

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Проект цеху переробки білих сортів винограду з виробництвом
столових сухих і кріплених виноматеріалів продуктивністю 3300 т/сезон**

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ХТ

Спеціальності 181 Харчові технології

Жириков О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мамай О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Свтушенко В.В.

(прізвище та ініціали)

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Проект цеху переробки білих сортів винограду з виробництвом
столових сухих і кріплених виноматеріалів продуктивністю 3300 т/сезон**

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ХТ
Спеціальності 181 Харчові технології

Жиріков О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мамай О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Євтушенко В.В.

(прізвище та ініціали)

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет інтегрованих технологій

Кафедра харчових технологій

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 181 Харчові технології

Освітньо-професійна програма Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“21” січня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Жиříкову Олексію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи): Проект цеху переробки білих сортів винограду з виробництвом столових сухих і кріплених виноматеріалів продуктивністю 3300 т/сезон

Керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент Мамай О.І.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 21 ” 01 2026 року № 93-с

2. Строк подання здобувачем проєкту (роботи) 09.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи):

Показники	Одиниці вимірювання	Сортимент винограду		
		Рислінг	Шардоне	Семільтон
Склад сировини по сортам	%	60	20	20
Вміст цукру	г/100 см ³	19,0	18,2	18,8
Вміст гребенів	% мас.	3,2	3,1	2,8
Віднесення суслу гребенями при дробленні	% від маси гребенів	3,2	2,8	2,6
Вихід суслу загальний	дал/т	77,0	76,0	76,5
У тому числі:				
суслу-самопливу	дал/т	56,0	55,0	54,5
пресового суслу	дал/т	21,0	21,0	22,0
Кондиції кріплених виноматеріалів: вміст цукру	г/дм ³	60,0		
вміст спирту	% об.	18,5		

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Анотація. Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Автоматизація виробничих процесів. Будівельна частина. Інженерія безпеки. Охорона навколишнього середовища. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Генеральний план заводу. 2. Апаратурно-технологічна схема. 3. План цеху.
4. Розрізи цеху. 5. Автоматизація виробничих процесів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Автоматизація	Мамай О.І.	21.01.2026	09.06.2026
Будівельна частина	Валько М.І.	21.01.2026	09.06.2026
Інженерія безпеки	Валько М.І.	21.01.2026	09.06.2026

7. Дата видачі завдання: 21.01.2026 р.

Календарний план

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Техніко-економічне обґрунтування роботи</i>	04.05 – 07.05	
2	<i>Розробка технологічної схеми, розрахунок продуктів і обладнання</i>	07.05 – 14.05	
3	<i>Апаратурно-технологічна схема</i>	16.05 – 24.05	
4	<i>Енергетичні розрахунки</i>	25.05 – 28.05	
5	<i>Викреслювання планів і розрізів і погодження їх з консультантами</i>	05.05 – 28.05	
6	<i>Автоматизація виробництва</i>	28.05 – 03.06	
7	<i>Схема генерального плану</i>	03.06 – 08.06	
8	<i>Оформлення креслень із затвердженням їх консультантами</i>	01.06 – 09.06	
9	<i>Оформлення розділу НДР</i>	01.06 – 09.06	
10	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	15.05 – 09.06	
11	<i>Подання роботи на кафедру і підготовка до захисту в ДЕК</i>	09.06	

Здобувач _____ Жиріков О.О.
підпис прізвище та ініціали

Керівник проекту _____ Мамай О.І.
підпис прізвище та ініціали

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці комплексного проєкту цеху первинної переробки білих сортів винограду (Рислінг, Шардоне, Семільон) загальною продуктивністю 3300 тонн за сезон із паралельним випуском столових сухих (72,4 %) та ординарних кріплених (27,6 %) виноматеріалів.

У проєкті розв'язано актуальну проблему підвищення якості білих вин шляхом впровадження технологій мінімального механічного втручання (low-intervention). Основною особливістю і перевагою запроєктованого виробництва є відмова від жорстких режимів переробки: застосовано сучасні валкові дробарки-гребеневідділювачі (типу KAPPA 25) та пневматичні мембранні преси закритого типу (типу Velvet T-20). Це дозволило суттєво знизити вміст завислих речовин у суслі та уникнути перетирання насіння і шкірочки.

Серед найновіших досягнень галузі у проєкті передбачено використання холодотермічного бродиння в ізотермічних резервуарах (при температурі 14–16 °С) та потокового охолодження сусла для максимального збереження сортового аромату. Процеси температурного контролю, сульфитації та дозування спирту повністю автоматизовані на базі сучасної системи диспетчеризації SCADA. Крім того, проєктом передбачена раціональна екологічна модель безвідходного виробництва, що включає комплексну переробку солодких вичавків, дріжджових осадів та гребенів.

Пояснювальна записка містить 97 сторінок друкованого тексту, 23 таблиці, 4 рисунків. Список використаних джерел налічує 40 найменувань. Графічна частина виконана на 5 аркушах формату А1.

Ключові слова: білі сорти винограду, столові сухі виноматеріали, кріплені виноматеріали, освітлення, сорти, м'язга, дроблення, освітлення сусла,

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Анотація			
<i>Здобувач</i>	<i>Жириков О.О</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Керівник</i>	<i>Мамай О.І.</i>							
<i>Зав. каф.</i>	<i>Валько М.І.</i>							
					<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
					<i>Б</i>		3	97
					<i>ХНТУ</i> <i>Кафедра ХТ – 2026</i>			

переробка винограду, Рислінг, Шардоне, Семільон, сусло, температурний контроль, бродіння, сульфітація, спиртування.

					Анотація	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		4

ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the development of a comprehensive project for a primary processing workshop for white grape varieties (Riesling, Chardonnay, Semillon) with a total capacity of 3300 tons per season, featuring the simultaneous production of table dry (72.4 %) and ordinary fortified (27.6 %) wine materials.

The project addresses the urgent problem of improving the quality of white wines by implementing low-intervention technologies. The main feature and advantage of the designed production is the rejection of harsh processing regimes: modern roller destemmer-crushers (KAPPA 25 type) and closed-type pneumatic membrane presses (Velvet T-20 type) are used. This significantly reduced the content of suspended solids in the must and prevented the grinding of seeds and skins.

Among the latest industry achievements, the project implements cold-temperature fermentation in isothermal tanks (at a temperature of 14–16 °C) and in-line cooling of the must to maximize the preservation of the varietal aroma. Temperature control, sulfitation, and alcohol dosing processes are fully automated based on the modern SCADA dispatching system. In addition, the project provides for a rational ecological model of zero-waste production, which includes the complex processing of sweet pomace, yeast lees, and stems.

The explanatory note contains 97 pages of printed text, 23 tables, and 4 figures. The list of references includes 40 items. The graphical part is executed on 5 sheets of A1 format.

Keywords: white grape varieties, dry table wine materials, fortified wine materials, clarification, varieties, pulp, crushing, must clarification, grape processing, Riesling, Chardonnay, Semillon, must, temperature control, fermentation, sulfitation, distillation, filtration, yeast lees.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Жиріков О.О				Annotation	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.							Б	5	97
Керівник		Мамай О.І.					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько М.І.							

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування.....	10
1.1 Аналіз ринку сухих та кріплених виноматеріалів	10
1.2 Потреби організації та обґрунтування потужності.....	10
1.3 Обґрунтування вибору району та місця будівництва.....	11
1.4 Очікуваний асортимент та техніко-економічні показники	11
Розділ 2 Технологічна частина	13
2.1 Структура підприємства.....	13
2.2 Режим роботи цехів і відділень	15
2.3 Асортимент і характеристика готової продукції	17
2.4 Характеристика сировини і допоміжних матеріалів	19
2.5 Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів	22
2.6 Технологічна схема виробництва	25
2.6.1 Вибір і обґрунтування способів і режимів технології	29
2.6.2 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	32
2.7 Розрахунок продуктів.....	35
2.7.1 Обчислення середньозважених величин показників завдання	38
2.7.2 Розрахунок виходу освітленого сусла з винограду	38
2.7.3 Розрахунок виходу сухих столових виноматеріалів.....	41
2.7.4 Розрахунок виходу кріплених виноматеріалів з пресового сусла	44
2.8 Розрахунок витрати допоміжних матеріалів.....	50
2.9 Розрахунок і підбір технологічного устаткування	51
2.10 Розрахунок витрат холоду.....	62
2.11 Розрахунок витрат води і стоків	62
2.12 Розрахунок витрат пари	64
2.13 Розрахунок витрат електроенергії	65

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА						
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата							
Здобувач		Жириков О.О			ЗМІСТ			Літера	Аркуш	Аркушів	
Консульт.								Б	6	97	
Керівник		Мамай О.І.		ХНТУ Кафедра ХТ – 2026							
Зав. каф.		Валько М.І.									

2.14	Характеристика відходів і рекомендації щодо їх використання.....	67
2.15	Контроль виробництва і управління якістю продукції.....	70
2.16	Компонування головного виробничого корпусу	74
Розділ 3 Автоматизація виробничих процесів.....		77
3.1	Технічне завдання на автоматизацію	77
3.2	Опис функціональної схеми автоматизації.....	77
Розділ 4 Будівельна частина		80
4.1	Будівельні рішення	80
4.2	Рішення по інженерному забезпеченню.....	80
4.3	Опис генерального плану.....	81
Розділ 5 Інженерія безпеки		83
5.1	Безпечні умови праці.....	83
5.2	Загальні вимоги до резервуарів	83
5.3	Безпечна експлуатація електроустановок	84
5.4	Виробнича санітарія	85
5.5	Виробниче освітлення	85
5.6	Захист від шкідливих речовин	86
Розділ 6 Охорона навколишнього середовища.....		88
6.1	Охорона атмосферного повітря	88
6.2	Охорона водних басейнів (очищення стічних вод)	89
6.3	Рациональне використання твердих відходів	90
6.4	Зменшення шумового та вібраційного впливу	91
		91
Висновки.....		92
Список використаних джерел.....		94

					Зміст	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Сучасна енологія переорієнтовується з масового виробництва на збереження теруару та максимальне розкриття сортової ідентичності. На тлі глобального зростання попиту на елегантні, висококіслотні білі вина та стабільної потреби вітчизняного ринку в якісних кріплених позиціях, проєктування гнучких підприємств первинної переробки стає ключовим фактором конкурентоспроможності.

Основою дипломного проєкту є розробка інноваційного цеху переробки білого винограду потужністю 3300 тонн за сезон. Сировинна матриця спирається на європейську класику: Рислінг (60 %, кислотний каркас і мінеральність), Шардоне (20 %, структурний об'єм) та Семільйон (20 %, округлість). Архітектура виробництва дозволяє паралельно випускати 72,4 % преміальних сухих виноматеріалів із сусла-самопливу та 27,6 % кріпленої бази з пресових фракцій (кондиції: 18,5 % об., 60 г/дм³).

Для запобігання екстракції грубих танінів, властивій агресивним шнековим системам, інтегровано валкові гребеневідділювачі KAPPA 25 та закриті пневматичні мембранні преси Velvet T-20. Робота на наднизьких тисках (до 2 бар) гарантує ювелірну обробку ягоди та виняткову чистоту отриманого сусла.

Особливий акцент зроблено на термоменеджменті. Ризиковане тривале відстоювання замінено потоковим охолодженням до 10-12 °C із паралельною бентонітовою стабілізацією. Ферментація локалізована в ізотермічних танках (50 м³) за участі кріофільних дріжджів «Феодосія 1-19». Утримання температури в жорсткому коридорі 14–16 °C збільшує енергозатрати, проте є єдиним способом повноцінно зафіксувати леткі ароматичні ефіри.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Жириков О.О			Вступ	Літера	Аркуш	Аркушів	
Консульт.						Б	8	97	
Керівник		Мамай О.І.				ХНТУ Кафедра ХТ – 2026			
Зав. каф.		Валько М.І.							

Стабільність еталонної якості забезпечується повною автоматизацією процесів. Багаторівнева система SCADA бере на себе управління холодоагентом, моніторинг резервуарів, синхронізацію насосів FTP-15 та філігранний контроль критичних вузлів: інжектування рідкого SO₂ і дозування ректифікату без похибок людського фактора.

Виробниче ядро розгорнуте в одноповерховому павільйоні площею 3600 м² (сітка колон 6х12 м, кліренс 8,4 м), що формує ідеальну лінійність логістики. Водночас екологічний вектор проєкту спирається на циркулярну економіку: понад 620 тонн побічних продуктів (вичавки, гребені, осадки) не утилізуються, а конвертуються в технічний етанол, виннокисле вапно та цінні органічні добрива.

Загальна площа об'єкта у 2,516 га з коефіцієнтом забудови 45 % формує оптимальний баланс для харчового підприємства. Висока інвестиційна привабливість і швидка окупність досягаються через глибоку переробку сировини, оптимізацію водоспоживання за допомогою градирень та випуск продукції, яка безкомпромісно відповідає найсуворішим вимогам ДСТУ та міжнародним стандартам.

					Вступ	Аркуш
						9
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування

1.1 Аналіз ринку сухих та кріплених виноматеріалів

Сучасний стан виноробної галузі України та світу показує стабільний попит на високоякісні білі вина. Згідно з аналітичними даними, споживачі все частіше надають перевагу легким, свіжим столовим винам з вираженим сортовим ароматом, а також винам, для яких основою є саме сухі білі виноматеріали. У проекті обрано сорти винограду Рислінг (60 %), Шардоне (20 %) та Семільон (20 %). Це «золотий стандарт» для світового виноробства [1, 2]. Рислінг забезпечує високу кислотність та мінеральність. Шардоне додає тіла та фруктових нот, а Семільон округлості та можливості до витримки. Сфокусованість на переробці цих сортів дозволяє підприємству бути гнучким. Воно може виробляти як готові сухі вина, так і висококласні купажі виноматеріали для виробництва вин методом шампанізації [4]. Ринок кріплених вин, хоч і є більш нішевим, залишається важливим сегментом для внутрішнього ринку, даючи змогу раціонально використовувати пресові фракції суслу і забезпечувати безвідходність виробництва [3].

1.2 Потреби організації та обґрунтування потужності

Головною метою проектування нового цеху є модернізація виробничих потужностей і впровадження нових технологій, таких як мембранне пресування та автоматизоване управління температурою бродіння [1]. Створення цеху з продуктивністю 3300 тонн на сезон обумовлене такими чинниками: Сировинна база: Наявність у регіоні достатньої кількості насаджень зазначених білих сортів винограду дозволяє забезпечити завантаження ліній протягом сезону переробки

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Жириков О.О				Літера		Аркуш	Аркушів
Консульт.					Розділ 1 Техніко- економічне обґрунтування	Б		10	100
Керівник		Мамай О.І.				ХНТУ Кафедра ХТ – 2026			
Зав. каф.		Валько М.І.							

(20 діб) [1]. Економічна ефективність: Продуктивність 165 тонн на добу є оптимальною для середніх підприємств, що дозволяє швидше повернути кошти на обладнання при збереженні високої якості кожної партії сусла [4]. Технологічна необхідність: Використання сучасних допоміжних матеріалів, зокрема діатоміту для намівної фільтрації та бентоніту для стабілізації, потребує точно розрахованих потоків, які впроваджені у проєкті [2].

1.3 Обґрунтування вибору району та місця будівництва

Місце для будівництва спроектованого підприємства вибрано з урахуванням близькості до сировинної бази та наявності розвинутої інфраструктури. Згідно з генеральним планом, ділянка площею 25 160 м² розташована в промисловій зоні з зручним транспортним сполученням [4]. Розташування будівель на території заводу обґрунтовано напрямком переважних вітрів (роза вітрів), що показано на кресленні генерального плану. Головний виробничий корпус (3600 м²) орієнтований так, щоб зменшити вплив виробничих шумів та запахів на адміністративну й побутову зону та на прилеглу житлову забудову по вул. Травневій [2]. Важливим аспектом ТЕО є забезпеченість ресурсами: Водопостачання та каналізація: Генеральний план передбачає підключення до централізованих мереж та власних очисних споруд, що важливо для екологічної безпеки виробництва [2]. Енергозабезпечення: Потужність цеху вимагає стабільного електропостачання для роботи холодильних установок і насосного обладнання, що враховано в інженерних рішеннях [3]. Логістика: Організація вантажних потоків на території (пров. Виноробний) виключає перехрещення ліній підвезення винограду і відвантаження готової продукції, що відповідає нормам НАССР [1].

1.4 Очікуваний асортимент та техніко-економічні показники

					Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
						11
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з розрахунками, виконаними у технологічній частині, очікуваний вихід продукції становитиме: Столові сухі виноматеріали (із сусла-самопливу) близько 72,4 % від загального об'єму [1]. Кріплені виноматеріали (із пресових фракцій) близько 27,6 % [2]. Використання прогресивного обладнання (пневматичні преси, пластинчасті фільтри, автоматизовані системи сульфитації) дозволяє знизити технологічні втрати та собівартість продукції [4]. Враховуючи високу вартість сортового винограду Рислінг та Шардоне, саме глибина переробки і отримання стабільних виноматеріалів гарантують високу конкурентоспроможність підприємства [3]. Таким чином, будівництво цеху згідно з цим проектом є технічно можливим і економічно обґрунтованим [4].

					Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
						12
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2 Технологічна частина

2.1 Структура підприємства

Сучасне виноробне підприємство являє собою складний комплекс взаємопов'язаних виробничих підрозділів, які забезпечують безперервний, потоковий та ефективний процес переробки виноградної сировини. Виходячи з технологічної доцільності, структура спроектованого підприємства включає наступні підрозділи [11]:

Основні виробничі цехи та відділення:

- Цех первинної переробки винограду, де здійснюється приймання сировини, подрібнення ягід, відокремлення гребенів та виділення суслу-самопливу і пресових фракцій.
- Бродильне відділення, оснащене відповідними резервуарами та бродильними установками для зброджування суслу й отримання столових сухих виноматеріалів.
- Відділення підброджування та спиртування, яке необхідне для виготовлення кріплених виноматеріалів згідно з заданими кондиціями (вміст цукру 60,0 г/дм³, вміст спирту 18,5 % об.) [4].
- Відділення освітлення, обробки (у тому числі суспензією бентоніту) та зберігання готових виноматеріалів перед їх подальшим використанням або відвантаженням.

Допоміжні цехи та відділення:

- Цех комплексної переробки відходів виноробства, де здійснюється утилізація та переробка солодких виноградних вичавків і дріжджових осадів для отримання вторинних продуктів [12].
- Котельня, яка забезпечує технологічні процеси (наприклад, санітарну обробку

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2 Технологічна частина			
Здобувач	Жириков О.О							
Консульт.								
Керівник	Мамай О.І.							
Зав. каф.	Валько М.І.							
					Літера	Аркуш	Аркушів	
					Б		13	97
					ХНТУ			
					Кафедра ХТ – 2026			

та миття обладнання) необхідною парою та гарячою водою.

- Холодильно-компресорний цех для забезпечення стабільних температурних режимів під час охолодження сусла, його відстоювання та стабілізації виноматеріалів холодом [11].

- Водонасосна станція та локальні очисні споруди (система каналізації) для постачання води на виробничі потреби та раціонального відведення стічних вод.

Обслуговуючі цехи та відділення:

- Виробнича (заводська) лабораторія, що здійснює систематичний технохімічний та мікробіологічний контроль якості сировини, допоміжних матеріалів і напівпродуктів на всіх стадіях виробничого процесу.

- Складські приміщення для зберігання освітлювальних та обклеювальних матеріалів, миючих засобів, дезінфектантів, тари та інших допоміжних матеріалів.

- Ремонтно-механічна майстерня і транспортне відділення для оперативного усунення несправностей обладнання та організації внутрішньозаводських вантажних потоків [13].

Обсяг проєктних робіт: У межах даної роботи проєктуванню підлягає безпосередньо технологічна діляниця (цех) переробки винограду. Фактичний обсяг проєктних робіт охоплює розробку технологічної лінії для переробки 3300 тонн винограду за сезон, що включає сорти Рислінг (60 %), Шардоне (20 %) та Семільон (20 %). Передбачено проєктування ділянок приймання сировини, пресування, освітлення сусла та подальшого розділення потоків на зброджування (для сухих вин) і спиртування (для кріплених).

Схема управління підприємством та цехом: Для забезпечення злагодженої роботи передбачена лінійно-функціональна схема управління підприємством та окремим цехом [13].

- Загальне керівництво всім підприємством здійснює директор, якому підпорядковуються всі адміністративні та технічні служби.

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						14
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- Головний інженер та головний технолог відповідають за організацію технологічного процесу, модернізацію апаратурно-технологічних схем та впровадження системи управління безпечністю продукції НАССР.
- Безпосереднє керівництво проєктованим цехом переробки білих сортів винограду здійснює начальник цеху, який несе відповідальність за виконання виробничої програми [2, 14].
- Начальнику цеху лінійно підпорядковуються змінні майстри, а також робочий персонал (оператори поточкових ліній, апаратники бродіння, пресувальники), які безпосередньо обслуговують технологічне обладнання згідно з нормативними режимами роботи у період сезону переробки [1].

Оскільки виноробство (зокрема первинна переробка) є галуззю з яскраво вираженою сезонністю, графіки роботи у період масової переробки винограду та в інший час року суттєво відрізняються.

Під час вибору режимів роботи необхідно забезпечити безперервність поточкових процесів та зберегти високу якість білих сортів винограду (Рислінг, Шардоне, Семільон). Відповідно до цього, були прийняті наступні рішення щодо відхилень або фіксації режимів:

Таблиця 1 - Режими роботи цехів і відділень

Найменування виробництв, цехів, ділянок Кількість змін у добу У період переробки винограду В інший час року Трива лість зміни, годин Кількість робочих днів у році У період переробки винограду В інший час року					Розділ 2 Технологічна частина
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	

1	2	3	4	5	6
1. Цех переробки винограду	1	—	10	20	—
2. Бродильне відділення	3	1	8	243	
3. Відстійне відділення	3	2	8	243	
4. Дріжджове відділення	3	—	8	243	
5. Відділення обробки виноматеріалів	3	2	8	243	
6. Відділення збереження виноматеріалів (виносховище)	2	2	8	243	
7. Приміщення готування бентонітової суспензії	2	1	8	243	
8. Приміщення спиртодозаторів	2	2	8	20	—
9. Лабораторія	1	1	10/8	243	
10. Відділення переробки вичавків	1	—	10	20	
11. Апаратне відділення	3	3	8	20	

2.3 Асортимент і характеристика готової продукції

Вибраний асортимент продукції обґрунтовується технологічною доцільністю та принципами найбільш раціонального використання сировинної бази, яка складається з високоякісних європейських білих сортів у наступному співвідношенні: Рислінг – 60 %, Шардоне – 20 % та Семільон – 20 %. Згідно з класичними технологічними схемами виноробства, для виробництва високоякісних білих столових сухих вин використовується винятково суслосамоплив [15]. Це пояснюється тим, що самопливні фракції мають найменший вміст завислих частинок (згідно із завданням, для суслосамопливу цей показник становить 56,0–58,0 г/дм³), містять менше дубильних речовин та зберігають найкращий ароматичний потенціал сорту. Натомість пресові фракції сусла, які відрізняються вищою екстрактивністю та більшою фенольною місткістю, технологічно доцільно направляти на приготування ординарних кріплених виноматеріалів [13, 16].

Виходячи із загальної продуктивності цеху 3300 тонн винограду за сезон та заданих показників виходу сусла, загальний випуск продукції у натуральних величинах та процентах розподіляється наступним чином:

- Столові сухі виноматеріали (із суслосамопливу): Середній вихід суслосамопливу становить від 54,5 до 56,0 дал/т залежно від сорту (Рислінг - 56,0 дал/т, Шардоне - 55,0 дал/т, Семільон - 54,5 дал/т). Орієнтовна кількість отриманого суслосамопливу з 3300 тонн складатиме близько 162 780 дал. Це становитиме приблизно 72,4 % від загального об'єму вироблених виноматеріалів [17].

- Кріплені виноматеріали (із пресового сусла): Вихід пресового сусла становить 21,0–22,0 дал/т [18].

Вимоги до хімічного складу та органолептичних показників готової продукції (виноматеріалів) наведено у вигляді таблиці 2.2. Характеристика складена у суворій відповідності з вимогами діючих стандартів та заданими

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		17

кондиціями: для кріплених виноматеріалів вміст цукру має становити 60,0 г/дм³, а вміст спирту — 18,5 % об. [13].

Таблиця 2 - Органолептична характеристика виноматеріалів

Найменування	Органолептична характеристика			
	Прозорість	Забарвлення	Букет	Смак
Столовий сухий білий виноматеріал	Прозорий, без сторонніх включень та осаду	Від світло-солом'яного до світло-золотистого	Чистий, сортовий, без сторонніх тонів	Гармонійний, свіжий, без сторонніх присмаків
Кріплений білий виноматеріал	Прозорий, допускається легка опалесценція до стабілізації	Від золотистого до темно-бурштинового	Специфічний, з легкими тонами спиртування	Повний, екстрактивний, гармонійний

Таблиця 3 - Фізико-хімічні показники виноматеріалів

Найменування	Фізико-хімічні показники							
	Вміст спирту, % об.	Масова конц. цукрів, г/дм ³	Вміст спирту, % об.	Альдегіди, мг/дм ³	Леткі кислоти, г/дм ³	Фурфурол, мг/дм ³	SO ₂ , загальний,	Метиловий спирт, % об.
Столовий сухий білий виноматеріал	10,0 – 13,0 (природний набрид)	Не більше 3,0	150 – 250	20 – 50	Не більше 1,0	Не більше 1,0	Не більше 200	Не більше 0,05

Кріплен ий білий виномат еріал	18,5	60	150 – 300	30 – 100	Не більше 1,2	Не більше 1,0	Не більше 200	Не більше 0,05
---	------	----	-----------------	-------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

2.4 Характеристика сировини і допоміжних матеріалів

Асортимент продукції безпосередньо зумовлює і асортимент основної сировини та допоміжних матеріалів, які будуть використовуватися у проєктованому цеху згідно з технологічними інструкціями та рецептурами окремих продуктів. Від якості винограду та матеріалів, що застосовуються під час його переробки, залежить фізико-хімічна стабільність, органолептичні властивості та конкурентоспроможність готових виноматеріалів на ринку [16].

Основною сировиною для забезпечення виробничої програми цеху продуктивністю 3300 тонн за сезон є високоякісні білі технічні сорти винограду. Сировинна база представлена наступним сортиментом: Рислінг (60 %), Шардоне (20 %) та Семільон (20 %).

- Рислінг (Riesling) класичний європейський сорт, який характеризується високою кислотністю та яскравим ароматичним профілем, що робить його ідеальною основою (60 %) для виробництва свіжих, гармонійних столових сухих виноматеріалів. Вміст цукру в період збору для цього сорту за вихідними даними становить 19,0 г/100 см³ [12].

- Шардоне (Chardonnay) пластичний сорт, що додає майбутнім винам повнотілості, маслянистості та фруктових тонів. Вміст цукру становить 18,2 г/100 см³, а масова частка гребенів - 3,1 %.

- Семільон (Semillon) сорт, який традиційно використовується у купажах (зокрема з Шардоне та Совіньйон Блан) для надання вину округлості та здатності до витримки. Вміст цукру 18,8 г/100 см³, вміст гребенів - 2,8 %.

Ампелографічну та господарсько-технологічну характеристику цих сортів винограду, адаптовану до умов промислової переробки, наведено у таблиці 2.4 [19].

Таблиця 4 - Господарсько-технологічна характеристика сортів винограду

Сорт	Розміри грони, мм		Врожайність, ц/га	Маса грона, г	Число ягід у гроні, шт	Маса, г		Максимальна сахаристість у період збору, %
	довжин а	ширин а				100 ягід	100 насінь	
Рислінг	100-140	70-90	70-90	80-100	90-110	120-130	2,5	19,0
Шардоне	110-150	80-100	60-80	90-120	95-120	130-140	2,7	18,2
Семільон	120-160	90-110	80-100	100-140	110-140	140-150	3,0	18,8

Для технологічної програми, окрім винограду, передбачено використання низки допоміжних матеріалів. До них належать:

1. Діоксид сірки (SO_2): використовується для сульфатації м'язги та сусла з метою пригнічення дикої мікрофлори та запобігання окисленню білого сусла.
2. Бентоніт: застосовується у вигляді водної суспензії (розрахункова доза 10-13 г/дал) для освітлення сусла та виведення термолабільних білків, що забезпечує стабільність майбутнього вина проти білкових помутнінь.
3. Чиста культура дріжджів (ЧКД): необхідна для направленого та стабільного зброджування сусла [14].
4. Діатоміт: застосовується як допоміжний наливний матеріал під час фільтрації готових виноматеріалів для їх остаточного освітлення. Він ефективно затримує дрібні завислі частинки, залишки дріжджових клітин та мікрофлору, забезпечуючи кришталеву прозорість і стабільність продукції перед її тривалим зберіганням.

5. Спирт етиловий ректифікований: застосовується на стадії спиртування підбродженого пресового суслу для досягнення заданої міцності кріплених виноматеріалів (18,5 % об.) [15].

Якість сировини і допоміжних матеріалів повинна суворо відповідати вимогам чинних державних стандартів (ДСТУ, ГОСТ) та технічних умов. Перелік цих матеріалів та відповідних нормативних документів зведено у таблиці 5 [13].

Таблиця 5 - Характеристика сировини і допоміжних матеріалів

Найменування сировини або матеріалів	Стандарт чи технічні умови	Призначення
1. Виноград свіжий ручного збирання	ДСТУ4806:2007	Основна сировина для отримання суслу і виноматеріалів
2. Спирт етиловий ректифікований	ДСТУ 4221:2003	Для спиртування (кріплення) сусла, що бродить, для виробництва кріплених виноматеріалів
3. Діоксид сірки рідкий технічний	ГОСТ 2918	Антиоксидантна та антисептична обробка м'язги, сусла та виноматеріалів
4. Бентоніти для виноробної промисловості	ОСТ 18-49	Для освітлення сусла і стабілізації виноматеріалів від білкових помутнінь
5. Чисті культури винних дріжджів (ЧКД)	Згідно з чинними нормативними документами	Для ініціації та направленою проведення процесу спиртового бродіння

6. Вода питна	ДСТУ 7525:2014	Для приготування суспензії бентоніту, дріжджової розводки, санітарної мийки обладнання та технологічних потреб
7. Діатоміт	ДСТУ EN 12913:2022	Для наливної фільтрації та освітлення виноматеріалів

2.5 Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів

У запроєктованому цеху переробки білих сортів винограду (Рислінг, Шардоне, Семільон) суттєву та визначальну роль відіграють мікроорганізми, оскільки саме вони здійснюють біологічний процес спиртового бродіння. Від правильного вибору раси (штаму) дріжджів залежить повнота зброджування цукрів у суслі-самопливі для отримання високоякісних столових сухих виноматеріалів, а також швидкість накопичення необхідних 5–6 % об. спирту у пресових фракціях перед їх спиртуванням для виробництва кріплених виноматеріалів [1, 16].

У сучасному виноробстві для зброджування виноградного суслу застосовують чисті культури дріжджів (ЧКД) переважно виду *Saccharomyces cerevisiae*. Для виробництва білих столових вин придатними є кілька відомих рас, які традиційно використовуються у вітчизняній практиці: Ужгород 67, Ркацителі 6 та Феодосія 1-19 [11].

- Раса *Ужгород 67* відрізняється надзвичайно високою бродильною активністю та здатністю зброджувати високоцукристе сусло, проте її оптимальний температурний оптимум є дещо вищим, що може призвести до втрати тонких ароматичних ефірів білих вин.

- Раса *Ркацителі 6* добре зарекомендувала себе для нейтральних сортів, проте вона повільніше осідає після завершення бродіння, що ускладнює процес декантації та освітлення.
- Раса *Феодосія 1-19* має високу холодостійкість (здатна активно бродити при температурі 12–14 °С), яскраво виражену сульфїтостійкість, а також належить до пилоподібних дріжджів, які наприкінці бродіння набувають здатності до флокуляції (швидкого злипання) і утворюють щільний зернистий осад [13].

Зважаючи на те, що для максимального збереження сортового аромату білих сортів винограду (особливо Рислінгу та Шардоне) технологічний процес передбачає бродіння при знижених температурах, а перед бродінням сусло обов'язково сульфїтується (до 75–100 мг/дм³ SO₂). Для виробництва кріплених виноматеріалів з пресового сусла ця раса також є доцільною, оскільки вона швидко адаптується до середовища та оперативно розпочинає процес підброджування. Використання єдиного штаму на обох технологічних лініях дозволить уніфікувати процес приготування дріжджової розводки в цеху [16].

Таксономічні ознаки вибраної культури. Вибрана чиста культура дріжджів належить до царства Гриби (*Fungi*), відділу Аскомікотові (*Ascomycota*), класу Сахароміцети (*Saccharomycetes*), порядку Сахароміцетальні (*Saccharomycetales*), родини Сахароміцетові (*Saccharomycetaceae*), роду Сахароміцес (*Saccharomyces*), виду *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C. Hansen).

Морфолого-культуральні властивості. На мікроскопічному рівні клітини раси Феодосія 1-19 мають правильну еліптичну або овальну форму, розміром 5–7 × 8–10 мкм. Клітинна оболонка тонка, цитоплазма у молодих клітин гомогенна. Розмножується цей вид вегетативним шляхом брунькуванням. Культуральні властивості на щільних поживних середовищах (наприклад, на сусло-агарі) проявляються у вигляді утворення круглих, гладеньких, матових колоній білувато-кремового або жовтуватого кольору з рівним краєм і злегка опуклим профілем. У рідкому середовищі (виноградному суслі) у період бурхливого бродіння культура викликає інтенсивне і рівномірне помутніння всього об'єму

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						23
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

рідини за рахунок активного виділення діоксиду вуглецю. По завершенні бродіння клітини швидко осідають на дно резервуара, формуючи компактний і щільний осад, що дозволяє легко зняти виноматеріал із дріжджів (декантувати) без втрат продукту [17].

Фізіологічні та технологічні властивості. За типом дихання *Saccharomyces cerevisiae* є факультативними анаеробами. В аеробних умовах вони активно розмножуються (нарощують біомасу), а в анаеробних здійснюють спиртове бродіння, перетворюючи моносахариди на етиловий спирт та діоксид вуглецю. Дріжджі цього виду здатні ферментувати глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу та частково галактозу [13].

До найголовніших технологічних властивостей обраної раси Феодосія 1-19, що зумовили її використання в проєкті, належать:

- Висока бродильна енергія та здатність бродити "насухо": дріжджі здатні повністю утилізувати цукри у суслі-самопливі, залишаючи не більше 0,3 г/100 см³ незброджених цукрів, що суворо відповідає нормам для сухих виноматеріалів.
- Холодостійкість: здатність вести процес бродіння без зупинки при температурі 14–16 °С.
- Спиртостійкість: клітини зберігають свою життєздатність та активність при накопиченні етилового спирту до 14–15 % об..
- Стійкість до діоксиду сірки: культура здатна розмножуватися та бродити в суслі, що містить загального SO₂ до 150–200 мг/дм³, що є критично важливим при переробці білих сортів [16].
- Мінімальне утворення побічних продуктів: штам виділяє вкрай мало летких кислот (до 0,4 г/дм³) та не утворює значних кількостей сірководню або інших речовин, здатних негативно вплинути на букет і смак вина [14].

2.6 Технологічна схема виробництва

Відповідно до нормативних вимог, у графічній частині проєкту ця принципова схема складається з прямокутників, в яких вписані найменування окремих стадій. Поруч із прямокутниками проставляються основні параметри технологічних режимів та матеріальних потоків, а на виносних лініях (стрілках) чітко вказується, які допоміжні матеріали подаються на даній стадії процесу і які побічні продукти або відходи виділяються.

Принципова схема відображає строгу послідовність технологічного процесу і в подальшому використовується при кресленні детальної апаратурно-технологічної схеми, виконанні розрахунків продуктів, матеріальних потоків та підборі необхідного обладнання для забезпечення потужності 3300 т/сезон.

Технологічний процес у спроектованому цеху розділяється на три основні блоки, які графічно відображені на схемі:

Стадії загальної первинної переробки винограду

- Приймання винограду на переробку:

Вхідний потік: Виноград білих сортів (Рислінг, Шардоне, Семільон).

Параметри: Контроль маси, сортової чистоти, цукристості та температури сировини.

- Подрібнення ягід, відокремлення гребенів:

Вихідний потік (відходи): Гребені (направляються на транспортер для утилізації).

- Сульфітація м'язги:

Вхідний потік (матеріали): Діоксид сірки (SO_2) у вигляді водного розчину або зрідженого газу.

- Вилучення суслу-самопливу (стікання):

Поділ потоків: На цій стадії відбувається розділення. Сусло-самоплив (високоякісна фракція з найменшим вмістом завислих частинок) направляється на лінію виробництва столових сухих виноматеріалів. Частково зневоднена м'язга подається на наступну стадію пресування.

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						25
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Стадії виробництва столових сухих виноматеріалів (із сусла-самопливу)

- Сульфітація та охолодження сусла:

Вхідний потік (матеріали): Діоксид сірки (SO_2).

Параметри: Охолодження потоку для пригнічення дикої мікрофлори та запобігання передчасному бродінню.

- Внесення сорбентів та освітлення сусла (відстоювання):

Вхідний потік (матеріали): Водна суспензія бентоніту.

Вихідний потік (відходи): Суслові осади (направляються на переробку або утилізацію).

- Внесення ЧКД та бродіння сусла:

Вхідний потік (матеріали): Розводка чистої культури дріжджів (ЧКД).

Параметри: Бродіння до повного зброджування цукрів ("насухо") при контрольованій температурі.

Вихідний потік (побічні продукти): Діоксид вуглецю (CO_2).

- Зняття із дріжджового осаду (декантація), сульфітація та егалізація:

Вихідний потік (відходи): Дріжджові осади.

Параметри: Формування однорідних партій столового сухого виноматеріалу та їх направлення на зберігання.

Стадії виробництва кріплених виноматеріалів (із пресового сусла)

- Пресування м'язги:

Вхідний потік: М'язга, що стекла.

Вихідний потік (відходи): Солодкі виноградні вичавки (направляються у цех переробки вторинної сировини).

Основний потік: Пресове сусло.

- Сульфітація та освітлення пресового сусла:

Вхідний потік (матеріали): Діоксид сірки (SO_2) та сорбенти (бентоніт).

Вихідний потік (відходи): Суслові осади пресових фракцій.

- Внесення ЧКД та бродіння сусла (підброджування):

Вхідний потік (матеріали): Розводка чистої культури дріжджів (ЧКД).

Параметри: Часткове зброджування цукрів до досягнення необхідних показників перед спиртуванням.

- Спиртування сусла, що бродить:

Вхідний потік (матеріали): Спирт етиловий ректифікований.

Параметри: Доведення міцності до 18,5 % об. та зупинка процесу бродіння зі збереженням залишкового цукру на рівні 60,0 г/дм³.

- Зняття сусла, що збродило, із дріжджових осадів, сульфитація та егалізація виноматеріалів:

Вихідний потік (відходи): Дріжджові осадки кріплених виноматеріалів.

Параметри: Формування партій кріпленого ординарного виноматеріалу та їх направлення у виносковище.

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						27
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

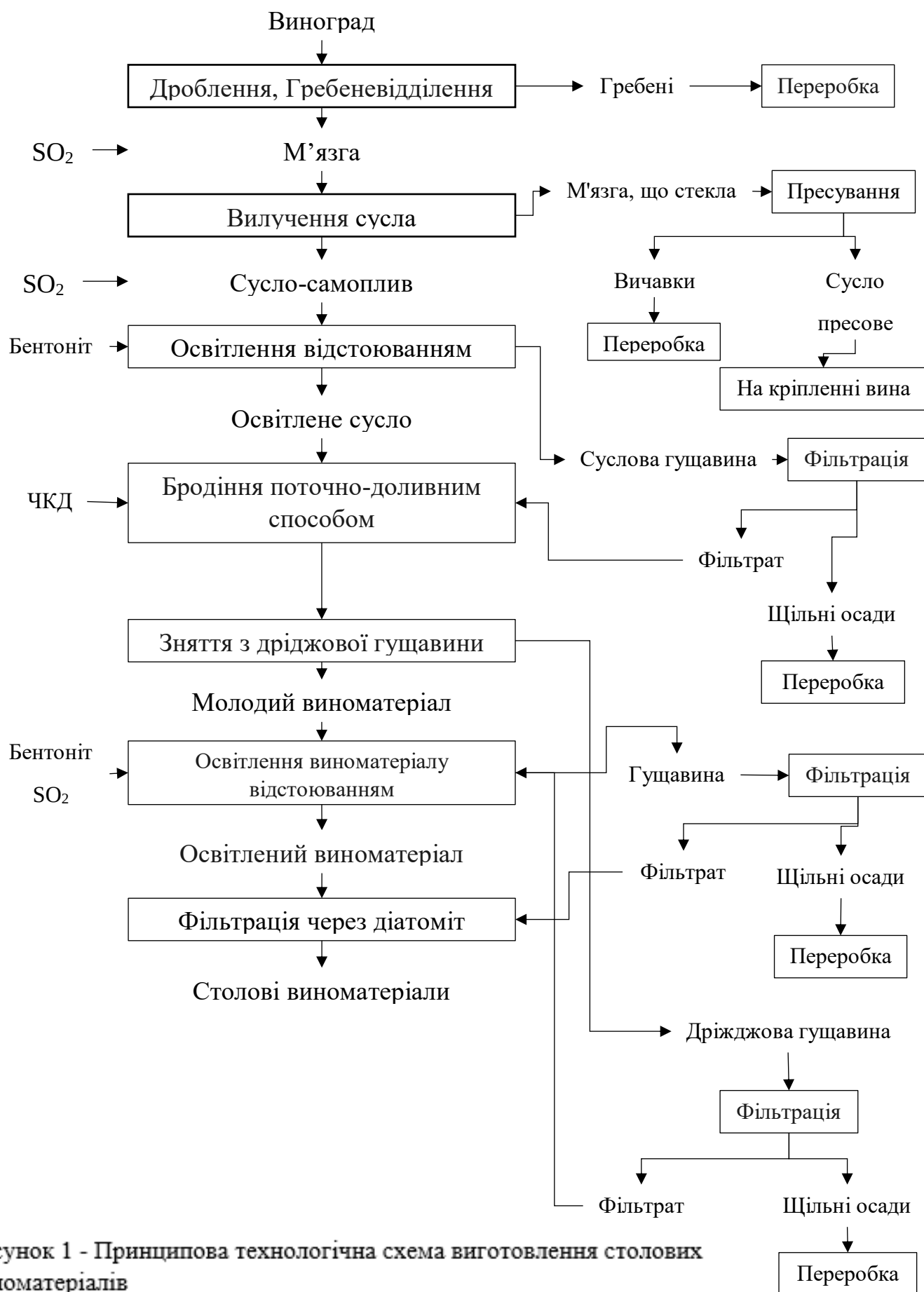


Рисунок 1 - Принципова технологічна схема виготовлення столових виноматеріалів

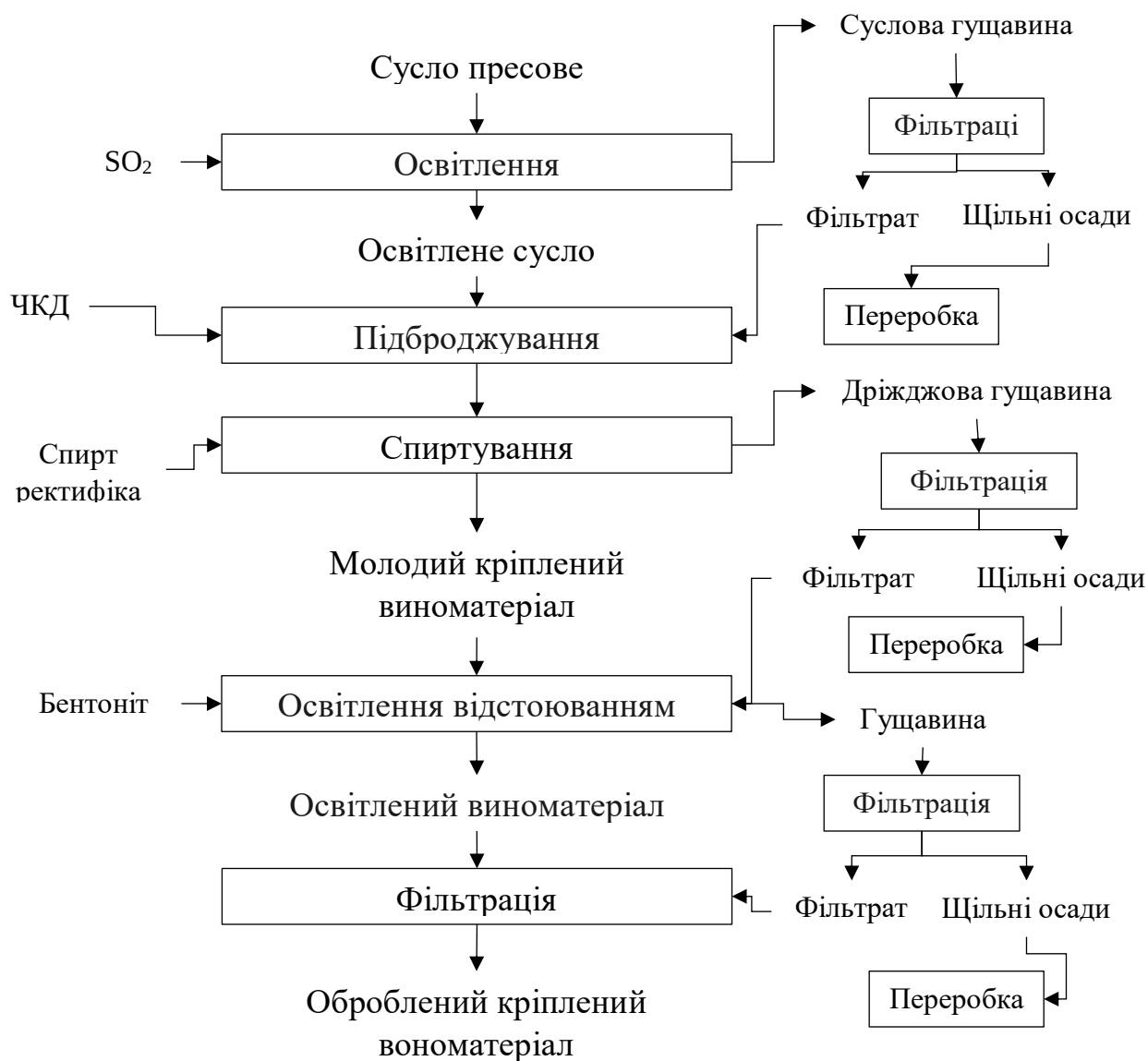


Рисунок 2 - Принципова технологічна схема виготовлення кріплених виноматеріалів

2.6.1 Вибір і обґрунтування способів і режимів технології

Оскільки переробка білих сортів винограду (Рислінг, Шардоне, Семільон) для виробництва високоякісних столових сухих та ординарних кріплених виноматеріалів вимагає особливо дбайливого ставлення до сировини, було проведено критичний аналіз існуючих технологічних режимів та апаратів. Нижче наведено обґрунтування вибраних способів по кожній стадії технологічного процесу [13].

Приймання та зважування винограду. На багатьох діючих підприємствах приймання здійснюється у великі залізобетонні бункери зі шнековими живильниками, що часто призводить до перетирання ягід і передчасного окислення сусла ще до стадії дроблення. Для спроектованого цеху обґрунтовується використання приймальних бункерів із нержавіючої сталі, обладнаних тензометричними вагами та вібраційними (або стрічковими) живильниками. Це прогресивне рішення дозволяє уникнути механічного пошкодження ягід і забезпечує точний облік сировини (похибка не більше $\pm 1\%$), що є критично важливим для виробництва столових вин [11].

Подрібнення ягід та відокремлення гребенів. Існують два основні типи дробарок: відцентрові та валкові. Відцентрові дробарки-гребеневідділювачі (типу ЦДГ) забезпечують високу продуктивність, але сильно перетирають м'язгу, руйнують насіння та гребені, що призводить до збагачення сусла дубильними речовинами і суспензіями [16]. Оскільки за вихідними даними вміст завислих частинок у суслі-самопливі має бути низьким (56,0-58,0 г/дм³), треба повністю відмовляюся від відцентрових машин. Вибрано сучасні валкові валкові дробарки-гребеневідділювачі (наприклад, валкового типу з регульованим зазором). Вони забезпечують м'яке роздавлення ягід без пошкодження насіння, що зберігає сортовий аромат сортів Рислінг та Шардоне і зменшує кількість густих осадів [19].

Сульфітація м'язги та сусла. Замість застарілого періодичного дозування розчину сірчистого ангідриду в резервуари, у проєкті передбачено безперервну сульфітацію м'язги в потоці (за допомогою автоматичних сульфітодозаторів) під час її перекачування мезгонасосами. Доза SO₂ становить 50-75 мг/дм³. Це рішення забезпечує миттєве і рівномірне блокування окислювальних ферментів (поліфенолоксидази) та пригнічення дикої мікрофлори, що особливо важливо для білих вин [12].

Вилучення сусла-самопливу та пресування м'язги. Традиційні шнекові преси безперервної дії (типу ВПО) забезпечують високий вихід сусла, проте вони сильно перетирають шкірочку, що різко знижує якість сусла (воно стає мутним і

грубим). Для вирішення цього завдання передбачено використання пневматичні преси, які працюють як стікач у період завантаження для відбору високоякісного суслу-самопливу (вихід 54,5-56,0 дал/т), яке направляється виключно на столові сухі вина [14]. Для пресування зневодненої м'язги обґрунтовується застосування пневматичних мембранних пресів закритого типу замість шнекових. Пневмопреси діють за рахунок стисненого повітря, м'яко віджимаючи сусло при низькому тиску (до 2 бар). Це дозволяє отримати пресове сусло (21,0-22,0 дал/т) значно вищої якості, яке буде направлено на виробництво кріплених виноматеріалів [12].

Освітлення суслу. На діючих підприємствах сусло часто освітлюють простим відстоюванням протягом 24 годин при температурі навколишнього середовища, що може викликати його підброджування. Бродіння сусла-самопливу (для сухих вин). Хоча існують бродильні установки безперервної дії, для виробництва високоякісних сортових білих вин (з Рислінгу та Шардоне) доцільніше використовувати періодичний спосіб. Внесення ЧКД (раса Феодосія 1-19) становить 2-3 % [13].

Підброджування та спиртування пресового суслу (для кріплених вин). Пресове сусло зброджується частково. Режим підброджування контролюється лабораторно до досягнення необхідного залишкового цукру. Відповідно до кондицій кріпленого виноматеріалу (цукор 60,0 г/дм³, спирт 18,5 % об.), спиртування проводиться етиловим ректифікованим спиртом безпосередньо в потоці або в спеціальних резервуарах-спіртодозаторах із ретельним перемішуванням (механічним або циркуляційним насосом). Швидке і рівномірне введення спирту запобігає опіку дріжджів та гарантує асиміляцію спирту у виноматеріалі [14].

2.6.2 Опис апаратурно-технологічної схеми

Схема візуалізує всі матеріальні потоки в цеху переробки білих сортів винограду продуктивністю 3300 т/сезон для отримання столових сухих і кріплених виноматеріалів.

Сировина (білі сорти винограду) доставляється на підприємство автотранспортом і вивантажується у приймальний бункер живильник 1. Завдяки вібраційному або шнековому механізму бункера виноград рівномірно подається на переробку, переміщуючись гравітаційно у дробарку-гребеневідділювач 2. У апараті відбувається роздавлювання ягід і відокремлення гребенів. Відокремлені гребені, які є відходом первинного виробництва, під дією сили тяжіння падають на стрічковий транспортер 3 і механічно виводяться з цеху для подальшої утилізації.

Утворена м'язга з дробарки самопливом надходить у нижній збірник, звідки за допомогою мезгонасоса 4 перекачується технологічними трубопроводами великого діаметра. Під час транспортування м'язги в трубу безперервно подається антиоксидант розчин діоксиду сірки (SO_2) за допомогою сульфітодозатора 5.

Сульфітована м'язга по трубопроводу під тиском надходить у стікач 6. У стікачі відбувається гравітаційне відокремлення найбільш якісної рідкої фази сусла-самопливу, яке зливається через перфоровані стінки апарата в окремий піддон. М'язга, що стекла і частково зневоднилася, механічно переміщується до пневматичного преса 7. Під дією стисненого повітря в пресі з неї віджимається пресове сусло. Віджаті солодкі виноградні вичавки (побічний продукт) вивантажуються з преса і за допомогою похилого шнекового транспортера 8 направляються у відділення переробки вторинної сировини.

Потоки сусла-самопливу (для столових вин) та пресового сусла (для кріплених вин) розділяються і самопливом збираються в окремі резервуари суслозбірник 9. З суслозбірників обидва потоки сусла по роздільних магістралях перекачуються відцентровим насосом 10. Для забезпечення оптимальної

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		32

температури відстоювання сусло прокачується через трубчастий теплообмінник 11, де охолоджується зустрічним потоком холодоагенту.

Охолоджене сусло надходить у резервуар для відстоювання сусла 12. Для прискорення освітлення в потік або безпосередньо в резервуар подається допоміжний матеріал бентонітова суспензія, яка попередньо готується в апараті для приготування суспензії бентоніту 13 та дозується в магістраль насосом-дозатором 14. Після завершення процесу відстоювання освітлене сусло-самоплив і пресове сусло декантуються (знімаються з суислової гущавини). Відходи у вигляді суислової гущавини відводяться насосами на переробку (фільтрацію), а чисте освітлене сусло перекачується у бродильний резервуар 15. У бродильні резервуари, що заповнені суслom-самопливом (лінія столових сухих виноматеріалів) та пресовим суслom (лінія кріплених виноматеріалів), вноситься чиста культура дріжджів. Розводка готується в спеціальному ізолюваному апараті для розведення чистої культури дріжджів (ЧКД) 16 і подається трубопроводами в резервуари. Діоксид вуглецю (CO_2), що виділяється під час бродіння, самостійно відводиться через газовідвідну систему в атмосферу.

На лінії кріплених виноматеріалів, після часткового зброджування пресового сусла до заданих кондицій, відбувається процес спиртування. Спирт-ректифікат (допоміжний матеріал) надходить зі спиртодозатора 19 і за допомогою насосної циркуляції рівномірно переміщується з виноматеріалом у резервуарі.

Після завершення бродіння (насухо для столових виноматеріалів) та спиртування (для кріплених), молоді виноматеріали декантуються з дріжджової гущавини. Для обережного перекачування без збагачення киснем використовується поршневий насос 17. Відходи (дріжджові осади) направляються в цех переробки вторинної сировини.

Зняті з осаду молоді виноматеріали перекачуються в резервуар для зберігання виноматеріалів 18. Звідти для забезпечення остаточної прозорості перед відпочинком виноматеріали подаються відцентровими насосами на фільтр-прес 20, де проходять фільтрацію через фільтрувальний картон або

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						33
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

The diagram illustrates a complex wastewater treatment system. Key components and processes include:

- Raw Sewage Inlet:** Labeled "Вход сточных вод" (Raw sewage inlet).
- Primary Treatment:** Includes a "Гравитационный отстойник" (Gravitational clarifier) and a "Винтовой сепаратор" (Screw separator).
- Biological Treatment:** Features a "Биологический реактор" (Biological reactor) with an "Аэротанк" (Aeration tank) and "Аэробный осадитель" (Aerobic clarifier).
- Chemical Treatment:** Includes a "Химический реактор" (Chemical reactor) and a "Дозатор" (Doser).
- Sludge Treatment:** Shows a "Система очистки осадка" (Sludge treatment system) and a "Система обезвоживания осадка" (Sludge dewatering system).
- Effluent and Sludge Disposal:** Includes a "Система очистки воды" (Water treatment system) and a "Система очистки осадка" (Sludge treatment system).

The diagram is divided into several sections, each showing a different stage of the treatment process. The flow is generally from left to right, with various pumps and valves controlling the movement of water and sludge throughout the system.

Рисунок 3 - Апаратурно-технологічна схема переробки винограду на білі сухі столові та кріплені виноматеріали

2.7 Розрахунок продуктів

Розрахунки і матеріальний баланс проводять на 1 т винограду середньозваженого складу з визначенням кількості одержуваних напівпродуктів (продуктів), відходів і втрат у кілограмах і літрах. Для визначення кількості матеріалу x на виході з операції користуються розрахунковими формулами [12]:

а) коли відомий вихід продукту з операції (Π , %),

$$x = (N \cdot \Pi) / 100; \quad (1.1)$$

б) коли відомий відсоток (n) виробничих втрат,

$$x = N(100 - n) / 100; \quad (1.2)$$

де N – кількість матеріалу, що надходить в операцію.

Втрати бродіння $Q_{\text{бр}}$ (у кг) розраховують по кількості цукрів, що збрадили у суслі:

$$Q_{\text{бр}} = (10 \cdot 46,6 \cdot \Delta C_i \cdot V_c) / 100000 \quad (1.3)$$

де: 46,6 – вихід CO_2 при зброджуванні 100 г інвертного цукру, л; ΔC_i – кількість інвертного цукру, що збродив у 100 мл сусла, г (%); V_c – кількість сусла з 1 т винограду, що надходить на бродіння, л.

Зміна маси сусла при підброджуванні відбувається за рахунок виділення CO_2 , кількість якого пропорційна кількості цукрів, що збрадили й обчислюється за формулою (1.3). Кількість цукрів, що збрадили ΔC_i (у г на 100 мл, у %) в першому випадку розрахунків відомо з умови задачі, у другому випадку їх обчислюють по спеціальній формулі:

$$\Delta C_i = [V_c C_c - (V_c + V_{\text{сп}}) C_k] / V_c, \quad (1.4)$$

де: V_c – об'єм сусла, що підброджують, л;

$V_{\text{сп}}$ – об'єм спирту, що вводиться, л;

C_c – цукристість сусла до підброджування, %;

C_k – цукристість сусла (купажу) після спиртування, %;

При спиртуванні змінюються об'єм і маса суслу за рахунок введеного спирту.

у випадку користуються спеціальною формулою:

$$V_{\text{сп}} = (V_c[a_k + 0,6(C_k + C_c)] / (a_{\text{сп}} - a_k - 0,6C_k)), \quad (1.5)$$

де $a_{\text{сп}}$ – концентрація спирту для кріплення, % об.;

a_c – вміст спирту в суслі до спиртування, % об.;

a_k – вміст спирту в суслі після спиртування, % об.;

0,6 – коефіцієнт виходу спирту при зброджуванні цукрів, % об. [21].

Масу спирту, що вводиться, при спиртуванні $Q_{\text{сп}}$ обчислюють множенням об'єму спирту $V_{\text{сп}}$ на його густину при 20°C (p_{20}^{20}).

Втрати контракції при підброджуванні чи бродінні насуху V'_K визначають по підвищенню міцності суслу:

$$V'_K = V_c \cdot 0,0008 \Delta C_H \cdot 0,6,$$

а втрати контракції при спиртуванні V''_K - по підвищенню міцності купажу:

$$V''_K = (V_c + V_{\text{сп}} - V'_K) \Delta a \cdot 0,0008$$

Відхід дріжджової гушавини (осаду) по масі обчислюють по різниці мас не перелитого Q_H і перелитого $Q_{\text{п}}$ виноматеріалу, при цьому $Q_{\text{п}}$ розраховують за формулою:

$$Q_{\text{п}} = V_{\text{п}} p_B^{20}$$

де $V_{\text{п}}$ — об'єм виноматеріалу після переливання, л;

p_B^{20} — густина виноматеріалу після переливання, приведена до 20°C (293 К), кг/л.

Густину виноматеріалів у більшості випадків обчислюють по рівнянню адитивності узагальненого виду [12]:

$$p_B^{20} = p_d^{20} + p_e^{20} - 0,99823(d_{20d}^{20} + d_{20e}^{20} - 1,0000), \quad (1.6)$$

де p_d^{20} і d_{20d}^{20} — відповідно абсолютна (у кг/л) і відносна густина водноспиртової частини виноматеріалу (відгону) при 20°C (293 К);

p_e^{20} і d_{20e}^{20} — відповідно абсолютна (кг/л) і відносна густина водноекстрактивної частини виноматеріалу (загального екстракту) при 20°C (293 К);

0,99823 — абсолютна густина води при 20°C (293 K), кг/л; 1,0000 — відносна густина води при 20°C (293 K).

При визначенні густини суслу-недоброду (наприклад, сусло, отримане після бродіння м'язги) рекомендується користатися формулою для сумішей водаспирт-цукри:

$$\rho = \rho_1 - K_2 [(0,95 - 0,2K_2) \rho_1 - \rho_2] + K_3(0,62 + 0,3 K_3) (\rho_3 - \rho_1), \quad (1.7)$$

де ρ_1 — густина води (кг/м³);

K_2 і K_3 — концентрація відповідно спирту (у частках по об'єму) і цукрам (у частках по масі);

ρ_2 і ρ_3 — густина відповідно спирту і цукрів, кг/м³; ($\rho_3 = 1588$ кг/м³).

Густину м'язги і суслу рекомендується визначати по таблицях. Втрати виноматеріалів і відходи при збереженні розраховують по масі і по об'єму щомісяця по річних нормах, але в продуктових розрахунках допускається їх обчислювати в один прийом за весь період збереження, виключаючи в тому й іншому випадку час перебування продукту в технологічних операціях. Розрахунки проводять від середньої кількості продукту за період збереження. Норму втрат n (у %) за весь період збереження обчислюють за формулою:

$$n = \Gamma \tau / 12, \quad (1.8)$$

де Γ — річна норма втрат продукту, % [13];

τ — тривалість збереження, міс.

Таблиця 6 - Вихідні дані

Показники	Одиниці вимірювання	Сортимент винограду		
		Рислінг	Шардоне	Семільон
Склад сировини за сортами	%	60	20	20
Вміст цукрів (середній)	г/дм ³	19,0	18,2	18,8
Вміст гребенів	% мас.	3,2	3,1	2,8
Віднесення суслу гребенями при дробленні	% від маси гребенів	3,2	2,8	2,6
Вихід суслу (загальний)	дал/т	77,0	76,0	76,5
у тому числі:				
суслу-самопливу	дал/т	56,0	55,0	54,5

пресового сусла	дал/т	21,0	21,0	22,0
Вміст суспензій у суслі якісних фракцій:	г/дм ³	58,0	56,0	57,0
Кондиції кріплених виноматеріалів:				
Вміст цукрів	г/дм ³	60,0		
Вміст спирту	% об.	18,5		

2.7.1 Обчислення середньозважених величин показників завдання

Цукристість винограду, що переробляється:

$$C_n = (19,0 \cdot 60 + 18,2 \cdot 20 + 18,8 \cdot 20) / 100 = (11400 + 3640 + 3760) / 100 = 18800 / 100 = 18,8 \text{ г/дм}^3$$

Вміст гребенів у винограді:

$$B_r = (3,2 \cdot 60 + 3,1 \cdot 20 + 2,8 \cdot 20) / 100 = (192 + 62 + 56) / 100 = 310 / 100 = 3,1 \% \text{ мас,}$$

Віднесення сусла гребенями при дробленні-гребеневідділенні:

$$n = (3,2 \cdot 60 + 2,8 \cdot 20 + 2,6 \cdot 20) / 100 = (192 + 56 + 52) / 100 = 300 / 100 = 3 \%$$

Питомий вихід сусла (загальний):

$$V_z = (77 \cdot 60 + 76 \cdot 20 + 76,5 \cdot 20) / 100 = (4620 + 1520 + 1530) / 100 = 7670 / 100 = 76,7 \text{ дал/т}$$

Питомий вихід сусла-самопливу:

$$V_{c-c} = (56 \cdot 60 + 55 \cdot 20 + 54,5 \cdot 20) / 100 = (3360 + 1100 + 1090) / 100 = 5550 / 100 = 55,5 \text{ дал/т}$$

Питомий вихід пресового сусла:

$$V_{п,с} = (21 \cdot 60 + 21 \cdot 20 + 22 \cdot 20) / 100 = (1260 + 420 + 440) / 100 = 2120 / 100 = 21,2 \text{ дал/т}$$

Вміст завислих часток у суслі-самопливі:

$$B_{з,ч} = [58 \cdot (56 + 0) + 56 \cdot (55 + 0) + 57 \cdot (54,5 + 0)] / (56 + 0 + 55 + 0 + 54,5 + 0) =$$

$$58 \cdot 56 + 56 \cdot 55 + 57 \cdot 54,5 = 3248 + 3080 + 3106,5 = 9434,5 / 165,5 = 57,0060 \text{ г/дм}^3 \text{ або } 5,7006 \text{ г на } 100 \text{ мл.}$$

2.7.2 Розрахунок виходу освітленого сусла з винограду

Втрати винограду при прийманні, розвантаженні, поданні на дроблення і дробленні ($n = 0,6 \%$):

$$N_b = 1000,0 \cdot 0,006 = 6,0 \text{ кг.}$$

Кількість винограду, що пройшов дроблення:

$$m_b = 1000,0 - 6,0 = 994,0 \text{ кг.}$$

Кількість гребенів, що утворилися при дробленні:

$$m_r = 994,0 \cdot 0,03100 \cdot [(100+3)/100] = 31,7384 \text{ кг.}$$

Кількість м'язги, що утворилася при дробленні:

$$m_m = 994 - 31,7384 = 962,2616 \text{ кг.}$$

Втрати сусла (мутного) при настоюванні м'язги, у пресах, суслозбірниках, при перекачуванні на освітлення ($n = 0,5 \%$):

$$n_c = 1000,0 \cdot 0,005 = 5,0 \text{ кг}$$

Кількість солодких вичавок:

$$m_{c.b.} = 962,2616 - 5 - 767 \cdot 1,081 = 128,1346 \text{ кг}$$

Кількість суслової гушавини у суслі якісних фракцій (сусло-самоплив) (вміст щільних осадів у суслі взято по суспензіях і складає $5,70/1,081 = 5,2729 \%$ об., а співвідношення сусла й щільних частин у гушавині прийнято пивним 1,5:1):

$$(555+0) \cdot (1+1,5) \cdot 5,2729/100 = 73,1615 \text{ л, або}$$

$$(555+0) \cdot 1,081 \cdot (1+1,5) \cdot 5,2729/100 = 79,0876 \text{ кг.}$$

Кількість освітленого у суслі якісних фракцій (сусло-самоплив на сусло низького тиску), отриманого при декантації сусла:

$$(555+0) - 73,1615 = 481,8385 \text{ л, або } (555+0) \cdot 1,081 - 79,0876 = 520,8674 \text{ кг.}$$

Вихід продуктів при центрифугуванні суслової гушавини:

-Фугату сусла:

$$73,1615 \cdot 1,5/2,5 = 43,8969 \text{ л, або } 79,0876 \cdot 1,5/2,5 = 47,4526 \text{ кг.}$$

-Сульфітованого щільного суслового осаду:

$$73,1615 \cdot 1/2,5 = 29,2646 \text{ л, або } 79,0876 \cdot 1/2,5 = 31,6350 \text{ кг.}$$

Вихід освітленого сусла якісних фракцій (сусло-самоплив):

$$481,8385 + 43,8969 = 525,7354 \text{ л, або } 520,8674 + 47,4526 = 568,32 \text{ кг.}$$

Загальний вміст завислих частинок ($p = 4,5 \%$ від маси винограду):

$$1000,0 \cdot 4,5/100 = 45,0 \text{ кг.}$$

Вміст завислих частинок у пресовому суслі:

$$45,0 - 31,6350 = 13,365 \text{ кг, або } 13,365/1,081 = 12,3636 \text{ л.}$$

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						39
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість суслої гушавини, що утворюється при відстоюванні (за умови, що суспензії повністю переходять в осад і утворюють суслову гушавину у якій співвідношення завислих частинок до сусла становить 1:2):

$$13,365 \cdot 3 = 40,095 \text{ кг, або } 12,3636 \cdot 3 = 37,0908 \text{ л.}$$

Кількість освітленого пресового сусла, що підлягає при відділенні від гушавини:

$$212 \cdot 1,081 - 40,095 = 189,077 \text{ кг, або } 212 - 37,0908 = 174,9092 \text{ л.}$$

Вихід продуктів при центрифугуванні суислової гушавини:

-Фугата сусла (з розрахунку повного відділенні завислих часточок):

$$40,095 - 13,365 = 26,73 \text{ кг, або } 37,0908 - 12,3636 = 24,7272 \text{ л.}$$

-Щільного суислового осаду (завислих часточок): 13,365 кг, або 12,3636 л.

Загальна кількість освітленого пресового сусла високого тиску:

$$189,077 + 26,73 = 215,807 \text{ кг, або } 174,9092 + 24,7272 = 199,6364 \text{ л}$$

Таблиця 7 - Матеріальний баланс переробки винограду на освітлене сусло

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	1000		Освітлене сусло для столових виноматеріалів	568,32	525,7354
У тому числі сусло з нього Освітлене		767,0	Освітлене сусло для кріплених виноматеріалів	215,807	199,6364
			<i>Відходи</i>		
			Солодкі вичавки	128,1346	
			Гребені після дроблення	31,7384	
			Суслові осади	45,0	41,6282

			Втрати		
			При прийманні і розвантаженні	6,0	
			При переробці м'язги на освітлене сусло	5,0	
РАЗОМ	1000	767,0	РАЗОМ	1000	767,0

2.7.3 Розрахунок виходу сухих столових виноматеріалів

Відходи і втрати при бродінні сусла (залишковий вміст цукру приймається 2,5 г/дм³ або 0,25 %):

-Вихід вуглекислого газу при бродінні:

$$46,6 \cdot 10 \cdot (18,8 - 0,25) \cdot 525,7354 / 100000 = 45,4461 \text{ кг}$$

-Контракція спирту при бродінні в потоці:

$$0,08 \cdot 0,6 \cdot (18,8 - 0,25) \cdot 525,7354 / 100 = 4,6811 \text{ л, або } 4,6811 \cdot 100 / 525,7354 = 0,8903 \% \text{ об.}$$

-Механічні (різниця між нормативними втратами 3,0 % і втратами, що враховані раніше: $3,0 - 0,8903 = 2,1097 \% \text{ об.}$):

$$525,7354 \cdot 2,1097 / 100 = 11,0914 \text{ л, або } 568,32 \cdot 2,081 / 100 = 11,8267 \text{ кг.}$$

-Вихід столових сухих виноматеріалів на дріжджових осадах:

$$525,7354 - 4,6811 - 11,0914 = 509,9629 \text{ л, або } 568,32 - 45,4461 - 11,8267 = 511,0472 \text{ кг.}$$

-Втрати при знятті виноматеріалів з дріжджових осадів (перша переливка), приймаються 0,5 % від об'єму сусла:

$$525,7354 \cdot 0,5 / 100 = 2,6287 \text{ л, або } 2,6287 \cdot 511,0472 / 509,9629 = 2,6342 \text{ кг.}$$

Вихід продуктів по об'єму при знятті із осаду дріжджів:

- Дріжджової гушавини (вихід гушавини прийнятий рівним 7,5 % об., за умови, що утворюється в 3 рази більше, ніж щільної дріжджової маси, що представляє

собою дріжджі відходи при бродінні сусла насихо й складає 2,5 % об. від освітленого сусла):

$$525,7354 \cdot 0,075 = 39,4302 \text{ л}$$

- Освітленого, знятого із осаду виноматеріалу:

$$509,9629 - 2,6287 - 39,4302 = 467,904 \text{ л}$$

Визначимо густину виноматеріалів при 20 °С (у кг/л) по вмісту в них спирту (18,8·0,6 = 11,28 % об.) і загального екстракту, прийнятого рівним 2,0 г/100 см³:

$$\rho_{20}^{20} = 0,99823 \cdot (0,98507 + 1,0081 - 1,000000) = 0,9914 \text{ кг/л.}$$

Вихід продукту по масі при знятті із осаду:

-Освітленого, знятого із осаду виноматеріалу:

$$467,904 \cdot 0,9914 = 463,8800 \text{ кг;}$$

-Дріжджової гушавини:

$$511,0472 - 2,6342 - 463,8800 = 44,533 \text{ кг.}$$

Вихід продукту при фільтрації дріжджових гушавин:

-Виноматеріалу-фугату, що становить 7,5–2,5 = 5,0 % об. від маси

зброджуваного сусла, або 5,0:7,5=2/3 частин від об'єму дріжджової гушавини:

$$39,4302 \cdot 2/3 = 525,7354 \cdot 0,05 = 26,2868 \text{ л або } 26,2878 \cdot 0,9914 = 26,0617 \text{ кг}$$

-Щільної дріжджової маси (осаду), що становить 2,5 % об. Від зброджуваного сусла, або 1/3 частина від об'єму дріжджової гушавини:

$$525,7354 \cdot 0,025 = 39,4302 \cdot 1/3 = 39,4302 - 26,2868 = 13,1434 \text{ л, або}$$

$$44,533 - 26,0617 = 18,4713 \text{ кг.}$$

Вихід необроблених столових сухих виноматеріалів після відділення дріжджових осадів і їх фільтруванні:

$$467,904 + 26,2868 = 494,1908 \text{ л, або } 463,8800 + 26,0617 = 489,9417 \text{ кг.}$$

Втрати виноматеріалу при обробці: подачі на фільтрацію (n = 0,09 %): і фільтрації через шар діатоміту (n = 0,03 %):

$$494,1908 \cdot (0,09 + 0,03) / 100 = 0,5930 \text{ л, або } 489,9417 \cdot (0,09 + 0,03) / 100 = 0,5879$$

кг

Вихід виноматеріалів після фільтрації:

$$494,1908 - 0,5930 = 493,5978 \text{ л, або } 489,9417 - 0,5879 = 489,3538 \text{ кг}$$

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						42
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати виноматеріалу при зберіганні (відпочинку) перед розливом ($n = 0,4 \%$ у рік, тривалість зберігання прийнята в середньому 60 діб):

$$493,5978 \cdot 0,4 \cdot 60 / (365 \cdot 100) = 0,3246 \text{ л, або } 489,3538 \cdot 0,4 \cdot 60 / (365 \cdot 100) = 0,3218 \text{ кг.}$$

Вихід необроблених виноматеріалів перед подачею на обробку і розлив:

$$493,5978 - 0,3246 = 493,2732 \text{ л, або } 489,3538 - 0,3218 = 489,032 \text{ кг.}$$

Таблиця 8 - Матеріальний баланс переробки сусла на сухий столовий виноматеріал

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Освітлене сусло-самоплив	568,32	525,7354	Сухий столовий виноматеріал	489,032	493,2732
			<i>Відходи</i>		
			Дріжджові осад	18,4713	13,1434
			Вихід вуглекислого газу при бродінні	45,4461	
			<i>Втрати</i>		
			Бродіння і доброджування (загальні)	11,8267	15,7725
			Зняття з дріжджів	2,6342	2,6287
			Зберігання перед подачею на обробку	0,3218	0,3246

			Втрати виноматеріалу при фільтрації	0,5879	0,5930
РАЗОМ	568,32	525,7354	РАЗОМ	568,32	525,7354

2.7.4 Розрахунок виходу кріплених виноматеріалів з пресового сусла

Кількість спирту-ректифікату для кріплення сусла, що підбродило до заданих кондицій по міцності:

$$199,6364 \cdot (18,5 + 0,6 \cdot (6 - 18,8)) / (96,2 - 18,5 - 0,6 \cdot 6) = 29,1507 \text{ л}$$

або $29,1507 \cdot 0,80665 = 23,5144 \text{ кг}$, де 0,80665 – густина спирту-ректифікату при 20 °С, кг/л.

Кількість спирту-ректифікату для кріплення сусла, що підбродило з урахуванням втрат при подачі на спиртування (втрати прийняті рівними 0,04 %):

$$29,1507 - 29,1507 \cdot 96,2 \cdot 0,04 / (100 \cdot 100) = 29,1395 \text{ л або}$$

$$23,5144 - 23,5144 \cdot 96,2 \cdot 0,04 / (100 \cdot 100) = 23,5054 \text{ кг}$$

Втрати спирту при подачі на кріплення:

$$29,1507 - 29,1395 = 0,0112 \text{ л або } 23,5144 - 23,5054 = 0,009 \text{ кг}$$

Перед спиртуванням у суслі повинно збродити:

$$18,8 - (199,6364 + 29,1395) \cdot 6 / 199,6364 = 11,9242 \% \text{ сахарів й утворитися}$$

$$11,9242 \cdot 0,6 = 7,1545 \% \text{ об. спирту.}$$

Втрати при підброджуванні 11,9242 % сахарів:

- на утворення діоксиду вуглецю:

$$46,6 \cdot 10 \cdot 11,9242 \cdot 199,6364 / 100000 = 11,0932 \text{ кг;}$$

- на контракцію спирту, що утворився при підброджуванні:

$$199,6364 \cdot 0,0008 \cdot 11,9242 \cdot 0,6 = 1,1426 \text{ л або } 0,08 \cdot 11,9242 \cdot 0,6 = 0,5724 \% \text{ об.;}$$

- механічні (прийняті рівними 1,5 %, з урахуванням втрат контракції при підброджуванні):

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						44
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

$$199,6364 \cdot (1,5 - 0,5724) / 100 = 1,8518 \text{ л або } 215,807 \cdot (1,5 - 0,5724) / 100 = 2,0018 \text{ кг.}$$

Вихід підбродженого сусла перед спиртуванням:

$$215,807 - 11,0932 - 2,0018 = 202,712 \text{ кг або } 199,6364 - 1,1426 - 1,8518 = 196,642 \text{ л.}$$

Втрати контракції при спиртуванні (без включення раніше врахованих втрат контракції при підброджуванні):

$$(196,642 + 29,1395) \cdot 0,0008 \cdot (18,5 - 7,1545) = 2,0493 \text{ л,}$$

$$\text{що становить: } 0,08 \cdot (18,5 - 7,1545) = 0,9076 \% \text{ об.}$$

Вихід кріплених виноматеріалів після спиртування:

$$202,712 + 23,5054 = 226,2174 \text{ кг або } 196,642 + 29,1395 - 2,0493 = 223,7322 \text{ л.}$$

Кондиції кріплених виноматеріалів з урахуванням контракції при підброджуванні й спиртуванні:

- вміст сахарів:

$$199,6364 \cdot (18,8 - 11,9242) / (199,6364 + 29,1395 - 1,1426 - 2,0493) = 6,0849 \%;$$

- вміст спирту:

$$(199,6364 \cdot 7,1545 + 29,1395 \cdot 96,2) / (199,6364 + 29,1395 - 1,1426 - 2,0493) = 18,7581 \% \text{ об.}$$

Визначимо густину виноматеріалів при 20 °C (у кг/л) по вмісту в них спирту 22,3076 % об. і загального екстракту, прийнятого рівним 9,6 г/100 см³:

$$\rho_{20}^{20} = 0,99823 \cdot (0,97722 + 1,0367 - 1,00000) = 1,012125 \text{ кг/л.}$$

Втрати кріплених виноматеріалів при знятті із дріжджової гушавини, включаючи втрати при фільтруванні гушавини (n = 0,5 % від кількості освітленого сусла, взятого для виробництва виноматеріалів):

$$199,6364 \cdot 0,005 = 0,9982 \text{ л або } 0,9982 \cdot 226,2174 / 223,7322 = 1,0093 \text{ кг}$$

Кількість кріплених виноматеріалів, що пройшли переливання (з урахуванням втрат):

$$226,2174 - 1,0093 = 225,2081 \text{ кг або } 223,7322 - 0,9982 = 222,734 \text{ л.}$$

Вихід продуктів при знятті із дріжджових гушавин:

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		45

- рідкої дріжджової гушавини (вихід гушавини прийнятий рівним 4,5 % від об'єму освітленого суслу, взятого для виробництва виноматеріалів):

$$199,6364 \cdot 4,5/100 = 8,9836 \text{ л};$$

- освітлених виноматеріалів, перелитих декантацією:

$$222,734 - 8,9836 = 213,7504 \text{ л або } 213,7504 \cdot 1,012125 = 216,3421 \text{ кг.}$$

Вихід продуктів при пресуванні дріжджової гушавини:

- фільтрованого виноматеріалу (2/3 від об'єму дріжджової гушавини):

$$8,9836 \cdot 2/3 = 5,9891 \text{ л або } 5,9891 \cdot 1,012125 = 6,0617 \text{ кг};$$

- цільного дріжджового осаду (1/3 від об'єму дріжджової гушавини, або 0,5 % від об'єму освітленого суслу):

$$8,9836 \cdot 1/3 = 199,6364 \cdot 1,5/100 = 2,9945 \text{ л, або}$$

$$225,2081 - (216,3421 + 6,0617) = 2,8043 \text{ кг.}$$

Вихід кріплених виноматеріалів, з урахуванням виноматеріалу-фільтрату:

$$213,7504 + 5,9891 = 219,7395 \text{ л або } 216,3421 + 6,0617 = 222,4038 \text{ кг.}$$

Втрати виноматеріалів при подачі на фільтрацію ($n = 0,09 \%$), і фільтрації через фільтр-картон ($n = 0,15 \%$):

$$219,7395 \cdot (0,09 + 0,15)/100 = 0,5274 \text{ л, або } 222,4038 \cdot (0,09 + 0,15)/100 = 0,5338 \text{ кг}$$

Вихід виноматеріалів після фільтрації:

$$219,7395 - 0,5274 = 219,2121 \text{ л, або } 222,4038 - 0,5338 = 221,87 \text{ кг}$$

Втрати при зберіганні оброблених кріплених виноматеріалів ($n = 0,4 \%$ у рік; тривалість зберігання 60 діб):

$$219,2121 \cdot 0,4 \cdot 60 / (365 \cdot 100) = 0,1441 \text{ л або } 221,87 \cdot 0,4 \cdot 60 / (365 \cdot 100) = 0,1459$$

кг.

Вихід кріплених виноматеріалів:

$$219,2121 - 0,1441 = 219,068 \text{ л, або } 221,87 - 0,1459 = 221,7241 \text{ кг.}$$

Таблиця 9 - Матеріальний баланс переробки пресового суслу на кріплені виноматеріали

Надходження	Одиниці вимірювання	Вихід	Одиниці вимірювання
-------------	---------------------	-------	---------------------

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						46
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Освітлене сусло для кріплених вин	215,807	199,6364	Кріплений виноматеріал	221,7241	219,068
			<i>Відходи</i>		
			Дріжджові Осади	2,8043	2,9945
			Діоксид вуглецю, що утворюється при підброджування	11,0932	
Спирт- ректифікат	23,5144	29,1507	<i>Втрати</i>		
			Підброджування	2,0018	2,9944
			Спиртування	0,009	2,0605
			Зняття з дріжджів	1,0093	0,9982
			Зберігання перед обробкою	0,1459	0,1441
			Втрати виноматеріалу при фільтрації	0,5338	0,5274
РАЗОМ	239,3214	228,7871	РАЗОМ	239,3214	228,7871

Таблиця 10 - Зведений матеріальний баланс переробки 1000 кг винограду на столові та кріплені вина

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	1000,0		Сухий столовий виноматеріал	489,032	493,2732

У тому числі сусло з нього не освітлене		767,0	Кріплений виноматеріал	221,7241	219,068
Спирт- ректифікат	23,5144	29,1507	<i>Відходи</i>		
			Солодкі вичавки	128,1346	
			Гребені після дроблення	31,7384	
			Суслові осадки	45,0	41,6282
			Дріжджові осадки	21,2756	16,138
			Діоксид вуглецю та вуглекислого газу, що утворюється при бродінні	56,5393	
			<i>Втрати</i>		
			При прийманні і розвантаженні	6,0	
			При переробці м'язги на освітлене сусло	5,0	
			При бродінні (загальні)	13,8375	20,8274
			При знятті з дріжджів (загальні)	3,6435	3,6269
			При зберіганні (загальні)	0,4677	0,4687
			Втрати виноматеріалу	1,1217	1,1204

			при фільтрації (загальні)		
РАЗОМ	1023,5144	796,1507	РАЗОМ	1023,5144	796,1507

Таблиця 11 - Зведений матеріальний баланс переробки 3300 т винограду на столові та кріплені вина

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	т	дал		т	дал
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	3300		Сухий столовий виноматеріал	1613,8056	162 780,156
У тому числі сусло з нього не освітлене		253110	Кріплений виноматеріал	731,6895	72 292,44
Спирт- ректифікат	77,5975	9619,731	<i>Відходи</i>		
			Солодкі вичавки	422,8442	
			Гребені після дроблення	104,7367	
			Суслові осадки	148,5	13 737,306
			Дріжджові осадки	70,2095	5 325,507
			Діоксид вуглецю та вуглекислого газу, що утворюється при бродінні	186,5797	
			<i>Втрати</i>		
			При прийманні і розвантаженні	19,8	
			При переробці м'язги на	16,5	

			освітлене сусло		
			При бродінні (загальні)	45,6638	6 873,042
			При знятті з дріжджів (загальні)	12,0236	1 196,877
			При зберіганні (загальні)	1,5434	154,671
			Втрати виноматеріалу при фільтрації (загальні)	3,7016	369,732
РАЗОМ	3377,5975	262729,731	РАЗОМ	3377,5975	262729,731

2.8 Розрахунок витрати допоміжних матеріалів

Розрахунок кількості допоміжних матеріалів виконується за формулою $V_{\text{ДМ}} = M \cdot H$, (5)

де M — кількість матеріалу, що обробляється; H — норма витрати допоміжного матеріалу на оброблюваний продукт [11].

Кількість мязги, що сульфітують: $962,2616 \cdot 3300 / 1000 = 3175,4633$ т

Кількість сусли, що сульфітують: $76,7 \cdot 3300 / 1000 = 253,11$ тис.дал

Кількість виноматеріалів, що сульфітують: $710,7561 \cdot 3300 / 1000 = 2345,4951 / 10 = 234,5495$ тис.дал

Кількість вина, що обробляють бентонітом: $710,7561 \cdot 3300 / 1000 = 2345,4951 / 10 = 234,5495$ тис.дал

Кількість вина, що фільтрують через діатоміт: $489,032 \cdot 3300 / 1000 = 1613,8056 / 10 = 161,3806$ тис.дал

Кількість вина, що фільтрують фільтр-картон: $221,7241 \cdot 3300 / 1000 = 731,6895 / 10 = 73,1689$ тис.дал

Таблиця 12 - Розрахунок кількості допоміжних матеріалів представлений в таблиці

Найменування операції	Одиниці вимірювання	Норма витрати	Кількість продукту	Витрати матеріалу
Сульфітація м'язги	кг/т	0,05	3175,4633	158,7732
Сульфітація суслу	кг/1000дал	1,25	253,11	316,3875
Сульфітація виноматеріалів	кг/1000дал	0,3	234,5495	70,36485
Обробка вин бентонітом	кг/1000дал	20	234,5495	4690,9
Фільтрація через діатоміт	кг/1000дал	15	161,3806	2420,709
Фільтрація через фільтр-картон	кг/1000дал	5	73,1689	365,8445
Обробка резервуарів содою 5 %	кг/100 дал	1,25	286,960	358,7

2.9 Розрахунок і підбір технологічного устаткування

1. Добова продуктивність, по формулі складає:

$$B_o = \frac{3300}{20} = 165 \text{ т/добу.}$$

2. Годинна продуктивність заводу по формулі складе:

$$B_o = \frac{3300 \cdot 1,4}{20 \cdot 10} = 23,1 \text{ т/год.}$$

Для переробки винограду необхідно змонтувати дві лінії, для можливості одночасної переробки двох сортів винограду.

3. Бункери-дозатори шнекові об'ємом 7,5 м³, пропускною здатністю шнекових дозаторів 20 т/год.

$$X = \frac{1,4 \cdot 165}{20 \cdot 10 \cdot 0,7} = 1,65. \text{ Приймаємо 2 шт.}$$

4. Гребеневіддільники-дробарки валкові продуктивністю 20 – 25 т/год. Використовуючи формулу отримаємо:

$$X = \frac{1,4 \cdot 165}{20 \cdot 10 \cdot 0,7} = 1,65 \text{ тому приймаємо 2 шт.}$$

5. Насос гвинтовий для перекачування м'язги. Продуктивність насосу близько 15 м³/год. Об'єм м'язги, що необхідно перекачати:

$$Q = \frac{962,2616 \cdot 165}{1000 \cdot 1,25} = 127,02 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де 1000 – перерахунок л в м³; 1,25 — об'ємна вага м'язги, кг/л.

По формулі отримаємо:

$$X = \frac{1,4 \cdot 127,02}{15 \cdot 10 \cdot 0,7} = 1,69 \text{ тому приймаємо 2 шт.}$$

6. Преси пневматичні мембранні для відділення сусла від м'язги. Кількість м'язги, що надходить на пресування у зміну:

$$Q = 962,2616 \cdot 165 = 158773,164 \text{ кг/зміну.}$$

Приймаємо прес із герметичним резервуаром, середнім об'ємом завантаження 40000 – 50000 кг за один цикл (тривалість циклу приймається 5 год.). Таким чином кількість пресів по формулі:

$$X = \frac{1,4 \cdot 158773,164 \cdot 5}{1 \cdot 45000 \cdot 10 \cdot 0,7} = 3,53. \text{ Приймаємо 4 преси.}$$

Устаткування для виробництва білих столових виноматеріалів

7. Резервуари горизонтальні з нержавіючої сталі для освітлення сусла. Кількість сусла, що надходить на освітлення шляхом відстоювання:

$$Q = 714,8124 \cdot 165 / 10 = 11794,4046 \text{ дал/зміну.}$$

Термін відстоювання 24 год. По формулі отримаємо:

$$X = \frac{11794,4046 \cdot 24}{24 \cdot 2000 \cdot 1} = 5,89. \text{ Приймаємо 6 резервуарів.}$$

8. Вакуум-фільтраційна установка моделі для переробки суслової гушавини продуктивністю 2000 – 2500 л/год.

Об'єм суслової гушавини: 1

$$Q = (73,1615 + 37,0908) \cdot 165 = 18191 \text{ л/зміну.}$$

По формулі отримаємо:

$$X = \frac{18191}{10 \cdot 2250 \cdot 0,9} = 0,89 \text{ тому приймаємо 1 шт.}$$

9. Вакуум-фільтраційна установка для переробки дріжджових осадів продуктивністю 800 – 1100 л/год.

Гушавина після відстоювання виноматеріалів надходить у кількості:

$$Q = (39,4302 + 8,9836) \cdot 165 = 7988 \text{ л/зміну.}$$

По формулі:

$$X = \frac{7988}{10 \cdot 1000 \cdot 0,9} = 0,88 \text{ тому приймаємо 1 шт.}$$

10. Фільтраційна установка дискова з наливним шаром, для фільтрації столових виноматеріалів. Приймаємо фільтр продуктивністю 1400 дал/год. Добова кількість виноматеріалів:

$$Q = 493,2732 \cdot 165 / 10 = 8139 \text{ дал/зміну.}$$

По формулі отримаємо:

$$X = \frac{8139}{10 \cdot 1400 \cdot 0,7} = 0,83 \text{ тому приймаємо 1 шт.}$$

11. Насоси відцентрові для перекачування сусла. Об'єм сусла, що перекачують на освітлення:

$$Q = 767 \cdot 165 = 126555 \text{ л/зміну} = 126,5 \text{ м}^3/\text{зміну}, \text{ або } 126,5 / 10 = 12,65 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо відцентрові насоси, продуктивністю 20 – 25 м³/год, з розрахунку заповнення резервуарів не більше 2 год. Такі насоси будуть потрібні для перекачування сусла на освітлення, освітленого сусла на бродіння, отриманих виноматеріалів у резервуари для освітлення, перекачування пресового сусла, виноматеріалів на освітлення і зберігання. Приймаємо 9 насосних установок.

Для перекачування дріжджової розводки, пресового сусла, приймаємо відцентрові насоси, продуктивністю не менш 8,5 м³/год.

12. Резервуари для бродіння сусла доливним або поточно-доливним способом. Резервуари обладнані трубопровідною арматурою для наповнення, спуску, трубопроводами для відведення діоксиду вуглецю, що утворюється при бродінні, показчиками рівня, патрубками відбору проб. Приймаємо резервуари з нержавіючої сталі об'ємом 5000 дал

(50 м³). Резервуари також використовуються для зберігання оброблених виноматеріалів. Коефіцієнт наповнення резервуарів 0,9.

Загальний об'єм сусла, що надходить на бродіння:

$$Q = 493,2732 \cdot 3300 / 10 = 162780 \text{ дал/сезон.}$$

Кількість резервуарів по формулі:

$$X = \frac{162780}{5000 \cdot 0,9} = 36,2.$$

Приймаємо 37 резервуари.

13. Апарати для приготування дріжджової розводки.

Об'єм розводки для столових та кріплених виноматеріалів (2 % від об'єму сусла):

$$V_p = \frac{2 \cdot (493,2732 + 219,068) \cdot 165}{100 \cdot 10} = 235,07 \text{ дал/добу.}$$

Необхідний об'єм апаратів для дріжджової розводки, при коефіцієнті наповнення 0,75:

$$V_d = \frac{235,07}{0,75} = 313,42 \text{ дал.}$$

Приймаємо 2 вертикальні циліндричні резервуари з нержавіючої сталі об'ємом 400 дал, постачені теплообмінними сорочками і мішалкою.

14. Теплообмінна установка пластинчаста продуктивністю 2000 л/год для стерилізації сусла при готування дріжджового розведення. Цикл стерилізації 2 год. На стерилізацію подають 2 % від загально добового об'єму сусла:

$$V_p = 235,07 \text{ дал/добу.}$$

По формулі отримаємо:

$$X = \frac{235,07}{200 \cdot 2 \cdot 0,7} = 0,83 \text{ тому приймаємо 1 шт.}$$

15. Резервуари для відстоювання столових виноматеріалів. Об'єм виноматеріалів:

$$Q = 493,2732 \cdot 165 / 10 = 8139 \text{ дал.}$$

Термін відстоювання 24 год. Приймаємо горизонтальні циліндричні резервуари з нержавіючої сталі об'ємом 2000 дал. По формулі :

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						54
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

$$X = \frac{8139 \cdot 24}{2000 \cdot 0,9 \cdot 24} = 4,5. \text{ Приймаємо 5 шт.}$$

16. Апарати для готування суспензії бентоніту. Кількість бентоніту, що витрачають у добу:

$$Q = 4690,9/20 = 234,545 \text{ кг/добу.}$$

Для обробки використовують 20 % водно-винну суспензію. Маса 20 % розчину складе:

$$M_6 = 234,545 \cdot 100/20 = 1172,7 \text{ кг.}$$

Густина суспензії 1,2 кг/л. З урахуванням коефіцієнту наповнення 0,85, об'єм збірника для суспензії:

$$V_6 = \frac{1172,7}{1,2 \cdot 0,85} = 1149,7 \text{ л.}$$

Для зберігання суспензії приймаємо апарат з якірною мішалкою об'ємом 1600 л (1,6 м³).

В установці для готування суспензії холодним способом цикл готування суспензії складає 20 хвилин. Робочий об'єм установки 120 л. Таким чином продуктивність установки:

$$W = 120 \cdot 60/20 = 360 \text{ л/год.}$$

По формулі отримаємо:

$$X = \frac{1035}{0,7 \cdot 360 \cdot 10} = 0,4. \text{ Приймаємо 1 установку.}$$

Устаткування для виробництва кріплених виноматеріалів

17. Резервуари об'ємом 2000 дал для відстоювання пресового сусла. Цикл відстоювання приймаємо 24 годин. Об'єм сусла, що подають на освітлення:

$$Q = 174,9092 \cdot 165/10 = 2886 \text{ дал/зміну.}$$

По формулі:

$$X = \frac{2886 \cdot 24}{2000 \cdot 24} = 1,4. \text{ Приймаємо 2 резервуари.}$$

18. Резервуари об'ємом 5000 дал для підброджування пресового сусла і наступного спиртування. Термін підброджування приймається за нормами [11]

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						55
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

— 75 годин. Термін спиртування, перемішування 5 год. Об'єм кріплених виноматеріалів:

$$Q = 199,6364 \cdot 165/10 = 3294 \text{ дал/зміну.}$$

По формулі:

$$X = \frac{3294 \cdot (75 + 5)}{5000 \cdot 0,81 \cdot 24} = 2,7. \text{ Приймаємо 3 резервуари.}$$

19. Резервуари для відстоювання оброблених кріплених виноматеріалів. Приймаємо термін циклу відстоювання 24 години. Об'єм суслу і спирту:

$$Q = 223,7322 \cdot 165/10 = 3691 \text{ дал/зміну.}$$

Приймаємо горизонтальні циліндричні резервуари з нержавіючої сталі об'ємом 2000 дал (20 м³). По формулі:

$$X = \frac{3691 \cdot 24}{2000 \cdot 0,9 \cdot 24} = 2,0. \text{ Приймаємо 2 резервуари.}$$

20. Фільтр-прес пластинчастий для фільтрації кріплених виноматеріалів. Приймаємо установку продуктивністю 600 дал/год, з площею поверхні фільтрації 5,71 м². Добова кількість виноматеріалів:

$$Q = 219,068 \cdot 165/10 = 3614,622 \text{ дал/зміну.}$$

По формулі:

$$X = \frac{3614,622}{10 \cdot 600 \cdot 0,7} = 0,9. \text{ Приймаємо 1 фільтри.}$$

21. Резервуари для зберігання кріплених виноматеріалів. Об'єм оброблених кріплених виноматеріалів:

$$Q = 219,068 \cdot 3300/10 = 72292,44 \text{ дал.}$$

З урахуванням уже наявних резервуарів для підброджування і резервуарів для відстоювання, враховуючи поправочний коефіцієнт, одержимо:

$$X = \frac{72292,44 - 2 \cdot 2000 - 0,7 \cdot (3 \cdot 5000 + 2 \cdot 2000)}{5000} = 11.$$

Приймаємо 11 резервуарів.

Таблиця 13 - Технологічне устаткування

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						56
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п/ п	№ поз. на апаратурно-технологічній схемі	Найменування, тип, марка устаткування	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Час роботи електродвигуна,	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Автомобільний контейнер для винограду	2	Номінальна місткість 3,6 м ³ . Габарити 3600×2050×700 мм. Маса 400 кг.	—	—	
2	2	Підйомник електричний CD1-10T	2	Вантажопідйомність 10 т. Висота підйому 6 м. Швидкість: підйому 8 м/хв, пересування 20 м/хв. Стандарт: ДСТУ EN 14492-1:2014. № двотавру 25а-63с. Габарити 1170х540х850 мм Маса 462 кг.	3,0	9	
3	3	Бункер-дозатор	2	Об'єм 7,5 м ³ . Пропускна здатність 20 т/год.	5,5	9	
4	4	Гребеневіддільник-дробарка VBA-20	2	Продуктивність 20 – 25 т/год. Габарити 6000х3900х2830 мм. Маса 1420 кг.	5,2	9	

Продовження таблиці 13

1	2	3	4	5	6	7	8
5	5	Насос шнеково-гвинтовий FTP-15	2	Продуктивність 15 м³/год. Габарити 2260х800х500 мм. Маса 280 кг.	7,5	9	
6	6	Транспортер гребенів	1	Габарити 33500×600×650 мм. Маса 1560 кг.	2,5	9	
7	7	Бункер для відходів	2	Габарити 2000×2500×4500 мм. Маса 250 кг.	—	—	
8	8	Сульфітодозуюча установка	1	Витрата SO ₂ : 250–7500 г/год. Діапазон дозування 25–250 мг/л. Робочий тиск 0,1 МПа. Габарити 815×540×1600 мм. Маса 125 кг.	1,0	9	
9	9	Пневматичний мембранний прес з герметичним барабаном Velvet T-20	4	Середній об'єм завантаження 40000 – 50000 кг за один цикл. Тривалість циклу 5 год. Габарити 8340х2924х3301 мм. Маса 7700 кг.	3,0	8	
10	10	Збірник сушла	4	Габарити 3000×1500×1000 мм.	—	—	

Продовження таблиці 13

1	2	3	4	5	6	7	8
11	11	Транспортер шнековий	2	Продуктивність (при заповненні 40 %) 12,5 м ³ /год. Шнек: діаметр 300 мм; крок 230 мм; частота обертання 30 хв ⁻¹ . Довжина робочої частини транспортеру 29000 мм. Частота обертання двигуна 1450 хв ⁻¹ . Габарити 30695×660×520 мм. Маса 1760 кг.	2,8	9	
12	12	Насос відцентровий	8	Продуктивність 25 м ³ /год (не менш). Тиск нагнітання, не менш 0,2 МПа. Діаметр патрубків, 35 мм. Габарити 420×298×360 мм. Маса 29 кг.	2,5	9	
13	13, 19, 25, 29	Резервуари горизонтальні з нержавіючої сталі для відстоювання сусла і виноматеріалів	5, 6, 2, 2	Об'єм номінальний 2000 дал (20 м ³). Сталь марки AISI 316. Залишковий тиск 4 кПа. Умовний тиск 0,05 МПа Габаритні розміри 4350×2620×3120 мм. Маса 3400 кг.	—	—	

14	14, 24, 31	Резервуари для бродіння сусле і зберігання виноматеріалів вертикальні	37 , 11	Об'єм номінальний 5000 дал (50 м ³). Робочий тиск 0,05 МПа. Сталь марки AISI 316. Габарити 3600×3520×6300 мм. Маса 9980 кг.	—	—	
----	------------------	---	---------------	---	---	---	--

Продовження таблиці 13

1	2	3	4	5	6	7	8
15	15	Вакуум-фільтраційна установка Taylo Lux 10	1	Площа фільтруючої поверхні 10,5 м ² . Продуктивність 1000–1400 л/год. Габарити 5500×2100×2000 мм. Маса 1800 кг.	4,5	7	
16	16	Насос відцентровий	3	Продуктивність 10 м ³ /год (не менш). Тиск нагнітання, не менш 0,2 МПа. Діаметр вх/вих. патрубк, 35/35 мм. Габарити 420×298×360 мм. Маса 27 кг.	1,5	9	
17	17	Теплообмінник Thermosteril 20	1	Продуктивність 2000 л/год. Цикл стерилізації 2 год. Габарити 2100х1200х1700 мм. Маса 1200 кг.	4	1	
18	18	Реактори для готування дріжджової розводки	2	Об'єм номінальний 4,0 м ³ . Тиск пари: у корпусі 0,3 МПа; у сорочці 0,3 МПа. Діаметр корпусу 1600 мм. Габарити 2320×2320×5360 мм. Маса 3900 кг.	5,5	4	

19	20	Установка для суспензії бентоніту	1	Час приготування суспензії 3-10 хв. Об'єм бачка 0,12 м³. Габарити 1300×600×1500. Маса 120 кг.	2,5	4	
20	21	Апарат для суспензії бентоніту	1	Об'єм 1,6 м³ (1600 л). Обладнаний якірною мішалкою. Габарити 1770×1770×3820 мм. Маса 1810 кг.	3,0	4	

Продовження таблиці 13

1	2	3	4	5	6	7	8
21	22	Насос для перекачування суспензії бентоніту	1	Продуктивність 5 – 10 м³/год. Діаметр патрубків 45/45 мм. Хід поршня 76,5 хв⁻¹. Габарити 1350×460×865 мм. Маса 190 кг.	2,2	9	
22	23	Фільтр дисковий, наливний модель G-9	1	Площа фільтруючої поверхні 8,9 м². Продуктивність при 1500 л/м²·год – 1400 дал/год. Габарити 2000×1280×2300 мм. Маса 584 кг.	3,0	7	
23	26	Резервуари купажні для підброджування і спиртування	4	Об'єм 5000 дал (50 м³). Термін підброджування 75 годин. Габарити 4350×3250×7200 мм. Маса 3240 кг.	4,4	6	
24	27	Мірник спирту К7-ВМА	1	Для вимірювання та дозування об'єму спирту-ректифікату. Місткість 75 дал. Габарити 964×850×2830 мм. Маса 358 кг.	–	–	

25	28	Насос для спирту. Вибухозахищене виконання	1	Продуктивність 6,3 м³/год. Тиск нагнітання, не менш 0,2 МПа. Діаметр патрубків: 35 мм. Габарити 420×298×360 мм. Маса 27 кг.	1,5	5	
26	30	Фільтр-прес пластинчастий Filter Univer 20/400×400	1	Продуктивність 400 дал/год. Розмір фільтрувальних плит 400×400 мм. Площа поверхні фільтрації 5,71 м². Габарити 2150x712x1030 мм. Маса 395 кг.	2,5	7	
27	32	Вакуум-фільтраційна установка Taylor Lux 6	1	Площа фільтруючої поверхні 6,3 м². Продуктивність 600–800 л/год. Габарити 4000×1800×2000 мм. Маса 1050 кг.	2,5	7	

2.10 Розрахунок витрат холоду

Кількість холоду визначають за формулою:

$$Q = m \cdot c \cdot (t_n - t_k), \quad (15)$$

де Q – кількість холоду, ккал; m – маса продукту, кг;

c – питома теплоємність, ккал / (кг · °C);

$(t_n - t_k)$ – різниця температур продукту до і після охолодження, °C.

Розрахуємо кількість холоду на охолодження м'язги:

$$Q = 962,2616 \cdot 1500 \cdot 1 \cdot (30 - 25) = 7216962 \text{ ккал/сезон.}$$

$$Q = 962,2616 \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot (30 - 25) = 36084,81 \text{ ккал/год.}$$

2.11 Розрахунок витрат води і стоків

Охолодження сула	Безперервно	10	250	250	—	250	—	—	—	—	—	—
Охолодження виноматеріалів	Безупинно	10	208	208	—	208	—	—	—	—	—	—

2.12 Розрахунок витрат пари

Згідно з прийнятою технологією пара витрачається на підігрівання води, а також на пропарювання резервуарів для готування дріжджового розведення.

Відповідно до норм пара для пропарювання резервуарів витрачається в кількості 20 кг на 1 м³ ємкості. Таким чином, витрата пари на складі

$V_1' = 1 \cdot 20 \cdot 5 = 100$ кг/добу. З урахуванням 10 %-х втрат витрата пари складе:

$$V_2 = 100 + 100 \cdot 10 / 100 = 110 \text{ кг/добу.}$$

Витрати пари на підігрівання води обчислюється за формулою:

$$V_2 = Q \cdot (t_k - t_n) \cdot c / (S_p - S_k)$$

де Q — потрібна кількість гарячої води в добу; t_k — кінцева температура води; t_n — початкова температура води; c — теплоємність води Дж/кг; S_p — ентальпія пари, Дж; S_k — ентальпія конденсату, Дж.

$$V_2 = 183301,3 \cdot (70 - 18) \cdot 4,19 / (2738,5 - 604,7) \cdot 0,98 = 18342 \text{ кг/добу.}$$

Таблиця 16 - Зведена таблиця витрати пари

Технологічна операція	Параметри пари		Тривалість споживання пари за добу, год	Витрата пари, кг		Кількість Конденсату пари, кг	Тривалість виділення конденсату за добу, год	Добова кількість конденсату, кг
	Тиск, МПа	Температура, °C		Добовий	Годинний			
2. Пропарка дріжджових резервуарів	0,2	133	1	110	11	100	1	100
3. Підігрівання води	0,2	133	2	18342	9171	—	—	—

Таблиця 17 - Погодинний графік споживання пари

Технологічна операція	Тиск пари, МПа	Витрати пари, т/год									
		Години доби									
		8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
Пропарка дріжджових резервуарів	0,2	$110 \cdot 10^{-3}$									
Підігрів води	0,2	9,1									

2.13 Розрахунок витрат електроенергії

Витрати електроенергії в добу розраховуються за формулою

$$B_E = \sum N \cdot t \cdot k, (17) i = 1$$

де N – потужність привода, кВт ; t – час роботи електродвигуна, год; k – кількість устаткування даного виду; z – загальна кількість устаткування.

Таблиця 18 - Розрахунок витрат електроенергії

№	Найменування устаткування	Потужність електродвигуна, кВт	Час роботи електродвигуна, год	Кількість устаткування	Витрати електроенергії, $\text{кВт} \cdot \text{год}$
---	---------------------------	---	--------------------------------	------------------------	---

1	Підйомник електричний CD1- 10T	3	9	2	54
2	Бункер-дозатор	5,5	9	2	99
3	Гребеневіддільник- дробарка KAPPA 25	5,2	9	2	93,6
4	Насос шнеково- гвинтовий FTR-15	7,5	9	2	135
5	Транспортер гребенів	2,5	9	1	22,5
6	Сульфїтодозуюча установка	1	9	1	9
7	Пневматичний мембранний прес Velvet T-20	3	8	4	96
8	Транспортер шнековий	2,8	9	2	50,4
9	Насос відцентровий (великий)	2,5	9	8	180
10	Вакуум- фільтраційна установка Taylo Lux 10	4,5	7	1	31,5
11	Насос відцентровий (малий)	1,5	9	3	40,5
12	Теплообмінник Thermosteril 20	4	1	1	4
13	Реактори для готування дріжджової розводки	5,5	4	2	44
14	Установка для суспензії бентоніту	2,5	4	1	10
15	Апарат для суспензії бентоніту	3	4	1	12
16	Насос для перекачування суспензії бентоніту	2,2	9	1	19,8

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						66
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

17	Фільтр дисковий, наливний G-9	3	7	1	21
18	Резервуари купажні для підброджування і спиртування	4,4	5	3	66
19	Насос для спирту (вибухозахищений)	1,5	5	1	7,5
20	Фільтр-прес пластинчастий Filter Univer 20	5	7	1	35
21	Вакуум-фільтраційна установка Taylo Lux 6	2,5	7	1	17,5
РАЗОМ					1048,3

2.14 Характеристика відходів і рекомендації щодо їх використання

Перехід до безвідходних або маловідходних технологій є однією з головних вимог сучасного харчового виробництва, оскільки це дозволяє не лише знизити екологічне навантаження на довкілля, але й отримати додатковий економічний ефект за рахунок випуску цінних вторинних продуктів [13].

Під час переробки 3300 тонн білих сортів винограду (Рислінг, Шардоне, Семільон) за сезон у спроектованому цеху утворюються такі основні види відходів: гребені, солодкі виноградні вичавки, суслові (гушові) та дріжджові осади [18].

Гребені: утворюються на початковій стадії переробки під час роботи дробарок-гребеневідділювачів. Їх вихід залежить від сорту і в середньому складає близько 3 % від маси винограду [22].

Солодкі виноградні вичавки: утворюються після пресування м'язги пневматичними пресами на лінії виробництва кріплених виноматеріалів. Оскільки пресується м'язга, з якої вже відібрано сусло-самоплив, ці вичавки містять значну кількість невіджатого соку (цукрів) та виннокислих сполук.

Суслові осади: формуються на дні резервуарів під час відстоювання сусла-самопливу та пресового сусла після їх обробки бентонітом і охолодження.

Дріжджові осади: виділяються після завершення процесів спиртового бродіння (для столових вин) та підброджування (для кріплених вин) під час першого зняття виноматеріалів з осаду (декантації).

Коротку характеристику місць утворення відходів, їх агрегатний стан, кількість та рекомендації щодо використання зведено у таблицю (табл. 19), форма якої відповідає вимогам методичних рекомендацій.

Таблиця 19 - Характеристика відходів виробництва та рекомендації щодо їх використання

Найменування відходів	Агрегатний стан	Орієнтовна кількість відходів за сезон, т	Рекомендації щодо використання і збуту
1. Гребені	Твердий	99	Використання як органічного добрива (компостування) для виноградарників; переробка на кормове борошно для худоби.
2. Солодкі виноградні вичавки	Твердий (вологий)	450	Екстракція для отримання дифузійного соку (на спирт-сирець) та виннокислого вапна (ВКВ); відділення насіння для олії; виробництво кормового борошна.
3. Суслові осади	Рідкий (суспензія)	135	Фільтрація для добування залишків сусла (фільтрату); цільні залишки

			направляються на утилізацію або екстракцію винної кислоти.
4. Дріжджові осад	Напіврідкий (пастоподібний)	75	Пресування, розведення водою та перегонка для отримання етилового спирту-сирцю; вилучення з барди виннокислих сполук (ВКВ) та білкового корму (кормових дріжджів).

Обґрунтування рекомендацій щодо комплексної переробки:

Оскільки виноградні вичавки та дріжджові осад містять цінні компоненти, у проєкті передбачено їх направлення до цеху комплексної переробки відходів [22].

Основним процесом для переробки солодких виноградних вичавків є екстракція цукрів і виннокислих сполук. Рекомендується використовувати безперервні шнекові екстрактори. Екстрагування зм'якшеною та слабо підкисленою водою (рН 3) при температурі 70-75 °С на початку процесу та 55–70 °С у кінці дозволяє витягти до 98 % цукру і 82-86 % виннокислих сполук (ВКК) без зниження якості шкірочки і насіння [21]. Отриманий дифузійний сік направляється на зброджування і подальшу перегонку для отримання спирту-сирцю, а з відпрацьованого розчину осаджується виннокисле вапно (ВКВ) за допомогою хлористого кальцію [18].

Переробка дріжджових осадів також є економічно доцільною. Згідно з технологічною схемою, рідкі осад спочатку віджимаються (пресуються) для відділення рідкої фази (виноматеріалу). Згущені осад розводяться водою до стану суспензії і (після можливого доброджування залишків цукру)

перекачуються на перегінну установку безперервної дії [21]. У результаті перегонки підприємство отримує спирт-сирець, який згодом ректифікується, та барду. З барди методом відстоювання та нейтралізації отримують виннокисле вапно (ВКВ), а дріжджовий осад висушується і реалізується як високобілковий корм для тваринництва.

2.15 Контроль виробництва і управління якістю продукції

Висока якість готових столових сухих та кріплених виноматеріалів безпосередньо залежить від чіткої організації лабораторного контролю на всіх стадіях виробничого циклу, починаючи від приймання сировини і закінчуючи зберіганням готової продукції [23].

Схема технохімічного і мікробіологічного контролю

Схема контролю сировини, допоміжних матеріалів, напівпродуктів у ході виробничого процесу та готової продукції приймається на основі відповідних, обов'язкових для виноробної промисловості інструкцій та державних стандартів.

Оскільки від якості контролю залежить ступінь регулювання технології та її оптимізації, у проєкті закладено використання не лише класичних (арбітражних) методів, але й сучасних експрес-методів аналізу (наприклад, використання автоматичних титраторів та інфрачервоної спектроскопії для миттєвого визначення цукристості, кислотності та рН суслу) [22].

Схему контролю, яка включає об'єкт контролю, параметр, методи і частоту контролю, а також нормативні параметри, наведено у вигляді таблиці 20.

Таблиця 20 - Схема технохімічного і мікробіологічного контролю

Стадії процесу	Об'єкт контролю	Параметр, що контролюється	Метод і частота контролю	Нормативний параметр	Журнал технохімічного і мікробіологічного контролю
Приймання винограду	Виноград свіжий (Рислінг, Шардоне,	Масова концентрація цукрів, г/100 см ³	Ареометричний або рефрактометр	18,2–19,0	№ 1. «Контроль за надходженн

	Семільон)		ичний. Кожна партія.		ям та якістю винограду»
		Масова концентрація титрованих кислот, г/дм ³	Метод кислотно-основного титрування. Кожна партія.	Згідно з ДСТУ	
Сульфитація м'язги та сусла	М'язга, сусло	Масова концентрація загального SO ₂ , мг/дм ³	Йодометричний метод. Кожні 2 години роботи лінії.	50–100	№ 2. «Контроль процесів сульфитації та освітлення»
Освітлення сусла	Сусло після відстоювання	Вміст завислих речовин, г/дм ³	Ваговий або нефелометричний. Після кожної декантації.	Не більше 10–15	
Спиртове бродіння (для столових вин)	Сусло, що бродить	Температура, °C; зниження густини (цукристості)	Термометрія (постійно), ареометричний (2 рази на добу).	14–16 °C; Залишковий цукор < 3,0 г/дм ³	№ 3. «Контроль процесу бродіння»
		Мікробіологічна чистота (наявність дикої мікрофлори)	Мікроскопіювання мазків. 1 раз на добу.	Відсутність сторонньої мікрофлори	№ 4. «Мікробіологічний журнал»
Підброджування та спиртування (для кріплених вин)	Пресове сусло, що бродить	Вміст спирту (% об.) та цукру (г/дм ³)	Ебуліометричний та ареометричний. Кожна партія перед спиртуванням.	Спирт: 18,5 % об. Цукор: 60,0 г/дм ³	№ 5. «Контроль виробництва кріплених виноматеріалів»
Зберігання виноматеріалів	Готові виноматеріали	Леткі кислоти, г/дм ³ ; SO ₂ , загальний	Метод перегонки з водяною парою. 1 раз на місяць.	Не більше 1,0–1,2 г/дм ³	№ 6. «Контроль зберігання виноматеріалів»

Найефективнішим методом забезпечення безпечності харчової продукції нині у світі визнано систему НАССР. Це науково обґрунтований, раціональний і систематичний підхід до ідентифікації продукції, оцінювання та контролю ризиків, які можуть виникнути під час виробництва, перероблення та зберігання виноматеріалів [21].

Ця система управління безпечністю харчових продуктів досягається шляхом аналізу та контролю небезпечних чинників біологічного, хімічного та фізичного походження, починаючи від приймання винограду до відвантаження готових виноматеріалів [24].

Враховуючи характеристики готового продукту (столових сухих та кріплених виноматеріалів), усі етапи розробленої технологічної схеми на можливість присутності чи появи потенційно небезпечних чинників (НЧ) [21].

Таблиця 21 - Небезпечні чинники при виробництві продукції (Аналіз НАССР)

Назва технологічного етапу (№ стадії)	Небезпечний чинник	Джерела (причини, умови) виникнення, посилення небезпечного чинника	Вплив чинника	Засоби моніторингу
1. Приймання винограду	Фізичний	При машинному або ручному збиранні: листя, пагони, камінці, металеві деталі.	Середній (пошкодження обладнання, погіршення смаку).	Вхідний візуальний контроль; використання магнітних уловлювачів. Акти приймання.
	Хімічний	Залишки пестицидів, фунгіцидів, важких металів на поверхні ягід.	Високий (токсичність для споживача, пригнічення бродіння).	Наявність супровідних сертифікатів якості від агрономічної служби. Лабораторний контроль.

2. Сульфітація м'язги та сусла	Хімічний	Передозування діоксиду сірки (SO ₂) через збій у роботі автоматичного дозатора.	Високий (алергічні реакції, різкий неприємний запах сусла).	Автоматичний моніторинг витрат SO ₂ ; регулярний йодометричний контроль вільного та загального SO ₂ .
3. Спиртове бродіння та підброджування	Біологічний	Розвиток дикої мікрофлори (оцтовокислі або молочнокислі бактерії, плівчасті дріжджі) через порушення температурного режиму (вище 18–20 °С для білих вин).	Високий (захворювання вина, оцтове скисання, збільшення летких кислот).	Мікроскопіювання сусла; контроль температури сорочок охолодження резервуарів 3 рази на добу; контроль титрованої та леткої кислотності.
4. Спиртування (для кріплених виноматеріалів)	Хімічний	Використання неякісного етилового спирту (наявність підвищеного вмісту метилового спирту або сивушних масел).	Високий (отруєння, невідповідність ДСТУ).	Суворий вхідний контроль кожної партії спирту-ректифікату за супровідними документами та лабораторним аналізом (газова хроматографія).
5. Зберігання та санітарна мийка обладнання	Хімічний	Залишки лужних або кислотних миючих розчинів у резервуарах чи трубопроводах після	Середній (зміна рН виноматеріалу, поява сторонніх присмаків).	Контроль якості ополіскування (вимірювання рН змивних вод). Журнал санітарної обробки.

		санітарної обробки.		
--	--	------------------------	--	--

Впровадження описаної системи контролю та принципів НАССР на стадії проєктування гарантуватиме випуск безпечної, конкурентоспроможної продукції та мінімізує економічні ризики підприємства, пов'язані з браком або псуванням виноматеріалів [13].

2.16 Компонування головного виробничого корпусу

Оскільки спроектоване підприємство є заводом первинного виноробства, головним завданням якого є переробка 3300 тонн білих сортів винограду за сезон з одержанням столових і кріплених виноматеріалів, головний виробничий корпус розташований в одноповерховій будівлі [24].

Для забезпечення оптимального розміщення великогабаритного обладнання, зокрема вертикальних резервуарів об'ємом 5000 дал для бродіння та зберігання, обрано типову будівельну секцію розміром у плані 36 x 72 м [4]. Сітка колон для одноповерхової будівлі прийнята 6 x 12 м, що повністю відповідає будівельним стандартам харчової промисловості та забезпечує достатній проліт для монтажу обладнання [26].

Висота приміщення безпосередньо залежить від розмірів використовуваного обладнання та особливостей даного виробництва. Зважаючи на те, що висота резервуарів на 50 м³ сягає понад 6,3 метра, висота приміщення до низу несучих конструкцій прийнята рівною 8,4 м [19]. Це дозволяє вільно розмістити ємності та забезпечити необхідний простір для прокладання технологічних трубопроводів, вентиляційних коробів і безпечного розміщення обслуговуючих естакад над резервуарами [23].

Принципи розміщення обладнання та поточності виробництва

Компонування технологічного обладнання виконано комплексно, одночасно з визначенням габаритів корпусу. Головною і безумовною вимогою під час розміщення стала організація прямогоку в русі сировини, напівфабрикатів та готової продукції [20].

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						74
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Я спланував технологічні лінії таким чином, щоб виноградна сировина, пройшовши стадії приймання, дроблення, пресування, освітлення та бродіння, виходила у вигляді готових виноматеріалів, не перехреснюючись із зустрічними потоками і не роблячи на своєму шляху нераціональних «петель» чи «зигзагів». Тільки за таких умов може бути здійснена нормальна і безпечна поточність виробництва [23].

Зонування (блокування) виробничого корпусу

Для дотримання санітарно-гігієнічних норм та оптимізації комунікацій, простір умовно розбито на взаємопов'язані технологічні зони:

- Дільниця приймання та дроблення винограду: розміщена на спеціальному напіввідкритому майданчику (під навісом), що примикає до торцевої стіни головного корпусу. Це запобігає потраплянню пилу, комах та надлишкової вологи (від миття автотранспорту) безпосередньо у внутрішні виробничі приміщення.

- Пресове відділення та зона стікачів: розташовані одразу за стіною зони дроблення. Таке сусідство мінімізує довжину мезгопроводів, що знижує гідравлічний опір при перекачуванні густої м'язги шнеково-гвинтовими мезгонасосами [24].

- Відділення відстоювання (освітлення) сусла: згруповане в окрему лінію резервуарів, поруч із якими розміщені трубчасті теплообмінники для потокового охолодження сусла.

- Бродильне відділення (резервуарний парк): займає найбільшу площу корпусу. Резервуари розділені на дві паралельні групи: одна лінія призначена для бродіння сусла-самопливу на столові сухі виноматеріали, інша — для підброджування та спиртування пресового сусла на кріплені виноматеріали [21].

- Допоміжні дільниці: апарати для приготування дріжджової розводки (ЧКД) та установки для приготування суспензії бентоніту розміщені в безпосередній близькості до точок їх внесення у технологічний потік, що скорочує довжину допоміжних трубопроводів. Відділення фільтрації виділене в окрему чисту зону.

Зручність обслуговування та безпека

Під час планування особливу увагу приділено забезпеченню вільного пересування людських потоків і засобів внутрішньоцехової механізації. Між рядами апаратів та стінами будівлі витримані мінімальні санітарно-технічні відстані (не менше 1,0–1,5 м для резервуарів та насосних установок). У центрі корпусу передбачено магістральний проїзд шириною 3 метри для роботи електронавантажувачів та проведення ремонтних робіт [25].

Щоб уникнути зайвого захаращення підлоги, основні матеріальні комунікації (винопроводи, паропроводи, труби водопостачання) змонтовані на верхніх підвісних естакадах. При цьому дотримані усі правила техніки безпеки та протипожежної профілактики. Уникалося встановлення обладнання, що дає значне динамічне навантаження, на високих майданчиках, оскільки це вимагало б значного посилення будівельних конструкцій [23].

					Розділ 2 Технологічна частина	Аркуш
						76
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3 Автоматизація виробничих процесів

3.1 Технічне завдання на автоматизацію

Для автоматизації була обрана основна виробнича ділянка цеху, а саме лінія переробки винограду білих сортів та охолодження сусла. Апаратурне оформлення цієї ділянки включає приймальний бункер, гребеневідділювач-дробарку, пневматичний мембранний прес, трубчастий теплообмінник, а також систему продуктових збірників і насосів [21].

Проектована система управління має вирішувати наступні завдання:

- безперервний контроль та світлозвукова сигналізація рівнів сировини й напівпродуктів (у бункерах і збірниках) для уникнення переливів;
- блокування приводів насосів, шнеків і дробарок у позаштатних або аварійних ситуаціях;
- підтримання заданої температури під час охолодження сусла в потоці;
- пропорційне дозування діоксиду сірки (SO_2) безпосередньо в трубопровід;
- загальне управління процесом з центрального щита на базі програмованого логічного контролера (ПЛК) [27].

3.2 Опис функціональної схеми автоматизації

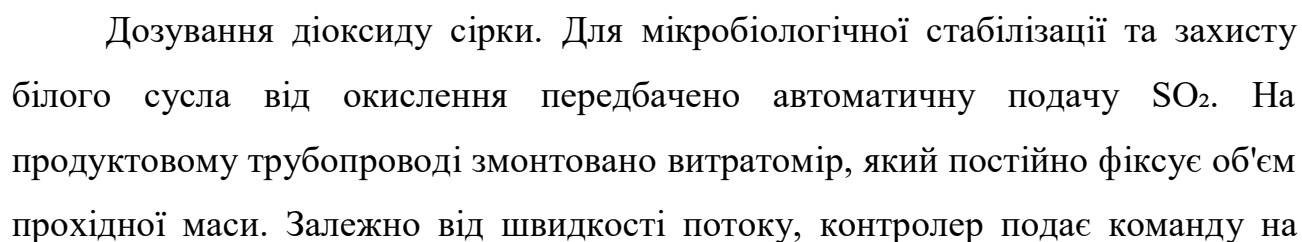
Відповідну функціональну схему наведено на (рис. 3) графічній частині проекту. Основою системи є програмований логічний контролер, який зчитує показання з первинних перетворювачів, обробляє їх і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої.

Процес автоматизації розбито на кілька ключових вузлів:

Контроль рівня та блокування обладнання. Щоб захистити ємності від

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3 Автоматизація виробничих процесів			
Здобувач	Жиріков О.О							
Консульт.								
Керівник	Мамай О.І.							
Зав. каф.	Валько М.І.							
					Літера	Аркуш	Аркушів	
					Б		77	97
					ХНТУ			
					Кафедра ХТ – 2026			

Рис 4 - Функціональна схема автоматизації лінії переробки винограду



дозуючий пристрій, який впорскує потрібну кількість робочого розчину. Це гарантує точність сульфитації та повністю виключає людський фактор і ризик передозування, що є критично важливим для дотримання вимог системи НАССР [31].

Регулювання температури сусла. Збереження тонкого сортового аромату Рислінгу та Шардоне вимагає швидкого охолодження. На вихідному патрубку трубчастого теплообмінника встановлено термоперетворювач опору, який передає фактичну температуру сусла на мікропроцесорний регулятор. Якщо вона перевищує задану уставку (наприклад, +10 °C), регулятор відкриває електропневматичний клапан на лінії подачі холодоагенту, збільшуючи його приплив. Коли температура нормалізується, клапан прикривається [40]. Це дозволяє підтримувати стабільний режим і суттєво економити енергоресурси.

Диспетчеризація. Робоче місце оператора оснащено щитом з електронною індикацією та кнопками управління. Завдяки використанню ПЛК, у перспективі цю локальну систему можна легко інтегрувати в загальнозаводську АСУ ТП (SCADA). Це дасть змогу виводити мнемосхеми на монітор комп'ютера, вести електронні журнали реєстрації температур і витрат, а також дистанційно змінювати технологічні параметри, не виходячи безпосередньо в цех.

Розділ 4 Будівельна частина

4.1 Будівельні рішення

Будівельні рішення для цеху переробки винограду розроблені з урахуванням вимог технологічного процесу, санітарних норм і принципів уніфікації промислового будівництва. Головний виробничий корпус є одноповерховою промисловою будівлею прямокутної форми з розмірами 36 x 72 м та загальною площею 3600 м². Каркас будівлі виконаний із типовим збірним залізобетоном. Сітка колон становить 6 x 12 м, що підходить для розміщення великогабаритного обладнання. Висота приміщення до нижньої частини покриття становить 8,4 м, що дозволяє вільно розмістити вертикальні резервуари висотою понад 6-7 м та технологічні комунікації [30]. Стіни та покрівля: Зовнішні стіни виконані з легкого керамзитобетонного матеріалу або утеплених "сендвіч-панелей", що забезпечують необхідну теплоізоляцію, особливо для підтримання температури під час бродіння [31]. Покриття збірні залізобетонні ребристі плити з рулонною гідроізоляцією. Підлоги: У всіх виробничих приміщеннях, особливо в зонах бродіння та відстоювання, підлоги виконані з кислотостійкої керамічної плитки. Підлоги мають ухил 0,015-0,02 у бік каналізаційних лотків і трапів для забезпечення відведення води під час санітарної обробки обладнання. Антикорозійний захист: Усі металеві конструкції, такі як естакади та сходи, покриті антикорозійними емалями, які стійкі до вологого середовища та парів спирту [33, 41].

4.2 Рішення по інженерному забезпеченню

Опалення і вентиляція. Для розрахунку систем мікроклімату враховується

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Жириков О.О			Розділ 4 Будівельна частина	Літера	Аркуш	Аркушів	
Консульт.						Б	80	97	
Керівник		Мамай О.І.				ХНТУ Кафедра ХТ – 2026			
Зав. каф.		Валько М.І.							

необхідність підтримувати температуру +14...+16 °С у бродильному відділенні та +10...+12 °С у відділенні відстоювання. Опалення в холодний період року забезпечується калориферами. Вентиляція є механічною, з подачею та витяжкою. Розрахована також аварійна витяжна вентиляція з нижнім відсмоктуванням для видалення важкого діоксиду вуглецю (CO₂) з бродильного відділення та у вибухобезпечному виконанні для спиртосховища [40].

Водопостачання: Джерелом водопостачання є міський водопровід і власна артезіанська свердловина. Споживачі питної води: санітарна мийка обладнання, приготування суспензії бентоніту, розведення ЧКД, побутові потреби персоналу. Оборотно водопостачання: Для трубчастих теплообмінників та охолоджуючих сорочок резервуарів використовується замкнутий цикл води через градирні, що зменшує витрати свіжої води [34]. Також передбачено протипожежний водопровід із зовнішніми гідрантами. Каналізація. На підприємстві спроектовано три окремі системи каналізації: Виробнича каналізація збирає стічні води, що містять залишки сусла, дріжджів та мийних засобів. Перед скиданням у міську мережу ці стоки проходять локальну очистку. Господарсько-побутова каналізація відводить стоки від адміністративно-побутового корпусу. Зливовою каналізацією відводять дощові та талі води з території заводу та дахів будівель [35].

4.3 Опис генерального плану

Графічна частина проєкту розроблений генеральний план підприємства, який враховує всі вимоги до санітарних і протипожежних розривів та логістики. Згідно з техніко-економічними показниками генерального плану: Загальна площа ділянки: 25 160 м² (2,516 га). Площа забудови: 11 300 м². Коефіцієнт забудови: 45 %, що відповідає нормам для підприємств харчової промисловості (зазвичай 40–50 %) [34]. Озеленення: Територія вільна від забудови та доріг (близько 15–20 % площі) засіяна газонами та засаджена деревами, які виконують функцію санітарно-захисного бар'єру. Експлікація будівель та споруд: На

					Розділ 4 Будівельна частина	Аркуш
						81
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

території заводу розташовані такі основні будівлі: Головний виробничий корпус (проектований) 3600 м². Адміністративно-побутовий корпус (існуючий) 1400 м². Цех розливу і склад (існуючий) 1520 м². Спиртосховище. Орієнтування та взаємне розташування: Будівлі на генеральному плані зорієнтовані з урахуванням вітрової ситуації. Головний виробничий корпус та зона приймання винограду розташовані з підвітряного боку від адміністративно-побутового корпусу та жилої зони. Це запобігає потраплянню пилу та газів на робочі місця адміністрації та сусідні території [40]. Організація вантажних потоків: Територія заводу має асфальтобетонне покриття з чітким розділенням потоків [37]. В'їзд вантажного транспорту з сировиною організовано через провулок Виноробний безпосередньо до напіввідкритого майданчика приймання. Маршрут сировини не перетинається з маршрутами вивезення відходів та відвантаження готової продукції. Це гарантує високу санітарну безпеку та безперебійну транспортну логістику. Усі дороги кільцеві, з радіусами поворотів, достатніми для проїзду вантажівок та пожежних машин [38].

					Розділ 4 Будівельна частина	Аркуш
						82
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 5 Інженерія безпеки

5.1 Безпечні умови праці

Для забезпечення безпечних умов праці у спроектованому цеху передбачено раціональне компонування технологічного обладнання, що виключає зустрічні або перехресні потоки сировини та забезпечує вільний доступ для обслуговування [35].

Відстань між апаратами (дробарками, пресами, насосами) та стінами становить не менше 1,0–1,5 м, а ширина головних проїздів для навантажувачів не менше 3,0 м [38].

Усі рухомі частини обладнання (шнеки живильників, паси приводів дробарок-гребеневідділювачів, обертові частини відцентрових насосів) надійно закриті металевими захисними кожухами [39].

Для зниження рівня шуму та вібрації від роботи компресорів, насосів та вентиляційних установок передбачено встановлення їх на віброгасильні фундаменти (амортизатори) та використання гнучких вставок на трубопроводах [40].

Працівники цеху забезпечуються спецодягом, спецвзуттям із неслизькою підошвою (через постійне вологе прибирання підлоги) та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) [38].

5.2 Загальні вимоги до резервуарів

Апаратурно-технологічна схема цеху передбачає використання великої кількості ємнісного обладнання: резервуарів для відстоювання, бродіння сусле та зберігання готових виноматеріалів [34].

Для безпечного обслуговування верхніх люків, запірної арматури та мийних

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 5 Інженерія безпеки			
Здобувач	Жиріков О.О							
Консульт.								
Керівник	Мамай О.І.							
Зав. каф.	Валько М.І.							
					Літера Аркуш Аркушів			
					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026			

головок резервуари обладнуються стаціонарними металевими маршовими сходами та площадками обслуговування з перилами висотою не менше 1,0 м і суцільною бортовою смугою внизу (заввишки 15 см) для запобігання падінню інструменту [32].

Резервуари для бродіння обов'язково оснащуються дихальними (запобіжними) клапанами та газовідвідними системами для вільного виходу діоксиду вуглецю, що запобігає розриву ємності через надлишковий тиск [32].

Спуск працівників всередину резервуарів для огляду або ручного очищення дозволяється лише після їх повного спорожнення, ретельного промивання, дегазації (вентилювання) та перевірки на відсутність вуглекислого газу (за допомогою газоаналізаторів або відкритого вогню свічки). Робота виконується бригадою з трьох осіб за нарядом-допуском (один працює всередині у рятувальному поясі, двоє страхують зовні) [39].

5.3 Безпечна експлуатація електроустановок

Оскільки виноробне виробництво належить до категорії приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом (наявність вологи, миття підлог і обладнання водою), у проєкті закладено суворі заходи електробезпеки:

Усі металеві неструмопровідні частини електрообладнання (корпуси електродвигунів насосів, дробарок, пресів, пультів управління) підлягають обов'язковому захисному заземленню та зануленню [32].

Електроапаратура, світильники та пускові пристрої у виробничих приміщеннях приймаються у вологозахищеному виконанні (ступінь захисту не нижче IP54).

На ділянці спиртування виноматеріалів (де використовується спирт етиловий ректифікований концентрацією 96 % об.) обладнання, насоси та світильники мають вибухозахищене виконання, оскільки пари спирту можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям [31].

					Розділ 5 Інженерія безпеки	Аркуш
						84
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Для внутрішнього освітлення резервуарів під час їх миття або огляду використовуються лише переносні світильники з безпечною напругою не вище 12 В.

5.4 Виробнича санітарія

Виробнича санітарія у цеху спрямована на забезпечення високої якості виноматеріалів та збереження здоров'я персоналу.

Мікроклімат: У приміщеннях підтримуються оптимальні параметри температури та вологості за допомогою припливно-витяжної вентиляції та системи опалення [1,4].

Санітарна обробка: Для миття та дезінфекції резервуарів, трубопроводів і насосів передбачено використання автоматизованих СІР-мийок із застосуванням гарячої води, лужних та кислотних розчинів. Це виключає прямий контакт працівників із агресивними хімічними речовинами [32].

Каналізація: Підлоги у цеху виконані з кислотостійкої плитки з ухилом 0,015-0,02 у бік трапів і лотків для швидкого відведення стічних та змивних вод до цехової каналізації, що запобігає застоюванню вологи та розмноженню бактерій.

Побутові приміщення: Працівники забезпечені гардеробними, душовими, кімнатами для прийому їжі та аптечками першої допомоги згідно з санітарними нормами [34].

5.5 Виробниче освітлення

Правильно організоване освітлення знижує втомлюваність зору та запобігає виробничому травматизму. У спроектованому цеху застосовується природне, штучне та суміщене освітлення [39].

Природне освітлення здійснюється через віконні прорізи у зовнішніх стінах та світлові ліхтарі на даху будівлі.

					Розділ 5 Інженерія безпеки	Аркуш
						85
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучне робоче освітлення забезпечується сучасними енергоефективними LED-світильниками у вологозахисних корпусах. Рівень освітленості в загальних виробничих зонах становить 150-200 лк, а на ділянках, що вимагають підвищеної уваги (лабораторний контроль, панелі управління) 300 лк [35].

Аварійне освітлення: Окремо змонтована мережа аварійного та евакуаційного освітлення (живлення від незалежного джерела або акумуляторів), що забезпечує освітленість проходів не менше 2 лк для безпечної евакуації людей у разі аварійного відключення електроенергії [37].

5.6 Захист від шкідливих речовин

У технологічному процесі переробки винограду та виробництва виноматеріалів наявні специфічні шкідливі виділення, для захисту від яких розроблено такі заходи:

Діоксид вуглецю (CO_2): Масово виділяється під час спиртового бродіння сусла-самопливу та підброджування пресового сусла. Оскільки CO_2 у 1,5 раза важчий за повітря, він накопичується в нижніх зонах приміщення, викликаючи задуху. Захист: бродильні резервуари герметизовані і з'єднані з колектором, який виводить CO_2 за межі цеху. Крім того, у бродильному відділенні передбачена потужна аварійна витяжна вентиляція з відсмоктувачами повітря на рівні 0,3–0,5 м від підлоги [32].

Діоксид сірки (SO_2): Використовується для сульфітації м'язги та сусла. Це токсичний газ із різким запахом, що подразнює дихальні шляхи. Захист: процес сульфітації повністю автоматизовано і відбувається в закритому потоці (в трубопроводах). Балони зі зрідженим SO_2 та сульфітодозатори встановлюються в ізольованому приміщенні з безперервною витяжною вентиляцією. Працівники забезпечуються протигазами марки «В» [36].

Пари етилового спирту: Виділяються під час процесу спиртування. Захист: спиртування проводиться в герметичних резервуарах; приміщення обладнане загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією у вибухобезпечному

					Розділ 5 Інженерія безпеки	Аркуш
						86
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

виконанні; встановлені газоаналізатори, що подають звуковий та світловий сигнал у разі перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) парів спирту в повітрі робочої зони [38].

Розділ 6 Охорона навколишнього середовища

6.1 Охорона атмосферного повітря

Сучасне виноробне підприємство є потенційним джерелом утворення твердих, рідких та газоподібних відходів. Тому перехід до маловідходних і безвідходних технологій, а також раціональне використання природних ресурсів є пріоритетним завданням при проектуванні.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря у спроектованому цеху є газоподібні викиди, що утворюються під час технологічних процесів, а саме: діоксид вуглецю (CO_2), діоксид сірки (SO_2), пари етилового спирту та дрібнодисперсний пил від допоміжних матеріалів [35].

Для захисту атмосферного басейну передбачено такі інженерні та технологічні рішення:

Діоксид вуглецю (CO_2): Утворюється у великих кількостях під час спиртового бродіння сусла-самопливу та підброджування пресових фракцій [38]. Для запобігання його неконтрольованому викиду в робочу зону, резервуари обладнані герметичними кришками та газовідвідними магістралями. Зібраний вуглекислий газ через центральну витяжну трубу відводиться на висоту, що перевищує дах будівлі не менше ніж на 2 метри, де відбувається його безпечне розсіювання в атмосфері. У перспективі на підприємстві можливе встановлення станції рекуперації CO_2 для його скраплення та подальшого використання [34].

Діоксид сірки (SO_2): Використовується для сульфітації м'язги та сусла. Щоб уникнути потрапляння цього токсичного газу в атмосферу, сульфітація проводиться винятково у закритому потоці за допомогою автоматичних сульфітодозаторів [35]. Приміщення зберігання балонів з SO_2 оснащено локальною витяжною вентиляцією з пропуском викидного повітря через

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Здобувач		Жиріков О.О			Розділ 6 Охорона навколишнього середовища	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.						Б	88	97
Керівник		Мамай О.І.				ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько М.І.						

спеціальні скрубери (фільтри-поглиначі) з лужним розчином, який нейтралізує сірчистий ангідрид [32].

Пари етилового спирту: Виділяються під час операції спиртування для отримання кріплених виноматеріалів (до 18,5 % об.) [34]. Мінімізація втрат (і відповідно викидів) досягається за рахунок використання повністю герметичних резервуарів, обладнаних дихальними клапанами подвійної дії, та застосування автоматизованого потокового дозування спирту замість відкритого переливання [37].

Бентонітовий пил: У вузлі приготування суспензії бентоніту встановлено місцеві пиловловлювачі (циклони або рукавні фільтри), що запобігають забрудненню повітря твердими частками сорбенту [34].

6.2 Охорона водних басейнів (очищення стічних вод)

Виробництво виноградних вин пов'язане зі значними витратами питної та технічної води на технологічні потреби (миття обладнання, резервуарів, трубопроводів, підлог) та охолодження [30]. Стічні води цеху первинного виноробства характеризуються високим рівнем біологічного та хімічного споживання кисню (БСК і ХСК), містять залишки сусла, виноматеріалів, дріжджових клітин, а також мийних і дезінфекційних засобів (що викликає різкі коливання рН) [30].

Для раціонального водокористування та охорони водойм у проєкті реалізовано:

- Розділення потоків: Умовно чисті води (від теплообмінників охолодження сусла та сорочок бродильних резервуарів) не змішуються із забрудненими. Вони направляються в оборотну систему водопостачання підприємства (через градирні) для повторного використання, що економить до 70 % свіжої води [30].
- Локальні очисні споруди: Виробничі (забруднені) стічні води перед скиданням у міську каналізаційну мережу проходять обов'язкову локальну

очистку на території заводу [31]. Вони пропускаються через механічні решітки-уловлювачі (для затримання шкірок, насіння, гребенів) і пісколовки.

– Усереднення та нейтралізація: Далі вода надходить в усереднювач, де відбувається вирівнювання концентрацій забруднень, і до нейтралізатора. Оскільки лужні розчини від миття обладнання змішуються з кислими залишками виноматеріалів, відбувається часткова самонейтралізація [31]. За необхідності рН автоматично коригується до нормативних показників (6,5-8,5) шляхом додавання відповідних реагентів [40].

Після локальної очистки стоки, що відповідають нормам ГДК (гранично допустимих концентрацій), направляються на міські біологічні очисні споруди.

6.3 Рациональне використання твердих відходів

Згідно з розрахунками, під час переробки винограду утворюється значна кількість вторинної сировини: гребені, солодкі виноградні вичавки, дріжджові та сулові осади [36].

Для запобігання забрудненню ґрунтів і ґрунтових вод продуктами гниття цих відходів, проектом категорично забороняється їх вивезення на звичайні сміттєзвалища. Передбачена комплексна, безвідходна схема їх переробки:

Усі вичавки та дріжджові осади транспортуються у спеціалізований цех переробки вторинної сировини для добування з них цільових продуктів: етилового спирту, виннокислого вапна (ВКВ) та кормових дріжджів [33].

Гребені після подрібнення направляються на ділянки компостування з подальшим використанням як високоякісного органічного добрива на виноградниках, що замикає біологічний цикл і сприяє відновленню родючості ґрунтів [38].

Осад, що залишається після нейтралізації стічних вод і екстракції вичавків, також зневоднюється і може використовуватися в сільському господарстві або для виробництва біогазу [31].

					Розділ 6 Охорона навколишнього середовища	Аркуш
						90
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Зменшення шумового та вібраційного впливу

Захист навколишнього середовища (у тому числі сельбищної зони поблизу підприємства) від виробничого шуму забезпечується:

Встановленням насосів, компресорів та дробарок на віброізолюючі основи та фундаменти, не пов'язані з несучими конструкціями будівлі [36].

Використанням шумопоглинаючих кожухів на електродвигунах і вентиляторів [34].

Озелененням санітарно-захисної зони (СЗЗ) по периметру території заводу (висадка дерев і чагарників, що слугують природним звуковим та пиловим бар'єром) [40].

Впровадження описаних вище екологічних заходів гарантує, що спроектований цех переробки білих сортів винограду функціонуватиме з мінімальним екологічним ризиком і відповідатиме всім вимогам чинного природоохоронного законодавства України [33].

					Розділ 6 Охорона навколишнього середовища	Аркуш
						91
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Підсумкова конфігурація спроектованого виробничого комплексу демонструє успішний перехід від традиційної первинної переробки винограду до сучасного, гнучкого та безвідходного виробництва.

Раціональний розподіл сировини. При розрахунковій потужності 3300 тонн за сезон підприємство переробляє високоякісні сорти (Рислінг — 60 %, Шардоне — 20 %, Семільйон — 20 %). Технологічні потоки розділені: понад 70 % обсягу складають преміальні сухі виноматеріали із сусла-самопливу, а пресові фракції ефективно використовуються для випуску ординарних кріплених виноматеріалів (міцність 18,5 % об., цукор 60 г/дм³).

З метою максимального збереження якості ягоди застосовано сучасні валкові дробарки KAPPA 25 та пневматичні преси Velvet T-20. Це дозволило суттєво зменшити екстракцію грубих фенолів і завислих часток.

Жорсткий температурний контроль. Для захисту сортового аромату бентонітова стабілізація проводиться в потоці при 10–12 °С, а бродіння на чистій культурі дріжджів «Феодосія 1-19» суворо підтримується в межах 14–16 °С.

Управління цехом переведено на систему SCADA. Точний контроль температури, автоматичне дозування діоксиду сірки та спирту, а також використання датчиків рівня для захисту обладнання від переливів чи роботи «всуху» повністю нівелюють людський фактор.

Відходи виробництва перетворюються на корисні продукти: отримується технічний спирт, виннокисле вапно та кормові добавки, а майже 100 тонн гребенів йдуть на компост для виноградників. Також забезпечено очищення промислових стоків і безпечне відведення вуглекислого газу.

Ергономіка генерального плану. На ділянці площею 2,516 га досягнуто оптимальної щільності забудови (45 %). Головний корпус площею 3600 м² (із

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Жириков О.О			Висновки		Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.							Б	92	97
Керівник		Мамай О.І.					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько М.І.							

сіткою колон 6х12 м) забезпечує ідеальну лінійність процесів без перетину транспортних потоків, що гарантує дотримання стандартів харчової безпеки НАССР.

Загальний підсумок: Закладені в проєкті інженерні, технологічні та екологічні рішення формують потужний комерційний потенціал. Завдяки сухих вин та комплексній переробці відходів, підприємство з виробництва білих сухих та кріплених вин є збалансованим, інвестиційно привабливим і готовим до практичної реалізації.

Список використаних джерел

1. Винний Гід України. Виноробні регіони України. URL: <https://www.uabestwine.com/vynorobni-rehiony-ukrainy> (дата звернення: 13.02.2026).
2. Виноробна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : наук.-допом. бібліогр. покажч. / упоряд. О. В. Олабоді. Київ : НУХТ, 2019. 182 с.
3. Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І., Сльозко Г.Ф. Технологія і обладнання виноробних підприємств: навчальний посібник. Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2006. 592 с.
4. Валуйко Г.Г. Технологія виноградних вин. Сімферополь, Таврида, 2001. 624 с.
5. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 17 с.
6. ДСТУ 4806:2007. Вина. Загальні технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 20 с.
7. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-01-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.
8. Технологія бродильних виробництв : навч. посіб. / Ковалевський К.А. та ін. Херсон, 2018. 416 с.
9. Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І. Інноваційні технології виноробства. Бродильні апарати і установки. Херсон: ХНТУ, 2018. 148 с.
10. Довідник по виноробству / Під ред. проф. Г. Г. Валуйко, В. Т. Косюри. 2-е вид., перероб. і доп. Сімферополь : Таврида, 2000. 624 с.
11. Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І. Проектування виноробних підприємств. Навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2006. 484 с.
12. Ковалевський К.А., Шанін О.Д., Ксенжук Н.І. Технологічні та технічні розрахунки у виноробстві. Херсон: ХНТУ, 2005. 304 с. Загоруйко В. А., Бобров О. Г., Виноградов В. О.

					Список використаних джерел	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		94

- 13.Збірник технологічних інструкцій, правил і нормативних матеріалів з виноробної промисловості : у 2 т. Т. 2 : Розрахунки виробничих потужностей підприємств виноградного та плодово-ягідного виноробства, норми технологічного проектування виноробних підприємств та підприємств з виробництва ігристих вин / Під ред. В. О. Загоруйка, А. Я. Яланецького. Сімферополь : Таврида, 2014. 512 с.
- 14.Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Виноградарство і первинне виноробство: Навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2011. 368 с.
- 15.Шольц Є.П., Пономарьов В.Ф. Технологія переробки винограду. М.: Агропромиздат, 1990. 447 с.
- 16.Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Технологія вина. Технологічні схеми: навчальний посібник для ВНЗ. Херсон: ХНТУ, 2013. 176 с.
- 17.Ковалевський К.А. Обладнання первинного виноробства: навчальний посібник для ВНЗ. Херсон: ХНТУ, 2009. 296 с.
- 18.Виноградов В. О. Обладнання виноробних заводів. Т. 1. Сімферополь : Таврида, 2002. 416 с.
- 19.Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Обладнання первинного виноробства. Альбом рисунків устаткування: навчальний посібник для ВНЗ. Херсон: ХНТУ, 2011. 216 с.
- 20.Валуйко Г.Г., Зінченко В.І., Мехузла Н.А. Стабілізація виноградних вин. Сімферополь.: Таврида, 2002 207 с.
- 21.Мамай О. І., Сльозко Г. Ф., Стоянова О. В. Хімічний і технологічний контроль виноробства. Навч. посібник. Херсон : ХДТУ, 2003. 228 с.
- 22.Методи технохімічного контролю у виноробстві / Під ред. В. Г. Гержикової. Сімферополь : Таврида, 2002. 260 с.
- 23.Хімія і біохімія вина: підручник. За ред. А.І. Українця. МОН України, Київ: НУХТ, 2007. 261 с.
- 24.Система НАССР. Hazard Analysis and Critical Control Point: довідник. Львів : Леонорм, 2003. 216 с.

					Список використаних джерел	Аркуш
						95
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- 25.Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Проектування виноробних підприємств. Схеми автоматизації: навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2013. 168 с.
- 26.Ельперін І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М., Швед С.М.. Автоматизація виробничих процесів. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Вид. 2-ге, виправлене. К.: Вид. Ліра-К, 2015. 378 с.
- 27.Ковалевський К.А. Апарати для бродіння та термічної обробки у виноробстві: монографія. Херсон: ХНТУ, 2012. 215 с.
- 28.Трегубов Д.Г., Дадашов І.Ф., Мінська Н.В., Гапон Ю.К., Чиркіна-Харламова М.А.. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Х.: НУЦЗ України, 2024. 216 с.
- 29.Протипожежне водопостачання: Підручник / О.А. Петухова, В.А. Андронов, С.А. Горносталь, Р.Е. Черепаха. - Х.: Друкарня Мадрид, 2022 . 280 с.
30. Загоруйко В А., Бобров О.Г., Виноградов В.О. Техніка безпеки у виноробній промисловості: монографія. Сімферополь: Таврида, 2005. 384 с.
- 31.Шольц-Куліков Е.П., Русаков В.О., Домарецький В.А., Фуркевич В.О. Вступ до харчової технології та інженерії (виноробство): навч. посібник для студентів вищ. навч. закладів/ За заг. ред. д-ра техн. наук Є.П. Шольца-Кулікова/. К.: УДУХТ, 2000. 92 с.
- 32.Виноградов В.О. Обладнання виноробних заводів. Під ред. Валуйко Г.Г. Сімферополь: Таврида 2002, 2003. Т.1. 416 с., Т.2. 352 с.
- 33.Пашенко Т. М., Сліпич О. О., Дремова І. Б. Будівельні конструкції : навч. посіб. Київ : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. 310 с.
- 34.НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 30.12.2014]. Київ : Міністерство внутрішніх справ України, 2015. 78 с.
- 35.Екологічна та біологічна безпека України: колективна монографія / за науковою редакцією О.І. Дребот, А.І. Парфенюк. Київ: Видавництво НУБІП України, 2022. 322 с.

					Список використаних джерел	Аркуш
						96
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

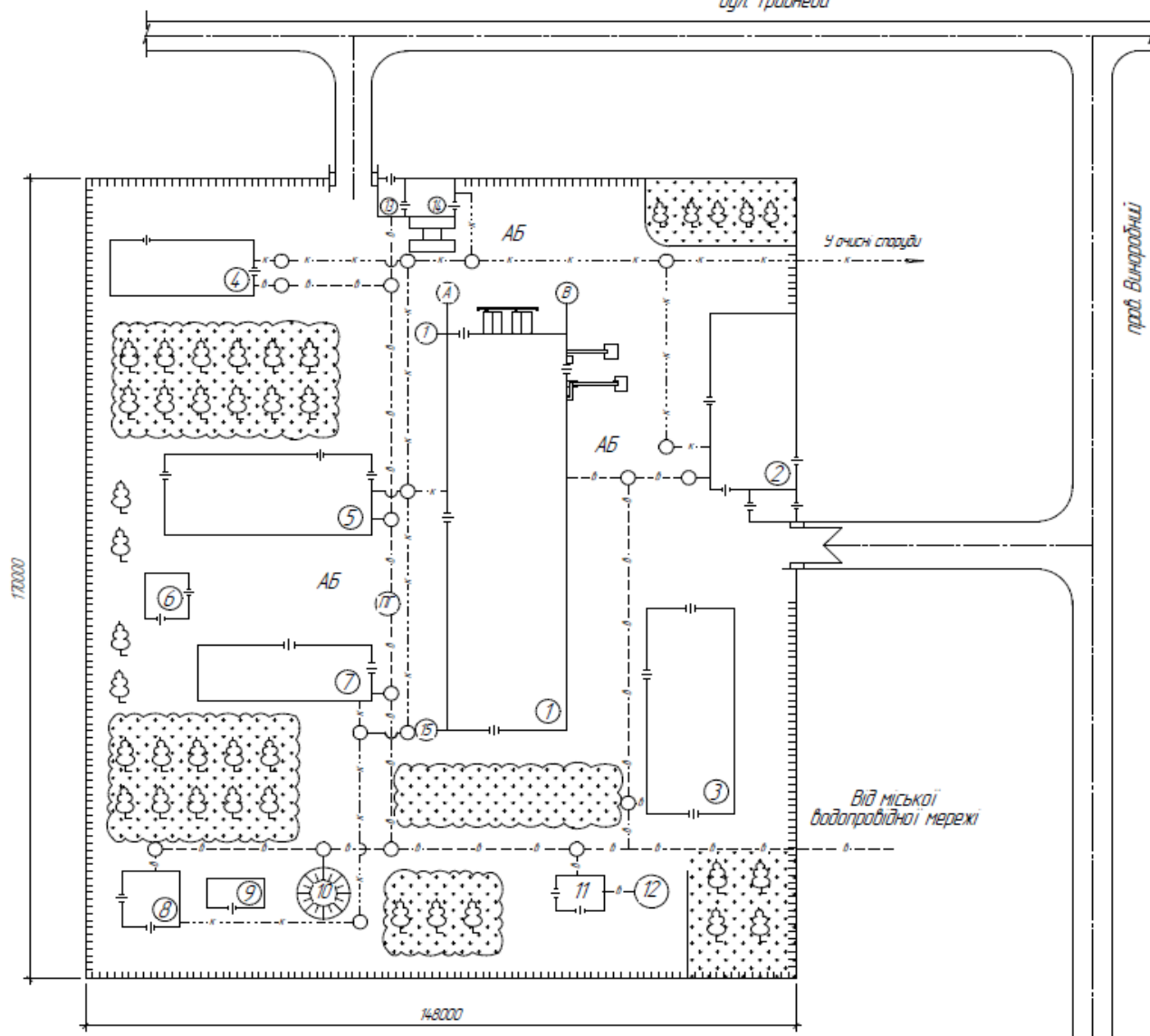
- 36.Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі (для спеціальності «Харчові технології»). Київ : Центр навчальної літератури, 2018. 376 с.
- 37.Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с.
- 38.Петухова О. А., Андронов В. А., Горносталь С. А., Черепаха Р. Е. Протипожежне водопостачання : підручник. Харків : Друкарня Мадрид, 2022. 280 с.
- 39.Петухова О. А., Горносталь С. А., Уваров Ю. В. Спеціальне водопостачання : практикум. Харків : ХНАДУ, 2015. 108 с.
- 40.Інтелектуальна Модель Штучного Інтелекту (Gemini AI) / Електрон. дані. 2026. Режим доступу: локальний інструмент диспетчеризації пояснювальної записки. Джерело використане Жиріковим О. О. для автоматизованого пошуку, аналізу, систематизації інженерної інформації щодо переробки винограду.

					Список використаних джерел	Аркуш
						97
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКА/ЛАВРА

M 1500

вул. Трайнеба



пр-т. Вичародний

Уточнені споруди

Від міської водопровідної мережі

Територія заводу склябировд

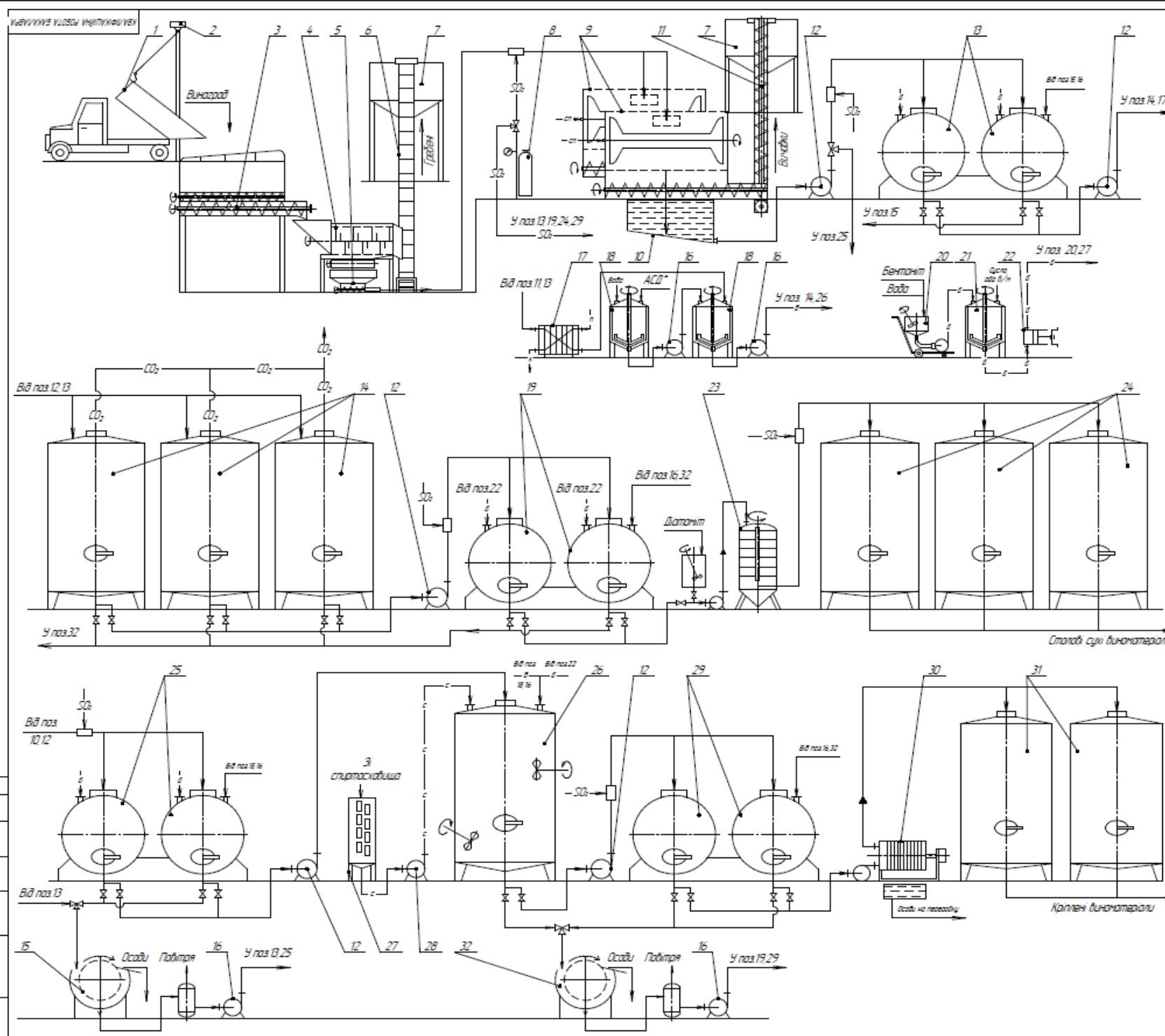
Техніко-економічні показники		
№	Найменування	Показник
1	Площа ділянки	25160 м²
2	Площа забудови	11800 м²
3	Процент забудови	45 %

Умовні позначення

	- Проектовані споруди
	- Існуючі споруди
	- Озеленення
	- Водопровідна мережа
	- Каналізаційна мережа
	- Зелене насадження
	- Газон
	- Парк
	- Пожежний габрант
	- Асфальт-бетонне покриття

Експлікація			
№	Найменування	Статус	Площа, м²
1	Головний виробничий корпус	проектоване	3600
2	Адміністративно-побутовий корпус	існуюче	1400
3	Цех розливу / склад	існуюче	1520
4	Спортмайданчик	існуюче	1120
5	Цех переробки вторинної сировини	існуюче	1060
6	Трансформаторна підстанція	існуюче	80
7	Ремонтно-механічна майстерня	існуюче	980
8	Котельня	існуюче	820
9	Склад палива	існуюче	140
10	Пожежний резервуар	існуюче	80
11	Стерилізатор з насосною	існуюче	120
12	Водопостачальна вежа	існуюче	80
13	Проміслова	існуюче	100
14	Автозаправка	існуюче	200

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКА/ЛАВРА			
Проект інженерів з будівництва споруд з використанням програмного забезпечення 3DMax 2026			
Генеральний план заводу			
ХНТУ, гр. 4ХТ			
Кордава ХТ, 2026			
Формат А1			



Умовні позначення

№ п/п	Позначення	Найменування
1	—	Основний продукт
2	—	Осадки
3	— SO ₂ —	Сирчистий ангідрид
4	— CO ₂ —	Вуглекислий газ
5	— Б —	Системні бентаніти
6	— В —	Додаткова розвідка
7	— С —	Спирт
8	— Л —	Пара
9	— К —	Конденсат

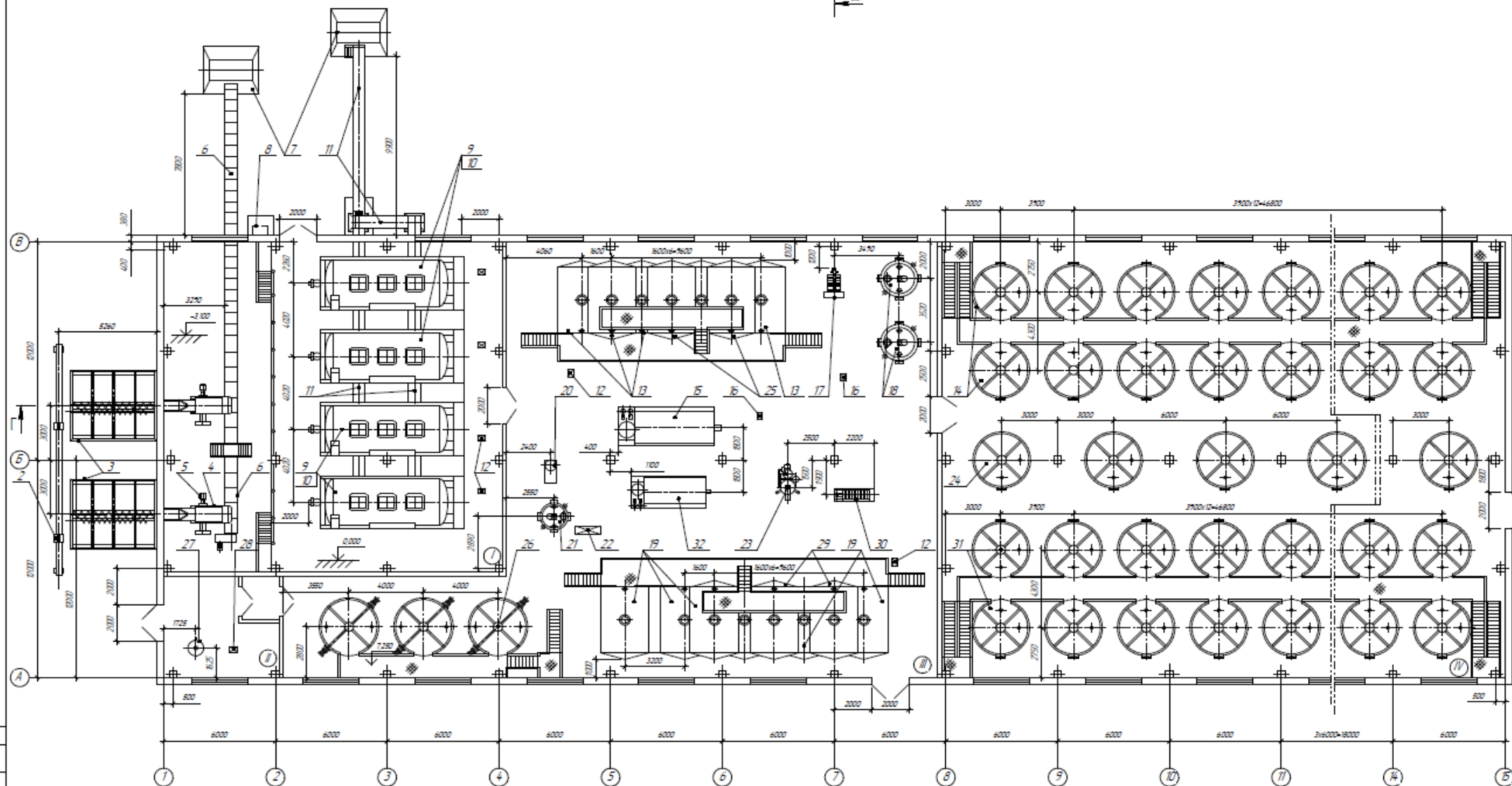
* АСО - Активні суміші для зливу

32	Фільтр вакуумний	Taylor Lux 6	1
31	Резервуар для зберігання біоматеріалів	V = 50 м ³	11
30	Фільтр-прес пластинчастий	Master-Filter 6141	1
29	Резервуар для відстоювання біоматеріалів	V = 20 м ³	2
28	Насос для спирту	Q = 6.3 м ³ /год	1
27	Манік спирту	K7-BMA	1
26	Резервуар для підсолювання і стирпіння	V = 50 м ³	3
25	Резервуар для відстоювання прасованого сусла	V = 20 м ³	2
24	Резервуар для зберігання біоматеріалів	V = 50 м ³	37
23	Фільтр дисковий напірний	G-9	1
22	Насос паровий	Q = 10 м ³ /год	1
21	Апарат для сушіння бентаніту	V = 16 м ³	1
20	Установка для готування суспензії бентаніту	-	1
19	Резервуар для відстоювання біоматеріалів	V = 20 м ³	6
18	Резервуар для готування домішків	V = 4.0 м ³	2
17	Теплообмінник пластинчастий	Thermasterfil 20	1
16	Насос відцентровий	Q = 10 м ³ /год	3
15	Фільтр вакуумний	Taylor Lux 10	1
14	Резервуар для зберігання сусла	V = 50 м ³	37
13	Резервуар для відстоювання сусла	V = 20 м ³	5
12	Насос відцентровий	Q = 25 м ³ /год	8
11	Транспортер шнековий	Q = 10 м ³ /год	2
10	Збічник сусла	V = 5 м ³	4
9	Прес пневматичний	Valvet T-20	4
8	Сульфатодозатор	250 - 500 кг/год	1
7	Бункер для відходів	V = 4 м ³	2
6	Транспортер гравійний	Q = 10 м ³ /год	1
5	Насос для м'якого зливу	FTR-B	2
4	Вагонетка дозарка	KAPPA-25	2
3	Бункер-дозатор	VBA-20	2
2	Електропідігрівач	CO T-10T	2
1	Контейнер	KBA	2

№ поз	Найменування	Марка (тип)	Кількість
-------	--------------	-------------	-----------

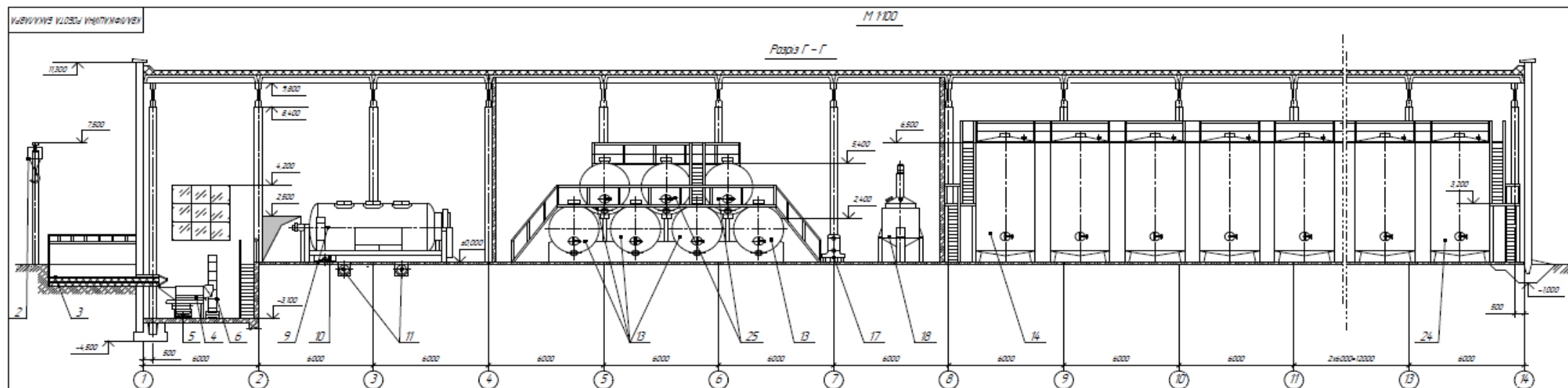
СПЕЦИФІКАЦІЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКА/ЛАВРА			
Провести роботу згідно з вимогами стандарту			
суми і кратності використання продукції 3300 м/сезон			
Апаратура-технологічна схема			
Б	2	5	
ХНТУ, гр. 4ХТ			
Коробка ХТ, 2026			
Варіант АТ			



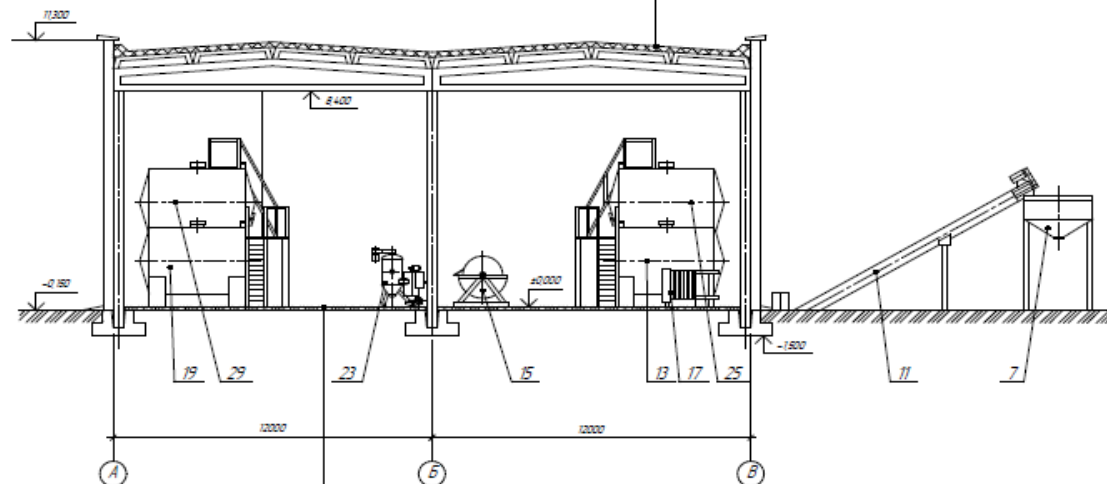
Специфікація на аркуші 4

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
						Повст. уч. перепідпід. при спр. відновл. з ліквідації ст. спод. силки / критерії: динамічний / предметність: 2020 п/сезон			
						План учу на пів. год			
Зн.	Умін.	Від.	Відб.	Відб.	Відб.	Специ.	Аналіз.	Аналіз.	
Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	6	3	5	
Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	ХНТУ, зр. 4ХТ			
Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Відб.	Кордана ХТ. 2026			



1. 3 шари руберойду на битумній мастичі;
2. Стяжка з цементного розчину - 20 мм;
3. Теплоізоляція - пінобетон $\rho 600 \text{ кг/м}^3$ - 140 мм;
4. Парозахисник - 1 шар руберойду на битумній мастичі;
5. Збірна залізобетонна плита $6 \times 3 \text{ м}$;
6. Збірна залізобетонна балка $L=12 \text{ м}$.

Разріз Д-Д



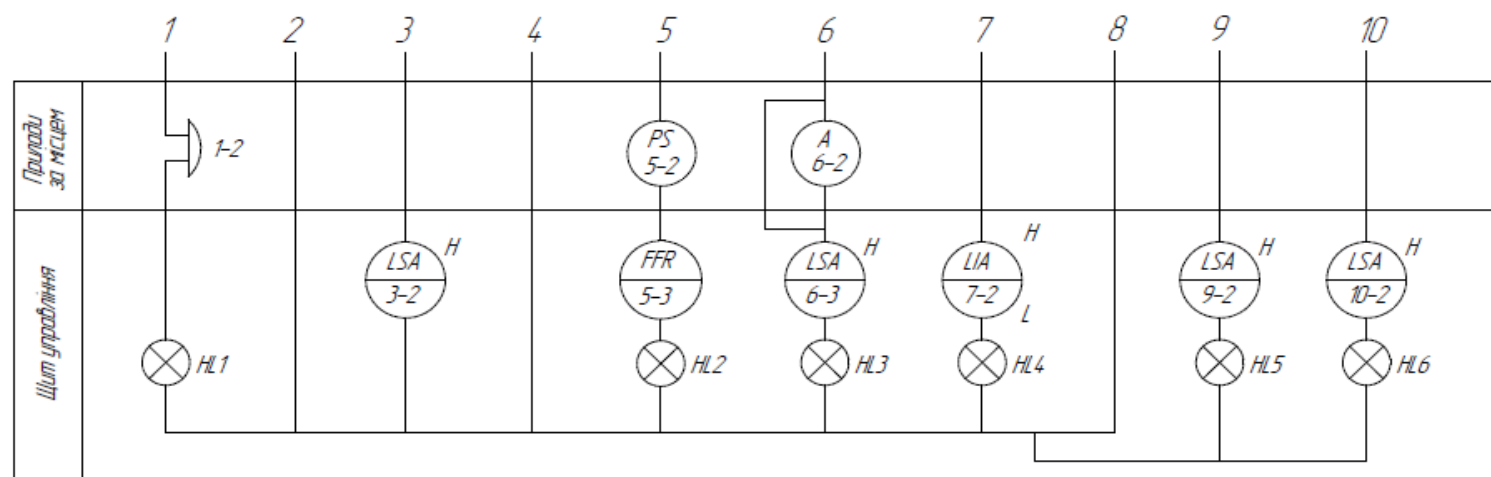
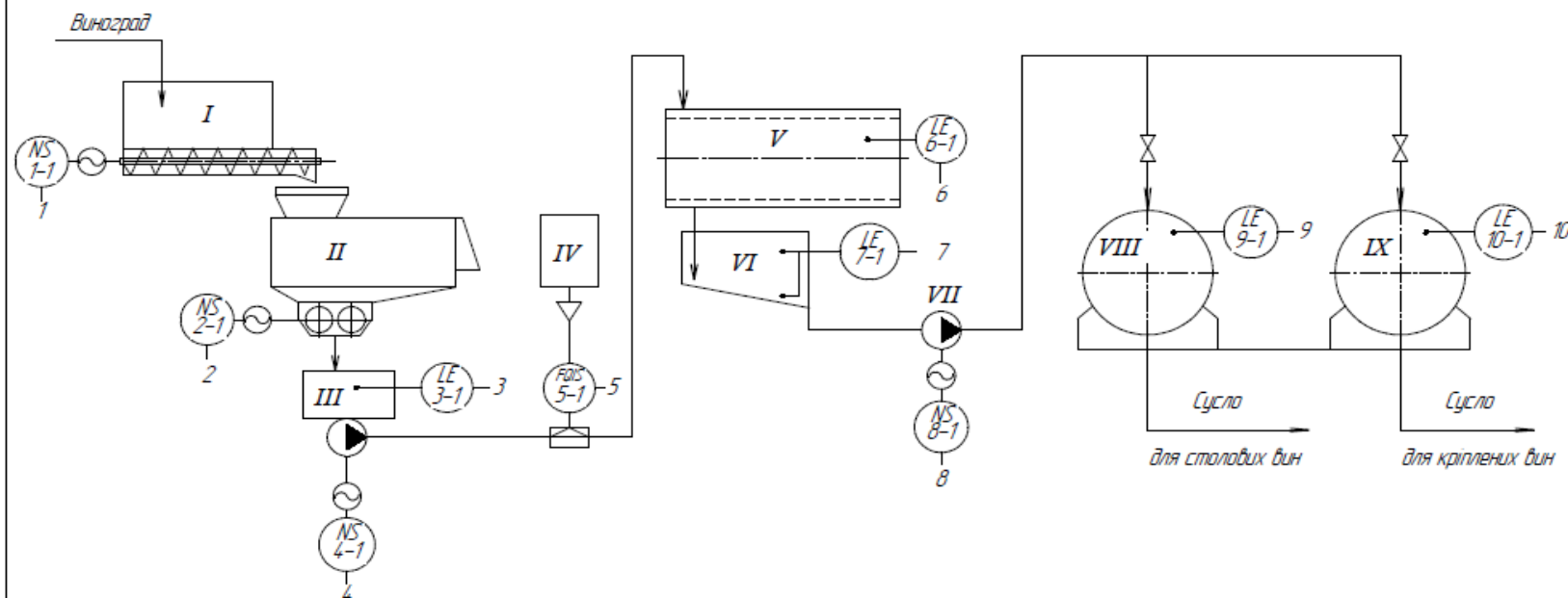
- 1 Чиста підлога
2 Бетонна підготовка 150 мм
3 Ущільнений ґрунт

32	Фільтр вакуумний	1	4000x1800x2000	1050
31	Резервуар для зберігання ліногетеролі	11	3600x3520x6300	9980
30	Фільтр-прес пластинчастий	1	2150x712x1030	395
29	Резервуар для відстоювання ліногетеролі	2	4350x2620x3120	3400
28	Насос для спирту	1	420x298x360	27
27	Манівка спирту	1	964x850x2830	358
26	Резервуар для підігрівання / спирту	3	4350x3250x7200	3240
25	Резервуар для відстоювання пресованого сусла	2	4350x2620x3120	3400
24	Резервуар для зберігання ліногетеролі	37	3600x3520x6300	9980
23	Фільтр дисковий напієний	1	2000x1280x2300	584
22	Насос паровий	1	1850x460x865	190
21	Апарат для сушіння бентаніту	1	1770x1770x3820	1810
20	Запілка для запілювання сусла	1	1800x600x1500	120
19	Резервуар для відстоювання ліногетеролі	6	4350x2620x3120	3400
18	Реактор для готування дистиляту	2	2320x2320x5360	1900
17	Теплообмінник пластинчастий	1	2100x1200x1700	1200
16	Насос відцентровий	3	420x298x360	27
15	Фільтр вакуумний	1	5500x2100x2000	1800
14	Резервуар для зберігання сусла	37	3600x3520x6300	9980
13	Резервуар для відстоювання сусла	5	4350x2620x3120	3400
12	Насос відцентровий	8	420x298x360	29
11	Транспортер шнековий	2	306x95x660x520	1760
10	Збірник сусла	4	2000x1000x1000	-
9	Прес пневматичний	4	8340x2924x3301	7700
8	Сульфатодозатор	1	815x540x1600	125
7	Бункер для відходів	2	2000x2500x4500	250
6	Транспортер гребінний	1	33500x600x650	1560
5	Насос для м'язи гвинтовий	2	2260x800x500	280
4	Валкова дробарка	2	2822x960x1857	950
3	Бункер-дозатор	2	6000x3900x2830	1420
2	Електропелетар	2	1170x540x850	462
1	Контейнер	2	3600x2050x700	400

М.п.з. Найменування Кількість Габарити мм Маса кг

СТЕЖИМКАЦІЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКА/ЛАБРА					
Провести роботу згідно з вимогами стандарту з виробництва спирту з ліногетеролі продуктивністю 3300 л/сезон					
Разрізи цеху					
ХНТУ, гр. 4ХТ					
Календар ХТ 2026					
Розрізи цеху					
5 4 5					
Календар ХТ 2026					
Розрізи цеху					
5 4 5					
Календар ХТ 2026					



	7-2	Сенсоризатор рівня двохпозиційний електронний
	7-1	Датчик рівня двохпозиційний
	НЛ3	Електронне тайло
	6-2	Програмований логічний контролер
	5-3	Повіль регулятор витрати
	5-2	Реле тиску
	5-1	Витрати-дозатор
	НЛ1 НЛ2 НЛ4-6	Сенсорний лопи
	3-2 6-3 7-2 9-2 10-2	Електронний сенсоризатор вимірювання рівня
	3-1 6-1 7-1 9-1 10-1	Датчик вимірювання рівня
	1-2	Сенсоризація зливаю
	1-1 2-1 4-1 6-1	Матричний пускоч
VIII IX		Резервуари для відстоювання сусла
VII		Насос відцентровий
VI		Збірник сусла
V		Прес титанічний мембранний
IV		Установка дозування орністого анодиду
III		Насос м'язевий з збірником
II		Дозатор вапняка
I		Бункер-хильблук з дозатором
№ поз	Позначення	Найменування

СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ

[illegible]