно очищати водно-спиртові суміші.

Один із найефективніших способів обробки сортівки полягає у підвищенні ефективності активного вугілля шляхом нанесення на його поверхню невеликої кількості колоїдно-диспергованого срібла. Це дозволяє значно поліпшити якість очищення і сприяє підвищенню органолептичних властивостей готового продукту. Для здешевлення виробництва горілки та забезпечення її виняткових органолептичних властивостей під час очищення і фільтрації доцільно використовувати природні мінерали, які за сорбційними властивостями не поступаються активному вугіллю. У роботі пропонується впровадження водопідготовки з використанням природного мінералу – обсидіану. Обробка сортівки включає використання активованого кісткового вугілля, природного мінералу опало-халцедонового матеріалу, а також електролітного срібла.

Робота передбачає пояснювальної записки обсягом 78 сторінок, що включають аналіз технологічних процесів, розрахунки та опис впроваджуваних технологій. Графічна частина включає апаратурно-технологічну схему, план цеху та демонстраційний плакат (3 аркуші формату A1).

					ВСТУП	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура підприємства

До складу горілчаного цеху лікєро-горілчаного заводу входять такі основні, допоміжні та обслуговуючі цехи і відділення заводу:

Основні відділення:

- відділення водопідготовки;
- сортувальне відділення;
- фільтраційне відділення; Допоміжні відділення:
- паро-котельний цех;
- ремонтний цех;
- водонасосна станція;
- столярна майстерня;
- адміністративний корпус.

Даною кваліфікаційною роботою передбачено організація роботи відділень водопідготовки, сортувального та фільтрувального з впровадженням інноваційних технологій.

1.2 Режими роботи

Робочі години, години відпочинку працівників підприємства регулюється положенням чинного законодавства та колективного договору, а також правилами внутрішнього розпорядку.

Для забезпечення функціонування цеху лікєро-горілчаного заводу встановлений наступний графік роботи:

- для працівників з п'ятиденним робочим тижнем робочий день розпочинається о 8.00 годині, закінчується о 17.00. Перерва обідня з 12.00 до 13.00. Субота і неділя – вихідні.

Норма тривалості роботи не може перевищувати 40 годин на тиждень, що встановлено законодавством. Праця в понад робочий час сплачується у подвійному розмірі відповідно ст.106 КЗпП, а праця у святкові і неробочі дні сплачується у подвійному розмірі відповідно ст.107 КЗпП.

На основному виробництві робочий тиждень неперервний.

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Горілка – алкогольний напій, який готують шляхом обробки активованим вугіллям водно-спиртового розчину міцністю 40-56 % об. з додаванням в нього інгредієнтів, або без них, з наступною фільтрацією. При цьому інгредієнти, що вносяться, не повинні змінювати колір горілки. Горілка – прозора безбарвна рідина без сторонніх включень і осаду з характерним горілчаным ароматом і смаком. В залежності від якості спирту і інгредієнтів горілки поділяють на горілки і горілки особливі.

Із переліку міцних напоїв в Україні горілка є популярним традиційним напоєм. Найбільш затребуваними горілками в Україні є класичні горілки, та горілки особливі. В зв'язку з стандартом передбачено виготовлення двох типів горілок, а саме звичайної та особливої, тому проектом передбачено виготовлення горілки «Класичної» та горілки особливої «Лимонної».

Особлива горілка «Лимонна» відрізняється специфічним ароматом і м'яким смаком, які створюються внесенням інгредієнтами – ароматними спиртами та ін. В залежності від якості горілок їх готують, використовуючи спирт вищої очистки «Люкс».

Згідно завдання кваліфікаційної роботи частка горілок 80 % в загальному асортименті проєктованої лікєро-горілчаної продукції. Річний і добовий обсяг виробництва проєктованої лікєро-горілчаної продукції в табл. 2.1. Асортимент та обсяг виробництва проєктованих горілок наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.1 — Річний і добовий обсяг виробництва проєктованої лікєро- горілчаної продукції

Найменування продукції	Частка від загальної кількості, %	Виробництво	
		дал/рік	дал/добу
Горілки і горілки особливі	80	2000000	8264,46
Лікєри	8	200000	826,44
Настоянки	7	175000	723,14
Наливки	4	100000	413,22
Бальзами	1	25000	103,30
ВСЬОГО	100	2500000	10330,57

Таблиця 2.2 — Асортимент та обсяг виробництва проєктованих горілок

Найменування горілки	Виробництво горілок			Примітка
	Частка від загальної кількості, % на рік, дал		на добу, дал	
Горілка «Класична»	50	1000000	4132,23	Виробляється в експортному оформленні для внутрішнього ринку з розливом за рівнем
Горілка особлива «Лимонна»	50	1000000	4132,23	
ВСЬОГО	100	2000000	8264,46	

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

3.1 Принципово-технологічна схема

Принципова технологічна схема виробництва проектованих горілок наведена на рис. 3.1.

Вода з водопроводу

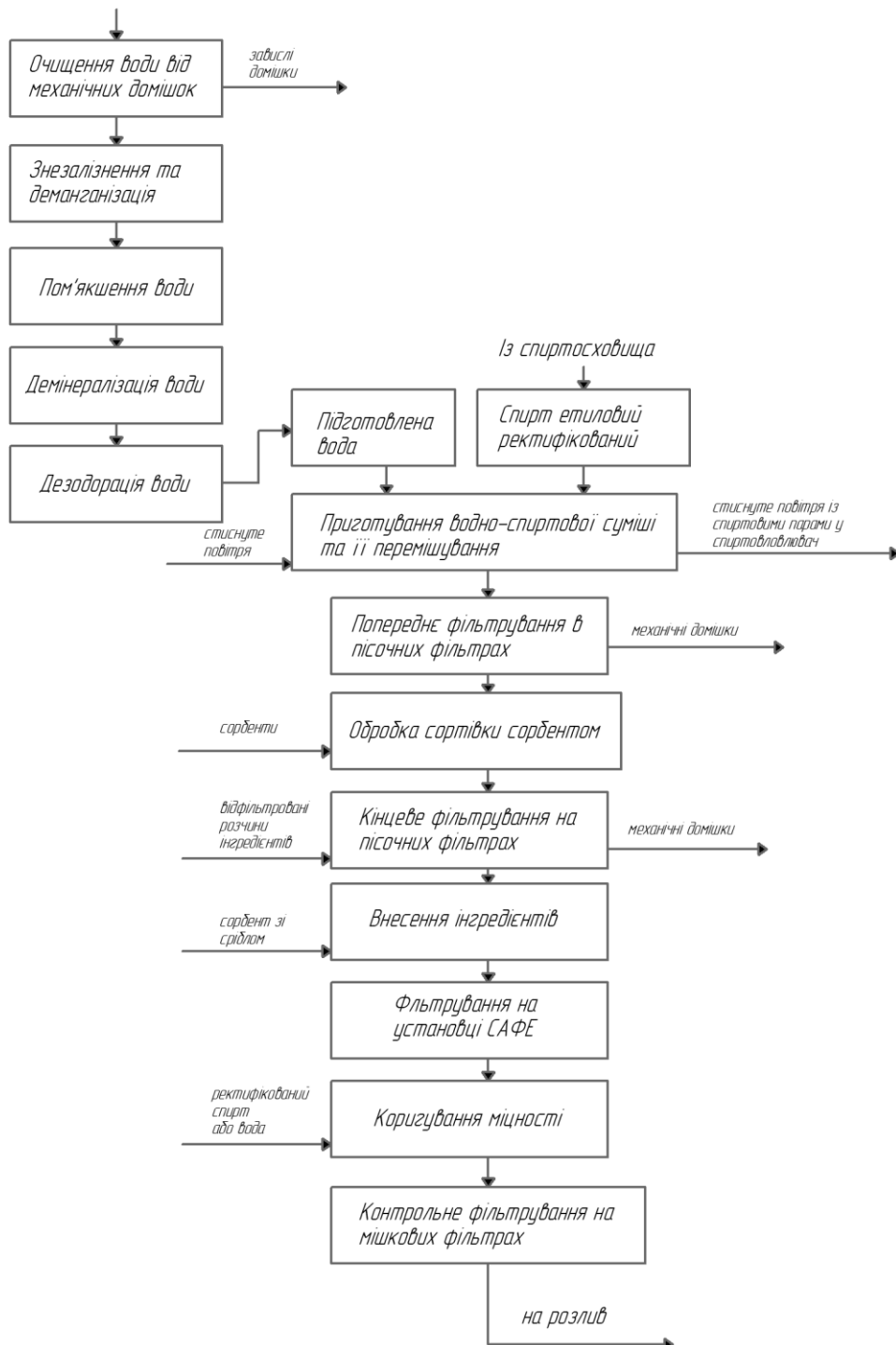


Рис. 3.1 - Принципова технологічна схема приготування та обробки сортівки

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

3.2 Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва горілок

Сировиною для виробництва горілок є етиловий ректифікований спирт класу «Люкс», підготовлена вода, а також різноманітні добавки, що використовуються для виготовлення горілок особливих.

3.2.1 Приймання і зберігання спирту

Спирт закуповується у виробника в певних кількостях відповідно до наявної ліцензії, а його облік ведеться підприємством згідно з фактичною кількістю, встановленою в Акті про виробництво спирту, продуктів браго-ректифікації та передачу їх у спиртосховище, а також за транспортною накладною на переміщення спирту етилового, затвердженою наказом Міністерства інфраструктури України. Приймання спирту здійснюється завідуючим спиртосховища за обов'язкової участі інженера-хіміка або техника-хіміка лабораторії.

Спирт приймається партіями, при цьому партією вважається кількість спирту одного найменування, однієї дати відвантаження, оформлена одним документом про якість. Зберігається спирт у сталевих резервуарах різної форми та об'єму, які повинні забезпечувати можливість вимірювання об'єму спирту. Резервуари встановлюються згідно з вимогами СНіП 11-90-81 «Виробничі будівлі промислових підприємств» та СНіП-11-2-80 «Протипожежні норми проектування будівель та споруд».

3.2.2 Підготовка води

Підготовлена вода є одним із двох основних компонентів горілки, тому вона має відповідати всім вимогам СОУ 15.9-37-237:2005 «Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва». Дуже важливим аспектом у цьому процесі є класифікація вихідної води, яка дозволяє обрати найбільш доцільний метод водопідготовки. Для горілчанних заводів України було розроблено класифікацію вихідної води, яка використовується в виробництві. Цю класифікацію наведено в табл. 3.1 відповідного стандарту. У разі невідповідності вихідної води встановленим вимогам вона має пройти відповідну обробку, щоб забезпечити необхідну якість кінцевого продукту.

Очищення води від механічних домішок

Суть механічного методу очищення води полягає у видаленні механічних домішок шляхом відстоювання та фільтрації. Грубодисперсні частинки, залежно від їх розмірів, затримуються за допомогою ґрат, сит, пісковловлювачів різних конструкцій, а поверхневі забруднення усуваються за допомогою нафтовловлювачів, відстійників тощо. Механічне очищення дозволяє видалити з води до 60–75% нерозчинних домішок, а з промислових стоків – до 95%. Багато таких домішок, як цінні компоненти, можуть бути повторно використані у виробництві. Фільтр механічного очищення є пристроєм, який запобігає проникненню механічних частинок, таких як іржа, піщинки, волокна, що містяться у водопровідній воді. Базова модифікація фільтра грубої очистки включає фільтруючий елемент у вигляді металевої сітки та каркас, виготовлений із міцного матеріалу.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 3.1 — Класифікація вихідної води, що використовується при виробництві горілок

№ групи	Характеристика показників за групами	Забезпечення кондиціювання води за показниками
I	СЛАБКОМІНЕРАЛІЗОВАНА: Сухий залишок, не більше ніж - 350 мг/дм³ Загальна жорсткість, не менше ніж - 0,1 ммоль/ дм³ Загальна лужність, не більше ніж - 2,0 ммоль/дм³ Окиснюваність пеманганантна, не більше ніж 2,0 мг О₂/дм³ Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів - задовольняє граничним значенням, встановленим до якості води для виробництва ЛГП	Жорсткість загальна
II	СЛАБКОМІНЕРАЛІЗОВАНА: Сухий залишок, не більше ніж 350 мг/дм³. Загальна жорсткість, не менше ніж 0,1 ммоль/ дм³. Загальна лужність, не більше ніж 2,0 ммоль/дм³. Окиснюваність пеманганантна, не менше ніж 2,0 мгО₂/дм³ Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів – не задовольняє граничним значенням, встановленим до якості води для виробництва ЛГП.	Жорсткість загальна Лужність загальна Окиснюваність Органолептичні показники Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів
III	СЕРЕДНЬОМІНЕРАЛІЗОВАНА: Сухий залишок, в межах 350...800 мг/дм³. Загальна жорсткість, не менше ніж 0,1 ммоль/ дм³. Загальна лужність, не менше ніж 2,0 ммоль/дм³. Окиснюваність пеманганантна, не менше ніж 2,0мг О₂/дм³ Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів – не задовольняє граничним значенням, встановленим до якості води для виробництва ЛГП.	Жорсткість загальна Сухий залишок Лужність загальна Окиснюваність Органолептичні показники Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів
IV	СИЛЬНОМІНЕРАЛІЗОВАНА: Сухий затишок, не менше ніж 800 мг/дм³. Вміст заліза, марганцю та токсичних елементів – не задовольняє граничним значенням, встановленим до якості води.	Усі технологічні показники води підготовленої

Основними характеристиками фільтрів механічного очищення води є ступінь затримання механічних домішок за фракційним складом та пропускна здатність за мінімального гідравлічного опору (продуктивність). Додатково враховуються робоча температура води та робочий тиск води. Продуктивність фільтрів обмежується лінійними залежностями подачі води від втрат тиску на елементі фільтрації за певного тиску вхідної води.

Рекомендовані виробниками фільтрів механічного очищення робочі характеристики базуються на експериментальних даних, отриманих під час випробувань обладнання. Ці характеристики виключають можливість переходу потоку води від ламінарного до турбулентного та забезпечують регламентовану швидкість потоку через конкретний тип фільтруючого завантаження.

Для очищення води від механічних домішок обрано фільтр ORGANIC FM-30-CG15 завдяки таким перевагам:

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- велика поверхня контакту води з фільтруючим матеріалом.
- автоматична промивка фільтруючого матеріалу.
- наявність функції задавання частоти промивання фільтруючого матеріалу.

Цей фільтр має продуктивність 600 дм³ на годину та оснащений керуючим клапаном, який дозволяє автоматизувати всі процеси. Тривалість однієї промивки становить близько 30 хвилин.

Для очищення води від механічних домішок можливо застосовувати різноманітні фільтруючі матеріали, серед яких традиційно використовують кварцевий пісок. Проте в даній кваліфікаційній роботі запропоновано впровадження новітніх нетрадиційних матеріалів, таких як раухтопаз та обсидіан.

Використання цих матеріалів дає можливість не лише забезпечити ефективне очищення води, але й досягти додаткових переваг, зокрема покращення якості води завдяки унікальним властивостям цих матеріалів. Раухтопаз і обсидіан мають високу сорбційну здатність, що дозволяє більш ефективно видаляти забруднення і забезпечувати кращі фізико-хімічні показники підготовленої води.

Раухтопаз – це різновид кварцу, що має забарвлення від ледь помітного димчастого до бурого кольору зі скляним блиском. Кристали раухтопазу прозорі, світлопроникні, з твердістю за шкалою Мооса, яка становить 7,0 [7].

Обсидіан – природний матеріал вулканічного походження, що є масивною гірською породою, яка характеризується раковистим або ріжучим зломом, іноді зі смугастим або плямистим забарвленням. Розрізняють обсидіан нормального, сублужного та лужного рядів. Цей матеріал утворюється внаслідок швидкого застигання в'язкої кислої магми на поверхні лави або в субвулканічних умовах. Фізичні властивості обсидіану залежать від вмісту води та ступеня розкристалізованості породи. Твердість обсидіану за шкалою Мооса становить 5,0–6,0 [7].

Оброблена цими матеріалами вода набуває чистого смаку без сторонніх запахів. Водночас рівень заліза та марганцю у воді знижується вдвічі. Ефективність очищення раухтопазом і обсидіаном значно перевищує показники, досягнуті при використанні кварцового піску чи шунгіту. Показники води до і після фільтрування наведено в таблиці 3.2.

Зробивши порівняльну характеристику фільтрувальних матеріалів та фільтрів, передбачено використання фільтра для очищення води від механічних домішок ORGANIC FM–30–CG15 із наповненням обсидіаном. Це обґрунтовано кращими показниками очищення від механічних домішок, що забезпечує високу якість підготовленої води, необхідної для подальшого використання у виробництві.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Таблиця 3.2 — Показники води до і після фільтрування

Найменування показника, од. виміру	Вимоги НД, не більше	Вихідна вода	Значення показника під час фільтрування води, крізь		
			Кварцевий пісок (контр.)	Раухтопаз	Обсидіан
Забарвленість, град	5	10	1	0	0
Мутність, мг/дм ³	0,02	0,1	0,02	0	0
Прозорість, од. оптичної густини	-	0,12	0,02	0	0
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	2,0	5,4	2,2	2,0	2,0
Вміст, мг/дм ³					
Амоній	0,2	0,2	0,2	0,2	0,01
Залізо	0,1	0,2	0,18	0,05	0,04
Силікати	7,0	5,5	6,5	2,5	2,5

Знезалізнення та деманганація води

Видалення заліза з води – одне з найскладніших завдань у водоочистці. Нинішня практика очищення води від надлишків домішок металів передбачає використання таких методів, як аерування, каталітичне окислення, іонний обмін та мембранну фільтрацію.

Аерування (окислення киснем) застосовується у промислових масштабах. Для реалізації цього методу потрібні великі резервуари для води, оскільки процес включає етапи окислення, відстоювання та подальшої фільтрації [6].

Окислення за допомогою каталізатора є компактною імітацією аерування. Цей метод використовує марганцевий каталізатор для прискорення процесу окислення. Вода, проходячи через гранули каталізатора, прискорено окислюється, залишаючи на фільтруючому середовищі непотрібний осад. Автоматична промивка під тиском води очищує фільтр від осаду, забезпечуючи ефективність і тривалість роботи системи.

Фільтрація через сорбційний матеріал

Цей безреагентний спосіб знезалізнення рекомендується для застосування у випадках, коли загальний вміст заліза у вихідній воді не перевищує 10 мг/дм³, тривалентного заліза у складі води становить не менше 50%, окиснюваність не перевищує 6 мг О₂/дм³, а лужність перевищує 1 ммоль/дм³ [6].

Метод базується на фільтрації води через шар фільтруючого матеріалу без використання реагентів. Основою способу є здатність води, що містить сполуки заліза та розчинений кисень, виділяти залізо на поверхні зерен фільтруючого матеріалу у вигляді каталітичної плівки, утвореної оксидами дво- та тривалентного заліза. Ця плівка активно каталізує процес окислення та сприяє видаленню тривалентного заліза, яке затримується фільтром у вигляді гідрату оксиду.

Перед впровадженням методу проводиться пробне знезалізнення, яке виконують на пробі води, що підлягає обробці. Якщо результати пробного знезалізнення показують недостатню ефективність методу, застосовують додаткову обробку з використанням модифікуючих реагентів.

Аераційне окислення

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Цей спосіб знезалізнення рекомендується застосовувати, коли загальний вміст заліза у вихідній воді перевищує 0,5 мг/дм³, показник рН становить понад 7, лужність води перевищує 1,0 ммоль/дм³, а також у випадках наявності розчинених газів і органічних сполук, які негативно впливають на смакові якості води. Окислення домішок води здійснюється за рахунок кисню, що міститься у повітрі. Під час аерації з води виділяється частина розчинених газів і незв'язаний вуглекислий газ, а іони заліза (Fe²⁺) окислюються до тривалентної форми (Fe³⁺) у вигляді колоїдного гідроокису заліза Fe(OH)₃.

Сполука гідроокису заліза є нестабільною; під час коагуляції та відстоювання вона перетворюється на оксид заліза Fe₂O₃·3H₂O, який випадає в осад у формі бурих пластівців [6].

Для знезалізнення та деманганації було обрано метод фільтрації через сорбційний матеріал із використанням таких матеріалів, як:

Birm – гранульований фільтрувальний матеріал, що застосовується для видалення нерозчинних сполук заліза та мангану. Матеріал Birm може використовуватися як у системах водопостачання під тиском, так і у безнапірних системах [8].

Даний матеріал має такі переваги:

- низькі експлуатаційні витрати;
- тривалий строк служби;
- широкий діапазон температур для вихідної води.

Pyrolox – природний фільтраційний матеріал на основі діоксиду марганцю, що володіє сильними каталітичними та фільтруючими властивостями. Випускається у формі гранул чорного кольору великої фракції (0,84–2,8 мм). Призначений для видалення великих концентрацій заліза, марганцю та сульфідів.

Переваги Pyrolox:

- сильні каталітичні властивості;
- висока ступінь фільтрації;
- широкий діапазон рН від 6,5 до 9,0.

Для знезалізнення та деманганації обрано фільтр OPV – Prom 2162, оскільки він має наступні переваги:

- висока виробнича потужність;
- низькі втрати тиску під час проходження води через фільтр;
- можливість регенерації за допомогою зворотного потоку води без використання реагентів.

Зробивши порівняльну характеристику способів знезалізнення, було вирішено передбачити використання фільтру адсорбційного очищення води OPV – Prom 2162 з комбінацією сорбційних матеріалів Birm та Pyrolox. Це рішення обумовлене такими перевагами: висока міцність матеріалу, що забезпечує ефективну роботу протягом тривалого часу; низька зношуваність, яка зменшує витрати на технічне обслуговування; тривалий термін використання завдяки стійкості до впливу зовнішніх факторів; відсутність необхідності в

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

хімічних реагентах для регенерації — достатньо лише зворотної промивки водою; висока термостійкість, яка дозволяє використовувати матеріали в широкому діапазоні температур. Ця комбінація матеріалів і фільтру забезпечує ефективне знезалізнення води з мінімальними експлуатаційними витратами.

Пом'якшення води

Процес видалення з води солей кальцію та магнію називають пом'якшенням. Жорстка питна вода має гіркуватий смак і може негативно впливати на органи травлення. Процес виділення із води солей кальцію та магнію здійснюється за допомогою одного з трьох методів:

- реагентного пом'якшення;
- іонного обміну;
- зворотноосмотичного способу.

Реагентне пом'якшення

Пом'якшення води реагентними методами засноване на обробці її такими реагентами, аніони яких утворюють із катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+} малорозчинні сполуки: CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ та інші, з подальшим їх відділенням в освітлювачах і освітлювальних фільтрах. Як реагенти для пом'якшення води застосовують вапно, кальциновану соду, гідроксиди натрію і барію та інші речовини. Пом'якшення води вапнуванням застосовують при високій карбонатній і низькій некарбонатній жорсткості води, а також у разі, коли не потрібно видаляти з води солі некарбонатної жорсткості. Як реагент використовують вапно, яке вводять у вигляді розчину або суспензії (молока) у заздалегідь підігріту оброблювану воду.

При великій кількості органічних речовин жорсткість води при реагентному методі пом'якшення може знижуватися всього на 15–20%. У таких випадках перед пом'якшенням або в процесі пом'якшення з води видаляють органічні домішки коагулянтами.

При вапняно-содовому методі часто процес проводять у дві стадії. Спочатку видаляють із води органічні домішки і більшу частину карбонатної жорсткості, застосовуючи солі алюмінію або заліза з вапном, створюючи при цьому оптимальні умови для протікання процесу коагуляції. Потім, вводячи соду і решту вапна, пом'якшують воду. Якщо видалення органічних домішок проводиться спільно з пом'якшенням води, то як коагулянти застосовують виключно солі заліза, оскільки при високому значенні рН води, необхідному для видалення магнієвої жорсткості, солі алюмінію не утворюють сорбційно-активного гідроксиду.

Іонний обмін

Суть іонного обміну заснована на здатності іонообмінних матеріалів або іонітів поглинати з розчину електроліту позитивно і негативно заряджені іони в обмін на еквівалентну кількість однойменно заряджених іонів іоніту. Здатність іонітів до іонного обміну пояснюється їх специфічною структурою, що складається з твердої нерозчинної у воді молекулярної сітки (матриці), до окремих місць якої на поверхні і всередині її маси приєднані хімічно активні функціональні групи атомів іоніту, що мають електричний заряд. Цей заряд

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

компенсується протилежним за знаком зарядом рухомого протиіона, здатного переміщуватися усередині гранули іоніту і обмінюватися з іншими іонами в розчині. Фіксовані іони з протиіонами утворюють іоногенні, або активні групи.

Іоніти з однотипними функціональними групами називаються монофункціональними, а ті, що мають різні функціональні групи, – поліфункціональними. З електрохімічної точки зору кожна молекула є своєрідним твердим електролітом. У результаті електролітичної дисоціації іоніту навколо нерозчинного у воді ядра утворюється іонна атмосфера – обмежений навколо молекули іоніту простір, в якому знаходяться рухомі й здатні до обміну іони.

Процес обробки води методом іонного обміну, в результаті якого відбувається обмін катіонів, називається катіонуванням. Процес обробки води методом іонного обміну, в результаті якого відбувається обмін аніонів, називається аніонуванням.

Катіоніти за складом розділяють на мінеральні й органічні, які, в свою чергу, класифікуються на катіоніти природного і штучного походження. Мінеральні катіоніти природного походження характеризуються відносно малою обмінною здатністю та недостатньою стійкістю, що спричинило їх поступову заміну штучними катіонітами. У практиці водопідготовки з катіонітів природного походження іноді використовують глауконітовий пісок і гумусове вугілля.

Мінеральні катіоніти штучного походження виготовляють шляхом змішування розчину сульфату алюмінію з розчинами соди та рідкого скла.

Частіше за інших у технології підготовки води застосовують органічні катіоніти штучного походження. Вони можуть містити такі функціональні групи: сильнокислотні сульфогрупи (SO_3^-) або фосфорні групи (PO_3^-), слабокислотні карбоксильні групи (COO^-) та інші. Відповідно катіоніти поділяють на сильнокислотні, які здатні обмінювати іони в будь-якому середовищі, і слабокислотні, що обмінюють іони тільки в лужному середовищі.

Як обмінні іони в катіонітах можуть бути присутні катіони H^+ , Na^+ , NH_4^+ . Аніоніти містять наступні хімічно активні функціональні групи: слабоосновні первинні ($-\text{NH}_2$), вторинні ($=\text{NH}$), третинні (N) аміногрупи, сильноосновні четвертинні амонієві групи ($-\text{N}^+\text{R}_3$). Залежно від хімічного складу аніоніти поділяють на слабоосновні, здатні до обміну аніонів тільки в кислому середовищі, і сильноосновні, що обмінюють іони в будь-яких середовищах.

До складу аніонітів можуть бути введені різні обмінні аніони. У практиці водопідготовки такими обмінними аніонами є OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- .

Якість аніонітів визначається тими ж показниками, що й катіонітів. Основним показником є робоча обмінна ємність. На відміну від катіонітів, робоча обмінна ємність яких підвищується зі збільшенням рН фільтрованої води, робоча обмінна ємність аніонітів тим вища, чим нижча величина рН, тобто чим вища кислотність фільтрованої води.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Аніони слабких кислот (HSiO_3^- , HCO_3^-) не вступають в обмінні реакції зі слабкоосновними аніонами. Сильноосновні аніоніти здатні видаляти з води аніони як сильних, так і слабких кислот. Однак сильноосновні аніоніти значно дорожчі за слабкоосновні, тому їх застосовують переважно для видалення аніонів кремнієвої кислоти в установках для повного хімічного знесолення і знекремніювання води.

Для пом'якшення води використовуються автоматичні фільтри-пом'якшувачі. Їхня робота ґрунтується на іонообмінному процесі, під час якого розчинені у воді жорсткі солі замінюються м'якими, які не утворюють твердих відкладень.

Автоматичний пом'якшувач складається з пластикового корпусу з керуючим блоком (клапаном) і бака для приготування та зберігання регенеруючого розчину. Жорстка вода, надходячи до фільтра, проходить через шар засипки з високоякісної іонообмінної смоли. При цьому іони кальцію і магнію замінюються на іони натрію, які хімічно зв'язані зі смолою. Коли поглинальна здатність смоли знижується до певного рівня, блок керування автоматично запускає цикл регенерації, під час якого ресурси смоли відновлюються, а всі забруднення змиваються в дренаж.

Сучасні синтетичні смоли є надзвичайно надійними та довговічними, дозволяють працювати з високими швидкостями потоків, що робить їх придатними для систем із високою продуктивністю. Термін служби смоли може сягати 6–8 років залежно від якості вихідної води.

Завдяки різноманітності смол, фільтри-пом'якшувачі, крім свого основного призначення, можуть використовуватися для видалення з води заліза, марганцю, важких металів, органічних сполук, а також для селективного видалення нітратів, нітритів, сульфідів тощо.

Зворотноосмотичний спосіб водоочистки

Цей спосіб водоочистки застосовують при високому солевмісті вихідної питної води (понад 750 мг/дм^3), за умови, що концентрація незв'язного хлору не перевищує $0,5 \text{ мг/дм}^3$, а масова концентрація розчиненого заліза не більше $0,1 \text{ мг/дм}^3$. Водночас у вихідній воді не повинно бути органічних і мінеральних домішок, таких як кислоти, луги, катіони або спирти.

Принцип роботи установок заснований на явищі зворотного осмосу – примусовому переході рідини з малою концентрацією розчинених речовин через мембрани зворотноосмотичних рулонних елементів під дією надлишкового гідростатичного тиску.

Установки зворотного осмосу, що працюють на воді з солевмістом до $0,5 \text{ г/дм}^3$, не потребують попередньої підготовки води. Якщо солевміст становить від $0,5$ до 3 г/дм^3 і більше, необхідно передбачити стадію попередньої очистки. Вибір методу попередньої очистки визначається індивідуально для кожного випадку залежно від солевмісту вихідної води та існуючої заводської системи водоочистки.

Як стадія попередньої очистки можуть використовуватися підкислення води, Na^+ -катіонування, ультрафільтрація та інші методи.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Виходячи із запропонованих способів пом'якшення води, було обрано іонообмінний метод. Для реалізації цього способу рекомендовано використання фільтру для пом'якшення води Organic U-24CG150 через його ключові переваги:

- електронний клапан, який дозволяє оптимізувати кожен етап регенерації, забезпечуючи більш ефективну роботу системи.
- вбудований комп'ютер, який аналізує і оптимізує функціонування системи.

Як фільтрувальний матеріал вибрано катіонообмінну смолу Dowex HCR S/S. Це сильнокислотна катіонообмінна смола, створена корпорацією DOW Chemical (США), що підходить для побутових, комерційних та промислових систем пом'якшення води.

Смола має такі основні характеристики:

- висока обмінна ємність, яка забезпечує відмінні робочі показники та ефективне видалення солей жорсткості.
- стабільність матеріалу — фізична, хімічна та термічна.
- основні переваги катіонообмінної смоли dowex hcr s/s:
- ефективне очищення води від солей жорсткості завдяки високій обмінній ємності.
- висока продуктивність фільтру завдяки швидкій фільтрації.
- економічне споживання води та солі під час регенерації.

Зробивши порівняльну характеристику способів пом'якшення води, було обрано іонообмінний метод завдяки довговічності та надійності сучасних іонообмінних смол. Ще однією важливою перевагою цього способу є здатність працювати на високих швидкостях потоків.

Рекомендовано використання фільтру для пом'якшення води **Organic U-24CG150 «Монекс»**, який заповнений катіонообмінною смолою **Dowex HCR-S/S**. Це рішення вибрано завдяки найкращим показникам ефективності пом'якшення, які забезпечує ця смола.

Демінералізація води

Демінералізація води здійснюється шляхом фільтрації через іонообмінні смоли – катіоніт та аніоніт. Цей спосіб застосовують для води з жорсткістю від 7,0 до 10 ммоль/дм³ і сухим залишком 250–750 мг/дм³. Процес демінералізації складається з таких основних стадій: завантаження та підготовка іонітів, очищення води від іонів мінеральних солей, і регенерація іоніту.

Іонітні фільтри мають форму циліндричних колон зі сферичними днищами. У верхній і нижній частинах колон розташовані дренажні пристрої у вигляді штуцерів із різьбленням, на які нагвинчені розподільчі ковпачки зі щільовими поздовжніми отворами.

Жорсткість очищеної води після аніонітового фільтра становить 0,01–0,02 ммоль/дм³. За нормальної роботи вода після катіонітового фільтра має рН 1,8–2,2, а після аніонітового фільтра – 6,5–6,9, при лужності 0,2–0,3 см³ 0,1 моль/дм³ HCl на 100 см³ води.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для демінералізації води рекомендовано використання установки Ecosoft MO-9 MAXI завдяки її високому ступеню очищення та тривалому терміну експлуатації.

Дезодорація води

Очищення води за допомогою сорбційного матеріалу є важливим етапом підготовки, що забезпечує якісні органолептичні властивості води. Це є вагомим фактором як для виробника, так і для споживача.

Вода, призначена для виробництва горілки, подається на вугільну колонку, наповнену сорбційним матеріалом. Для цього використовують спеціальні вугільні колонки, які застосовуються для очищення сортівок, або стандартні фільтри натрієвих катіонових установок. У таких колонках використовується кісточкове вугілля марки К-48.

У випадках, коли необхідно отримати невеликі об'єми води, можливо застосовувати інше обладнання, наприклад, пісочні фільтри. Швидкість фільтрації через сорбційний фільтр повинна становити не менше 1–2,5 м/год, що відповідає швидкості фільтрації через сульфувугільні фільтри.

Ефективність роботи сорбційного матеріалу оцінюється за різницею показників окислюваності вихідної та обробленої води. Ця різниця повинна бути не менше 2–3 мг кисню на дм³, що свідчить про ефективне видалення забруднюючих речовин.

Окислювальний метод

Окислювальні методи очищення води є ефективними для видалення речовин із сильними відновними властивостями, таких як полі- та одноатомні феноли, дубильні речовини, гумусові кислоти, солі заліза (II), сірководень та нітрити. Однак, більш стійкі сполуки, такі як вуглеводні нафти та нафтопродукти, певні карбонільні сполуки, карбонові кислоти та аліфатичні спирти, демонструють низьку окислюваність у процесі обробки активним хлором, діоксидом хлору (IV) або навіть озоном.

У деяких випадках сильні окислювачі, взаємодіючи з такими стійкими сполуками, не тільки не усувають запахи та присмаки у воді, але навіть посилюють їх через утворення проміжних сполук, що погіршують органолептичні показники. Проте, при взаємодії окислювачів із легкоокислюваними сполуками результатом є або їх повне розкладання, або утворення нейтральних речовин, які не впливають на якість води. У таких випадках процес окислення забезпечує дезодорацію води, усуваючи неприємні запахи та присмаки, і покращує її смакові властивості.

Очистка води способом аерування

Аеруванням води найкраще видаляються летючі органічні сполуки біологічного походження. Це відбувається завдяки механічному видаленню летючих речовин і окисленню розчинених органічних сполук киснем повітря. Аерування здійснюється в спеціальних установках – аераторах барботажного, розбризкуючого і каскадного типів.

В аераторах барботажного типу повітря, подане повітродувками, розподіляється у воді через дірчасті труби, підвішені в резервуарі, або через пористі

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

пластини на дні. Перший спосіб простіший у демонтажі, а розподіл повітря через пористі пластини частіше використовується в аераторах зі спіральним рухом води на великих установках.

Глибина шару води в аераторах коливається від 2,7 до 4,5 м, а максимальна ширина резервуару зазвичай удвічі більша за глибину. Час продування повітря, необхідний для завершення дезодорації, зазвичай не перевищує 15 хвилин, а витрата повітря становить 0,37–0,75 м³ на 1 м³ води. Барботажні установки відкритого типу можуть працювати навіть при від’ємних температурах. Ступінь аерування регулюється зміною обсягу поданого повітря. Такі установки є економічними як у будівництві, так і в експлуатації.

Сорбційний метод дезодорації є значно ефективнішим, ніж окислювальний чи метод аерування, оскільки базується на вилученні органічних речовин із води, а не на їх трансформації. Серед відомих сорбентів найефективнішим є активне вугілля. Для дезодорації обрано фільтр CPV – Prom 2471 завдяки його перевагам: велика виробнича потужність, низькі втрати тиску при фільтрації, регенерація зворотним потоком води без використання реагентів.

Порівнявши різні способи покращення органолептичних показників води, передбачено використання сорбційного матеріалу К–48 у фільтрі CPV – Prom 2471 для ефективного очищення води.

Зробивши порівняльну характеристику способів водопідготовки, у проєкті було передбачено наступні стадії:

1. Для очищення від механічних домішок запропоновано використання фільтру ORGANIC FM–30–CG15 із наповненням обсидіаном, який демонструє відмінні показники очищення від механічних часток.

2. Для знезалізнення води обрано фільтр адсорбційного очищення OPV–Prom 2162 з комбінацією сорбційних матеріалів Birm та Pyrolox, які забезпечують найкращі результати.

3. Для пом’якшення води було вирішено застосувати іонообмінний спосіб завдяки довговічності та надійності сучасних смол, а також можливості роботи з високими швидкостями потоків. Обрано фільтр Organic U–24CG150 «Монекс», заповнений катіонообмінною смолою Dowex, яка демонструє найкращі показники пом’якшення води.

4. Для забезпечення демінералізація води передбачено використання установки Ecosoft MO–9 MAXI, яка забезпечує високий ступінь очищення та тривалий термін експлуатації.

5. Для проведення контрольного фільтрування використовується фільтр CPV–Prom 2471, заповнений обсидіаном, забезпечує додаткове очищення води після основних стадій.

6. З метою покращення органолептичних показників передбачено очищення води сорбційним матеріалом К–48 на фільтрі CPV–Prom 2471, що дозволяє досягти високої якості органолептичних властивостей.

3.2.3 Приготування водно-спиртової суміші

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Сортівка – це водно-спиртова суміш міцністю 37,5...56 % об., найчастіше з міцністю 40 % об., яка використовується як напівпродукт для виготовлення горілок. У промисловості застосовуються такі способи приготування сортівки:

1.Періодичний спосіб (класична схема). Цей метод передбачає послідовне змішування спирту і води в окремих порціях. Він залишається одним із найпоширеніших завдяки простоті та універсальності.

2. Безперервний спосіб (за схемою Полтавського лікєро-горілочного заводу). Спосіб передбачає автоматизований процес безперервного змішування спирту і води з подальшою фільтрацією та стабілізацією. Його основна перевага – висока продуктивність.

3. Безперервний спосіб («Diessel»). Ця технологія включає сучасні автоматизовані лінії виробництва, що забезпечують точність пропорцій, високу якість змішування та ефективність фільтрації, відповідно до найвищих стандартів.

Порівняльна характеристика способів приготування сортівки наведена в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 — Способи приготування сортівки

Способи приготування сортівки	Суть способу	Переваги способу	Недоліки способу
Періодичний	Розраховані об'єми спирту і води задаються в сортувальну ємність і змішуються в гомогенізовану суміш	Перемішування може проводитись: повітрям, механічною мішалкою, відцентровим насосом.	Збільшені втрати спирту від негерметичності обладнання; Довгий час приготування 45-60 хв.
Безперервний за схемою Полтавського лікєро-горілочного заводу	В основі лежить принцип інжекції	Гідродинамічне перемішування водно-спиртового розчину. Точність міцності лежить в допустимих межах. При подачі об'єму спирту враховується його температура. Продуктивність 1500 дал/год.	Складність конструкції
Безперервний спосіб (використання німецької установки «Diessel»)	Змішування відбувається під тиском біля 7 атм. За допомогою спеціальних профілів створюються турбулентні завихрення, за яких вода і спирт перемішуються в потрібних пропорціях.	Дозволяє об'єднати в єдиний технологічний процес купажування і фільтрацію із забезпеченням високої стабільності потоку рідини через фільтри, що значно покращує якість фільтрації і знижує витрату фільтрів; Не вимагає наявності значних за площею виробничих приміщень з купажними ємкостями;	Невисокі органолептичні показники отриманої сортівки

Безперервний спосіб (використання німецької установки «Diessel»)

Установки для приготування сортівки в потоці працюють за принципом змішування компонентів під високим тиском, приблизно 7 атмосфер. Основний процес відбувається завдяки турбулентним завихренням, які створюються спеціальними профілями, що забезпечує рівномірне та ефективне перемішування води та спирту в необхідних пропорціях. Приймальна частина установки обладнана пристроєм для видалення повітря, яке може потрапляти разом із рідинами. Далі насос перекачує спирт і воду через мірники, що дозволяє точно контролювати об'єми кожного компонента. Суміш води і спирту проходить через зону змішування, де швидкість і потік регулюються за допомогою регулюючого вентиля. Пропорції спирту у водно-спиртовій суміші встановлюються за допомогою вимірювального пристрою, що дозволяє точно задавати міцність сортівки.

Для виробництва горілок, які потребують додаткових інгредієнтів, останні вводяться у вигляді заздалегідь підготовленої суміші з відповідних резервуарів. Введення інгредієнтів відбувається у вакуумній порожнині, що забезпечує рівномірний розподіл компонентів у готовій продукції. Регулювання температури сортівки здійснюється за допомогою теплообмінника, який залежно від технологічних вимог може охолоджувати або нагрівати рідину. Ця технологія дозволяє отримувати високоякісну сортівку з точно заданими параметрами міцності та складом, забезпечуючи стабільність якості напівпродукту.

Готова сортівка, утворена в процесі змішування, подається в напірну ємність під дією кінетичної енергії водяного струменя, що створюється насосом. На наступному етапі сортівку охолоджують у теплообміннику (який може працювати як холодильник або холодильник-нагрівач), щоб досягти температури, яка відповідає умовам змішування компонентів. Ця температура повинна становити 10...18°C, що забезпечує стабільність фізико-хімічних властивостей готового напівпродукту.

Враховуючи сезонні коливання температури води та спирту, які у літній період можуть досягати +35°C, а у зимовий +5°C, установка забезпечує підтримання концентрації спирту у водно-спиртовій суміші з відхиленнями, що не перевищують меж, встановлених державним стандартом. Порівнявши переваги і недоліки способів приготування сортівки, наведених у таблиці 2.3, було обрано безперервний спосіб із використанням установки «Diessel».

3.2.4 Вилучення механічних домішок

У сортівці завжди міститься невелика кількість тонкодисперсних частинок, які утворюються внаслідок реакції солей жорсткості зі спиртом або потрапляють із підготовленою водою. Під час обробки активним вугіллям, через гідродинамічний вплив водно-спиртового розчину, вугілля поступово руйнується, утворюючи дрібні частинки («колоїдне» вугілля). Зважені домішки, що містяться у вихідній сортівці, забивають пори вугілля, знижуючи його

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

активність. Водночас оброблена вугіллям сортівка (горілка) повинна бути блискавично прозорою, тобто оптично порожньою у видимій області спектра.

Тому фільтрацію проводять двічі — до й після обробки сортівки сорбентами. Фільтрування перед вугільними колонками забезпечує видалення механічних домішок, які містяться у сортівці. Після обробки у вугільних колонках, пісочні фільтри утримують дрібнодисперсні частинки вугілля, що утворюються через його стирання під час експлуатації. Це гарантує прозорість готової горілки.

Як фільтруючий матеріал зазвичай використовують кварцовий пісок, пористі керамічні плитки, різні види кам'яного вугілля тощо. Основна вимога до фільтруючого матеріалу — розмір отворів, утворених зернами, повинен бути меншим за розмір зважених часток, щоб забезпечити їх затримання в об'ємі фільтрувального шару. У цьому проекті в якості фільтруючого матеріалу застосовано обсидіан.

Сортівку направляють у фільтр одним або двома потоками. Відповідно до цього розрізняють одно- і двопотокові фільтри. Модернізований однопотоківий фільтр виготовляється з листової нержавіючої сталі. На відміну від звичайного пісочного фільтра, сортівка розподіляється рівномірно по всьому поперечному перерізу фільтра за допомогою спеціального колектора. Колектор складається з центральної труби з перфорованими трубками, які відходять в обидва боки.

Під час промивання піску потоком води знизу нагору через цю систему видаляється промивна вода, забезпечуючи ефективне очищення фільтрувального матеріалу.

У днищі фільтра укріплена конічна перфорована вставка, яка забезпечує рівномірний розподіл води під час промивання. На ґрати викладають три шари кварцового піску: нижній шар заввишки 50 мм із зернами розміром 2–3 мм, середній шар заввишки 100 мм із зернами 1,5–2 мм і верхній шар заввишки 350 мм із зернами 1–1,5 мм.

Відмінністю двопотокових фільтрів є наявність у середній частині корпусу колектора для відведення фільтрату. Колектор обгорнутий дрібною сіткою з отворами розміром 0,2–0,3 мм. Фільтруюча рідина подається двома потоками — зверху і знизу, що забезпечує більш рівномірне очищення. Промивання фільтруючого матеріалу виконується зворотнім потоком води, що ефективно видаляє накопичені забруднення.

Крім того, використовуються фільтри мішкового типу, які є механічними фільтрами високої продуктивності. Вони стійкі до високого тиску та забезпечують якісне очищення води від механічних домішок. Фільтри цього типу мають продуктивність до 45 м³/год і з'єднуються через трубу або різьблення.

Картриджні фільтри

Фільтри цієї категорії працюють у діапазоні фільтрації 20–50 мкм. Конструктивно вони виконані у вигляді розбірного каркаса, в який встановлюється змінний фільтруючий елемент — картридж. Ключова особливість таких

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

фільтрів полягає в одноразовому використанні картриджів, які після заповнення забрудненнями потребують заміни на нові.

Промивні сітчасті фільтри

Принцип роботи сітчастих фільтрів промивного типу подібний до картриджних фільтрів. Усі механічні частинки затримуються фільтрувальною сіткою, а очищена вода надходить до споживачів. Головна перевага цих фільтрів полягає в тому, що замість заміни фільтрувального елемента достатньо просто промити сітку.

Термін служби сітчастого фільтра зазвичай становить 1–2 роки, хоча це залежить від якості води та стану труб. У нижній частині корпусу передбачено зливний отвір, який відкривається за допомогою кульового крана для очищення. Для продовження терміну експлуатації фільтра рекомендується розбирати корпус і очищати сітку після кожних 5–6 промивок. Це важливо, оскільки деякі осередки сітки можуть забиватися твердими частинками, що в них застряють.

Корпуси фільтрів, призначених для гарячої води, зазвичай виготовляються з металу, що забезпечує їхню довговічність і стійкість до високих температур.

Промивні фільтри зворотного промивання

Конструкція фільтрів грубого очищення має свої особливості, які забезпечують високу ефективність роботи. Вода, що проходить через фільтр, не тільки змиває механічні домішки, але й очищає сітку завдяки зворотному напрямку фільтрації. Завдяки цьому всі застряглі між осередками частинки видаляються. Сітка виготовлена з якісної сталі, стійкої до корозії, що забезпечує тривалий термін служби.

Даний метод є надзвичайно ефективним і практичним, дозволяючи значно продовжити термін експлуатації фільтрів механічного очищення води. Однак, такі фільтри мають вищу вартість порівняно з традиційними. Також, незважаючи на автоматизацію очищення, періодичне ручне промивання та заміна сіток все ж необхідні, хоча виконувати ці операції потрібно набагато рідше.

Для очищення сортівки від механічних домішок у даній роботі передбачено використання двопотокових фільтрів, заповнених обсидіаном, які будуть встановлені до і після реакторів-адсорбентів. Додатково на кінцевому етапі фільтрування буде застосовано фільтр мішечного типу, що забезпечить максимальну ефективність очищення.

3.2.5 Характеристика сорбентів, які використовуються у виробництві горілок

Сортівка є лише напівпродуктом горілкового виробництва, і тільки після обробки активним вугіллям або іншими сорбентами вона набуває смаку й аромату, характерних для горілки. Як сорбенти використовують природні високомолекулярні сполуки, природні глинисті матеріали та інші речовини.

Основні процеси під час обробки сорбентами

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

При застосуванні сорбентів у виробництві горілок під час їх контакту з водно-спиртовим розчином одночасно відбувається кілька процесів, завдяки яким змінюється смак і аромат горілки. Головним серед них є адсорбція. Адсорбція — це процес зміни концентрації речовин на поверхні розподілу фаз, який обумовлений силами, що діють на поверхні адсорбенту.

У процесі обробки водно-спиртових розчинів сорбентами проходять реакції окислення спиртів, реакції етерифікації й омилення складних естерів. Більшість цих реакцій каталізується оксидами металів, які містяться як домішки в сорбенті й міцно утримуються ним. Окисниками можуть бути як іони кисню, які потрапляють у розчин завдяки адсорбованому сорбентом кисню, так і молекулярний кисень, що завжди міститься у водно-спиртових розчинах і активується зазначеними каталізаторами.

Між частинками твердого тіла існує значний взаємозв'язок. У частинках, розташованих усередині твердого тіла, цей взаємозв'язок компенсується за рахунок сусідніх частинок, які оточують їх з усіх боків. У частинках на поверхні притягання компенсується лише з одного боку, залишаючи інші силові лінії вільними. Ці «щупальці» на поверхні можуть утримувати частинки інших речовин, що взаємодіють із твердим тілом, таких як рідини, пари чи гази.

Кількість вільних силових ліній залежить від числа частинок на поверхні, тому активність адсорбенту прямо пропорційна площі його поверхні. Однак властивість адсорбувати не однакова по всій поверхні твердого тіла. На поверхні є активні місця, де адсорбція відбувається найбільш інтенсивно. Такими місцями є різкі виступи й вершини на гранях мікрокристалів адсорбента.

Властивість виступів на поверхні адсорбента пояснюється тим, що атоми, розташовані на загостреннях і гранях цих виступів, мають слабший зв'язок із сусідніми атомами порівняно з іншими. Ці атоми мають вільні, незайняті валентності, які прагнуть заповнитися. Завдяки цьому вони створюють сильний взаємозв'язок із частинками адсорбованих речовин. Таким чином, процес адсорбції ніби добудовує мікрокристали твердого тіла, додаючи до їхньої поверхні частинки адсорбованих речовин.

Речовини, що зустрічаються у природі, мають лише незначні адсорбційні властивості. Для збільшення їхньої активності застосовують процес активування, який полягає у видаленні сторонніх домішок і збільшенні площі їхньої поверхні. Завдяки цьому адсорбційна здатність значно підвищується.

Адсорбція є екзотермічним процесом, який супроводжується виділенням тепла. Інтенсивність адсорбції зростає при зниженні температури, а при її підвищенні зменшується, внаслідок чого частина поглинутих речовин звільняється з поверхні адсорбента. Такий процес називається десорбцією. Завдяки зворотності адсорбційного процесу стає можливою регенерація адсорбента шляхом його нагрівання.

Активоване вугілля

Для виробництва горілок широко використовується подрібнене або порошкоподібне активоване вугілля різних марок. Його виготовляють з органічної сировини, такої як тверде паливо різного ступеня метаморфізму (торф,

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

буре та кам'яне вугілля, антрацит), деревина (деревне вугілля, тирса), кісточки плодів, шкаралупа волоських і кокосових горіхів.

Активоване вугілля марки БАУ-А складається із зерен чорного кольору без механічних домішок. Воно має сильно розвинену пористість, широкий діапазон пір і велику питому поглинаючу поверхню (700–800 м² на 1 г вугілля).

Основна мета обробки сортівки активованим вугіллям з деревини — формування специфічного горілчаного смаку і аромату. Цього досягають шляхом адсорбції домішок спирту, які негативно впливають на органолептичні властивості продукту. Крім того, під впливом вугілля активізуються окислювальні процеси, з'являються нові сполуки. Зокрема, окиснення спиртів не завершується на стадії альдегідів, а частково продовжується до утворення відповідних кислот, з яких формуються складні естери. Ці естери маскують негативний вплив домішок і покращують якість горілки.

Для отримання потрібної структури активованого вугілля вихідну сировину спочатку термічно обробляють без доступу повітря, що дозволяє видалити вологу і частково смоли. Потім матеріал активують за допомогою газу, водяної пари або хімічних реагентів. Вибір найбільш ефективного активованого вугілля є важливим завданням у горілчаному виробництві, з огляду на широкий асортимент цього продукту.

Кісточкове активоване вугілля

У горілчаній промисловості поряд із деревним активованим вугіллям дедалі ширше застосовується кісточкове активоване вугілля для обробки сортівки. Це вугілля має значно більшу питому поверхню (у 1,5–2 рази) порівняно з активованим вугіллям марки БАУ. Завдяки цьому адсорбція органічних домішок із розчину відбувається ефективніше, а також активніше протікають каталітичні процеси утворення нових речовин.

Питома поверхня кісточкового активованого вугілля може досягати 1000–1300 м²/г, залежно від його призначення. Це робить його особливо ефективним для покращення якості сортівки і горілчаних виробів.

Кісточкове активоване вугілля (КАУ) одержують шляхом карбонізації вихідної шкаралупи кокоса або фруктових кісточок і наступної активації водяною парою при високих температурах (вище 800 °С). Вироблене таким способом кісточкове активоване вугілля має аналогічні властивості, як і деревне активоване вугілля. Для кісточкового активованого вугілля також необхідно проводити попередню підготовку для зменшення часу виходу колони з кісточковим активованим вугіллям у режим, а отже й зменшення втрат при запуску.

При заповненні колони з активованим вугіллям сортівкою варто витримувати певні швидкісні режими й послідовність запуску колони для більш повного видалення повітря (швидкість при заповненні колони 10...20 дал/год.), запобігання розігріву колони, насичення мікропор активованого вугілля молекулами етилового спирту для більш швидкого набору міцності (після заповнення колони витримка протягом 2 годин). В остаточному підсумку дотримання всіх цих умов сприяє зниженню утворення альдегідів при запуску колони зі свіжим активованим вугіллям у роботу й зменшенню втрат сортівки.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Порівняльна характеристика кісточкового та дерев'яного активованого вугілля

УкрНДІспиртбіопрод провів порівняльну оцінку властивостей деревного активованого вугілля марки БАУ–А (контрольний зразок) та активованого вугілля марок КАУ–2 і К–48, виготовленого зі шкарлупи кокосового горіха методами карбонізації, парової активації, подрібнення та розсіву. Було досліджено основні фізико-хімічні, структурні та адсорбційні характеристики вугілля, а також ступінь очищення водно-спиртової суміші цими сорбентами. Результати досліджень представлені у відповідних таблицях (табл. 3.4, 3.5, 3.6).

Таблиця 3.4 — Основні фізико-хімічні характеристики активованого вугілля

Найменування показника	Марка активованого вугілля		
	БАУ–А	КАУ–2	К–48
Насипна густина, г/см ³	240	450	470
Вологість, %	7	3	2
Механічна міцність, %	40	80	90
Зольність, %	6	3	2
Гранулометричний склад, мм	1...5	1...10	1...10

Як видно з табл. 3.4, активоване вугілля марок КАУ–2 і К–48, порівняно з контрольним зразком — активованим вугіллям марки БАУ–А, мають більшу механічну міцність і зольність. Це свідчить про більший термін експлуатації даного активованого вугілля та меншу каталітичну дію, що дозволяє збільшити кількість регенерацій активованого вугілля і зменшити тривалість пускового періоду адсорбційного очищення. Крім того, підвищена насипна густина активованого вугілля на основі кокосової сировини сприяє поліпшенню гідродинамічних умов адсорбційного процесу.

Таблиця 3.5 — Адсорбційні характеристики активованого вугілля

Найменування показника	Марка активованого вугілля		
	БАУ–А	КАУ–2	К–48
Адсорбційна активність:			
-за оцтовою кислотою, см ³	80	110	150
-за тестом на окислювальність, хв.	82	115	156
-за йодом, %	60	48	52
Лужність водного настою, ммоль/дм ³	0,3	1,0	2,0
Сумарний об'єм пор за водою, см ³ /г	1,8	1,4	1,5
Кількість оксидів, ммоль/дм ³ :			
-основних	0,8	0,4	0,7
-кислотних	0,8	0,7	0,5

Як видно з табл. 3.5, кокосове активоване вугілля, порівняно з деревним, має значно більшу адсорбційну активність за оцтовою кислотою і ненасиченими органічними сполуками (тест на окислюваність). Однією з переваг кокосового активованого вугілля є підвищене значення лужності водного настою, що корелює з позитивним ефектом очищення водно-спиртової суміші. Нижчі значення сумарного об'єму пор за водою і адсорбційної активності за йодом

вказують на здатність кокосового вугілля ефективно адсорбувати мікродомішки з малою молекулярною масою з водно-спиртової суміші.

Кількість основних і кислотних оксидів, а також співвідношення між ними, підтверджують здатність кокосового активованого вугілля до адсорбції ненасичених сполук. Висока сорбційна здатність кокосового вугілля дозволяє збільшити продуктивність установок або суттєво зменшити їхні розміри.

Більшість реакцій очищення каталізується оксидами металів, таких як залізо, срібло, платина, що містяться в активованому вугіллі як зольні домішки (наприклад, залізо) або наносяться спеціально (імпрегноване сріблом чи платиною вугілля). За участі каталізаторів у процесі адсорбції відбуваються реакції естерифікації спиртів, що сприяє покращенню органолептичних властивостей горілчаних виробів.

Проведені в лабораторії УкрНДІспиртбіопрод дослідження показали, що за наявності іонів заліза як каталізаторів окислювальні процеси проходять спонтанно. Швидкість реакції окислення на першій стадії (етанолу до ацетальдегіду) значно перевищує швидкість окислення ацетальдегіду до кислот із одночасною сорбцією проміжних продуктів реакції. У результаті цього в системі утворюється надлишок ацетальдегіду, що підтверджується під час обробки водно-спиртових сумішей активованим вугіллям марки БАУ-А [6].

Таблиця 3.6 — Ступінь очищення сортівки різними марками вугілля

Найменування показника	Вихідна водно-спиртова суміш	Марка активованого вугілля		
		БАУ-А	БАУ-ЛВ	К-48
Масова концентрація в безводному спирті, мг/дм ³ :				
Альдегідів у перерахунку на оцтовий	2,0	3,0	2,5	2,2
Сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового і ізобутилового спиртів (3:1)	1,2	1,1	1,0	0,8
Естерів у перерахунку на оцтово-етилловий	1,3	1,8	1,4	1,4
Метилового спирту	90,0	90,0	80,0	80,0
Проба на окислювальність, хв.	12,0	14,0	18,0	20,0
Дегустаційна оцінка, бал	9,4	9,6	9,7	9,8

Природні сорбенти для очищення водно-спиртових розчинів

В Україні відсутнє промислове виробництво активованого вугілля, тому його доводиться імпортувати. Однак в останні роки науковці проявляють все більший інтерес до можливості використання природних глинистих мінералів для очищення водно-спиртових розчинів. Це зумовлено значними покладами і широким розмаїттям таких мінералів на території України, що створює перспективи для їх ефективного застосування у виробничих процесах.

Природний опало-халцедоновий мінерал

Природний опало-халцедоновий мінерал складається з дрібних кристалів халцедону, кварцу та природного опалу. Гранулометричний склад

матеріалу варіюється в межах 0,5–5 мм. Цей матеріал належить до мікропористих мінералів із вираженими сорбційними властивостями. Зерна мають обкочену, кутасту або гострокутну форму, а їх поверхня буває рівною, гладкою або шорсткою. Вміст вільного кварцу (незв'язаного SiO_2) у складі мінералу становить 95,0–99,0%.

Цей мінерал відрізняється вищою механічною міцністю на 2%, а також меншою зольністю та стиранністю (до 2 разів порівняно з іншими матеріалами), що забезпечує його ефективніше використання. Завдяки цим властивостям зменшуються витрати води та водно-спиртової суміші на підготовчій стадії технологічного процесу.

При застосуванні природного опало-халцедонового мінералу у процесі очищення водно-спиртових розчинів зменшуються витрати низки компонентів: розчину соляної кислоти — у 1,7 рази, води для відмивання від розчину кислоти — у 1,25 рази, а також водно-спиртової суміші для промивки та доведення до стандартизованої після фільтрування — у 1,5 рази. Завдяки мікропористій структурі матеріалу після фільтрування спостерігається зменшення масової концентрації альдегідів і сивушного масла на 30%, а об'ємна частка метилового спирту знижується на 20%. Ці зміни позитивно впливають на якість продукції та її дегустаційну оцінку [17].

Оптимальна швидкість фільтрування через опало-халцедоновий матеріал становить 40–120 дал/год. При такій швидкості не спостерігається підвищення мінеральних речовин у профільтованій водно-спиртовій суміші. Водночас дегустаційна оцінка продукції підвищується на 0,2–0,4 бали, що позитивно впливає на прозорість готової продукції, не перевищуючи граничного значення.

Шунгіт

Шунгіт є мінеральною речовиною, що складається з аморфного вуглецю і сильно диспергованого графіту. Його хімічний склад варіюється: зазвичай містить 60–70% вуглецю і 30–40% золи. Цей мінерал формувався у давніх (допалеозойських) кремнієво-глинистих і карбонатних осадах, які під впливом метаморфічних процесів перетворилися у кремнієві сланці і доломіти. Шунгіт є докембрійською гірською породою і знаходиться на перехідній стадії між антрацитом і графітом. У природі існує кілька його різновидів.

Шунгіт вважається універсальним сорбентом, який знищує до 95% забруднювачів. Він знезаражує воду, усуваючи кишкову паличку і холерний вібріон, видаляє колоїдне залізо, яке з'являється через корозію старих водопровідних труб, а також нітрати, пестициди, діоксиди, феноли, хлорорганічні сполуки, нафтопродукти і радіонукліди. Крім того, шунгіт осаджує солі важких металів і аміак, насичуючи воду корисними мікро- та макроелементами, поліпшуючи її смакові властивості [17].

ТОВ НВП «Технофільтр» розробило технологію «Шунгітова фільтрація» для покращення органолептичних властивостей води, отриманої після системи зворотного осмосу, яка використовується для приготування сортівок.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Основою цієї технології є патронні сорбційно-фільтрувальні елементи марки ЕПСФ.Ш, створені на базі природного мінерального сорбенту — шунгіту.

Фільтрувальний елемент марки ЕПСФ.Ш представляє собою конструкцію у вигляді «мініколонки», заповненої подрібненим шунгітом. Цей матеріал розташований між внутрішнім і зовнішнім поліпропіленовими корпусами, через які рідина рухається повздовжньо. Елементи випускаються у різних розмірах: висотою 250, 500, 750 і 1000 мм.

Стандартний патронний елемент ЕПСФ.Ш має висоту 250 мм, зовнішній діаметр 70 мм і внутрішній діаметр 26 мм. У нього завантажуються приблизно 770 г шунгіту з густиною 1,9 г/см³.

Проведемо порівняльну характеристику активованого вугілля марки БАУ-А та шунгіту та опало-халцедонового мінералу, результати заносимо у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Порівняльні показники досліджених сорбентів

Найменування показника	БАУ-А	Шунгіт	Природний опало-халцедоновий мінерал
Зовнішній вигляд	Зерна чорного кольору без механічних включень	Зерна чорного кольору без механічних включень	Обкочені гладкі на поверхні зерна без механічних включень
Гранулометричний склад, мм	1.....5	2,5.....5	0,5-5
Насипна щільність, г/дм ³	240	1100	1450
Зольність, %	5	60	2
Адсорбційна активність за йодом, % не менше	65	70	50
Адсорбційна активність за оцтовою кислотою, см ³	85	140	100

Аналізуючи інформацію про сорбенти, які використовуються або можуть бути використані в горілчаній промисловості, особливу увагу заслуговує природний опало-халцедоновий мінерал. Цей адсорбент має значний потенціал завдяки своїм властивостям. Він суттєво покращує органолептичні якості напою, оскільки ефективно сорбує такі компоненти, як альдегіди і сивушні масла. Опало-халцедоновий мінерал повністю відповідає вимогам, які пред'являються до адсорбентів у горілчаній галузі. Крім того, його використання дозволяє знизити витрати на виробництво, оскільки він у кілька разів дешевший за звичайне активоване вугілля марки БАУ-А.

Провівши порівняльну характеристику сорбентів для очищення сортівки, було прийнято рішення використовувати в реакторах-адсорберах опало-халцедоновий мінерал та активоване вугілля марки К-48. Ці сорбенти розміщені у послідовних апаратах, що забезпечує ефективну очистку сортівки від небажаних домішок, покращуючи її органолептичні якості та загальну якість готового продукту.

Обробка електролітним сріблом, золотом та платиною

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Передумовою створення нового способу обробки сортівки став відомий факт підвищення ефективності активованого вугілля шляхом нанесення на його поверхню невеликої кількості колоїдно-диспергованого срібла. Цей метод забезпечує додатковий ефект завдяки електрохімічній різниці потенціалів, що виникає між вугіллям і сріблом, що сприяє протіканню окислювально-відновних реакцій, а також реакцій етерифікації та омилення в присутності кисню.

Срібло, як відомо, є активним каталізатором. Воно каталізує не тільки реакцію окиснення спирту в альдегід, але й подальші реакції окиснення альдегіду в оцтову кислоту та реакції утворення складних ефірів. Це досягається завдяки виникненню електрохімічної різниці потенціалів між поверхнею активованого вугілля і нанесеним сріблом, що забезпечує покращену якість очищення сортівки.

Представниками науково-виробничого підприємства «Технофільтр» було проведено випробування сучасного активованого вугілля, імпрегнованого сріблом. Досліджувалося вугілля з різною концентрацією срібла (0,04...4 %), гранулометричним складом і походженням. Перевагу було віддано гранульованому активованому вугіллю, отриманому зі шкарлупи кокосових горіхів, з концентрацією срібла на поверхні 0,4...0,5 %. Це вугілля вирізняється високою твердістю (понад 97 %) і значною площею поверхні (понад 1000 м²/г).

Результати випробувань підтвердили, що швидкість обробки сортівки суттєво зросла. Завдяки цьому з'явилася можливість знизити кількість використовуваного вугілля, забезпечивши ефективність процесів за рахунок його нових властивостей, а не за рахунок збільшення маси. Таким чином, було досягнуто оптимального балансу між якістю та кількістю сорбенту, що використовується.

Основою технології стала розроблена оригінальна конструкція патронного сорбційно-фільтруючого елемента марки ЕПСФ.У Ag 0,4. Конструкція картриджа являє собою вугільну «мініколонку»: між зовнішнім і внутрішнім корпусами елемента розміщується вугілля, рідина подається через нижнє вікно зовнішнього корпусу, проходить угору через шар вугілля і виходить у середину картриджа через верхнє вікно внутрішнього корпусу. Ця конструкція враховує властивість вугілля змінювати обсяг (набухати) під час експлуатації та запобігає утворенню каналів навіть за високих швидкостей фільтрації.

Саме ця конструкція фільтрелемента та використання активованого вугілля з додаванням срібла для виробництва горілки були запатентовані ТОВ НВП «Технофільтр» як «Спосіб «Срібна фільтрація» обробки сортівки й горілки та патронний фільтр».

У стандартному елементі марки ЕПСФ.У Ag 0,4 висотою 250 мм (так званий вугільний «мініколонці») використовується 300–330 г активованого вугілля з вмістом срібла 0,4%. Фільтрелементи з'єднуються методом термоварки у свічки висотою 500, 750 і 1000 мм. У фільтртримач може бути встановлено від 3 до 24 свічок, залежно від необхідної продуктивності.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Ця технологія відкрила нові можливості у виробництві горілки. Зміна швидкості обробки сортівки дозволяє виготовляти продукцію з різними органолептичними характеристиками, що враховують вподобання споживачів. Для підприємств із невеликим обсягом виробництва технологія забезпечила зручність у періодичній роботі: процес можна зупиняти та відновлювати без втрати часу та сировини.

Також з'явилася можливість виконувати необхідний обсяг купажу за одну зміну, залишаючи продукцію для асиміляції та «відпочинку», що позитивно впливає на якість напою. Ці переваги роблять спосіб «Срібна фільтрація» інноваційним і затребуваним у сучасному виробництві горілки.

Великі виробники горілки відзначають інші переваги технології «Срібна фільтрація»:

1.Компактність: установки «Срібної фільтрації» займають значно менше місця, ніж традиційні вугільні колони. Наприклад, установка продуктивністю 500 дал/годину (розміром 1430x970x1920 мм) замінює 10 вугільних колон.

Відсутня необхідність у використанні напірних ємностей, що додатково звільняє виробничі площі.

2.Оперативність та спрощення обслуговування: більше немає потреби вивантажувати та завантажувати тонни активованого вугілля вручну, що раніше потребувало значних трудових ресурсів.

3.Економія часу: замість виведення та введення колон у режим, достатньо просто замінити фільтрелементи. Це дозволяє уникнути тривалих простоїв і зменшує ризик браку дорогої сировини.

4.Підтримка чистоти: зникає необхідність прибирання після трудовісних процедур заміни вугілля.

Ці аспекти роблять технологію «Срібна фільтрація» надзвичайно зручною і привабливою для великих виробництв, сприяючи підвищенню ефективності, зниженню витрат і покращенню умов праці. Основною перевагою «Срібної фільтрації», що є загальною для всіх виробників, стало підвищення якості й органолептичних властивостей продукту, підтверджене численними нагородами на виставках і спеціалізованих дегустаціях.

Специфічна хімічна властивість срібла полягає в його здатності легко утворювати колоїдний розчин при відновленні іонів або диспергуванні з компактного металу. У колоїдному стані срібло виступає як енергійний відновник, каталізатор процесів окиснення та бактерицидний препарат. Збагачення активованого вугілля сріблом дозволяє збільшити інтенсивність обробки сортівки у два і більше разів. Установки «Срібної фільтрації» успішно працюють більш ніж на 150 лікєро-горілчанних підприємствах по всьому світу.

УкрНДІспиртбіопрод спільно з ТОВ «ВДК Княжий Град» вдосконалили технологію виробництва горілок і горілок особливих із застосуванням системи адсорбційно-фільтрувальних елементів (САФЕ) патронного типу (картриджів), заповнених активованим вугіллям, наприклад, марки 607 С. Це вугілля, виготовлене на основі шкарлупи кокосового горіха та імпрегноване сріблом концентрацією 0,4...0,5 %, має низьку зольність (не більше 2 %), високу

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

механічну міцність (не менше 98 %) і невисоку каталітичну активність щодо альдегідоутворення. Мікро-, мезо- та макропориста структура цього вугілля забезпечує ефективне поглинання високо- та низькомолекулярних органічних сполук. Крім того, існують подібні прилади на основі САФЕ, що працюють із золотом та платиною.

Установка додаткового фільтрування («ТЕХНОФІЛЬТР УКРАЇНА») являє собою модульну конструкцію, яка включає фільтротримач, вісім фільтрувальних елементів марки ЕПСФ.УAg-A-750П, фільтрувальні елементи з «золотою ниткою» ЕПВ.ПШАu (Golden Silk)-A-750 або фільтрувальні елементи, імпрегновані платиною, ЕПФ.УPt-A-750 П, а також ротаметр і запірну арматуру.

Фільтротримач призначений для розміщення фільтрувальних елементів. Рідина для фільтрування подається по трубопроводу фільтротримача під тиском у межах від 0,04 до 0,5 МПа. У фільтротримач встановлюють фільтрувальні елементи, обладнані адаптерами для фіксації у посадкових отворах. Фіксація елементів у фільтротримачі здійснюється за допомогою спеціального диска.

Стандартний патронний елемент марки ЕПСФ.УAg-A-750П має висоту 250 мм, зовнішній діаметр 26 мм і заповнений активованим вугіллям масою 300 г із насипною густиною 0,5 г/см³.

На основі цього модуля використовують елементи висотою 500 мм, 750 мм або 1000 мм. Ресурс роботи картриджа становить від 3500 до 5000 дал на один фільтрувальний елемент марки ЕПСФ.УAg-A-750П висотою 250 мм. Нові фільтрувальні елементи марки ЕПСФ.УAg-A-750П, ЕПВ.ПШАu (Golden Silk)-A-750, ЕПФ.УPt-A-750П перед початком використання попередньо відмивають підготовленою водою (4...5 дм³ на один фільтрувальний елемент) або сортівкою (2...3 дм³ на один фільтрувальний елемент).

На початку фільтрування через нові фільтрувальні елементи, у разі перерви в роботі установки більше ніж 24 години або після заміни фільтрувальних елементів, пропускають приблизно 200 дм³ горілки в збірник виправного браку. Для скидання повітря передбачено повітряний кран. Манометри, встановлені на вході та виході фільтротримача, відображають тиск. Різниця в показаннях манометрів дозволяє визначити ступінь відпрацювання ресурсу фільтруючих елементів і своєчасно виконати їх заміну.

Сортівка (горілка) надходить через вхідний (центральний) трубопровід, подається у фільтротримач, проходить через фільтрувальні елементи, де очищується, і далі по вихідному трубопроводу направляється у довідний збірник або збірник готової продукції.

Основні переваги системи адсорбційно-фільтрувальних елементів (САФЕ):

- незначне збільшення масової концентрації альдегідів навіть за довготривалих зупинок технологічного процесу.
- поліпшення дегустаційних показників сортівки, що позитивно впливає на якість кінцевого продукту.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- компактність установки, яка займає мінімум виробничого простору, та високий ресурс роботи картриджа (не менше 3500–5000 дал на один фільтрувальний елемент висотою 250 мм).

- швидкість і легкість заміни фільтрувальних елементів у разі потреби, що спрощує обслуговування.

- мінімізація витрат на контрольне фільтрування завдяки високій твердості активованого вугілля, що забезпечує його тривалу ефективність.

Компанія «Ладога» вирішила, що срібло недостатньо благородний метал для виробництва горілки преміум-класу «Царська Золота». У своїй технології очищення вони використовують золото, пропускаючи сорокаградусну горілку через мембрани із золотими нитками. Проте виробники шотландської Diva Vodka пішли ще далі: їхня горілка проходить процес очищення через крихту з діамантів та інших дорогоцінних каменів.

Фінішну фільтрацію горілки доцільно проводити у системах адсорбційно-фільтрувальних елементів (САФЕ), в яких картриджі заповнені активованим вугіллям, обробленим сріблом. Це забезпечує високу якість очищення та покращення органолептичних властивостей продукту.

3.2.6 Внесення інгредієнтів, передбачених рецептурою

Відповідно до рецептури горілок, у сортівку додають невелику кількість інгредієнтів, серед яких цукор, мед, лимонна кислота, питна сода (гідрокарбонат натрію), перманганат калію, сухе молоко, оцтова кислота тощо. Цукор додають у вигляді водного розчину – цукрового сиропу концентрацією 65,8% маси або інверсного сиропу.

Додавання смакових речовин у сортівку збільшує її лужний залишок, що формується мінеральними й органічними речовинами води. Це спричиняє заниження показів спиртоміра при визначенні видимої міцності. Дійсну міцність визначають після перегонки проби й розведення отриманого дистиляту дистилюваною водою до початкового об'єму або шляхом внесення відповідної поправки на видиму міцність.

Приготування цукрового сиропу

Цукор відіграє важливу роль у формуванні смакових характеристик лікero-горілочаних виробів. Він додає напоям солодкість, пом'якшує їхній смак і сприяє асиміляції ароматичних речовин. У деяких напоях, таких як креми або лікери, цукор також забезпечує густоту (в'язкість), характерну для цих продуктів. У даній кваліфікаційній роботі використовується кристалічний цукор першого сорту.

Цукор додають у лікero-горілочані вироби у вигляді водного розчину – цукрового сиропу. Для уникнення бродіння сиропу під час зберігання його готують дуже концентрованим. Зазвичай використовують сироп із концентрацією 65,8% маси (869,3 г цукру в 1 дм³ сиропу) або 73,2% маси (1000,9 г цукру в 1 дм³ сиропу). Сироп виготовляють гарячим або холодним способом, причому гарячий метод передбачає варіння сиропу у спеціальних сироповарильних котлах.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Сироповарильний котел – це закритий сталевий резервуар циліндричної форми зі сферичним днищем, обладнаний паровою сорочкою та механічною мішалкою. У кришці котла передбачено люк для завантаження цукру, патрубок для затоку води та витяжну трубу для відведення парів. Спуск сиропу здійснюється через патрубок у днищі, який закривається клапаном, що приводиться в дію за допомогою штурвала.

Котел обігрівается насиченою парою під тиском 0,3 МПа. Для приготування сиропу концентрацією 65,8% маси до котла подають пом'якшену воду з розрахунку 0,5 л на 1 кг цукру, а для сиропу концентрацією 73,2% маси – 0,35 л на 1 кг цукру. Воду попередньо нагрівають до 50–60°C. Далі, не припиняючи нагрівання та за постійного перемішування, додають розраховану кількість цукру.

Після повного розчинення цукру розчин доводять до кипіння. Потім припиняють подачу пари, знімають піну з поверхні сиропу і знову нагрівають до кипіння. Цю процедуру повторюють двічі для забезпечення однорідності та чистоти сиропу.

Тривалість варіння цукрового сиропу не повинна перевищувати 30 хвилин, оскільки тривале нагрівання може викликати карамелізацію цукру. Це, у свою чергу, призведе до небажаного пожовтіння або потемніння сиропу, що може негативно вплинути на якість кінцевого продукту.

Готовність сиропу визначають за концентрацією цукру в ньому. Для цього використовують рефрактометр – спеціальний прилад, який дозволяє точно вимірювати масову частку розчинених речовин у сиропі. Завдяки цьому можна забезпечити необхідну якість та консистенцію цукрового сиропу для подальшого використання у виробництві лікєро-горілочаних виробів.

При приготуванні цукрового сиропу концентрацією 73,2% перед завершенням варіння до сироповарильного котла додають лимонну кислоту. Її вводять у вигляді водного розчину в кількості 0,08% від маси цукру. Після внесення лимонної кислоти сироп не рекомендується нагрівати, оскільки висока температура може спричинити утворення фурфуролу внаслідок інверсії цукрози. Інверсія цукрози супроводжується утворенням інвертного цукру — суміші глюкози та фруктози, яка має м'якший, більш приємний смак і значно важче кристалізується, ніж цукроза.

Готовий гарячий сироп фільтрують через сітчастий фільтр для видалення механічних домішок. Цей фільтр складається зі сталевго корпусу з кришкою та плоским днищем. У корпусі передбачені штуцери для подачі й виходу сиропу. Фільтрувальний пристрій (фільтр-пастка) являє собою дві вставлені одна в одну сітчасті склянки з отворами діаметром 5 мм і 3 мм.

Для забезпечення найвищої якості готового продукту ароматний спирт лимону та лимонну кислоту додають у горілку лише після обробки її сорбентами. Внесення цих інгредієнтів у сортівку до обробки призводить до часткових втрат компонентів ароматного спирту лимонного масла, а також до передчасного виснаження активних властивостей сорбентів і збільшення їх витрат.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Ароматний спирт лимонного масла подається в довідну ємність, де змішується із сортівкою. Після досягнення необхідного рівня сортівки в ємності додаються інші інгредієнти, які поступово розчиняються у продукті.

3.2.7 Коригування міцності

Після обробки сортівки сорбентами, внесення інгредієнтів, міцність готової продукції може не відповідати заданому значенню. При вмісті спирту меншому за потрібний, в довідну ємність подають спирт із спиртозбірника. При вмісті спирту більшому потрібного, подають підготовлену воду з відділення водопідготовки.

3.2.8 Контрольне фільтрування

Контрольне фільтрування виконується після коригування міцності горілки. Це необхідно через ризик потрапляння дрібнодисперсних частинок з бака, де відбувається змішування з коригуючими компонентами. Для цього процесу використовують фільтр мішечного типу, заповнений фільтруючим матеріалом — обсидіаном, який забезпечує ефективне видалення домішок і збереження якості продукту.

Зробивши порівняльну характеристику способів водопідготовки, в даній кваліфікаційній роботі було передбачено наступні стадії водопідготовки:

Етапи водопідготовки та очищення:

- Механічне очищення води: використання фільтру ORGANIC FM–30–CG15 з обсидіановим наповненням для видалення механічних домішок.
- Адсорбційне очищення: фільтр OPV – Prom 2162 із сорбційними матеріалами Birm та Pyrolox для знезалізнення, деманганізації, видалення органічних домішок.
- Пом'якшення води: фільтр Organic U-24CG150 "Монекс" з катіонообмінною смолою Dowex для зменшення жорсткості води.
- Демінералізація води: установка Ecosoft MO–9 MAXI для глибокого очищення та демінералізації.
- Контрольне фільтрування води: фільтр CPV – Prom 2471, заповнений обсидіаном для усунення залишкових механічних домішок.
- Покращення органолептичних показників води: використання сорбційного матеріалу K–48 на фільтрі CPV– Prom 2471.

Етапи очищення та обробки сортівки:

- Приготування сортівки: вибір безперервного способу на основі установки Diessel для підготовки сортівки згідно рецептури.
- Фільтрація сортівки: двопотокові пісочні фільтри з обсидіановим наповненням перед і після реакторів-адсорбентів для очищення від механічних домішок.
- Адсорбційна обробка сортівки: реактори-адсорбери, заповнені активованим вугіллям K-48 і опало-хладцедотонним мінералом.
- Фінішна фільтрація горілки: використання системи САФЕ з картриджами, заповненими срібловмісним активованим вугіллям.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- Контрольне фільтрування горілки: фільтр мішкового типу для уникнення потрапляння дрібнодисперсних частинок.

Такий комплексний підхід забезпечує високу якість води, сортівки та готової продукції, що відповідає найвищим стандартам у виробництві лікєро-горілчаних виробів.

3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Вода з міської водомережі подається в фільтр 1, заповнений фільтрувальним матеріалом: обсидіаном. Після цього, очищена від механічних домішок вода, надходить у сорбційний фільтр 3, заповнений комбінацією сорбційних матеріалів, таких як Вirm і Ругоloх. Далі вода направляється у фільтр 4 для пом'якшення, який заповнений катіонообмінною смолою, наприклад, Dowex. Після пом'якшення вода надходить у фільтр 5, призначений для покращення органолептичних показників. Завдяки такій багатоступеневій системі водопідготовки забезпечується висока якість води для подальшого використання в технологічних процесах.

Надалі вода надходить у фільтр контрольного фільтрування 6, заповнений обсидіаном. Після цього воду направляють або в напірну ємність 10, або на установку демінералізації 8, або у збірник перемішування пом'якшеної та демінералізованої води. З установки демінералізації вода надходить у збірник перемішування, звідки подається в напірну ємність для води 10. Із спиртосховища спирт подають у напірну ємність для спирту 11. Потім спирт і підготовлена вода з напірного відділення через мірники 12 та 13 самопливом подаються у сортувальне відділення в змішувач фірми «Diessel» 15, де відбувається змішування спирту етилового ректифікованого і підготовленої води.

Приготовлену сортівку відцентровим насосом перекачують у напірні ємності для сортівки 17. Звідти сортівка самопливом надходить на двопотоковий фільтр 18, де відокремлюються тонкодисперсні домішки. З фільтрів 18 сортівка самопливом надходить у реактори-адсорбери, де покращуються її органолептичні властивості. Спочатку водно-спиртовий розчин проходить через реактор-адсорбер 19, де знаходиться активоване кісточкове вугілля, а потім через реактор-адсорбер 20, де знаходиться опало-хладцедотонувий мінерал. Швидкість проходження сортівки через реактори-адсорбери регулюється за допомогою ротаметра 16.

Виправний брак із пісочних фільтрів і реакторів-адсорберів подається насосом у збірник для виправного браку 25. З реакторів-адсорберів очищену сортівку перекачують на другий поверх, де її пропускають через двопотокові фільтри 18 для кінцевого очищення. Потім сортівка надходить в апарат САФЕ 21 для отримання покращених органолептичних властивостей. Очищену сортівку перекачують насосом у довідні ємності 22, де відбувається доведення горілки до потрібних кондицій і додавання інгредієнтів згідно з рецептурою.

Інгредієнти додають у довідні ємності 22 зі збірників 23 і 24 згідно з рецептурою, після чого суміш фільтрують через мішковий фільтр 26. Вся суміш перемішується, витримується та подається в цех розливу.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОБРОБКИ СОРТІВКИ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Характеристика проєктованих горілок

Горілка – алкогольний напій, який готують шляхом обробки активованим вугіллям водно – спиртового розчину міцністю 40–56 % об. з додаванням в нього інгредієнтів, або без них, з наступною фільтрацією. При цьому інгредієнти, що вносяться, не повинні змінювати колір горілки. Горілка – прозора безбарвна рідина без сторонніх включень і осаду з характерним горілчанним ароматом і смаком. В залежності від якості спирту і інгредієнтів горілки поділяють на горілки і горілки особливі. Особлива горілка «Лимонна» відрізняється специфічним ароматом і м'яким смаком, які створюються внесенням інгредієнтами – ароматними спиртами та ін. В залежності від якості горілок їх готують, використовуючи спирт сорту «Люкс». Хімічним аналізом визначають вміст спирту, екстрактивних речовин, цукру, органічних кислот, ефірної олії та деякі інші складові частини відповідно до рецептури. Рецептури передбачають в кожному напої певний вміст спирту (% об.) та цукру (г/100 см³), а для ряду напоїв вміст екстрактивних речовин і кислот в перерахунку на лимонну кислоту (г/100 см³). Рецептура наведена в табл. 4.1.

Згідно рецептури приймаємо лимонну кислоту класу «Екстра», цукор кристалічний та ароматний спирт лимонного масла. Додавання інгредієнтів обумовлює органолептичні, важкі метали і радіонукліди та фізико-хімічні показники горілок, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 4256:2003 «Горілки і горілки особливі. Технічні умови» та наведені в табл. 4.2-4.5 [4].

Таблиця 4.1 — Рецептури проєктованих горілок

Найменування компоненту	Купаж на 1000 дал горілки	
	«Класична»	Особлива «Лимонна»
Спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс», дм ³	Спирт і вода із розрахунку на міцність купажу 40 % об.	
Вода підготовлена, дм ³		
Цукор, кг	10.0	-
Лимона кислота дм ³	-	150.0
Ароматні спирти - лимонного масла	-	42.0

Таблиця 4.2 — Органолептичні показники горілок

Найменування показника	Характеристика	
	«Класична»	Особлива «Лимонна»
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх домішок та осаду	Прозора рідина без сторонніх домішок та осаду
Колір	Безбарвна рідина	Безбарвна рідина
Смак і аромат	Характерні для горілки без стороннього присмаку та аромату, в горілках особливих дозволено злегка відчутний аромат	Характерний для горілок особливих злегка відчутний смак і аромат

Таблиця 4.3 — Фізико-хімічні показники горілки «Класичної» та особливої «Лимонної» із спирту сорту «Люкс»

Найменування показника	Значення показника для горілки із спирту сорту Люкс	
	«Класична»	Особлива «Лимонна»
Міцність, % об.	37.5...60	37.5...60
Лужність - об'єм соляної кислоти, ммоль/дм ³	0,5-3,5	0,5-3,5
Масова концентрація альдегідів мг, не більше	6,0	6,0
Масова концентрація сивушного масла, мг, не більше	3,0	3,0
Масова концентрація естерів, мг, не більше	7,0	7,0
Об'ємна частка метилового спирту, %, не більше	0,01	0,01

Таблиця 4.4 — Вміст важких металів і радіонуклідів горілки класичній зі спирту сорту «Люкс» та в горілці особливій «Лимонній»

Найменування показника	Допустимий рівень, мг/кг, не більше	Методи випробовування
Свинець	0,3	Згідно з чинною НД
Кадмій	0,03	Згідно з чинною НД
Ртуть	0,005	Згідно з чинною НД
Цинк	10	Згідно з чинною НД
Мідь	5	Згідно з чинною НД
Миш'як	0.2	Згідно з чинною НД
Цезій 137, БК/кг	600	Згідно з чинною НД
Стронцій 90, БК/кг	200	Згідно з чинною НД

Таблиця 4.5 — Фізико-хімічні показники спирту етилового ректифікованого сорту «Люкс»

Найменування показника	Норма
Об'ємна частка етилового спирту за температури 20 °С, хв, % не менше	96,3
Проба на чистоту з сірчаною кислотою	Витримує
Проба на окислювальність при 20°С, хв, не менше	22
Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий в безводному спирті, мг/дм ³	2,0
Масова концентрація сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті мг/дм ³ , не більше	2,0
Масова концентрація естерів в перерахунку на оцтовоетиловий естер в безводному спирті мг/дм ³ , не більше	2,0
Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний спирт, %, не більше	0,01
Масова концентрація вільних кислот (без CO ₂), в перерахунку на оцтову кислоту, в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	8,0
Масова концентрація органічних речовин, що омилюються, в перерахунку на оцтовоетиловий естер, в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше	18,0
Проба на фурфурол	Витримує

Характеристика води підготовленої

Лікero-горілчана галузь України є однією з найбільш розвинутих, завдяки впровадженню новітніх прогресивних технологій, спрямованих на інтенсифікацію усіх стадій технологічного процесу та покращання якості готової

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

продукції – горілок, горілок особливих. До якості горілчаної продукції на світовому ринку висуваються все більш високі вимоги. У числі показників регламентуються стійкість напоїв та вміст токсичних і мінеральних домішок, які в готову продукцію потрапляють з водою, частка якої у приготуванні водноспиртових сумішей становить 50...95 %. Вода є середовищем, у якому протікають біохімічні та хімічні процеси, що мають місце у технології виробництва горілок, горілок особливих. На даний момент для підприємств лікєро-горілчаної галузі діє стандарт України СОУ 15.91371237:2005 «Вода підготовлена для лікєро-горілчаного виробництва» [13]. Цей галузевий стандарт включає вимоги до підготовки води для приготування слабоалкогольних напоїв, горілок і лікєро-горілчаних напоїв зі спирту. Воду потрібно отримувати питної якості, тому в якості джерела водопостачання бажано використовувати артезіанські свердловини з подальшим доведенням води до необхідної до виробничих потреб якості. Для виготовлення горілок і лікєро-горілчаних напоїв високої якості завод повинен бути забезпечений водою, яка б відповідала вимогам. Питна вода, призначена для приготування напоїв, повинна бути безбарвною, прозорою, без стороннього смаку і запаху та без інший домішок (табл. 4.6-4.7).

Таблиця 4.6 — Органолептичні показники води підготовленої

Найменування показника, одиниця виміру	Значення показника
Запах за температури 20°C, бал	0
Смак та присмак за температури 20°C, бал	0
Забарвленість, градус	не більше 2
Мутність, мг/дм ³	не більше 0,2

Таблиця 4.7 — Гранично допустимі значення показників домішок води, яку використовують для виготовлення горілок

Найменування показника, одиниця виміру	Значення показника
1	2
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,1
Лужність загальна, ммоль/дм ³	не більше 0,2
Лужність вільна, ммоль/дм ³	не допускається
Сухий залишок, мг/дм ³	не більше 350
Водневий показник, рН	від 6,0 до 8,0
Масова концентрація натрію+калію, мг/дм ³	не більше 150
Масова концентрація заліза, мг/дм ³	не більше 0,05
Масова концентрація марганцю, мг/дм ³	не більше 0,05
Масова концентрація сульфідів, мг/дм ³	не більше 50,0
Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	не більше 60
Масова концентрація силікатів, мг/дм ³	не більше 5,0
Масова концентрація ортофосфатів, мг/дм ³	не більше 0,05
Масова концентрація поліфосфатів, мг/дм ³	не більше 0,05
Масова концентрація нітратів, мг/дм ³	не більше 5,0
Масова концентрація нітритів, мг/дм ³	не більше 0,1
Масова концентрація аміаку, г/дм ³	не допускається
Масова концентрація хлору залишкового, мг/дм ³	не допускається
Масова концентрація сірководню, мг/дм ³	не допускається

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4.2 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Характеристика сорбентів і фільтраційних матеріалів

Активоване кісточкове вугілля К-48 використовується в горілчаному виробництві в якості адсорбера, через який проходить фільтрація сортівки та надає сортівці кращі органолептичні та фізико-хімічні показники. Активоване вугілля повинно повністю відповідати вимогам ДСТУ 12915–2004 «Матеріали для очищення води, призначеної для споживання людиною. Гранульоване активоване вугілля».

Характеристика та вимоги до якості кісточкового вугілля К-48 наведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 — Характеристика та вимоги до якості кісточкового вугілля К-48

Найменування показника, одиниця виміру	Значення показника
Зовнішній вигляд	Зерна чорного кольору без механічних включень
Адсорбційна активованість за йодом, %, не менше	52
Сумарний обсяг пор по воді, см ³ /м, не менше	2,5
Насипна щільність, г/дм ³ , не більше	470
Масова частка золи, %, не більше	2
Масова частка вологи, %, не більше	5

Природний опало-халцедоновий мінерал являє собою дрібні кристали халцедону, кварцу та природного опалу. Гранулометричний склад матеріалу – від 0,5 ...5 мм. Матеріал відносять до мікропористих мінералів з сорбційними властивостями. Форма зерен – обкочена, кутааста, гострокутааста; поверхня зерен – рівна, гладка, шорстка. Вміст вільного кварцу (незв'язаного SiO₂) в мікропористому мінералі 95,0...99,0 %.

Обсидіан — природний матеріал вулканічного походження, масивна гірська порода, що характеризується раковистим, ріжучим зломом, іноді смугастим або плямистим забарвленням. Розрізняють обсидіан нормального, сублужного і лужного рядів. Obsidian утворюється при швидкому застиганні в'язкої кислої магми на поверхні лави або в субвулканічних умовах. Фізичні властивості залежать від вмісту води і від ступеня розкристалізованості породи.

Основні фізико-механічні характеристики наведені в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 — Основні фізико-механічні характеристики опало-халцедонового мінералу

Найменування показника, одиниця виміру	Значення показника
Насипна густина, кг/м ³	1,45 1,5
Вологість, %	5...7
Механічна міцність, %	97±1
Зольність, %	2±0,2
Міжзернова пористість	55...65
Коефіцієнт форми зерна, %	1,1...1,15
Стиранність, %	0,2±0,05

Характеристика кислоти лимонної

Лимонна кислота використовується в горілчаному виробництві в якості регулятору кислотності та надає їм нотку свіжості та приємний кислий смак. Органолептичні та фізико-хімічні показники повинні відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 908:2006 «Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови» [4] (табл. 4.10) Згідно теми проекту було обрано кислоту лимонну класу «Екстра».

Таблиця 4.10 — Гранично допустимі значення показників кислоти лимонної

Найменування показника	Значення показника		
	Екстра	Вищий	Перший
Зовнішній вигляд та колір	Безбарвні кристали або білий порошок без грудок; для кислоти першого гатунку допускається жовтуватий відтінок		
Смак	Кислий, без стороннього смаку		
Запах	Розчин кислоти концентрації 20 г/дм ³ в дистильованій воді не повинен мати запаху		
Структура	Сипуча та суха, на дотик не липка		
Масова частка лимонної кислоти в перераху- нку на моногідрат, %, не менше, не більше	99,5 101,0	99,5	99,5
Колір, одиниці показника кольоровості розчину йодної шкали, не більше	4	6	10
Масова частка золи, %, не більше	0,07	0,10	0,35
Масова частка вільної сірчаної кислоти, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Масова частка миш'яку, %, не більше	0,00007	0,00007	0,00007
Масова частка сульфатної золи, %, не більше	0,1	-	-

Характеристика ароматних спиртів

Основною складовою горілки особливої є ароматні спирти, які отримують перегонкою спиртових настоїв. Ароматний спирт масла лимонного виготовляються шляхом перегонки настою першого зливу аламбіку при атмосферному тиску. Вихід спиртів складав 45-50 % з міцністю 75-80 % об. За фізико-хімічними та органолептичними показниками (табл. 4.11) вироблені ароматні спирти повністю відповідали вимогам ДСТУ 4711:2007 «Спирти ароматні з рослинної сировини і ефірних олій. Загальні технічні умови» [3].

Таблиця 4.11 — Органолептичні та фізико-хімічні показники ароматних спиртів

Найменування показника, одиниця ви- міру	Значення показника
Зовнішній вигляд	Прозора без осаду та сторонніх домішок,
Смак та присмак	Рідина зі смаком та ароматом лимону
Об'ємна частка етилового спирту, %	50...80
Об'ємна частка ефірної олії, %	0,0...2,0
Густина мг/дм ³	0,850...0,940

Характеристика цукру

Кристалічний цукор виробляють з розмірами кристалів від 0,2 мм до 2,5 мм, сахарозу для шампанського — розмірами від 1,0 мм до 2,5 мм. Допускається виробляти кристалічний цукор з іншими розмірами кристалів. Для кристалічного цукру і сахарози для шампанського допустимі відхилення від мінімального і максимального граничних розмірів до 5 % від маси кристалів.

Цукрову пудру виробляють у вигляді подрібнених кристалів розмірами не за органолептичними та фізико-хімічними показниками цукор повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623-2006 «Цукор білий. Технічні умови» зазначеним в табл. 4.12 і 4.13. В роботі обраний цукор кристалічний першого сорту.

Таблиця 4.12 — Органолептичні показники цукру білого кристалічного

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок.
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині.
Чистота розчину	Чистота розчину Розчин цукру повинен бути прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок.

Таблиця 4.13 — Фізико-хімічні показники цукру білого кристалічного

Найменування показника	Значення показника			
	Перший сорт	Другий сорт	Третій сорт	Четвертий сорт
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукованих речовин (в перерахуванні на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04	0,05	0,065
Масова частка води, %, не більше ніж	0,1	0,1	0,14	0,15
Масова частка золи (в перерахуванні на СР), %, не більше ніж	0,027	0,04	0,04	0,05
Кольоровість в розчині, не більше ніж: одиниць ICUMSA	45,0	60,0	104,0	195,0
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,5	0,5	0,5	0,5

4.3 Характеристика допоміжних матеріалів

Характеристики пляшок скляних, етикеток та ковпачків наведено в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 — Характеристики пляшок скляних, етикеток та ковпачків

Найменування матеріалу	Нормативно-технічний документ	Основні показники
Пляшки скляні	Згідно з чинною НД	Об'єм пляшок, дм ³ : 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,75
Етикетки	Згідно з чинною НД	Матеріал: папір етикетковий «сухий», водостійкий. Покриття: УФ-лак
Металопластикові ковпачки	Згідно з чинною НД	Матеріал: металопластик; діаметр - 32 мм, висота - 47 мм, з кільцем, сигналізуючим про відкриття пляшки і дозатором

5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Відповідно до розрахунків прийнятих у промисловості, було виконано технологічні розрахунки для цеху горілчаного.

5.1 Вихідні дані для продуктових розрахунків

Лікero-горілчаний завод потужністю 2,5 млн дал напоїв на рік виробляє 80 % горілок і горілок особливих, асортимент та обсяг виробництва проєктованих горілок наведений в табл. 1.1:

горілки виробляють із ректифікованого спирту сорту «Люкс» міцністю 96,3 % об. 242 доби на рік;

сортівку готують неперервним способом;

горілку «Класична» розливають за рівнем, горілку особливу «Лимонна» — за рівнем;

горілки розливають у нові пляшки, у т. ч.: 5 % — у пляшки місткістю 1,75 дм³, 15 % — у пляшки місткістю 0,75 дм³, 50 % — у пляшки місткістю 0,5 дм³, 30 % — у пляшки місткістю 0,25 дм³;

розрахунки виконують на 1000 дал горілки з подальшим перерахунком на річну і добову потужність за методиками, прийнятими у виробництві горілок [15].

5.2 Продуктові розрахунки

Витрата спирту етилового ректифікованого

Кількість спирту, що витрачається на виробництво горілки, визначають враховуючи безповоротні його втрати при приготуванні водно-спиртової суміші (сортівки), перекачування її в напірний збірник, обробці суміші активованим вугіллям і при фільтруванні, а також при розливі горілки. Ці втрати обчислюють в об'ємних відсотках від кількості спирту, витраченого на виробництво горілки.

Крім того, враховують спирт, що міститься в поворотному продукті, який можна виправити, і у відходах виробництва — браку, який непридатний для виробництва лікero-горілчаних виробів, але може бути використаний після зміцнення під час виготовлення денатурованого спирту.

Норми втрат спирту, браку та поворотних продуктів встановлюють залежно від конкретних умов роботи заводу і асортименту. Норми витрат наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 — Норми втрат спирту і браку при виготовленні проєктованих горілок

Найменування горілки	Втрати спирту в перерахунок на безводний у відділенні, %			Виправний брак, %	Невиправний брак, %	Поворотні продукти, що утворюються в цеху розливу, %
	очисному	розливу	загальні			
«Класична»	0,54	0,50	1,04	3	0,1	1,0
Особлива «Лимонна»	0,54	1,42	1,96	3	0,1	1,0

У розрахунках спирту спочатку визначають потребу у безводному спирті з урахуванням втрат, які мають місце під час приготування сортівки, а потім його перераховують на спирт ректифікований із відомою міцністю.

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Витрату безводного спирту, дал, для виробництва 1000 дал будь-якої горілки визначають за формулою

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{1000 * M_{\text{гор}}(100 + \text{Вт}_{\text{б.с.}})}{M_{\text{б.с.}} * 100},$$

де $V_{\text{б.с.}}$ – витрата безводного спирту, дал; $M_{\text{гор}}$ – міцність горілки, % об.; $M_{\text{б.с.}}$ – міцність безводного спирту, % об.; $\text{Вт}_{\text{б.с.}}$ – втрати безводного спирту під час приготування сортівки і розливу горілки, %.

Отже, витрата безводного спирту для приготування проектованих горілок: горілки «Класична»

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{1000 * 40(100 + 1,04)}{100 * 100} = 404,2 \text{ дал}$$

горілки особливої «Лимонна»

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{1000 * 40(100 + 1,96)}{100 * 100} = 408 \text{ дал}$$

Далі об'єм безводного спирту, дал, перераховують на спирт ректифікований заданої міцності

$$V_{\text{р.с.}} = \frac{V_{\text{б.с.}} * 100}{M_{\text{б.с.}}}$$

Отже, витрата спирту етилового ректифікованого «Люкс» для приготування: горілки «Класична» – $404,2 \cdot 100 / 96,3 = 419,73$ дал, горілки особливої «Лимонна» – $408,0 \cdot 100 / 96,3 = 423,6$ дал.

Витрата підготовленої води

Для спрощення розрахунку приймають, що наведені втрати спирту (табл. 4.1) є однаковими за величиною втратами води. Це обумовлене тим, що спирт завжди випаровується у вигляді водно-спиртової суміші, захоплюючи з собою пару води. Крім того, спирт втрачається як за рахунок випаровування, так і у вигляді механічних втрат водно-спиртової суміші. Витрату підготовленої води для приготування сортівки заданої міцності із врахуванням стиснення об'єму розчину під час змішування спирту ректифікованого і води (контракції) розраховують за формулою

$$V_{\text{в}} = \frac{V_{\text{р.с.}} * V_{\text{В100}}}{100} \text{ дал,}$$

де $V_{\text{В100}}$ — об'єм води, яку треба додати до 100 дал ректифікованого спирту для отримання сортівки заданої міцності, дал.

У разі приготування сортівки міцністю 40 % об. із застосуванням спирту ректифікованого Люкс міцністю 96,3 % об. до 100 дал спирту потрібно додати 147,87 дал води.

Витрата підготовленої води на приготування 1000 дал сортівки для: горілки «Класична» – $419,73 \cdot 147,87 / 100 = 620,37$ дал, горілки особливої «Лимонна» – $423,67 \cdot 147,87 / 100 = 626,19$ дал.

Сортівка

Об'єм приготовленої сортівки зазвичай більший за об'єм виробленої горілки. Це зумовлено тим, що у виробничих місткостях залишається певна

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

частина сортівки попереднього приготування, частина сортівки повертається із очисного відділення після спорожнення фільтрів і вугільних колонок. Із цеху розливу частина горілки повертається у вигляді поворотних продуктів до сортувального відділення. За правильної організації виробничого процесу у цеху розливу їх частка ($\text{Ч}_{\text{п.п.}}$) не більша як 1,5 % від загального об'єму виробленої продукції.

Такі продукти узагальнюють під загальною назвою виправний брак, тобто їх можна повторно використати для приготування сортівки без додаткової попередньої підготовки. Їх частка ($\text{Ч}_{\text{в.б.}}$) становить не більш як 3,0 % загального об'єму виробленої продукції. Крім того, деяка частина продукту втрачається як невиправний брак, що потребує додаткового очищення і непридатний для виробництва харчових продуктів. Згідно з чинним законодавством невиправний брак спрямовують на спиртові заводи для переробки. Його частка ($\text{Ч}_{\text{н.б.}}$) - близько 0,1 %.

Отже, загальний об'єм сортівки потрібний для виробництва 1000 дал готової горілки розраховують за формулою

$$V_{\text{сор.заг.}} = \frac{1000(100 + \text{Ч}_{\text{в.б.}} + \text{Ч}_{\text{н.б.}} + \text{Вт}_{\text{б.с.заг.}})}{100}$$

де $\text{Вт}_{\text{б.с.заг.}}$ – загальні втрати спирту під час приготування сортівки і розливу горілки, %.

Відповідно, загальний об'єм сортівки в напірних збірниках, з якої готують: горілку «Класична»

$$\frac{1000(100 + 3 + 0,1 + 1,04)}{100} = 1041,4$$

горілку особливу «Лимонна»

$$\frac{1000(100 + 3 + 0,1 + 1,96)}{100} = 1050,6$$

Об'єм виправного браку на кожний сорт горілки

$$1000 \cdot 0,03 = 30 \text{ дал.}$$

Об'єм невиправного браку на кожний сорт горілки

$$1000 \cdot 0,001 = 1 \text{ дал.}$$

Інгредієнти

Витрата інгредієнтів обумовлена рецептурою горілок і їх витрати на 1000 дал проєктованих горілок наведено в табл. 4.1.

Горілка

Якщо врахувати втрати спирту під час розливу (табл. 4.1) і вважати, що весь невиправний брак утворюється в цеху розливу, поворотні продукти, що повертаються у сортувальне відділення, та інгредієнти, які задають в горілку в довідному збірнику згідно з рецептурою, то об'єм горілки, дал, в довідних збірниках розраховують за формулою

$$V_{\text{гор}} = \frac{1000(100 + \text{Ч}_{\text{п.п.}} + \text{Ч}_{\text{н.б.}} + \text{Вт}_{\text{б.с.роз.}})}{100} + \frac{\sum V_{\text{інг.і}}}{10}$$

де $\text{Ч}_{\text{н.б.}}$ – частка невиправного браку, що утворився в цеху розливу, частка від 1, $\text{Ч}_{\text{н.б.}} = 0,001$; $\text{Ч}_{\text{п.п.}}$ – частка поворотних продуктів цеху розливу

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

(становить близько 1 % об'єму товарної продукції), $\text{Ч}_{\text{п.п.}} = 0,01$; $\sum V_{\text{інг.і}}$ – сума об'ємів інгредієнтів, які вводять в довідний збірник згідно з рецептурою, дал;
10 – коефіцієнт перерахунку дециметрів кубічних в декалітри.

Отже, об'єм горілок в довідному збірнику:

«Класична»

$$\frac{1000(100 + 1 + 0,1 + 0,5)}{100} + \frac{10}{10} = 1037,00 \text{ дал}$$

особлива «Лимонна»

$$\frac{1000(100 + 1 + 0,1 + 1,42)}{100} + \frac{150}{10} = 1060,2 \text{ дал}$$

В табл. 5.2-5.4 наведені узагальнені результати розрахунків на 1000 дал, річну і добову потужність заводу.

Таблиця 5.2 — Виробнича програма для виробництва 1000 дал горілки

Найменування продукту	Одиниця вимірювання	Найменування горілки	
		«Класична»	особлива «Лимонна»
Безводний спирт	дал	404,20	408,00
Спирт етиловий ректифікований сорту Люкс	дал	419,73	423,67
Підготовлена вода	дал	620,37	626,19
Сортівка	дал	1041,40	1050,60
Виправний брак	дал	30,00	30,00
Невиправний брак	дал	1,00	1,00
Горілка в збірниках готової продукції	дал	1037,00	1060,20
Цукор білий	кг	10	—
Ароматний спирт масла лимону	дм ³	—	150
Коефіцієнт перерахунку на потужність: річну		800,00	800,00
добову		3,31	3,31

Таблиця 5.3 — Річна виробнича програма для виробництва горілок

Найменування продукту	Одиниця вимірювання	Найменування горілки		Разом
		«Класична»	особлива «Лимонна»	
Безводний спирт	дал	404200	408000	812200
Спирт етиловий ректифікований сорту Люкс	дал	419730	423670	843400
Підготовлена вода	дал	620370	626190	1246560
Сортівка	дал	104 1400	105 0600	2092000
Виправний брак	дал	30000,00	30000,00	60000
Невиправний брак	дал	1000,00	1000,00	2000
Горілка в збірниках готової продукції	дал	1037000	1060200	2097200
Цукор білий	кг	10000,00	—	10000,00
Ароматний спирт	дм ³	—	150000,00	150000,00

Таблиця 5.4 — Добова виробнича програма для виробництва горілок

Найменування продукту	Одиниця вимірювання	Найменування горілки		Разом
		«Класична»	особлива «Лимонна»	
Безводний спирт	дал	1670,24	1685,95	3356,19
Спирт етиловий ректифікований сорту Люкс	дал	1734,55	1750,70	3485,12
Підготовлена вода	дал	2563,51	2587,04	5151,07
Сортівка	дал	4303,3	4341,32	8644,62
Виправний брак	дал	123,96	123,96	247,9
Невиправний брак	дал	4,13	4,13	8,26
Горілка в збірниках готової продукції	дал	4285	4380	8666,11
Цукор білий	кг	41,32	—	41,32
Ароматний спирт лимону	дм ³	—	619,83	619,83

5.3 Розрахунки основних і допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали

Потрібну кількість пляшок $N_{пл}$, ковпачків $N_{ков}$, етикеток $N_{ет}$, ящиків $N_{я}$, коробів $N_{к}$ і гофролотків $N_{гл}$, шт., в які вкладають пляшки, розраховують відповідно до місткості пляшки і відсотка продукції, що розливається в таку пляшку; норм втрат пляшок від їх миття до передавання на склад готової продукції; норм витрат ковпачків і етикеток та їх втрат на виробництві; місткості ящиків, коробів і гофролотків для пляшок відповідної місткості, їх втрат від спрацювання та частки продукції, яку вкладають у відповідну тару.

Розрахунки виконують за такими формулами: потреба в пляшках різної місткості $N_{пли}$, шт.,

$$N_{пли} = \frac{10V_{гор} \cdot \text{Ч}_{горі}(1 + B_{пл})}{100V_{пли}}$$

де $\text{Ч}_{горі}$ – відсоток горілки, що розливається у пляшку i -місткості, %; $B_{пл}$ – бій пляшок від їх миття до видачі на склад товарної продукції, частка від 1; $V_{пли}$ – місткість пляшки, дм³; 10 – коефіцієнт перерахунку декалітрів у дм³.

Кількість ящиків $N_{яі}$, коробів $N_{кі}$ та гофролотків $N_{глі}$, шт., для пакування пляшок у i -місткості

$$N_{яі} = \frac{N_{пли}(1 + B_{тсп})}{n_{пли}}$$

де $N_{пли}$ – загальна кількість пляшок i -місткості, які вкладають у ящики, короби або гофролоток, шт.; $B_{тсп}$ – втрати ящиків, коробів або гофролотків від спрацювання, частка від 1; $n_{пли}$ – кількість пляшок i -місткості, що вкладають у 1 ящик, короб або гофролоток, шт.

Кількість гвинтових ковпачків $N_{ков}$, шт., для коркування пляшок

$$N_{ков} = \frac{1040N_{пл.заг}(1 + B_{тков})}{1000}$$

де $N_{\text{пл.заг}}$ – загальна кількість коркованих пляшок, шт.; $V_{\text{т.ков}}$ – втрата ковпачків під час коркування пляшок, частка від 1.

Кількість етикеток, контретикеток, кольєреток і акцизних марок $N_{\text{ет}}$, шт., для оформлення пляшок

$$N_{\text{ет}} = \frac{4040 N_{\text{пл.заг}} (1 + V_{\text{т.ет}})}{1000}$$

де $V_{\text{т.ет}}$ – втрата етикеток, контретикеток, кольєреток і акцизних марок під час оформлення пляшок, частка від 1.

Для спрощення розрахунків у табл. 5.5 наведено норми витрат і втрат пакувальних та допоміжних матеріалів під час виробництва горілки.

Таблиця 5.5 — Норми витрат і втрат пакувальних та допоміжних матеріалів

Найменування показника	Од. вимірювання	Норма
Місткість ящиків, коробів або гофролотків для пляшок місткістю, дм ³ : 1,75 0,75 0,50 0,25	шт.	4 12 20 30
Витрата гвинтових ковпачків	шт./тис. пляшок	1040
Витрата етикеток, контретикеток, кольєреток і акцизних марок	шт./тис. пляшок	4040
Бій пляшок від їх миття до видачі на склад товарної продукції	%	2,3
Втрати ящиків, коробів і гофролотків від спрацювання	%	1,0
Втрати гвинтових ковпачків під час оформлення продукції	%	5,6
Втрати етикеток, контретикеток, кольєреток і акцизних марок	%	1,5
Активоване вугілля для оброблення сортівок: що не потребують додаткової обробки; що потребують додаткову обробку	кг/тис. дал	1,3 2,0
Оцтова кислота для останнього протирання пляшок з готовою продукцією	кг/тис. дал	1,0
Клей для наклеювання етикеток, контретикеток, кольєреток, акцизних марок на пляшки	кг/тис. дал	20,4
Папір для обгортання пляшок	кг/тис. дал	130
Плівка ПЕТ для обгортання гофролотків	кг/ тис. гофролотків	40,0

Розрахунки потрібної кількості пляшок для річного і добового асортименту горілок залежно від місткості пляшки та бою їх від миття до видачі на склад товарної продукції наведено в табл. 5.6.

За даними табл. 5.6 розраховують загальну потребу у пляшках різної місткості для річного і добового асортименту горілки (табл. 5.7).

Таблиця 5.6 — Розрахунки потреби у пляшках для річного і добового асортименту горілки

Найменування горілки	Річний випуск, дм ³	Місткість пляшки, дм ³	Розлито горілки, %	Річний випуск у пляшках такої місткості, дм ³	Кількість пляшок, шт. на	
					рік	добу
«Класична»	8000000	1,75	5	400000	233051	963
		0,75	15	1200000	1631360	6741
		0,50	50	4000000	8156800	33706
		0,25	30	2400000	9788160	40447
Особлива «Лимонна»	8000000	1,75	5	400000	233051	963
		0,75	15	1200000	1631360	6741
		0,50	50	4000000	8156800	33706
		0,25	30	2400000	9788160	40447

Таблиця 5.7 — Розрахунки загальної потреби у пляшках для річного і добового асортименту горілки, шт.

Місткість пляшки, дм ³	Потреба у пляшках на рік для горілки		Разом на		
	«Класична»	особливої «Лимонна»	рік	добу	%
1,75	233051	233051	466102	1926	1,18
0,75	1631360	1631360	3262720	13482	8,26
0,50	8156800	8156800	16313600	67411	41,17
0,25	9788160	9788160	19576320	80893	49,39
Всього:	19809371	19809371	39618742	163713	100

Потрібна така кількість тари для вкладання пляшок місткістю, дм³:

$$N_{я1,75} = \frac{466102(1 + 0,01)}{4} = 117691 \text{ шт. ящиків на рік або } \frac{117691}{242} = 486 \text{ шт. ящиків на добу}$$

$$N_{к0,75} = \frac{3262720(1 + 0,01)}{12} = 274612 \text{ шт. коробок на рік або } \frac{274612}{242} = 1135 \text{ шт. на добу}$$

$$N_{гл0,50} = \frac{16313600(1 + 0,01)}{20} = 823827 \text{ шт. гофролотків на рік або } \frac{823827}{242} = 3404 \text{ шт. на добу}$$

$$N_{гл0,25} = \frac{19576320(1 + 0,01)}{30} = 659069 \text{ шт. гофролотків на рік або } \frac{659069}{242} = 2723 \text{ шт. на добу}$$

Загальна потреба у етикетках, контретикетках, кольєретках і акцизних марках для пляшок

$$N_{ет.заг} = \frac{4040 * 39618742(1 + 0,015)}{1000} = 2000000 \text{ шт./рік або } \frac{2000000}{242} = 8264 \text{ шт. на добу}$$

Загальна потреба у клею для наклеювання етикеток, контретикеток, кольєреток і акцизних марках на пляшки:

$$20,4 \cdot 2000000 / 1000 = 32\,640 \text{ кг/рік або } 32\,640 / 243 = 134,88 \text{ кг/добу.}$$

Загальна потреба у оцтовій кислоті для останнього протирання пляшок з готовою продукцією

$$1 \cdot 2000000 = 2000 \text{ кг/рік або } 2000 / 242 = 8,26 \text{ кг/добу.}$$

Загальна потреба у *плівці ПЕТ* для обгортання гофролотків. В гофролотки вкладають пляшки місткістю 0,50 і 0,25 дм³. Отже, потрібно плівки

$$40(823\,827 + 659\,069) / 1000 = 5\,886\,808,24 \text{ кг/рік}$$

$$\text{або } 5\,886\,808,24 / 243 = 24\,225,55 \text{ кг/добу.}$$

Витрати активованого вугілля марки К-48:

Річні витрати:

$$G_{\text{К-48,річ}} = (0,65 / 1000) \times 1000000 = 650 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{К-48,річ.осб}} = (1 / 1000) \times 1000000 = 1000 \text{ кг.}$$

Добові витрати:

$$G_{\text{К-48,доб}} = 650 / 242 = 2,68 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{К-48,доб.осб}} = 1000 / 242 = 4,13 \text{ кг.}$$

Витрати природного опало-халцедонового мінералу

Річні витрати:

$$G_{\text{охм.річ}} = (0,65 / 1000) \times 1000000 = 650 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{охм.річ.осб}} = (1 / 1000) \times 1000000 = 1000 \text{ кг.}$$

Добові витрати:

$$G_{\text{охм.доб}} = 650 / 242 = 2,68 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{охм.доб.осб}} = 1000 / 242 = 4,13 \text{ кг.}$$

Витрати обсидіану:

Річні витрати:

$$G_{\text{обс.річ}} = (0,2 / 1000) \times 1680000 = 320 \text{ кг.}$$

Добові витрати:

$$G_{\text{обс.доб}} = 320 / 243 = 1,32 \text{ кг.}$$

Таблиця 5.8 — Розрахунки загальної потреби у допоміжних матеріалах

Найменування матеріалу	Добова витрата, кг	Річна витрата, кг
Активоване вугілля К-48	8,56 кг	2080 кг
Природний опало-халцедоновий мінерал	4,28 кг	1040 кг
Обсидіан	1,32 кг	320 кг
Ящики	486 шт.	117 691 шт
Коробки	1135 шт.	274 612 шт
Гофролотки	3404 шт.	823 827 шт
Етикетки	8264 шт.	2000000 шт
Клей	134,88 кг	32 640 кг
Оцтова кислота	8,26 кг	2000 кг
Плівка ПЕТ	24 225,55 кг	5 886 808,24 кг

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Для горілчаного виробництва потужністю 2,5 млн дал/рік розрахунок площ виробничих і складських приміщень базується на нормативних даних, СНіПах та галузевих рекомендаціях. Нижче наведено орієнтовний підхід до розрахунків, що враховує потреби основних цехів та складів. Основні приміщення та їхні орієнтовні площі наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Основні приміщення та їхні орієнтовні площі

№	Назва приміщення	Опис і функція	Орієнтовна площа, м ²
1	Виробничий цех (розлив, змішування)	Основний техпроцес: розведення спирту, фільтрація, розлив	500–700
2	Цех підготовки води	Очистка, фільтрація, зберігання води	100–150
3	Лабораторія та контрольно-вимірвальна зона	Якість продукції, контроль спирту і води	50–100
4	Склад спирту (закритий, з ліцензією)	Зберігання етилового спирту до змішування	300–400
5	Склад тари (пляшки, корки, етикетки)	Зберігання пакувальних матеріалів	200–300
6	Склад готової продукції	Зберігання напоїв до відвантаження	400–600
7	Побутові приміщення персоналу	Роздягальні, душові, їдальня	150–200
8	Адміністративні приміщення	Офіси, документообіг, облік	100–150
Разом			1800–2600 м²

Пляшки і готова продукція вкладаються на піддони розміром 1000×1200 мм, на яких розміщується 20 ящиків при установці 6 ящиків у висоту для пустих ящиків і 5 ящиків у висоту для готової продукції. Використання піддонної системи дозволяє механізувати вантажно – розвантажувальні роботи. Найбільш поширеним є електровантажник ЕП-103, який і передбачається використовувати.

6.1 Компонування обладнання

Обладнання, на яких здійснюються послідовні операції, розміщують поряд з експлуатаційними розривами згідно правил безпечної експлуатації обладнання [12].

Відстань між обладнанням і стіною повинна бути не менше 0,7 м. Відстань між обладнанням і колоною – не менше 0,5 м. Площадка для обслуговування апаратів, розміщених в один ряд: ширина – не менше 1,5 м, відстань від площадки до кришки апарата – 0,8 – 1,0 м. Відстань між апаратами – приблизно 0,8–1,0 м. Висота перил огорожувальних конструкцій – не менше 1 м.

На відмітці 0,000 запропоновані наступні приміщення: відділення водопідготовки; відділення приготування сортівки, частково очисне відділення, а саме реактори-адсорбери, сходові клітки. На відмітці +3.600 запроектовані довідне відділення, частково очисне відділення, сходові клітки. На відмітці +7.200 розміщені напірне відділення, ємності виправного браку і інгредієнтів, лабораторія.

7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок обладнання і його підбір здійснюється згідно продуктового розрахунку, режимів роботи обладнання та потужності серійно випускаемого обладнання [15].

Фільтр для очищення води від механічних домішок

Добова потреба горілчаного цеху в підготовленій воді складає 5151,07 дал (табл. 5.4). Оскільки цех працює 8 годин на добу, то на годину потреба в воді складатиме:

$$V_v = \frac{5151,07}{8} = 643,883 \text{ дал} = 6,43 \text{ м}^3$$

Фільтр ORGANIC FM-30-CG15 призначений для очистки води від механічних домішок має продуктивність 6,8...9,1 м³/год. В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год.

Тоді потрібна кількість фільтрів становитиме

$$n = V_v / G \text{ шт.},$$

де V_v – потреби заводу у воді, м³/год; G – робоча продуктивність фільтра, м³/год. Отже

$$n = 6,43 / 8 = 0,80 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки один фільтр для очищення води від механічних домішок. Характеристика фільтру наведена в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 — Характеристика фільтру для очищення води від механічних домішок

Продуктивність, м ³ /год	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм ³
6,8...9,1	2300*1000*1000	410

Фільтр адсорбційного очищення води

Фільтр OPV Prom-2162 призначений для видалення катіонів заліза, марганцю, нітрат-аніонів та має продуктивність 6,0...9,0 м³/год. В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год.

Тоді, потрібна кількість фільтрів становитиме

$$n = 6,43 / 8 = 0,80 \text{ шт}$$

Приймаємо до установки один фільтр для пом'якшення води. Характеристика фільтру наведена в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 — Характеристика фільтру для адсорбційного очищення

Продуктивність, м ³ /год	Потужність, кВт	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм ³
6,0...9,0	30	2300*1000*1000	300

Фільтр для пом'якшення води

Фільтр Organic U-24CG150 «Монекс» призначений для процесів безперервного пом'якшення води. В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год. Фільтр має продуктивність 9...14 м³/год.

Тоді потрібна кількість фільтрів становитиме

$$n = 6,43 / 10 = 0,643 \text{ шт.}$$

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Приймаємо до установки один фільтр для пом'якшення води. Характеристика фільтру наведена в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 — Характеристика фільтру для пом'якшення води

Продуктивність, м³/год	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм³
9,0...14,0	2200*1600*1600	300

Фільтр для покращення органолептичних показників води

Фільтр покращення органолептичних показників CPV – Prom 2471. В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год. Фільтр має продуктивність 5...10 м³/год.

Тоді потрібна кількість фільтрів покращення органолептичних показників води становитиме

$$n = 6,43 / 8 = 0,80 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки один фільтр покращення органолептичних показників води. Характеристика фільтру наведена в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 — Характеристика фільтру для покращення органолептичних показників води

Продуктивність, м³/год	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм³
5,0...10,0	2200*1600*1000	300

Фільтр контрольного фільтрування

Фільтр CPV – Prom 2471 призначений для контрольного фільтрування, що заповнений ФМ – обсидіаном. В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год. Продуктивність фільтру – 9...14 м³/год.

Тоді потрібна кількість фільтрів контрольного фільтрування становитиме

$$n = 6,43 / 8 = 0,80 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки один фільтр контрольного фільтрування води. Характеристика фільтру наведена в табл. 7.5.

Таблиця 7.5 — Характеристика фільтру

Продуктивність, м³/год	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм³
9,0...14,0	2200*1600*1600	300

Установка демінералізації

Установка демінералізації Ecosoft MO-9 MAXI, В межах водопідготовки приймаємо середню швидкість фільтрування 9 м³/год. Фільтр має продуктивність - 9 м³/год. Тоді потрібна кількість знезаражувачів становитиме

$$n = 6,43 / 9 = 0,71 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 1 установку демінералізації. Характеристика установки демінералізації наведена в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 — Характеристика установки демінералізації

Продуктивність, м³/год	Габаритні розміри, мм	Об'єм фільтруючого матеріалу, дм³
9,0...14,0	2200*1600*1600	300

Збірник для змішування пом'якшеної і демінералізованої води

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Добова потреба горілкового цеху в підготовленій воді складає 4086,6 дал, але не вся пом'якшена вода буде проходити через установку де мінералізації, тому для розрахунку беремо лише двогодинну потребу води.

Враховуючи коефіцієнт заповнення ємності 0,9 визначаємо об'єм збірників

$$V=5151,07 / 0,9 \times 0,25 = 1144,17 \text{ дал};$$

Приймаємо до установки 1 збірник для змішування пом'якшеної і демінералізованої води ємністю 1000 дал та 1 збірник ємністю 75 дал виробництва ТОВ «Машзавод», м. Чернівці.

Характеристика збірника для змішування наведена в табл. 7.7.

Таблиця 7.7 — Характеристика збірника для змішування пом'якшеної і демінералізованої води

Продуктивність, м³/год	Напір, м	Потужність електродвигуна для мішалки, кВт	Габаритні розміри, мм	Частота обертів /хв	Маса, кг
6,06	20	0,86	320*180*210	3000	9,5

Насоси для відділення водопідготовки

Продуктивність насосів для відділення водопідготовки

$$V = \frac{g}{\eta \cdot 100} = \frac{643,8}{0,85 \cdot 100} = 7,57 \text{ м}^3/\text{год}$$

де g – годинні витрати води, дал η – коефіцієнт корисної дії; 100 – коефіцієнт перерахунку дал в м³.

Висота третього поверху, на який будуть перекачувати підготовлену воду – 10,8 м, тому вибираємо відцентровий насос марки БЦ 1.6.-20 У1.1, який забезпечує напір 20 м. Технічні характеристики насоса наведені до табл. 7.8.

Таблиця 7.8 — Характеристика насоса

Продуктивність, м³/год	Напір, м	Потужність електродвигуна для мішалки, кВт	Габаритні розміри, мм	Частота обертів /хв	Маса, кг
7,57	20	0,86	320*180*210	3000	9,5

Окрім відцентрового насоса, який буде перекачувати підготовлену воду в напірну ємність, потрібно встановити ще 5 насосів такої ж самої продуктивності для перекачування води з фільтра в фільтр. Тому приймаємо до установки 6 відцентрові насоси даної продуктивності.

Напірна ємність для води

Добова потреба горілкового цеху в підготовленій воді складає 5151,07 дал (див. табл. 4.4). Враховуючи коефіцієнт заповнення ємності 0,9 визначаємо загальний об'єм напірних ємностей:

$$V= 5151,07 / 0,9=5723,41 \text{ дал};$$

Приймаємо до установки 6 вертикальні напірні ємності для води ємністю 1000 дал кожна виробництва ТОВ «Машзавод», м. Чернівці.

Технічна характеристика напірної ємності для води в табл. 7.9.

Таблиця 7.9 — Технічна характеристика напірної ємності для води

Ємність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм	Ширина, мм
1000	1700	3000	2500

Мірник для води

В горілчаному виробництві застосовують мірники горизонтальні конічні і вертикальні циліндричні. До установки приймаємо мірник марки 787–М об'ємом 250 дал виробництва ТОВ «Машзавод», м.Чернівці. Конструктивні матеріали: сталь 12х18Н10Т. Час завантаження і розвантаження мірника – 10 хв.

Визначаємо загальну кількість мірників, знаючи годинні потреби у воді
 $5151,07 / 16 = 321,9$ дал / год.

$257,55 / 250 = 1,28$ шт.

Приймаємо до установки 1 мірник об'ємом 250 дал та 1 мірник об'ємом 75 дал. Технічна характеристика мірника для води в табл. 7.10.

Таблиця 7.10 — Технічна характеристика мірника для води

Ємність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм	Ширина, мм
250	1200	1200	600

Мірник для спирту

До установки приймаємо мірник марки об'ємом 787–М 250 дал виробництва ТОВ «Машзавод», м.Чернівці. Конструктивні матеріали: сталь 12х18Н10Т. Час завантаження і розвантаження мірника – 10 хв.

Визначаємо загальну кількість мірників, знаючи годинні потреби у спирті

$3485,12 / 16 = 217,82$ дал / добу.

$217,82 / 250 = 0,87$ шт.

Приймаємо до установки 1 мірник об'ємом 250 дал та 1 мірник об'ємом 75 дал. Технічна характеристика мірника для води в табл. 7.11.

Таблиця 7.11 — Технічна характеристика мірника для спирту

Ємність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм	Ширина, мм
250	1200	1200	600

Установка для приготування сортівки фірми «Diessel»

Призначена для приготування водно-спиртових сумішей в безперервному потоці і дозволяє регулюючим вентилем корегувати міцність суміші на 0,1 % об. Контроль витрат спирту здійснюється візуально по індикаторах. Подача води на установку здійснюється насосом через пневморегулюючий кран.

Продуктивність установки 1800 дал/год [6]. Добова потреба горілчаного цеху в сортівці складає 8644,62 дал (табл. 4.4). Визначаємо загальну кількість установок, знаючи годинні потреби у сортівці

$8644,62 / 16 = 540$ дал / год.

$540 / 1800 = 0,3$ шт.

Отже потрібно встановити одну установку.

Технічна характеристика установки наведена в табл. 7.12.

Таблиця 7.12 — Технічна характеристика її установки

Продуктивність, дал	Довжина, мм	Висота, мм	Ширина, мм
1500	2170	2550	900

Відцентрові насоси для перекачування сортівки в напірне відділення

Продуктивність насосів для перекачування сортівки в напірне відділення становить

$$V = \frac{g}{\eta \cdot 100} = \frac{852,1}{0,85 \cdot 100} = 10,02 \text{ м}^3/\text{год}$$

де g – годинні витрати сортівки, дал; η – коефіцієнт корисної дії, 0,7-0,9; 100 – коефіцієнт перерахунку дал в м³.

Висота третього поверху, на який будуть перекачувати підготовлену воду – 10,8 м. Вибираємо три відцентрові насоси марки КМ40-32-180/2-5.

Технічна характеристика відцентрових насосів для перекачування сортівки наведена в табл. 7.13.

Таблиця 7.13 — Технічна характеристика відцентрових насосів

Продуктивність, м³/год	Напір, м	Потужність електродвигуна для мішалки, кВт	Габаритні розміри, мм	Частота обертів /хв	Маса, кг
10	20	1,5	523*215*330	3000	13

Напірні ємності для сортівки

Добові потреби у сортівці горілкового цеху у сортівці становлять 8644,62 дал. Враховуючи коефіцієнт заповнення апарату 0,9 визначаємо загальний об'єм сортувальних апаратів

$$V = 8644,62 / 0,9 = 9604,4 \text{ дал}$$

Приймаємо до установки 4 вертикальні сортувальні апарати для сортівки ємністю 2500 дал кожна виробництва ТОВ «Машзавод», м. Чернівці.

Технічна характеристика напірних ємностей наведена в табл. 7.14

Таблиця 7.14 — Технічна характеристика ємностей для сортівки

Ємність, дал	Діаметр, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Діаметр патрубків, мм		
				Для води	Для спирту	Для сортівки
2500	2400	5950	3200	80	70	95

Двопотоківий фільтр

Проектуються для встановлення двопотоківі пісочні фільтри продуктивністю 100 дал/год = 1600 дал/добу. Тоді кількість фільтрів для очищення для сортівки для всього добового обсягу виробництва становить:

$$8644,62 / 1600 = 5,4 \text{ шт.}$$

Загальна кількість двопотоківих пісочних фільтрів – 12 штук, 6 фільтрів початкового фільтрування та 6 фільтрів кінцевого фільтрування.

Технічна характеристика фільтру двопотоківого в табл. 7.15.

Таблиця 7.15 — Технічна характеристика двопотоківого пісочного фільтру

Продуктивність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм
100...250	1050	1575

Реактори-адсорбери

Для очищення сортівки приймаємо продуктивність реактора-адсорбера 100 дал/год = 1600 дал/добу. Тоді кількість реакторів-адсорберів для очищення для сортівки становить

$$8644,62 / 960 = 5,4 \text{ колони}$$

Оскільки даним проектом передбачається використання активованого кісточкового вугілля марки К-48 та природного опало-халцедонового мінералу, то тоді для виробництва горілки потрібно встановити 12 ректорів-адсорберів: 6 з опалом і 6 – з активованим кісточковим вугіллям.

Технічна характеристика реакторів адсорберів наведена в табл. 7.16.

Таблиця 7.16 — Технічна характеристика реакторів-адсорберів

Продуктивність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм
60...100	700	4300

Установка САФЕ

Проектуються для встановлення системи адсорбційно-фільтраційних елементів САФЕ продуктивністю 500 дал/год = 8000 дал/добу. Тоді кількість установок САФЕ становить

$$8644,62 / 8000 = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 1 установку САФЕ.

Технічна характеристика установки САФЕ наведена в табл. 7.17.

Таблиця 7.17 — Технічна характеристика установки САФЕ

Продуктивність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм
250	1200	1200

Ємність для цукрового сиропу

Оскільки для приготування горілки особливої «Лимонної» потрібно 33 кг цукру-піску на добу, то цукрового сиропу, який готується у співвідношенні 1:1, потрібно 66 кг = 66 дм³ = 0,066м³.

Приймаємо до установки одну ємність з коефіцієнтом заповнення 0,9. Її загальний об'єм розраховуємо за формулою

$$V_{\text{геом}} = 0,066 / 0,9 = 0,0733 \text{ м}^3.$$

Технічна характеристика ємності наведена в табл. 7.18.

Таблиця 7.18 — Технічна характеристика ємності для цукрового сиропу

Об'єм, м ³	Діаметр, мм	Висота, мм	Висота конічної частини, мм
0,1	537	752	107

Ємність для ароматного спирту лимону

На добу для приготування горілки особливої потрібно 9,88 дм³ ароматного спирту, маса лимонна = 0,00988 м³.

Приймаємо до установки одну ємність з коефіцієнтом заповнення 0,9. Її загальний об'єм розраховуємо за формулою

$$V_{\text{геом}} = 0,00988 / 0,9 = 0,011 \text{ м}^3.$$

Технічна характеристика ємності наведена в табл. 7.19.

Таблиця 7.19 — Технічна характеристика ємності для ароматного спирту

Об'єм, м ³	Діаметр, мм	Висота, мм	Висота конічної частини, мм
0,1	537	752	107

Ємності готової продукції

Добові потреби горілкового цеху у горілці становлять 8666,11/добу (табл. 5.4). Враховуючи коефіцієнт заповнення апарату 0,9 визначаємо загальний об'єм сортувальних апаратів. Характеристика ємності наведена в табл. 7.9

$$V=8666,11/0,9=9629,01 \text{ дал.}$$

Приймаємо до установки 4 вертикальні сортувальні апарати для води ємністю 2500 дал кожна виробництва ТОВ «Машзавод», м. Чернівці.

Технічна характеристика ємності наведена в табл. 7.20.

Таблиця 7.20 — Технічна характеристика ємності для готової продукції

Ємність, дал	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
250	1200	640	640

Ємність для невинного браку

Об'єм ємності визначається з урахуванням сумарної добової кількості невинного браку – 8,2 дал (табл. 5.4).

Приймаємо до установки ємність об'ємом 250 дал. Технічна характеристика ємності наведена в табл. 7.21.

Таблиця 7.21 — Технічна характеристика ємності для виправного баку

Ємність, дал	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
10	556	778	778

Мішковий фільтр

Проектуються для встановлення мішковий фільтр продуктивністю 100 дал/год = 1600 дал/добу. Тоді кількість фільтрів для очищення для сорівки для всього добового обсягу виробництва становить:

$$8666 / 1600=5,4 \text{ шт.}$$

Загальна кількість мішкових фільтрів – 6 шт. Технічна характеристика фільтру мішкового наведена в табл. 7.22.

Таблиця 7.22 — Технічна характеристика фільтру мішкового

Продуктивність, дал	Діаметр, мм	Висота, мм
100	219	910

В табл. 7.23 наведена загальна технічна характеристика обладнання

Таблиця 7.23 – Специфікація обладнання

Номер з/п	Номер на АТС	Найменування, тип обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна,	Тривалість роботи електродвигуна,	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Фільтр для очищення води від механічних домішок ORGANIC FM- 30-CG15	1	Габаритні розміри, В×Ш×Д, м – 2300×1000×1000. Продуктивність, м³/год – 6,8...9,1. Фільтруючий матеріал – обсидіан. Об'єм фільтруючого матеріалу, дм³ – 410.	30	8	ТОВ «ORGANIC»
2	2	Фільтр адсорбційного очищення води OPV - Prom 2162	1	Габаритні розміри, В×Ш×Д, м – 2300×1200×1200. Продуктивність, м³/год – 6,0...9,0. Фільтруючий матеріал – комбінація сорбційних матеріалів Birm Pyrolox. Об'єм фільтр. матеріалу, дм³ – 300.	30	8	ТОВ «PROM»
3	4	Фільтр для пом'якшення води Organic U-24CG150 "Монекс"	1	Габаритні розміри, В×Ш×Д, м – 2200×1600×1000. Продуктивність, м³/год – 9,0...14,0. Фільтруючий матеріал – катіоннообмінна смола. Об'єм фільтр. матеріалу, дм³ – 300.		8	ТОВ «ORGANIC»
4	5	Фільтр покращення органолептичних показників CPV-Prom 2471	1	Габаритні розміри, В×Ш×Д, м – 2200×1600×1000. Продуктивність, м³/год – 5,0...10,0. Фільтруючий матеріал – СМ Aqua Sorb HS. Об'єм фільтр. матеріалу, дм³ – 300.		8	ТОВ «PROM»
5	6	Система адсорбційної очистки CPV - Prom 2471	1	Габаритні розміри, В×Ш×Д, м – 2200×1600×1000. Продуктивність, м³/год – 5,0...10,0. Фільтруючий матеріал – Обсидіан. Об'єм фільтр. матеріалу, дм³ – 300.		8	ТОВ «PROM»
6	8	Установка де мінералізації Ecosoft MO-9 MAXI	1	Продуктивність, м³/год – 9. Робочий тиск в модулі, атм. – 11,0...15,0. Мембранний елемент FILMTEC xle 440, виробництва компанії DOW Chemical (USA).		8	ООО «ECOSOFT»

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Продовження табл. 7.23

1	2	3	4	5	6	7	8
7	9	Збірник для перемішування води	1	Об'єм, дал – 75; Діаметр, мм – 130; Ширина, мм - 180; Висота, мм – 225. Матеріал – нержавіюча сталь.	30	8	ТОВ «Машзавод» м.Чернівці
8	2	Відцентровий насос БЦ 1.6.- 20 У 1.1.	6	Продуктивність 6,5 м³/год; напір 20 м; допустима вакууметрична висота всмоктування 5,5 м; зовн. діаметр всмоктуючого і нагнітаючого патрубків 39/39 мм; електродвигун типу АО-41-4; Габ. розміри, мм: довжина 320, ширина 180, висота 210; маса 9,5 кг.	0,86	8	Україна
9	10	Напірна ємність для води	6	Об'єм, дал – 1000; Діаметр, мм – 1600; Ширина, мм - 2225; Висота, мм - 5100. Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м.Чернівці
10	11	Напірна ємність для спирту	4	Об'єм, дал – 1000; Діаметр, мм – 1700; Ширина, мм - 2500; Висота, мм - 3000. Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
11	12	Мірник для води 787-М	2	Горизонтальний конічний мірник, об'єм 250 дал, Габ. розміри, мм – 1200×1200×600. Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
12	13	Мірник для спирту 787-М	2	Горизонтальний конічний мірник, об'єм 250 дал, Габ. розміри, м – 1200×1200×600 Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
13	15	Установка фірми «Diessel»	1	Продуктивність 1800 дал/год; Габаритні розміри: висота 2550 мм; ширина 900 мм; довжина 2170 мм; маса 250 кг.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
14	17	Напірні ємності для сортівки	4	Об'єм, дал – 2500; Довжина, мм 3200; Висота ,мм -5100; Діаметр, мм – 2400. Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
15	18	Двопотоковий пісочний фільтр	12	Продуктивність 100...200 дал/год; Габаритні розміри, мм: діаметр 1050, висота 1575			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т

Закінчення табл. 7.23

1	2	3	4	5	6	7	8
16	19	Реактор-адсорбер з активованим кістчковим вугіллям	6	Продуктивність 100 дал/год; габаритні розміри: діаметр 700 мм, висота 4300 мм.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
17	20	Реактор-адсорбер з мінералом	6	Продуктивність 100 дал/год; габаритні розміри: діаметр 700 мм, висота 4300 мм.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
18	21	Апарат САФЕ	1	Продуктивність 400 дал/год; Габаритні розміри: діаметр 700 мм, висота 1575 мм.			ТОВ «Техно-фільтр», м. Київ
19	22	Ємність готової продукції	4	Об'єм, дал – 2500; Довжина, мм 3200; Висота, мм -5100; Діаметр, мм – 2400. Матеріал – нержавіюча сталь.			ТОВ «Машзавод» м. Чернівці
20	23	Ємність для цукрового сиропу	1	Об'єм, м ³ - 0,1; Діаметр, мм - 537, висота циліндричної частини, мм - 752, висота конічної частини, мм - 107. Матеріал – нержавіюча сталь.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
21	24	Ємність для ароматного спирту	1	Об'єм, м ³ - 0,1; Діаметр, мм - 556, висота циліндричної частини, мм - 778, висота конічної частини, мм – 111,2. Матеріал – нержавіюча сталь.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
22	25	Ємність для виправного браку	1	Об'єм, дал – 250; Висота, мм 2200; ширина, мм 640. Матеріал – нержавіюча сталь.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
23	26	Ємність для невинного браку	1	Об'єм, дал – 10; Діаметр, мм - 556, висота циліндричної частини, мм - 778, висота конічної частини, мм – 111,2. Матеріал – нержавіюча сталь.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т
24	27	Фільтр мішкового типу ВРН-2	1	Висота, мм 910; ширина, мм 219. Матеріал – нержавіюча сталь.			Нержавіюча сталь 12х18хН10Т

8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

9.1 Основи системи управління якістю та безпеністю харчової продукції

Система управління якістю та безпечністю харчової продукції у виробництві горілок і горілок особливих ґрунтується на дотриманні міжнародних стандартів (зокрема ISO 9001 та ISO 22000), принципів HACCP, а також вимог національного законодавства, включаючи ДСТУ і Закон України "Про безпечність та якість харчових продуктів". Основною метою цієї системи є забезпечення стабільно високої якості продукції, її безпечності для споживача та відповідності вимогам ринку.

У виробництві горілчаних виробів особливе значення має впровадження системи HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points – аналіз небезпечних факторів і контроль у критичних точках). Цей підхід передбачає систематичну ідентифікацію можливих небезпек (фізичних, хімічних і біологічних) на всіх етапах виробничого процесу – від приймання сировини до розливу й пакування готової продукції. Для кожної критичної контрольної точки встановлюються допустимі межі (наприклад, рівень залишкових домішок у спирті, якість очищення води, температурні режими при приготуванні настоїв тощо), а також процедури моніторингу, коригувальних дій у разі відхилень і верифікації ефективності заходів контролю.

Контроль якості охоплює всі стадії виробництва. Вхідний контроль включає перевірку спирту етилового ректифікованого за органолептичними, фізико-хімічними та токсикологічними показниками, а також оцінку якості води, яка проходить кілька стадій очищення (механічна фільтрація, зворотній осмос, вугільні фільтри тощо). В процесі виробництва здійснюється контроль дотримання технологічних режимів, включаючи настоювання, купажування, фільтрацію та розлив. Лабораторний контроль забезпечує перевірку продукції на відповідність стандартам – за міцністю, прозорістю, відсутністю сторонніх включень, мікробіологічною безпечністю та іншими параметрами. Важливу роль відіграє також сенсорна оцінка готової продукції – за запахом, смаком і кольором.

Суттєвим елементом системи є забезпечення простежуваності продукції (трасованості), що дозволяє відстежити весь ланцюг – від постачальника сировини до кінцевої продукції, яка потрапляє в торговельну мережу. Це дає можливість швидко реагувати у випадку виявлення дефекту або невідповідності. Не менш важливою є організація гігієни персоналу, санітарного контролю виробничих приміщень, обладнання та тари, що запобігає перехресному забрудненню і мікробіологічним ризикам.

Маркування продукції повинно відповідати чинному законодавству і містити повну та достовірну інформацію: назву продукту, міцність, об'єм, склад, виробника, дату виготовлення, номер партії, а також акцизні марки і засоби захисту від підробок. Важливою складовою системи є постійне вдосконалення – шляхом проведення внутрішніх аудитів, навчання персоналу, впровадження нових технологій і врахування зворотного зв'язку від споживачів.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

План впровадження системи НАССР у виробництві горілок і горілок особливих:

1. Формування групи НАССР - призначення відповідальних осіб з керівництва, технологів, лаборантів, фахівців із якості.
2. Опис продукції та її призначення - повна характеристика горілок та горілок особливих: склад, упаковка, умови зберігання.
3. Визначення очікувань споживача і законодавчих вимог - визначення вимог стандартів, технічних умов, законодавства України.
4. Опис виробничого процесу - створення детальної блок-схеми технологічного процесу.
5. Аналіз небезпечних факторів - виявлення фізичних, хімічних і біологічних ризиків на кожному етапі.
6. Визначення критичних контрольних точок (ККТ) - наприклад: якість води, спирту, фільтрація, дезінфекція тари.
7. Встановлення критичних меж - параметри, які свідчать про безпечність/небезпеку (рівень домішок, температура тощо).
8. Моніторинг ККТ - регулярний контроль, ведення документації.
9. Розробка коригувальних дій - що робити у випадку відхилень (зупинка виробництва, повторна перевірка, відбраковка).
10. Валідація та верифікація системи - перевірка ефективності заходів (внутрішній аудит, аналіз результатів лабораторного контролю).
11. Документування системи - створення повного пакету документації: політика безпечності, процедури, інструкції, журнали обліку.
12. Навчання персоналу - проведення тренінгів для всіх учасників виробничого процесу.
13. Постійне вдосконалення - регулярні перегляди системи, впровадження нових технологій і змін законодавства.

9.2 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

Для отримання продукції високої якості необхідний її технохімічний контроль. Під технохімічний контроль розуміють визначення комплексу показників, що характеризують хімічний склад і фізико-хімічні показники сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів, що використовуються для отримання готової продукції, а також встановлення ідентичності отриманих результатів значенням, передбаченим у відповідних стандартах.

Завдяки постійному технохімічному контролю за випуском продукції підтримуються оптимальні параметри і фактичні показники на всіх стадіях технологічного процесу, оперативно і своєчасно усуваються можливі відхилення у технологічних режимах і не допускаються втрати на всіх стадіях виробництва. Технохімічний контроль передбачає визначення комплексу показників, що дають повну інформацію про якість продукту на основі вироблених аналізів і даних контрольно-вимірювальних приладів.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з важливих завдань, що стоять перед службою технохімічного контролю, є контроль за ходом технологічного процесу, якістю сировини та готової продукції.

Важливою ланкою в проведенні технохімічного контролю є самі методи аналізу, які повинні давати точні і достовірні результати. На підставі таких результатів можна розробити й уточнити технологічний режим, намітити шляхи усунення недоліків і втрат у виробництві, попередити випуск неякісної продукції. Такий контроль може бути найбільш ефективним, так як технохімічний контроль служить не тільки для виявлення браку готової продукції, але і для його попередження, а також для виключення ситуацій, що призводять до виникнення браку на всіх стадіях технологічного процесу виробництва.

Технохімічний контроль передбачає мету здійснювати контроль якості сировини і матеріалів не тільки в момент надходження, але і періодично при тривалому зберіганні на складах. При цьому стежать за такими параметрами технологічного процесу, як температура, рН середовища, масова частка сухих речовин і вологі, відносна щільність, кислотність.

Технохімічний контроль передбачає наступні функції:

- контроль якості сировини та допоміжних матеріалів, необхідні для визначення вмісту в них цінних речовин і небажаних домішок;
- контроль якості напівпродуктів, необхідний для контролю за ходом і регулюванням технологічних процесів;
- контроль готової продукції, необхідний для оцінки якості всієї партії продукту та його відповідності вимогам діючих державних стандартів;
- контроль відходів виробництва, необхідний встановлення втрат цінних речовин з метою їх утилізації;
- контроль санітарного стану виробничих приміщень, обладнання, тари та інвентарю з метою виявлення сторонніх мікроорганізмів, що викликають втрати і зниження якості продукції.

Вся система якості буде ефективною тільки тоді, коли вона буде охоплювати всі перераховані вище функції [7].

Методи і засоби контролю

Розрізняють органолептичні, візуальні, хімічні, фізико-хімічні і фізичні методи. Використані в контролі хімічні методи засновані на зміні енергії хімічної реакції. У ході реакції змінюються параметри, пов'язані з витратою вихідних речовин або утворення продукту реакції. Ці зміни можна спостерігати або візуально, наприклад, поява забарвлення, випадання осаду, або вимірювати такі величини, як витрата реагенту (титрування), масу утворився продукту.

Органолептичні методи особливо застосовні в контролі лікєро-горілканого виробництва і засновані на визначенні якості продукції за допомогою органів почуттів людини, які служать контрольним приладом.

Методи візуального контролю використовуються для виявлення різних видимих дефектів сировини, готової продукції і використовуваної тари.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Найбільш широко в технохімічних контролі застосовуються фізико-хімічні методи, для їх проведення використовуються прилади або вимірювальні інструменти. Використане технологічне обладнання, в якому відбувається нагрівання під тиском або охолодження напівпродуктів, їх зважування або дозування за обсягом, забезпечено термометрами, ротаметри, рівнемірами, індикаторами або регуляторами рівня, лічильниками, манометрами і вагами. Виробничі цехи забезпечені також засобами вимірювання електричних величин - амперметрами і вольтметрами.

У виробничих лабораторіях використовують лабораторні прилади, фотоелектроколориметри, рефрактометри, поляриметри, сахариметрів, ареометри. Усі вимірювальні засоби повинні перебувати в справному стані, оскільки найменше порушення точності і чутливості вимірювальних приладів призведе до спотворених результатами показників, відповідальних за випуск якісної продукції. Для проведення технохімічного контролю на виробництві потрібні певні умови та можливості. До них в першу чергу відноситься правильно організована робота лабораторії, яка сприяє чіткому виконанню аналізів.

Виробнича лабораторія – це центр, в який стікається вся інформація про якість сировини, напівпродуктів і готової продукції. Працівники лабораторії узагальнюють цю інформацію, беручи участь у проведенні контролю на різних ділянках технологічного процесу, в роботі з виявлення та попередження причин отримання неякісної продукції, а також здійснюють відбір проб і проводять аналізи для визначення якості сировини, матеріалів і готової продукції.

Всю роботу з відбору проб і проведення аналізів здійснюють за розробленими схемами, викладені в інструкціях з технохімічного контролю спиртового та лікєро-горілочного виробництва. У схемах перераховані об'єкти, що піддаються контролю, періодичність контролю, місця відбору проб, методи аналізу, за допомогою яких слід проводити контроль. Результати всіх проведених лабораторією аналізів чітко фіксують у лабораторних журналах.

Працівники лабораторії проводять інспекційний контроль за дотриманням умов і термінів зберігання сировини, матеріалів і готової продукції, встановлених рецептур, здійснюють перевірки санітарної та технологічної дисциплін, систематично контролюють періодичність контролю місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби (СЕС) якості використовуваної у виробництві води, стежать за періодичністю аналізів СЕС готової продукції на вміст у ній токсичних речовин [7].

Працівники лабораторії обов'язково беруть участь у всіх видах технологічних випробувань, проведених на підприємстві з метою вдосконалення технологічних процесів, використання нових видів сировини, розробки нових видів продукції.

Оскільки в лікєро-горілочному виробництвах облік витрачання сировини базується на даних аналізів, виробнича лабораторія бере участь також у роботах з ведення обліку витрачання сировини, напівфабрикатів, а також виявляє причини їх втрат. Схему технохімічного контролю технологічних процесів виробництва горілок наведено в табл. 8.1.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1 – Схема технохімічного контролю технологічних процесів

Об'єкт контролю	Місце відбору проб	Контрольований показник виміру, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Спирт етиловий ректифікований	Мірник у напірному відділені	проба на окислюваність, не менше	хімічний	20	по мірі поступання	Працівник лабораторії
		Вміст альдегідів, мг/л, не більше	колориметричний	2	по мірі поступання	Те саме
		вміст сивушного масла, мг/дм ³ , не більше	колориметричний	7	по мірі поступання	„
Спирт етиловий ректифікований	Мірник у напірному відділені	вміст естерів мг/л, не більше кислот мг/дм ³	колориметричний	3	по мірі поступання	„
Підготовлена вода	Водопровід	колір прозорість запах смак	органолептичний	безбарвна, без сторонніх запахів і смаків	в кожній партії, після підготовки	„
		Жорсткість	хімічний	0,3	щоденно	„
		лужність, не більше см ³ 0,1н НСІ на 100 мл	хімічний	4	щоденно	„
		Окислюваність мг О ₂ /дм ³	хімічний	0,6 – 1,7	щоденно	„
Сортівка	Апарат-змішувач	Вміст спирту, % об	ареометричний	40 ±0,5	по мірі приготування	„
		Забарвленість і прозорість сортівки	візуальний, в кожній сортівці	Безбарвна прозора	по мірі приготування	„
Сортівка	Довідний збірник	Колір	органолептичний	прозора		„
		прозорість, запах і смак	органолептичний	Характерний горілочаний	перед розливом	„
		Лужність, мг 0,1 н НСІ на 100 мл, не більше	хімічний	2,5 – 3,0	перед розливом	„
		вміст сивушного масла мг/л не більше	колориметричний	3,0	перед розливом	„
		вміст альдегідів мг/дм ³ , не більше	колориметричний	3,0	перед розливом	„

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7
Сортівка	Довідний збірник	вміст ефірів мг/дм ³ , не більше	хімічний	2,5	перед розливом	„
		прозорість, запах і смак	органолептичний	Характерний, горілочаний	перед розливом	„
		вміст метилового спирту, % не більше	колориметричний	витримує	по мірі поступання	„
		вміст фурфуролу	хімічний	Не допускається	по мірі поступання	„

Метрологічне забезпечення

Підприємства, що виробляють горілку класичну та горілку особливу, повинні забезпечувати випуск харчових продуктів відповідно до вимог Закону України "Про безпечність та якість харчових продуктів" (771/97-ВР).

Санітарні вимоги та норми згідно Державних санітарних норм і правил для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої визначають наступне.

Усі дезінфекційні засоби, що використовуються на підприємствах, що горілку класичну та горілку особливу, повинні бути зареєстровані відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 3 липня 2006 року N 908 (908-2006-п) «Про затвердження Порядку державної реєстрації (перереєстрації) дезінфекційних засобів». Дезінфекційні засоби повинні використовуватись за призначенням і відповідно до режиму використання.

Метрологічне забезпечення при обробці води та очищенні водно-спиртових сумішей наведено в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 – Метрологічне забезпечення технологічного процесу

Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання		Клас точності, допустимі похибки
Визначення температури, прозорості, катіонно-аніонного складу води на стадії водопідготовки	Термометр	0...100 °C		0,1 °C
	Фотоелектроколориметр КФК-3-01	0...100 %		0,5 %
Визначення рН води на стадії водопідготовки	рН-метри загального призначення ДСТУ 9021:2020 Метрологія. рН-метри та іономіри лабораторні.	4...9		0,01
Повний аналіз готової горілки	Багатофункціональний прилад для вимірювання складу рідини Anton Paar ДСТУ ГОСТ 8.368:2009	Об'ємна частка спирту етилового	0..60 % об	0,02 об. %

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

В процесі виробництва горілок утворюються відходи виробництва – виправний і невивправний брак.

Виправний брак – це брак, придатний для виробництва, невивправний – це брак лікєро-горілочного виробництва, непридатний для повторної переробки. При виробництві горілки виправний брак утворюється при розливі і оформленні пляшок з продукцією з відхиленнями по об'єму, внутрішніми включеннями (бите скло, дрібні сторонні включення та інше), зливи з розбитих пляшок в цехах розливу і відпускному. Кількість виправного браку в середньому 1,3 % і залежить від технічного стану обладнання, культури виробництва, якості контрольної фільтрації. Виправний брак збирають в окремому збірнику, а потім передають в сортувальний збірник для приготування наступної сортівки.

Невивправний брак утворюється в процесі виробництва - це проливи зі стаканів розливочного автомату, зливи з конвеєрів, залишки виробів, зібрані з підлоги. Кількість невивправного браку складає близько 0,3%. Так як у невивправному браку міститься спирт, то брак збирають в окремі збірники і відправляються на переробку на спиртові заводи.

Відпрацьоване кісточкове вугілля і мінеральні фільтруючі матеріали утворюються в процесі очистки сортівок в зв'язку із зниженням його активності в результаті адсорбції органічних з'єднань. Цукор, що проник в мішечну тканину (в середньому 0,3 кг) витрушують і збирають. При виготовленні сиропу в цукроварильному апараті виділяється піна. Цей відхід виробництва також, як і цукор-пісок, витрушений з мішків, використовують при виготовленні кольору. Характеристика відходів виробництва наведена в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Характеристика відходів виробництва

Найменування відходів	Агрегатний стан	Кількість відходів		Вміст цінних речовин, в %, г/дм ³	Рекомендації щодо використання
		На 1000 дал продукції	За добу		
Виправний брак	Рідкий	13 дал	53,72 дал	40	На приготування наступної сортівки
Невивправний брак	Рідкий	3 дал	12,4 дал	40	Відправляти на спиртові заводи на перегонку
Іоннообмінна смола	Твердий	0,2 кг	0,83 кг	-	На покращання структури ґрунту
Активоване кісточкове вугілля та опал	Твердий	2 кг	8,264 кг	-	Використовувати для видалення органічних домішок з води, регенерувати при температурі 800 °С або використовувати в с/г
Обсидіан	Твердий	0,2 кг	0,83 кг	-	Утилізують

10.1 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Умови підключення промислових стічних вод в міську каналізацію встановлюються органами комунального господарства. В міську каналізацію дозволяється приймати тільки такі виробничі стоки, які не приведуть до порушення роботи каналізаційних мереж і споруджень, не являються

					СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

небезпечними для обслуговуючого персоналу і можуть бути очищені на станціях аерації разом з побутовими стічними водами у відповідності з вимогами Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами.

Не дозволяється скидати в міську каналізацію виробничі стічні води, що містять речовини, які здатні забруднювати труби, колодязі, решітки або відкладатися на стиках труб, колодязів, решіток (окалина, пісок і т.д.). Категорично забороняється скидати в систему каналізації пальні домішки, токсичні і газоподібні речовини; речовини, для яких не встановлені ГДК у воді водойм культурно-побутового водокористування.

Не підлягають скиду в міську каналізацію:

1) дренажні води та нормативно-чисті виробничі стічні води незабруднені в технологічному циклі і які відповідають по своїх показниках вимогам Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами;

2) поверхневий стік з території промислових підприємств (дощові, талі, поливочні води та інші);

3) осади з локальних очисних споруджень, ґрунт, будівельне та побутове сміття, тверді відходи виробництва.

Виробничі стічні води можуть бути прийняті в міську каналізацію, якщо вміст в них шкідливих речовин не перевищує значень, що приведені в табл. 9.2. Забороняється спуск в водні об'єкти кубових залишків і технологічних відходів. Дані по середньорічній кількості стічних вод при виробництві горілок в перерахунку на 1000 дал готової продукції приведені в табл. 9.3.

Таблиця 9.2 – Загальні вимоги до виробничих стічних вод, що приймаються в стічну каналізацію

Показники складу стічних вод	Гранично допустимі значення
Завислі речовини, мг/дм ³	500
Зольність завислих речовин, %	30
БПК загальна, мг/дм ³	500
ХПК, мг/дм ³	800
Активна реакція середовища рН в межах	Від 6,5 до 8,5
Температура, °С	Не більше +40
Поріг забарвленості	1:16
Хлориди, мг/дм ³	350
Сульфати, мг/дм ³	500

Таблиця 9.3 – Середньорічна кількість стічних вод

Технологічний процес, операція або апарат	Середньорічна кількість стічних вод, м ³ на 1000 дал готової продукції		
	Всього	Підлягають очистці від забруднень	Не потребують спеціальної очистки
Миття обладнання	0,50	0,50	-
Миття приміщень	0,12	0,12	-
Лабораторні потреби	0,3	0,3	-
Господарсько-побутові потреби	26,6	26,6	-

10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Згідно с законом України «Про охорону праці» прийнятим Верховною Радою 14.10.92 №2695-ХІІ, нова редакція 21 листопада 2002 №229-ІV, [13] а також «Кодекс законів про працю» є основною законодавчою базою охорони праці. Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення, інструкції, та інші документи, яким надано чинних норм, обов'язкових для виконання всіма установами та працівниками.

Фінансування охорони праці

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавних, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

Для горілчаного підприємства приватної форми власності, відповідно до законодавства витрати на охорону праці будуть 0,5 % від фонду оплати праці за попередній рік. (Частина третя статті 19 в редакції Закону № 3458-VI від 02.06.2011). Чисельність служби охорони праці приймають згідно з «Рекомендацією щодо структури та чисельності служби охорони праці», в кількості одного спеціаліста зі спеціальною освітою з охорони праці, що має практичний досвід у виробництві горіловок.

Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень – метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінення.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» для операторської норми мікроклімату мають відповідати оптимальним умовам, а для приміщення, де розміщені апарати – допустимим. Допустимі норми мікроклімату застосовуються для приміщень, де теплові надлишки перевищують 23 Дж/(м³/°C), це виробничі цехи та дільниці.

Склад повітря робочої зони

Загазованість повітря – це присутність у повітрі робочої зони шкідливих газів та парів. При роботі в сортувальному відділенні основною шкідливістю є пара спирту і його домішок. Параметром контролю є граничнодопустима концентрація (ГДК) шкідливості, які наведені в табл. 10.1.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Таблиця 10.1 – Гранично допустима концентрація спирту у приміщенні

Назва приміщення	Назва професії	Шкідливості у повітрі робочої зони			Група виробничих професій за СНіП 2.0904–87	Санітарна характеристика виробничого процесу
		назва речовини	Клас небезпеки за ГОСТ 12.1005-88	величина ГДК, мг/м ³		
Цех приготування сортівки	Сортувальник	Спирт етиловий	IV	1000	16	Процеси, які спричиняють забруднення 3-4 класів безпеки тіла і спецодягу
Цех фільтрації сортівки	Фільтрувальник	Водно-спиртова суміш	IV	500	1Б	Процеси, які спричиняють забруднення 3-4 класів безпеки тіла і спецодягу

Запиленість

Запиленість повітря – це присутність у повітрі робочої зони пилу, тобто дуже подрібнених частинок твердої речовини, які можуть мати різну форму та розміри.

Запиленість не нормується для горілчаного цеху, оскільки там немає обладнання, яке б виділяло пил.

Штучне освітлення

Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Розрізняють такі системи штучного освітлення: загальну, місцеву та комбіновану. Освітлення в приміщеннях повинно задовольняти вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [13].

Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють в цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності на всій площі приміщення, при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюється на поточних лініях, при виконанні робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті). Аварійне освітлення призначене для продовження роботи під час раптового вимкнення робочого освітлення. При цьому норма освітленості повинна складати 5% від робочого освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщень і не менше 1 лк — на території підприємства.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Заходи щодо захисту від шуму і вібрації

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються згідно ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Шум у горілчаному цеху і відділенні водопідготовки не перевищує нормативний. Шум створюють лише насоси. Гранично допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях 80 дБ, а на території не повинен перевищувати 50 дБ.

Електробезпека в сортувальному відділенні

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму застосовуємо засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів».

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи було проведено літературний пошук і критичний аналіз особливостей виготовлення класичних та особливих горілок, включаючи різні методи водопідготовки, приготування та обробки сортівки для виробництва. Роботою передбачено використання сорбентів природного походження для очищення води, що забезпечує високі фізико-хімічні та органолептичні показники підготовленої води.

Для очищення сортівки обрано двоетапний підхід із використанням двох різних сорбентів, розташованих у послідовних апаратах: активованого кісткового вугілля та опало-халцедонового матеріалу. Ця комбінація дозволяє зменшити витрати на виробництво та покращити органолептичні якості горілки.

Кінцеву фільтрацію горілки проводять у системі автоматичної фільтрації (САФЕ), у якій картриджі заповнені вугіллям, обробленим сріблом. Основною перевагою «срібної фільтрації» є покращення якості та органолептичних властивостей продукту. До того ж, ця технологія значно прискорює обробку сортівки, дозволяючи перейти від використання великої кількості вугілля до застосування високоякісного сорбенту.

Зробивши літературний огляд способів виготовлення горілок, у даній кваліфікаційній роботі передбачено такі технічні та технологічні рішення:

1. Використання фільтра для очищення води від механічних домішок ORGANIC FM-30-CG15 з наповненням обсидіаном завдяки його високій ефективності в усуненні механічних домішок.

2. Адсорбційне очищення води (зnezалізнення, деманганізація, видалення органічних домішок) із застосуванням фільтра OPV-Prom 2162, заповненого комбінацією сорбційних матеріалів Birm і Pyrolox, що забезпечує високі показники зnezалізнення.

3. Для пом'якшення води обрано іонообмінний спосіб завдяки довговічності та надійності сучасних смол, а також можливості роботи з великими швидкостями потоку. Використовується фільтр Organic U-24CG150 «Монекс» із наповненням катіонообмінною смолою Dowex, яка демонструє найкращі показники пом'якшення.

4. Для демінералізації води передбачено установку Ecosoft MO-9 MAXI, що забезпечує високий ступінь очищення та тривалий термін експлуатації.

5. Застосування фільтра CPV-Prom 2471 для контрольного фільтрування, наповненого обсидіаном, для забезпечення остаточного очищення води.

6. Для покращення органолептичних показників води використовується сорбційний матеріал K-48 на фільтрі CPV-Prom 2471, що дозволяє усунути небажані запахи, покращити смак і колір води.

7. Для приготування сортівки обрано безперервний спосіб із використанням німецької установки «Diessel», що забезпечує високу якість кінцевого продукту.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Для очищення сортівки від механічних домішок обрано двопотокові фільтри, заповнені обсидіаном, які будуть встановлені як до, так і після реакторів-адсорберів. Це забезпечує високий рівень очищення перед наступними етапами обробки.

9. На основі порівняльного аналізу сорбентів для очищення сортівки було вирішено використовувати активоване вугілля марки К-48 та опало-халцедоновий мінерал. Ці сорбенти розміщуються у послідовних апаратах-реакторах-адсорберах, що забезпечує покращення органолептичних властивостей продукту.

10. Для фінішної фільтрації горілки обрано систему САФЕ, у якій картриджі завантажені вугіллям, обробленим сріблом. Цей етап значно покращує якість та органолептичні показники кінцевого продукту.

11. Контрольне фільтрування проводиться на фільтрі мішкового типу після проходження горілки через систему САФЕ, що дозволяє видалити залишкові механічні домішки та гарантує чистоту продукту.

Також у пояснювальній записці наведено продуктові розрахунки, розрахунки площ виробничих приміщень, виконано розрахунок і підбір технологічного та допоміжного обладнання, а також розроблено схему технохімічного контролю. Детально охарактеризовано основні вимоги до заходів промислової санітарії, екологічного контролю, контролю якості готової продукції та охорони праці на виробництві.

Виходячи з представлених технічних і технологічних рішень, можна досягти отримання якісного продукту, який відповідає високим стандартам, з утриманням його смакових та ароматичних властивостей. На сьогоднішній день можна стверджувати, що виробництво горілки в нашій країні продовжує розвиватися, демонструючи постійне підвищення якості продукції та впровадження сучасних технологій її виробництва.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2004-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
2. ДСТУ 4256:2003 Горілки і горілки особові. Технічні умови. [Чинний від 2004-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 10 с.
3. ДСТУ 4711:2007 Спирти ароматні з рослинної сировини і ефірних олій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
4. ДСТУ ГОСТ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
5. Застосування природних мінеральних матеріалів у механічному очищенні води для напоїв / С.І. Олійник, В.Л. Прибильський, І.О. Самченко, Л.А. Тарасюк. Наукові праці НУХТ. 2018. Т. 24, № 2. С. 238-246.
6. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за ред. С.В. Іванова. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
7. Інструкція по хіміко-технологічному контролю лікero-горілчаного виробництва. Київ: УкрНДІспиртбіопрод, 1999. 459 с.
8. Кузьмин О.В. Усовершенствование процессов производства алкогольной продукции: монография. Донецк: ДонНУЭТ, 2014. 488 с.
9. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломного проекту для студентів технологічних спеціальностей денної та заочної форм навчання/уклад. В.С. Гуць, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. Київ: НУХТ, 2003. 21 с.
11. Методичні рекомендації до виконання «Архітектурно-будівельного розділу» дипломного проекту (роботи) для студентів за напрямками підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.051401 «Біотехнологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 6.050604 «Енергомашинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. Г.Р. Ашмаріна. Київ: НУХТ, 2013. 214 с.
12. Романова З. М., Карпутина М. В. Проектування підприємств галузі: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.091700 «Технологія бродильних виробництв і виноробства» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2009. 62 с.
13. Санітарні правила для підприємств лікero-горілчаної промисловості № 1824-78 від 14.02.1978. СОУ 15.91371237:2005 «Вода підготовлена для

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лікero-горілчаного виробництва». [Чинний від 2006-10-11] Держспоживстандарт України, 2007. 38 с. (Стандарт організації України).

14. Тарасюк Л.А., Олійник С. І., Прибильський В. Л. Актуальність застосування опало-халцедонового матеріалу у технології горілок. Наукові праці НУХТ. 2019. Т. 25 № 5. С. 206-215.

15. Технологія спирту, лікero-горілчаних напоїв та дріжджів у задачах і прикладах: навч. посіб. / В.О. Маринченко, А.М. Куц, П.Л. Шиян та ін. // за ред. В.О. Маринченко. Київ: НУХТ, 2015. 354 с.

16. Шиян П.Л., Сосницький В.В. Алкогольні напої досвід поколінь (технологія, обладнання, рецептури): монографія. Київ: Інтерсервіс, 2017. 336 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		