

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Проєкт цеху переробки червоних сортів винограду

з виробництвом столових сухих і купажних кріплених

виноматеріалів продуктивністю 2700 т/сезон

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗХТс/3

Спеціальності 181 Харчові технології

Журавльова О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мамай О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Євтушенко 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: Проєкт цеху переробки червоних сортів винограду

з виробництвом столових сухих і купажних кріплених

виноматеріалів продуктивністю 2700 т/сезон

Виконав: здобувач 3 курсу, групи 3ХТс/3

Спеціальності 181 Харчові технології

Журавльова О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Мамай О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Євтушенко В.В.

(прізвище та ініціали)

Факультет інтегрованих технологій

Кафедра харчових технологій

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 181 Харкові технології

Освітньо-професійна програма Харкові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“21” січня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Журавльовій Олександрі Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи): Проект цеху переробки червоних сортів винограду

з виробництвом столових сухих і купажних кріплених виноматеріалів

продуктивністю 2700 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 № 94-с

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

3. Вихідні дані до проєкту (роботи):

Показники	Одиниці вимірювання	Сортимент винограду		
		Каберне Совіньон	Мерло	Піно Нуар
Склад сировини по сортам	%	40	30	30
Вміст цукру, середній	г / 100 мл	20,0	18,5	20,5
Вміст гребенів	% мас.	4,7	4,0	4,4
Вихід сусла загальний	дал/т	76,8	76,0	76,6
У тому числі:				
сусла-самопливу і низького тиску	дал/т	63,6	62,5	62,7
пресового сусла	дал/т	13,2	13,5	13,9

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Анотація. Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Автоматизація виробничих процесів. Будівельна частина. Охорона праці. 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 проєкту (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 проєкту (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 _____ Журавльова О.В.
підпис _____ прізвище та ініціали _____

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

Анотація

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт цеху переробки червоних сортів винограду для виробництва столових сухих і купажних кріплених виноматеріалів. Проведено техніко-економічне обґрунтування із врахуванням сировинної бази, логістики, інженерного забезпечення та енергоефективності виробництва.

Визначено асортимент продукції, охарактеризовано основну сировину та допоміжні матеріали. Розроблено технологічну схему з використанням бродіння на м'яззі у ротаційних виніфікаторах, подальшого доброджування, пресування, освітлення та фільтрації виноматеріалів. Виконано розрахунки виходів продуктів і відходів, витрат допоміжних матеріалів, підбору технологічного устаткування, а також теплові, водні та електроенергетичні розрахунки.

Описано систему техно-хімічного й мікробіологічного контролю, моніторинг критичних точок процесу. Наведено рішення щодо автоматизації основних виробничих операцій із застосуванням сучасних систем.

Представлено будівельні рішення, генеральний план підприємства, заходи інженерії безпеки та охорони навколишнього середовища, включаючи раціональне використання вторинної сировини та очищення стічних вод.

Розроблений проєкт відповідає сучасним технологічним, санітарним, енергоефективним та екологічним вимогам і може бути використаний як основа для створення або модернізації виробництва червоних виноматеріалів.

Пояснювальна записка містить аркушів 100; рисунків 5; список літератури 40 найменувань. Графічна частина містить 5 аркушів формату А1.

Ключові слова: Виноград сортів Каберне Совіньон, Мерло, Одеський чорний, м'язга, сухий столовий виноматеріал, кріплений виноматеріал, спирт-ректифікат, концентрат виноградний, активні сухі дріжджі, гребені, вичавки, осади, прийомка, відділення гребенів, дроблення, бродіння на м'яззі, пресування, відстоювання, купажування, переливка, освітлення, фільтрація, зберігання, автоматизація.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Здобувач</i>	<i>Журавльова</i>				Анотація			
<i>Консульт.</i>								
<i>Керівник</i>	<i>Мамай</i>							
<i>Зав. каф.</i>	<i>Валько</i>							
						<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>Б</i>	3	100
						<i>ХНТУ</i>		
						<i>Кафедра ХТ – 2026</i>		

Abstract

The bachelor's qualification project presents the design of a processing facility for red grape varieties intended for the production of dry table and blended fortified wine materials. A techno-economic assessment has been carried out, taking into account the raw material base, logistics, engineering infrastructure, and energy efficiency of production.

The product assortment has been defined, and the main raw materials and auxiliary substances have been characterized. A technological scheme has been developed, incorporating maceration-fermentation in rotary vinificators, subsequent completion of fermentation, pressing, clarification, and filtration of wine materials. Calculations of product and by-product yields, consumption of auxiliary materials, selection and quantity of technological equipment, as well as thermal, water supply, and electrical energy calculations have been completed.

A system of technological-chemical and microbiological control and monitoring of critical control points has been described. Solutions for automating key production operations using modern control systems have been provided.

The project includes architectural and construction decisions, the general site plan of the enterprise, industrial safety engineering measures, and environmental protection solutions, including rational utilization of secondary raw materials and wastewater treatment. The developed project meets modern technological, sanitary, energy-efficient, and ecological requirements and can serve as a basis for establishing or modernizing a red wine material production facility.

The explanatory note contains 100 pages; 5 figures; and a list of 40 references. The graphical section consists of five A1-format sheets.

Keywords: Cabernet Sauvignon grapes, Merlot grapes, Odeskyi Chornyi grapes, pomace, dry table wine material, fortified wine material, rectified spirit, grape concentrate, active dry yeast, stems, pomace, lees, receiving, destemming, crushing, maceration-fermentation, pressing, settling, blending, racking, clarification, filtration, storage, automation.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Журавльова				Abstract	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.							Б	4	100
Керівник		Мамай					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько							

Зміст

Аркуш

Вступ	7
1 Техніко-економічне обґрунтування	9
1.1 Сучасний стан виробництва червоних вин. Тенденції розвитку	9
1.2 Обґрунтування вибору місця будівництва	10
1.3 Енергетичні ресурси	10
1.4 Транспортна логістика	13
1.5 Забезпечення робочою силою	14
1.6 Орієнтовні витрати і очікуваний економічний ефект	15
2 Технологічна частина	16
2.1 Структура підприємства	16
2.2 Режими роботи цехів і відділень	17
2.3 Асортимент і характеристика готової продукції	18
2.4 Характеристика сировини і допоміжних матеріалів	20
2.5 Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів	24
2.6 Технологічна схема виробництва	25
2.6.1 Принципова технологічна схема	25
2.6.2 Вибір і обґрунтування способів і режимів технології	27
2.6.3 Опис апаратурно-технологічної схеми	34
2.7 Розрахунок продуктів	36
2.8 Розрахунок витрат допоміжних матеріалів	48
2.9 Розрахунок і підбір технологічного устаткування	49
2.10 Розрахунок витрат холоду	59
2.11 Розрахунок витрат води і стоків	60
2.12 Розрахунок витрат пари	62
2.13 Розрахунок витрат електроенергії	65
2.14 Характеристика відходів і рекомендації щодо їх використання	66

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА					
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата						
Здобувач		Журавльова			Зміст			Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.								Б	5	2
Керівник		Мамай						ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько								

	Аркуш
2.15 Контроль виробництва і управління якістю продукції	68
2.16 Компонування головного виробничого корпусу	78
3 Автоматизація виробничих процесів	80
4 Будівельна частина	84
4.1 Будівельні рішення	84
4.2 Рішення щодо інженерного забезпечення	86
4.3 Опис генерального плану	87
5 Інженерія безпеки	89
5.1 Загальні вимоги безпеки виробництва	89
5.2 Безпека технологічного обладнання та процесів	89
5.3 Хімічна та вибухопожежна безпека	91
5.4 Санітарно-гігієнічні умови праці	92
5.5 Організаційні заходи та аварійна готовність	93
6 Охорона навколишнього середовища	95
Висновки	96
Список використаних джерел	98

Вступ

Червоні вина посідають провідне місце у світовій виноробній промисловості завдяки своєму насиченому кольору, виразному смаку й аромату, високому вмісту фенольних і ароматичних сполук. Вони характеризуються складною структурою, глибоким букетом і гармонійним поєднанням смакових компонентів, що формуються під час мацерації та бродіння м'язги.

На сучасному етапі розвитку виноробства червоні вина становлять понад половину обсягів світового виробництва. Найбільшими виробниками залишаються Італія, Іспанія, Франція, США, Чилі та Аргентина, які забезпечують понад 70 % глобального експорту [1]. У цих країнах активно впроваджуються інноваційні технології, спрямовані на покращення екстракції фенольних сполук, підвищення стабільності кольору й аромату, а також автоматизацію технологічних процесів. Останніми роками світові тенденції демонструють зростання попиту на червоні столові сухі вина з яскраво вираженим сортовим профілем, що поєднують насиченість і стабільність під час зберігання. Це зумовлює необхідність модернізації виробничих потужностей та оптимізації технологій переробки винограду.

У даній роботі для реалізації класичної технології бродіння суслу на м'яззі передбачається застосування ротовініфікаторів європейських виробників з автоматизованими системами регулювання параметрів процесу. Бродіння здійснюватиметься класичним способом на м'яззі, оскільки він забезпечує повне вилучення з виноградних шкірок барвників, танінів, ароматичних і фенольних речовин, що формують структуру, колір і смак червоних вин. Попри появу новітніх технологій, таких як термомацерація, флеш-детент чи застосування імпульсних полів [2], класичний метод зберігає ключове значення у виробництві високоякісних виноматеріалів. Він дає можливість більш тонко керувати процесом екстракції, підбираючи оптимальну тривалість і температуру бродіння для конкретного сорту винограду.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА</i>			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ			
Здобувач	Журавльова							
Консульт.								
Керівник	Мамай							
Зав. каф.	Валько							
						Літера	Аркуш	Аркушів
						Б	7	2
						ХНТУ		
						Кафедра ХТ – 2026		

Сучасні автоматизоване устаткування не змінює суті цього процесу, а лише підвищує його стабільність і керованість, забезпечуючи точне підтримання технологічних параметрів. При цьому значно зменшується використання ручної праці.

Після завершення бродіння і пресування отримані виноматеріали розподіляються за призначенням: самопливні фракції використовуються для виробництва столових сухих червоних вин, тоді як пресові фракції — для виготовлення купажних кріплених виноматеріалів. Для регулювання складу останніх у роботі передбачено застосування виноградного вакуум-сусли, що підвищує вміст цукрів і сприяє формуванню гармонійного смакового профілю купажу.

Сучасне виробництво червоних вин базується на комплексній автоматизації процесів — від приймання сировини до завершення ферментації [3]. На лініях переробки застосовуються системи електронного контролю рівня, температури, тиску, витрати. Новітнє технологічне устаткування обладнане сенсорами завантаження, системами плавного регулювання продуктивності при роботі у автоматичному режимі. Під час бродіння використовуються ротівініфікатори з програмованим керуванням, які забезпечують рівномірне перемішування шапки м'язги і контроль динаміки виділення вуглекислого газу. Ротівініфікатори обладнані високочутливими системами контролю, що дозволяє підтримувати температуру бродіння з точністю до 0,1 °C. Це критично важливо для контролю швидкості ферментації та збереження делікатних ароматів. Такі рішення дозволяють отримувати стабільно високу якість виноматеріалів при мінімальних втручаннях оператора.

Запропонована технологічна концепція поєднує традиційні підходи класичного виноробства з інноваційними засобами автоматизованого контролю. Вона спрямована на створення енергоефективного, екологічно безпечного виробництва, здатного випускати виноматеріали високої якості для подальшої витримки, купажування та реалізації на внутрішньому і зовнішньому ринках.

					Вступ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 Техніко-економічне обґрунтування

1.1 Сучасний стан виробництва червоних вин. Тенденції розвитку

Виноробство є однією з найстаріших і водночас технологічно розвинених галузей агропромислового комплексу, що відіграє важливу роль у світовій економіці. За даними OIV, у 2025 рр. світове виробництво вина становило близько 232 млн дал, з яких понад половину — червоні вина [1]. Лідерами залишаються Італія, Іспанія, Франція, США, Чилі та Австралія. Основні тенденції ринку охоплюють зростання попиту на сухі сортові вина, купажні та теруарні продукти, а також розвиток органічного виноробства.

Україна належить до регіонів із давніми виноробними традиціями. Основні зони вирощування винограду розташовані в Одеській, Миколаївській, Херсонській та Закарпатській областях. У 2025 р. площі виноградників становили близько 35 тис. га, третину з яких займають технічні червоні сорти. Щорічно переробляється 40 – 100 тис. т винограду, з них понад 40 % — на червоні вина. Модернізація виробничих ліній, впровадження сучасного обладнання і автоматизованих систем сприяють підвищенню якості.

В Україні активно впроваджуються стандарти HACCP, ISO 22000, сучасні системи контролю якості, а також розвивається сегмент малих крафтових виноробень, які поєднують класичне бродіння на м'яззі із сучасними технологіями [4]. Економічна ефективність галузі зумовлена високою доданою вартістю продукції та зростанням внутрішнього попиту.

Створення цеху з переробки червоного винограду та виробництва сухих і кріплених виноматеріалів дозволить розширити переробні потужності, підвищити якість і стабільність продукції, раціонально використовувати сировину та зменшити втрати завдяки автоматизації. Техніко-економічне обґрунтування проєкту базується на актуальних світових та національних тенденціях, орієнтованих на інноваційність, енергоефективність і сталий розвиток виноробства.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Здобувач	Журавльова				1 Техніко-економічне обґрунтування	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.						Б	9	7
Керівник	Мамай					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.	Валько							

1.2 Обґрунтування вибору місця будівництва

Основним принципом при виборі місця будівництва виноробного цеху є максимальне наближення переробних потужностей до зон вирощування винограду. Це дозволяє мінімізувати втрати сировини під час транспортування, уникнути її нагрівання, самозброджування або механічного пошкодження ягід, що особливо важливо для виробництва якісних червоних виноматеріалів.

З урахуванням агрокліматичних і економічних чинників найбільш доцільним є розміщення підприємства у південних виноградарських районах України — передусім в Одеській області, яка має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування червоних технічних сортів (Каберне Совіньйон, Мерло, Одеський чорний тощо).

Регіон характеризується тривалим сонячним періодом, високою сумою активних температур (понад 3400 °С) [5], достатньою кількістю опадів у період вегетації, а також розвиненою транспортною інфраструктурою (автомобільні та залізничні шляхи, близькість до морських портів).

Вибір цього регіону має низку переваг: наявність великих масивів виноградників із високоякісною сировиною; можливість кооперації з існуючими виноградарськими господарствами; забезпеченість трудовими ресурсами та спеціалістами виноробного профілю; наявність енергетичних та водопостачальних мереж; сприятливі умови для транспортування готової продукції.

1.3 Енергетичні ресурси

Енергетичне забезпечення є важливою складовою проєктування виноробного підприємства, оскільки безперебійна подача електроенергії, води, пари та тепла визначає стабільність технологічних процесів, санітарний стан обладнання й економічну ефективність виробництва.

Система енергозабезпечення цеху повинна забезпечувати надійність, безпеку, економічність і можливість автоматичного контролю споживання ресурсів.

					1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
						10
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрозабезпечення. Електроенергія використовується для живлення основного технологічного обладнання (дробарок-гребневідділювачів, пресів, насосів, транспортерів, ротовініфікаторів, допоміжного і обслуговуючого обладнання), освітлення, вентиляції, контрольно-вимірювальних приладів і систем автоматизації.

Підприємство планується приєднати до централізованої енергомережі 380/220 В змінного струму, що відповідає промисловим стандартам [6].

Для забезпечення безперебійної роботи передбачено встановлення понижувальної трансформаторної підстанції потужністю 250–400 кВА, розміщеної на території підприємства; резервне живлення від дизельного генератора (у разі аварійного відключення мережі); автоматичну систему керування електроспоживанням, що контролює навантаження та дозволяє оптимізувати витрати електроенергії; заземлення всього електрообладнання відповідно до вимог охорони праці.

Середнє питоме споживання електроенергії для виноробних підприємств становить 60–90 кВт·год на 1 т переробленого винограду, залежно від рівня автоматизації та типу технологічного обладнання [6].

Водопостачання і відведення стічних вод. Вода є необхідним елементом виробничого процесу: вона використовується для миття винограду та обладнання, приготування розчинів мийних і дезінфікуючих засобів, охолодження виноматеріалів, а також для санітарно-побутових потреб персоналу.

Передбачається централізоване водопостачання від міських або місцевих водогонів, із можливістю використання свердловини як резервного джерела.

Для забезпечення стабільного тиску в системі встановлюється насосна станція другого підйому з резервуаром чистої води. Витрати води для виноробних підприємств у середньому становлять 5–6 м³ на 1 т переробленого винограду, з яких приблизно 70 % припадає на мийно-санітарні операції [6].

Стічні води за своїм складом поділяються на:

- виробничі, що утворюються при митті обладнання, ємностей, трубопроводів, і містять органічні домішки (залишки сусла, вина, дріжджів);
- побутові, що надходять із санітарно-побутових приміщень.

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

Для їхнього відведення передбачена окрема система каналізації з двома колекторами: виробничим і побутовим. Виробничі стоки перед скиданням у загальну систему проходять механічне та біологічне очищення на локальних очисних спорудах, що знижує навантаження на довкілля і відповідає санітарним нормам. З метою економії водних ресурсів частина технологічної води після охолодження може використовуватись повторно — у замкнених циркуляційних системах із теплообмінниками.

Забезпечення парою і гарячою водою. Пара та гаряча вода необхідні для санітарної обробки резервуарів і трубопроводів, миття бочок, підігрівання суслу в технологічних процесах, а також для опалення виробничих і допоміжних приміщень у холодний період.

Джерелом теплопостачання є автономна котельня, обладнана двома пароводогрійними котлами потужністю 0,5–1,0 т/год кожний, що працюють на природному газі. Система забезпечена автоматичним регулюванням тиску пари, температури гарячої води та захистом від перевантажень. Основні параметри пари для виноробного виробництва: тиск — 0,3–0,4 МПа, температура — 140–150 °С [6].

Пара подається трубопроводами з теплоізоляцією до мийних станцій, пастеризаційних установок та інших споживачів. Гаряча вода циркулює по окремому контурі з можливістю регулювання температури (до 80 °С) [6].

Для підвищення енергоефективності передбачено використання рекуперації тепла — відпрацьоване тепло конденсату пари може повертатися у систему для підігріву води, що значно скорочує витрати газу.

Таким чином, система енергетичних ресурсів проєктованого цеху забезпечує:

- надійне постачання електроенергії, води, пари та тепла;
- резервування основних джерел енергії;
- можливість автоматизованого контролю витрат;
- економічність і екологічну безпечність виробництва.

Ці заходи відповідають сучасним вимогам енергоефективності та сталого розвитку виноробних підприємств.

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

1.4 Транспортна логістика

При виборі місця будівництва цеху враховано близькість до транспортних магістралей, що забезпечує оптимальну логістику всіх потоків — сировинного, матеріального та збутового. Передбачено розташування підприємства поблизу автомобільних трас державного значення та залізничних під'їзних колій, що з'єднують регіон з великими промисловими центрами та логістичними хабами.

Постачання здійснюється переважно автомобільним транспортом від місцевих або регіональних постачальників із використанням складських приміщень короткотермінового зберігання на території підприємства. Для матеріалів, що потребують температурного контролю, передбачено холодильні камери.

В'їзна логістика організована з окремими маршрутами, не перехрещеними з потоками готової продукції, що відповідає санітарним вимогам НАССР.

Готові виноматеріали і вина транспортуються у двох основних напрямках: для подальшої переробки або розливу — автоцистернами харчового класу з нержавіючої сталі об'ємом 10 – 20 т [7], обладнаними герметичними клапанами і системами контролю температури; для реалізації у споживчій тарі — вантажними автомобілями з термоізоляційними кузовами, що забезпечують захист від нагрівання й ультрафіолету. Для великих партій виноматеріалів можливе використання залізничних або морських перевезень у герметичних контейнерах ISO-Tank, що дозволяє скоротити транспортні витрати при експорті. Близькість до міжнародних транспортних артерій створює сприятливі умови для виходу продукції на зовнішні ринки.

Автомобільний транспорт — основний вид для доставки винограду, матеріалів і готової продукції в межах області та України. Залізничний транспорт — для перевезення великих обсягів виноматеріалів і тари на далекі відстані. Морський транспорт — для експорту готової продукції у країни ЄС та Близького Сходу. Внутрішньозаводський транспорт — електронавантажувачі, гідравлічні візки, транспортери для переміщення тари, матеріалів і відходів переробки.

					1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
						13
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Забезпечення робочою силою

Ефективна діяльність виноробного підприємства значною мірою залежить від наявності кваліфікованих кадрів, здатних забезпечити стабільну роботу технологічних ліній, контроль якості сировини та готової продукції, обслуговування обладнання та дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Під час вибору місця будівництва цеху враховано кадровий потенціал регіону, наявність навчальних закладів і професійних центрів підготовки спеціалістів у галузі виноробства, харчових технологій, енергетики та механіки. Південні області України — передусім Одеська, Миколаївська та Херсонська — традиційно мають добре розвинену виноробну школу та достатній трудовий ресурс для обслуговування підприємств харчової промисловості. Основними джерелами комплектування кадрів є:

- випускники профільних навчальних закладів;
- працівники з досвідом роботи у виноградарсько-виноробній сфері;
- місцеве населення для допоміжних та сезонних робіт.

Штатна структура підприємства формується відповідно до прийнятої технологічної схеми і передбачає основний, допоміжний та адміністративно-управлінський персонал. Кількість сезонних працівників коригується залежно від обсягів урожаю і тривалості періоду переробки. Для забезпечення високої якості продукції працівники, які беруть участь у технологічному процесі, проходять щорічне навчання та інструктажі з інженерії безпеки, санітарії та НАССР.

Підприємство передбачає співпрацю з профільними навчальними закладами, проведення практики студентів-технологів, механіків, енергетиків. З метою підтримання сучасного рівня кваліфікації персоналу організовується періодичне підвищення кваліфікації у спеціалізованих центрах; внутрішні навчальні семінари щодо роботи з автоматизованими системами керування технологічними процесами; стажування на споріднених підприємствах або у постачальників обладнання.

					1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
						14
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Орієнтовні витрати і очікуваний економічний ефект

Проектований цех первинного виноробства має сезонну потужність 2700 тонн винограду, що відповідає середнім показникам підприємств регіонального рівня з частковою автоматизацією технологічних процесів. Із цієї кількості сировини планується отримання близько 1,9 млн л виноматеріалів, з яких приблизно дві третини становитимуть столові сухі, а решта — купажні кріплені вина. Побічними продуктами будуть вичавки, гребені, осаді, що можуть використовуватися для виробництва спирту, барвників або кормових добавок.

Орієнтовні капітальні інвестиції для будівництва цеху, закупівлі технологічного обладнання, енергетичних систем і автоматизації складають близько 45 – 50 млн грн. Основними статтями витрат є будівельно-монтажні роботи, закупівля ротовініфікаторів, дробарок, пресів, насосів, резервуарів і систем контролю процесів.

Експлуатаційні витрати, включно з енергоносіями, заробітною платою, допоміжними матеріалами, амортизацією та обслуговуванням обладнання, оцінюються в межах 9 – 10 млн грн на сезон. Середня собівартість переробки 1 тонни винограду становитиме приблизно 3300 – 3500 грн, що відповідає сучасним нормативам для енергоефективних підприємств [4].

За середніх ринкових цін реалізації виноматеріалів (55 – 65 грн/л) очікуваний дохід від продажу продукції становитиме близько 110 млн грн за сезон, не враховуючи додаткового прибутку від реалізації побічної сировини. Після покриття поточних витрат і відрахувань чистий прибуток підприємства оцінюється на рівні 90 – 95 млн грн, що забезпечує рентабельність понад 80 % і термін окупності інвестицій 4 – 5 років.

Таким чином, створення цеху первинного виноробства потужністю 2700 т/сезон є економічно обґрунтованим. Реалізація проекту забезпечить стабільне виробництво високоякісних виноматеріалів, ефективне використання сировини, створення нових робочих місць і підвищення конкурентоспроможності регіонального виноробства.

					1 Техніко-економічне обґрунтування	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 Технологічна частина

2.1 Структура підприємства

У проєктованому підприємстві організаційна структура побудована за принципом комплексної технологічної лінії з безперервним потоком сировини від приймання до відвантаження виноматеріалів [6]. Основні виробничі дільниці підприємства представлені на рисунку 2.1. Організаційна структура підприємства передбачає поєднання технологічної і функціональної ієрархії. Управління виробництвом здійснює головний технолог, підпорядкований керівникові підприємства. Безпосереднє керівництво дільницями здійснюють майстри або оператори зміни.



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Журавльова			2 Технологічна частина	Літера	Аркуш	Аркушів	
Консульт.						Б	16	64	
Консульт.						ХНТУ Кафедра ХТ – 2026			
Керівник		Мамай							
Зав. каф.		Валько							

2.2 Режими роботи цехів і відділень

Для забезпечення ритмічної роботи виробництва та узгодження технологічних операцій визначено режими роботи основних і допоміжних цехів [6], що подані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Режим роботи об'єктів виноробного підприємства

№ п/п	Найменування відділення, цеху	Кількість змін		Трива лість зміни, годин	Число робочих днів	
		У період переробки винограду	В міжсезон ний період		У період переробки винограду	За рік
1	Дробильно-приймальне відділення	1	1	10/8	20	—
2	Відділення бродіння на м'яззі та пресування	1	3	10/8	20	252
3	Відділення обробки виноматеріалів	1	3	10/8	20	252
4	Відділення зберігання виноматеріалів	1	3	10/8	20	252
5	Спиртосховище	2	2	10/8	20	252
6	Лабораторія	1	1	10/8	20	252
7	Адміністративний корпус	1	1	10/8	20	252
8	Цех розливу і оформлення продукції	2	2	8	252	
9	Цех витримки виноматеріалів	2	2	8	252	
10	Цех переробки відходів	1	2	10/8	20	252
11	Ремонтно-механічна майстерня	2	1	10/8	20	252

2.3 Асортимент і характеристика готової продукції

Червоні вина характеризуються насиченим кольором, екстрактивністю, вмістом поліфенольних сполук, які формують гармонійний смак і типову терпкість. У виробництві застосовується класична технологія бродіння суслу на м'яззі, що забезпечує глибину кольору та сортовий аромат. Характеристика виноматеріалів представлена у таблиці 2.2. Технічна характеристика окремих виробів приведена в таблиці 2.3.

Асортимент продукції охоплює як сухі сортові вина зі збереженням автентичного характеру винограду, так і ординарне кріплене вино з вираженим смаком і ароматом, що дозволяє забезпечити різноманітність виробництва та орієнтацію на різні споживчі сегменти.

Каберне. Сухе червоне вино виготовлене з сорту Каберне Совіньйон, має темно-рубіновий колір і характерну глибину смаку. Смак: повний, насичений, із добре вираженою структурою, присутні відтінки чорної смородини, прянощів і легкі ноти дубу. Аромат: інтенсивний, сортовий, із відтінками чорних ягід, чорного перцю та легкого шоколаду. Танінність: середня до вираженої, гармонійно збалансована. Кислотність: середня, забезпечує свіжість і довгий післясмак. Потенціал витримки: високий, до 5–7 років, з розвитком складного букета під час дозрівання.

Мерло. Сортове сухе вино з сорту Мерло, м'яке й гармонійне, з характером, типово для південного виноробства. Смак: округлий, оксамитовий, із нотами стиглої сливи, вишні та чорної черешні. Аромат: ніжний, фруктовий, із тонами червоних ягід, легкими відтінками ванілі та чорносливу. Танінність: помірна, м'яка, добре інтегрована у структуру вина. Кислотність: помірна, забезпечує баланс і питкість. Потенціал витримки: середній, 3–5 років; з часом вино набуває більшої округлості. Рекомендується реалізація у молодому віці.

Одеське. Сухе червоне, сортове вино виготовлене з автохтонного сорту Одеський чорний, вирощеного в південних районах Причорномор'я; має темно-гранатовий колір і глибокий смаковий профіль. Смак: екстрактивний, насичений, із легкими пряно-трав'янистими відтінками, добре структурований. Аромат:

					2 Технологічна частина	Аркуш
						18
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

складний, інтенсивний, із тонами чорної смородини, вишні, чорносливу та чорного шоколаду. Танінність: помірно виражена, з м'яким, тривалим післясмаком. Кислотність: середня, добре збалансована, підтримує свіжість. Потенціал витримки: високий — до 6–8 років, із формуванням гармонійного букета витриманого вина.

Міцне червоне. Купажне кріплене вино, виготовлене з червоних сортів винограду із частковим зброджуванням та спиртуванням виноградним спиртом. Смак: солодкуватий, гармонійний, теплий, із вираженими нотами сухофруктів і карамелі. Аромат: насичений, з відтінками шоколаду, родзинок і легких пряно-дубових тонів. Танінність: м'яка, добре поєднується з солодкістю вина. Кислотність: знижена, що додає вину м'якості й повноти. Потенціал витримки: середній — 3–4 роки, при зберіганні в дубових ємностях покращується гармонійність і ароматичний профіль.

Таблиця 2.2 – Характеристика виноматеріалів [8]

Найменування	Органолептична характеристика				Фізико-хімічні показники						
	Прозорість	Колір	Аромат	Смак	Вміст спирту, % об.	Вищі спирти, мг/дм ³	Альдегіди, мг/дм ³	Леткі кислоти, г/дм ³	Фурфурол, мг/дм ³	Загальна/вільна SO ₂ , мг/дм ³ , не більш	Метиловий спирт, % об.
Каберне	Прозоре	Рубіновий	Складний характерний	Повний, м'який	11,8	32	50	1,1	34	200/20	0,01
Мерло	Прозоре	Рубіновий	Складний характерний	Повнотілий	11,5	34	53	1,2	35	200/20	0,01
Одеське	Прозоре	Гранатовий	Складний характерний	Середньотілий	11,8	35	56	1,3	38	200/20	0,01
Кріплені	Прозоре	Червоний	Складний характерний	Повний, насичений	17,5	31	54	1,0	32	200/20	0,01

Таблиця 2.3 – Характеристика готової продукції

Найменування продукції	Кондиції			Сировина
	Вміст цукру, г/дм ³	Вміст спирту, % об.	Титрована кислотність, г/дм ³	
Столові				Сусло-самоплив
Каберне	0,8	11,8	5,4	
Мерло	1,0	11,5	6,0	
Одеське	0,8	11,8	5,6	
Кріплені				Пресові фракції
Міцне червоне	50	17,5	5,0	

2.4 Характеристика сировини і допоміжних матеріалів

Для виробництва червоних виноматеріалів використовують свіжий, здоровий, повністю достиглий виноград технічних сортів із високим вмістом цукрів (не менше 200–220 г/дм³) [9] та достатнім фенольним потенціалом. Ягоди повинні бути цілими, без ознак ураження гниллю, цвіллю або механічних пошкоджень. Важливим є правильне співвідношення цукристості та кислотності (7–9 г/дм³), а також зрілість насіння, що впливає на гармонійність танінів. Сорти мають забезпечувати інтенсивне забарвлення суслу і гармонійний смак вина. Господарсько-технологічна характеристика винограду представлена у таблиці 2.4. Характеристика основних і допоміжних матеріалів представлена у таблиці 2.5.

Каберне Совіньйон. Один із найпоширеніших технічних сортів у світі, вирізняється високою якістю виноматеріалів і стабільною урожайністю. Добре пристосовується до різних кліматичних умов, але надає найкращі результати у теплих, добре освітлених районах [10].

Пагін середньої сили росту, зелений із червонуватими прожилками, слабоопушений. Лист середній або великий, округлий, п'ятилопатовий, темно-зелений, зі слабким опушенням знизу. Черешкова виїмка відкрита, з гострими

кінцями. Гроно середнього розміру, циліндроконічне, середньої щільності або щільне, масою 100–150 г. Ягода середня, округла, темно-синя, з товстою шкіркою, м'якоть соковита, з вираженим сортовим ароматом. Вегетаційний період 150–160 днів [11]. Достигає у другій половині вересня. Сорт середньостійкий до мілдью та оїдіуму, помірно морозостійкий, відносно стійкий до гнилей при правильній агротехніці.

Використовується для виробництва високоякісних червоних сухих і купажних вин, а також для витриманих марочних виноматеріалів із великим потенціалом дозрівання.

Мерло. Поширений технічний сорт, який відзначається стабільною врожайністю, раннім досяганням і гармонійним смаковим профілем. Дає м'які, повні на смак вина з оксамитовою структурою [12].

Пагін сильнорослий, зелений із легким червонуватим відтінком на вузлах, слабоопушений. Лист середній, округлий або слабоп'ятилопатевий, зеленувато-блискучий, із помірним опушенням нижньої поверхні. Гроно конічне або циліндроконічне, середньої щільності, масою 120–160 г. Ягода середня або велика, округла, темно-синя з восковим нальотом; м'якоть соковита, приємного смаку, з легким трав'янистим відтінком. Вегетаційний період 140–150 днів [11]. Ранньосереднього досягання — середина вересня. Помірно стійкий до грибкових хвороб, але чутливий до весняних заморозків. Добре переносить літню спеку.

Використовується для виробництва м'яких червоних сухих вин, купажів із Каберне Совіньйон, а також легких молодих виноматеріалів.

Одеський чорний. Український технічний сорт, отриманий схрещуванням Алікант Буше × Каберне Совіньйон. Відзначається високою забарвленістю соку, насиченим ароматом і адаптованістю до південного клімату [11].

Пагін середньої сили росту, зелений із червонуватими прожилками, слабоопушений. Лист середній або великий, округлий, трилопатевий, темно-зелений, злегка блискучий, нижня поверхня слабоопушена. Гроно середнє або велике, циліндроконічне, середньої щільності, масою 150–180 г. Ягода середня, округла, темно-синя з інтенсивним забарвленням шкірки та м'якоті, сік червоний, насичений антоціанами. Вегетаційний період 145–155 днів, досягання — середина

					2 Технологічна частина	Аркуш
						21
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

або кінець вересня [11]. Добра стійкість до мілдью, оїдіуму та сірої гнилі, помірна морозостійкість. Сорт добре переносить посушливі умови.

Використовується для виробництва насичених червоних сухих вин, купажних і витриманих виноматеріалів; може бути основою для марочних теруарних вин.

Таблиця 2.4 – Господарсько-технологічна характеристика винограду [13]

Сорт винограду	Врожайність, ц/га	Характеристика		Механічний склад, %				Хімічний склад соку, г/дм ³	
		грона	ягоди	гребені	шкірка	насіння	сік	цукор	Титрована кислотність
Каберне-Совіньйон	80 –	Циліндро-конічне	Округлі	2,5 –	10–12	4,1 –	78–	190–	6,0 – 7,5
	100			4,6				220	
Мерло	90 –	Конічне	Округлі	2,8–	9–10	4,0 –	82–	185–	5,5 – 7,0
	120			3,0				215	
Піно Нуар	70 –	Циліндро-конічне	Округлі	3,0–	9–11	3,8–	80–	200–	6,0–7,0
	90			3,5				230	

Сірчистий ангідрид (SO₂). Використовується як консервант і антисептик для запобігання розвитку диких дріжджів, бактерій і окислювальних процесів. Діоксид сірки зв'язує кисень і ацетальдегід, стабілізує колір і аромат вина. Застосовується у вигляді водного розчину або метабісульфіту калію в мінімально ефективних дозах (до 100 мг/дм³ у виноматеріалі) [8].

Концентрат виноградного соку червоний. Отримується шляхом вакуумного випарювання свіжого виноградного соку до вмісту сухих речовин 60–70 % [14]. Використовується для коригування цукристості суслу та купажування кріплених вин, а також для підвищення екстрактивності і кольору. Має природне походження, не містить сторонніх домішок і зберігає типові ароматичні властивості червоного винограду.

Спирт етиловий виноградний ректифікований. Застосовується при виробництві кріплених виноматеріалів для зупинення бродіння та стабілізації вина. Має міцність не менш 95,8 % об., безбарвний, з нейтральним запахом і смаком [15].

Виготовляється зі спирту-сирцю виноградного чи безпосередньо із виноградної спиртовмісної сировини

Таблиця 2.5 – Характеристика основних і допоміжних матеріалів [15]

Найменування сировини або матеріалів	Нормативний документ	Характеристика і призначення
1	2	3
1. Виноград свіжий технічний	ДСТУ 2366:2009	Для виробництва столових та кріплених виноматеріалів
2. Спирт етиловий виноградний ректифікований	ДСТУ 6041:2008	Для виробництва кріплених виноматеріалів
3. Концентрат виноградного соку	ДСТУ 4501:2005	Для виробництва кріплених виноматеріалів
4. Діоксид сірки (ангідрид сірчистий)	ДСТУ 4112.25-2002	Застосовується в якості антисептика й антиоксиданту
5. Бентоніт	–	Природний глинистий мінерал. Використовується для прискорення освітлення виноматеріалів
6. Дріжджі винні	ДСТУ 7455:2013	Для ведення процесу бродіння
7. Перліт	ДСТУ 3665-97	Грубий фільтрувальний порошок для намивної фільтрації дуже каламутних рідин та зневоднення осадів
8. Діатоміт (кізельгур)	ДСТУ EN 12913:2004	Складається з водного кремнезему, кількість якого досягає 80–90 %. Для фільтрації виноматеріалів
9. Картон фільтрувальний для харчових рідин	ДСТУ 7770:2015	Для фільтрування виноробної продукції
10. Сода кальцинована технічна	ДСТУ 5100	Для обробки резервуарів при мийці

2.5 Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів

Для проведення алкогольного бродіння у виробництві червоних виноматеріалів у проєкті обрано активні сухі дріжджі Zymaflore FX10 фірми Laffort [16], що належать до виду *Saccharomyces cerevisiae*. Це селекціонований штам, отриманий шляхом прямого схрещування без використання ГМО, дозволений до застосування у харчовій промисловості та такий, що відповідає вимогам Регламенту ЄС 2019/934. Дріжджі спеціально призначені для виробництва елегантних і добре структурованих червоних вин з потенціалом витримки, особливо з сортів Каберне Совіньйон та Мерло.

Zymaflore FX10 відзначається високою інтенсивністю і надійністю бродіння, стабільно працює при температурах 20–35 °С, має низькі потреби в азоті, добре асимілює фруктозу та витримує спирт до 16 % об. Це робить штам придатним як для сухих, так і для кріплених виноматеріалів [16].

Органолептичні властивості вин, отриманих за участю цього штаму, характеризуються насиченим кольором, виразною структурою та глибоким смаковим профілем. Дріжджі активно вивільняють полісахариди, що надають вину об'ємності та пом'якшують таніни, забезпечуючи шовковистість смаку. Штам ефективно зберігає поліфенольний потенціал, майже не продукує побічних ароматів бродіння, дозволяючи зберегти теруарні особливості сорту винограду. Він також добре підходить для витримки на тонкому осаді.

Застосування дріжджів потребує дотримання відповідного протоколу. Інокуляцію проводять одразу після регідратації, контролюючи різницю температур між суслом і дріжджовою суспензією, що не повинна перевищувати 10 °С. Рекомендована доза становить 20–30 г/гл. У разі холодної мацерації доцільно внести 5 г/гл під час заповнення ферментатора для пригнічення дикої мікрофлори, а основну дозу 15–20 г/гл додавати після нагрівання сусла перед початком активного бродіння. Час підготовки дріжджової розводки обмежується 45 хвилинами [16].

Дріжджі Zymaflore FX10 забезпечують стабільне бродіння та формування високоякісних червоних виноматеріалів із виразною структурою, насиченим кольором і високим потенціалом витримки.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						24
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Технологічна схема виробництва

2.6.1 Принципова технологічна схема

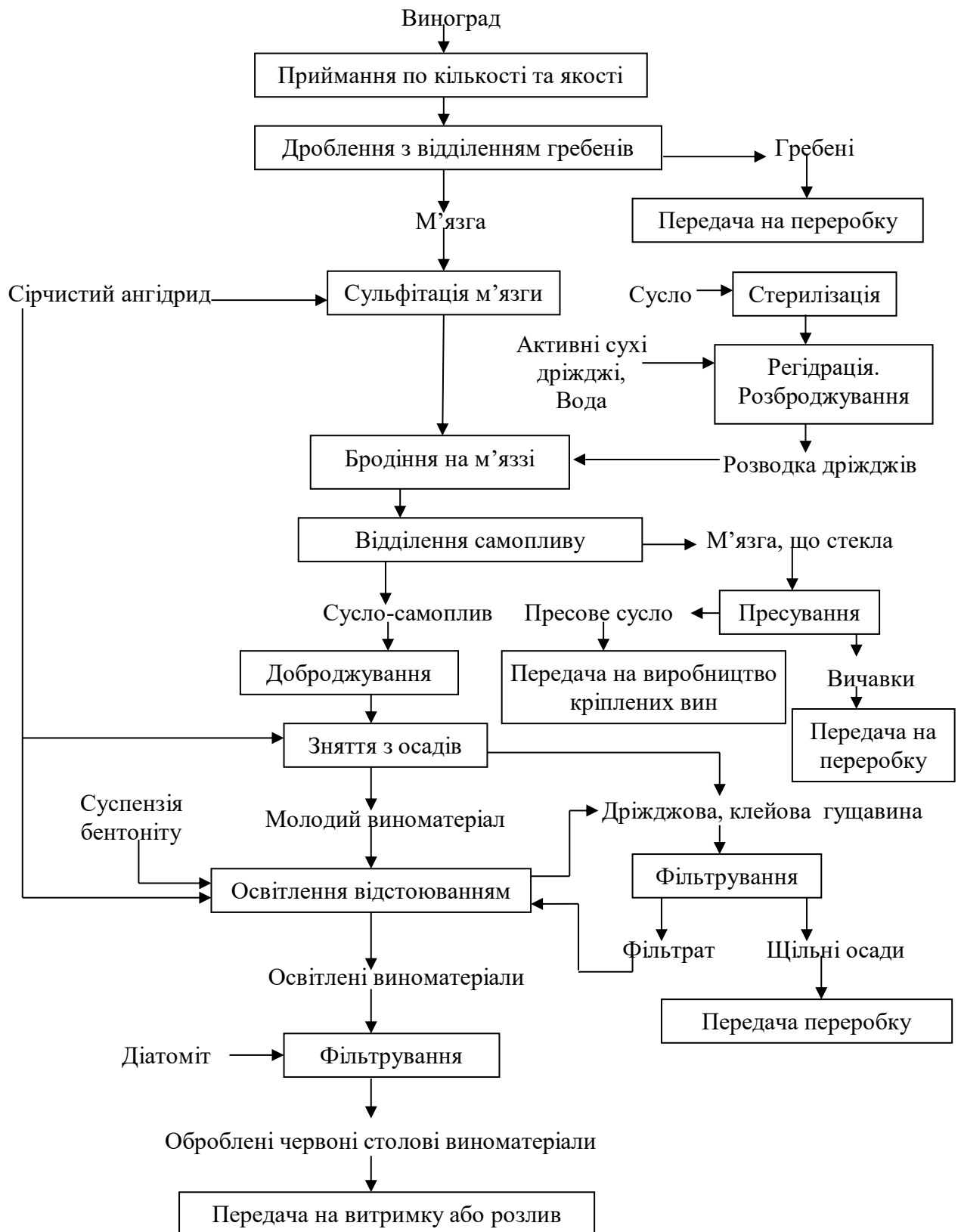


Рисунок 2.2 – Схема переробки винограду з виробництвом червоних столових вин



Рисунок 2.3 – Процесуальна схема виробництва кріплених виноматеріалів

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

2.6.2 Вибір і обґрунтування способів і режимів технології

Для виробництва червоних виноматеріалів використовують технічні сорти винограду з темно забарвленими ягодами, які містять значну кількість антоціанів, танінів та ароматичних речовин. На відміну від білих сортів, у червоних технологічна цінність зосереджена не лише в соку, а й у шкірці та насінні, тому важливим є правильне проведення мацерації для екстрагування фенольних сполук і кольору.

Одним із ключових факторів якості є ступінь зрілості винограду. Для виробництва сухих виноматеріалів використовують ягоди у фазі технічної зрілості з вмістом цукрів 190 – 220 г/дм³ і кислотністю 6 – 8 г/дм³ [9]. Недозрілий виноград дає слабо забарвлене сусло, різкий смак і нестійкі вина; перезрілий — знижує кислотність і може спричиняти розвиток небажаної мікрофлори.

Збір винограду здійснюють вручну або механізовано за сухої погоди, у ранкові години, щоб уникнути нагрівання ягід. Важливо доставити урожай на переробку не пізніше ніж через 2 – 3 години після збору [7], щоб не допустити початку самозброджування та окислення соку.

Доставка винограду виконується спеціалізованими виноградозами або самоскидними причепами з нержавіючої сталі, обладнаними системами гідравлічного розвантаження. Транспортні засоби повинні бути чистими, без сторонніх запахів, із можливістю зливу стікання сусла.

На підприємстві здійснюється приймання винограду за кількістю і якістю. Кількість визначають шляхом зважування на автомобільних вагах із точністю до 10 кг. Якість оцінюють за основними показниками: зовнішній стан ягід, наявність гнилі, цвілі або механічних пошкоджень, а також за аналітичними показниками — масовою концентрацією цукрів, титрованою кислотністю, температурою винограду. При прийманні кожної партії відбирають пробу для лабораторного аналізу, після чого виноград направляють на подрібнення та гребневідділення.

Для рівномірної подачі винограду до дробильно-гребневіддільної установки застосовується бункер-живильник із додатковим шнеком, який забезпечує дозоване і безперервне живлення робочої зони. Така конструкція дає змогу уникнути

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

перевантаження обладнання та зависання винограду в бункері. Шнековий транспортер виготовлений із нержавіючої сталі, має плавне регулювання швидкості подачі, що дозволяє підтримувати стабільний потік сировини.

Для обробки винограду застосовується гребеневіддільник-дробарка валкового типу. Цей агрегат одночасно виконує дві операції: відділення гребенів шляхом обертання перфорованого барабана, всередині якого обертається ротор з лопатками, а також подрібнення ягід за допомогою двох еластичних валків, що обертаються назустріч один одному [7].

Валкове дроблення є найоптимальнішим для червоних сортів винограду, оскільки воно забезпечує делікатне руйнування шкірки без подрібнення насіння, що дозволяє уникнути надлишкової екстракції гірких танінів. Крім того, така система зберігає природний аромат ягід і зменшує ризик окислення суслу.

Перевагою обраного обладнання [17] є:

- висока продуктивність при компактних розмірах (до 10 – 15 т/год);
- плавне регулювання швидкості ротора і валків;
- повне виготовлення з нержавіючої сталі AISI 304;
- легкість розбирання та санітарного обслуговування.

Отримана після подрібнення м'язга (суміш соку, шкірки, насіння і частинок м'якоті) транспортується шнеково-гвинтовим насосом до ємностей для мацерації. Використання саме цього типу насоса обґрунтоване його перевагами перед поршневыми [17]: він забезпечує плавне переміщення м'язги без надмірного збовтування та аерації, зберігаючи цілісність суслу та стабільність кольору.

Завдяки такій технологічній зв'язці — бункер-живильник → валкова гребеневіддільно-дробильна машина → шнеково-гвинтовий насос — забезпечується безперервний, контрольований і щадний режим обробки винограду, який гарантує високу якість м'язги для подальшої мацерації та бродіння [18].

Після подрібнення і відділення гребенів виноградна м'язга надходить у ємності для мацерації та бродіння. Перед початком цих процесів проводиться сульфітація м'язги — короткочасна технологічна операція, спрямована на стабілізацію сировини та попередження розвитку небажаної мікрофлори.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						28
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета сульфитації полягає у пригніченні дії диких дріжджів, оцтовокислих і пліснявих бактерій, запобіганні окисленню фенольних речовин та ферментативному потемнінню сусла. Діоксид сірки (SO_2) також сприяє збереженню сортового аромату винограду та стабільності кольору майбутнього вина [8].

Сульфитацію проводять безпосередньо при перекачуванні м'язги до ротовиніфікаторів, де в потік м'язги вводиться розчин сірчистого ангідриду або метабісульфіту калію. Дозування залежить від стану сировини [14]:

- для здорового винограду — $50 - 70 \text{ мг/дм}^3 \text{ SO}_2$;
- для винограду з підвищеною мікробною контамінацією або при високій температурі — до 100 мг/дм^3 .

У проєктованому цеху застосовується автоматична сульфитодозуюча установка, що забезпечує точне дозування розчину SO_2 пропорційно до витрати м'язги. Установка складається з бака для розчину, дозуючого насоса з електронним контролером і змішувального вузла, який забезпечує рівномірне розподілення реагенту по всій масі сировини. Переваги цього обладнання [19]:

- висока точність дозування (похибка не перевищує $\pm 2 \%$);
- стабільність концентрації SO_2 у м'яззі;
- автоматичний контроль витрати та блокування при відсутності потоку;
- повна герметичність і безпека для персоналу.

Сульфітована м'язга надходить у ємності для мацерації та бродіння. Цей етап є вирішальним у формуванні кольору, аромату, смаку і структури червоних виноматеріалів, оскільки саме під час мацерації з шкірки та насіння у сусло переходять барвні, фенольні та ароматичні речовини.

Для реалізації цього процесу в проєктованому цеху передбачено застосування ротовиніфікаторів – сучасних автоматизованих апаратів для бродіння сусла на м'яззі [20]. Ротовиніфікатор являє собою горизонтальний циліндричний резервуар із можливістю обертання навколо своєї осі, обладнаний системами температурного регулювання, автоматичного перемішування шапки м'язги та контролю тиску.

Вибір саме цього типу обладнання обґрунтовується його технологічними перевагами [21]:

					2 Технологічна частина	Аркуш
						29
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечується рівномірний контакт соку зі шкіркою без утворення щільної шапки;
- покращується екстракція антоціанів і танінів при збереженні м'якої текстури вина;
- скорочується тривалість мацерації на 20 – 30 % порівняно з класичними вертикальними ферментерами;
- зменшуються втрати аромату завдяки герметичності системи;
- процес може бути повністю автоматизований і контролюється за допомогою датчиків температури, тиску та рівня.

Ротовиніфікатори оснащені сорочкою охолодження, що дозволяє підтримувати оптимальну температуру мацерації в межах 24 – 28 °С. За таких умов забезпечується активна робота дріжджів, повільне і повне зброджування цукрів, а також помірна екстракція фенольних речовин без утворення грубих танінів. У разі потреби можливе короткочасне охолодження до 18 – 20 °С для уповільнення процесу і стабілізації кольору [21].

Під час бродіння проводиться щоденний контроль температури, цукристості та вмісту спирту, а також візуальна оцінка кольору м'язги. Для ініціювання бродіння вносять розводку, приготовану на активних сухих дріжджах. За необхідності додаються ферментні препарати для покращення екстракції кольору та аромату.

Після завершення бродіння і мацерації м'язга складається з двох частин — самопливного виноматеріалу та залишкової твердої фази (вичавок). Самопливні фракції, що виділяються самостійно під дією сили тяжіння, мають найвищу якість і використовуються для виробництва столових сухих червоних виноматеріалів. М'язга, що залишається після зливу самопливу, підлягає пресуванню з метою вилучення основного об'єму залишкового суслу та підвищення загального виходу виноматеріалу.

Для цієї операції в проєктованому цеху передбачено використання пневматичного мембранного преса відкритого типу. Такі преси мають горизонтальний перфорований корпус, усередині якого розташована еластична мембрана, що під дією стисненого повітря рівномірно притискає м'язгу до

					2 Технологічна частина	Аркуш
						30
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

дренажної поверхні. Відкритий тип преса забезпечує частковий доступ повітря під час пресування, що є бажаним при роботі з червоними сортами, оскільки помірна аерація сприяє [17]:

- стабілізації антоціанів і формуванню стійкого кольору вина;
- окисленню нестійких фенольних сполук, що зменшує гіркоту і покращує гармонійність смаку;
- збереженню типового ароматичного профілю.

Режими пресування здійснюються поступово з підвищенням тиску до 0,25 МПа, з відбором кількох фракцій суслу [17]:

- самопливні фракції суслу (до 0,15 МПа) — використовуються для виробництва столових сухих виноматеріалів;
- основна пресова фракція (0,15 – 0,25 МПа) — більш екстрактивна, з підвищеним вмістом фенольних речовин, застосовується для купажних кріплених вин.

Використання пневматичних пресів відкритого типу забезпечує м'яке пресування м'язги, високу якість виноматеріалів і вихід рідкої фази до 70 % маси переробленого винограду, при цьому зберігаються колірна насиченість, аромат і типова структура червоного вина.

У ротівініфікаторах не проводиться повне зброджування всіх цукрів. У них проходить лише активна фаза бродіння, яка триває 5 – 7 діб [14], тобто період інтенсивної діяльності дріжджів та утворення спирту до рівня 8 – 10 % об.

Доброджування проводиться у вертикальних циліндричних резервуарах із нержавіючої сталі, оснащених арматурою для декантації осаду (донними клапанами, зливними кранами, рівнемірами). У цих ємностях завершується зброджування залишкових цукрів до рівня $< 3,0 \text{ г/дм}^3$, формуються первинні ароматичні характеристики вина, відбувається часткове самоосвітлення за рахунок осідання дріжджів [9].

По завершенні доброджування проводиться переливка — зняття сухих виноматеріалів із дріжджового осаду [7]. Цю операцію виконують після повного припинення виділення вуглекислого газу. Переливку здійснюють шляхом перекачування виноматеріалу з верхніх шарів резервуара через спеціальний

					2 Технологічна частина	Аркуш
						31
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

декантаційний пристрій, не порушуючи осаду. Після переливання вино проходить коротку стабілізацію при температурі 10 – 12 °С, а потім направляється на освітлення і фільтрацію [22].

Отримані виноматеріали містять завислі частинки мезги, дріжджів та колоїдні домішки, які негативно впливають на стабільність і прозорість продукції. Тому проводять послідовні операції освітлення, стабілізації та фільтрації.

Для первинного освітлення застосовується обробка бентонітом у дозі 50–80 г/дм³ (у вигляді 2 – 3 % водної суспензії). Бентоніт адсорбує білки, пектини та інші колоїдні речовини, прискорюючи осадження частинок. Після перемішування виноматеріал витримують 12 – 24 години при температурі 10 – 12 °С, потім знімають із осаду [22].

Далі проводять фільтрацію виноматеріалів з метою остаточного освітлення перед зберіганням. У проєктованому цеху для цього використовується дисковий наливний фільтр, що працює за принципом утворення шару фільтрувального порошку (кізельгур або перліт) на поверхні фільтрувальних дисків. Переваги такого фільтра [23]:

- висока продуктивність при низькому тиску (0,1 – 0,25 МПа);
- можливість безперервної роботи та регенерації фільтрувального шару;
- мінімальні втрати виноматеріалу при зливі.

Фільтрація дозволяє видалити найдрібніші завислі частинки, дріжджі та колоїди, забезпечуючи повну прозорість, блиск і мікробіологічну стабільність вина. Отриманий фільтрат одразу направляється у ємності для стабілізації та тимчасового зберігання. Зберігають виноматеріали у вертикальних резервуарах із нержавіючої сталі місткістю 50 м³ при температурі 10 – 15 °С, під шаром інертного газу (азоту або СО₂) [2]. Для тривалого зберігання вносять профілактичну дозу SO₂ (25 – 30 мг/дм³) і проводять щомісячний контроль основних показників [14].

Пресові фракції виноматеріалів направляються на виробництво кріплених вин спеціального типу. Ці фракції характеризуються вищою екстрактивністю, підвищеним вмістом фенольних речовин і глибшим кольором, тому є оптимальною основою для створення купажів міцних вин.

Основним технологічним етапом є купажування, тобто змішування

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

компонентів у певних пропорціях для досягнення необхідного складу й смакових характеристик. До складу купажу входять [7]:

- пресові фракції червоного виноматеріалу — як основа купажу;
- спирт-ректифікат виноградного походження — для підвищення міцності до 17 – 18 % об.;
- червоний концентрат виноградного соку — для коригування вмісту цукрів та посилення кольору і аромату.

Перед додаванням до купажу концентрат виноградного соку розводять частиною виноматеріалу у співвідношенні 1 : 3 (одна частина концентрату на три частини виноматеріалу), що забезпечує рівномірність змішування та запобігає локальній перенасиченості цукром.

Після внесення всіх компонентів проводиться ретельне перемішування купажу до досягнення однорідності за складом, після чого його залишають на витримку 24 – 48 годин для стабілізації. З метою видалення колоїдних домішок і білкових речовин купаж обробляють бентонітом у дозі 40 – 60 г/дм³, після чого відстоюють при температурі 10 – 12 °С протягом 12 – 24 годин [22]. Освітлений виноматеріал знімають із осаду через донні клапани.

Остаточне очищення здійснюють методом фільтрації на фільтр-пресі через фільтр-картон, який забезпечує повну прозорість і блиск вина при мінімальних втратах аромату.

Отримані кріплені виноматеріали зберігаються у резервуарах із нержавіючої сталі при температурі до 20 °С під шаром інертного газу. Для профілактики окислення вносять 25 – 30 мг/дм³ SO₂ [22].

Технологія купажування пресових фракцій з додаванням виноградного спирту та концентрату червоного соку дозволяє отримати кріплені червоні виноматеріали гармонійного смаку, насиченого кольору та стабільного складу, придатні для подальшої витримки або розливу як ординарні кріплені вина.

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

2.6.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Апаратурно-технологічна схема переробки червоних сортів винограду для отримання столових і кріплених виноматеріалів [24] наведена на рис. 2.4.

Виноград, що надходить на переробку, подають з контейнера (1) за допомогою електротельфера (2) у бункер-живильник (3). Із бункера шнековим транспортером сировина рівномірно подається у гребеневіддільник-дробарку валкового типу (4). Подрібнена м'язга стікає в приймальний бункер м'язгонасоса (5), звідки подається далі по лінії. Відокремлені гребені видаляються транспортером (6) у бункер для відходів (7), розміщений поза виробничим приміщенням.

М'язга за допомогою насоса (5) перекачується у ротаційні виніфікатори (12). Під час подачі проводиться сульфитація потоку — діоксид сірки дозується з автоматичної установки (8). Паралельно готується дріжджова розводка в апаратах (10), обладнаних мішалками та сорочками для нагрівання і охолодження. Попередньо сусло стерилізується в пластинчастому теплообміннику (9). У апарат (10) завантажуються активні сухі дріжджі з водою для регідратації, після чого додається стерильне сусло. Після початку активного бродіння отриману дріжджову розводку перекачують насосом (11) у виніфікатори (12).

У ротівиніфікаторах (12) здійснюється бродіння на м'яззі. У середині апаратів установлені спіральні лопаті, що забезпечують періодичне перемішування “шапки” м'язги за рахунок обертання корпусу. Після завершення активного бродіння самопливна фракція сусла відводиться через дренажну систему і подається насосом (13) до резервуарів доброджування (20).

Зброджена м'язга розвантажується в шнековий транспортер (14), який подає її до транспортера (15), а далі розподіляється транспортером (14) у пневматичні мембранні преси (16). Отримані пресові фракції сусла збираються у збірнику (17), тоді як віджаті вичавки транспортуються шнековими транспортерами (14) і (15) до бункера для вичавків (19).

Після доброджування молоді сухі виноматеріали з резервуарів (20) знімаються з дріжджових осадів насосом (13) і подаються у резервуари відстоювання (21). Сульфитацію виноматеріалів здійснюють у потоці через дозатор (8).

					2 Технологічна частина	Аркуш
						34
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

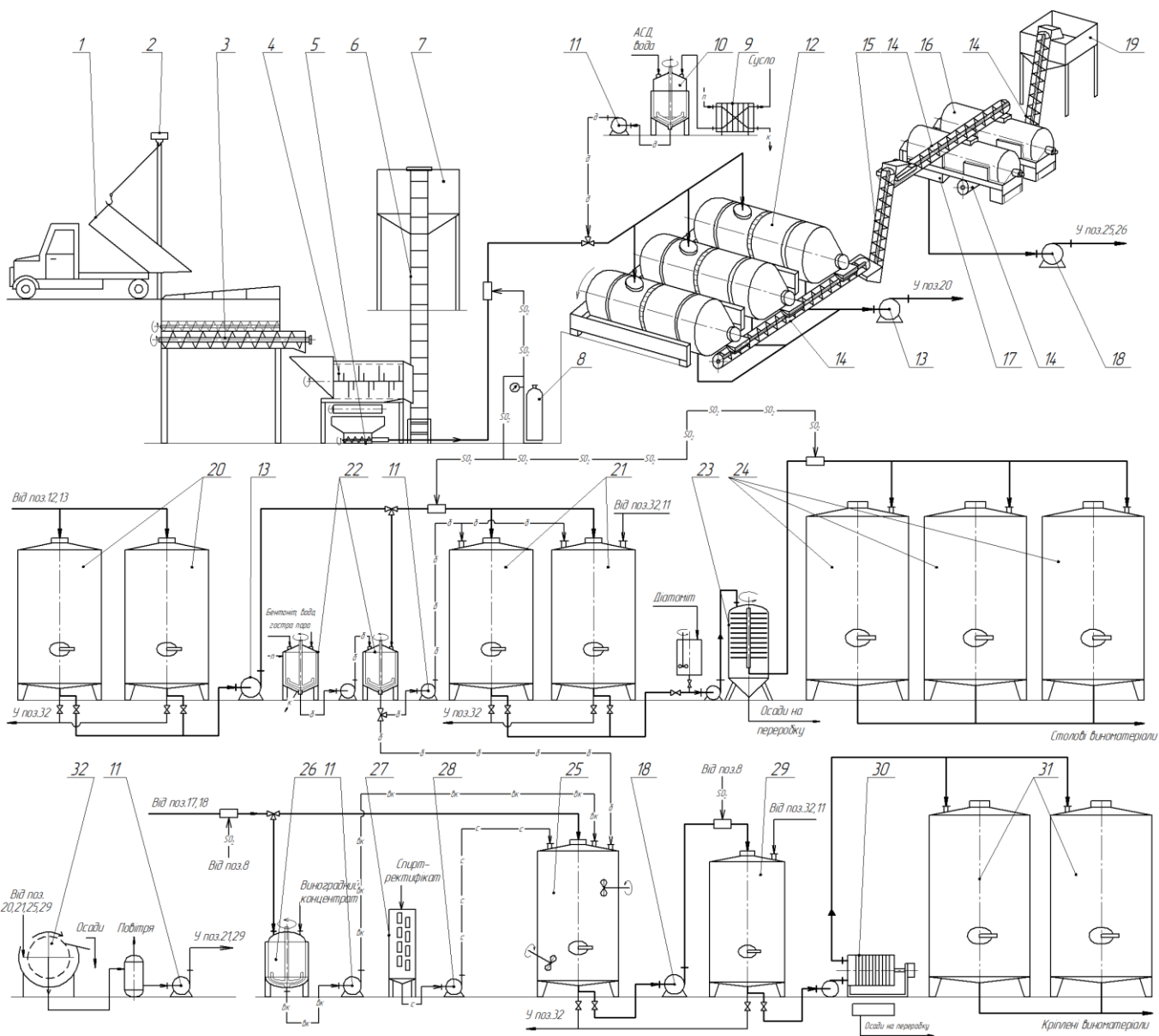


Рисунок 2.4 – Апаратурно-технологічна схема переробки червоних сортів винограду на столові та кріплені виноматеріали

Далі проводять обробку бентонітовою суспензією, яку готують в апаратах (22). У перший апарат завантажують бентоніт з водою, суміш обробляють гострою парою для набухання, після чого перекачують у другий апарат із мішалкою, де утворюють робочу водно-винну суспензію. Готову бентонітову суміш подають імпелерним насосом (11) у резервуари (21), після чого проводять перемішування шляхом циркуляції через насос (13).

Після освітлення сухі виноматеріали знімають з осаду і фільтрують через шар діатоміту в дисковому наливному фільтрі (23). Очищені виноматеріали направляють у резервуари для зберігання (24), де вони проходять короткий період

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

стабілізації.

Пресові фракції сусла зі збірників (17) насосом (18) перекачуються до купажного резервуару (25), обладнаного пропелерними мішалками. У апараті (26) розводять виноградний концентрат, який дозується у співвідношенні 1 : 3 з частиною пресового сусла-недоброду, що подається насосом (18). Суміш надходить у резервуар (25), куди через мірник (27) насосом (28) вводиться необхідна кількість спирту-ректифікату. Таким чином утворюється купаж, який перемішують до повної однорідності.

Після попереднього відстоювання з купажу видаляють осад, потім проводять обробку бентонітом, подаючи суспензію з апарата (22) насосом (11). Оброблені кріплені виноматеріали перекачують насосом (18) у резервуари (29) для освітлення відстоюванням.

Освітлені кріплені виноматеріали знімаються з осаду і направляються на фільтрацію через фільтр-картон у пластинчастому фільтр-пресі (30). Очищені виноматеріали надходять у резервуари зберігання (31), де витримуються до подачі у цех розливу.

Гущавина, що утворюється при знятті виноматеріалів із дріжджів і під час відстоювання, фільтрується у вакуумній фільтраційній установці (32) через фільтрувальний шар перліту. Отриманий фільтрат насосом (11) подається у резервуари (21) або (29) відповідно до типу виноматеріалу.

2.7 Розрахунок продуктів

При розрахунках повного технологічного циклу виробництва вина — від приймання винограду до отримання готового продукту — доцільно приймати за базу 1 тонну винограду. Це дозволяє виконувати продуктові та матеріальні баланси зручніше й точніше. Для визначення кількості матеріалу x , що утворюється після окремої технологічної операції, використовують розрахункові залежності [25] і нормативи технологічного проектування [26]:

					2 Технологічна частина	Аркуш
						36
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{а) якщо відомий вихід продукту з операції (П, \%): } x = \frac{N \cdot П}{100}; \quad (2.1)$$

$$\text{б) якщо задано відсоток технологічних втрат: } x = \frac{N \cdot (100 - n)}{100}, \quad (2.2)$$

де N – кількість матеріалу, що надходить на обробку.

Втрати, пов'язані з процесом бродіння ($Q_{бр.}$, кг), визначають виходячи з кількості цукру, що пройшов зброджування у суслі:

$$Q_{бр.} = \frac{10 \cdot 46,6 \cdot \Delta C_i \cdot V_c}{100000}, \quad (2.3)$$

де 46,6 — кількість діоксиду вуглецю, що утворюється при зброджуванні 100 г інвертного цукру, г;

ΔC_i – частка зброженого інвертного цукру, г/100см³ (%);

V_c – об'єм сусли, отриманого з 1 т винограду і направлено на бродіння, л.

Втрати внаслідок контракції під час бродіння ($V'_к$) розраховують за приростом вмісту спирту відносно об'єму сусли:

$$V'_к = V_c \cdot 0,0008 \Delta C_i \cdot 0,6. \quad (2.4a)$$

А втрати контракції при спиртуванні ($V''_к$) визначають за збільшенням об'ємної частки спирту у купажі:

$$V''_к = (V_c + V_{cn} - V'_к) \Delta a \cdot 0,0008. \quad (2.4б)$$

Густина виноматеріалів (у кг/дм³) визначають за рівнянням адитивності узагальненого типу [27]:

$$\rho_{20}^{20} = 0,99823 \cdot (d_{20d}^{20} + d_{20e}^{20} - 1,0000), \quad (2.5)$$

де 0,99823 – густина води при 20°C, кг/л;

d_{20d}^{20} – густина дистилляту, кг/л;

d_{20e}^{20} – густина водного розчину екстракту, кг/л.

Втрати виноматеріалів у процесі зберігання обчислюють за формулою:

$$N_{зб} = \frac{V_{в/м} \cdot n_p \cdot T}{365 \cdot 100} \quad (2.6)$$

де $V_{в/м}$ – об'єм виноматеріалів, що надходять на зберігання, л (кг); n_p – річна норма втрат, %; T – тривалість зберігання, дб; 365 – кількість днів у році.

Вихідні дані до розрахунку представлені у табл. 2.6.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						37
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 – Вихідні дані розрахунку

Показники	Одиниці вимірювання	Сортимент винограду		
		Каберне Совіньйон	Мерло	Одеський чорний
Склад сировини по сортам	%	50	30	20
Вміст цукру	г/100 см ³	19,8	19,2	19,7
Вміст гребенів	% мас.	3,5	2,8	3,1
Віднесення суслу гребенями при дробленні	% від маси гребенів	4,5	3,9	4,9
Вихід суслу загальний	дал/т	76,0	74,0	76,5
У тому числі: самопливу	дал/т	55,0	54,0	56,5
пресових фракцій	дал/т	21,0	20,0	20,0
Кондиції кріплених виноматеріалів:				
вміст цукру	г/дм ³	50,0		
вміст спирту	% об.	17,5		

Обчислення середньозважених величин показників завдання

Для узагальнення вихідних даних по сортах винограду обчислюються середньозважені значення основних показників.

Вміст цукру у винограді визначають за формулою:

$$B_{\text{с}} = (19,8 \cdot 50 + 19,2 \cdot 30 + 19,7 \cdot 20)/100 = 19,6 \text{ г/100 см}^3.$$

Відповідно до табличних даних густина суслу з таким умістом цукру при 20 °С становить 1,084 кг/дм³ (кг/л) [15].

Вміст гребенів в винограді: $B_{\text{г}} = (3,5 \cdot 50 + 2,8 \cdot 30 + 3,1 \cdot 20)/100 = 3,21 \text{ \% мас.}$

Під час відділення гребенів і дроблення ягід визначають кількість суслу, що залишається на гребенях:

$$N = (4,5 \cdot 50 + 3,9 \cdot 30 + 4,9 \cdot 20)/100 = 4,4 \text{ \% мас.}$$

Загальний вихід суслу з тонни винограду становить:

$$V_{\text{з}} = (76,0 \cdot 50 + 74,0 \cdot 30 + 76,5 \cdot 20)/100 = 75,5 \text{ дал/т.}$$

Вихід самопливу:

$$V_{\text{с-с}} = (55,0 \cdot 50 + 54,0 \cdot 30 + 56,5 \cdot 20)/100 = 55,0 \text{ дал/т.}$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						38
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихід пресового сусла:

$$V_{n.c.} = (21,0 \cdot 50 + 20,0 \cdot 30 + 20,0 \cdot 20) / 100 = 20,5 \text{ дал/т.}$$

Розрахунок виходу столових сухих виноматеріалів

Втрати винограду під час приймання, транспортування та дроблення приймаються на рівні $n = 0,6 \%$, отже: $1000,0 \cdot 0,6 / 100 = 6,0$ кг.

Маса винограду після підготовки до переробки: $1000,0 - 6,0 = 994,0$ кг.

Кількість гребенів, що утворюються при дробленні:

$$\frac{994,0 \cdot 3,21 \cdot (100 + 4,4)}{100 \cdot 100} = 33,311 \text{ кг.}$$

Маса м'язги, яка надходить на бродіння:

$$994,0 - 33,311 = 960,689 \text{ кг.}$$

Вихід сусла з 1 т винограду становить:

$$75,5 \cdot 10 = 755,0 \text{ л, або } 755,0 \cdot 1,084 = 818,42 \text{ кг,}$$

де 10 – перерахунок декалітрів у літри.

Вихід сусла-самопливу:

$$55,0 \cdot 10 = 550,0 \text{ л, або } 550,0 \cdot 1,084 = 596,2 \text{ кг.}$$

Вихід пресової фракції сусла:

$$5520,5 \cdot 10 = 205,0 \text{ л, або } 205,0 \cdot 1,084 = 222,22 \text{ кг.}$$

Втрати при зброджуванні м'язги до залишкового цукру 4,5 %:

– на утворення вуглекислого газу:

$$46,6 \cdot 10 \cdot (19,6 - 4,5) \cdot 755,0 / 100000 = 53,126 \text{ кг.}$$

– на контракцію спирту під час бродіння:

$$0,08 \cdot 0,6 \cdot (19,6 - 4,5) \cdot 755,0 / 100 = 5,472 \text{ л, або } 5,472 \cdot 100 / 755,0 = 0,725 \% \text{ об.}$$

Втрати сусла при пресуванні та подачі до резервуарів ($n = 0,5\%$):

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

Кількість сусла-недоброду з урахуванням втрат бродіння:

$$755,0 - 5,472 = 749,528 \text{ л, або } 818,42 - 53,126 = 765,294 \text{ кг.}$$

Вихід вичавків: $818960,689 - 818,42 - 5,0 = 137,269$ кг.

Вихід сусла-самопливу після активної фази бродіння:

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

$$749,528 \cdot 55,0 / 75,5 = 546,014 \text{ л, або } 765,294 \cdot 55,0 / 75,5 = 557,499 \text{ кг.}$$

Пресо́ва частка, з урахуванням втрат бродіння:

$$749,528 - 546,014 = 203,514 \text{ л, або } 765,294 - 557,499 = 207,795 \text{ кг.}$$

Втрати при доброджуванні:

– утворення CO₂: $46,6 \cdot 10 \cdot 4,5 \cdot 550,0 / 100000 = 11,534 \text{ кг.}$

– контра́кція спирту при доброджуванні:

$$0,08 \cdot 0,6 \cdot 4,5 \cdot 550,0 / 100 = 1,188 \text{ л, або } 1,188 \cdot 100 / 550,0 = 0,216 \% \text{ об.}$$

– механі́чні (визначається, як різниця загальних втрат бродіння 3,0 % і врахованих раніше втрат: $3,0 - 0,725 - 0,216 = 2,059 \% \text{ об.}$):

$$550,0 \cdot 2,059 / 100 = 11,325 \text{ л, або } 596,2 \cdot 2,059 / 100 = 12,276 \text{ кг.}$$

Після доброджування вихід виноматеріалів на дріжджових осадах становить:

$$546,014 - 1,188 - 11,325 = 533,501 \text{ л, або } 557,499 - 11,534 - 12,276 = 533,689 \text{ кг.}$$

Втрати при знятті з дріжджових осадів (по нормам [18] 0,5% від об'єму сусла:

$$550,0 \cdot 0,5 / 100 = 2,75 \text{ л, або } 2,75 \cdot 533,689 / 533,501 = 2,751 \text{ кг.}$$

Густина виноматеріалу при 20 °С (спирт 11,76 % об., екстракт 2,2 г/100 см³) [27] по формулі (2.5):

$$\rho_{20}^{20} = 0,99823 \cdot (0,98442 + 1,0085 - 1,00000) = 0,99116 \text{ кг/л.}$$

Об'єм дріжджових осадів (по нормам [26] 6,0% від об'єму сусла):

$$550,0 \cdot 6,0 / 100 = 33,0 \text{ л.}$$

Об'єм дріжджової гушавини (утричі більше): $33,0 \cdot 3 = 99,0 \text{ л.}$

Виноматеріал, знятий із осаду:

$$533,501 - 2,75 - 99,0 = 431,751 \text{ л, або } 431,751 \cdot 0,99116 = 427,934 \text{ кг.}$$

Маса гушавини: $533,689 - 2,751 - 427,934 = 103,004 \text{ кг.}$

Фільтрат (2/3 гушавини): $99,0 \cdot 2 / 3 = 66,0 \text{ л, або } 66,0 \cdot 0,99116 = 65,417 \text{ кг.}$

Маса дріжджових осадів: $103,004 - 65,417 = 37,587 \text{ кг.}$

Після видалення осаду і додавання фільтрату отримують:

$$431,751 + 66,0 = 497,751 \text{ л, або } 427,934 + 65,417 = 493,351 \text{ кг.}$$

Втрати при подачі на фільтрацію ($n_{\text{п}} = 0,09\%$) і фільтрації через діатоміт ($n_{\text{ф}} = 0,03\%$): $n = 0,09 + 0,03 = 0,12 \%.$

$$497,751 \cdot 0,12 / 100 = 0,597 \text{ л, або } 493,351 \cdot 0,12 / 100 = 0,592 \text{ кг.}$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						40
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихід освітлених відфільтрованих виноматеріалів:

$$497,751 - 0,597 = 497,154 \text{ л, або } 493,351 - 0,592 = 492,759 \text{ кг.}$$

Втрати при зберіганні (0,4 % на 90 діб):

$$497,154 \cdot 0,4 \cdot 90 / (365 \cdot 100) = 0,49 \text{ л, або } 492,759 \cdot 0,4 \cdot 90 / (365 \cdot 100) = 0,486 \text{ кг.}$$

Остаточний вихід оброблених сухих столових виноматеріалів після повного циклу: $497,154 - 0,49 = 496,664 \text{ л, або } 492,759 - 0,486 = 492,273 \text{ кг.}$

Отримані розрахункові дані зведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс переробки червоних сортів винограду з отриманням сухих столових виноматеріалів і пресового сусло-недоброду

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	1000,0	—	Виноматеріал	492,273	496,664
В тому числі			столовий сухий		
вихід сусла (загальний)	—	755,0	Сусло-недоброд пресове	207,795	203,514
			<i>Відходи</i>		
			Гребені після дроблення	33,311	—
			Вичавки	137,269	—
			Діоксид вуглецю	64,66	—
			Осади дріжджові	37,587	33,0
			<i>Втрати</i>		
			Прийомка й розвантаження	6,0	—
			Бродіння та доброджування	12,276	17,985
			Переробка м'язги на сусло	5,0	—
			Зняття з дріжджів	2,751	2,75
			Обробка, фільтрація	0,592	0,597
			Зберігання в цеху	0,486	0,49
РАЗОМ	1000,0	755,0	РАЗОМ	1000,0	755,0

					2 Технологічна частина	Аркуш
						41
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок виходу кріплених виноматеріалів

Кількісні співвідношення компонентів купажу визначаються на основі алгебраїчних рівнянь матеріального балансу, що забезпечують відповідність заданим параметрам міцності та вмісту цукрів.

1. Сусло-недоброд пресове ($V_{сн}$): вміст спирту $a_{сн} = 0,6 \cdot (19,6 - 4,5) = 9,06 \%$ об., вміст цукру $C_{сн} = 35$ г/дм³;
2. Концентрат виноградного соку (V_{ϵ}): вміст цукру $C_{\epsilon} = 900$ г/дм³;
3. Спирт виноградний ректифікований ($V_{сн}$): вміст спирту $a_{сн} = 96,0 \%$ об.

Розрахунок купажу проводиться по алгебраїчним рівнянням матеріального балансу.

$$\text{По об'єму: } V_{сн} + V_{\epsilon} + V_{сн} = V; \quad (2.7)$$

$$\text{По спирту: } a_{сн} \cdot V_{сн} + a_{сн} \cdot V_{сн} = a \cdot V; \quad (2.8)$$

$$\text{По цукру: } C_{сн} \cdot V_{сн} + C_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon} = C \cdot V; \quad (2.9)$$

Підставляємо вихідні дані в рівняння (2.7 – 2.9), отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 203,514 + V_{\epsilon} + V_{сн} = V; \\ 9,06 \cdot 203,514 + 96,0 \cdot V_{сн} = 17,5 \cdot V; \\ 45 \cdot 203,514 + 900 \cdot V_{\epsilon} = 50 \cdot V; \end{cases}$$

З другого рівняння системи отримаємо об'єм спирту-ректифікату:

$$V_{сн} = \frac{17,5 \cdot V - 1843,837}{96,0}.$$

З третього рівняння системи отримаємо об'єм концентрату:

$$V_{\epsilon} = \frac{50 \cdot V - 9158,13}{900}.$$

Отримані вираження підставляються в перше рівняння системи:

$$203,514 + \frac{17,5 \cdot V - 1843,837}{96,0} + \frac{50 \cdot V - 9158,13}{900} = V.$$

Звідси: $V = 228,473$ л.

Таким чином:

$$V_{сн} = \frac{17,5 \cdot 228,473 - 1843,837}{96,0} = 22,442 \text{ л.}$$

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

$$V_{\epsilon} = \frac{50 \cdot 228,473 - 9158,13}{900} = 2,517 \text{ л.}$$

Перевірка розрахунку:

$$203,514 + 22,442 + 2,517 = 228,473.$$

Розрахунок виконаний правильно.

Густину купажу визначають за формулою (2.5), беручи до уваги загальний екстракт 7,18 г/100 мл і спирт 17,5 % об. Отримане значення [27]:

$$\rho_{20}^{20} = 0,99823 \cdot (0,97797 + 1,0277 - 1,00000) = 1,0039 \text{ кг/л.}$$

Маса спирту-ректифікату обчислюється як: $m_{cn} = 22,442 \cdot 0,80748 = 18,121$ кг, де 0,80748 – густина 96,0 % етилового спирту при 20 °С, кг/л.

Кількість виноградного концентрату визначають аналогічно:

$$m_{\epsilon} = 2,517 \cdot 1,377 = 3,466 \text{ кг,}$$

де 1,377 – густина концентрату (цукор 900 г/дм³, 20 °С) [13].

Втрати контракції при купажуванні (без урахування попередніх втрат при бродінні м'язги) становлять: $228,473 \cdot 0,08 \cdot (17,5 - 9,06) / 100 = 1,543$ л, що становить: $0,08 \cdot (17,5 - 9,06) = 0,675$ % об.

Вихід купажу після змішування:

$$228,473 - 1,543 = 226,93 \text{ л, або } 207,795 + 18,121 + 3,466 = 229,382 \text{ кг.}$$

Втрати при знятті з осаду, включаючи фільтрацію гушавини (згідно нормам [26] $n_{oc.} = 0,5$ %):

$$205,0 \cdot 0,5 / 100 = 1,025 \text{ л, або } 1,025 \cdot 229,382 / 226,93 = 1,036 \text{ кг.}$$

Після першої переливки отримують кріплені виноматеріали:

$$226,93 - 1,025 = 225,905 \text{ л, або } 229,382 - 1,036 = 228,346 \text{ кг.}$$

Вихід продуктів після переливки

- Дріжджова гушавина (13,5 % від об'єму сусла [26]): $205,0 \cdot 13,5 / 100 = 27,675$ л;
- Виноматеріали, зняті з осаду:

$$225,905 - 27,675 = 198,23 \text{ л, або } 198,23 \cdot 1,0039 = 199,003 \text{ кг.}$$

Фільтрація дріжджової гушавини:

- Фільтрат виноматеріалу (2/3 об'єму гушавини):

$$27,675 \cdot 2 / 3 = 18,45 \text{ л, або } 12,15 \cdot 1,0039 = 18,522 \text{ кг;}$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						43
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

– Дріжджовий осад (1/3 або 4,5 % від сусла):

$$27,675 \cdot 1 / 3 = 205,0 \cdot 4,5 / 100 = 9,225 \text{ л, або } 228,346 - (199,003 + 18,522) = 10,821 \text{ кг.}$$

Після урахування фільтрату вихід кріплених виноматеріалів:

$$198,23 + 18,45 = 216,68 \text{ л, або } 199,003 + 18,522 = 217,525 \text{ кг.}$$

Втрати при подачі на фільтрацію ($n_{\text{п}} = 0,09 \%$), і при проходженні через фільтр-картон ($n_{\text{ф}} = 0,15 \%$) [26]: $n = 0,09 + 0,15 = 0,24 \%$.

$$216,68 \cdot 0,24 / 100 = 0,52 \text{ л, або } 217,525 \cdot 0,24 / 100 = 0,522 \text{ кг;}$$

Після фільтрації вихід виноматеріалів становить:

$$216,68 - 0,52 = 216,16 \text{ л, або } 217,525 - 0,522 = 217,003 \text{ кг.}$$

Втрати під час зберігання ($n = 0,4 \%$ на рік; період — 90 діб [26]):

$$216,16 \cdot 0,4 \cdot 90 / (365 \cdot 100) = 0,213 \text{ л, або } 217,003 \cdot 0,4 \cdot 90 / (365 \cdot 100) = 0,214 \text{ кг.}$$

Отже, кінцевий вихід кріплених виноматеріалів становить:

$$216,16 - 0,213 = 215,947 \text{ л, або } 217,003 - 0,214 = 216,789 \text{ кг.}$$

Отримані в розрахунку дані зведені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс виробництва купажних кріплених виноматеріалів

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Сусло-недоброд пресове	207,795	203,514	Виноматеріал кріплений купажний	216,789	215,947
Спирт-ректифікат	18,121	22,442	<i>Відходи</i>		
Концентрат	3,466	2,517	Осади дріжджові	10,821	9,225
			<i>Втрати</i>		
			Спиртування	—	1,543
			Зняття з дріжджів	1,036	1,025
			Обробка	0,522	0,52
			Зберігання	0,214	0,213
РАЗОМ	229,382	228,473	РАЗОМ	229,382	228,473

Отримані дані зводяться у зведений матеріальний баланс в таблиці 2.9 із перерахунком на продуктивність цеху первинного виноробства (табл. 2.10).

Таблиця 2.9 – Зведений матеріальний баланс переробки червоних сортів винограду з отриманням столових сухих і кріплених виноматеріалів

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	кг	л		кг	л
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	1000,0	–	Виноматеріал	492,273	496,664
В тому числі			столовий сухий		
вихід сусла	–	755,0	Виноматеріал	216,789	215,947
Спирт-ректифікат	18,121	22,442	кріплений купажний		
Концентрат	3,466	2,517	<i>Відходи</i>		
			Гребені після дроблення	33,311	–
			Вичавки	137,269	–
			Діоксид вуглецю	64,66	–
			Дріжджові осади	48,408	42,225
			<i>Втрати</i>		
			Прийомка й розвантаження	6,0	–
			Бродіння та доброджування	12,276	17,985
			Переробка м'язги на сусло	5,0	–
			Контракція при спиртуванні	–	1,543
			Зняття з дріжджів	3,787	3,775
			Обробка, фільтрація	1,114	1,117
			Зберігання в цеху	0,7	0,703
РАЗОМ	1021,587	779,959	РАЗОМ	1021,587	779,959

Таблиця 2.10 – Зведений матеріальний баланс переробки 2700 т червоних сортів винограду з отриманням столових сухих і кріплених виноматеріалів

Надходження	Одиниці вимірювання		Вихід	Одиниці вимірювання	
	т	дал		т	дал
<i>Сировина</i>			<i>Продукти</i>		
Виноград	2700,0		Столовий сухий	1329,137	134099,28
В тому числі			виноматеріал		
вихід сусла	–	203850	Кріплений купажний	585,33	58305,69
Спирт етиловий	48,927	6059,34	виноматеріал		
Концентрат	9,358	679,59	<i>Відходи</i>		
			Гребені після дроблення	89,94	–
			Вичавки	370,626	–
			Діоксид вуглецю	174,582	–
			Дріжджові осади	130,702	11400,75
			<i>Втрати</i>		
			Прийомка і розвантаження	16,2	–
			Бродіння та доброджування	33,145	4855,95
			Переробка м'язги на сусло	13,5	–
			Контракція при спиртуванні	–	416,61
			Зняття з дріжджів	10,225	1019,25
			Обробка, фільтрація	3,008	301,59
			Зберігання в цеху	1,890	189,81
РАЗОМ	2758,285	210588,93	РАЗОМ	2758,285	210588,93

Графік переробки винограду сформовано з урахуванням обсягів надходження сировини та продуктивності технологічного обладнання; розподіл по дням переробки наведено у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Графік надходження винограду на завод

Дата переробки	Кількість винограду, що переробляється кожного з сортів, т				
2026	Число	Каберне Совіньйон	Мерло	Одеський чорний	Загальна кількість
Вересень	21	–	50	85	135
– " –	22	–	50	85	135
– " –	23	–	50	85	135
– " –	24	40	50	45	135
– " –	25	40	50	45	135
– " –	28	45	50	40	135
– " –	29	55	50	30	135
– " –	30	55	50	30	135
Жовтень	1	70	40	25	135
– " –	2	70	40	25	135
– " –	5	70	40	25	135
– " –	6	75	40	20	135
– " –	7	95	40	–	135
– " –	8	95	40	–	135
– " –	9	95	40	–	135
– " –	12	105	30	–	135
– " –	13	105	30	–	135
– " –	14	110	25	–	135
– " –	15	110	25	–	135
– " –	16	115	20	–	135
РАЗОМ, т/сезон		1350	810	540	2700
%	20 діб	50	30	20	100

2.8 Розрахунок витрати допоміжних матеріалів

Витрати допоміжних матеріалів визначаються по нормативам, встановленим для кожного виду технологічної операції. Розрахунок виконується по формулі [25]:

$$V_{д/м} = M \cdot H, \quad (2.10)$$

де M — маса або об'єм матеріалу, який підлягає обробці; H — норма витрати допоміжної речовини на одиницю оброблюваного продукту [26].

Підсумкові результати наведені в таблиці 2.12.

Кількість м'язги, що підлягає сульфитації: $960,689 \cdot 2700 / 1000 = 2593,86$ т.

Об'єм столових і кріплених виноматеріалів, які сульфитують:

$$(533,501 + 226,93) \cdot 2700 / (10 \cdot 1000) = 205,32 \text{ тис. дал.}$$

Об'єм столових і кріплених виноматеріалів, що обробляються бентонітом:

$$(497,751 + 216,68) \cdot 2700 / (10 \cdot 1000) = 192,9 \text{ тис. дал.}$$

Кількість столових виноматеріалів, які фільтруються через діатоміт:

$$497,751 \cdot 2700 / (10 \cdot 1000) = 134,39 \text{ тис. дал.}$$

Кількість кріплених виноматеріалів, які фільтрують через фільтр-картон:

$$216,68 \cdot 2700 / (10 \cdot 1000) = 58,5 \text{ тис. дал.}$$

Об'єм дріжджової гушавини та осадів, що фільтруються через перліт:

$$(99,0 + 27,675) \cdot 2700 / (10 \cdot 1000) = 34,2 \text{ тис. дал.}$$

Об'єм резервуарів, що підлягають мийці: $52247 \cdot 20 / 1000 = 1045$ тис. дал.

Таблиця 2.12 – Витрати допоміжних матеріалів

Найменування операції	Одиниці вимірювання	Норма витрати	Кількість продукту	Витрати матеріалу
Сульфитація м'язги	кг/т	0,05	2593,86	129,7
Сульфитація виноматеріалів	кг/1000дал	0,3	205,32	61,6
Обробка виноматеріалів бентонітом	кг/1000дал	20	192,9	3858,0
Фільтрація через діатоміт	кг/1000дал	15	134,39	2015,9
Фільтрація через фільтр-картон	кг/1000дал	5	58,5	292,5
Фільтрація гушавини через перліт	кг/1000дал	15	34,2	513,0
Обробка резервуарів содою 5 %	кг/100 дал	1,25	1045	1306

2.9 Розрахунок і підбір технологічного устаткування

Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання виконують, виходячи із встановленої продуктивності цеху первинного виноробства, а також з урахуванням виходів основних продуктів та побічних фракцій, визначених у пункті 2.7.

Добову продуктивність цеху первинної переробки винограду (B_d , т/добу) визначають за виразом [28]:

$$B_d = \frac{B}{T}, \quad (2.11)$$

де B — кількість винограду, що переробляється протягом сезону, т;

T — тривалість переробного періоду, діб (за нормативом — 20).

Годинна продуктивність цеху обчислюється за формулою [28]:

$$B_g = \frac{B \cdot K}{T \cdot t}. \quad (2.12)$$

де K — коефіцієнт нерівномірності надходження винограду (приймають 1,4);

t — тривалість приймання сировини на добу, год (нормативне значення — 10 год).

Кількість обладнання періодичної дії визначають згідно з рівняння [25]:

$$X = \frac{\alpha \cdot Q \cdot z}{\varphi \cdot v \cdot t \cdot n}, \quad (2.13)$$

де X — необхідна кількість апаратів;

α — коефіцієнт нерівномірності надходження сировини;

Q — кількість матеріалу, який переробляється за добу;

φ — коефіцієнт заповнення;

n — кількість робочих змін;

t — тривалість зміни, год;

z — тривалість одного повного циклу роботи, год;

v — геометричний об'єм одиниці обладнання.

Для апаратів безперервної дії кількість розраховують за виразом [25]:

$$X = \frac{\alpha' \cdot Q}{W \cdot \tau \cdot \gamma}, \quad (2.14)$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						49
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

де α — коефіцієнт нерівномірності подачі сировини протягом робочого дня (застосовується лише для обладнання, що безпосередньо переробляє виноград);

W — продуктивність апарата, т/год або дал/год;

τ — тривалість роботи на добу, год;

γ — коефіцієнт використання (не менше 0,7).

У проєктованій лінії передбачено використання сучасного обладнання європейського виробництва [17], [21], [23], що відповідає вимогам харчової та виноробної промисловості.

Об'єм апарата для приготування дріжджової розводки (V_d , дал) визначають за формулою [25]:

$$V_d = \frac{A \cdot V_m}{100 \cdot \varphi}, \quad (2.15)$$

де A — нормативний відсоток дріжджової розводки [26]; V_m — об'єм м'язги, що надходить на бродіння, дал; φ — коефіцієнт заповнення апарата ($\varphi = 0,75-0,80$).

1. Добова продуктивність цеху, за формулою (2.11):

$$B_d = \frac{2700}{20} = 135 \text{ т/год.}$$

2. Годинна продуктивність цеху, за формулою (2.12):

$$B_g = \frac{135 \cdot 1,4}{10} = 18,9 \text{ т/год.}$$

Для забезпечення одночасної переробки двох сортів винограду приймають дві паралельні технологічні лінії.

3. Бункери-дозатори шнекові 7,5 м³, (продуктивність шнекових транспортерів 15 т/год):

$$X_3 = \frac{1,4 \cdot 135}{15 \cdot 10 \cdot 0,7} = 1,8. \text{ Приймаємо 2 шт.}$$

4. Гребеневіддільники-дробарки марки Карра-15 [17] продуктивністю 10 – 15 т/год. По формулі (2.14):

$$X_4 = \frac{1,4 \cdot 135}{15 \cdot 10 \cdot 0,7} = 2 \text{ шт.}$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						50
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Шнеково-гвинтові насоси для перекачування м'язги продуктивністю 15 м³/год. Об'єм м'язги, що перекачують:

$$Q_5 = \frac{960,689 \cdot 135}{1,26 \cdot 1000} = 103 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де 1,26 – питома вага м'язги при температурі 20°C, і вмісті цукру 19,7 %, кг/л [13].

По формулі (2.14):

$$X_5 = \frac{1,4 \cdot 103}{10 \cdot 15 \cdot 0,7} = 1,4. \text{ Приймаємо 2 насоси.}$$

6. Ротаційні горизонтальні виніфікатори VRA-360 [21] для бродіння м'язги. Об'єм виніфікатору 3600 дал. Об'єм м'язги, що надходить на бродіння:

$$Q_6 = \frac{960,689 \cdot 135}{1,26 \cdot 10} = 10293,1 \text{ дал/добу.}$$

де 10 – коефіцієнт перерахунку літрів у декалітри.

Термін бродіння м'язги згідно норм проектування [26] 125 год. По формулі (2.13) отримуємо:

$$X_6 = \frac{10293,1}{0,85 \cdot 3600 \cdot 24} = 14 \text{ виніфікаторів.}$$

7. Теплообмінник пластинчастий продуктивністю 200 дал/год для стерилізації суслу. Цикл стерилізації 2 год. На стерилізацію відводиться 3 % м'язги. Об'єм розводки:

$$V_p = 10293,1 \cdot 3 / 100 = 309,0 \text{ дал/добу.}$$

По формулі (2.14) отримаємо:

$$X_7 = \frac{309}{2 \cdot 200 \cdot 0,8} = 1 \text{ шт.}$$

8. Апарати для готування дріжджової розводки.

Об'єм дріжджової розводки приймається 3 % від об'єму м'язги [18], що надходить на бродіння (10293,1 дал/добу). По формулі (2.15) отримаємо:

$$V_d = \frac{3 \cdot 10293,1}{100 \cdot 0,8} = 386 \text{ дал.}$$

Приймаємо 2 апарати з якірними мішалками і теплообмінними сорочками номінальним об'ємом 4,0 м³ (400 дал), кожний.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						51
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Пневматичні мембранні преси для пресування м'язги. Кількість м'язги, що надходить на пресування:

$$Q_9 = 960,689 \cdot 135 \cdot 1,4 = 181570,2 \text{ кг/зміну.}$$

Приймаємо прес відкритого типу Теснова Т11.5 [17] з об'ємом завантаження збродженої м'язги 34500 кг за один цикл пресування (тривалість циклу 5 годин). Кількість пресів за формулою (2.13):

$$X_9 = \frac{181570,2 \cdot 5}{1 \cdot 34500 \cdot 10 \cdot 0,7} = 3,8. \text{ Приймаємо 4 шт.}$$

10. Вакуум-фільтраційна установка продуктивністю 1900 – 2500 л/год, для розділення дріжджової гушавини. Об'єм дріжджової гушавини:

$$Q_{10} = (99,0 + 27,675) \cdot 135 = 17101,125 \text{ л/зміну.}$$

Згідно з формулою (2.14):

$$X_{10} = \frac{17101,13}{10 \cdot 2500 \cdot 0,7} = 1 \text{ шт.}$$

11. Фільтр дисковий для грубого фільтрування марки GreenFilter G9 [23] для сухих виноматеріалів. Приймаємо фільтр продуктивністю 12900 л/год. Добова кількість виноматеріалів:

$$Q_{11} = 497,751 \cdot 135 = 74120 \text{ л/зміну.}$$

Таким чином, за формулою (2.14) отримаємо:

$$X_{11} = \frac{74120}{10 \cdot 12900 \cdot 0,7} = 0,8. \text{ Приймаємо 1 фільтр.}$$

12. Пластинчастий фільтр-прес лінійки Master-Filter з площею фільтрації 3,2 м² продуктивністю 300 дал/год для фільтрування кріплених виноматеріалів. Об'єм кріплених виноматеріалів, що надходять на фільтрування:

$$Q_{12} = 149,138 \cdot 130 / 10 = 1938,8 \text{ дал/зміну.}$$

За формулою (2.14):

$$X_{12} = \frac{1938,8}{10 \cdot 300 \cdot 0,7} = 0,9. \text{ Приймаємо 1 фільтр.}$$

13. Насоси для виноматеріалів, гушавини, допоміжних матеріалів.

Насоси для переміщення виноматеріалів для сухих вин приймаються продуктивністю не менш 25 м³/год. Операції на яких потрібно перекачування:

					2 Технологічна частина	Аркуш
						52
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

доброджування, освітлення відстоюванням. Приймаємо 4 насоси, для забезпечення безперебійності роботи.

Насоси для перекачування кріплених виноматеріалів на купажування, освітлення. Згідно з технологічною схемою потрібно 4 насоси продуктивністю не менш 20 м³/год.

Для перекачування інших продуктів приймаємо імпелерні насоси продуктивністю не менш 7,5 м³/год. Насоси потрібні для перекачування дріжджової розводки; суспензії бентоніту; гущавини лінії сухих і кріплених виноматеріалів (по одному на кожну лінію); виноградного концентрату. Приймаємо 5 насосів.

Для дріжджової розводки, фільтрату дріжджової гущавини, приймаються відцентрові насоси продуктивністю не менш 10 м³/год. Згідно з технологічною схемою потрібно 3 насоси.

14. Резервуари об'ємом 2000 дал для доброджування сусла-самопливу. Об'єм недоброду:

$$Q_{14} = 546,014 \cdot 135 / 10 = 7371,2 \text{ дал/добу.}$$

Термін доброджування 72 год. За формулою (2.13):

$$X_{14} = \frac{7371,2 \cdot 72}{0,85 \cdot 2000 \cdot 24} = 13 \text{ резервуарів.}$$

15. Резервуари (об'єм 2000 дал) для відстоювання сухих виноматеріалів. Термін відстоювання, декантації, мийки резервуарів 24 год. Об'єм виноматеріалів:

$$Q_{15} = 497,751 \cdot 135 / 10 = 6719,6 \text{ дал/добу.}$$

По формулі (2.13) отримаємо:

$$X_{15} = \frac{6719,6 \cdot 24}{0,9 \cdot 2000 \cdot 24} = 3,7. \text{ Приймаємо 4 резервуари.}$$

16. Апарати для готування суспензії бентоніту. Витрати бентоніту за добу:

$$Q_{16} = 3858,0 / 20 = 193,0 \text{ кг/добу.}$$

Для обробки готують 10 % суспензію. Маса 10 % суспензії (густина 1,08 кг/л складе): $m_6 = 193,0 \cdot 100 / 10 = 1930,0 \text{ кг}$; або $V_6 = 1930,0 / 1,08 = 1787 \text{ л}$.

Необхідний об'єм апарату для суспензії:

$$V_a = 1787 / 0,81 = 2206 \text{ л. Приймаємо 2 апарати об'ємом по 2,5 м}^3 \text{ (2500 л).}$$

					2 Технологічна частина	Аркуш
						53
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Резервуари об'ємом 5000 дал для зберігання сухих столових виноматеріалів перед подачею на витримку, або розлив. Об'єм виноматеріалів:

$$Q_{17} = 497,154 \cdot 2700 / 10 = 134231,6 \text{ дал.}$$

У загальний баланс включаються наявні резервуари, з урахуванням поправочного коефіцієнта 0,7 для відстійників:

$$X_{17} = \frac{134231,6 - 13 \cdot 2000 + 0,7 \cdot 4 \cdot 2000}{5000} = 20,5. \text{ Приймаємо 21 резервуар.}$$

18. Резервуар об'ємом 4000 дал для купажування і обробки кріплених виноматеріалів. Загальний об'єм купажу:

$$Q_{18} = 226,93 \cdot 135 / 10 = 3063,56 \text{ дал/добу.}$$

Приймаємо термін купажування і обробки 1 робочу зміну, коефіцієнт наповнення 0,85, таким чином:

$$X_{18} = \frac{3063,56 \cdot 10}{0,81 \cdot 4000 \cdot 10} = 0,95. \text{ Приймаємо 1 шт.}$$

19. Апарат з якірною мішалкою для попереднього змішування виноградного концентрату з виноматеріалом. Об'єм концентрату:

$$Q_{19} = 2,517 \cdot 135 / 10 = 34,0 \text{ дал/добу.}$$

Співвідношення концентрат : виноматеріал, як 1 : 3. Коефіцієнт наповнення резервуару 0,81:

$$V_{в.к.} = \frac{34,0 \cdot (3+1)}{0,81} = 168,0 \text{ дал. Приймаємо апарат об'ємом 200 дал.}$$

20. Резервуари об'ємом 2000 дал для відстоювання кріплених виноматеріалів. Цикл відстоювання приймається 24 год. Об'єм виноматеріалів, що надходять на освітлення:

$$Q_{20} = 216,68 \cdot 135 / 10 = 2925,2 \text{ дал/добу.}$$

По формулі (2.13) отримаємо:

$$X_{20} = \frac{2925,2 \cdot 24}{0,9 \cdot 2000 \cdot 24} = 1,6. \text{ Приймаємо 2 резервуари.}$$

21. Резервуари об'ємом 5000 дал для зберігання кріплених виноматеріалів перед розливом. Кількість виноматеріалів:

$$Q_{21} = 216,16 \cdot 2700 / 10 = 58363,2 \text{ дал.}$$

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

У загальний баланс включаються наявні резервуари, з урахуванням коефіцієнта 0,7 для купажних резервуарів та відстійників:

$$X = \frac{58363,2 - 0,7 \cdot (1 \cdot 4000 + 2 \cdot 2000)}{5000} = 10,6. \text{ Приймаємо 11 резервуарів.}$$

Технічна характеристика устаткування представлена у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13. – Характеристика технологічного устаткування [17 – 21], [23]

№ п/п	№ поз. на апаратурно-технологічній схемі	Найменування, тип, марка устаткування	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Час роботи електродвигуна, год/добу
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Контейнер для винограду	2	Номінальна місткість 3,6 м ³ . Габарити 3600×2050×700 мм. Маса 400 кг.	—	—
2	2	Електротельфер з траверсою	2	Вантажопідйомність до 5000 кг. Висота підйому 6 м. Швидкість: підйому 6 м/хв, переміщення 25 м/хв.	2,5	9
3	3	Бункер-живильник шнековий	2	Продуктивність 10 – 15 т/год. т/год. Об'єм 7,5 м ³ . Транспортуючий шнек: діаметр 400 / 110 мм. шаг 400 мм. Додатковий шнек: діаметр 250 / 80 мм, шаг 250 мм. Габарити 6000×2400×2000 мм. Маса 310 кг.	4,5	9
4	4	Гребене-віддільник-дробарка КАРРА 15	2	Продуктивність 10 – 15 т/год. Валки Ø220 мм; регулювання зазору 2–8 мм. Габарити 2822×960×1857 мм. Маса 950 кг.	2,5	9

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6	7
5	5	Насос для м'язги шнеково- гвинтовий	2	Подача, (не менш) 15 м ³ /год. Тиск нагнітання, (не менш) 0,5 МПа. Максимальний розмір включень 15 мм. Габарити 1240×745×80 мм. Маса 450 кг.	5,5	9
6	6	Транспортер гребенів	1	Продуктивність 5 т/год. Габарити 35000×600×600. Маса 1560 кг.	2,5	9
7	7, 19	Бункер для відходів	1, 1	Об'єм 4,5 м ³ . Габарити 2650×3400×4500. Маса 450 кг.	—	—
8	8	Установка сульфітодозуюча автоматична	1	Витрати сірчастого ангідриду 250—5000 кг/год. Діапазон дозування 25 – 250 мг/л. Витратомір і насос 0,1–0,5 м ³ /год Габарити 815×540×1600 мм. Маса 125 кг.	1,0	10
9	9	Теплообмінник пластинчастий Thermosteril 20	1	Продуктивність 2000 л/год. Температура: на вході 20°C; стерилізації 90°C; на виході 55 °C. Споживання пари 1 бар: 300 кг/год. Споживання холодної води (15°C) 5000 л/год. Габарити 2100×1200×1700 мм. Маса 1200 кг.	4,0	2
10	10	Апарат для дріжджової розводки з мішалкою	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
11	11	Насос імпелерний	5	Подача 7,5 м ³ /год. Напір 15 ± 2,0 м. діаметр патрубків 50 мм. Частота обертання 1420 об/хв. Габарити 400×240×300 мм. Маса 38 кг.	3,0	10

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

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6	7
12	12	Виніфікатор ротаційний горизонтальний SIPREM VRA 360	14	Номінальний об'єм 36 м ³ (3600 дал). Діаметр розвантажного люку 800 мм. Частота обертання корпусу 0,3 – 1,0 об/хв. Габарити 8846×3400×4371 мм. Маса 10000 кг.	8,5	10
13	13	Насос відцентровий Інохра S.A.U. HYGINOX SEN 25	4	Подача 25 м ³ /год. Напір 25 м. Діаметр патрубків 50/40 мм. Габарити 553×320×460 мм. Маса 56 кг.	4,0	10
14	14	Транспортер шнековий	5	Продуктивність (при коефіцієнті заповнення 0,4) 12,5 м ³ /год. Шнек: діаметр 300 мм; крок 230 мм; частота обертання 30 хв ⁻¹ . Частота обертання двигуна 1450 хв ⁻¹ . Габарити 32265×660×520 мм. Маса 1760 кг.	3,0	9
15	15	Транспортер шнековий	2	Продуктивність 10 т/год. Діаметр шнека 400 мм. Частота обертання шнеку 70 об/хв. Кут нахилу не більш 30°. Габарити 6200×506×900 мм. Маса 376 кг.	2,5	10
16	16	Прес пневматичний мембранний Velvet-T11,5	4	Об'єм барабану 11500 л. Об'єм завантаження зброженою м'язгою 34500 т за один цикл. Цикл роботи преса 3–4 години. Розмір люків 700×500 мм. Габарити 6917×2590×2960 мм. Маса 5200 кг.	8,5	8
17	17	Збірник сусли	4	Об'єм 1,5 м ³ . Габарити 1500×1000×1000 мм.	—	—

					2 Технологічна частина	Аркуш
						57
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6	7
18	18	Насос відцентровий Інохра S.A.U. HYGINOX SEN 20	4	Подача 20 м ³ /год. Напір 21 м. Діаметр патрубків 50/40 мм. Габарити 490×225×133 мм. Маса 45 кг.	3,5	10
19	20, 21, 29	Резервуари вертикальні для обробки виноматеріалів	13, 4, 2	Об'єм 20 м ³ . Залишковий тиск 4 кПа. Умовний тиск 0,05 МПа. Днища конічні. Люки обслуговування 2 шт. Габаритні розміри 2850×2600×6130 мм. Маса 2830 кг.	—	—
20	22	Апарат для суспензії бентоніту	2	Об'єм 2,5 м ³ . Тиск пари: у корпусі 0,3 МПа; у сорочці 0,3 МПа. Діаметр корпусу 1400 мм. Габарити 2030×2030×4060 мм. Маса 2250 кг.	3,0	4
21	23	Фільтр дисковий навивний. Green-Filter, модель G9	1	Площа фільтруючої поверхні 8,69 м ² . Продуктивність при 1500 л/м ² ·год – 12900 л/год. Габарити 2000×1280×2300 мм. Маса 584 кг.	9,05	9
22	24, 31	Резервуари вертикальні для зберігання виноматеріалів	21, 11	Об'єм 50 м ³ . Робочий тиск 0,05 МПа. Люки обслуговування 2 шт. Матеріал: сталь марки AISI 304. Габарити 3210×3350×7350 мм. Маса 6560 кг.	—	—
23	25	Резервуар для купажування і обробки	1	Об'єм 40 м ³ (4000 дал). Робочий тиск 0,05 МПа. Мішалки пропелерні 2шт.; частота обертання 1000 об/хв. Габарити 4350×4350×7530 мм. Маса 5920 кг.	6,0	8
24	26	Апарат для розведення концентрату	1	Об'єм номінальний 2,0 м ³ (200 дал). Тиск пари: у корпусі 0,3 МПа; у сорочці 0,3 МПа. Діаметр корпусу 1400 мм. Габарити 2030×2030×4060 мм. Маса 2250 кг.	3,0	4

					2 Технологічна частина	Аркуш
						58
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінець таблиці 2.13

1	2	3	4	5	6	7
25	27	Мірник спирту МСВ-75	1	Об'єм 75 дал. Діапазон вимірювання 150–750 л. Габарити 2680×1160 мм. Маса 305 кг.	–	–
26	28	Насос для спирту	1	Продуктивність 6,3 м ³ /год. Вогне-вибухобезпечне виконання. Тиск нагнітання, не менш 0,2 МПа. Діаметр патрубків, 35/35 мм. Габарити 420×298×360 мм. Маса 27 кг.	1,5	10
27	30	Фільтр пластинчастий Master Inox, модель 21/41	1	Площа фільтруючої поверхні 3,2 м ² . Продуктивність при 1500 л/м ² ·год – 3000 л/год. Габарити 1850×712×1030 мм. Маса 375 кг.	4,5	9
28	32	Установка вакуум-фільтраційна Taylo Lux-15	1	Площа поверхні фільтрації 15,2 м ² . Продуктивність по дріжджовим осадам 1900 – 2500 л/год. Продуктивність вакуум-насосу для води (при 15°C) 0,8 м ³ /год. Ступінь занурення барабану 42 %. Габарити 6100×2500×2200 мм. Маса 2350 кг.	16,4	9

2.10 Розрахунок витрат холоду

У технологічному циклі проводиться охолодження м'язги під час бродіння. Витрати енергії визначають за формулою [29]:

$$Q_x = M \cdot c \cdot (t_n - t_k), \quad (2.16)$$

де Q_x – витрати енергії на охолодження, ккал/добу;

M – маса продукту, кг/добу;

					2 Технологічна частина	Аркуш
						59
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

c – середня питома теплоємність продукту, ккал / (кг · °С);

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

Витрати м'язги, що надходить на бродіння:

$$M = 960,689 \cdot 135 = 129693,0 \text{ кг/добу.}$$

Витрати енергії на охолодження:

$$Q = 129693,0 \cdot 0,83 \cdot (30 - 25) = 538226 \text{ ккал/добу} = 2253498,5 \text{ кДж/добу.}$$

Отримані дані зведені у табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Витрати енергії охолодження

Операція	Кінцева температура охолоджувального агента, °С	Охолоджувальний агент і його температура, °С			Добова тривалість охолодження, год.	Витрата холоду	
		Охолоджена вода	Розсіл	Холодоагент при безпосередньому охолодженні		Годинна, МДж	Добова, ГДж
Охолодження м'язги під час бродіння	23	+1	–	–3	10	225	2,25

2.11 Розрахунок витрати води і стоків

Витрати води на охолодження м'язги при бродінні визначають по формулі [29]:

$$G = Q_x / (t_{Bk} - t_{Bn}), \quad (2.17)$$

де Q_x – витрати енергії на охолодження, ккал/добу;

t_{Bn} і t_{Bk} – початкова і кінцева температури охолодної води, відповідно, °С.

$$G = \frac{538226}{25 - 1} = 22426 \text{ л/добу, або } 22,4 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Розрахунок витрат води на мийку устаткування представлено у табл. 2.15.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						60
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15 – Витрати води на мийку технологічного устаткування

№ п/п	Найменування об'єкту мийки	Одиниці вимірю- вання	Кіль- кість	Норма витрати води, л / одиницю вимірювання		Витрати води, л/добу	
				холодної	гарячої	холодної	гарячої
1	Бункери- живильники	м ³	15	200	150	3000	2250
2	Дробарки	шт.	2	800	600	1600	1200
3	Збірники	м ³	14	200	150	1600	1200
4	Преси	шт.	4	800	600	3200	2400
5	Насоси	шт.	15	160	160	4320	4320
6	Фільтри	шт.	3	400	300	1200	900
7	Теплообмінники	шт.	1	400	200	400	200
8	Транспортери	пог. м.	120	2	1	300	150
9	Резервуари	дал	52247	0,8	0,6	33200	24900
10	Контейнери	м ³	12	1,5	0,5	18	6
11	Поли	м ²	1200	2	—	2400	
	РАЗОМ					59056	42924

В п/п №9 таблиці 2.15 враховується сумарний об'єм резервуарів, що піддаються мийці в середньому за добу. Добовий об'єм розраховують по формулі:

$$V_{\text{сер.}} = \sum_n k \cdot V / t, \quad (2.18)$$

де n – кількість видів резервуарів; k – кількість резервуарів одного виду (за призначенням); V – об'єм резервуару, дал; t – тривалість повного обороту резервуару, діб.

Використовуючи дані тал. 2.14, отримаємо:

$$V_{\text{сер.}} = 2 \cdot 400 / 1 + 14 \cdot 3600 / 5 + 13 \cdot 2000 / 3 + 4 \cdot 2000 / 1 + 2 \cdot 2000 / 1 + 2 \cdot 250 / 1 + \\ + 21 \cdot 5000 / 10 + 11 \cdot 5000 / 10 + 1 \cdot 4000 / 1 + 1 \cdot 200 / 1 = 52247 \text{ дал/добу.}$$

Отримані дані витрат води зведені у табл. 2.16.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						61
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.16 – Зведені витрати води

Технологічна операція	Характер забору	Температура, °С	Витрата води в добу, м³	Джерело постачання		Використовується повторно	Виходить з продуктом	Скидання у стоки по категоріям, м³/добу				Режим скидання стоків
				Водопровід	Артезіанська свердловина			1	2	3	4	
Охолодження м'язги	Безперервно	1	22,4	–	22,4	22,4	–	–	–	–	–	–
Мийка устаткування	Періодично	18	59	20	39	–	–	–	–	59	–	Періодично
	Періодично	70	43	20	23	–	–	–	–	43	–	Періодично

2.12 Розрахунок витрати пари

У даному проєкті передбачається використання насиченої водяної пари робочим тиском 0,3 МПа [6], яка надходить від загальнозаводської котельні. Пара застосовується для підігріву сусли у теплообмінниках, пропарювання резервуарів для дріжджової розводки, підігрівання води для мийки резервуарів, приготування суспензії бентоніту, а також для інших санітарно-технологічних операцій. Розрахунок витрати пари виконують окремо для кожного споживача з урахуванням необхідного теплового навантаження, режиму роботи обладнання (безперервного чи періодичного), тривалості циклів та коефіцієнтів одночасності. Узагальнені результати використовують для визначення загальної потреби цеху в парі, підбору

					2 Технологічна частина	Аркуш
						62
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

діаметрів паропроводів, конденсатопроводів та перевірки достатності продуктивності котельні.

1. Витрати пари на підігрівання води обчислюється по формулі [29]:

$$D = \frac{Q \cdot c \cdot (t_k - t_n)}{i_n - c_k t_k} \cdot x, \quad (2.20)$$

де Q – потрібна кількість гарячої води, кг/добу; t_k — кінцева температура води, °C; t_n – початкова температура води, °C; c – теплоємність води кДж/(кг·K); i_n – ентальпія пари, кДж/кг; c_k – теплоємність конденсату, кДж/(кг·K); x – коефіцієнт, що враховує втрати у навколишнє середовище.

$$D_1 = \frac{42924 \cdot 4,183 \cdot (70 - 25)}{2725,5 - 4,188 \cdot 70} \cdot 1,1 = 3654 \text{ кг/добу.}$$

2. Витрати пари для пропарювання дріжджових резервуарів. Відповідно до норм [26] витрати складають 20 кг / 1 м³ об'єму. Таким чином, витрати пари:

$$D_2' = 4,0 \cdot 20 \cdot 2 = 160 \text{ кг/добу.}$$

Із врахуванням втрат 10 %:

$$D_2 = 160 \cdot 1,1 / 100 = 176 \text{ кг/добу.}$$

3. Витрати пари при стерилізації сусла для готування дріжджової розводки. Добовий об'єм розводки: 309,0 дал/добу (див. пп. 2.9, № 7).

Витрати пари, згідно норм проектування [26] складають 1,4 кг/1 дал сусла:

$$D_3 = 309,0 \cdot 1,4 = 433 \text{ кг/добу.}$$

4. Витрати пари на готування суспензії бентоніту. Добові витрати бентоніту: 3858,0 кг (див. пп. 2.8). Отримують 20% робочу суміш. Витрати суспензії (див. пп. 2.9, № 16):

$$Q_{16} = 193,0 \text{ кг/добу.}$$

Отримують 20% робочу суміш.

$$Q_{с.б.} = 193,0 \cdot 100 / 20 = 965 \text{ кг/добу.}$$

Витрати пари, по формулі (2.20):

$$D_4 = \frac{965 \cdot 3,85 \cdot (100 - 25)}{2725,5 - 4,21 \cdot 100} \cdot 1,1 = 133 \text{ кг/добу.}$$

Отримані дані розрахунку зведені у табл. 2.17. Графік споживання пари представлений у табл. 18.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						63
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.17 – Зведена таблиця витрати пари

Технологічна операція	Параметри пари		Тривалість споживання пари в добу, год	Витрата пари, кг		Кількість конденсату пари, кК/год	Тривалість виділення конденсату в добу, год	Добова кількість конденсату, кг
	Тиск, МПа	Температура, °C		Добовий	Годинний			
1. Підігрівання води	0,3	135	3	3654	1218	–	–	–
2. Пропарка дріжджових резервуарів	0,3	135	1	176	176	160	2	160
3. Стерилізація сусла	0,3	135	2	433	217	217	1	433
4. Готування суспензії	0,3	135	2	133	66,5	–	–	–

Таблиця 2.18 – Погодинний графік споживання пари

Технологічна операція	Тиск пари, МПа	Витрати пари, кг/год									
		Години доби									
		8	9	10	11	12	14	15	16	17	18
Пропарка дріжджових резервуарів	0,3	176									
Підігрів води	0,3	1218 1218 1218									
Стерилізація сусла	0,3	217 217									
Готування суспензії		66,5 66,5									

2.13 Розрахунок витрат електроенергії

Витрати електроенергії визначають по формулі [25]:

$$B_E = \sum_{i=1}^z N \cdot t \cdot k, \quad (2.21)$$

де N – потужність привода, кВт;

t – час роботи електродвигуна, год;

k – кількість устаткування даного виду;

z – загальна кількість устаткування.

Розрахунок витрат електроенергії технологічним устаткуванням згідно з формулою (2.21) представлений у табл. 2.19.

Таблиця 2.19. – Розрахунок витрат електроенергії

№	Найменування устаткування	Кількість устаткування	Потужність електродвигуна, кВт	Час роботи електродвигуна, год	Витрати електроенергії, кВт·год
1	2	3	4	5	6
1	Електротельфер	2	2,5	9	45,0
2	Бункер-живильник	2	4,5	9	81,0
3	Гребеневіддільник-дробарка	2	2,5	9	45,0
4	Насос для м'язги	2	5,5	9	99,0
5	Транспортер гребенів	1	2,5	9	22,5
6	Установка сульфїтодозуюча	1	1	10	10,0
7	Теплообмінник пластинчастий	1	4	2	8,0
8	Апарат для дріжджів	2	5,5	4	44,0
9	Насос імперний	5	3	10	150,0
10	Винїфікатор ротаційний	14	8,5	10	1190,0
11	Насос відцентровий	4	4	10	160,0
12	Транспортер шнековий	5	3	9	135,0
13	Транспортер шнековий	2	2,5	10	50,0

1	2	3	4	5	6
14	Прес пневматичний	4	8,5	8	272,0
15	Насос відцентровий	4	3,5	10	140,0
16	Апарат для бентоніту	2	3	4	24,0
17	Фільтр дисковий	1	9,05	9	81,5
18	Резервуар для купажування	1	6	8	48,0
19	Апарат для концентрату	1	3	4	12,0
20	Насос для спирту	1	1,5	10	15,0
21	Фільтр пластинчастий	1	4,5	9	40,5
22	Фільтр вакуумний	1	16,4	9	147,6
	РАЗОМ				2820,1

Погодинні витрати електроенергії приймають 12 % від добових, тобто:

$$B_{Егод} = 2820 \cdot 12 / 100 = 340 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

2.14 Характеристика відходів і рекомендації щодо їх використання

У процесі переробки винограду та виробництва виноматеріалів утворюються побічні продукти і відходи, які можуть бути ефективно використані після відповідної переробки [7].

Основними відходами виробництва є гребені, виноградні вичавки, дріжджові осади, вуглекислий газ, клейові осади після фільтрації та стічні води.

Гребені, що відокремлюються під час дроблення винограду, містять до 40 % целюлози, дубильні речовини, азотисті сполуки і можуть використовуватись як сировина для виробництва добрив або кормових добавок.

Вичавки, отримані після пресування зброженої м'язги, характеризуються високим вмістом органічних речовин, фенольних сполук і насіння, тому їх застосовують для добування виноградної олії, етилового спирту або натуральних барвників [7].

Дріжджові осадки піддають сушінню чи екстрагуванню для отримання дріжджового автолізу або кормового білка. Клейові осадки, утворені після фільтрації на перліті, підлягають збору та компостуванню [7].

Вуглекислий газ, що виділяється при бродінні, може бути уловлений і використаний для технологічних або харчових потреб.

Стічні води проходять очищення у локальних очисних спорудах перед скиданням у каналізаційну систему [15].

Характеристика відходів виробництва представлена у табл. 2.20.

Таблиця 2.20. – Характеристика відходів виробництва

№	Найменування відходів	Агрегатний стан	Кількість відходів, т	Рекомендації щодо використання і збуту
1	Гребені виноградні	Твердий	89,94	Виробництво органо-мінеральних добрив, кормових добавок
2	Вичавки зброжені	Твердий	370,6	Отримання виноградної олії, барвників, спирту-сирцю, виннокислих сполук
3	Дріжджові, клейові осадки	Твердий	130,7	Виробництво кормового білка, дріжджового екстракту, виннокислих сполук
4	Вуглекислий газ	Газ	174,6	Виведення у атмосферу
5	Стічні води	Рідкий	2040,0	Біологічне очищення, повторне використання технічної води

Раціональне використання відходів виноробного виробництва має подвійне значення — екологічне та економічне. Запропонована схема поводження з відходами (гребені, вичавки, дріжджові осадки, стічні води) дозволяє суттєво зменшити обсяг екологічного навантаження на довкілля та одночасно підвищити ефективність виробництва за рахунок отримання додаткових продуктів. Таким чином, утилізація побічних продуктів формує замкнений технологічний цикл, знижує собівартість основної продукції та відповідає принципам сталого розвитку, забезпечуючи комплексну екологічну безпеку підприємства.

2.15 Контроль виробництва і управління якістю продукції

Контроль виробничого процесу є невід’ємною складовою забезпечення стабільної якості виноматеріалів та безпечності готової продукції. Основним завданням системи контролю є своєчасне виявлення відхилень від технологічних параметрів, запобігання втратам сировини та забезпечення відповідності продукції чинним стандартам і технічним умовам [27].

Контроль здійснюється лабораторією підприємства під керівництвом головного технолога і включає техно-хімічний, мікробіологічний та органолептичний контроль на всіх етапах — від приймання винограду до отримання готових виноматеріалів. До складу контролю входить визначення показників сировини (цукристість, кислотність, стан ягід), моніторинг перебігу бродіння, вмісту спирту, летких кислот, стабільності виноматеріалів тощо [30].

Послідовність і обсяг техно-хімічного та мікробіологічного контролю наведено в таблиці 2.21.

Система управління якістю на підприємстві базується на принципах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) [31] — аналізу ризиків і контролю критичних точок. Згідно з вимогами НАССР, здійснюється ідентифікація і моніторинг небезпечних чинників (біологічних, хімічних і фізичних), що можуть вплинути на безпечність продукції. До таких точок належать: приймання сировини, сульфитація, процес бродіння, стабілізація і фільтрація виноматеріалів, миття обладнання та ємностей.

Основні етапи контролю небезпечних чинників та відповідальні виконавці подані в таблиці 2.22.

Впровадження системи НАССР у поєднанні з регулярним техно-хімічним і мікробіологічним контролем забезпечує гарантовану якість, стабільність властивостей і безпечність виноматеріалів, що виробляються в цеху первинного виноробства.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						68
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.21 – Схема технохімічного і мікробіологічного контролю [27], [30]

Стадії процесу	Об'єкт контролю	Контрольний параметр	Метод і частота контролю	Нормативний параметр	Журнал технохімічного і мікробіологічного контролю
1	2	3	4	5	6
Дозрівання винограду	Виноград	Концентрація цукру	Рефрактометр. Щоденно	ДСТУ 7669:2014	№ 1. «Контроль за дозріванням винограду»
		Титрована кислотність	Титрування 0,1 н. розчином NaOH	ДСТУ 4112.13-2002	
		Фенольні речовини	Індекс Фолін-Чікольтеу	ДСТУ 4112.41-2003	
Приймання винограду	Виноград	Чистота сорту	Візуально	ДСТУ 2366-94	№ 2. «Контроль за прийманням винограду»
		Якість винограду і сторонні домішки	Візуально. Кожна партія.		
		Концентрація цукру	Рефрактометр	ДСТУ 7669:2014	
		Титрована кислотність	Титрування 0,1 н. розчином NaOH	ДСТУ 4112.13-2002	
		pH	Потенціометрично	ДСТУ 4112.24-2002	

Продовження таблиці 2.21

1	2	3	4	5	6
Переробка винограду, бродиння м'язги	М'язга	Густина	Пікно- метрично	ДСТУ 4112.1–2002	№ 3. «Контроль за переробкою винограду». № 6. «Контроль за обробкою оклеючими речовинами». № 10. «Мікро- біологічний контроль». № 4. «Хімічний контроль».
		Вміст діоксиду сірки	Йодометричне титрування	ДСТУ 4112.25–2002	
		Температура бродиння	Датчик температури	—	
		Мікро- біологічний стан	Мікроскопію- вання. Кожна партія	ІК 10.04.05- 40-89	
		Вміст спирту	Ареометрично	ДСТУ 4112.3–2002	
		Вміст цукру	Метод Бертрана	ДСТУ 4112.5–2002	
		Титрована кислотність	Титрування 0,1 н. розчи- ном NaOH	ДСТУ 4112.13-2002	
		Чистота культури та стан дріжджі- вих клітин	Мікроско- піювання. Щоденно.	ІК 10.04.05- 40-89	
		Вміст фенольних речовин	Індекс Фоліна- Чікольтеу	ДСТУ 4112.41:2003	
		Вологість вичавків	Висушування навіски	—	

Продовження таблиці 2.21

1	2	3	4	5	6
Купажування кріплених вино-матеріалів	Сусло-недоброд	Мікробіологічна чистота	Мікро-скопіювання	ІК 10.04.05-40-89	№ 3. «Контроль за переробкою винограду». № 10. «Мікробіологічний контроль». № 4. «Хімічний контроль».
		Вміст цукру	Метод Бертрана	ДСТУ 4112.5–2002	
		Вміст спирту	Ареометрично	ДСТУ 4112.3–2002	
		Температура бродіння	Датчик температури	—	
		Густина	Пікно-метрично	ДСТУ 4112.1–2002	
	Виноград-ний спирт	Якість	Відповідність. Кожна партія	ДСТУ 6041:2008	
		Вміст спирту	Ареометрично	ДСТУ 6041:2008	
	Концентрат соковий	Вміст цукру	Метод Бертрана	ДСТУ 7350:2013	
		Кислотність	Титрування розчином NaOH	ДСТУ 7349:2013	
	Зняття з дріжджів, освітлення	Молоді вино-матеріали	Мікробіологічний стан	Мікроскопіювання. Кожна партія	
Вміст цукру			Метод Бертрана	ДСТУ 4112.5–2002	
Прозорість			Нефелометром	—	
Вміст діоксиду сірки			Йодометричне титрування	ДСТУ 4112.25–2002	

Продовження таблиці 2.21

1	2	3	4	5	6
	Допоміжні матеріали	Якість	Відповідність технічним умовам. Кожна партія	РД-01–1994	«Контроль за технологічною обробкою вин»
Фільтрація	Вино-матеріали	Прозорість	Нефелометром	—	
Зберігання	Вино-матеріали	Органолептичні властивості	Органолептичний аналіз	ДСТУ ISO 6658:2005	№ 4. «Хімічний контроль».
		Вміст діоксиду сірки	Йодометричне титрування	ДСТУ 4112.25–2002	№5 «Контроль за розливостійкістю вин
		Концентрація цукру	Метод Бертрана	ДСТУ 4112.5–2002	№ 10. «Мікробіологічний контроль».
		Вміст спирту	Ареометрично	ДСТУ 4112.3–2002	
		Титрована кислотність	Титрування 0,1 н. розчином NaOH	ДСТУ 4112.13-2002	
		Мікробіологічний стан	Мікроскопіювання	ІК 10.04.05-40-89	
		Вміст загального екстракту	По відносній густині вина та його дистиляту	ДСТУ 4112.4-2002	
		pH	Потенціометрично	ДСТУ 4112.24-2002	

Кінець таблиці 2.21

1	2	3	4	5	6
		Вміст фенольних речовин	Індекс Фоліна-Чікольтеу	ДСТУ 4112.41:2003	№ 4. «Хімічний контроль». №5 «Контроль за розливо-стійкістю вин № 10. «Мікро-біологічний контроль».
		Леткі кислоти	Кислотно-лужне титрування	ДСТУ 4112.14–2002	
		Залізо, важкі метали	Атомно-абсорбційне спектро-метрування	ДСТУ 4112.30-35:2003	
		Цезій, Стронцій		ДСТУ 3240:2015	
	Повітря у приміщенні	Температура і вологість	3 рази у добу.	ДСТУ 12.1.004 ССБТ	№ 9. «Контроль за температурою і вологістю повітря»
	Приміщення	Санітарно-гігієнічний стан приміщень	Щоденно	ДСТУ EN 482:2016	
	Повітря робочої зони	Вміст шкідливих речовин	Газоаналізатор		

Таблиця 2.22 – Небезпечні чинники при виробництві продукції

Назва технологічного етапу		Небезпечний чинник		Джерела (причини, умови) виникнення, посилення небезпечного чинника	Вплив чинника	Засоби моніторингу
№ стадії	Стадія джерело небезпеки	Тип	Опис			
1	2	3	4	5	6	7
1	Виробництво сухих та кріплених виноматеріалів / Виноград	Фізичний	При ручному збиранні листки, пагони При машинному збиранні - листки, пагони, камінці	Навколишнє середовище	Середній	Вхідний контроль при прийманні; Акти, записи у технологічних журналах при прийманні; Протоколи досліджень
		Хімічний	Залишки хімічних реактивів з обробки винограду	Несвоєчасна обробка, порушення рецептури приготування реактиву	Незначний	Вхідний контроль при прийманні: Акти, записи у технологічних журналах при прийманні: Протоколи досліджень
		Мікробіологічний	Попшкоджені мікроорганізмами ягоди, комахи	Несвоєчасний, або недостатній захист рослин від шкідників	Незначний	Вхідний контроль при прийманні: Акти, записи у технологічних журналах при прийманні: Протоколи досліджень
		Алергенний	Залишки хімічних реактивів з обробки винограду	Несвоєчасна обробка, порушення рецептури приготування реактиву	Незначний	Вхідний контроль при прийманні; Акти, записи у технологічних журналах при прийманні; Протоколи досліджень

Продовження таблиці 2.22

1	2	3	4	5	6	7
2	Виробництво сухих та кріплених виноматеріалів /Виноматеріал столовий сухий	Фізичний	Забруднення	Пошкодження обладнання	Незначний	Журнали контролю предметів із скла і крихкого пластику
		Хімічний	Залишки дезінфікуючих. миючих засобів	Недотримання технології	Середній	Журнал контролю хімічних аналізів цеху в/м Технологічний журнал Журнал санітарного стану тари та обладнання Журнал невідповідностей, коригувальних, запобіжних дій та поліпшень
		Мікробіологічний	За мікробіологічними показниками	Не дотримання температури бродіння	Середній	Журнал мікробіологічного контролю Технологічний журнал. Журнал санітарного стану тари та обладнання
		Алергенний	Залишки хімічних реактивів з обробки винограду	Несвоєчасна обробка, порушення рецептури приготування реактиву	Незначний	Вхідний контроль при прийманні: Акти, записи у технологічних журналах при прийманні: Протоколи досліджень

Продовження таблиці 2.22

1	2	3	4	5	6	7
3	Виробництво сухих та кріплених вино-матеріалів /Виноматеріал кріплений	Фізичний	Забруднення	Пошкодження обладнання	Незначний	Журнали контролю предметів із скла і крихкого пластику
		Хімічний	Залишки дезінфікуючих. миючих засобів	Недотримання технології	Середній	Журнал контролю хімічних аналізів цеху в/м Технологічний журнал. Журнал санітарного стану тари та обладнання. Журнал невідповідностей, коригувальних, запобіжних дій та поліпшень
		Алергенний	Залишки хімічних реактивів з обробки винограду	Несвоєчасна обробка, порушення рецептури приготування реактиву	Незначний	Вхідний контроль при прийманні: Акти, записи у технологічних журналах при прийманні: Протоколи досліджень
3А	Виробництво кріплених вино-матеріалів / Спирт етиловий виноградний	Фізичний	Забруднення	Можуть потрапити при недотриманні умов виготовлення у постачальника і транспортуванні	Середній	Вхідний контроль при прийманні; Протоколи досліджень
		Хімічний	Токсичні елементи, допустимий рівень, мг/кг, не більше: свинцю – 0,5 кадмію – 0,05 ртуті – 0,01 миш'яку – 1,0.	Вхідна сировина може бути джерелом хімічних небезпечних чинників (початкова сировина і умови її переробки)	Незначний	Приймання сировини тільки по якісних посвідченнях і висновку санітарно-епідеміологічної експертизи
		Мікробіологічний	-	-		-
		Алергенний	Сторонні домішки	Можуть потрапити при недотриманні умов виготовлення у постачальника	Середній	Приймання сировини тільки по якісних посвідченнях і висновку санітарно-епідеміологічної експертизи

Продовження таблиці 2.22

1	2	3	4	5	6	7
ЗБ	Виробництво кріплених вино-матеріалів / Концентрат виноградний	Фізичний	Забруднення	Можуть потрапити при недотриманні умов виготовлення у постачальника і транспортуванні	Середній	Вхідний контроль при прийманні; Протоколи досліджень
		Хімічний	Токсичні елементи, допустимий рівень, мг/кг, не більше: свинцю – 0,5 кадмію – 0,05 ртуті – 0,01 миш'яку – 1,0.	Вхідна сировина може бути джерелом хімічних небезпечних чинників)	Незначний	Приймання сировини тільки по якісних посвідченнях і висновку санітарно-епідеміологічної експертизи
		Мікробіологічний	За мікробіологічними показниками	Не дотримання умов зберігання	Середній	Журнал мікробіологічного контролю Технологічний журнал
		Алергенний	Сторонні домішки	Можуть потрапити при недотриманні умов виготовлення у постачальника	Середній	Приймання сировини тільки по якісних посвідченнях і висновку санітарно-епідеміологічної експертизи
4	Зберігання вино-матеріалів/ Столові та кріплені виноматеріали	Фізичний	Забруднення	Можуть бути в сировині у разі недотримання умов транспортування	Незначний	Вхідний контроль при прийманні; Акти, записи у технологічних журналах при прийманні; Протоколи досліджень
		Хімічний	Залишки дезінфікуючих, миючих засобів		Середній	Робота з постачальниками – наявність Паспортів безпеки. Поточний контроль сировини у виробничій лабораторії; наявність у постачальників періодичної перевірки лабораторії (ЦСМС) на вміст сполук важких металів, пестицидів, гербіцидів, радіонуклідів.

Кінець таблиці 2.22

		Мікро-біологічний	За мікро-біологічними показниками	За мікробіологічними показниками	Не дотримання умов зберігання	Середній
4	Зберігання вино-матеріалів/ Столові та кріплені виноматеріали	Алергенний	Сторонні домішки	Можуть потрапити при недотриманні умов обробки і зберігання	Середній	Приймання сировини тільки по якісних посвідченнях і висновку санітарно-епідеміологічної експертизи

2.16 Компонування головного виробничого корпусу

Головний виробничий корпус є основною спорудою підприємства, у якій зосереджено всі ключові процеси первинного виноробства — від приймання винограду до зберігання готових виноматеріалів. При компонуванні враховано технологічну послідовність операцій, санітарно-гігієнічні вимоги, умови безпечної експлуатації та раціонального використання виробничих площ [6].

У структурі корпусу виділено кілька функціональних зон, що логічно взаємопов'язані між собою потоками сировини, напівпродуктів і готової продукції.

1. Приймально-дробильне відділення розташоване у прямику, що забезпечує зручність подачі винограду з автотранспорту. Тут здійснюється первинна підготовка сировини: приймання, видалення гребенів, дроблення ягід і сульфитація м'язги. Таке розташування сприяє покращенню умов обслуговування обладнання.

2. Блок ротвиніфікаторів для бродіння на м'яззі розміщений на відкритій ділянці поруч із головним корпусом. Це дає змогу забезпечити оптимальний температурний режим природною вентиляцією, полегшує обслуговування апаратів великого об'єму та зменшує ризик скупчення вуглекислого газу в робочих приміщеннях. Виведення цієї ділянки за межі корпусу також відповідає вимогам пожежної безпеки та охорони праці.

3. Відділення обробки виноматеріалів включає зону пресування збродженої м'язги, резервуари для доброджування, апарати для купажування, фільтраційне обладнання та резервуари для стабілізації продукції. Технологічні лінії розміщені з

урахуванням мінімальної довжини трубопроводів і зручності переміщення виноматеріалів під дією сили тяжіння або насосів.

4. Відділення зберігання виноматеріалів призначене для короткострокового або середньострокового зберігання продукції перед розливом або витримкою. Тут передбачені термоізовані ємності з температурним контролем і можливістю подачі охолоджувального агента для стабілізації виноматеріалів.

5. Приміщення для приймання та зберігання спирту обладнане ізовано від основного виробництва, має окремий вхід через тамбур, протипожежний захист, систему сигналізації та вентиляції. Усі трубопроводи виконані герметичними, з антикорозійного матеріалу, відповідно до вимог безпеки при роботі з легкозаймистими речовинами.

Для забезпечення безпечних умов праці сульфітодозуюча установка винесена за межі цеху — вона розташована в окремому вентильованому приміщенні або на відкритому майданчику з навісом. Це мінімізує вплив діоксиду сірки на повітряне середовище робочої зони.

Компонування корпусу виконано відповідно до технологічної схеми виробництва, забезпечує пряму послідовність руху матеріалів та ефективну організацію робочих процесів. Проходи між обладнанням, відстані до стін, колон і комунікацій прийняті згідно з вимогами санітарних, будівельних і протипожежних норм.

Проектовані рішення відповідають нормативним документам:

- ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення;
- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва;
- НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки України;
- НАПБ Б.03.003-2008 Протипожежні норми проектування підприємств виноробної промисловості;
- НПАОП 15.9-1.27-12 Правила охорони праці для виноробного виробництва

Усі конструктивні рішення спрямовані на створення ергономічного, енергоефективного та безпечного виробничого середовища, що забезпечує високу якість продукції, мінімізацію втрат сировини та дотримання вимог охорони праці й екологічних стандартів.

					2 Технологічна частина	Аркуш
						79
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Автоматизація виробничих процесів

При виробництві вина автоматизація охоплює всі основні етапи технологічного циклу — від приймання та переробки винограду до обробки й зберігання виноматеріалів. Застосування сучасних сенсорів, електронних регуляторів і комп'ютеризованих систем керування дозволяє зменшити втрати сировини та енергії, забезпечити сталість температурних і гідравлічних режимів, покращити якість і відтворюваність виноматеріалів, підвищити рівень санітарії, безпеки праці й екологічного контролю [3].

Серед основних засобів автоматизації, що застосовуються у виноробстві, — датчики рівня, температури, тиску, витрати, терморегулятори бродильних апаратів, електроприводи клапанів і насосів. Керування здійснюється через програмовані логічні контролери (ПЛК) із передачею даних на центральний операторський пульт або дисплейний термінал [32].

У сучасних автоматизованих лініях широко використовуються системи SCADA, що дозволяють вести моніторинг технологічних процесів у реальному часі, фіксувати дані для подальшого аналізу та формувати звіти про роботу обладнання.

У межах даного проєкту передбачається комплексна автоматизація основної технологічної лінії цеху первинного виноробства, починаючи від приймання сировини, зброджування м'язги та пресування (див. рис. 3.1). Передбачено автоматичний контроль і регулювання:

- температури бродіння у ротовиніфікаторах;
- рівня м'язги в бункерах і ємностях;
- подачі суслу і виноматеріалу насосами;
- тиску повітря у пневматичних пресах;
- дозування сірчистого ангідриду при сульфітації м'язги;
- параметрів мийки резервуарів і фільтраційних установок.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Журавльова			3 Автоматизація виробничих процесів		Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.		Мамай					Б	80	4
Керівник		Мамай					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.		Валько							

Усі вимірювальні прилади з'єднані з контролерами, що забезпечують централізоване керування та візуалізацію параметрів на операторському пульті. Це дозволяє підтримувати оптимальні умови перебігу процесів, скоротити час простоїв та мінімізувати вплив людського чинника.

Автоматизація технологічного процесу цеху первинного виноробства [33] передбачає централізований контроль і регулювання основних параметрів — температури, тиску, рівня, подачі, дозування реагентів і часу перебігу процесів. Система побудована на основі програмованого логічного контролера (ПЛК), який отримує сигнали від датчиків, обробляє їх і формує команди на виконавчі механізми — електроприводи, клапани, насоси, компресори тощо. Усі дані відображаються на операторському пульті SCADA-панелі, що дозволяє візуально контролювати стан лінії та оперативно реагувати на відхилення.

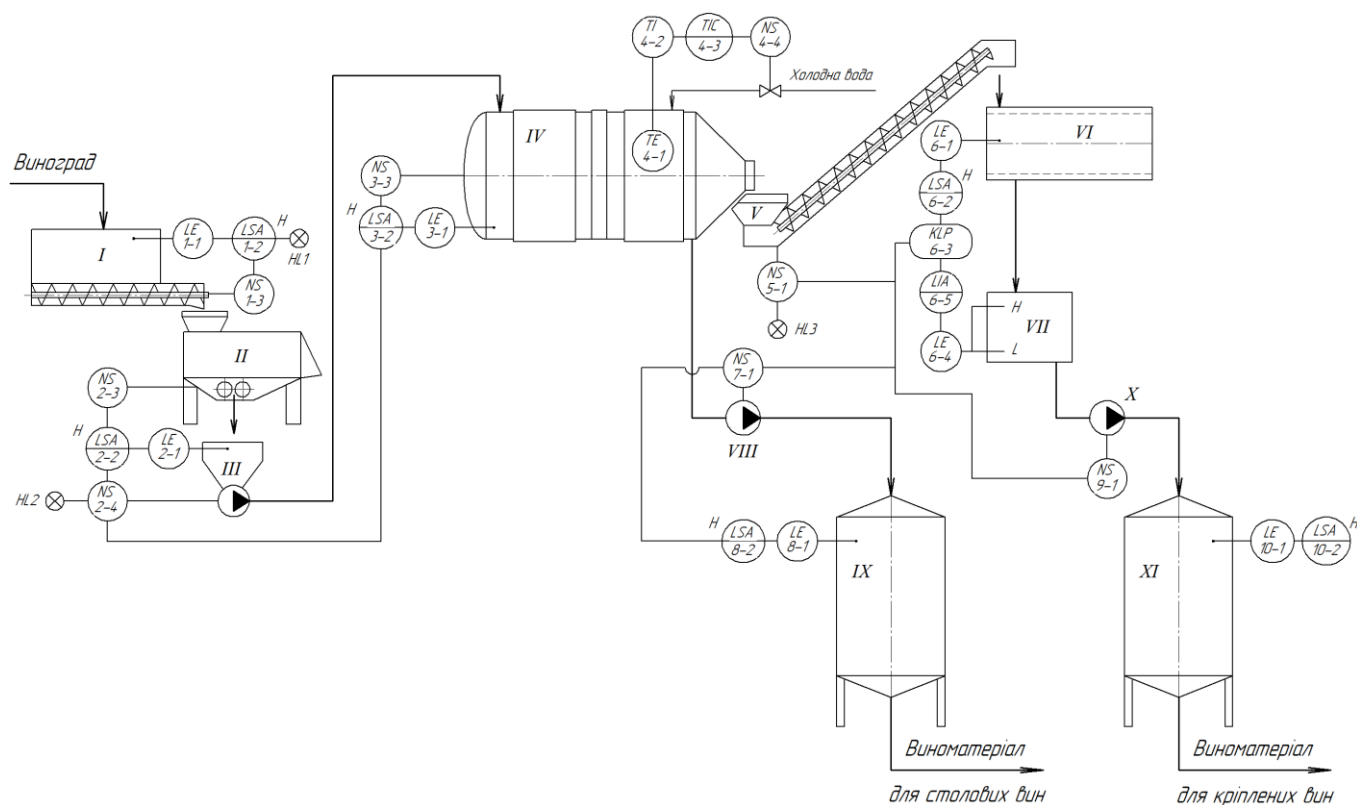


Рисунок 3.1 – Схема автоматизації переробки винограду і бродіння м'язги

Рівень винограду в бункері-живильнику (I) контролюється датчиком верхнього рівня (1-1), сигнал якого надходить на електронний регулятор (1-2). Регулятор керує швидкістю подачі сировини шнековим транспортером, а при перевищенні встановленої позначки вмикається сигналізація HL1 та блокується подача від конвеєра.

Рівень м'язги у бункері м'язгонасоса (III) контролюється датчиком (2-1), що регулює роботу гребеневіддільника-дробарки (II). При досягненні м'язгою електроду датчика (2-1), який визначає зміну струму між електродами, автоматично запускається насос (III), і м'язга подається у ротаційний виніфікатор (IV). Через 20–30 секунд після запуску насоса блокується робота дробарки (II) та вмикається сигналізація HL2, що запобігає її повторному пуску під навантаженням.

Робота м'язгонасосу також контролюється датчиком рівня (3-1) виніфікатора (IV), при спрацьовуванні якого електронний регулятор (3-2) вимикає м'язгонасос (III) і відповідно дробарку (II) з бункером-живильником (I), а також вмикає двигун мішалки апарату (IV).

Таймер перемішування керує періодичним включенням механічної мішалки апарату (IV) через магнітний пускач (3-3). Інтервали роботи задаються програмно через SCADA — наприклад, 10 хв роботи кожні 2 год. Це забезпечує рівномірне протікання процесів мацерації та запобігає утворенню щільної “шапки” мезги.

Оптимальну температуру м'язги при бродінні регулює трьохканальний мікропроцесорний регулятор (4-3), який отримує дані від датчиків температури (термометри опору типу Pt100) (4-1), які розташовані в нижній та середній частині апарату (IV). Інформація подається на контролер (4-3), який керує електромагнітним клапаном охолоджувального контуру через пускач (4-4) в сорочку апарату (IV). При перевищенні температури понад заданий поріг (наприклад, 30 °C) система автоматично відкриває клапан і подає холодоносій у сорочку ротовиніфікатора. При охолодженні до нижньої межі (25 °C) клапан закривається. відкриває кран подачі води через пускач (4-4) в сорочку апарату (IV).

Відділення самопливної фракції з ротовиніфікатора (IV) проводиться насосом (VIII). Цей насос вмикається програмно через SCADA при досягненні необхідних параметрів бродіння. Його вмикання і вимикання здійснюється через магнітний пускач (7-1). Також цим насосом керують датчики рівня (8-1), що встановлені у прийомних резервуарах (IX) через електронні сигналізатори рівня (8-2).

Наповнення і подальша робота пневматичного пресу (VI) регулюється програмованим логічним контролером (6-3). При спрацьовуванні датчика рівня (6-1) сигналізатор (6-2) подає сигнал у контролер (6-3), який вмикає м'язгонасос (V) і

					3 Автоматизація виробничих процесів	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		82

сигналізацію заповнення *HL3*. Пресове сусло-недоброд при цьому зливається у збірник (VII). Заповнення збірника (VII) до верхнього електроду двохпозиційного датчика (6-4) приводить до спрацювання сигналізатора, що подає сигнал у контролер (6-3). Відбувається скидання тиску в пресі (VI) і сигнал надходить на систему керування насосом (X), що відкачує сусло в резервуар (XI).

У збірнику (VII) верхній електрод датчика (6-4) встановлюється так, щоб залишався запас вільного об'єму, що виключає переповнення після зупинки пресу. Спорожнення збірника до нижнього електроду автоматично вимикає насос (VIII). Він також зупиняється при спрацюванні датчика (8-1) у резервуарі (IX), коли рівень досягає контрольної позначки.

Пневматичні мембранні преси є ключовими апаратами у технологічному циклі переробки червоних сортів винограду. Їхнє керування здійснюється автономним програмованим логічним контролером (ПЛК преса), який водночас інтегрований у загальну систему автоматизації лінії через промислову мережу обміну даними (Modbus RTU / Ethernet).

Такий підхід забезпечує локальну автономність управління пресом (у межах одного циклу) та централізований моніторинг і координацію з іншими технологічними вузлами.

ПЛК пресів працює у тісному зв'язку з [32]:

- ПЛК насосної станції — сигнали “заповнення” і “злив” синхронізуються, щоб уникнути гідроударів і переповнення ємностей.
- Системою контролю м'язги — датчики рівня у ротовиніфікаторах блокують подачу м'язги, якщо всі преси зайняті або заповнені.
- Системою сигналізації та безпеки — при перевищенні тиску, відкритому люку чи відсутності пневмоподачі ПЛК негайно зупиняє процес і подає аварійний сигнал центральному контролеру.

4 Будівельна частина

4.1 Будівельні рішення

У рамках архітектурно-будівельної частини кваліфікаційної роботи передбачено спорудження виробничого корпусу цеху первинної переробки червоних сортів винограду, призначеного для отримання столових сухих та кріплених виноматеріалів продуктивністю — 2700 т винограду за сезон.

Запроектована будівля — одноповерхова споруда прямокутної форми. Висота до низу несучих елементів покриття становить 8,4 м, габаритні розміри в осях — 24×66 м.

У приміщенні передбачається розміщення основних технологічних зон:

- дробильного відділення,
- приміщення приймання спирту,
- бродильно-відстійного блоку,
- резервуарного відділення зберігання виноматеріалів.

Побутові приміщення персоналу не розташовуються у виробничій будівлі — їх винесено в адміністративний корпус (поз. 2 генплану). Технологічні ділянки відокремлюються легкими внутрішніми перегородками, частково зашкеленими, що дає змогу підтримувати візуальний контроль за обладнанням і водночас ізолювати його за санітарно-гігієнічними вимогами.

Для доступу до обладнання, розташованого на різних рівнях, передбачені металеві обслуговуючі платформи зі сходами.

Будівлю спроектовано в конструктивній схемі з повним залізобетонним каркасом та самонесучими цегляними стінами, встановленими по збірних фундаментних балках [34].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Журавльова				4 Будівельна частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.	Валько					Б	84	5
Керівник	Мамай					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.	Валько							

Крок колон становить 6,0 м, проліт збірних двосхилих балок покриття — 12,0 м.

Фундамент під колони — монолітний стаканного типу. Під зовнішні стіни влаштовуються збірні залізобетонні фундаментні балки.

Стіни зовнішні — цегляні зі силікатної цегли М150 на розчині М50, товщиною 380 мм; внутрішні — 250 мм; перегородки виконуються каркасними з металевих профілів, окремі — скляні.

Збірні залізобетонні колони мають переріз 400×400 мм.

Покриття — плити залізобетонні ребристі, шириною 3,0 м, прольотом 6,0 м.

Покрівля рулонного типу (три шари руберойду на бітумній мастиці) по цементній стяжці; утеплення — пінобетон густиною $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$, товщина 140 мм.

Водостік — внутрішній організований [35].

Підлоги виконуються із мозаїчного бетону М300 по бетонній підготовці з гідроізоляцією з рулонних матеріалів.

Фасади — цегляне мурування під розшивку швів; цоколь — оштукатурений і пофарбований силікатною фарбою.

Внутрішні поверхні виконуються з розшивкою швів, вапняним фарбуванням та частковим облицюванням глазурованою плиткою у вологих приміщеннях. Металеві конструкції фарбуються олійною фарбою у два шари, по ґрунтовці ГФ-021.

Обслуговуючі платформи та сходи — металеві, з рифленим сталевим настилом.

Для зменшення впливу шуму та вібрації під обладнанням застосовуються вібропоглинальні елементи.

Побутові приміщення розміщені в адміністративному корпусі, забезпечено організацію харчування працюючих у заводській їдальні.

Антикорозійний захист металевих конструкцій виконується відповідно до ДСТУ Б В.2.6-193:2013; металеві елементи фарбуються емаллю ПФ-133 у два шари по ґрунтовці ГФ-021.

Проектоване виробництво належить до категорії пожежної небезпеки «В», а зона приймання спирту — до категорії «А». Наявні несучі конструкції відповідають

					4 Будівельна частина	Аркуш
						85
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ступеню вогнестійкості II [34]. Розміщення будівлі враховує протипожежні розриви згідно з ДБН В.1.2-7:2021.

Передбачено достатню кількість евакуаційних виходів, що ведуть безпосередньо на відкрите подвір'я підприємства.

Об'ємно-планувальні рішення, шляхи евакуації та межі вогнестійкості конструкцій відповідають вимогам: ДБН В.1.1-7-2016, НАПБ Б.03.003-2008.

Пожежні машини мають вільний доступ до будівлі, гасіння можливе від гідрантів внутрішньомайданчикowego водопроводу. Під'їзди мають тверде дорожнє покриття.

4.2 Рішення щодо інженерного забезпечення

Водопостачання та водовідведення. Системи водопостачання та водовідведення розроблені відповідно до ДБН В.2.5-64:2012. Підключення здійснюється до існуючих мереж підприємства діаметром 100 мм, з напором у вузлі вводу 12 м вод. ст. [35].

Вода використовується для технологічних операцій (миття підлоги, обладнання), а також для господарсько-побутових потреб. Трубопроводи виконуються зі сталевих оцинкованих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019.

Для каналізації передбачені чавунні труби $D = 100$ і 200 мм, згідно ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Монтаж виконують згідно ДБН А.3.2-2-2009.

Опалення і вентиляція. Системи опалення, вентиляції та кондиціонування розроблені відповідно до ДБН В.2.5-67:2013. Опалення — двотрубне, з верхнім розведенням; теплоносій — вода з параметрами $150/70$ °C [35] від заводської котельні.

У виробничих приміщеннях основними шкідливими чинниками є CO_2 і висока вологість (до 75 %). Основне обладнання герметизоване та оснащене дихальними клапанами. Для нормального режиму роботи достатня природна вентиляція з 1-кратним повітрообміном.

					4 Будівельна частина	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		86

У прямку дробильно-пресового відділення передбачено механічну вентиляцію з 3-кратним повітрообміном, яка вмикається автоматично при перевищенні концентрації CO₂ понад 20 % від нижньої допустимої межі, або вручну.

Повітроводи і вентиляційні агрегати заземлені та захищені від статичної електрики.

Освітлення робочих місць. Освітлення виробничих приміщень є важливою умовою безпечної роботи та якісного виконання технологічних операцій. У проєкті передбачено поєднання природного та штучного освітлення відповідно до вимог ДБН та норм охорони праці. Природне світло надходить через засклені віконні прорізи по периметру будівлі, що забезпечує достатню освітленість у денний час і знижує енергоспоживання.

Штучне освітлення здійснюється електросвітильниками загального й локального призначення. Нормативний рівень освітленості 150 лк визначено з урахуванням специфіки технологічних операцій та санітарних вимог. У зонах, де потрібна підвищена точність (контроль якості, переливання, фільтрація), передбачене додаткове локальне освітлення.

Світильники розміщені таким чином, щоб мінімізувати тіньові ділянки та забезпечити рівномірне світлове покриття робочих зон. Використовуються енергоощадні вологостійкі світильники, а електропроводка виконана у захищеному виконанні з дотриманням протипожежних вимог.

4.3 Опис генерального плану

Генеральний план підприємства розроблено на основі технічного завдання та результатів інженерно-геодезичних і геологічних досліджень, із суворим дотриманням вимог чинних містобудівних норм, зокрема ДБН 360-92, ДБН В.1.1-8-2005 та ДБН В.2.3-4-2007. Планування території забезпечує раціональне використання площі, оптимальні логістичні зв'язки між технологічними зонами та відповідність санітарно-гігієнічним і протипожежним нормативам.

					4 Будівельна частина	Аркуш
						87
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділянка забудови розміщена по вул. Воронцова, має видовжену прямокутну форму та орієнтована по лінії південь-північ. Територія повністю огорожена капітальним металевим парканом висотою 2,5 м, що забезпечує контрольованість доступу та охорону об'єкта. На територію організовано два автомобільні в'їзди — основний з пров. Виноградного та додатковий зі сторони вул. Валуйко. Під'їзд транспорту з контейнерами для приймання винограду, а також його зважування передбачено через пров. Голіцина, що мінімізує перетинання транспортних потоків.

Земельна ділянка обладнана всіма необхідними інженерними мережами: системами водопостачання, каналізації, електропостачання, а також зовнішнім освітленням. На території прокладені дорожні проїзди з асфальтобетонним покриттям, які забезпечують безперебійний рух технологічного та службового транспорту. У межах майданчика збережено та частково впорядковано зелені насадження: газони, квітники, окремі декоративні дерева й кущі.

Рельєф території спокійний, з ухилом на схід до 1,0 м [35], що дозволяє організувати природний поверхневий стік дощових і талих вод. За потреби вода додатково відводиться по відкритих лотках за рельєфом.

Генеральний план передбачає чітке функціональне зонування території:

- виробничу зону (основний корпус, цех розливу, цех вторинних продуктів),
- інженерну зону (котельня, трансформаторна підстанція, насосна, резервуар пожежогасіння),
- адміністративно-побутову зону (адмінкорпус, їдальня),
- складську та допоміжну зони (спиртосховище, ремонтна майстерня, автовагова).

Розташування будівель забезпечує продуману логістику переміщення сировини, матеріалів і готової продукції без перетину небажаних потоків, що важливо для підтримання санітарних вимог та пожежної безпеки.

Загальна площа майданчика становить 23000 м², забудова — 10350 м², коефіцієнт забудови:

$$K_z = \frac{10350 \cdot 100}{23000} = 45 \%,$$

що відповідає допустимим нормам щільності забудови промислових територій.

					4 Будівельна частина	Аркуш
						88
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Інженерія безпеки

5.1 Загальні вимоги безпеки виробництва

Забезпечення безпечних умов праці під час переробки винограду та виробництва виноматеріалів є одним із ключових напрямів організації роботи підприємства. Технологічні процеси первинного виноробства пов'язані з дією низки небезпечних та шкідливих виробничих факторів, серед яких: рухомі елементи машин та механізмів, підвищений рівень шуму і вібрації, наявність діоксиду вуглецю в зоні бродіння, використання сірчистого ангідриду та спирту-ректифікату, можливість отримання термічних і хімічних опіків, а також ризики ураження електричним струмом. Тому побудова цілісної системи інженерії безпеки є необхідною умовою для безперервної та безаварійної роботи цеху.

Основою організації безпеки виробництва є дотримання вимог законодавства України у сфері охорони праці, а також спеціалізованих галузевих нормативних документів: НПАОП, ДБН, ДСТУ та санітарних правил для підприємств харчової промисловості. Усі технологічні операції виконуються відповідно до затверджених інструкцій з охорони праці, із проведенням своєчасного первинного та періодичного інструктажу персоналу [36].

5.2 Безпека технологічного обладнання та процесів

Безпечна експлуатація технологічного обладнання є вирішальним чинником стабільної та безаварійної роботи цеху первинного виноробства. Технологічний комплекс включає дробарки-гребеневіддільники, насоси різних типів, ротаційні виніфікатори, теплообмінники, пневматичні пресові установки, резервуарне обладнання та допоміжні механізми.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Здобувач	Журавльова				5 Інженерія безпеки	Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт.	Валько					Б	89	6
Керівник	Мамай					ХНТУ Кафедра ХТ – 2026		
Зав. каф.	Валько							

Кожна група машин характеризується власними ризиками, що потребують врахування при організації роботи та технічного обслуговування [37].

Основні небезпеки пов'язані з рухомими частинами механізмів: шнеками, валами, робочими органами дробарок, мішалками резервуарів. Для їх усунення передбачаються огороження, блокувальні пристрої, кінцеві вимикачі, а на окремих вузлах — аварійні зупиняючі кнопки, розміщені в доступних місцях. Ремонт, очищення та налагодження дозволяється виконувати лише при повній зупинці обладнання, з обов'язковим відключенням від електромережі.

Особлива увага приділяється безпеці операцій, що пов'язані з тиском і температурою. Пневматичні мембранні пресові установки, теплообмінники та резервуари оснащуються контрольно-вимірювальними приладами, датчиками тиску, температури й рівня, а також запобіжними клапанами для недопущення перевищення допустимих параметрів. Робота виніфікаторів контролюється через системи автоматизації, які здійснюють регулювання швидкості обертання, циркуляції м'язги та подачі CO₂.

Безпечна експлуатація електроприводів забезпечується відповідністю електрообладнання вимогам електробезпеки, наявністю заземлення, автоматичного вимкнення при короткому замиканні та захисту від випадкового доступу. У приміщеннях з підвищеною вологістю застосовують герметичні світильники та кабельні канали, що виключають контакт з рідиною.

Особливі вимоги встановлюються до обладнання, яке працює з харчовою сировиною. Усі поверхні, що контактують із продуктом, повинні бути виготовлені з корозійностійких матеріалів, легко піддаватися санітарній обробці та не допускати забруднення виноматеріалів мастилами або сторонніми домішками [37].

Загалом система безпеки технологічного обладнання ґрунтується на поєднанні технічних та організаційних заходів: регламентованому технічному обслуговуванні, періодичних перевірках стану вузлів, контролі показників роботи в автоматичному та ручному режимах, а також суворому дотриманні персоналом інструкцій та правил охорони праці. Такий підхід забезпечує надійну експлуатацію обладнання та мінімізує ризик виникнення аварійних ситуацій.

					5 Інженерія безпеки	Аркуш
						90
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Хімічна та вибухопожежна безпека

Хімічна та вибухопожежна безпека є одним із ключових напрямів інженерії безпеки на підприємствах первинного виноробства, оскільки технологічний процес включає роботу з хімічними речовинами, легкозаймистими рідинами та газами, а також утворення вибухонебезпечних концентрацій діоксиду вуглецю. Ефективна система захисту передбачає комплекс технічних, організаційних та профілактичних заходів, спрямованих на запобігання аварійним ситуаціям та мінімізацію ризиків для персоналу.

Одним із важливих хімічних чинників є використання сірчистого ангідриду (SO_2), який застосовується для сульфітації м'язги та виноматеріалів. Робота із цією речовиною вимагає дотримання суворих правил безпеки: наявності локальної витяжної вентиляції, використання індивідуальних засобів захисту, контролю дозування через автоматизовані системи. Зберігання SO_2 здійснюється у спеціально виділеній зоні з обмеженим доступом, а його подача на лінію — у повністю герметичних трубопроводах [39].

Додаткові хімічні ризики пов'язані з використанням дезінфектантів, мийних розчинів та підготовчих реагентів. Усі ці речовини мають зберігатися у спеціальних приміщеннях із дотриманням вимог щодо маркування, температурного режиму та інструкцій виробника. При роботі зі спиртом-ректифікатом передбачено окреме пожежонебезпечне приміщення категорії «А», обладнане вибухозахищеною арматурою, вентиляцією та засобами пожежогасіння.

Суттєвим небезпечним фактором є утворення діоксиду вуглецю під час алкогольного бродіння. Концентрація CO_2 у бродильних відділеннях може сягати небезпечних значень, тому виніфікатори, резервуари та комунікації оснащуються дихальними клапанами та запобіжною арматурою. Для контролю за складом повітря застосовуються газоаналізатори, що автоматично подають сигнал на запуск механічної вентиляції при досягненні критичних рівнів газу. Це дає змогу унеможливити отруєння персоналу та накопичення небезпечного середовища.

Пожежна безпека забезпечується шляхом поєднання конструктивних та технічних заходів: використанням вогнестійких матеріалів, правильним зонуванням

					5 Інженерія безпеки	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		91

приміщень, встановленням автоматичної пожежної сигналізації, розміщенням вогнегасників, внутрішніх пожежних кранів і забезпеченням вільного доступу пожежних автомобілів. Усі електротехнічні мережі, що розташовані у вибухонебезпечних зонах, виконуються у вибухозахищеному виконанні та мають відповідати вимогам відповідних стандартів [38].

5.4 Санітарно-гігієнічні умови праці

Створення належних санітарно-гігієнічних умов праці є важливою складовою забезпечення безпеки персоналу й ефективності технологічного процесу. У приміщеннях цеху первинного виноробства працівники можуть зазнавати впливу підвищеної вологості, різниць температур, специфічних запахів, діоксиду вуглецю, шуму та вібрацій від роботи технологічного обладнання. Тому організація виробничого середовища здійснюється з урахуванням галузевих санітарних норм та вимог охорони праці.

Одним із ключових чинників є контроль мікроклімату. У цеху підтримуються параметри температури та вологості, встановлені для підприємств харчової промисловості. Приміщення з підвищеною вологістю та виділенням тепла обладнуються системами природної та механічної вентиляції, що забезпечують необхідний повітрообмін і запобігають накопиченню вуглекислого газу. Технологічне обладнання герметизоване, а його дихальні клапани виведені назовні, що зменшує ризик потрапляння CO₂ у робочу зону [39].

Освітлення виробничих приміщень організовано відповідно до норм, що передбачають рівень освітленості 150 лк для основних робочих зон [36]. Правильно спроектована система освітлення знижує стомлюваність працівників, сприяє точному виконанню технологічних операцій та запобігає травматизму. В уособлених технологічних зонах можливе локальне підсилення освітлення.

В цехах створено захист працівників від шуму та вібрації. Основні джерела шумового навантаження — дробарки, насоси, пневматичні преси. Для зменшення їх впливу використовується віброгасильне обладнання, демпфуючі прокладки та

правильне розміщення агрегатів у просторі. Персонал, що працює у зонах підвищеного шуму, забезпечується засобами індивідуального захисту органів слуху.

Санітарні умови праці включають також організацію побутових приміщень: гардеробних, душових, кімнат для відпочинку під час перерви, пунктів харчування. Вони розміщені в адміністративному корпусі згідно з вимогами санітарного законодавства та забезпечують гігієнічні умови для відновлення працездатності персоналу [36].

Загалом санітарно-гігієнічні заходи спрямовані на створення комфортного, контрольованого й безпечного виробничого середовища, яке сприяє зниженню професійних ризиків, збереженню здоров'я працівників та підвищенню продуктивності праці.

5.5 Організаційні заходи та аварійна готовність

Організаційні заходи є фундаментальною частиною системи інженерії безпеки, оскільки вони визначають порядок взаємодії персоналу, структуру відповідальності та правила реагування на небезпечні ситуації під час роботи цеху первинного виноробства. Ефективна організація охорони праці базується на поєднанні нормативних вимог, внутрішніх регламентів підприємства та систематичного навчання працівників [36].

Одним із базових елементів організації безпеки є навчання та інструктаж персоналу. Усі працівники проходять первинний, повторний та позаплановий інструктаж, а також щорічну перевірку знань із питань охорони праці. Фахівці, які працюють зі сірчистим ангідридом, спиртом-ректифікатом, насосним та пресовим обладнанням, додатково отримують спеціалізовану підготовку щодо роботи у підвищено небезпечних умовах. Інструкції з охорони праці розміщуються безпосередньо у виробничих зонах для швидкого доступу персоналу.

Аварійна готовність підприємства передбачає наявність розроблених та затверджених планів реагування на можливі нештатні ситуації: витік SO₂, підвищення концентрації CO₂ у бродильних відділеннях, пожежа, розлив спирту,

					5 Інженерія безпеки	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		93

вихід обладнання з ладу. У разі виникнення таких ситуацій персонал діє відповідно до визначених алгоритмів, що зменшує ризик ураження працівників і забезпечує швидку локалізацію небезпечного фактору.

Для роботи у випадку хімічних аварій у технологічних приміщеннях передбачено аварійні душі та промивні пристрої для очей. У місцях зберігання та використання спирту встановлені вибухозахищені електроприлади, а в зоні бродіння працюють газоаналізатори, які автоматично активують механічну вентиляцію при перевищенні допустимих концентрацій CO₂. Крім того, у приміщеннях розміщені кнопки аварійного відключення обладнання.

Система організаційних заходів включає регулярні навчальні тренування, спрямовані на формування навичок швидкої евакуації та взаємодії між працівниками. Евакуаційні шляхи позначені відповідними покажчиками, а плани евакуації розташовані у зонах загального доступу. На підприємстві створено відповідальні служби — зокрема, комісію з охорони праці та оперативну групу, що координує дії у разі надзвичайних ситуацій [39].

Завдяки впровадженню системних організаційних заходів та підтриманню високого рівня аварійної готовності забезпечується безпечна експлуатація цеху, мінімізуються ризики для здоров'я персоналу та запобігаються можливим ушкодженням обладнання й технологічних комунікацій.

					5 Інженерія безпеки	Аркуш
						94
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Охорона навколишнього середовища

Діяльність виноробного підприємства потребує дотримання природоохоронних вимог, оскільки технологічні процеси супроводжуються утворенням відходів, стічних вод, викидів вуглекислого газу та використанням хімічних реагентів. Заходи з охорони довкілля спрямовані на мінімізацію негативного впливу виробництва на атмосферу, ґрунт, водні ресурси та навколишні екосистеми, а також на раціональне використання природних ресурсів [40].

Виробництво виноматеріалів супроводжується утворенням органічних відходів, стічних вод, тому в проєкті передбачено комплекс заходів для мінімізації екологічного впливу. Відходи виробництва збираються окремо і переробляються на підприємстві. Стічні води містять органічні забруднення, залишки продукту. Перед надходженням у зовнішню мережу каналізації вони проходять механічне очищення у відстійниках і сітчастих фільтрах, що значно зменшує навантаження на міські очисні споруди. Хімічно активні реагенти застосовуються в суворій відповідності до норм, що гарантує відсутність їх надмірного потрапляння у стічні води.

Джерело теплопостачання підприємства — заводська котельня, що працює з дотриманням екологічних норм щодо викидів і контролюється згідно з чинним законодавством. Спиртосховище обладнане спеціальними засобами, що унеможливує потрапляння спирту у ґрунт чи атмосферу.

Раціональне використання води забезпечується застосуванням мийних систем із регульованою витратою та регулярним контролем водоспоживання. Для зменшення енергетичних втрат реалізовано теплоізоляцію трубопроводів і резервуарів, що дозволяє знизити загальне навантаження на котельню та мінімізувати непродуктивні викиди.

Комплекс заходів із охорони навколишнього середовища забезпечує екологічну безпеку технологічного процесу, сприяє ефективному використанню ресурсів і відповідає сучасним вимогам сталого виробництва та екологічної відповідальності підприємства.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Здобувач</i>	<i>Журавльова</i>				6 Охорона навколишнього середовища	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>						<i>Б</i>	95	1
<i>Керівник</i>	<i>Мамай</i>					<i>ХНТУ, Кафедра ХТ – 2026</i>		
<i>Зав. каф.</i>	<i>Валько</i>							

Висновки

У ході виконання кваліфікаційної роботи розроблено технологічний проєкт цеху первинної переробки червоних сортів винограду з виробництвом столових сухих та кріплених виноматеріалів. Основна увага була зосереджена на розробці та обґрунтуванні технологічної схеми, яка забезпечує високу якість виноматеріалів, стабільність процесів і раціональне використання сировини.

Запропонована технологія поєднує класичний метод бродіння на м'яззі, що забезпечує високу екстракцію фенольних речовин, із використанням сучасного високопродуктивного обладнання, що значно підвищує стабільність процесів та загальну ефективність виробництва. Особливістю схеми є застосування ротаційних виніфікаторів для бродіння на м'яззі, що дозволяє інтенсифікувати дифузію фенольних речовин та отримувати більш структуровані столові вина. Передбачено чітке розділення потоків самопливних і пресових фракцій, що дає можливість формувати окремі технологічні напрямки: виробництво сухих столових виноматеріалів і купажних кріплених вин спеціального типу. Для останніх розроблено детальну методику змішування пресових фракцій з виноградним концентратом і спиртом-ректифікатом та подальшої стабілізації продукту.

У результаті проведених розрахунків можна зробити висновок про ефективність прийнятої технологічної схеми:

Втрати на етапах від бродіння на м'яззі до зберігання виноматеріалів складають (у % від об'єму рідкої фази): $21,822 \cdot 100 / 550,0 = 3,97 \%$ (див. пп. 2.7), а вихід виноматеріалу, дорівнює:

$$\frac{496,664 \cdot 100}{550,0} = 90,3 \text{ \% об.}$$

Втрати за повний технологічний цикл одержання кріплених виноматеріалів складають (у % від об'єму рідкої фази): $3,3 \cdot 100 / 205,0 = 1,6 \%$ (див. пп. 2.7), а вихід виноматеріалу, дорівнює:

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Здобувач</i>	<i>Гаврилюк</i>				Висновки	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>						<i>Б</i>	96	2
<i>Керівник</i>	<i>Мамай</i>					<i>ХНТУ, Кафедра ХТ – 2026</i>		
<i>Зав. каф.</i>	<i>Валько</i>							

$$\frac{215,95 \cdot 100}{205,0} = 105,3 \% \text{ об.}$$

Отримані дані узгоджуються з нормативними виходами галузі, підтверджуючи раціональність і ефективність обраної технологічної схеми. Отримані результати також підтверджують високу ефективність застосованого обладнання: технологія забезпечує стабільну якість виноматеріалів, оптимальне використання сировини та мінімальні втрати. Таким чином, запропонована виробнича схема є технологічно обґрунтованою, енергетично доцільною та економічно ефективною, а отримані виноматеріали відповідають вимогам стандартів і повністю придатні для виготовлення високоякісних червоних вин.

Розроблена система техно-хімічного та мікробіологічного контролю дозволяє оперативно відстежувати критичні параметри на всіх стадіях виробництва, забезпечуючи стабільну якість виноматеріалів і відповідність нормативним вимогам.

Розроблено систему автоматизації процесів переробки винограду, бродіння, пресування та обробки виноматеріалів. Усі апарати об'єднані в єдину схему керування, що забезпечує послідовність операцій, своєчасний контроль критичних параметрів і уникнення аварійних режимів. Застосування програмованих логічних контролерів дає змогу підвищити стабільність технології, зменшити участь ручної праці та забезпечити повторюваність результатів.

Рішення по будівництву головного виробничого цеху відповідають найсучаснішим вимогам та стандартам, що робить це виробництво екологічно чистим, енергоефективним та функціональним.

Система інженерії безпеки включає комплекс заходів щодо запобігання травматизму, контролю небезпечних чинників, а також забезпечення пожежної та електробезпеки. Усі рішення відповідають чинним нормам та стандартам для харчової промисловості.

Окрему увагу приділено питанням охорони навколишнього середовища. Передбачено екологічно раціональне поводження з відходами, очищення стічних вод та ощадливе використання водних і енергетичних ресурсів. Запропоновані рішення сприяють зменшенню впливу виробництва на довкілля та покращенню екологічної ефективності підприємства.

					Висновки	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		97

Список використаних джерел

1. World wine production outlook. First estimates 2025. International Organisation of Vine and Wine. URL: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_2025_World_Wine_Production_Outlook.pdf (дата звернення: 09.02.2026).
2. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. Handbook of Enology. Volume 1 – Microbiologie du Vin, Vinifications. Hoboken, NJ : Wiley, 2021. 540 p.
3. Гончаренко Б.М., Ладанюк А.П. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник. Київ: НУХТ, 2014. 530 с.
4. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підручник / С.В.Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. Київ: НУХТ, 2012. 487 с.
5. Винний Гід України. Виноробні регіони України. URL: <https://www.uabestwine.com/vynorobni-rehiony-ukrainy> (дата звернення: 13.02.2026).
6. Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І. Проектування виноробних підприємств: навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2006. 484 с.
7. Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І., Сльозко Г.Ф. Технологія вина і обладнання виноробних підприємств: навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2006. 592 с.
8. Хімія і біохімія вина: підручник. За ред. А.І. Українця. МОН України, Київ: НУХТ, 2007. 261 с.
9. Валушко Г.Г., Домарецький В.А., Загоруйко В.О. Технологія вина: підручник. Міністерство освіти і науки України, НУХТ. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 592 с.
10. Jancis Robinson, Julia Harding, José Vouillamoz. Wine Grapes – A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours (англ.). Penguin Books, 2012. 1280 p.
11. Рижак І.Г., Докучаєва Є.Н. Сорти винограду. Київ: Урожай, 1986. 270 с.
12. Oz Clarke, Margaret Rand. Grapes and Wines. Time Warner Books, 2003. 320 p.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА				
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Здобувач		Журавльова			Список використаних джерел				
Консульт.									
Керівник		Мамай							
Зав. каф.		Валько							
					Літера	Аркуш	Аркуші		
					Б	98	4		
					ХНТУ, Кафедра ХТ – 2026				

13. Суботін В.А., Тюрін С.Т., Валуїко Г.Г. Фізико-хімічні показники вина і виноматеріалів: метод. посіб. Сімферополь: Таврида, 2001. 176 с.
14. Валуїко Г.Г., Загоруїко В.А. Технологічні правила виноробства. У 2 т. : Загальні положення. Тихі вина. Сімферополь: Таврида, 2006. Т 1 488 с.
15. Довідник по виноробству. / Під ред. Г.Г.Валуїко і В.Т.Косюри. Сімферополь: Таврида, 2005. 586 с.
16. The LAFFORT. ZYMAFLORE winemaking yeasts. URL: <https://laffort.com/en/ranges/zymaflore-yeast/> (дата звернення: 20.02.2026).
17. DIEMME Enologia S.p.A. Веб-сайт. URL: <https://dme1923.com/uk/продукти/> (дата звернення: 11.03.2026).
18. Ковалевський К.А., Шанін О.Д., Широкий Є.І., Технологічне устаткування виноробних підприємств: Навч. посібник. Херсон: ХНТУ, 2006. 604 с.
19. Виноградов В.О. Устаткування виноробних заводів : у 2 т. Сімферополь: Таврида, 2002, Т. 1. 416 с.
20. Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І. Інноваційні технології виноробства. Бродильні апарати і установки. Херсон: ХНТУ, 2018. 148 с.
21. Siprem International S.p.A. Catalog : Rotating Fermenters. URL: <https://www.siprem.it/en/prodotto/rotating-fermenters/> (дата звернення: 14.03.2026).
22. Валуїко Г.Г. Зинченко В.І., Мехузла Н.А. Стабілізація виноградних вин. Сімферополь : Таврида, 2002. 208 с.
23. TMCI Padovan SPA. Plants and equipment for wine. Веб-сайт. URL: <https://www.padovan.com/en/prodotti/> (дата звернення: 23.03.2026).
24. Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Технологія вина. Технологічні схеми: навч. посібник для ВНЗ. Херсон: ХНТУ, 2012. 176 с.
25. Ковалевський К.А., Шанін О.Д., Ксенжук Н.І. Технологічні і технічні розрахунки у виноробстві. Херсон: ХНТУ, 2005. 304 с.
26. 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. Загоруїка, А.Я. Яланецького. Сімферополь: Таврида, 2013. 512 с.

					Список використаних джерел	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		99

27. Мамай О.І., Сльозко Г.Ф., Стоянова О.В. Хімічний і технологічний контроль виноробства. Навч. посібник. Херсон: ХДТУ, 2003. 228с.
28. Білько М.В., Гречко Н.Я., Куц А.М., Бабич І.М. Технологія вина: задачі і приклади: навч. посібник. Київ: НУХТ, 2017. 218 с.
29. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. Харчові технології у прикладах і задачах: Підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 576 с.
30. Гержикова В.Г. Методи техно-хімічного контролю у виноробстві. Сімферополь: Таврида, 2009. 304 с.
31. Система НАССР. Hazard Analysis and Critical Control Point: довідник / [Нормативна база підприємства]. Львів: Леонорм, 2003. 216 с.
32. 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.
33. Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Проектування виноробних підприємств. Схеми автоматизації. Херсон: ХНТУ, 2013. 124 с.
34. Крамарчук А.П., Ільницький Б.М., Бобало Т.В. Будівельні конструкції: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2016. 199 с.
35. Угненко Є. Б., Тимченко О. М., Белікова Н. В. Основи організації будівництва та будівельного виробництва: Харків: УкрДУЗТ, 2019. Ч.1. 78 с.
36. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі (для спеціальності «Харчові технології»). Київ: Центр навчальної літератури, 2020. 376 с.
37. Загоруйко В А., Бобров О.Г., Виноградов В.О. Техніка безпеки у виноробній промисловості: монографія. Сімферополь: Таврида, 2005. 384 с.
38. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 30.12.2014]. Київ: Міністерство внутрішніх справ України, 2015. 78 с. (Нормативний акт).
39. НПАОП 15.9-1.27-84 Правила охорони праці для виноробного виробництва. [Чинний від 04.01.2013]. Київ: Міністерство надзвичайних ситуацій України, 2012. 15 с. (Нормативний акт).
40. Мягченко О.П. Основи екології. Підручник. Київ: Центр учбової літератури. 2010. 312 с.

					Список використаних джерел	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		100

