

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ КОЛЕГІУМ»**  
**ІМЕНІ Т. Г. ШЕВЧЕНКА**

Природничо-математичний факультет  
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційний проект  
Освітній ступінь: бакалавр

на тему: **ПРОЕКТ БРОВАРНІ ПОТУЖНІСТЮ 3 МЛН ДАЛ ПИВА/ РІК.**  
**БРОДІННЯ ЗА КЛАСИЧНИМ СПОСОБОМ**

Студентки 4 курсу, групи 48-ФМ  
напряму підготовки \_\_\_\_\_  
спеціальності 181 Харчові технології  
Пекур К. Р.  
(прізвище та ініціали)

Керівник  
к. т. н., доц. Лапицька Н. В.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)  
Національна шкала \_\_\_\_\_  
Кількість балів: \_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_

**Чернігів 2024**

Роботу подано до розгляду 10 червня 2024 року.

Студент Пекур К. Р.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Лапицька Н. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Володимир Л. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Кваліфікаційну роботу розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармацевтики. Протокол № 15 від 10 червня 2024 року.

Студент допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри Курмакова І. М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКИЙ**  
**КОЛЕГІУМ» ІМЕНІ Т.Г. ШЕВЧЕНКА**

Напрямок підготовки  
181 – харчові технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Зав. кафедрою хімії, технології та фармації  
\_\_\_\_\_ Курмакова І.М.  
\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

для виконання дипломного проекту  
Студентці IV курсу, групи 48 - ФМТ

**Тема завдання:** *Проект броварні потужністю 3 млн дал пива / рік. Бродіння за класичним способом.*

**Асортимент:**

1. Пиво світле Сенчу – 35% від загального випуску. Розлив здійснюють в скляну тару по 0,5 л (85%); кеги (15%). ДСТУ 3888-2015.

2. Пиво темне Різдвяне – 40% від загального випуску. Розлив здійснюють у скляну тару по 0,5 л (40%); ПЕТ-пляшки по 1,0 л (30%), кеги (30%). ДСТУ 3888-2015.

3. Пиво світле Ризьке – 25% від загального випуску. Розлив здійснювати в ПЕТ-пляшки по 2 л (65%) та у кеги (35%). ДСТУ 3888-2015.

**Текст пояснювальної записки включає такі розділи:**

Анотація

Вступ

1. Характеристика підприємства, що будується, або заходів з технічного переоснащення вже існуючого підприємства (цеху).

2. Вибір, обґрунтування та опис технологічної схеми.

3. Розрахунок витрат сировини, напівфабрикатів, відходів виробництва.

4. Розрахунок тари, пакувальних матеріалів та допоміжних матеріалів.

5. Розрахунок площ складських приміщень.

6. Розрахунок і підбір технологічного обладнання.

7. Енергетичні розрахунки та заходи з енергозбереження.



## АНОТАЦІЯ

В даній роботі розроблено проект броварні потужністю 30 мільйонів літрів пива за рік. Виробництво пінного передбачено у класичний спосіб без ЦКТ, екстрагування речовин передбачається у двовідварковий спосіб, що дасть можливість виготовляти пиво з органолептичними показниками високої якості, гарною піноутворювальною здатністю і піностійкістю.

В пояснювальній записці наведено характеристику підприємства, обґрунтовано вибір району будівництва і реалізації продукції. Описано апаратурно-технологічну схему виробництва, технологічні режими затирання, варіння сусла з хмелем і доведено доцільність їх вибору.

Проведено розрахунки кількості готового пива, напівфабрикатів і відходів виробництва на річну потужність та 1 дал товарного пива; кількості тари, пакувальних і допоміжних матеріалів; площ складських приміщень; продуктивності обладнання і витрат енергії, води, пари і холодоагенту на підприємстві. Також запропоновано заходи з енергозбереження для можливої подальшої модернізації підприємства.

Встановлено технохімічний контроль виробництва виходячи з наявних державних і міжнародних стандартів якості на пиво: порядок процедур вхідного лабораторного, виробничого контролю проміжних продуктів і готового пива, мікробіологічних досліджень на броварні, для управління якістю і безпекою пива і вторинних продуктів і наведено метрологічне забезпечення.

Розглянуто і проаналізовано нормативні документи щодо охорони праці та охорони навколишнього середовища на броварнях.

Ключові слова: ПИВОВАРНЯ, КЛАСИЧНИЙ СПОСІБ БРОДІННЯ, ДОБРОДЖУВАННЯ.

## ANNOTATION

In this work, a project of a brewery with a capacity of 30 million liters of beer per year is developed. The production of foam beer is envisaged in the classical way without cylindrically conical tanks, extraction of substances is envisaged in a two-boil method, which will allow to produce beer with high quality organoleptic characteristics, good foaming ability and foam resistance.

The explanatory note describes the characteristics of the enterprise, justifies the choice of the construction and sales area. The equipment and technological scheme of production, technological modes of mashing, brewing wort with hops are described and the expediency of their choice is proved.

Calculations of the amount of finished beer, semi-finished products and production waste per annual capacity and 1 dal of marketable beer, the amount of containers, packaging and auxiliary materials; storage space, equipment productivity and energy, water, steam and refrigerant consumption at the enterprise are carried out. Energy saving measures for possible further modernization of the enterprise are also proposed.

Technochemical control of production is established based on the existing national and international quality standards for beer: the procedure for incoming laboratory, production control of intermediate products and finished beer, microbiological research at the brewery, for quality management and safety of beer and secondary products, and metrological support is provided.

Regulatory documents on labor and environmental protection in breweries are reviewed and analyzed.

Keywords: BREWERY, CLASSICAL FERMENTATION METHOD, FERMENTATION.

## ЗМІСТ

	ВСТУП.....	9
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЩО БУДУЄТЬСЯ.....	11
	1.1 Обґрунтування району будівництва через визначення чисельності споживачів .....	11
	1.2 Постачальники сировини, матеріалів і конкуренція.....	12
2	ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	14
3	РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА .....	25
	3.1 Вихідні дані до розрахунків .....	25
	3.2 Розрахунок витрат сировини.....	27
4	РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	39
5	РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	45
	5.1 Площа складів сировини.....	45
	5.2 Площа складів скляної тари, продукції, ящиків і склобою.....	45
	5.3 Площа складів кег і продукції.....	47
	5.4 Площа складів продукції в ПЕТ.....	48
6	РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ...	49
	6.1 Обладнання для приймання і переробки зернопродуктів .....	49
	6.2 Обладнання варильного цеху .....	53
	6.3 Обладнання відділу освітлення і охолодження сусла .....	56
	6.4 Обладнання дріжджового відділення.....	57

					<i>ПЗ.181.0132 ДП</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розробив</i>		<i>Пекур. К. Р..</i>			<i>Проект броварні потужністю 3 млн дал пива/рік. Бродіння за класичним способом</i>	<i>Літ.</i>		<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Лапицька Н.В.</i>				Д	7	114	
<i>Консульт.</i>						<i>48-ФМТ 2024</i>			
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Зав. каф.</i>									

6.5	Обладнання цеху бродіння і доброджування по класичній схемі .....	58
6.6	Обладнання фільтраційного відділу .....	60
6.7	Обладнання цеху розливу .....	60
7	ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ .....	67
7.1	Розрахунок питомих витрат гарячої води .....	67
7.2	Розрахунок питомих витрат холодної води .....	70
7.3	Розрахунок витрат пари .....	73
7.4	Розрахунок витрат холодоагенту .....	79
7.5	Заходи з енергозбереження .....	80
8	ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	82
9	БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	92
10	СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ.....	95
11	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	98
12	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ.....	100
12.1	Розрахунок інвестицій.....	100
12.2	Розрахунок рентабельності вартості і інвестицій .....	105
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	108
	ДОДАТКИ .....	111
	Додаток А .....	112
	Додаток Б.....	113

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



## ВСТУП

Протягом сторічь пиво набувало такої форми і вмісту напою, які має зараз: пінного рідкого продукту з екстракту засипу солоду з несолодженою сировиною, відвареного з хмелем і збродженого пивними дріжджами.

Воно займає особливе місце в суспільстві, оскільки супроводжувало людство з початку його існування і досі є третім за популярністю напоєм у світі після води та чаю. Ще давні єгиптяни 4 тисячоліття до нашої ери володіли технологією приготування кислої бражки з замоченого зерна. Воно не мало характерної пиву гіркоти, мало пінилось, було мутним, але все одно виступало першочерговим засобом втамування спраги, і дозволило стародавнім людям споживати рідину, яка не була настільки зараженою, як озерна або річкова вода. Всі народи, які опановували землеробство і хлібопекарство, робили власний зброджений на зерні або хлібі напій [1].

Звісно, такий важливий і глобально вживаний продукт не міг змусити залишитися осторонь законодавців. До широко відомого німецького закону про чистоту пива існувало багато, а один з найперших – це висічений на кам'яному стовпі зведення законів Хаммурапі закон про суворе покарання для пивоварів, що розводили пиво водою. Вищезгаданий німецький закон про чистоту пива захищав права споживачів тим, що забороняв варити його з незазначеної сировини [2].

Отже, пиво – це традиції, це культура, виведена поколіннями рецептура і технологія. Тому важливо знати тонкощі класичних методів, що забезпечують якісний органолептичний букет пінного, стабільність, піностійкість. Головним етапом формування остаточного смако-ароматичного профілю є доброджування. Воно також є основною причиною колоїдної стабільності пива і піноутворення.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						9
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Завдяки методу окремого бродіння і доброджування існує можливість ліпшого керування температурою, тиском, утворенням CO<sub>2</sub> і розчепленням екстракту і діацетилу [2].

Проте, необхідно відзначити і слабкі сторони класичного укомплектування лагерного відділення. Так, бродіння і доброджування не в ЦКТ спричиняє збільшення використовуваної площі на лагерні танки, які набагато менші за ЦКТ. Також за допомогою бродіння в ЦКТ, та навіть методу з доброджуванням в другому ЦКТ, дозволяє витратити набагато менше енергоресурсів на охолодження апарату. Велика площа цеху, високі витрати на його охолодження, а також необхідність включення в лінію перед розливом регуляторів тиску або насосів з регуляторами тиску спонукають обирати для броварні між більш насиченим, стабільним вихідним продуктом та рентабельністю і зручністю виробництва.

Проектування підприємств харчової промисловості – настільки комплексний і відповідальний процес, що в ньому задіяно цілі команди різного роду спеціалістів: бухгалтерів, будівельників, технологів, проектувальників, які моделюють ймовірні витрати на роботу, сировину, обладнання, втрати в ході процесів виробництва, прибуток з продажів, орієнтовну кількість споживачів; проектують будівельну частину та розташування і кількість обладнання та його монтаж, складських і виробничих приміщень.

Обсяг пояснювальної записки – 114 аркушів. Кількість таблиць – 28, рисунків – 3, додатків – 2.

Кількість креслень: 7 – 2 аркуші апаратурно-технологічної схеми, 1 генплан, 2 планів, 2 розрізів і 3 листи-специфікації.

Для проекту використовувалася інформація з 15 джерел.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>10</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЩО БУДУЄТЬСЯ

## 1.1 Обґрунтування району будівництва через визначення чисельності споживачів

Визначимо кількість населення, необхідну для оптимальної реалізації продукції:

$$Ч_c = П_{\text{рік}} / Н_{\text{спож}}$$

де  $П_{\text{рік}}$  – річна потужність підприємства, млн л;

$Н_{\text{спож}}$  – середньорічна норма споживання пива в рік на душу населення, л/чол [3].

$$Ч_c = 30/41 \sim 0,73171 \text{ млн. чол} = 731'707 \text{ тис. чол.}$$

Регіоном виробництва оберемо Чернігівську область, Чернігівський район, селище міського типу Козелець. За даними держстату України [4], на 1 січня 2021 року чисельність постійного населення Чернігівської області 968'159 людей. За даними державної статистики України [4] на 2021 рік 18% населення досягли 18 років. З цих даних знайдемо число повнолітніх потенційних споживачів:

Таблиця 1.1 – Чисельність споживачів пива у Чернігівській області

Категорії покупців	Число покупців
1. Корінне населення області (старше 18 років)	793'891
2. Покупці ближніх селищ і пригородів, що купує пиво у місті (10%)	79'390
3. Міграційне населення (5%)	39'695
4. Природний приріст населення [4]	- 10'956
Сумарна кількість споживачів	902'020

Таким чином, більша частина продукції буде реалізовуватись в регіоні, а решту можна доставити за допомогою залізнодорожних шляхів: селище знаходиться на лінії Київ-Ніжин (дод. 1). Окрім того, через Козелець

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

проходить велика кількість шосейних доріг, що підходять для великогабаритних фур (дод. А).

## 1.2 Постачальники сировини, допоміжних матеріалів і конкуренти

У Козелецькому районі активної конкуренції не передбачається. З іншого боку, Чернігівська область відома потужним заводом “ABINBEV EFES Ukraine”, найвідомішою маркою якого є «Чернігівське». Це підприємство пережило економічні кризи, мінливу політику країни щодо підприємств і зокрема акцизних податків.

Відомий крафтовий виробник “Bierwille” втратив свої потужності через обстріли околиць Чернігова. З 20 квітня фірма виробляє напої на потужностях заводу “Fanatic Brewery” у Дніпровській області, відповідно менше продукції реалізовується у межах Чернігівської області [5].

Ніжинська пивоварня, яка не працювала з 2008 року, почала варити пиво навіть у час вторгнення, але броварня втратила багато потужності за час простоювання, і робить пиво лише у 10% кількості від можливого [6].

Постачання солоду відбуватиметься з чернігівської солодовні ООО «МАЛТЮРОП ЮКРЕЙН», яка є однією з провідних солодових компаній України. Як запасний варіант можливі компанії ТОВ «БЕЛ-ГЕР» Харківської області, або ТОВ «КАНІВ-СОЛОД» м. Черкаси.

Іншою сировиною є мед. Основною проблемою є необхідність постійного оптового постачальника, продукція якого відповідає державним вимогам якості. В якості такого може виступати чернігівська компанія «ЮКРЕЙНІАН БІ».

Найбільш проблемною сировиною для виготовлення пива був і є хміль. Кількість підприємств в Україні, що виробляли його знизилася утричі – з 60

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до 19 [7]. Тому укласти договір на постачання краще з декількома постачальниками – ФОПами, приклад яких наведено в таблиці.

Водопостачання передбачається зі свердловин, що будуть пробурені відразу на території підприємства. Баки холодної свердловинної води будуть містити по 50 т води кожен.

Таблиця 1.2 – Постачальники основної і додаткової сировини, допоміжних і пакувальних матеріалів

Сировина	Постачальник	Постачальник
Основна сировина		
Світлий солод	ООО «МАЛТЮРОП ЮКРЕЙН»	ТОВ «БЕЛ-ГЕР»
Темний солод	ООО «МАЛТЮРОП ЮКРЕЙН»	ТОВ «БЕЛ-ГЕР»
Мед натуральний	ТОВ «ЮКРЕЙНІАН БІ»	ТОВ «ЧЕРНІГІВБДЖОЛПРОМ»
Хміль	ФОП «УКРПРОМРЕСУРС»	ФОП «ЗАХІД-ХМІЛЬ»
Дріжджі	Виробляються в ході виробництва, на ЧКД укласти договір з акредитованою лабораторією	
Молочна кислота	ООО «ХИМПРОДУКТ ТД»	
Тара і допоміжні матеріали		
Преформа	ТОВ «ЗАВОД ПОЛІМЕРНИХ ІЗДЕЛІЙ»	
Ковпачки	«ЕКО-тара»	
Пляшки скло	ПП «ВЕЛЕНА»	
Кронен-корки	ПП «ВЕЛЕНА»	
Кеги	MagNum-beer	
Етикетки	«СІВЕР-ДРУК»	
Плівка	ЗПМ «МІКРОН»	
Декстрин	ТОВ «БЕЛМІКС Україна»	
Кізелгур	«Перший український маркет хімічної сировини»	
Миючі засоби		
Сода каустична	«Перший український маркет хімічної сировини»	
Дезинфікуючі засоби	«Перший український маркет хімічної сировини»	
Кислота азотна	«Перший український маркет хімічної сировини»	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Процес виробництва пива складається з наступних комплексних операцій:

- I. Прийом і зберігання солоду;
- II. Очищення і дроблення солоду;
- III. Приготування пивного сусла;
- IV. Охолодження сусла;
- V. Приготування дріжджів чистої культури;
- VI. Головне бродіння;
- VII. Доброджування;
- VIII. Освітлення пива;
- IX. Розлив пива.

Виготовлення пива по стадіях виробництва для всіх сортів наведено на рисунках 2.1, 2.2. Блок-схему до малюнку створила самотужки здобувач вищої освіти.

Опис роботи прийому і зберігання солоду на складі сировини.

Автомобілі (1), що привозять солод зважуються на автомобільних вагах (3). Автомобілеперекидач (2) вигружає зернопродукти в приймальний бункер (4), звідки зерно самопливом йде на стрічковий транспортер (5), а з нього підіймається по норії (6), згодом гвинтовий шнек (7) привозить його до вагів (8), потім зерно самопливом падає в силоси (9, 10), де може зберігатися 2 місяці.

Опис роботи дробильно-варильного відділення.

Стрічковий транспортер (11) привозить солод з силосів до норії (12), яка піднімає його до гвинтового шнеку (13), і з нього солод поступає на ваги (8), світлий солод йде до бункера добового зберігання світлого солоду (14), темний солод в бункер добового зберігання темного солоду (15). Бункери

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>14</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

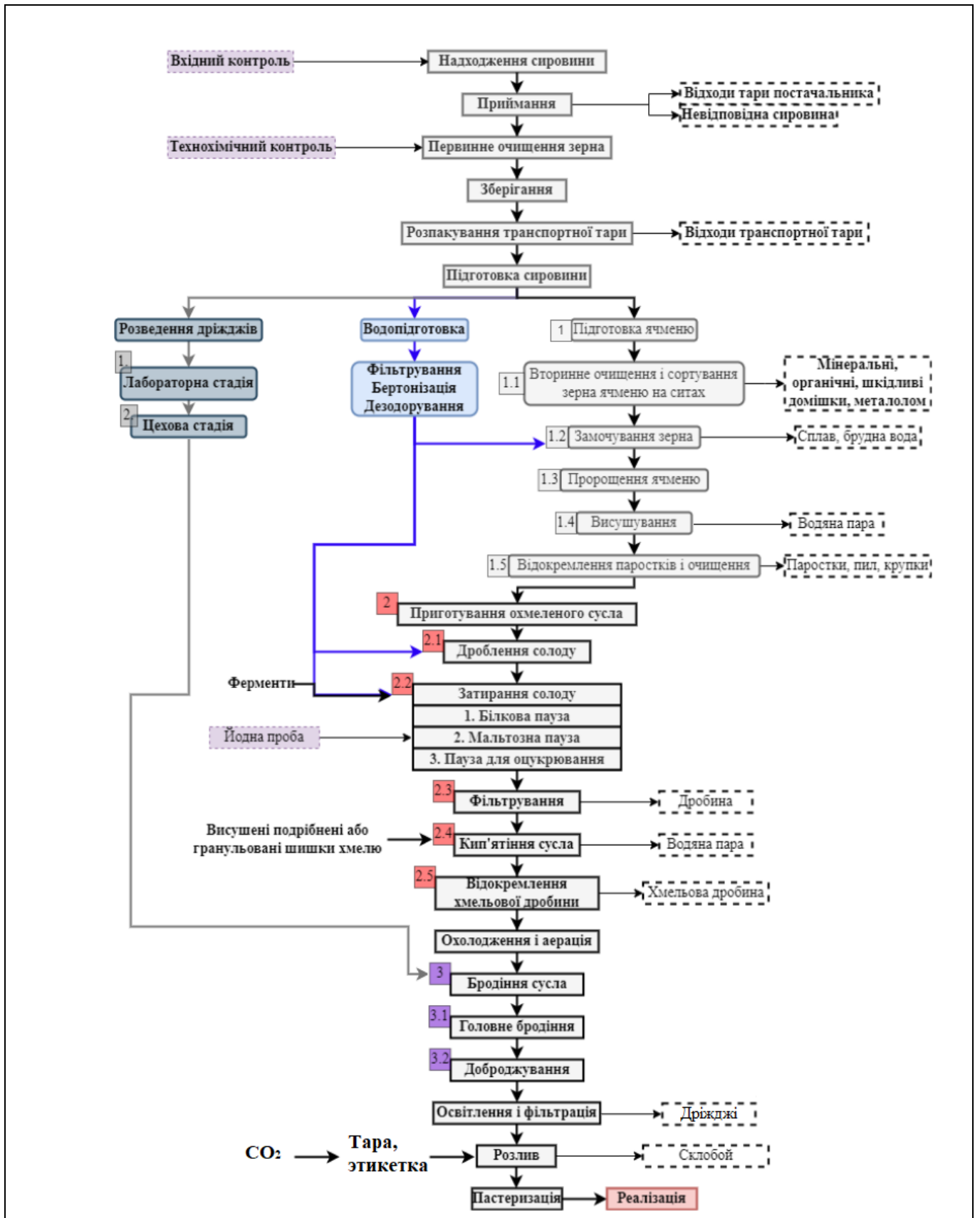


Рис. 2.1. Блок-схема виробництва пива світлого пастеризованого фільтрованого «Сенчу» і «Ризьке»

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

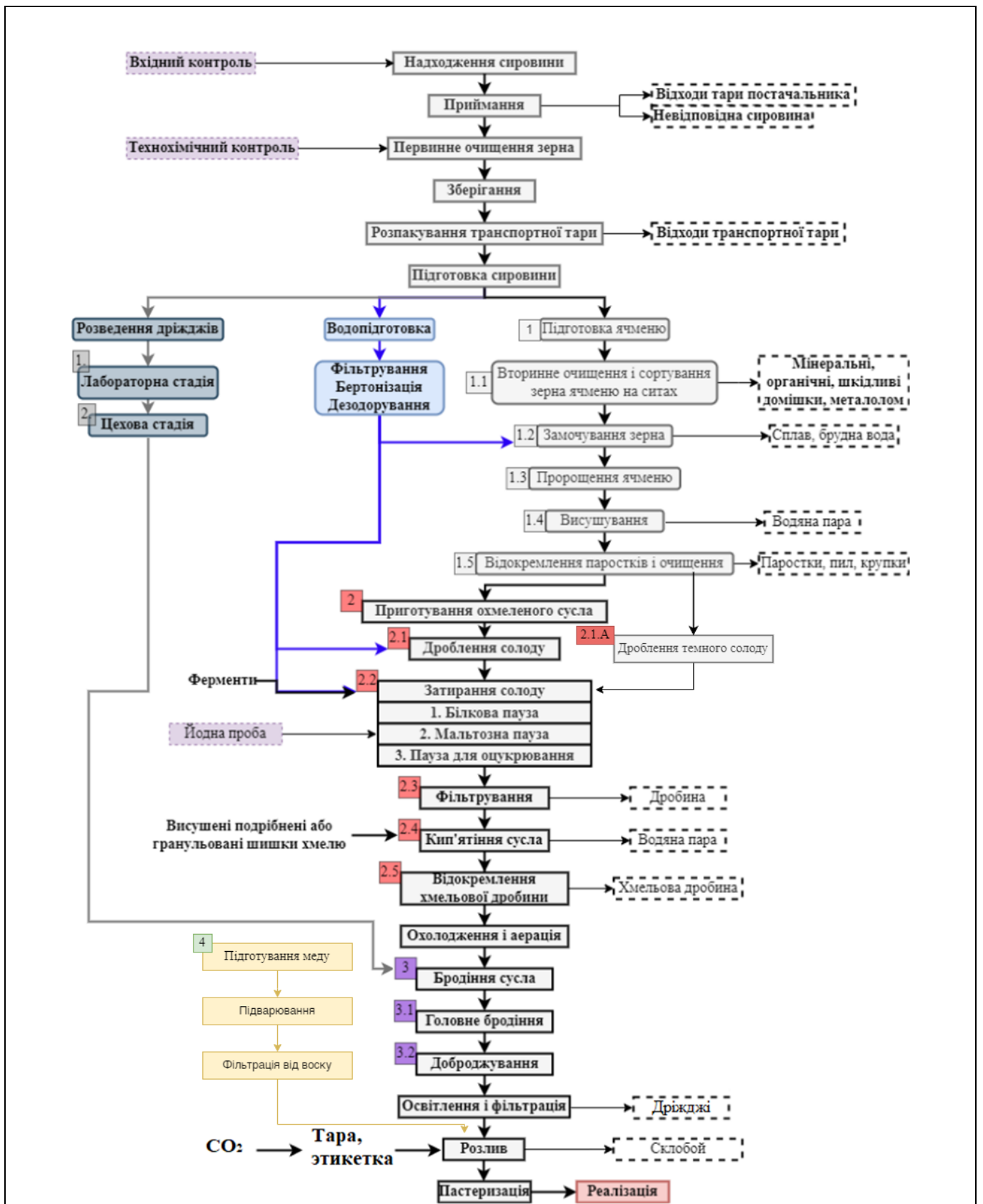


Рис. 2.2. Блок-схема виробництва пива темного пастеризованого фільтрованого «Різдвяне»

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



встановлюються з метою врівноваження роботи апаратів (обрані в проекті ваги відважують порціями по 60...100 кг).

Світлий солод самопливом направляється в полірувальну машину (16), з неї в повітряно-ситовий сепаратор (17), звідки йде на магнітовловлювач (18). Темний солод з бункеру проходить аналогічний шлях: плине з бункеру на полірувальну машину (16), очищається від летких домішок на сепараторі (17), потім зерно йде на магнітовловлювач (18).

Відходи з полірувальних машин, сепараторів, і обох магнітовловлювачів йдуть на утилізацію, стиснене повітря виходить з сепараторів, а очищений солод продовжує йти самопливом до дробарок кондиційованого помелу (19), звідки обидва помоли розподіляються по бункерах зберігання дробленого солоду (20, 21). Від них зернопродукти йдуть насосом (22-А) у передзаторний апарат (23).

Включати магнітовловлювачі перед дробаркою необхідно через можливість виведення з ладу дробарок через металеві домішки. Тільки після цього можна направляти відполірований солод до дробарки.

Метою роботи варильного відділу є найбільше вилучення екстракту, тому в проекті було обрано дробарку кондиційованого помелу, яка за рахунок підвищення вологи в оболонках збільшує вихід крупних оболонок. Внаслідок цього менше екстракту затримується у дробині, через що зменшується час фільтрації. В якості фільтру для затору обрано фільтр-чан, який якнайкраще підходить для фільтрації такого затору. Окрім цього, крупне подрібнення оболонок дозволить зменшити вихід з них дубильних і гірких речовин.

Шестеренчастий насос (21-Б) закачує затор в заторний апарат (24), куди за потреби поступають ферменти, молочна кислота. Температура затору при закачуванні має складати 40 °С.

Солод змішують з гарячою водою зі збірника (82), піднімаючи температуру не більше як на 1 °С в хвилину, до 54 °С. Після ретельного

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>17</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

перемішування і витримування паузи 15...30 хвилин (білкова пауза) частину затору (половину або третину) насосом (21-Г) перекачують в інший заторний апарат (24). Тут цю частину нагрівають до температури 62...63°C, витримують паузу 30 хвилин (мальтозна пауза), піднімають температуру по 1 °С в хвилину до 70...72 °С (оптимальна для дії амілази для декстринізації крохмалю) швидко доводять до кипіння і кип'ятять 15...30 хвилин.

Першу відварку перекачують насосом в головний заторний апарат, температура в якому встановлена на рівні 62...63°C і витримують 10...15 хвилин (мальтозна пауза). Третину затору знову переносять в заторний апарат. Температуру в ньому, відповідно, підіймають до температури оцукрювання 70...72 °С і витримують 15...20 хвилин. Далі, за аналогією з першою відваркою, затор швидко нагрівають до кипіння і витримують 20 хвилин.

Другу відварку знов повертають в апарат. Наступним у черзі для головного заторного апарату йде оцукрювання крохмалю при 70...72 °С зі стандартним часом витримування – 30 хвилин або до повного оцукрювання. Для інактивації ферментів температуру підвищують до 76...78 °С

Обраний спосіб затирання забезпечує високий вихід екстракту за рахунок підвищеної клейстеризації крохмалю у відварках, що дає змогу ферментам діяти більш ефективно. З іншого боку відварковий спосіб менш часо- і енергетично вигідний, в порівнянні з настійковим: від 3,5 (одновідварковий) до 6,5 годин (трьохвідварковий).

Також відварковий метод частіше використовують при виробництві темних сортів пива, оскільки при кип'ятінні окиснюються дубільні речовини, що підсилює забарвлення затору. Це дозволить обраному в проекті сорту «Різдвяне» набути високих органолептичних якостей.

Згодом затор насосом (21-Г) перекачують у фільтраційний апарат (25).

Знизу сит подають гарячу воду (75...8 °С) з метою недопущення повітря у затор, який також подають знизу. Окрім цього при підвищенні температури

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

гази повітря будуть менш розчинні. Затор закачують при постійному перемішуванні і піднятому розрихлювачі, час від часу поверхню вирівнюють розрихлювачем, який згодом піднімають вертикально.

Каламутне сусло (перше сусло) повертають насосом (21-Г) в збірник первинного сусла (26), і повертають в фільтр-чан, цю операцію повторюють до тих пір, поки з фільтру не потече прозоре сусло.

Промивні води стікають в збірник промивних вод (27), звідки вони перекачуються в заторний апарат з метою збереження екстракту. Промита дробина з фільтраційного апарату збирається в збірник дробини (75). Профільтроване сусло насосом (21-Д) перекачується в сусловарильний апарат (28).

Гранульований хміль зі складу задається в баки хмелю (29), звідки він потрапляє в сусловарильний апарат у три етапи (через 10 і 30 хвилин після початку нагрівання, і за 30 хвилин перед закінченням охмелення), температура в якому поступово збільшується з 63...70°C до кипіння. Після 1,5-годинного кип'ятіння сусло насосом закачується в гідроциклонний апарат (30), звідки після очищення (освітлення) сусла (30 хвилин) білковий відстій з хмелем потрапляє в збірник білкового відстою (76), а сусло насосом (21-Е) подається у пластинчастий теплообмінник на охолодження (31) до температури бродіння.

Опис розмноження дріжджів чистої культури.

Лабораторна стадія. Під час лабораторної стадії з пробірки ЧКД засівають у колбу місткістю 20 см<sup>3</sup>, наповнену стерильним суслем. Після початку бурхливого бродіння сусло переливають у колбу місткістю 100 см<sup>3</sup> зі стерильним суслем. Аналогічним чином (а також протираючи колби спиртом) дріжджі розводять до 500, 2'500, 10'000 см<sup>3</sup>, де залишають бродити на 6 діб при 7...8°C.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>19</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для цехового розмноження дріжджів ЧК частину охмеленого сусла, після очищення на гідроциклоні (30) стерилізують в апараті (77), і розмножують засівні дріжджі з бродильних танків в танку-пропагаторі (79), потім аеровану стерильним повітрям за допомогою аератору (78) суміш перекачують в бродильні танки (32), а також частину розведених дріжджів (10 л) переливають у бак засівних дріжджів (81) до наступного пересіву. Можливе використання протягом 5...10 циклів, після чого генерація дріжджів безповоротно мутує й вироджується і вже нову ЧКД розводять у колбі Карлсберга, розмножують у пропагаторі (81).

Опис роботи бродильного відділення.

Охолоджене сусло насосом (21-Є) зливається в закриті продезинфіковані бродильні танки (32), сюди ж додають дріжджі з танка (81) для розброджування кількістю 0,4...8 л на 10 дал сусла і стерильний кисень. Після закінчення головного бродіння, що протікає протягом 6...8 діб при 4...5°C (в першу та другу добу температуру залишають самовільно підвищуватися до 8...9°C, потім повільно знижують) молоде пиво насосом (33-А) перекачують в танки (35) для доброджування насосом (22-Ж) крізь сепаратор (34) для відділення дріжджів з танків.

Середній шар активних дріжджів, що залишилися на дні бродильних танків обережно відділяють від нижнього з мертвих і верхніх недозрілих, та верхнього шарів із з'єднаних з хмельовими смолами дріжджів, в збірник засівних дріжджів (81) для повторного використання або в збірник надлишкових дріжджів (80) для продажу. Але перед реалізацією з надлишкових дріжджів отримують пиво-рекуперат, фільтруючи їх. Рекупероване пиво має гіршу якість, і використовується в суміші з нормальним молодим пивом.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наведений вище спосіб бродіння називається періодичним. Його сутність полягає в тому, що сусло бродить лише в одному апараті, і дріжджі вносяться при заповненні танка суслom.

У цього метода існують недоліки: при зниженні бродильної активності дріжджів існує складність збродження остаточного екстракту через зниження механічної дії перемішування сусла вуглекислим газом, що менше виділяється. Все це недолік класичного ведення бродіння, при якому необхідно поступово знижати температуру.

Після головного бродіння при періодичному способі наявний яскравий смак молодого пива, що зумовлений присутністю діацетилу, сірководню, меркаптану і інших сполук. Це нівелюється тривалим доброджуванням, яке передбачено у цьому проекті.

Класичний метод бродіння і доброджування дозволяє найбільш повно розщеплюватися неприємним речовинам, що формують букет молодого пива. Отримане пиво за класичною технологією бродіння набуває таких органолептичних якостей, як у крафтового пива. Розташування бродильних танків під відділом охолодження, а лагерних танків під бродильними дозволяє зменшити кількість насосів, що треба на переміщення пива. Окрім того, при перенесенні пива насосом неминуче втрачається частка розчиненого вуглекислого газу.

Опис роботи лагерного відділення.

Температура в цеху доброджування підтримується не вище 1...2 °С. Молоде пиво з різних бродильних танків перекачується через змішувач. Власне доброджування ведеться при 0...2 °С в закритих горизонтальних танках (35), але перший час пиво, що надійшло тепліше необхідної температури, і тому доброджування йде бурхливо. Після того, як все повітря в суслі витісниться вуглекислим газом, лагерний танк шпунтують. Коли пиво добродить (за декілька днів до розрахункового кінця доброджування беруть

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						21
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

пробу на вміст спирту, рН, колірність, дійсний екстракт і ступінь збродження) пиво перекачують під витісненням вуглекислим газом, а дріжджовий осад утилізують.

Опис роботи фільтраційного відділення.

Плунжерний насос (33-Б) направляє нефільтроване пиво в буферну ємність (36). Буферна ємність (37) слугує для пива, що не досягло показнику густини, розрахованого за специфікацією сорту пива.

Далі профільтроване пиво йде на освітлення в кізельгуровому фільтрі (39) після охолодження на пластинчастому теплообміннику (31). Перед цим у три етапи дозується (22-И) суспензія з дозатору кізельгуру (38), який наливається на поверхню патронів, утворюючи шари для фільтрації, а вода просочується всередину патрона. Найбільш якісне освітлення відбувається при наміванні кізельгуру трьох видів крупності.

Далі йде етап очищення пива від поліфенольних сполук на PVPP-фільтрі (41), флокулянт дозується насосом (22-Ї) з ємності (40).

Для гарантованої якості готового напою у фільтроване пиво дозується екстракт хмелю зі збірника (42) насосом (22-К). Також може дозуватися мед для сорту «Львівське», який попередньо короткотривало підігріли (49) і профільтрували від восків (50).

Фільтроване і освітлене пиво збирається у проміжні ємності (44), після чого йде насичення вуглекислим газом у карбонізаторі (45). Фільтроване пиво зберігається до 8 годин у форфасах (46). У випадку реалізації непастеризованого пива воно відразу розливається у тару з них. Проте, для пастеризованого пива воно пастеризується в апараті (47) і збирається в проміжні ємності (48) для розливу.

Опис роботи цеху розливу складу готової продукції.

Лінія розливу у скляні пляшки:

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

Розлив у пляшки включає в себе етапи розпакування транспортної і пакувальної тари, миття пляшок і тари, безпосередньо розлив і укупорка, та перевірку на бракеражних і світлових екранах.

Електропогрузчик (51) везе палети (52) з ящиками зі складу до депателайзера (53), звідки ящики з пляшками йдуть на декрейтор (54). Пляшки з ящиків направляються у пляшкокомйну (55), а ящики на ящикокомйну машину (63).

Пляшки миють розчином каустику (не менше 80%), гарячою і холодною водою. Пляшки після миття мають бути майже однакової температури з пивом, оскільки при наявності різниці температур можливе утворення піни.

Звідки через інспекційний стіл (бракеражний) (56) пляшки направляються до моноблоку розливу і укупорки (57). В пляшки подається стиснене повітря, очищене на бактеріальному фільтрі, яке створює тиск, рівний тиску газів у пиві з метою недопущення вивільнення його з пива. В апарат та пляшки подається пиво з форфасів, витісняючи стиснене стерильне повітря, яке попередньо нагнітали у пляшки. Після вони укупорюються металевими кронен-пробками.

Наповнена тара прямує через інспекційний стіл зі світловим екраном (56), де контролюється повнота наливу і прозорість, наявність сторонніх домішок. Пляшки йдуть на етикетувальну машину (58), після якої знову надходять на інспекційний стіл (бракеражний) (56) (контроль герметичності), звідки вони закінчують розлив на крейтері (59), або пиво відправляється у збірник бракованого пива (64), а пляшки у бій.

До крейтеру також надходять чисті ящики після ящикокомйної машини (63). З крейтеру (59) ящики йдуть на палетайзер (60), і ящики з пивом (44) відвозяться електропогрузчиком (51) у склад готової продукції.

Лінія розливу ПЕТ-пляшок.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

З апарату загрузки преформ (65) преформи надходять до видувної машини (66), куди подається стиснене стерильне повітря. Через інспекційний стіл (56) вони потрапляють в моноблок розливу і укупорки (67), куди також надходить пиво з форфасів (48) після наповнення пляшок стисненим стерильним повітрям. Після інспекційного столу (світлофільтру) (56) пляшки надходять на етикетувальну машину (68), або у ємність бракованого пива (64). Згодом, після інспекційного столу (56) пляшки потрапляють на крейтер (69) та апарат упакування термоусадковою плівкою (70).

Лінія розливу в кеги.

Кеги зі складу йдуть на апарат зовнішнього миття кег (71), куди подається дезинфекційний розчин та обов'язково в кінці холодна вода.

Після дезинфекції вони транспортером йдуть на апарат наповнення пивом і внутрішнього миття кег (72). Спочатку залишки пива вимиваються холодною водою, потім подається розчин каустику для відмочування. Кеги активно промиваються розчинами каустику і кислот, після чого, в решті, миття закінчується промиванням гарячою водою і стерилізуванням перегрітою парою. Перед наливом кеги заповнюють вуглекислим газом, потім закачується пиво з форфасу (78).

Після кеги етикетують на столику (73), і йдуть на бракеражні ваги (74), звідки кеги йдуть у склад зберігання готової продукції у кегах, або пиво направляється в збірник бракованого пива (64), а кеги на повторне миття і заповнення.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



### 3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

#### 3.1 Вихідні дані до розрахунків

Таблиця 3.1 – Асортимент проектованої продукції

Показник	Сорт		
	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
Кількість, %	35	40	25
Кількість, дал	1'050'000	1'200'000	750'000

Таблиця 3.2 – Розлив продукції

Показник	Сорт		
	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
Скло 0,5 л, %	85	40	-
Скло 0,5 л, дал	892'500	480'000	-
Кеги 5 дал, %	15	30	35
Кеги 5 дал, дал	157'500	360'000	262'500
ПЕТ 1 л, %	-	30	-
ПЕТ 1 л, дал	-	360'000	-
ПЕТ 2 л, %	-	-	65
ПЕТ 2 л, дал	-	-	487'500

Таблиця 3.3 – Виробничі рецептури

Сировина	Сорт		
	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
1	2	3	4
Солод світлий, %	100	84	100
1	2	3	4
Солод темний, %	-	10	-
Мед натуральний, %	-	6	-
Хміль, г/дал	30	22	30

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні

Показник	Сорт		
	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
Концентрація початкового сусла, %	11	13	12
Густина початкового сусла, кг/л	1,0442	1,0526	1,0484
Дійсний ступінь зброджування	50,5	52	55
Концентрація СР	12	14,5	12
Вуглекислота, %мас	0,33	0,3	0,33
Бродіння, діб	8	8,5	8
Доброджування, діб	26	25	42

Таблиця 3.5 – Виробничі втрати по стадіях виробництва

Втрати, %	Сорт		
	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
1	2	3	4
Солоду при поліруванні	0,1	0,1	0,1
В варильному відділенні	6,3	6	6,3
В бродильному відділенні	2,2	2,3	2,2
При доброджуванні і фільтрації	2,4	2,6	2,4
При розливі в скло	2,5	2,5	2,5
При розливі в кеги	0,5	0,5	0,5
При розливі в ПЕТ	0,35	0,35	0,35
При пастеризації	2,2	2,2	2,2
В пивній дробині	2,2	2,2	2,2

Таблиця 3.6 – Якісні показники сировини

Показник	Солод світлий	Солод темний	Мед натуральний
Екстрактивність, %	76	74	100
Вихід екстракту, %	70,75	68,88	99,85
Вологість, %	5,6	5,5	0,15

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.7 – Відходи виробництва пива

Відходи	Вологість, %	Кількість на 100 кг засипу		
		Сенчу	Різдвяне	Ризьке
Дробина пивна	86	172	181,2	172
Дробина хмельова	85	4,62	3,56	4,62
Шлам сепараторний	80	1,75	1,75	1,75
Двоокис вуглецю, г/дал	x	277	324	277

### 3.2 Розрахунок витрат сировини

Найважливішим у виробництві пива є розрахунок вмісту екстрактивних речовин в суслі, які в процесі життєдіяльності дріжджів поглинаються і розщеплюються, слугуючи джерелом енергії і корисних сполук для росту і розмноження клітин. Тому почнемо з розрахунку вмісту сухих речовин у засипі на 100 кг, використовуючи методичні вказівки [8].

Маса солоду, що надійде на вальці, із урахуванням втрат полірування (табл. 3.5), визначається кількістю зернових, що піде на засип за рецептурою:

$$G_1, G_2, \dots, G_n = K_c - (K_c \times V_{тс}/100), \quad (3.1)$$

де  $K_c$  – кількість солоду, що використовується на засип при виробництві за рецептурою (табл. 3.3), кг;

$V_{тс}$  – втрати солоду при поліруванні (табл. 3.5), %.

Сенчу:  $G_1 = 100 - (100 \times 0,1/100) = 99,9$  кг

Різдвяне:  $G_1 = 84 - (84 \times 0,1/100) = 83,92$  кг

$$G_2 = 10 - (10 \times 0,1/100) = 9,99$$
 кг

Ризьке:  $G_1 = 100 - (100 \times 0,1/100) = 99,9$  кг

Далі визначимо масу сухих речовин у заторі, яка залежить від вологості сировини (табл. 3.6) і попередньо визначеної маси зернових в засипі:

$$CP_{c_1, c_2 \dots, n.c.} = G_1, G_2, \dots, G_n \times (1 - (W/100)), \quad (3.2)$$

де  $G_1, G_2, \dots, G_n$  – кількість сировини із врахуванням втрат, кг (3.1);

$W$  – вологість сировини (табл. 3.6), %.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сенчу:  $CP_{c1} = 99,9 \times (1 - (5,6/100)) = 94,31$  кг  
Різдяне:  $CP_{c1} = 83,92 \times (1 - (5,6/100)) = 79,22$  кг  
 $CP_{c2} = 9,99 \times (1 - (5,5/100)) = 9,44$  кг  
 $CP_{c3} = 6 \times (1 - (0,15/100)) = 5,99$  кг  
Ризьке:  $CP_{c1} = 99,9 \times (1 - (5,6/100)) = 94,31$  кг  
Загалом CP у засипі для кожного сорту:

$$CP_{\text{заг.}} = CP_{c1} + CP_{c2} + \dots + CP_{\text{н.с.}} \quad (3.3)$$

де  $CP_{c1, c2, \dots, \text{н.с.}}$  - кількість CP в зерновій сировині (3.2), кг.

Сенчу:  $CP_{\text{заг.}} = 94,31$  кг  
Різдяне:  $CP_{\text{заг.}} = 94,65$  кг  
Ризьке:  $CP_{\text{заг.}} = 94,31$  кг

Як вже зазначалося, найважливішим є визначення кількості екстрактивних речовин в суслі, для чого необхідні нормативні показники екстрактивності сировини і маса сухих речовин компонентів:

$$EP_{c1} = CP_{c1} \times (E/100), \quad (3.4)$$

$$EP_{\text{н.с.}} = CP_{\text{н.с.}} \times (E/100), \quad (3.5)$$

де  $CP_{c1}$  – вміст сухих речовин в 1-му солоді (3.2), кг;

$CP_{\text{н.с.}}$  – вміст CP в меді (3.2), кг;

E – екстрактивність сировини (табл. 3.1), %.

Сенчу:  $EP_{c1} = 94,31 \times (76/100) = 71,68$  кг  
Різдяне:  $EP_{c1} = 79,22 \times (76/100) = 60,21$  кг  
 $EP_{c2} = 9,44 \times (74/100) = 6,99$  кг  
 $EP_{\text{н.с.}} = 5,99 \times (100/100) = 5,99$  кг  
Ризьке:  $EP_{c1} = 94,31 \times (76/100) = 71,68$  кг

Загальна кількість екстрактивних речовин затору становить:

$$EP_{\text{заг.}} = EP_{c1} + EP_{c2} + \dots + EP_{\text{н.с.}} \quad (3.6)$$

Сенчу:  $EP_{\text{заг.}} = 71,68$  кг  
Різдяне:  $EP_{\text{заг.}} = 73,19$  кг

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ризьке:  $EP_{\text{заг.}} = 71,68 \text{ кг}$

Деяка кількість екстракту втрачається в пивній дробині (табл. 3.5).

Звідси кількість екстракту, що перейде в сусло:

$$G_e = EP_{\text{заг.}} \times (1 - (V_{\text{T екс. р.}}/100)), \quad (3.7)$$

де  $EP_{\text{заг.}}$  – загальна кількість екстрактивних речовин затору (3.6), кг;

$V_{\text{T екс. р.}}$  – втрати екстракту в пивній дробині (табл. 3.5), %мас до маси зернопродуктів.

Сенчу:  $G_e = 71,68 \times (1 - (2,2/100)) = 70,1 \text{ кг}$

Різдяне:  $G_e = 73,19 \times (1 - (2,2/100)) = 71,58 \text{ кг}$

Ризьке:  $G_e = 71,68 \times (1 - (2,2/100)) = 70,1 \text{ кг}$

Тоді кількість сухих речовин, що залишились в дробині ( $G_{\text{др}}$ , кг), буде становити:

$$G_{\text{др}} = CP_{\text{заг.}} - G_e \quad (3.8)$$

Сенчу:  $G_{\text{др}} = 94,31 - 70,1 = 24,21 \text{ кг}$

Різдяне:  $G_{\text{др}} = 94,65 - 71,58 = 23,07 \text{ кг}$

Ризьке:  $G_{\text{др}} = 94,31 - 70,1 = 24,21 \text{ кг}$

Відповідно маса гарячого сусла у заторному апараті зі 100 кг засипу буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} m/100 &= G_e/K_{\text{ср}}, \\ m &= G_e \times (100/K_{\text{ср}}), \end{aligned} \quad (3.9)$$

де  $G_e$  – кількість екстрактивних речовин, що перейшли в сусло (3.6), кг;

$K_{\text{ср}}$  – концентрація CP в суслі до упарювання (10...15,0) (табл. 3.3), %.

Сенчу:  $m = 70,1 \times (100/12) = 584,17 \text{ кг}$

Різдяне:  $m = 71,58 \times (100/14,5) = 493,66 \text{ кг}$

Ризьке:  $m = 70,1 \times (100/12) = 584,17 \text{ кг}$

З неї знайдемо об'єм сусла, приведений до 20°C, через залежність об'єму від густини початкового сусла (Табл. 3.4):

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = m/d, \quad (3.10)$$

де  $m$  – маса гарячого сусла, кг (3.8);

$d$  – густина початкового сусла (табл. 3.1), кг/л.

Сенчу:  $V = 584,17/1,0442 = 559,44$  л

Різдвяне:  $V = 493,66/1,0526 = 468,99$  л

Ризьке:  $V = 584,17/1,0484 = 557,2$  л

При нагріванні сусло розширюється. Знаючи коефіцієнт розширення – 1,04, обрахуємо об'єм сусла на етапі кип'ятіння з хмелем:

$$V_1 = V \times 1,04 \quad (3.11)$$

де  $V$  – об'єм сусла, приведенного до 20 °С (3.9), л;

Сенчу:  $V_1 = 559,44 \times 1,04 = 581,82$  л

Різдвяне:  $V_1 = 468,99 \times 1,04 = 487,75$  л

Ризьке:  $V_1 = 557,2 \times 1,04 = 579,49$  л

Наступні етапи до бродіння враховують охолодження сусла задля відстоювання хмельової дробини, шламу і комфортного температурного режиму життєдіяльності дріжджів, тому розрахуємо об'єм холодного сусла з урахуванням втрат при сепарації шламу, замочуванні трубопроводів (Табл. 3.5):

$$V_2 = V \times (1 - (V_{т\ хм\ др\ шл} / 100)), \quad (3.12)$$

де  $V$  – об'єм сусла, приведенного до 20 °С (3.10), л;

Сенчу:  $V_2 = 559,44 \times (1 - (6,3/100)) = 524,19$  л

Різдвяне:  $V_2 = 468,99 \times (1 - (6/100)) = 440,85$  л

Ризьке:  $V_2 = 557,2 \times (1 - (6,3/100)) = 522,09$  л

Сусло, що бродить, називається молодим пивом. Щоб вирахувати його об'єм треба знати втрати у бродильному відділі:

$$V_3 = V_2 \times (1 - V_{т\ бр} / 100), \quad (3.13)$$

де  $V_2$  – об'єм холодного сусла, л (3.12);

$V_{т\ бр}$  – втрати у бродильному цеху (табл. 3.5), %.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сенчу:  $V_3 = 524,19 \times (1 - (2,2/100)) = 512,66$  л

Різдяне:  $V_3 = 440,85 \times (1 - (2,3/100)) = 430,71$  л

Ризьке:  $V_3 = 522,09 \times (1 - (2,2/100)) = 510,6$  л

Після доброджування зелене пиво фільтрується від дріжджів. Знаючи втрати, що відбуваються під час цих процесів, дізнаємось об'єм фільтрованого пива:

$$V_4 = V_3 \times (1 - V_{T\phi} / 100), \quad (3.14)$$

де  $V_3$  – об'єм молодого пива, л (3.13);

$V_{T\phi}$  – втрати на доброджування і фільтрування (табл. 3.5), %.

Сенчу:  $V_4 = 512,66 \times (1 - (2,4/100)) = 500,36$  л

Різдяне:  $V_4 = 430,71 \times (1 - (2,6/100)) = 419,51$  л

Ризьке:  $V_4 = 510,6 \times (1 - (2,4/100)) = 498,35$  л

Врешті, після лінії розливу пиво класифікується як товарне, і його розраховують беручи до уваги втрати з усіх ліній розливу (в кеги, ПЕТ, скло, алюміній) (Табл. 3.5) і відсоток пива, що розливається в конкретний вид тари.

Втрати обчислюють наступним чином:

$$V_{T_{с.зв.р.}} = A \times (V_{T_{р.пл}} / 100) + B \times (V_{T_{р.діж}} / 100) + B \times (V_{T_{р.п}} / 100), \quad (3.15)$$

де А – кількість пива, що розливається у пляшки (табл. 3.2), %;

Б – кількість пива, що розливається у кеги (табл. 3.2), %;

В – кількість пива, що розливається у ПЕТ (табл. 3.2), %;

$V_{T_{р.пл}}$  – втрати при розливі у пляшки (табл. 3.5), %;

$V_{T_{р.к}}$  – втрати при розливі у кеги (табл. 3.5), %;

$V_{T_{ПЕТ}}$  – втрати при розливі у ПЕТ (табл. 3.5), %.

Сенчу:  $V_{T_{с.зв.р.}} = 85 \times (2,5/100) + 15 \times (0,5/100) = 2,2\%$

Різдяне:  $V_{T_{с.зв.р.}} = 40 \times (2,5/100) + 30 \times (0,5/100) + 30 \times (0,35/100) = 1,255\%$

Ризьке:  $V_{T_{с.зв.р.}} = 35 \times (0,5/100) + 65 \times (0,35/100) = 0,4025\%$

Звідси товарне пиво буде складати:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{т.п.} = V_4 \times (1 - (ВТ_{с.зв.р}/100)), \quad (3.16)$$

де  $V_4$  – кількість фільтрованого пива (3.14), л;

$ВТ_{с.зв.р}$  – середньозважені втрати (3.15), %.

Сенчу:  $V_{т.п.} = 500,36 \times (1 - (2,2/100)) = 489,35$  л

Різдвяне:  $V_{т.п.} = 419,51 \times (1 - (1,255/100)) = 414,25$  л

Ризьке:  $V_{т.п.} = 498,35 \times (1 - (0,4025/100)) = 496,34$  л

Після визначення кількості рідинних напівпродуктів можна вирахувати сумарні втрати з затирання по момент розливу:

$$ВТ_{рід.ф.} = V_1 - V_{т.п.}, \quad (3.17)$$

де  $V_1$  – об'єм гарячого сусла із врахуванням його розширення (3.11), л;

$V_{т.п.}$  – кількість товарного пива (3.15), л.

Сенчу:  $ВТ_{рід.ф.} = 581,82 - 489,35 = 92,47$  л

Різдвяне:  $ВТ_{рід.ф.} = 487,75 - 414,25 = 73,5$  л

Ризьке:  $ВТ_{рід.ф.} = 579,49 - 496,34 = 83,15$  л

Сумарні втрати рідкої фази у відсотках:

$$ВТ_{рід.ф.} = ВТ_{рід.ф.} \times 100 / V_1, \quad (3.18)$$

де  $ВТ_{рід.ф.}$  – сумарні втрати по рідкій фазі (3.16), л;

$V_1$  – об'єм гарячого сусла із врахуванням його розширення (3.10), л.

Сенчу:  $ВТ_{рід.ф.} = 92,47 \times 100 / 489,35 = 18,89\%$

Різдвяне:  $ВТ_{рід.ф.} = 73,5 \times 100 / 414,25 = 17,74\%$

Ризьке:  $ВТ_{рід.ф.} = 83,15 \times 100 / 496,34 = 16,75\%$

Розрахуємо іншу сировину, що використовується при виготовленні пива, таку як хміль і молочну кислоту:

$$G_{хм} = V_{т.п.} \times (Вит_{хм}/1000)/10, \quad (3.19)$$

де  $V_{т.п.}$  – кількість товарного пива (3.16), л;

$Вит_{хм}$  – витрати хмелю на 1 дал пива (табл. 3.4), г/дал.

Сенчу:  $G_{хм} = 489,35 \times (30/1000)/10 = 1,47$  кг

Різдвяне:  $G_{хм} = 414,25 \times (22/1000)/10 = 0,91$  кг

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Ризьке:  $G_{\text{хм}} = 496,34 \times (30/1000)/10 = 1,49 \text{ кг}$

Молочна кислота для пива сорту «Сенчу» і «Ризьке» буде складати 0,08 кг 100% кислоти, а для пива сорту «Різдвяне» з пропорції:

100 кг зернопродуктів – 0,08 кг кислоти

96 кг зернопродуктів – X кг кислоти

$X = 96 \times 0,08/100 = 0,0768 \text{ кг}$

Обчислення кількості дріжджів залежить від схеми бродіння і експериментально визначена на підприємстві:

$$V_{\text{з. др}} = V_2 \times N_{\text{др}}/10, \quad (3.20)$$

$$V_{\text{т. д}} = V_2 \times N_{\text{др}}/10, \quad (3.21)$$

де  $\Sigma V_2$  – сумарний річний об'єм холодного сусла за всіма сортами пива, що випускаються на проектованому підприємстві, дал;

$N_{\text{др}}$  – нормативний вихід засівних (товарних) дріжджів з 10 дал сусла,  $\text{дм}^3$ .

Сенчу:  $V_{\text{з.др.}} = 524,19 \times 0,5/10 = 26,21 \text{ дм}^3$

$$V_{\text{т.др.}} = 524,19 \times 1/10 = 52,42 \text{ дм}^3$$

Різдвяне:  $V_{\text{з.др.}} = 440,85 \times 0,5/10 = 22,04 \text{ дм}^3$

$$V_{\text{т.др.}} = 440,85 \times 1/10 = 44,09 \text{ дм}^3$$

Ризьке:  $V_{\text{з.др.}} = 522,09 \times 0,5/10 = 26,11 \text{ дм}^3$

$$V_{\text{т.др.}} = 522,09 \times 1/10 = 52,21 \text{ дм}^3$$

Після розрахунків продукту і напівпродуктів обраховується кількість відходів виробництва: пивної і хмельової дробини, вуглекислого газу, шламу і відстою.

Маса вологої дробини буде дорівнювати добутку кількості СР дробини кожного сорту пива на коефіцієнт перерахунку:

$$M_{\text{др}} = G_{\text{др}} \times (100/(100-W)), \quad (3.22)$$

де W – вологість дробини (табл. 3.7), %;

$G_{\text{др}}$  – кількість сухих речовин, що залишилися в дробині (3.7), кг.

Сенчу:  $m_{\text{др}} = 24,21 \times (100/(100-86)) = 172,93 \text{ кг}$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різдвяне:  $m_{др} = 23,07 \times (100 / (100 - 86)) = 164,79 \text{ кг}$

Ризьке:  $m_{др} = 23,07 \times (100 / (100 - 86)) = 164,79 \text{ кг}$

На 1 дал товарного пива, виходячи з норми внесення хмелю, утворюється волога хмельова дробина:

$$M_{хм} = G_{хм} \times 0,6 \times 6,67 \quad (3.23)$$

Сенчу:  $m_{хм} = 1,47 \times 0,6 \times 6,67 = 5,88 \text{ кг}$

Різдвяне:  $m_{хм} = 0,91 \times 0,6 \times 6,67 = 3,64 \text{ кг}$

Ризьке:  $m_{хм} = 1,49 \times 0,6 \times 6,67 = 5,96 \text{ кг}$

Шлам з сепараторів ( $M_{шл}$ ) розраховується лише на річну потужність, оскільки з будь-якого сорту пива отримують 1,75 кг шламу на 100 кг засипу.

Аналогічно проводиться обчислення маси відстою з танків доброджування – 1,71 кг відстою на 100 кг зернопродуктів.

Наступним є розрахунок двоокису вуглецю, для якого знаходять масу холодного сусла, кількість  $EP$  в ньому, і, знаючи ступінь збродження для сусла кожного сорту пива, кількість  $EP$ , що збродить. У процесі бродиння виділиться вуглекислий газ. Визначається його загальна кількість зв'язана і, відповідно, вільна. Для зручності кількість перераховується на об'єм і масу вуглекислого газу, що виділиться на 1 дал товарного пива.

$$M_{х.с.} = V_2 \times d, \quad (3.24)$$

де  $V_2$  – об'єм холодного сусла (3.12), л;

$d$  – густина сусла (табл. 3.4), кг/л.

$$EP_{х.с.} = M_{х.с.} \times K_c / 100, \quad (3.25)$$

де  $M_{х.с.}$  – маса холодного сусла (3.24), кг;

$K_c$  – концентрація сусла для кожного сорту пива (табл. 3.4), % .

$$M_{е.р-н} = EP_{х.с.} \times C_{тзб} / 100, \quad (3.26)$$

де  $EP_{х.с.}$  – кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі (3.25), кг;

$C_{тзб}$  – ступінь збродження (табл. 3.4), %.

$$K_{CO_2} = (M_{е.р-н} \times 44 \times 4) / 342, \quad (3.27)$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $M_{e.p-n}$  – кількість екстрактивних речовин, що збродить, кг;

342 і 44 – відповідно молекулярна маса мальтози і вуглекислого газу;

4 – стехіометричний коефіцієнт при  $CO_2$ .

$$K_{зв.CO_2} = M_{x.c} \times (CO_{2n}/100), \quad (3.28)$$

де  $M_{x.c}$  – маса холодного суслу (3.24), кг;

$CO_{2п}$  – вміст вуглекислоти в пиві (табл. 3.4), %мас.

$$K_{CO_2 атм} = K_{CO_2} - K_{зв.CO_2}, \quad (3.29)$$

де  $K_{CO_2}$  – кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння, кг;

$K_{зв.CO_2}$  – кількість зв'язаної вуглекислоти, кг.

$$V_{CO_2 ат} = K_{CO_2 атм} / 1,832, \quad (3.30)$$

де  $K_{CO_2 атм}$  – кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу (3.29), кг.

$$M_{CO_2} = K_{CO_2 атм} \times 1000 / (V_{т.п} / 10), \quad (3.31)$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку в г;

10 – коефіцієнт перерахунку в дал.

Сенчу:  $m_{x.c.} = 524,19 \times 1,0442 = 547,36$  кг

$$E_{P_{x.c.}} = 547,36 \times 12 / 100 = 65,68$$
 кг

$$m_{e.p.} = 65,68 \times 50,5 / 100 = 33,17$$
 кг

$$K_{CO_2} = (33,17 \times 44 \times 4) / 342 = 17,07$$
 кг

$$K_{зв.CO_2} = 547,36 \times 0,33 / 100 = 1,81$$
 кг

$$V_{CO_2 атм} = 15,26 / 1,832 = 8,33$$
 л

$$M_{CO_2 атм} = 15,26 \times 1000 / (489,35 / 10) = 311,84$$
 г/дал

Різдвяне:  $m_{x.c.} = 440,85 \times 1,0526 = 464,04$  кг

$$E_{P_{x.c.}} = 464,04 \times 14,5 / 100 = 67,29$$
 кг

$$m_{e.p.} = 67,29 \times 52 / 100 = 34,99$$
 кг

$$K_{CO_2} = (34,99 \times 44 \times 4) / 342 = 18,01$$
 кг

$$K_{зв.CO_2} = 464,04 \times 0,3 / 100 = 1,39$$
 кг

$$V_{CO_2 атм} = 16,62 / 1,832 = 9,07$$
 л

$$M_{CO_2 атм} = 16,62 \times 1000 / (414,25 / 10) = 401,21$$
 г/дал

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$\text{Ризьке: } m_{x.c.} = 522,09 \times 1,0484 = 547,36 \text{ кг}$$

$$EP_{x.c.} = 547,36 \times 12/100 = 65,68 \text{ кг}$$

$$m_{e.p.} = 65,68 \times 55/100 = 36,12 \text{ кг}$$

$$K_{co_2} = (36,12 \times 44 \times 4)/342 = 18,63 \text{ кг}$$

$$K_{зв.co_2} = 547,36 \times 0,33/100 = 1,81 \text{ кг}$$

$$V_{co_2atm} = 16,82/1,832 = 9,18 \text{ л}$$

$$M_{co_2atm} = 16,82 \times 1000(496,34/10) = 338,88 \text{ г/дал}$$

Зведену таблицю формують з результатів розрахунків кількості напівпродуктів, готового пива і відходів. У перший стовпець записують результати обчислень на 100 кг засип, другий – на 1 дал пива, третій – на річний випуск пива. Середній обраховують, ділячи кожен показник на кількість товарного пива зі 100 кг засипу (дал), а останній – з добутку показників на 1 дал пива на річну потужність (в дал) за кожним сортом.

Таблиця 3.8 – Зведена таблиця

Сировина	Необхідна кількість сировини		
	На 100 кг зернової сировини	На 1 дал пива	На річну потужність підприємства
1	2	3	4
<b>СЕНЧУ</b>			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	100	2,04	2'142'000
Разом, кг	100	2,04	2'142'000
Інші види сировини, кг:			
Хміль	1,47	0,03	31'500
Молочна кислота, 100 %	0,08	0,0016	1'680
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	581,82	11,89	12'484'500
Холодне сусло	524,19	10,71	11'245'500
Молоде пиво	512,66	10,48	11'004'000
Фільтроване пиво	500,36	10,95	11'497'500
Готове пиво	489,35	10	10'500'000

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
Відходи:			
Пивна дробина, кг	172,93	3,53	3'706'500
Хмельова дробина, кг	5,88	0,12	126'000
Шлам (осол), л	1,75	0,0358	37'590
Відстій, л	1,71	0,0305	32'025
Засівні дріжджі	26,21	0,536	562'800
Надлишкові дріжджі (товарні), л	52,42	1,0712	1'124'760
Вуглекислий газ, кг	15,26	0,31	325'500
Відходи полірування, кг	0,1	0,002	2'146
РІЗДВЯНЕ			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	84	2,03	2'436'000
Солод темний	10	0,24	288'000
Мед натуральний	6	0,15	180'000
Разом, кг	100	2,42	2'904'000
Інші види сировини, кг:			
Хміль	0,91	0,02	24'000
Молочна кислота, 100 %	0,0768	0,0018	2'160
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	487,75	11,77	14'124'000
Холодне сусло	440,85	10,64	12'768'000
Молоде пиво	430,71	10,4	12'480'000
Фільтроване пиво	419,51	10,13	12'156'000
Готове пиво	414,25	10	12'000'000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	164,79	3,98	4'776'000
Хмельова дробина, кг	3,64	0,09	108'000
Шлам (осол), л	1,645	0,0397	47'640
Відстій, л	1,6074	0,0388	46'560
Засівні дріжджі	22,04	0,532	638'400
Надлишкові дріжджі (товарні), л	44,09	1,0643	1'277'160
Вуглекислий газ, кг	16,62	0,4012	481'440
Відходи полірування, кг	0,09	0,0022	2'640
РИЗЬКЕ			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	100	2,01	1'507'500

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
Разом, кг	100	2,01	1'507'500
Інші види сировини, кг:			
Хміль	1,49	0,03	22'500
Молочна кислота, 100%	0,08	0,0016	1'200
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	579,49	11,68	8'760'000
Холодне сусло	522,09	10,52	7'890'000
Молоде пиво	510,6	10,29	7'717'500
Фільтроване пиво	498,35	10,04	7'530'000
Готове пиво	496,34	10	7'500'000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	172,93	3,48	2'610'000
Хмельова дробина, кг	5,96	0,12	90'000
Шлам (осол), л	1,75	0,035	26'250
Відстій, л	1,71	0,034	25'500
Засівні дріжджі	26,11	0,526	394'500
Надлишкові дріжджі (товарні), л	52,21	1,05	787'500
Вуглекислий газ, кг	16,82	0,34	255'000
Відходи полірування, кг	0,01	0,0002	1'500

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розрахунок тари і пакувальних матеріалів базується на отриманих даних з розрахунку кількості напівпродуктів, витрат сировини та допоміжних матеріалів, таких як декстрин на наклеювання етикеток, кізельгур і ін. В той же час на кожному з етапів прийняття, миття пляшок, кег, розливу, відбувається бій тари, показники якого ураховуються при визначенні кількості тари. Виконується за методичними вказівками [8].

Розрахунок пляшок скляних починається з визначення об'єму фільтрованого пива, що розливається у скляну тару, на рік:

$$\sum V_{\text{ф. п. ск. пл.}} = (V'_{4\text{п}1} \times n_{\text{ск. пл.1}} + V'_{4\text{п}2} \times n_{\text{ск. пл.2}} + \dots + V'_{4\text{п}n} \times n_{\text{ск. пл. n}}) / 10, \quad (4.1)$$

де  $V'_{4\text{п}1} \dots V'_{4\text{п}n}$  – кількість фільтрованого на річну потужність заводу, л;

$n_{\text{ск.пл.1}} \dots n_{\text{ск.пл.n}}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в скляні пляшки.

$$\begin{aligned} \sum V_{\text{ф. п. ск. пл.}} &= (11'497'500 \times 0,85 + 12'156'000 \times 0,4) / 10 = \\ &= (9'772'875 + 4'862'400) / 10 = 1'463'527,5 \text{ дал} \end{aligned}$$

Наступним розраховується річна кількість пляшок без урахування втрат, після з сумарними втратами при зберіганні, митті і розливі (2,78%), т:

$$K_0 = (\sum V_{\text{ф. п. в. н.}} \times 20) / 1\,000\,000, \quad (4.2)$$

де  $\sum V_{\text{ф.п.в.н}}$  – загальний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, дал (4.1);

20 – перерахунок 1 дал пива на пляшки місткістю 0,5 дм<sup>3</sup>.

$$K_0 = (1'463'527,5 \times 20) / 1'000'000 = 29,27055 \text{ млн. шт.}$$

$$K_1 = (K_0 \times 100) / (100 - \sum \Pi_p), \quad (4.3)$$

де  $\sum \Pi_p$  – сумарний бій пляшок при зберіганні, митті, розливі, %: приймаємо втрати в скляному посуді (%) (0,51); в цеху розливу 2,0% в складі готової продукції 0,09+0,03+0,15=0,27;  $\sum \Pi_p=2,78\%$ .

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_1 = (29,27055 \times 100) / (100 - 2,78) = 2927,055 / 97,22 = 30,10754 \text{ млн. шт.}$$

Звідси кількість пляшок, що буде заміщати побиті:

$$K_2 = K_1 - K_0 \quad (4.04)$$

$$K_2 = 30,10754 - 29,27055 = 0,83699 \text{ млн. шт.}$$

Але з урахуванням пляшок, що не повернуться з торгової мережі (5%), кількість буде наступна:

$$K_3 = K_2 \times 0,05 \times K_2, \quad (4.05)$$

$$K_3 = 29,27055 \times 0,05 \times 0,83699 = 1,22496 \text{ млн. шт.}$$

Розрахуємо кількість зворотних пляшок. Кількість обертів в рік - 40:

$$K_4 = K_3 / 40 \quad (4.06)$$

$$K_4 = 29,27055 / 40 = 0,73176 \text{ млн. шт.}$$

Визначення кількості преформ для ПЕТ-пляшок також базується на обрахуванні об'єму річного фільтрованого пива, що буде розливатися в ПЕТ-пляшки:

$$\sum V_{\text{ф. п. ПЕТ}} = (V'_{4п1} \times n_{\text{ПЕТ1}} + V'_{4п2} \times n_{\text{ПЕТ2}} + \dots + V'_{4пн} \times n_{\text{ПЕТн}}) / 10, \quad (4.07)$$

де  $V'_{4п1} \dots V'_{4пн}$  – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л;

$n_{\text{ПЕТ1}} \dots n_{\text{ПЕТн}}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в ПЕТ-пляшки.

$$\text{ПЕТ 1 л: } \sum V_{\text{ф. п. ПЕТ}} = (12'156'000 \times 0,3) / 10 = 364'680 \text{ дал}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } \sum V_{\text{ф. п. ПЕТ}} = (7'530'000 \times 0,65) / 10 = 489'450 \text{ дал}$$

Аналогічно далі необхідно визначити кількість преформ без урахування втрат, та з ними. 0,1 – місткість в дал для ПЕТ-пляшок 1,0 дм<sup>3</sup>, для ПЕТ-пляшок об'ємом 2 л на сорт Ризьке перерахунок буде 0,2:

$$K_5 = (\sum V_{\text{ф. п. ПЕТ}} \times 0,1) / 1\,000\,000, \quad (4.08)$$

де 0,1 – місткість 1 ПЕТ-пляшки, дал.

$$\text{ПЕТ 1 л: } K_5 = (364'680 \times 0,1) / 1'000'000 = 0,036468 \text{ млн. шт.}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } K_5 = (489'450 \times 0,2) / 1'000'000 = 0,09789 \text{ млн. шт.}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K_6 = (K_5 \times 100) / (100 - 0,1), \quad (4.09)$$

де 0,1 – втрати преформ і пляшок, % (приймаються в ході проведення контрольної зміни на підприємстві або умовно).

$$\text{ПЕТ 1 л: } K_6 = (0,036468 \times 100) / (100 - 0,1) = 0,03651 \text{ млн. шт.}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } K_6 = (0,09789 \times 100) / (100 - 0,1) = 0,09799 \text{ млн. шт.}$$

Розрахунок кількості кег відрізняється від інших необхідністю визначення кількості зворотної тари. Сумарний об'єм фільтрованого пива, що розливається в кеги:

$$\sum V_{\text{ф. п. к.}} = (V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{к1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{к2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{к.н}}) / 10, \quad (4.10)$$

де  $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$  – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л;

$n_{\text{к1}} \dots n_{\text{к.н}}$  – частка кожного сорту пива, що розливається в кеги.

$$\begin{aligned} \sum V_{\text{ф. п. к.}} &= (11'497'500 \times 0,15 + 12'156'000 \times 0,3 + 7'530'000 \times 0,35) / 10 = \\ &= (1'724'625 + 3'646'800 + 2'635'500) / 10 = 800'692,5 \text{ дал} \end{aligned}$$

Кількість кег без урахування обортовості:

$$K_7 = \sum V_{\text{ф. п. к.}} / V_{\text{к}}, \quad (4.11)$$

де  $V_{\text{к}}$  – місткість 1-ї кеги, дал (зазвичай приймають 5 дал, якщо інше не вказано у завданні).

$$K_7 = 800'692,5 / 5 = 160'138,5 \text{ шт.}$$

Більша кількість кег повертається в виробництво, проте 10% – безповоротні втрати:

$$K_8 = K_7 \times (100 - 90) / 100 \quad (4.12)$$

$$K_8 = 160'138,5 \times 0,1 = 16'013,85 \text{ шт.}$$

Кінцева кількість необхідних кег на рік, урахуваючи їх обортовість: 40 разів на рік:

$$K_9 = K_8 / 40 \quad (4.13)$$

$$K_9 = 16'013,85 / 40 = 400,35 \sim 401 \text{ шт.}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок числа ящиків, що необхідна для упакування скляних пляшок, але з 2% зносом:

$$K_{10} = K_1/20 \times (100-2)/100, \quad (4.14)$$

де  $K_1$  – річна кількість пляшок із урахуванням втрат, млн. шт.;

20 – кількість пляшок 0,5 дм<sup>3</sup> у стандартних ящиках, шт.

$$K_{10} = 30,10754/20 \times ((100-2)/100) = 1,47527 \text{ млн. шт.}$$

10% ящиків не є зворотними, тоді кількість нових ящиків:

$$K_{11} = K_{10} \times (100-90)/100 \quad (4.15)$$

$$K_{11} = 1,47527 \times ((100-90)/100) = 0,14753 \text{ млн. шт.}$$

Кількість ящиків, що потрібна на рік, з урахуванням обортовості (40 в рік):

$$K_{12} = K_{11}/(20 \times 40), \quad (4.16)$$

де 20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм<sup>3</sup> у стандартних ящиках, шт.;

40 – число обертів ящика в рік.

$$K_{12} = 30,10754/(20 \times 40) = 0,03763 \text{ млн. шт.}$$

Витрати кронен-пробок на 1 дал пива – 1,045, з цього кількість кронен-пробок для скляної тари:

$$K_{13 \text{ ск. п.}} = K_0 \times 1,045, \quad (4.17)$$

де 1,045 – витрати кронен пробок на 1 дал напоїв від кількості готової продукції, частка.

$$K_{13 \text{ ск. п.}} = 29,27055 \times 1,045 = 30,58773 \text{ млн. шт.}$$

В свою чергу витрати етикеток на 1 дал напоїв – 1,03, звідси кількість етикеток для скляних пляшок:

$$K_{14 \text{ ск. п.}} = K_0 \times 1,03, \quad (4.18)$$

де 1,03 – витрати етикеток на 1 дал напоїв від кількості готової продукції, частка.

$$K_{14 \text{ ск. п.}} = 29,27055 \times 1,03 = 30,14867 \text{ млн. шт.}$$

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Аналогічно розраховується кількість етикеток і гвинтових пробок для ПЕТ-пляшок, з урахуванням кількості ПЕТ-пляшок.

$$\text{ПЕТ 1 л: } K_{13\text{ПЕТ1}} = 0,036468 \times 1,045 = 0,03811 \text{ млн. шт.}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } K_{13\text{ПЕТ2}} = 0,09789 \times 1,045 = 0,10229 \text{ млн. шт.}$$

$$\sum K_{13\text{ПЕТ}} = 0,03811 + 0,10229 = 0,1404 \text{ млн. шт.}$$

$$\text{ПЕТ 1 л: } K_{14\text{ПЕТ1}} = 0,036468 \times 1,03 = 0,03756 \text{ млн. шт.}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } K_{14\text{ПЕТ2}} = 0,09789 \times 1,03 = 0,08127 \text{ млн. шт.}$$

Для кег етикетки розраховуються наступним чином (2 етикетки на 10 дал пива):

$$K_{14\text{к}} = \sum V_{\text{ф. п. к}} \times 2/10 \quad (4.19)$$

$$K_{14\text{к}} = 800'692,5 \times 2/10 = 160'138,5 \text{ шт.}$$

Відповідно сумарна кількість етикеток буде:

$$\sum K_{14} = K_{14\text{ск. п}} + K_{14\text{ПЕТ}} + K_{14\text{к}} \quad (4.20)$$

$$\sum K_{14} = 30,14867 + 0,03756 + 0,08127 + 0,1601385 = 30,42764 \text{ млн. шт.}$$

Для наклеювання етикеток на пляшки використовується декстрин. Якщо на 1000 скляних пляшок  $0,5 \text{ дм}^3$  йде  $0,275 \text{ кг}$  декстрину, тоді маса клею, необхідна на рік:

$$K_{15\text{ск. п}} = K_0 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3, \quad (4.21)$$

де  $0,275$  – кількість декстрину в кг, що необхідна для поклейки 1000 пляшок по  $0,5 \text{ дм}^3$ .

$$K_{15\text{ск. п}} = 29,27055 \times 0,275 \times 1'000 = 8'049,4 \text{ кг}$$

Аналогічно розраховується маса декстрину для оклеювання етикеток на ПЕТ-пляшки і кеги, з урахуванням випуску пива у відповідну тару:

$$K_{15\text{ПЕТ}} = K_6 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 \quad (4.22)$$

$$K_{15\text{к}} = \sum V_{\text{ф. п. к}} \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000) \quad (4.23)$$

$$\text{ПЕТ 1 л: } K_{15\text{ПЕТ}} = 0,03651 \times 0,275 \times 1'000 = 10,04 \text{ кг}$$

$$\text{ПЕТ 2 л: } K_{15\text{ПЕТ}} = 0,09799 \times 0,275 \times 1'000 = 26,95 \text{ кг}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{15к} = 800'692,5 \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1'000) = 44,04 \text{ кг}$$

Сумарні витрати клею для усіх видів тари:

$$\sum K_{15} = K_{15ск.п} + K_{15ПЕТ} + K_{15к} \quad (4.24)$$

$$\sum K_{15} = 8'049,4 + 10,04 + 26,95 + 44,04 = 8'130,43 \text{ кг}$$

Для миття пляшкової і кегової тари використовується луг – сода каустична. Обчислення маси лугу на миття пляшок і кег буде вестися за формулами нижче, з урахуванням середніх витрат лугу на вид тари:

$$K_{16ск.п} = K_1 \times 1000 \dots 1100, \quad (4.25)$$

де 1000...1100 – середні витрати лугу на 1 млн пляшкової продукції, кг.

$$K_{16к} = K_7 \times 0,1 \dots 0,11 \quad (4.26)$$

$$K_{16ск.п} = 30,10754 \times 1'000 = 30'107,54 \text{ кг}$$

$$K_{16к} = 160'138,5 \times 0,1 = 16'013,85 \text{ кг}$$

Відповідно сумарна кількість каустику:

$$\sum K_{16} = K_{16ск.п} + K_{15к} \quad (4.27)$$

$$\sum K_{16} = 30'107,54 + 16'013,85 = 46'121,39 \text{ кг}$$

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця

Показник	Кількість, млн. шт./кг
1	2
Тара	
Скло 0,5 дм <sup>3</sup>	0,73176
ПЕТ 1 дм <sup>3</sup>	0,03651
ПЕТ 2 дм <sup>3</sup>	0,09799
Кеги 5 дал	0,000401
Ящики	0,14753
Пакувальні матеріали	
Кронен-пробки	30,58773
Гвинтові пробки	0,1404
Етикетки	3042764
Декстрин	8'160,43
Миючі засоби	
Луг	46'121,39

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

### 5.1 Площа складів сировини

Сюди також ураховується коефіцієнт площі, що необхідна на обслуговування і проїзд. Величина площі складів обернено пропорційна кількості днів роботи пивоварного заводу в рік і нормі питомого навантаження на 1 м<sup>2</sup>.

$$S_1 = (M_p \times n_1 \times k_1) / (\tau_1 \times m_1), \quad (5.1)$$

де  $M_p$  – річна кількість сировини або матеріалів, кг;

$n_1$  – норма запасу сировини, рік/місяць (для хмелю  $n_1$  становить 1 рік);

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ( $k_1 = 1,5$ );

$\tau_1$  – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік;

$m_1$  – питома навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі.

Склад хмелю. Питома навантаження хмелю на 1 м<sup>2</sup> - 400 кг/м<sup>2</sup> при напільному зберіганні, його запас передбачається на весь рік, а ще необхідно на 50% більше площі на проїзд і обслуговування.

$$S_{1\text{хм}} = (78'000 \times 11,33 \times 1,5) / (11,33 \times 400) = 292,5 \text{ м}^2$$

### 5.2 Площа складів скляної тари, продукції, ящиків і склобою

Склад зворотних пляшок. Його площа розраховується діленням добутку сумарного річного об'єму фільтрованого пива, що розливається у скляні пляшки, коефіцієнту бою і браку у складі посуду при розливі і у складі зберігання готового пива (1,0278), нормі запасу та коефіцієнту, що враховує 50% площі на проїзд і обслуговування на добуток кількості ящиків, що укладають на 1 м<sup>2</sup> площі та кількість робочих днів цеху розливу на рік.

$$S_2 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times k_1 \times k_2 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.2)$$

де  $\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}}$  – сумарний річний об'єм фільтрованого пива на розлив у скло, далі;

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ( $k_1 = 1,5$ );

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує бій і брак в складі посуду при розливі, і у складі готової продукції ( $k_2=1,0278$ );

$n_2$  – норма запасу, діб;

$m_2$  – кількість ящиків, що розміщуються на 1 м<sup>2</sup> площі;

$\tau$  – кількість робочих днів цеху розливу у рік.

$$S_2 = (1'463'527,5 \times 1,5 \times 1,0278 \times 2) / (30 \times 238) = 632,02 \text{ м}^2$$

Аналогічно обчислюють площу складу готового пива у скляній тарі, проте враховуватиметься лише норма бою у складі готової продукції – 1,0009.

$$S_3 = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times k_1 \times k_3 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.3)$$

де  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує бій і брак тільки в складі готової продукції ( $k_3=1,0009$ ).

$$S_3 = (1'463'527,5 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / (30 \times 238) = 615,48 \text{ м}^2$$

Склад нових пляшок розраховується з нормою покривання відсотку бою – 0,0809.

$$S_4 = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times k_1 \times k_4 \times n_2) / (m_2 \times \tau_1), \quad (5.4)$$

де  $k_4$  – повернення пляшок на підприємство з метою поповнення бою (8,09%), частка ( $k_4=0,0809$ );

$\tau$  – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік.

$$S_4 = (1'463'527,5 \times 1,5 \times 0,0809 \times 2) / (30 \times 345) = 34,32 \text{ м}^2$$

Площа майданчику, що необхідна для зберігання ящиків розраховується лише з ділення добутку норми запасу ящиків і річного об'єму фільтрованого пива, що розливається у скло, на питоме навантаження і кількість днів роботи цеху розливу.

$$S_5 = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times k_1 \times n_2 \times 10) / (m_4 \times \tau), \quad (5.5)$$

де  $n_2=5$ ;

$m_4=500$ .

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_5 = (1'463'527,5 \times 1,5 \times 5 \times 10) / (500 \times 238) = 922,39 \text{ м}^2$$

Площа майданчику для склобою. При розрахунку площі майданчику для склобою враховують перерахунок дал пива в пляшки – 20, коефіцієнт бою – 0,0278, норму запасу – 10 діб і висоту насипу склобою – 0,5 м. Потім добуток ділять на насипну густину склобою – 0,5 т/м<sup>3</sup>, масу однієї пляшки – 0,5 кг і кількість днів роботи цеху розливу.

$$S_6 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл.}} \times 20 \times k_7 \times n_2 \times h) / (p \times 1000 \times m \times \tau), \quad (5.6)$$

де 20 – перерахунок дал в пляшки;

$k_7$  – коефіцієнт=0,0278;

$n_2$ =10 діб;

$h$  – висота насипу склобою, м ( $h=0,5$ );

$p$  – насипна густина склобою, т/м<sup>3</sup> ( $p=0,5$ );

$m$  – маса однієї пляшки, кг (при розливі у пляшки 0,5 дм<sup>3</sup> = 0,5 кг, при розливі у пляшки 0,33 дм<sup>3</sup>=0,33 кг);

$\tau$  – кількість робочих днів цеху розливу у рік, діб.

$$S_6 = (1'463'527,5 \times 20 \times 0,0278 \times 10 \times 0,5) / (0,5 \times 1'000 \times 0,5 \times 238) = 68,38 \text{ м}^2$$

### 5.3 Площа складів кег і продукції

Площа складу прийому порожніх кег обраховується з кількості кег, що необхідна для розливу річного об'єму фільтрованого пива у кегову тару. Сюди також ураховують коефіцієнт нерівномірності підвезення. І замість норми кількості ящиків, розташованих на 1 м<sup>2</sup> буде норма кількості кег місткістю 5 дал на 10 м<sup>2</sup>.

$$S_s = (K_7 \times k_1 \times k_s \times n_2 \times 10) / (m_3 \times \tau), \quad (5.7)$$

де  $K_7$  – кількість кег для розливу річної кількості фільтрованого пива, шт.;

$k_5$  – коефіцієнт нерівномірності підвезення,  $k_5=2$ ;

$n_2$  – для продукції в кегах і для порожніх кег 1...2 доби;

$m_3$  – кількість кег місткістю 5 дал розміщених на 10 м<sup>3</sup>.

$$S_s = (160'138,5 \times 1,5 \times 2 \times 1 \times 10) / (150 \times 238) = 134,57 \text{ м}^2$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа складу готової продукції в кегах дорівнює площі складу для прийому порожніх кег.

$$S_7 = S_s \quad (5.8)$$

$$S_7 = 134,57 \text{ м}^2$$

#### 5.4 Площа складів продукції в ПЕТ

Аналогічно розрахунку площі складу зберігання готової продукції у скляній тарі розраховується площа складу готової продукції у ПЕТ-тарі.

$$S_8 = ((K_{5.1} + K_{5.2}) \times k_1 \times n_2) / (m_5 \times \tau), \quad (5.9)$$

де  $K_{5.1, 5.2}$  – кількість ПЕТ-тари 1,0 і 1,5 дм<sup>3</sup>;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ( $k_1 = 1,5$ );

$n_2$  – для продукції в ПЕТ 2 доби;

$m_5$  – кількість ящиків продукції ПЕТ в ярусі.

$$S_8 = (134'500 \times 1,5 \times 2) / (30 \times 238) = 56,51 \text{ м}^2$$

Таблиця 5.1 – Зведена таблиця

Найменування	Показник, м <sup>2</sup>
Склад хмелю	292,5
Склад зворотних скляних пляшок	632,02
Склад пива в скляній тарі	615,48
Склад нових скляних пляшок	34,32
Склад ящиків	922,39
Склад склобою	68,38
Склад порожніх кег	134,57
Склад пива в кегах	134,57
Склад пива в ПЕТ-тарі	56,51

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6. РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 6.1 Обладнання для приймання і переробки зернопродуктів

Розрахунок ведемо за методичними вказівками [8].

Розвантажувач автомобілей (2). Для вивантаження буде застосовуватись автомобілеперекидач ГУАР-15Н вантажопідйомністю 15 т, тому що річний об'єм зернопродуктів броварні потужністю 3 млн дал пива в рік зможе забезпечити автотранспорт. Обсяг зерна в фурах рідко перевищує 10 тон.

Зважування автомобілів буде здійснюватися за допомогою автомобільних вагів (3) РС-10-Ц13А з межею зважування 10 т.

Приймальний бункер (4). Він розрахований на приймання двох транспортних одиниць за раз. Його об'єм, виходячи з визначення об'єму, обчислюється діленням маси зернопродуктів в двох фурах на густину виду цього зернопродукту з деяким запасом місткості (1,1).

$$V_{\text{пр. б.}} = (M \times 1,1) / \rho, \quad (6.1)$$

де  $M$  – прийнята місткість бункера, т;

$\rho$  – насипна густина зерна, т/м<sup>3</sup>;

1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

$$V_{\text{пр. б.}} = (20 \times 1,1) / 0,45 = 48,89 \text{ м}^3$$

Приймемо прямокутний бункер з пірамідальним дном. Залежність розмірів бункеру буде:

$$P_{\text{пр. б.}} = a \times b \times H + (1/3) \times a \times b \times h, \quad (6.2)$$

де  $a, b$  – сторони бункера, м;

$H$  – висота прямокутної частини, м;

$h$  – висота конічної частини, м.

При рівних довжинах обох сторін:

$$P_{\text{пр. б.}} = a^2 \times (H + (1/3) \times h) \quad (6.3)$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси висота конічної (h) та прямокутної (H) частини:

$$h = a \times (\sqrt{2}/2) \times \operatorname{tg} \alpha, \quad (6.4)$$

де  $\alpha$  – кут природного відкосу (для солоду =  $30^\circ$ , для ячменю =  $36^\circ$ ).

$$h = 4 \times (\sqrt{2}/2) \times \operatorname{tg} 30 = 4 \times 0,71 \times 0,58 = 1,65 \text{ м}$$

$$H = (V_{\text{пр.б.}}/a^2) - (1/3) \times h, \quad (6.5)$$

де  $V_{\text{пр.б.}}$  – об'єм приймального бункера,  $\text{м}^3$  (6.1).

$$H = (48,89/16) - (1/3) \times 1,65 = 3,06 - 0,55 = 2,51 \text{ м}$$

Довжина сторони бункера буде дорівнювати десятковому розряду значення об'єму без округлення.

Для визначення продуктивності норії і транспортерів необхідно визначити добову кількість зернопродуктів, яка є сумою річного надходження зернопродуктів усіх видів, поділена на добуток втрат при розвантаженні і зберіганні на кількість днів, в які надходить зерно.

$$Q_{\text{доб}} = (\Sigma M_{\text{с.с.р.}} + \Sigma M_{\text{т.с.р.}} + \Sigma M_{\text{к.с.р.}} + \Sigma M_{\text{н.с.р.}}) / ((100 - (0,15 + 0,1)) \times 200), \quad (6.6)$$

де  $\Sigma M_{\text{с.с.р.}}$ ,  $\Sigma M_{\text{т.с.р.}}$ ,  $\Sigma M_{\text{к.с.р.}}$ ,  $\Sigma M_{\text{н.с.р.}}$  – відповідно сумарна річна кількість світлого, темного, карамельного солоду і всіх найменувань окремо несолодженої сировини, що використовується на заводі для виготовлення пива, т;

0,15 – відсоткова частка втрат зерна при розвантаженні (тобто 15%);

0,1 – відсоткова частка втрат зерна при зберіганні (тобто 10%);

200 – тривалість надходження зерна, днів;

$$Q_{\text{доб}} = (6'085,5 + 288) / [1 - (0,15 + 0,1)] \times 200 = 6'373,5 / 150 = 42,49 \text{ т}$$

Після чого дізнаються продуктивність норій, транспортерів і автоматичних вагів шляхом ділення добової кількості зернопродуктів на час роботи пристрою (зазвичай 8 год).

$$P_{\text{ч}} = (Q_{\text{доб}} / \tau_1), \quad (6.7)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – добове надходження зернопродуктів, т;

$\tau_1$  – час роботи приймального пристрою, год.

$$P_{\text{ч}} = 42,49 / 8 = 5,31 \text{ т/год}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норії (6). Виходячи з потужності підприємства та розрахунку (Табл. 6.1) оберемо норію НЦГ-10 для підйому зернопродуктів на зберігання, та НЦГ-5 для підйому солоду на очищення.

Для зважування зернопродуктів у даному проекті застосовують автоматичні ваги (8) Д-50.

Стрічковий транспортер (5, 11) для подачі зерна від приймального бункера до норії. Виходячи з потужності оберемо транспортер типорозміру 4040-60.

$$P_{\text{тр}} = 155 \times B^2 \times V \times \rho, \quad (6.8)$$

де  $B$  – ширина стрічки обраного транспортеру, м;

$V$  – швидкість стрічки, м/с;

$\rho$  – насипна густина, т/м<sup>3</sup>.

$$P_{\text{тр}} = 155 \times 1,25^2 \times 0,4^2 \times 0,45 = 13,95 \text{ т/год}$$

Для транспортування солоду і несолодженої сировини по силосам та на очищення у даному проекті застосовують гвинтовий конвеєр (7, 13) УШ2Ч-3225.

Силоси (9, 10). Відповідно до норм зберігання сировини на броварнях, місткість силосів розраховують на двомісячний запас:

$$G_{\text{сил.св.}} = (2'142'000 + 2'436'000 + 1'507'500) \times 2 / 11,33 = 1'074'227,71 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сил.т.}} = (288'000 \times 2) / 11,33 = 50'838,48 \text{ кг}$$

Тоді необхідний об'єм для зберігання солоду буде наступним:

$$V_{\text{сил.св.}} = 1'074'227,71 / 450 = 2'387,17 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{сил.т.}} = 50'838,48 / 450 = 112,97 \text{ м}^3$$

Кількість силосів обчислюється за відношенням об'єму зернопродуктів до об'єму силосу:

$$N_{\text{сил.св.}} = 2'387,17 / (581 \times 0,45) = 9,12 = 10 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{сил.т.}} = 112,97 / (58 \times 0,45) = 4,33 = 5 \text{ шт.}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бункери добового зберігання (14, 15) використовують для зрівняння потужності вагів, дробарок і, в подальшому, заради безперервної роботи варильного цеху. Їх об'єм також обчислюється відношенням добової кількості зернопродуктів до густини зернопродуктів. Також враховується коефіцієнт запасу міцності бункеру – 1,1.

$$V_{б.доб.} = (Q_{доб.} \times 1,1) / \rho, \quad (6.9)$$

де  $Q_{доб}$  – добовий запас зернопродуктів, т;

$\rho$  – насипна густина зернопродукту, т/м<sup>3</sup> ;

1,1 – коефіцієнт запасу міці.

$$V_{б.доб.св.с.} = (42,49 \times 1,1) / 0,45 = 104,81 \text{ м}^3$$

$$V_{б.доб.т.с.} = (4,25 \times 1,1) / 0,45 = 10,5 \text{ м}^3$$

Першим етапом очищення солоду є полірування, після якого зерно самопливом йде на сепарацію (17) від легких і важких домішок. Їх продуктивність знаходять за відношенням кількості зернопродуктів, що необхідна на один засип до часу полірування/очищення зерна. При розрахунку продуктивності сепаратору також враховують частку несолодженої сировини за рецептурою (Ч).

$$P_{пм} = Q_{од} / \tau_1, \quad (6.10)$$

$$P_{псс} = Q_{од} \times Ч / \tau_1, \quad (6.11)$$

де  $Q_{од}$  – уточнений одночасний засип, т;

Ч – частка несолодженої сировини (не включаючи будь-яке борошно) в рецептурі пива;

$\tau_1$  – час очистки зернопродуктів, год ( $\tau_1 = 1,5 \dots 2,0$  год).

$$P_{пм} = P_{псс} = 4,472 / 1,5 = 2,98 \text{ т/год}$$

Обираємо полірувальну машину (16) марки РЗ-ВПС, сепаратор (17) марки ЗСМ-5, та магнітні колонки (18) ДКМ.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дробарки (19). Їх продуктивність також залежить від кількості зернопродуктів, що необхідна на одну варку. Аналогічно продуктивності сепаратору це значення ділять на час подрібнення.

$$Q_{др.с} = Q_{од}/\tau_{пз}, \quad (6.12)$$

де  $Q_{од}$  – уточнений одночасний засип, т;

$\tau_{пз}$  – час, за який було подрібнене зерно до процесу затирання, год.

$$Q_{др.с} = 4,472/1,5 = 2,98 \text{ т/год}$$

Для подрібнення світлого і темного солоду оберемо дробарку кондиційованого помелу «Миаг» №2.

Після подрібнення зерно подається в бункери зберігання подрібнених зернопродуктів. На кожну тонну солоду приходить 3 м<sup>3</sup>

$$V_{бпз} = Q_{од} \times 3 \quad (6.13)$$

$$V_{бпз} = 4,472 \times 3 = 13,416 \text{ м}^3$$

## 6.2 Обладнання варильного цеху

Першим при визначенні потужності і місткості апаратів варильного цеху визначають добову кількість зернопродуктів, та на один засип у найбільш напружений місяць роботи броварні.

$$Q_{доб} = (\Sigma M_p \times a) / n_{міс}, \quad (6.14)$$

де  $\Sigma M_p$  – кількість всіх зернопродуктів, що переробляються в рік, т;

$a$  – частка випуску пива у найбільш напружений місяць роботи ( $a=0,1$ );

$n_{міс}$  – число днів роботи в місяць.

$$Q_{од} = Q_{доб} / Z, \quad (6.15)$$

де  $Q_{доб}$  – добова кількість зернопродуктів, т;

$Z$  – обертовість варильного агрегату.

$$Q_{доб} = (6'373 \times 0,1) / 28,5 = 22,36 \text{ т}$$

$$Q_{од} = 22,36 / 5 = 4,472 \text{ т}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З отриманого значення робимо висновок, що найбільш ефективним для засипу 4,472 т буде вітчизняна установка Е-23 на засип 5,5 т, що складається з 2 заторних чанів Е-2355 (24), збірника промивних вод РЗ-ВВЦ-3-С (27), збірника першого мутного сусла (26), фільтр-чану Е-2318 (25), сусловарильного апарату Е-2328 (28) та гідроциклонного апарату РЗ-ВГЧ-5,5 (30) для очищення від білкових завитків.

Необхідно розрахувати об'єм збірника промивних вод та першого сусла. Збірник промивних вод спустошують раз на дві варки і враховують об'єм на кожну тонну зернопродуктів – 2,4 м<sup>3</sup>.

$$V_{зб.п.в.} = Q_{од} \times 2 \times 2,4 \quad (6.16)$$

$$V_{зб.п.в.} = 4,472 \times 2 \times 2,4 = 21,47 \text{ м}^3$$

Відповідно його довжина, при умові, що це апарат циліндричної форми, і його діаметр складає 2 м знаходиться наступним чином:

$$L = V_{зб.п.в.} / \pi \times d^2 \quad (6.17)$$

$$L = 11/3,14 \times 4 = 0,88 \text{ м}$$

Лінія варильного комплексу працює за допомогою відцентрових насосів, потужність яких обчислюють відношенням кількості продукту, який нагнітається, до часу перекачування.

$$P_{нас} = (Q_{прод} \times 60) / \tau_1, \quad (6.18)$$

де  $Q_{прод}$  – об'єм продукту, що перекачується, м<sup>3</sup> ;

$\tau_1$  – час перекачування, хв.

Розрахункова потужність насосу мутного сусла (21-Д) буде наступна, при урахуванні 10 хвилин роботи та кількості мутного сусла, що складає 10% (0,1):

$$P_{нмс} = (K_{зат.м.} \times 60 \times 0,1) / \tau_1, \quad (6.19)$$

де  $K_{зат.м.}$  – кількість заторної маси, м<sup>3</sup>;

$\tau_1$  – час перекачування, хв.

$$P_{нмс} = (13,416 \times 60 \times 0,1) / 10 = 8,05 \text{ т/год}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підбираємо відцентровий насос потужністю SCP-L 10T з нержавіючої сталі потужністю 10 м<sup>3</sup>/год.

Аналогічно розраховується необхідна продуктивність заторного насосу (21-Г), при 20 хвилинах роботи. Але перед цим визначають кількість заторної маси, при співвідношенні зернопродуктів до води 1:3/3,5.

$$P_{\text{нас}} = (4,472 \times 3) / 20 = 40,248 \text{ т/год}$$

Підбираємо відцентровий насос BZ 50-160/5.5 з нержавіючої сталі потужністю 42 м<sup>3</sup>/год.

Потужність насосу (21-Є), що подає охмелене сусло в гідроциклонний апарат, визначається відношенням об'єму сусла, приведенного до 20°C, з одночасного засипу, до часу роботи (20 хвилин).

Сенчу:  $P_{\text{сус.}} = ((4,472 \times 11,4) / 2,04) / 20 = 74,97 \text{ т/год}$

Різдвяне:  $P_{\text{сус.}} = ((4,472 \times 11,32) / 2,27) / 20 = 66,9 \text{ т/год}$

Ризьке:  $P_{\text{сус.}} = ((4,472 \times 11,77) / 2,01) / 20 = 78,56 \text{ т/год}$

Підбираємо відцентровий насос Speroni WX 300-A/3 84 м<sup>3</sup>/год.

Для визначення продуктивності насосу для видалення дробини ураховують розбавлення дробини у 4 рази, що робиться для зручності відкачування.

$$V_{\text{др}} = (X_1 \times 4) / 1000 \quad (6.20)$$

$$H = (V_{\text{др}} \times d) / (\pi \times d^2), \quad (6.21)$$

де  $V_{\text{др}}$  – об'єм пивної дробини, м<sup>3</sup> ;

$d$  – діаметр бункера, м.

Сенчу:  $m = (3,53 \times 4'472) / 2,04 = 7,74 \text{ м}^3$

$$V_{\text{др}} = (7'740 \times 4) / 1'000 = 30,96 \text{ м}^3$$

$$H = (30,96 \times 3) / (3,14 \times 9) = 3,29 \text{ м}$$

$$P_{\text{др}} = (30,96 \times 60) / 15 = 123,84 \text{ т/год}$$

Різдвяне:  $m = (3,98'4,472) / 2,27 = 7,84 \text{ м}^3$

$$V_{\text{др}} = (7'840 \times 4) / 1'000 = 31,36 \text{ м}^3$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = (31,36 \times 3) / (3,14 \times 9) = 3,33 \text{ м}$$

$$P_{\text{др}} = (31,36 \times 60) / 15 = 125,44 \text{ т/год}$$

Ризьке:  $m = (3,48 \times 4,472) / 2,01 = 7,74 \text{ м}^3$

$$V_{\text{др}} = (7'740 \times 4) / 1'000 = 30,96 \text{ м}^3$$

$$H = (30,96 \times 3) / (3,14 \times 9) = 3,29 \text{ м}$$

$$P_{\text{др}} = (30,96 \times 60) / 15 = 123,84 \text{ т/год}$$

Підбираємо відцентровий насос ВЗ 65-200/22 з нержавіючої сталі потужністю 126 м<sup>3</sup>/год.

### 6.3 Обладнання відділу освітлення і охолодження сусла

Виходячи з маси уточненого одночасного засипу обираємо гідроциклонний апарат марки РЗ-ВГЧ-5,5.

Потужності обладнання для освітлення і охолодження мають співпадати, тому використовується одна формула:

$$P_{\text{сеп}} = V_1 / \tau_1, \quad (6.22)$$

де  $V_1$  – об'єм сусла із урахуванням його розширення (був розрахований у продуктовому розрахунку), м<sup>3</sup>;

$\tau_1$  – тривалість сепарування / охолодження (1,5...2,0 год), год.

Сенчу:  $P_{\text{сеп}} = [(581,82 \times 4'472) / 100] / 1'000 / 1,5 = 17,35 \text{ т/год}$

Різдвяне:  $P_{\text{сеп}} = [(487,75 \times 4'472) / 94] / 1'000 / 1,5 = 15,47 \text{ т/год}$

Ризьке:  $P_{\text{сеп}} = [(579,09 \times 4'472) / 100] / 1'000 / 1,5 = 17,06 \text{ т/год}$

Найбільш ефективним для охолодження сусла перед бродінням (31) буде пластинчастий теплообмінник ООУ-25 продуктивністю 25 м<sup>3</sup>.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6.4 Обладнання дріжджового відділення

Відповідно до потужності виробництва обираємо дві вітчизняні установки Грейнера. Об'єм пропатору розраховується з об'єму холодного сусла з двох варок, поділеного на кратність розведення дріжджів до сусла (20).

$$V_{\text{проп}} = (V_2 \times 2) / 20 \quad (6.23)$$

Сенчу:  $(((524,19 \times 4'472) / 100) / 1'000) \times 2 / 20 = 2,34 \text{ м}^3$

Різдвяне:  $(((440,85 \times 4'472) / 94) / 1'000) \times 2 / 20 = 2,09 \text{ м}^3$

Ризьке:  $(((522,09 \times 4'472) / 100) / 1'000) \times 2 / 20 = 2,34 \text{ м}^3$

Кількість збірників для товарних дріжджів визначається за річним виробництвом підприємством товарних дріжджів. Тобто добуток об'єму товарних дріжджів за рік, діб запасу дріжджів на заводі продуктивністю до 5 млн дал на рік (2) та коефіцієнт розбавлення дріжджів водою, ділять на добуток об'єму збірників та кількості днів роботи дріжджового відділення.

$$N_{\text{зб.дріж}} = (V_{\text{з.др.}} \times m_1 \times m_2) / (V_{\text{зб}} \times 338), \quad (6.24)$$

де  $V_{\text{з.др}}$  – кількість засівних (товарних) дріжджів,  $\text{м}^3$  ;

$m_1$  – запас дріжджів, діб ( $m_1=2$  для заводів потужністю до 5 млн. дал на рік;  $m_1=1,5$  для більш крупних заводів);

$m_2$  – коефіцієнт, що враховує кратність розбавлення дріжджів водою ( $m_2=1$  якщо іншого не вказано в технологічній карті);

$V_{\text{зб}}$  – об'єм стандартного збірника,  $\text{м}^3$  ;

338 – число робочих днів бродильного відділення.

$$N_{\text{зб.дріж.тов}} = (3'189,42 \times 2 \times 1) / (5 \times 338) + 2 = 3,78 + 2 = 6 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{зб.дріж.зас.}} = (1'595,7 \times 2 \times 1) / (5 \times 338) + 2 = 1,89 + 2 = 4 \text{ шт.}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.5 Обладнання цеху бродіння і доброджування по класичній схемі

Для обрахування кількості танків бродіння необхідно обчислити об'єм танку для кожного сорту, який в свою чергу залежить від об'єму сусла, що бродить, з одночасного засипу та коефіцієнту заповнення танку (90%); при розрахунку кількості апаратів враховується їх обертаємість:

$$V_{бр} = X/0,9, \quad (6.25)$$

де  $X$  – кількість сусла, що буде бродити за один раз, т.

$$N_{БА} = (V'_2 \times 0,1) / (V_{БА} \times K_1 \times Z_1), \quad (6.26)$$

де  $V'_2$  – річний об'єм холодного сусла даного сорту, м<sup>3</sup>;

$V_{БА}$  – місткість апарату, м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коефіцієнт заповнення апарату (0,9);

$Z_1$  – обертаємість апаратів в місяць для кожного сорту пива.

Сенчу:  $V_{бр} = ((4'472 \times 10,71) / 2,04) / 0,9 = 26,09 \text{ м}^3$

$$V_{н.п.} = ((4'472 \times 10,48) / 2,04) / 0,9 = 25,53 \text{ м}^3$$

$$N_{БА} = (11'004 \times 0,1) / (48 \times 0,9 \times 1,363) = 18,69 \text{ шт.}$$

Різдвяне:  $V_{бр} = ((4'472 \times 10,64) / 2,27) / 0,9 = 23,29 \text{ м}^3$

$$V_{н.п.} = ((4'472 \times 10,4) / 2,27) / 0,9 = 22,75 \text{ м}^3$$

$$N_{БА} = (12'480 \times 0,1) / (48 \times 0,9 \times 1,363) = 21,19 \text{ шт.}$$

Ризьке:  $V_{бр} = ((4'472 \times 10,52) / 2,01) / 0,9 = 26,01 \text{ м}^3$

$$V_{н.п.} = ((4'472 \times 10,29) / 2,01) / 0,9 = 25,44 \text{ м}^3$$

$$N_{БА} = (7'717,5 \times 0,1) / (48 \times 0,9 \times 0,697) = 25,63 \text{ шт.}$$

Загальне число апаратів доповнюється двома запасними на літній період:

$$\sum n_{БА} = n_{БА1} + n_{БА2} + 2, \quad (6.27)$$

де  $n_{ЦКБА1}, n_{ЦКБА2}, \dots, n_{ЦКБAn}$  – розрахована кількість ЦКБА для кожного сорту пива.

$$\sum n_{БА} = 18,69 + 21,19 + 25,63 + 2 = 68 \text{ шт.}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оберемо танки марки Б-604.

Майже аналогічно розраховують кількість лагерних танків, з відмінністю у тому, що коефіцієнт заповнення дещо вищий (98%), через те, що при доброджуванні не відбувається настільки бурхливого бродіння. Спочатку визначають об'єм молодого пива, об'єм лагерних танків на дві варки (це робиться заради зрівнення характеристик вихідного пива), і, врешті, розраховану кількість для кожного сорту, з двома додатковими.

$$\text{Сенчу: } V_{\text{доб}} = (4'472 \times 10,48) / 2,04 = 22,97 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{м.п.}} = (22,97 \times 2) / 0,98 = 46,88 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{добр}} = (11'004 \times 0,1) / (47 \times 0,98 \times 1,363) = 17,53 \text{ шт.}$$

$$\text{Різдвяне: } V_{\text{доб}} = (4'472 \times 10,4) / 2,27 = 20,49 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{м.п.}} = (20,49 \times 2) / 0,98 = 41,82 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{добр}} = (12'480 \times 0,1) / (47 \times 0,98 \times 1,363) = 19,88 \text{ шт.}$$

$$\text{Ризьке: } V_{\text{доб}} = (4'472 \times 10,29) / 2,01 = 22,89 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{м.п.}} = (22,89 \times 2) / 0,98 = 46,71 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{добр}} = (7'717,5 \times 0,1) / (47 \times 0,98 \times 0,697) = 24,04 \text{ шт.}$$

$$\sum n_{\text{добр}} = 17,53 + 19,88 + 24,04 + 2 = 64 \text{ шт.}$$

Оберемо класичний варіант лагерних танків марки ТЛА.

Знайдемо продуктивність пивних насосів з відношення об'єму нефільтрованого пива у найбільш напружений місяць роботи пивоварні (добуток річної кількості товарного пива на коефіцієнт перерахунку у нефільтроване) до кількості днів, змін і годин роботи у цеху доброджування.

$$P_{\text{п.нас}} = (\sum L \times k_1 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8), \quad (6.28)$$

де  $\sum L$  – загальна річна продуктивність заводу за всіма сортами пива,  $\text{м}^3$ ;

$k_1$  – коефіцієнт перерахунку товарного пива в нефільтрованого ( $k_1=1,0204$ );

21- число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість зміни, год.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{п.НАС} = (30'000 \times 1,0204 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8) = 9,11 \text{ м}^3/\text{год} / 2 = 2 \text{ шт}$$

Розрахункова потужність не має перевищувати 10 м<sup>3</sup>/год, тому обираємо два пивних насоси.

## 6.6 Обладнання фільтраційного відділу

Обладнання для відділу фільтрації розраховується не більше як на дві зміни.

Продуктивність кізельгурового фільтру та сепаратору визначимо через відношення максимальної добової кількості нефільтрованого пива до кількості годин роботи фільтру:

$$P_{ф.у} = ((512,66 \times 22,36) / 100) / (2 \times 7) = 8,18 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Виходячи з потужності, обираємо двоє сепараторів моделі DPB614, дві установки РЗ-ВФД.

Кількість форфасів у фільтраційному відділенні

$$V_{ф.п.} = (500,36 \times 22,36) / 100 = 111,88 \text{ м}^3$$

$$3,14 \times 2,5^2 \times 4,5 \times 0,9 / 4 = 19,9 \text{ м}^3$$

$$N_{ф.п.} = 111,88 / 19,9 = 5,6 + 6 = 11 \text{ шт.}$$

## 6.7 Обладнання цеху розливу

Потужність апаратів розливу, такі як декрејтор, пляшкомийна машина, апарат розливу і укупорки, етикетувальна машина:

$$P_{л.р.} = (\sum V'_4 \times 10 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times K_{ТВ} \times V_{пл}), \quad (6.29)$$

де  $\sum V'_4$  – річна кількість фільтрованого пива за всіма сортами, л;

0,1 – частина пива, що розливається в найбільш напружений місяць;

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 – тривалість однієї зміни, год;

$K_{ТВ}$  – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в скляні і ПЕТ-пляшки  $K_{ТВ}=0,7$ );

$V_{пл}$  – місткість пляшки, дм<sup>3</sup>.

$$V_{ф.п.} = (11'497'500 \times 0,85 + 12'156'000 \times 0,4) = 9'772'875 + 4'862'400 = 14'635'275 \text{ л}$$

$$П_{л.р.} = (14'635'275 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5) = 12'445 \text{ шт./год.}$$

Обрано 2 депалетайзери ПРА-50, 1 декрейтор И2-АУА-24, пляшкокомийну машину Б6-ВМГ-24, інспекційні столи ОБ6Т-2401А, БАЗ, моноблок розливу і укупорки Т1-ВРЦ-24, 2 етикетувальні машини А1-ВЭС, крейтер И2-АУА-24, 3 палетайзери ПФА-24.

$$N_{р.к.} = (\sum V'_4 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times K_{ТВ} \times V_{кег} \times П_{кег}), \quad (6.30)$$

де  $\sum V'_4$  – річна кількість фільтрованого пива за всіма сортами на розлив у кеги, л;

0,1 – частина пива, що розливається в найбільш напружений місяць;

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість однієї зміни, год;

$K_{ТВ}$  – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в кеги  $K_{ТВ}=0,9$ );

$V_{кег}$  – місткість кеги, дм<sup>3</sup>;

$П_{кег}$  – продуктивність установки для розливу ( $П_{кег}=50 \dots 150$  кег/год).

$$V_{ф.п.} = (11'497'500 \times 0,15 + 12'156'000 \times 0,3 + 7'530'000 \times 0,35) = 1'724'625 + 3'646'800 + 2'635'500 = 8'006'925 \text{ л}$$

$$N_{р.к.} = (8'006'925 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 50 \times 100) = 0,53 \text{ шт.}$$

Обираємо апарати марки Minomat А5/5.

Аналогічно до визначення продуктивності лінії розливу у скляну тару, розраховується лінія ПЕТ:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$V_{ф.п.} = 12'156'000 \times 0,3 = 3'646'800 \text{ л}$$

$$П_{л.р.} = (3'646'800 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 1) = 1'550,51 \text{ шт./год.}$$

$$V_{ф.п.} = 7'530'000 \times 0,65 = 4'894'500 \text{ л}$$

$$П_{л.р.} = (4'894'500 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 2) = 1'040,49 \text{ шт. год.}$$

$$\sum П_{л.р.} = 1'550,51 + 1'040,49 = 2'591 \text{ шт./год.}$$

Підібрано видувну машину MAR-1, моноблок розливу і укупорки Rotus 60/12, і етикетувальну машину ТП 50 AL.

Таблиця 6.1 – Підбір обладнання за потужністю

Позиція	Назва	Позначення (тип, марка)	Кількість, шт	Продуктивність, т/год, тис. пл/год	Габаритні розміри, мм	Потужність електродвигунів, кВт
1	2	3	4	5	6	7
2	Розвантажувач	ГУАР-15Н	1	15	10'770×3'45 3×1'710	10
3	Автомобільні ваги	РС-30-Ц13А	1	10	5'195×5'195	-
4	Приймальний бункер		1	-	113'850×3'0 00×3'760	-
5	Стрічковий транспортер	4040-60	1	75	-	-
6	Норія	НЦГ-10	1	10	-	1,6
7	Гвинтовий транспортер	УШ2Ч-3225	1	22	20×434×516	-
8	Автоматичні ваги	ВБА-250-П-50	4	4,0... 12,0	1'200×920×1 '600	0,6
9	Силоси для світлого солоду	СМБУ 73.10.К45 В12	10	-	7'334×7'334 ×18'710	-
10	Силоси для темного солоду	СМБУ 46.02.К45.В 12	5	-	4'584×4'584 ×7'249	-
11	Шнек	4040-60	1	75	-	-
12	Норія	НЦГ-5	1	5	-	-

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7
13	Шнек	УШ2Ч-2520	1	10,5	20×364×431	-
14	Бункер добового запасу світлого солоду	-	1	-	-	-
15	Бункер добового запасу темного солоду	-	1	-	-	-
16	Полірувальна машина	РЗ-ВПС	1	5	1'684×1'466 ×2'110	5,77
17	Повітряно-ситовий сепаратор	ЗСМ-5	1	4,1	2'755×1'200 ×2'500	1,1
18	Магнітна колонка	ДКМ	2	6	220×220×24 0	-
19	Дробарка кондиційованого помелу	«Миаг» №2	2	2,5	2'340×2'150 ×1'650	9,5
20	Бункер подрібненого світлого солоду	-	1	-	-	-
21	Бункер подрібненого темного солоду	-	1	-	-	-
22	Насоси суслів	-	4	-	-	-
23	Передзаторний апарат	-	1	-	-	-
24	Заторний апарат	Е-2355	2	-	5'470×2'920× 4'240	15
25	Фільтр-чан	Е-2318	1	-	4'500×4'500× 5'335	17,7
26	Збірник первинного сусла	-	1	-	-	-
27	Збірник промивних вод	РЗ-ВВЦ-3-С	1	-	4'100×3'615× 4'200	-
28	Варильний апарат	Е-2328	1	-	5'700×4'000× 4'845	10
29	Збірник для хмелю	НМТ-16	3	-	500×500×1'1 00	-
30	Гідроциклонний апарат	РЗ-ВГЧ-5,5	1	171	4'071×3'963× 4'513	-
31	Пластинчастий теплообмінник	00У-25	2	25	2'000×800×1' 530	-

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7
32	Бродильний танк	Б-604	41	-		-
33	Насоси пивні		2			
34	Сепаратор	A1-BC0	1	8,5	1'260×950×1' 685	17
35	Танк доброджування	ТЛА	64	-		-
36	Буферна ємність нефільтрованого пива	-	1	-	-	-
37	Ємність слабкого пива	-	1	-	-	-
38	Дозатор діатоміту	-	2	-	-	-
39	Діатомітовий фільтр	P3-ВФД	2	-	-	-
40	Дозатор PVPP	-	1	-	-	-
41	Фільтр PVPP	-	1	-	-	-
42	Дозатор екстрактів хмелю	-	1	-	-	-
43	Дозатор фільтрованого меду	-	1	-	-	-
44	Буферна ємність	-	1	-	-	-
45	Карбонізатор	-	1	-	-	-
46	Проміжна ємність	-	1	-	-	-
47	Пастеризатор	PFL-4000FB	2	4	3'300×1'500× 1'800	5,5
48	Форфас	-	11	-	-	-
49	Варильний апарат	-	1	-	-	-
50	Кошиковий фільтр	-	1	-	-	-
51	Електропогрузчик	ЭП-103	3	-	2'500×930×1' 995	-
52	Палети	2П04		-	2'500×930×1' 995	-
53	Депалетайзер	ПРА-50	2	50	6'950×3'450× 2'950	7,5
54	Декрейтор	И2-АИА-24	1	24	2'550×2'650× 2'200	6
55	Машина пляшкомийна	Б6-ВМГ-24	1	24	10'870- 5'800×2'600	62,2
56	Інспекційний стіл	ОБ6Т- 2401А; БАЗ	4	- 4'80 0	612×250×460 1'160×660×1' 630	0,16 0,27

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7
57	Моноблок розливу і укупорки	T1-ВРЦ-24	1	24 ис.пл./год	4'100×3'200×3'500	6,2
58	Машина етикетувальна	A1-ВЭС	2	15	1'900×1'500×1'800	1,1
59	Крейтер	И2-АУА-24	1	24	2'550×2'650×2'200	6
60	Палетайзер	ПФА-50	1	50	6'950×3'450×2'950	7,5
61	Бункер для склобою	-	1	-	-	-
62	Палети з готовою продукцією	-	-	-	-	-
63	Машина ящикомийна	БЗ-ВЯМ	1	1,7	8'840×1'300×1'850	-
64	Ємність бракованого пива	-	3	-	-	-
65	Апарат загрузки преформ	-	1	-	-	-
66	Машина видувна	MAR-1	1	6	-	6,3
67	Моноблок розливу і укупорки	Rotus 60/12	1	до 6	-	10
68	Машина етикетувальна	ECA-06	1	6	2'500×900×1'320	1,1
69	Крейтер	ТП 50 AL	1	800 п./год	6'000×3'000×1'950	2,2
70	Апарат упакування плівкою	-	1	-	-	-
71	Апарат зовнішнього миття кег	Minomat A5/5	1	60 кег/год	1'720×1'700×2'265	-
72	Апарат внутрішнього миття і заповнення кег	Minomat A5/5	1	60 кег/год	2'895×1'700×2'407	-
73	Столик етикетування	-	1	-	-	-
74	Ваги	Minomat A5/5	1	60 кег/год	1'007×970×1'300	-
75	Збірник дробини	-	1	-	-	-

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Закінчення таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7
76	Збірник хмельової дробини	-	1	-	-	-
77	Стерилізатор сусла	-	2	-	1'700×1'500×300	-
78	Азратор	-	2	-	-	-
79	Пропагатор	-	2	-	2'500×2'050×2'856	-
80	Збірник засівних дріжджів	-	4	-	-	-
81	Збірник товарних дріжджів	-	6	-	-	-
82	Збірник холодної технологічної води	-	10	-	-	-
83	Збірник гарячої технологічної води	-	5	-	-	-
84	Збірник холодної технічної води	-		-	-	-
85	Збірник гарячої технічної води	-		-	-	-

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 7.1 Розрахунок питомих витрат гарячої води

Гаряча вода в виробництві пива використовується як екстрагент екстрактивних речовин зернопродуктів, та дробини після затирання. При підвищенні температури розчинність газів у середовищі погіршується, тому гарячою водою заливають сита. Окрім цього, нею промивають сусло- і пивопроводи, миють обладнання і підлогу.

Нормативні показники для розрахунків у цьому розділі наведені у методичних вказівках для виконання дипломного проекту [9], та специфікаціях до апаратів.

Спочатку визначимо добові витрати води, загальнорічні, а потім питомі на 1 дал пива.

На затирання витрачають  $4\text{ м}^3$  на одну тону зернопродуктів:

$$V_{1\text{ГВС}} = Q_{\text{доб}} \times N_{\text{ГВ}}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – добова вага засипів, що затираються на підприємстві, кг;

$N_{\text{ГВ}}$  – норма витрат гарячої води на одноразову операцію.

$$V_{1\text{ГВС}} = 4 \times 22,36 = 89,44 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На вимивання екстракту з дробини витрачається така ж кількість води, як і на затирання:

$$V_{2\text{ГВС}} = V_{1\text{ГВС}}, \quad (7.2)$$

$$V_{2\text{ГВС}} = 89,44 \text{ м}^3$$

Заливання сит визначається за висотою підситового простору і площею фільтрації і залежить від обертаємості варильного порядку. При 1 фільтр-чані в лінії формула буде мати вигляд:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{3ГВС} = S \times h \times z \times 1, \quad (7.3)$$

де  $S$  – площа фільтрації обраного фільтрчану,  $m^2$ ;

$h$  – висота підситового простору ( $h=0,012$  м);

$z$  – обертовість обраного апарату: 6;

$1$  – кількість фільтраційних апаратів в варильному порядку.

$$V_{3ГВС} = 13 \times 0,012 \times 6 \times 1 = 0,936 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На промивку фільтр-чану витрачається наступна кількість води:

$$V_{4ГВС} = (N_{ГВ} \times \sum L) / (\tau \times 1000), \quad (7.4)$$

де  $N_{ГВ}$  – витрати води на промивання,  $m^3$ ;

$\sum L$  – потужність заводу за всіма сортами, дал;

$\tau$  – кількість днів роботи варильного цеху, діб: 323.

$$V_{4ГВС} = (1,4 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 13,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Подальші розрахунки виконуються за формулою 7.4.

Миття обладнання варильного відділення добу витрачає:

$$V_{5ГВС} = (3,2 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 29,72 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Промивання сусло- і пивопроводів потребує наступної кількості води:

$$V_{6ГВС} = (3,9 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 36,22 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{7ГВС} = (1,4 \times 3'000'000) / (338 \times 1000) = 12,43 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття бункерів для дробини витрачає гарячої води:

$$V_{8ГВС} = (0,7 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 6,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На промивку обладнання цеху охолодження йде така кількість води:

$$V_{9ГВС} = (1,0 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 9,29 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Зовнішнє миття кег потребує наступності кількості гарячої води:

$$V_{10ГВС} = (6,4 \times 780'000) / (238 \times 1000) = 20,95 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати на миття апаратів фільтраційного відділення обраховують за наступною формулою:

$$V_{11ГВС} = (N \times \tau_1 \times n) / 60, \quad (7.5)$$

де  $N$  – норма витрат гарячої води;

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\tau_1$  – час миття, хв;

$n$  – кількість фільтраційних апаратів, що миються за добу: кізельгуровий фільтр, PVPP- фільтр.

$$V_{11ГВС}=(2,5 \times 10 \times 2)/60 = 0,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На миття апаратів лінії розливу витрати води обраховують за формулою 7.4, але з урахуванням кількості обладнання і частки розливу пива у скло і ПЕТ.

Миття апаратів розливу в скло:

$$V_{12ГВС}=(5,0 \times 1'372'500)/(238 \times 1000) = 28,83 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття апаратів розливу в скло:

$$V_{13ГВС}=(5,0 \times 847'500)/(238 \times 1000) = 17,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На інші потреби витрачається наступна кількість води:

$$V_{14ГВС}=0,4 \times Q_{\text{доб}}, \quad (7.6)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – кількість добових засипів, кг.

$$V_{14ГВС}=0,4 \times 22,36=8,944 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Річні витрати визначаються множенням добових витрат на кількість днів роботи відділення [8], питомі витрати обраховують діленням річних витрат на операцію на річну потужність заводу за всіма сортами.

Таблиця 7.1 – Зведені розраховані витрати води на підприємстві

Операція	Витрати за добу, м <sup>3</sup> /добу	Витрати за рік, м <sup>3</sup> /рік	Питомі витрати, м <sup>3</sup> /дал
1	2	3	4
Затирання	89,44	28'889,12	0,00963
Вилуджування ЕР з дробини	89,44	28'889,12	0,00963
Витіснення повітря під ситами	0,936	302,328	0,0001
Промивка фільтр-чану	13,0	4'199	0,00139
Миття обладнання варильного відділення	29,72	9'599,56	0,00319
Промивання сулопроводів	36,22	11'699,06	0,00389
Промивання пивопроводів	12,43	4'201,34	0,0014

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4
Миття бункерів для дробини	6,5	2'099,5	0,00069
Промивка обладнання цеху охолодження	9,29	3'000,67	0,001
Зовнішнє миття кег	20,95	4'986,1	0,00166
Миття апаратів фільтраційного відділення	0,83	197,54	0,00007
Миття обладнання розливу	46,63	11'097,94	0,00369
Інші витрати	8,944	2'888,912	0,00096
Загальні витрати	364,63	112'050,19	0,03735

Максимальні витрати приймемо 15% від загальних добових витрат:  
 $0,15 \times 364,63 = 54,69 \text{ м}^3$

Кількість баків зберігання гарячої води розраховують на дві години максимальної потужності витрат, з коефіцієнтом заповнення 90%. Місткість одного баку габаритами  $2'800 \times 2'800 \times 3'200$  25  $\text{м}^3$ , звідси кількість баків, розрахована на проектоване підприємство:

$$V_{\text{бака}} = (54,69 \times 2) / 0,9 = 121,53 \text{ м}^3$$

$$N_{\text{баків}} = 121,53 / 25 = 5 \text{ шт.}$$

## 7.2 Розрахунок питомих витрат холодної води

Холодна вода за рахунок її економічності використовується у більшій кількості операцій в пивоварінні: розбавлення дробин, охолодження суслу на різних етапах виготовлення, промивання дріжджів, миття обладнання, тари і підлоги.

Для гідравлічного перенесення зернової дробини витрачається води, як при затиранні:

$$V_{1XBC} = V_{1ГВС}, \quad (7.7)$$

$$V_{1XBC} = 89,44 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

На розбавлення хмелевої дробини кількість води розраховується так само, як на затирання (7.1):

$$V_{2ХВС} = 4 \times 22,36 = 89,44 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Охолодження суслу перед бродінням потребує таку кількість води:

$$V_{3ХВС} = (N_{ХВ} \times \tau_1 \times n \times z) / 60, \quad (7.8)$$

де  $N_{ХВ}$  – витрати води на охолодження,  $\text{м}^3$ ;

$\tau_1$  - час охолодження, хв;

$n$  – кількість апаратів, що миється за добу, штук;

$z$  – обертаємість варильного порядку (визначалося у розділі 6), разів.

Ураховуючи норми витрат і час охолодження розраховуємо постачання води на охолодження води перед бродінням з 70 до 26°C:

$$V_{4ХВС} = (50,0 \times 90 \times 1 \times 6) / 60 = 450,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Та на охолодження у відстійних чанах:

$$V_{5ХВС} = (26,7 \times 90 \times 1 \times 6) / 60 = 240,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

І при охолодженні в стерилізаторі пива:

$$V_{6ХВС} = (3,5 \times 60 \times 1 \times 6) / 60 = 21,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

За формулою 7.4, при нормах витрат на 1000 пляшок обчислюють наступні операції:

Промивку апаратів охолодження і освітлення:

$$V_{7ХВС} = (0,6 \times 3'000'000) / (323 \times 1000) = 5,7 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття форфасів:

$$V_{8ХВС} = (4,3 \times 3'000'000) / (338 \times 1000) = 38,17 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття апаратів фільтраційної лінії:

$$V_{9ХВС} = (0,8 \times 3'000'000) / (238 \times 1000) = 10,08 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Промивання трубопроводу для пива:

$$V_{10ХВС} = (0,5 \times 3'000'000) / (238 \times 1000) = 6,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Промивання кег:

$$V_{11ХВС} = (1,0 \times 3'000'000) / (238 \times 1000) = 12,61 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На миття апаратів для ополоску пляшок:

$$V_{10XBC} = (0,7 \times 3'000'000) / (238 \times 1000) = 8,82 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На ополоск однієї пляшки витрачається в середньому 1 дм<sup>3</sup>, з формули 7.4 добові витрати на ополоск скляної тари, враховуючи частку розливу в тару:

$$V_{11XBC} = (1 \times 1'372'500) / (238 \times 1) = 5'766,81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На додаткові потреби необхідно 5 м<sup>3</sup> на кожен тону добової кількості зернопродуктів:

$$V_{12XBC} = 5 \times Q_{\text{доб}}, \quad (7.9)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  – добова кількість зернопродуктів, м<sup>3</sup>.

$$V_{12XBC} = 5 \times 49,2 = 246,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Деяка частина холодної води відпрацьовується повторно, але 30% - безповоротні втрати. Отже, кількість води, що використовується знову:

$$\sum V_{XB\text{повт}} = (450 + 240,3 + 21,0) \times 0,7 = 497,91 \text{ м}^3/\text{добу}$$

З наведених вище обчислень, розрахуємо кількість і гарячої, і холодної води, що відпрацьовується за добу, віднявши воду на повторне використання:

$$\sum V_B = \sum V_{ГВС} + \sum V_{XBC} - \sum V_{XB\text{повт}}, \quad (7.10)$$

$$\sum V_{XBC} = (89,44 + 89,44 + 450,0 + 240,3 + 21,0 + 5,7 + 38,17 + 10,08 + 6,3 + 12,61 + 8,82 + 5'766,81 + 246,0) - 497,91 =$$

Таблиця 7.2 – Загальні витрати холодної води

Найменування операції	Добові витрати	Річні витрати	Питомі витрати, м <sup>3</sup> /дал
1	2	3	4
Видалення солодової дробини	89,44	28'889,12	0,00963
Видалення хмельової дробини	89,44	28'889,12	0,00963
Охолодження до температури бродіння	450,0	145'350	0,00485
Охолодження у відстійних чанах	240,3	77'616,9	0,02587
Охолодження в стерилізаторі до 35°C	21,0	6'783	0,00226
Миття обладнання охолодження сусла	5,7	1'841,1	0,00061

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4
Миття форфасів	38,17	9'084,46	0,00303
Миття апаратів фільтрації	10,08	2'399,04	0,00079
Промивання трубопроводу для пива	6,3	1'499,4	0,00049
Миття кег	12,61	3'001,18	0,001
Миття апаратів ополоску пляшок	8,82	2'099,16	0,00069
Ополоск пляшок	5'766,81	1'372'500,78	0,4575
Інші потреби	246,0	79'458	0,02649
70% повернення	497,91	160'824,93	0,05361
<b>ВСЬОГО</b>	<b>6'984,67</b>	<b>1'759'411,26</b>	<b>0,58647</b>
<b>ВСЬОГО з 70% поверненням води на охолодження</b>	<b>6'486,76</b>	<b>1'598'586,33</b>	<b>0,53286</b>

### 7.3 Розрахунок витрат пари

Найбільші витрати пари – це витрати на варильне відділення. Інша частина – пастеризація пива, дезінфекція трубопроводів.

При двовідварковому способі затирання необхідно розрахувати витрати пари на кожному етапі екстрагування.

- Перший етап: весь затор підігривається для білкової паузи, з 45 до 54°C. Температура зерна, що подається на затирання – 12°C.
- Другий етап – після білкової паузи всього затору, третину затору перекачують у другий заторний чан і підігривають до 62°C, витримують паузу, і нагрівають до 70°C. Швидко доводять до кипіння і кип'ятять півгодини.
- Третій етап: гарячу відварку повертають в заторний чан, і витримують при 62°C 20 хвилин.
- Четвертий етап: третину затору відбирають на підігрів до кипіння і витримування 20 хвилин.
- П'ятий етап: при повертанні відварки затор підігривається до 70°C, і до 76°C для інактивації ферментів.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формула кількості енергії, що потрібна на виконання операцій:

$$Q_i = (m_i \times c_i \times (t_2 - t_1)) / 0,95, \quad (7.11)$$

де  $m_i$  – маса речовини, кг;

$c_i$  – питома теплоємність, кДж/(кг×К);

$t_2, t_1$  – температури кінця і початку операції, °С;

0,95 – ККД котла.

Загальна формула для обрахування витрат пари на операцію, кг:

$$M_i = Q_i / (E_{\text{п}} - C_{\text{в}} \times 100), \quad (7.12)$$

де  $Q_i$  – витрати тепла, кДж;

$E_{\text{п}}$  – ентальпія пари, 2'716 кДж/кг;

$C_{\text{в}}$  – теплоємність води, 4,19 кДж/(кг×К).

Маса затору визначається згідно визначеного гідромодулю і маси засипу і води на залив:

$$m_3 = M_{\text{в}} + M_{\text{з.п}} \times n, \quad (7.13)$$

де  $M_{\text{в}}$  – залив згідно із нормативними показниками обладнання, кг;

$M_{\text{з}}$  – засип відповідно до рецептури та встановленого гідромодулю, кг;

$n$  – встановлений гідромодуль.

$$m_3 = (4'472 + 4'472 \times 4) = 22'360 \text{ кг}$$

Останньою необхідною формулою є теплоємність заторної маси ( $C_{\text{з}}$ , кДж/(кг×К)) знаходять наступним чином:

$$C_{\text{з.м.}} = \frac{m_{\text{зп}} \times c_{\text{зп}} + m_{\text{в}} \times c_{\text{в}}}{m_{\text{зп}} + m_{\text{в}}}, \quad (7.14)$$

де  $m_{\text{зп}}$  і  $m_{\text{в}}$  – кількість зернопродуктів і води відповідно, кг;

$c_{\text{зп}}$  і  $c_{\text{в}}$  – питома теплоємність зернопродуктів і води відповідно, кДж / кг °С  
( $c_{\text{зп}} = 1,42$  кДж / кг °С,  $c_{\text{в}} = 4,19$  кДж / кг °С).

Питома теплоємність заторної маси:

$$\begin{aligned} C_{\text{з.м.}} &= (4'472 \times 1,42 + 17'888 \times 4,19) / (4'472 + 17'888) = \\ &= (6'350,24 + 74'950,72) / 22'360 = 3,636 \text{ кДж/кг} \times \text{°С} \end{aligned}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На перший етап подається вода даної температури, щоб підняти температуру затору с солодом до 45°C:

$$t_{вз} = \frac{(m_{зп} \times c_{зп} + m_{в} \times c_{в}) \times t_{п} - (m_{зп} \times c_{зп} \times t_{с})}{m_{зп} \times c_{в}}$$

де  $m_{зп}$  і  $m_{в}$  – кількість зернопродуктів і води відповідно, кг;

$c_{зп}$  і  $c_{в}$  – питома теплоємність зернопродуктів і води відповідно, кДж / кг °С  
( $c_{зп}=1,42$  кДж / кг °С,  $c_{в}=4,19$  кДж / кг °С);

$t_{п}$  – температура початку затирання, °С (45);

$t_{с}$  – температура солоду на затирання, °С (12).

$$t_{вз} = \frac{((4'472 \times 1,42) + (17'888 \times 4,19)) \times 45 - (4'472 \times 1,42 \times 12)}{(17'888 \times 4,19)} = \frac{3'658'543,2 - 76'202,88}{74'950,72} = 47,79^{\circ}\text{C}$$

Витрати теплоти на підігрів води перед першим етапом за формулою 7.11:

$$Q_{i1} = (17'888 \times 4,19 \times (47,79 - 12)) / 0,95 = 2'823'670 \text{ кДж}$$

Витрати тепла на перший етап затирання:

$$Q_{i2} = ((22'360 \times 3,636 \times (54 - 45))) / 0,95 = 770'219,62 \text{ кДж}$$

Витрати тепла на другий етап затирання, затирання відварки:

$$Q_{i3} = ((0,3 \times 22'360 \times 3,636 \times (100 - 54))) / 0,95 = 1'181'003,42 \text{ кДж}$$

Маса води, що випарується при кип'ятінні відварки:

$$m_{вв} = 0,3 \times 22'360 \times 0,02 = 134,16 \text{ кг}$$

Витрати тепла на випаровування при питомій теплоті пароутворення 2'256,8 кДж/кг:

$$Q_{i4} = 134,16 \times 2'256,8 = 302'772,288 \text{ кДж}$$

Сумарні витрати тепла на першу відварку:

$$Q_{i5} = 1'181'003,42 + 302'772,288 = 1'483'775,708 \text{ кДж}$$

Температура затору після повернення відварки:

$$t_{з1} = \frac{(1 - 0,3) \times m_{з} \times t_{п} + (0,3 \times m_{з} - m_{вв}) \times t_{к}}{m_{з} - m_{вв}}$$

де  $m_{зп}$  і  $m_{в}$  – кількість зернопродуктів і води відповідно, кг;

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{п}$  – температура початку затирання, °C (45);

$t_{к}$  – температура кінцева відварювання, °C (100).

$$t_{31} = \frac{(0,7 \times 22'360 \times 45) + (0,3 \times 22'360 - 134,16) \times 100}{22'360 - 134,16} = \frac{704'340 + 657'384}{22'225,84} = 61,27^{\circ}\text{C}$$

Витрати тепла на друге відварювання (четвертий етап):

$$Q_{i6} = (0,3 \times 22'360 \times 3,636 \times (100 - 61,27)) / 0,95 = 994'353,53 \text{ кДж}$$

Маса води, що випарується при другому затиранні:

$$m_{\text{вв}} = 0,3 \times 22'360 \times 0,02 = 134,16 \text{ кг}$$

Витрати тепла на випаровування при питомій теплоті пароутворення 2'256,8 кДж/кг:

$$Q_{i7} = 134,16 \times 2'256,8 = 302'772,288 \text{ кДж}$$

Сумарні витрати тепла на другу відварку:

$$Q_{i8} = 994'353,53 + 302'772,288 = 1'597'125,818 \text{ кДж}$$

Температура затору після повернення відварки:

$$t_{32} = \frac{(1 - 0,3) \times m_3 \times t_{п} + (0,3 \times m_3 - m_{\text{вв}}) \times t_{к}}{m_3 - m_{\text{вв}}},$$

де  $m_{3п}$  і  $m_{\text{в}}$  – кількість зернопродуктів і води відповідно, кг;

$t_{п}$  – температура початку затирання, °C (61,27);

$t_{к}$  – температура кінцева відварювання, °C (100).

$$t_{32} = \frac{(0,7 \times 22'360 \times 61,27) + (0,3 \times 22'360 - 134,16) \times 100}{22'360 - 134,16} = \frac{958'998,04 + 657'384}{22'225,84} = 72,73^{\circ}\text{C}$$

Витрати тепла на оцукрювання і інактивацію ферментів:

$$Q_{i9} = (22'360 \times 3,636 \times (76 - 72,73)) / 0,95 = 279'846,46 \text{ кДж}$$

Загальні затрати тепла на затирання:

$$Q_{\text{заг}} = 11'732'302,934 \text{ кДж}$$

У процесі кип'ятіння сусла з хмелем випаровується близько 5% від сусла з промивними водами, що прийшли з фільтр-чану. Об'єм сусла на кип'ятіння:

$$V_{\text{с+пр.в.}} = (V_{\text{гс}} \times 100) / (100 - 5),$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $V_{гс}$  – об'єм гарячого сусла, л.

Найбільший вихід гарячого сусла зі 100 кг засипу – у сорту Сенчу, 500,36 л. При одиниці об'єму сусла 1,038 кг/м<sup>3</sup> і питомій теплоємності 3,9 кДж/кг×К:

$$V_{с+пр.в.} = (500,36 \times 100) / (100 - 5) = 526,69 \text{ л}$$

$$Q_{i10} = (526,69 \times 1,038 \times 3,9 \times (100 - 62)) = 81'021,57 \text{ кДж}$$

На засип з 4'472 кг піде теплоти:

$$Q_{i11} = 81'021,57 \times (4'472 / 100) = 3'623'284,61 \text{ кДж}$$

Об'єм води, що випарується:

$$V_{в} = V_{с+пр.в.} - V_{гс}$$

$$V_{в} = 526,69 - 500,36 = 26,33 \text{ л}$$

Витрати тепла на випаровування при засипі 100 кг:

$$Q_{i12} = 26,33 \times 2'259,2 = 59'484,74 \text{ кДж}$$

Витрати на випаровування з засипу 4'472 кг:

$$Q_{i13} = 59'484,74 \times (4'472 / 100) = 2'660'157,57 \text{ кДж}$$

Сумарні витрати тепла на кип'ятіння сусла з хмелем:

$$Q_{i14} = 3'623'284,61 + 2'660'157,57 = 6'283'442,18 \text{ кДж}$$

Потреба тепла для нагрівання води до 80°C на заливку сит фільтр-чану:

$$Q_{i15} = (13'000 \times 12 \times 4,19 \times (80 - 12)) / 0,95 = 46'786'863,16 \text{ кДж}$$

Затрати тепла на підняття температури води до 80°C на вилуджування екстракту з дробини:

$$Q_{i16} = (4,19 \times 4'472 \times 4 \times (80 - 12)) / 0,95 = 5'364'893,64 \text{ кДж}$$

Витрати тепла за годину розраховують наступним чином:

$$M_{год} = (M_i \times 60) / \tau_1, \quad (7.15)$$

де  $M_i$  – витрати тепла на операцію, кг;

$\tau_1$  – час проведення операції, хв.

$$M_{зат} = (2'037,741 \times 60) / 180 = 679,247 \text{ кг/год}$$

$$M_{кип} = (575'793,56 \times 60) / 90 = 383'862,37 \text{ кг/год}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати за добу залежать від обертовості апаратів варильного відділення, кг/доб:

$$M_{\text{доб}} = M_i \times z, \quad (7.15)$$

де  $M_i$  – витрати тепла на операцію, кг;

$z$  – обертаємість, разів.

$$M_{\text{доб.зат}} = 2'037,741 \times 6 = 12'226,446 \text{ кг/добу}$$

$$M_{\text{доб.кип}} = 383'862,37 \times 6 = 2'303'174,22 \text{ кг/добу}$$

Річні витрати, кг/рік:

$$M_p = M_{\text{доб}} \times \tau, \quad (7.16)$$

де  $M_{\text{доб}}$  – добові витрати, кг/доб;

$\tau$  – число днів роботи в рік, діб.

Питомі витрати визначаються діленням річних трат на частку товарного пива кожного сорту, кг/дал:

$$M_{\text{пит}} = M_p / N, \quad (7.17)$$

де  $M_p$  – річні витрати, кг/рік;

$N$  – частка товарного пива сортів пива.

Сформуємо на основі розрахунків зведену таблицю потреб тепла і пари на операції:

Таблиця 7.3 – Зведені витрати тепла

Найменування операції	Витрати тепла, кДж
Затирання солоду	11'732'302,934
Варіння сусла з хмелем	6'283'442,18
Підігрів води на заливку сит	46'786'863,16
Підігрів води на вилуджування дробини	5'364'893,64
Загалом	70'167'501,914

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.4 – Зведені витрати пари

Найменування операції	Витрати пари, кг	Витрати пари, кг/год	Витрати пари, кг/добу	Витрати пари, т/рік	Витрати пари, кг/дал
Затирання солоду	5'107,66	1'702,55	25'538,3	8'248,89	2,75
Варіння сусла з хмелем	2'735,49	1'823,66	13'677,45	4'417,82	1,47
Підігрів води на заливку сит	20'368,68	-	101'843,4	32'895,42	10,97
Підігрів води на вилуджування дробини	2'335,61	-	11'678,05	3'772,0	1,26
Загалом	30'547,45	-	152'737,2	49'334,13	16,45

#### 7.4 Розрахунок витрат холодоагенту

На охолодження середовища необхідно відвести наступну кількість тепла:

$$Q=G \times C \times (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (7.18)$$

де  $G$  – об'єм середовища за добу, кг/добу;

$C$  – питома теплоємність середовища, кДж/кг×К;

$t_{\text{к}}$  і  $t_{\text{п}}$  – початкова і кінцева температури процесу.

А витрати холодоагенту на охолодження сусла під час бродіння будуть мати наступний розрахунок:

$$G_{\text{ха}} = Q / (C_{\text{ха}} \times (t_{\text{п}} - t_{\text{к}})), \quad (7.19)$$

де  $Q$  – кількість тепла, що необхідно нейтралізувати, кДж;

$C_{\text{ха}}$  – питома теплоємність холодоагенту, кДж/кг×К;

$t_{\text{п}}$  і  $t_{\text{к}}$  – відповідно початкова і кінцева температури холодоагенту, °С.

На охолодження сусла перед бродінням використовується охолоджена вода температурою 1°С:

$$Q = 111'880,496 \times 3,9 \times (30 - 6) = 10'472'014,43 \text{ кДж}$$

$$G_{\text{ха}} = 10'472'014,43 / (4,19 \times (30 - 1)) = 86'182,33 \text{ кг}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

## 7.5 Заходи з енергозбереження

З усіх видів первинних енергоресурсів обираємо використання природного газу на котельні. Застосування електроенергії для перетворення її на теплову енергію пари було б неощадливим вибором, оскільки броварня і без цього потребує великої кількості енергії (на 1000 дал 445 кВт×год), а на Козелець йде лінія ЛЕП потужності 30 кВ, пропускної здатності 15 МВт, що при виробництві заводу в рік 3'000'000 млн дал потребує 1'335'000 кВт×год, тобто 667,5 кВт пікової потужності (15% добової). Для підприємств тариф на електроенергію 7,43 гривні за 1 кВт×год, тобто на рік 9'919'050 грн витрачається лише на роботу обладнання і освітлення.

До Козельця повітряними кабелями постачається потужність 30 кВ, с головної підстанції розподілятиметься на 6...10 кВ і на 0,4...0,6 кВ в розподільчих пунктах.

Теплова енергія вироблятиметься котельнею на природному газі. Можливе використання дерев'яних решток.

Для більш ощадливого використання ресурсів можливе використання котельні на вироблення електроенергії як на потреби пивоварні, так і для продажів надлишків енергії системі електропостачання.

Стиснене повітря на гідравлічні перенесення, розлив у тару, продавлювання пива виробляється компресорними станціями, проте на підприємстві планується використовувати для перенесення пива з бродильних чанів на лінію фільтрації вуглекислий газ, що збирається при бродінні.

Найважливіший аспект екологічної безпеки, про що в більших подробицях буде йтися мова у розділі 10, є очищення стічних вод. На проектуваному підприємстві планується влаштувати сучасну систему очищення стічних вод з перетворенням органічних речовин на біогаз, який, як

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



відомо, переважно складається з метану, і може використовуватися у котельні. Але, при відсутності необхідності, біогаз можна спалювати на факелі.

Найбільшу кількість енергії потребує варильне відділення і цех розливу. Навіть при немодернізованому обладнанні (використанні апаратів варіння з низьким тиском, облаштованим конденсатором і т. д.) можливо зберігати суттєві енергоресурси відводячи вторинну енергію пари, що виділяється при затиранні і кипінні на нагрів носія тепла.

В пастеризаторі використовуватиметься протитечія гарячого пива для нагріву пива, що подається.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>81</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 8. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Шлях до готового якісного пива починається з визначення якості сировини, допоміжних матеріалів, засобів і добавок, уповноваженою акредитованою лабораторією. Далі вхідний лабораторний контроль підприємства виявляє відповідність досліджуваних показників заявленим постачальника. Контроль вмісту радіонуклідів, пестицидів та токсичних елементів здійснюється в уповноважених лабораторіях.

Таблиця 8.1 – Вхідний лабораторний контроль пивоварного виробництва

Об'єкт контролю	Показники контролю, од. виміру	Метод дослідження	Періодичність
1	2	3	4
Основна сировина			
Солод пивоварний ячмінний світлий	Органолептичні показники	ДСТУ 4282:2018 ГОСТ 10967 ГОСТ 13586.4	У кожній партії
	Зовнішній вигляд Колір Запах Смак		
	Фізико-хімічні показники	ДСТУ 4282:2018 ГОСТ 30483	
	Просів крізь сито, % Масова частка смітної домішки, % Мучнисті, склоподібні, темні зерна, % Масова частка вологи, % Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, % Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %		

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4
	<p>Масова частка білкових речовин, %  Відношення масової частки розчиненого білка до масової частки білкових речовин у сухій речовині солоду, %  Розчинний азот у солоді, %  Тривалість оцукрювання, хв  Вміст β-глюканів, мг/л</p>	<p>Пункт 7.6  Пункт 7.7  Пункт 7.8  Пункт 9  Пункт 11  Пункт 12  Пункт 13</p>	
Солод пивоварний ячмінний темний	<p>Органолептичні показники</p> <p>Зовнішній вигляд  Колір  Запах  Смак</p>	<p>ДСТУ 4282:2018  ГОСТ 10967  ГОСТ 13586.4</p>	У кожній партії
	<p>Фізико-хімічні показники</p> <p>Просів крізь сито, %  Масова частка смітної домішки, %  Мучнисті, склоподібні, темні зерна, %  Масова частка вологи, %  Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %  Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелів, %</p>	<p>ДСТУ 4282:2018  ГОСТ 30483  Пункт 7.6  Пункт 7.7  Пункт 7.8  Пункт 9</p>	
Хміль ароматичний спресований	<p>Органолептичні показники</p> <p>Колір  Запах</p>	<p>ДСТУ 4098.2-2002  ДСТУ 4099</p>	У кожній партії
	<p>Фізико-хімічні показники</p> <p>Кондуктометричний показник гіркоти, %  Ушкодження хмелю шкідниками, %  Масова частка хмельових домішок, %  Масова частка насіння, %</p>	<p>ДСТУ 4098.2-2002  ДСТУ 4099</p>	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

## Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4
	Масова частка сірчистого ангідриду, % Масова частка золи, % Вміст нехмельових домішок Наявність плісняви		
Несолоджена сировина			
Мед натуральний квітковий	Органолептичні показники	ДСТУ 4497:2005 Пункт 10.2.1-10.2.4 ДСТУ 4497:2005 Пункт 10.3- 10.11	У кожній партії
	Колір Смак Аромат Консистенція Кристалізація Ознаки бродіння Механічні домішки		
	Фізико-хімічні показники Наявність пилкових зерен Медова частина води, % Масова частка відновлюваних цукрів, % Масова частка сахарози, % Діастазне число, од Вміст ГМФ, мг/кг Кислотність, моль/дм <sup>3</sup> Вміст проліну, мг/кг Електропровідність, мС/см Реакція на наявність паді		
Допоміжні матеріали			
Кізелюгур	Запах Колір	ДСТУ EN 12913:2004	У кожній партії

Варто відзначити, що проводити повну перевірку якості вхідної сировини потребуватиме значних витрат трудових ресурсів і коштів підприємства. Тому для проєктованого заводу відносно невеликої потужності вхідний контроль буде скорочуватися до перевірки «динамічних показників», таких як домішки, вологість, вміст кислот у хмелі для постачальників, якість сировини якої не буде мати відхилень при першій перевірці. При відхиленнях у веденні

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

технологічних процесів наступна сировина, що замовлятиметься, буде перевірятися на «динамічні показники», фізико-хімічні і органолептичні. Сировину на вміст радіонуклідів транспортують в акредитовану для дослідів лабораторію.

В процесі виготовлення пива здійснюється контроль напівпродуктів та сировини в цехових лабораторіях та на заводській, які дозволяють дослідити стан напівпродуктів, ефективність роботи апаратів на кожному етапі виробництва в разі аналізу в цеховій лабораторії, та більш детальна перевірка відповідності фізико-хімічних і мікробіологічних показників внутрішнім стандартам при дослідженні проб на заводській лабораторії.

Сформована таблиця виробничого контролю ґрунтується на контролі фізико-хімічних показників напівпродуктів, визначених при проходженні переддипломної практики на підприємстві “ABInBev EFES Ukraine”, Чернігівському відділенні «Десна».

Таблиця 8.2 – Заводський виробничий контроль пивоварного виробництва

Стадія техн-го процесу	Об'єкт контролю	Показник контролю, од. вим.	Місце відбору
1	2	3	4
Варіння суслу	Сусло після охолодження	Колір, ЕВС	З котла після охолодження суслу
		pH, -lgH <sup>+</sup>	
		Гіркота, Вu	
		КСС, °P	
		FAN, мг/л	
		Прозорість, ЕВС	
		ДМС, РРВ	
Бродіння	Молоде пиво	Диацетил	З відбірного крану бродильного танку/ЦКТ, кожне бродіння окремого танку/ЦКТ
		Пентадіон	
		ГХ, РРВ	
		App (ЕА), °P	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4			
		pH, -lgH <sup>+</sup>				
		Прозорість, ЕВС				
		Колір, ЕВС				
		Гіркота, Вu Antoon Paar				
Доброджування	Молоде пиво	SO <sup>2</sup> , мкг/мл	Із крану кожного лагерного танку/ЦКТ по заповненню кожної ємності			
		Поліфеноли, мкг/мл				
		FAN, мкг/мл				
		Прозорість, °P				
		Колір, ЕВС				
		pH -lgH <sup>+</sup>				
		Гіркота, Вu				
		Диацетил				
		Пентадіон				
		ГХ, РРВ				
Рекуперація	Рекупероване пиво	Прозорість, °P				
		Колір, ЕВС				
Зберігання готового пива	Пиво у форфасах	Прозорість, °P	Крани форфасів			
		Колір, ЕВС				
		pH -lgH <sup>+</sup>				
		Гіркота, Вu				
		Antoon Paar				
		SO <sup>2</sup> , мкг/мл				
		Поліфеноли, мкг/мл				
Розлив	Тара	Прозорість, °P	З кожної ємності з кожною партією			
		Колір, ЕВС				
		pH, -lgH <sup>+</sup>				
		Гіркота, Вu				
		SO <sup>2</sup> , мкг/мл				
		Поліфеноли, мкг/мл				
		Fe, мг/л				
		ГХ				
Відбір дробини		Сухі речовини, %				
Сепарація дріжджів		Сухі речовини, %				
		pH, -lgH <sup>+</sup>				
					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Вищенаведений приклад виробничого контролю містить показники, що не перевіряються за ДСТУ 3888:2015, а використовуються на пивоварнях з європейським типом контролю якості пива.

Мікробіологічний контроль броварень є найважливішим в силу можливості забруднення напівпродуктів виробництва пива, і сировини, такої як дріжджі та підготована вода. Також мікробіологічна заводська лабораторія контролює наявність обсіменіння мікрофлорою тари на різних етапах виробництва.

Таблиця 8.3 – Мікробіологічний контроль пивоварного виробництва

Стадія технологічного процесу	Об'єкт контролю	Періодичність контролю
Варильний цех	Сушло до аерації Повітря або кисень Сушло після аерації Ємність після аерації	Раз у тиждень
Розведення дріжджів	Фінальна стадія лабораторної пропagaції Сушло для розведення ЧКД Дріжджі в танку останньої пропagaції Останній ополоск після СІР ємності пропagaтора Дріжджі в танку зберігання	Кожне розведення ЧК
Бродіння	ЦКТ Форфас Відновлене пиво	По заповненню
Розлив	Ємності перед наливом Пиво до стерилізації або пастеризації Після стерилізації або пастеризації Наповнені ємності після розливу	1 в день
Вода	Вода для варниці Вода для розбавлення Танк з водою останнього ополоску	1 раз у місяць
Побічні продукти	Дробина Висушені дріжджі Вода міського водозабору	1 раз у місяць
	Вода зі свердловини Градирні	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.4 Метрологічне забезпечення виробничого контролю

Об'єкт контролю	Показник контролю, од. вим.	Забезпечення							
1	2	3							
Суло після охолодження	Колір, ЕВС	ДСТУ 4851/ ЕВС Method 8.5 Кісельгур очищений Стандартне скляне лабораторне обладнання Мембранні фільтри 0,45 мкм або центрифуга Кювети прямокутні, 10 мм Спектрофотометр							
	pH, -lgH <sup>+</sup>	ДСТУ 4852/ ЕВС Method 8.17							
	Гіркота, Вu	ЕВС Method 8.8							
	FAN, мг/л	ЕВС Method 8.10.1, 8.10.2, 8.10.3 Нінгідринний метод: ди-натрій гідрофосфат додекагідрат Дигідрофосфат калію для аналізу Нінгідрин • D(-)-Фруктоза Йодат калію для аналізу Етанол 96 % Соляна кислота 6 моль/л Розчин гідроксиду натрію 4 моль/л (4 N) Гліцин GR для аналізу Стандартне лабораторне скляне обладнання pH-метр Водяна баня (20 °C) Водяна баня (100 °C) Кювети прямокутні, 10 мм							
	Прозорість, ЕВС	Мутномір							
	ДМС, РРВ	ЕВС Method 9.39 Газовий хроматограф							
Молоде пиво (бродіння)	Діацетил	1-Нафтол для аналізу 2-пропанол для аналізу Вугілля активоване для аналізу Гранули гідроксиду калію для аналізу Креатин моногідрат Діацетиловий аналітичний стандарт Стандартне лабораторне скляне обладнання Ваги аналітичні з точністю 0,0001 г							
									Арк.
									ДП 181.0132 ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					88



## Продовження таблиці 8.4

1	2	3
		Прецизійні ваги з точністю до 0,01 г Мішалка Флакони коричневого скла 100 мл Флакони поліетиленовий 100 мл Дистиляційний апарат Нагрівальний кожух для кип'ятіння колб Колби для кип'ятіння двогорлі на 500 мл Конденсатор Перехідник трубки Кювети прямокутні
	Пентадіон	Газовий хроматограф
	ГХ, РРВ	Газовий хроматограф
	pH, -lgH <sup>+</sup>	ЕВС Method 9.35
	Прозорість, ЕВС	Мутномір
	Колір, ЕВС	ЕВС Method 9.6 Аналогічне обладнання до визначення кольору у суслі
	Гіркота, Ву	ЕВС Method 9.8
	SO <sup>2</sup> , мкг/мл	ЕВС Method 9.25.1, 9.25.2, 9.25.3
	Поліфеноли, мкг/мл	ЕВС Method 8.12
	FAN, мкг/мл	ЕВС Method 8.10.1, 8.10.2, 8.10.3
	Початковий екстракт, % Вміст спирту, % Видимий екстракт, % Видимий ступінь збродження, % Дійсний ступінь збродження, % Дійсний екстракт, %	Anton Paar – аналізатор сусла і пива ЕВС Method 9.5 ЕВС Method 9.4 ЕВС Method 9.2.6 ЕВС Method 9.21-9.2.6
Молоде пиво	Прозорість, °Р	Мутномір
	Колір, ЕВС	ЕВС Method 9.6
		Аналогічне обладнання до визначення кольору у суслі
	pH -lgH <sup>+</sup>	ЕВС Method 9.35
Гіркота, Ву	ЕВС Method 9.8	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 8.4

1	2	3
	Диацетил	Аналогічне обладнання до визначення диацетилу в пиві при бродінні
	Пентадіон	Газовий хроматограф
	ГХ, РРВ	Газовий хроматограф
	Початковий екстракт, % Вміст спирту, %	Anton Paar – аналізатор суслу і пива EBC Method 9.5 EBC Method 9.4
	Видимий екстракт, % Видимий ступінь збродження, % Дійсний ступінь збродження, % Дійсний екстракт, %	EBC Method 9.2.6 EBC Method 9.21-9.2.6
Рекупероване пиво	Прозорість, °P	Мутномір
	Колір, EBC	EBC Method 9.6 Обладнання аналогічне до визначення кольору в суслі
Пиво у форфасах	Прозорість, °P	Мутномір
	Колір, EBC	EBC Method 9.6 Обладнання аналогічне до визначення кольору в суслі
	pH -lgH <sup>+</sup>	EBC Method 9.35
	Гіркота, Bu	EBC Method 9.8
	SO <sub>2</sub> , мкг/мл	EBC Method 9.25.1, 9.25.2, 9.25.3
	Поліфеноли, мкг/мл	EBC Method 8.12
	Початковий екстракт, % Вміст спирту, % Видимий екстракт, % Видимий ступінь збродження, % Дійсний ступінь збродження, %	Anton Paar – аналізатор суслу і пива EBC Method 9.5 EBC Method 9.4 EBC Method 9.2.6 EBC Method 9.21-9.2.6
	Дійсний екстракт, %	
Тара	Прозорість, °P	Мутномір
	Колір, EBC	EBC Method 9.6 Обладнання аналогічне до визначення кольору в суслі

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 8.4

1	2	3
	pH, -lgH <sup>+</sup>	EBC Method 9.35
	Гіркота, Bu	EBC Method 9.8
	SO <sup>2</sup> , мкг/мл	EBC Method 8.16
	Поліфеноли, мкг/мл	EBC Method 8.12
	Fe, мг/л	EBC Method 9.13.1, 9.13.2, 9.13.3
	ГХ	Газовий хроматограф
	Початковий екстракт, % Вміст спирту, % Видимий екстракт, % Видимий ступінь збродження, % Дійсний ступінь збродження, % Дійсний екстракт, %	Anton Paar – аналізатор сусла і пива EBC Method 9.5 EBC Method 9.4 EBC Method 9.2.6 EBC Method 9.21-9.2.6
Дробина	Сухі речовини, %	
Сепарація дріжджів	Сухі речовини, %	
	pH, -lgH <sup>+</sup>	

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Для початку необхідно охарактеризувати регіон будівництва з точки зору кліматичних умов:

- Роза вітрів має наступний вигляд [10]:

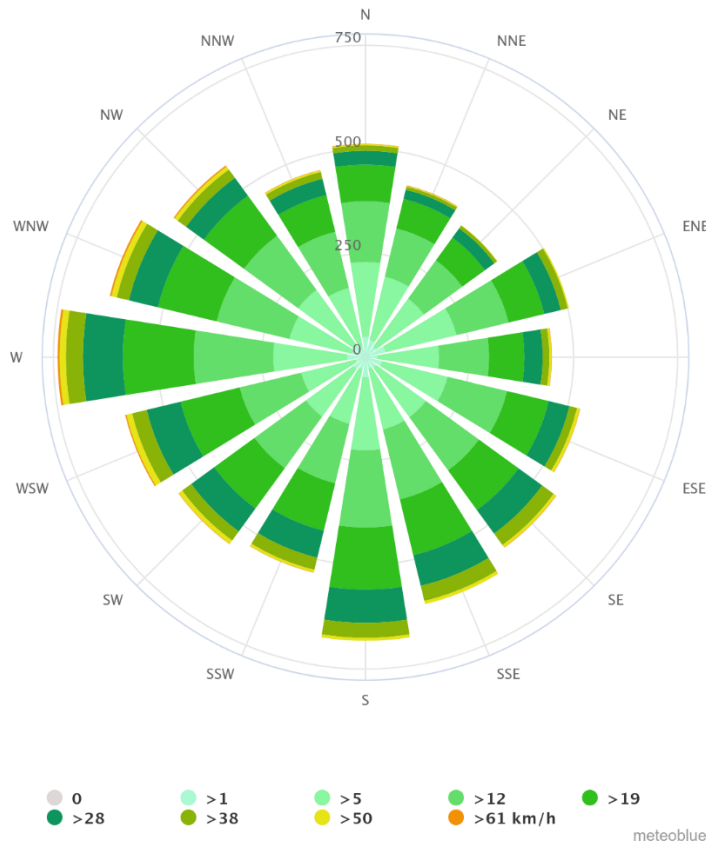


Рис. 9.1. Роза вітрів с. м. т. Козелець

- Ґрунт в районі селища Козелець сірий опідзолений, непросідний (додаток Б);

- Орієнтація відносно сторін світу широтна;

Об'ємно-планувальне рішення будівлі:

- Виробничі приміщення – 12'096 м<sup>2</sup>;
- Складські приміщення:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

- Тари і готової продукції – у склі 666,34 м<sup>2</sup>/615,48; кеги 134,57/134,57 м<sup>2</sup>; пива у ПЕТ-тарі 56,51 м<sup>2</sup>; склад ящиків 922,39 м<sup>2</sup>;
- Сировини – хмелю 292,5 м<sup>2</sup>; меду наливом у бочки.
- Градирні, котельня – 213, 262 м<sup>2</sup>.

Приміщення пивоварні діляться на виробничі приміщення і складські: до складських приміщень відносяться склади готової продукції, нової тари і зворотної тари та склади сировини і допоміжних матеріалів. В нашому випадку це склад меду, молочної кислоти, кізельгуру і хмелю. Солод зберігається у силосах на 3 місяці через відсутність солодовні.

До виробничих приміщень віднесем цех підготовки сировини, варильне відділення, цех охолодження, бродильний і лагерний цехи, цех освітлення пива і цех розливу.

Окремо наведемо пакувальний відділ і елеватор.

До допоміжних приміщень відносимо котельню, аміачне відділення, зберігання і подачу CO<sub>2</sub>, деаерацію води і свердловини зі зберіганням води на технологічні і технічні потреби.

Будівля має 6 поверхів і підвальне приміщення. Головний вхід з фасаду адміністративного корпусу. Ураховане укриття у підвальному приміщенні.

У підвальному приміщенні розташовані бродильний цех і цех доброджування.

На першому поверсі розташовані: відділення підготовки сировини; склади меду, хмелю, кізельгуру, лугу, молочної кислоти; варильне відділення, фільтраційне відділення; відділення мийки і дезінфекції станціями СІР; форфасний цех; склади нових пляшок і скляної продукції, нових кег і продукції в кегах, готової продукції в ПЕТ; цехи розливу в скло, ПЕТ і кеги; холодильно-компресорна станція, повітряно-компресорна станція.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На другому поверсі підготовче і варильне відділення. На третьому, четвертому, п'ятому і шостому поверхах підготовче відділення.

За нормами озеленіння, приймаємо мінімум 20% від площі, що огорожена для підприємства.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>94</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 10. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ (ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА)

При проектуванні пивоварні знання та врахування положень нормативних документів, таких як ДСП 201-97 «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць» [11], «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» [12], є критично важливими з наступних причин:

- Викиди хімічних речовин: Виробництво пива супроводжується викидами різних хімічних речовин у повітря (наприклад, діоксиду вуглецю, аміаку). Завод повинен дотримуватися встановлених ГДК для цих речовин;
- Очищення зворотних вод: Пивоварні заводи генерують значну кількість зворотних вод (після миття обладнання, охолодження тощо). Завод повинен використовувати ефективні системи очищення, щоб зменшити концентрацію забруднюючих речовин перед скиданням води у водні об'єкти;
- Якість води: Пивоварні заводи повинні контролювати якість води, що використовується у виробництві, а також якість зворотних вод, які скидаються у водні об'єкти.

Перелічені документи містять норми і правила по охороні природних ресурсів, гранично допустимі концентрації викидів і заходи щодо їх зменшення, а також моніторингу.

Вони дозволяють при проектуванні підприємств урахувати:

- Розміщення виробництва: вибір місця для розміщення повинен враховувати вплив на атмосферне повітря, щоб уникнути житлових зон;
- Системи вентиляції та фільтрації: проектування ефективно працюючих систем вентиляції для мінімізації викидів забруднюючих речовин у атмосферу;

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

- Технологічні процеси: інтеграцію екологічно чистих технологій, які зменшують викиди шкідливих речовин;
- Контроль та моніторинг: встановлення систем моніторингу викидів для забезпечення постійного контролю за станом атмосферного повітря;
- Системи очищення стічних вод: розробка та впровадження ефективних систем очищення стічних вод для запобігання забрудненню поверхневих вод;
- Технології повторного використання води: використання технологій повторного використання води для зменшення обсягу стічних вод та економії водних ресурсів;
- Проектування водопостачання з урахуванням санітарних норм, щоб забезпечити якість води, яка використовується у виробництві пива;
- Очищення стоків: впровадження систем очищення стоків для відповідності встановленим санітарним нормам.

Контроль атмосферних викидів на проектуваному підприємстві [2]:

- Пил і зернові пили: збирається з установок в мішки і реалізується додаванням в дробину, або може утилізуватися;
- Викиди з варильного відділення: на підприємстві на заторні і варильний чан встановлені конденсатори вторинної пари, що дозволить знизити викиди ароматичних речовин сусла і хмелю в атмосферу;
- Викиди продуктів згоряння: як ресурс енергії обрано природний газ, як ресурс, який залишає менший вуглецевий слід, ніж наприклад, вуглець.

Контроль очищення стічних вод:

- Обрано аеробний спосіб очищення стічних вод, який, хоч і не дозволяє отримувати біогаз через анаеробне бродіння гнильними

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



бактеріями, стане можливістю більш повно і недорого очищувати стічні води і отримувати менше мулу.

Етапи очищення стічних вод включають [13]:

- Механічне очищення від крупних часток;
- Усерднення;
- Додавання реагенту (поліоксихлорид алюмінію) для видалення розчинених речовин;
- Флотація. Піна збирається на зневоднення;
- Розчеплення органічних речовин аеробними бактеріями в аеротанку;
- Обов'язкове знезараження стічних вод перед зливанням в каналізацію.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>97</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 11. ОХОРОНА ПРАЦІ

До небезпечних чинників на пивоварнях можна віднести: вплив хімічних речовин (аміак, луг, кислоти), фізичний вплив (вплив температур, вологість, електричний струм) і психофізіологічний вплив (режими праці, дискомфорт).

Зробимо таблицю класу небезпечності речовин і способу їх зберігання:

Таблиця 11.1 – ГДК хімічних речовин, що використовуються на броварнях

Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності [14]	Місце зберігання
	Максимально разова	Середньо добова		
Зерновий пил	0,2	0,03	3	Мішки хлопчатопаперові
Вуглекислий газ	5	3	4	-
Чадний газ	3	1	4	-
Аміак	0,2	0,04	4	Холодильно-копресорні станції (танки рідкого аміаку)
Їдкий калій	0,1	0,05	4	В твердому стані в сталевих барабанах, в рідкому – в сталевих бочках

Зерновий пил видаляється аспіраційним методом, проте робітники елеваторного цеху і підготовки сировини мають носити захисний одяг і засоби особистого захисту (маски).

Вміст вуглекислого газу особливо нормується у відділенні збирання діоксиду вуглецю з бродіння і цеху фільтрації, форфасній. Вуглекислий газ не має ні смаку, ні запаху, і при довгому знаходженні в місцях його накопичення (у нижніх частинах приміщень або танків) робітник не помічаючи погіршення стану втрачає когнітивні здатності, погіршується дихання, при високих концентраціях відбувається смерть. Фільтрувальний цех небезпечний також

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

пилом кізельгуру, який зберігається в щільних поліетиленових мішках. При попаданні пилу кізельгуру в повітря на слизистих виникають виразки, і, в подальшому, сілікоз/-туберкульоз легень.

Фізичні негативні фактори характеризуються наступним чином:

Таблиця 11.2 – Фізичні негативні чинники на виробництві

Чинник	Причина виникнення	Дії щодо усунення
1	2	3
Вибух конструкцій і обладнання	Розгерметизація балонів стисненого газу Металеві домішки при роботі сепаратору	Перевірка герметичності балонів, рівня заповнення Металовловлювачі перед роботою машин очищення зернопродуктів
Підвищена температура	Варильне відділення виробляє найбільшу кількість теплової енергії в атмосферу	Ізоляція обладнання і суслопроводів Ущільнення дверей Теплоізоляція стін і даху виробничих приміщень Контроль температури приміщення і поверхні обладнання Відведення тепла на обігрів інших приміщень
Понижена температура	Охолодження сусла Охолодження лагерного і бродильного відділів Охолодження фільтраційного цеху Холодний розлив	Ізоляція обладнання Теплоізоляція стін і даху виробничих приміщень
Вібрація і шум	Робота ліній розливу, фільтраційних установок, дробарок і транспортерів	Шумоподавлювачі Прокладки Пружинні ізолятори Амортизатори Вібропоглинаючі опори
Електричний струм	Багато приміщень характеризуються підвищеною вологістю, можливістю конденсату, хімічним і органічним середовищем	Ізоляція Заземлення Заземлення корпусів обладнання на нульовий провід з заземленою нейтраллю

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

## 12. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

### 12.1 Розрахунок інвестицій

Для розрахунку інвестицій, що вкладають при будівництві і проектуванні заводу, визначають вартість:

- Вартість будівництва. Цей показник залежить від площі всіх поверхів (внутрішнього простору) і середньої вартості будівництва 1 м<sup>2</sup> – приймаємо їх за 8% від ціни устаткування;
- Вартість робіт на проектування, приймаємо їх за 8% від ціни обладнання;
- Через те, що проєктоване підприємство – нове, наступні показники не враховують: витрати на ліквідацію, прибуток від продажу апаратів, що замінюють, різниця вартості замінюваного обладнання;
- Вартість обладнання з монтажем, транспортуванням, складським заготовленням;
- Ціна обладнання – це ціна за обладнання без транспортування і монтажу. Зазвичай обладнання для пивоварень має договірну ціну через індивідуальність і складність виготовлення;
  - Заготівельні роботи – приймаємо 1% від ціни апаратів;
  - Монтаж нового устаткування – приймаємо за 8% від ціни обладнання;
  - Вартість контрольно-вимірювальних приладів – приймаємо 12% від вартості ціни через високу концентрацію вимірювальних засобів на пивоварні;
  - Ціна на доставку – приймаємо 4% від ціни обладнання.

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>100</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 12.1 – Ціна за обладнання

№/п	Найменування апарату	Кількість апаратів	Ціна за 1 шт., тис.грн	Сума, тис. грн
1	2	3	4	5
2	Розвантажувач ГУАР-15Н	1	50	50
3	Автомобільні ваги РС-30-Ц13А	1	95	95
4	Приймальний бункер	1	150	150
5	Стрічковий транспортер 4040-60	1	20	20
6	Норія НЦГ-10	1	350	350
7	Гвинтовий транспортер УШ2Ч-3225	1	35	35
8	Автоматичні ваги ВБА-250-П-50	4	10	40
9	Силоси для світлого солоду СМБУ 73.10.К45 В12	10	Договірна 500	5'000
10	Силоси для темного солоду СМБУ 46.02.К45.В12	5	Договірна 250	1'250
11	Транспортер 4040-60	1	15	15
12	Норія НЦГ-5	1	150	150
13	Шнек УШ2Ч-2520	1	15	15
14	Бункер добового запасу світлого солоду	1	Договірна 250	250
15	Бункер добового запасу темного солоду	1	Договірна 100	100
16	Полірувальна машина РЗ-ВПС	1	140	140
17	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5	1	62	62
18	Магнітна колонка ДКМ	2	12	24
19	Дробарка кондиціонованого помелу «Миаг» №2	2	150	300
20	Бункер подрібненого світлого солоду	1	Договірна 100	100
21	Бункер подрібненого темного солоду	1	Договірна 50	50
22	Насоси сусліві		Договірна Ціна залежить від об'єму сусла за добу Приймемо 5'000	
23	Передзаторний апарат	1		
24	Заторний апарат Е-2355	2		
25	Фільтр-чан Е-2318	1		
27	Збірник промивних вод РЗ-ВВЦ-3-С	1		
28	Варильний апарат Е-2328	1		

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

## Продовження таблиці 12.1

1	2	3	4	5
29	Збірник для хмелю НМТ-16	3		
30	Гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-5,5	1		
31	Пластинчастий теплообмінник 00У-25	2	200	400
32	Бродильний танк Б-604	41	500	20'500
33	Насоси пивні SCP-L 10T BZ 50-160/5.5 Speroni WX 300-A/3 BZ 65-200/22	1 1 1 1	193 50 19 100	193 50 19 100
34	Сепаратор А1-BC0	1	220	220
35	Танк доброджування ТЛА	64	550	35'200
36	Буферна ємність нефільтрованого пива	1	250	250
37	Ємність слабкого пива	1	250	250
38	Дозатор діатоміту	2	500	500
39	Діатомітовий фільтр РЗ-ВФД	2		
40	Дозатор PVPP	1	500	500
41	Фільтр PVPP	1		
42	Дозатор екстрактів хмелю	1	108	108
43	Дозатор фільтрованого меду	1	108	108
44	Буферна ємність	1	250	250
45	Карбонізатор	1	500	500
46	Проміжна ємність	1	250	250
47	Пастеризатор PFL-4000FB	2	Договірна	
48	Форфас	11	350	3'850
49	Варильний апарат	1	Договірна	
50	Кошиковий фільтр	1	Договірна	
51	Електропогрузчик ЕП-103	3	500	1'500
52	Палети 2П04		Договірна ціна ліній розливу залежить від об'єму пива, що розливають за добу Лінія розливу в пляшки найбільш напружена (25'000 пляшок в годину) Прийmemo приблизну ціну в 5'500 за лінію	
53	Депалетайзер ПРА-50	2		
54	Декрейтор И2-АИА-24	1		
55	Машина пляшкомийна Б6-ВМГ-24	1		
56	Інспекційний стіл ОБ6Т-2401А; БАЗ	2 2		

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

## Закінчення таблиці 12.1

1	2	3	4	5
57	Моноблок розливу і укупорки Т1-ВРЦ-24	1		
58	Машина етикетувальна А1-ВЭС	2		
59	Крейтер И2-АУА-24	1		
60	Палетайзер ПФА-50	1		
61	Бункер для склобою	1		
63	Машина ящикомийна БЗ-ВЯМ	1		
64	Ємність бракованого пива	1		
65	Апарат загрузки преформ	1		
66	Машина видувна MAR-1	1		
67	Моноблок розливу і укупорки Rotus 60/12	1		
68	Машина етикетувальна ЕСА-06	1		
69	Крейтер ТП 50 AL	1		
70	Апарат упакування плівкою	1	Аналогічно, ціна договірна Лінія кег найменш продуктивна Прийmemo 2'000	
71	Апарат зовнішнього миття кег Minomat A5/5	1		
72	Апарат внутрішнього миття і заповнення кег Minomat A5/5	1		
73	Столик етикетування	1		
74	Ваги Minomat A5/5	1		
75	Збірник дробини	1	Договірна	
76	Збірник хмельової дробини	1	Договірна	
77	Стерилізатор сусла	2	Ціна або договірна, або можна придбати лінію розведення дріжджів Прийmemo 4'000	
78	Азратор	2		
79	Пропагатор	2		
80	Збірник засівних дріжджів	4		
81	Збірник товарних дріжджів	6		
82	Збірник холодної технологічної води	10	100	1'000
83	Збірник гарячої технологічної води	5	100	500
Загальна ціна		94'944'000 грн		

Вартість будівельних робіт складає 8% від ціни обладнання:

$$B_6 = 0,08 \times 94'944'000 = 7'595'520 \text{ грн}$$

Вартість проектувальних робіт 8% від ціни устаткування:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{\pi} = B_6 = 7'595'520 \text{ грн}$$

Заготівельні роботи 1% від ціни апаратів:

$$ЗР = 0,01 \times 94'944'000 = 949'440 \text{ грн}$$

Монтаж цього обладнання – 8% від ціни:

$$M = B_6 = B_{\pi} = 7'595'520 \text{ грн}$$

Вартість КВП – 12% від ціни апаратів:

$$B_{\text{КВП}} = 0,12 \times 94'944'000 = 11'393'280 \text{ грн}$$

Доставка обладнання – 4% від її ціни:

$$Д = 0,04 \times 94'944'000 = 3'797'760 \text{ грн}$$

Вартість устаткування з монтажем, доставкою і іншим:

$$B_{\text{об}} = 126'275'520 \text{ грн}$$

Витрати на створення котельні, компресорної станції, очисних споруд ремонтного і електричного цеху приймаємо 30% від вартості будівель основного призначення. Це об'єкти допоміжних цілей.

Такими ж будуть витрати на будівництво, облаштування і інструменти загального призначення споруд – це 10% від вартості відповідних статей виробничого призначення.

Таблиця 12.2 – Витрати на будівництво і устаткування

Найменування	Будівлі	Обладнання	Інструменти
Загально виробниче призначення	7'595'520	126'275'520	5'682'398,4
Допоміжне виробниче призначення	2'278'656	37'882'656	1'704'719,52
Загальне призначення	759'552	12'627'552	568'239,84
Сума	10'633'728	176'785'728	7'955'357,76
Загалом	195'374'813,76 грн		

Відповідно, вартість початкових інвестицій буде складати суму всіх показників:

$$B_i = 195'374'813,76 + 7'595'520 + 7'595'520 = 210'565'853,76 \text{ грн}$$

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104



## 12.2 Розрахунок рентабельності вартості і інвестицій

Розрахуємо показники, що входять в повну собівартість продукції.

Фонд річної зарплатні визначається сумою 12 середньомісячних зарплат всім робітникам.

Таблиця 12.3 – Середньомісячна плата

Робітники	Кількість	Річний фонд зарплатні, грн	Середньомісячна зарплатня, грн
Основні виробничі робітники	200	50'400'000	21'000
Допоміжні робітники	80	19'200'000	20'000
Обслуговуючий персонал	25	5'400'000	18'000

Розрахунок витрат на сировину на 1 дал пива, на річній обсяг товарного пива наведений у таблиці 12.4:

Таблиця 12.4 – Витрати сировини підприємства на всі сорти пива

Сорт	Сировина	Ціна за 1 кг, грн	Витрати на 1 дал, кг	Витрати на 1 дал, грн	Витрати на рік, м <sup>3</sup>	Витрати на рік, тис. грн
Сенчу	Світлий солод	38,0	2,04	77,52	2'142	81'396
	Хміль	640,0	0,03	19,2	31,5	20'160
Різдвяне	Світлий солод	38,0	2,03	77,14	2'436	92'568
	Темний солод	64,0	0,24	15,36	288	18'432
	Мед	100	0,15	15	180'000	18'000
	натуральний Хміль	640,0	0,02	12,8	24	15'360
Ризьке	Світлий солод	38,0	2,01	76,38	1'507,5	57'285
	Хміль	640,0	0,03	19,2	22,5	14'400
Загалом	-	-	-	-	9'355,5	317'601

Для визначення собівартості необхідна велика кількість показників, таких як наприклад допоміжні матеріали (30%), енергетичне господарство, паливо (40%), комерційні розрахунки (1%), соціальні виплати (34% від суми виплат зарплатні. Загальновиробничі – 80%, загального хазяйства – 200%.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12.5 – Собівартість пива за рік

Витрати	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
Сировина	101'556'000	144'360'000	71'685'000
Допоміжні матеріали	30'466'800	43'308'000	21'505'500
Топливо і електроенергія	40'622'400	57'744'000	28'674'000
Затрати на підготування виробництва (3%)	3'046'680	4'330'800	7'168'500
Виплати зарплатні	75'000'000		
Відрахування на соц. страхування	25'500'000		
Загальновиробничі витрати	81'244'800	115'488'000	57'348'000
Загальнохозяйські витрати	203'112'000	288'720'000	143'370'000
Виробнича собівартість	493'548'680	687'450'800	363'251'000
Комерційна вартість (1%)	4'935'486,8	6'874'508	3'632'510
Повна собівартість	495'484'166,8	694'325'608	366'883'510

Звідси визначимо чистий прибуток після сплати акцизного податку і різниці з повною собівартістю. Акцизний податок станом на 2024 рік дорівнює 2,78 грн за 1 л продукції, що реалізовується. Також враховується 18% податку на дохід. Рентабельність продажів пива обраховується відношенням чистого прибутку після сплати податків до коштів після реалізації пива:  $P = \Pi_p / B$  [15].

Таблиця 12.6 – Рентабельність виробництва пива

Показники	Сенчу	Різдвяне	Ризьке
1	2	3	4
Об'єм товарного пива, дал	1'050'000	1'200'000	750'000
Продажі товарного пива, грн	630'000'000	900'000'000	450'000'000
Повна собівартість, грн	495'484'166,8	694'325'608	366'883'510

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 12.6

1	2	3	4
Прибуток	134'515'833,2	205'674'392	83'116'490
Акциз, грн	29'190'000	33'360'000	20'850'000
Податок на прибуток	24'212'849,976	37'021'390,56	14'960'968,2
Чистий прибуток	81'112'983,224	135'293'001,44	47'305'521,8
Рентабельність, %	12,88	15,03	10,51
Вартість 1 л пива	40	50	40

Початково вкладені інвестиції за такого рівня прибутку нейтралізуються за:

$$T = K_v / P_p,$$

де  $K_v$  – інвестиції, що вкладені на будівництво виробничих, допоміжних і загальних приміщень, інструменти, і устаткування, грн;

$P_p$  – чистий прибуток підприємства.

$$T = 210'565'853,76 / (81'112'983,224 + 135'293'001,44 + 47'305'521,8) = \\ = 210'565'853,76 / 263'711'506,464 = 0,79 \text{ року} = 9,48 \text{ місяців}$$

Термін окупності невеликий через малі початкові інвестиції і гарну відпускну ціну товарного пива (40...50 грн за 1 л). Проте при визначенні реальних цін на обладнання розмір інвестицій суттєво виріс би, оскільки пивоварне обладнання проектується під обсяги продукту, що переробляється.

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пиво. *Вікіпедія*: вільна інтернет-енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D0%B2%D0%BE> (дата звернення 7.05.2024).
2. Kunze W. *Technology Brewing & Malting*. 6<sup>th</sup> edition. VLB Berlin. 2019. 948 p.
3. 10 найцікавіших фактів про пивоваріння в Україні. 24 *ЕКОНОМІКА*: веб-сайт. URL: [https://24tv.ua/economy/pivo\\_v\\_ukrayini\\_tsikavi\\_fakti\\_pro\\_pivovarinnnyav\\_ukrayini\\_n1186670](https://24tv.ua/economy/pivo_v_ukrayini_tsikavi_fakti_pro_pivovarinnnyav_ukrayini_n1186670) (дата звернення 7.05.2024).
4. Чисельність населення (за оцінкою) на 1 січня 2020 року та середня чисельність у 2019 році. *Держстат України*: веб-сайт. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/ds/kn/kn\\_u/kn1219\\_u.html](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/ds/kn/kn_u/kn1219_u.html) (дата звернення 7.05.2024).
5. «Нас не зламати». Від війни постраждав кожен другий підприємець Чернігова. Як оживає бізнес у місті на Десні. *FORBES*: веб-сайт. URL: <https://forbes.ua/inside/nas-ne-zlamati-vid-viyni-postrazhdav-kozhniy-drugiy-pidpriemets-chernigova-yak-ozhivae-biznes-u-misti-na-desni-13062022-6566> (дата звернення 7.05.2024).
6. Зварили перше пиво, коли навколо стояли російські війська: у Ніжині запрацювала броварня. *Суспільне Чернігів*: веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/chernihiv/279339-zvarili-perse-pivo-koli-navkolo-stoali-rosijski-vijska-u-nizini-zpracuvava-brovarna/> (дата звернення 7.05.2024).
7. В Україні зменшилася кількість виробників хмелю. *BEER Technologies Innovations*: веб-сайт. URL: <http://beertechdrinks.com/manufacturing/hops-and-malt/v-ukrayini-zmenshylasya-kilkist-vyrobnykiv-hmelyu/> (дата звернення 7.05.2024).

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

8. Технологія галузі (пивоваріння). Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / укл. Лапицька Н. В. – Чернігів: НУЧК ім. Т. Г. Шевченка, 2021. – 60 с.

9. Методичні рекомендації до виконання дипломного проєкту для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / укладачі: Лапицька Н.В., Городиська О.В., Чернігів: НУЧК, 2023, 20 с.

10. Змодельовані історичні дані клімату і погоди для Myrhorod. *Meteoblue*: веб-сайт. URL: [https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatemodelled/myrhorod\\_ukraine\\_701075](https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatemodelled/myrhorod_ukraine_701075) (дата звернення 7.05.2024).

11. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами): наказ від МОЗ України від 09.07.1997 р. №201: станом на 05.05.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text> (дата звернення 7.05.2024).

12. Про затвердження правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: постанова Кабінету Міністрів України від 25.04.1999 р. №465: станом на 05.05.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text> (дата звернення 7.05.2024).

13. Очисні споруди стоків харчових підприємств. *BioPrime*: веб-сайт. URL: [https://bioprime.ru/stok\\_predpriyatia#alk](https://bioprime.ru/stok_predpriyatia#alk) (дата звернення 7.05.2024).

14. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: наказ від МОЗ України від 14.01.2020 р. №52: 05.05.2024. URL:

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення 7.05.2024).

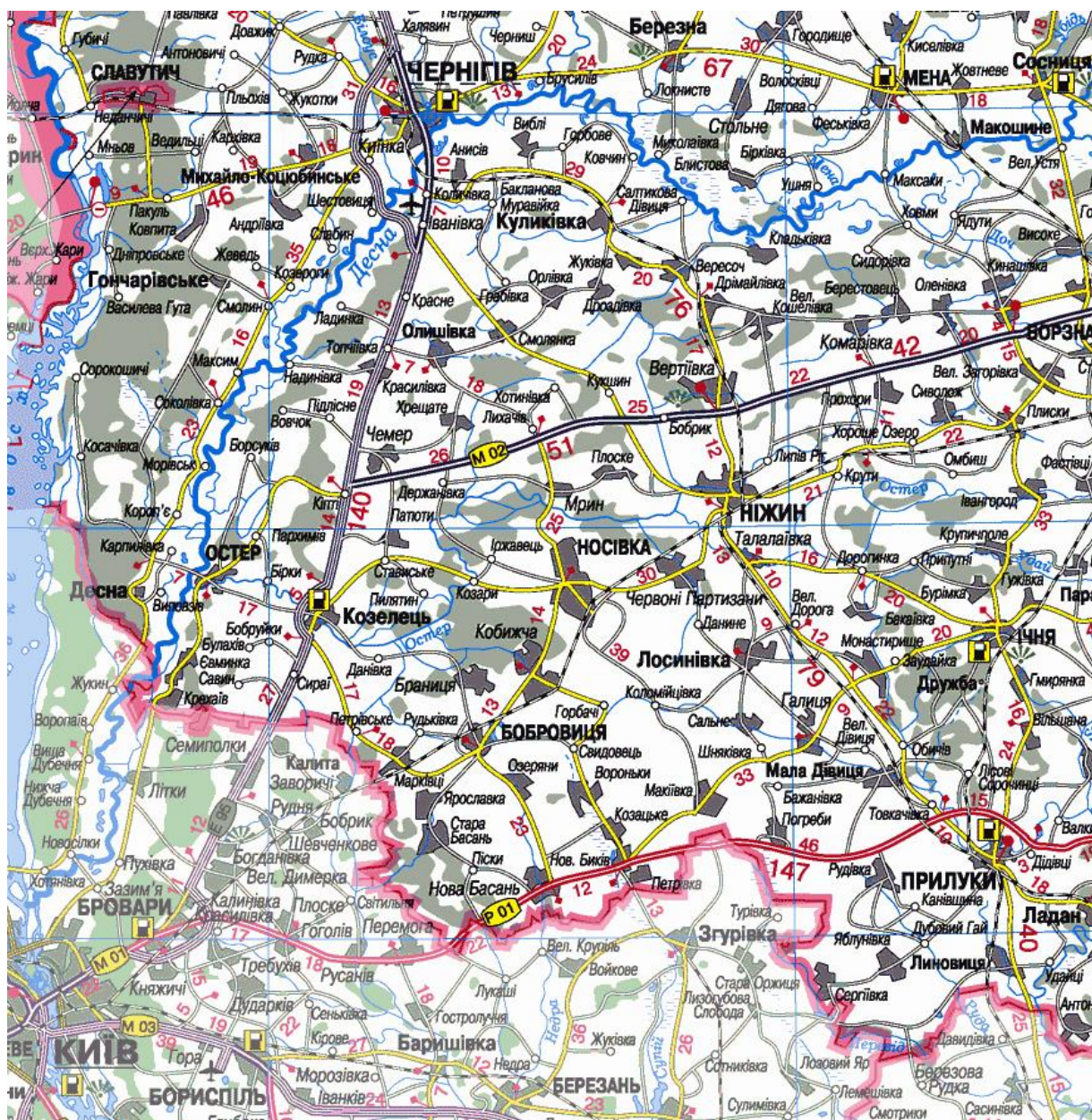
15. Що таке рентабельність бізнесу і як її розрахувати. *ОЩАДБАНК*: веб-сайт. URL: <https://www.oschadbank.ua/blog/shcho-take-rentabelnist-biznesu-i-yak-yiyi-rozrahuvaty> (дата звернення 7.05.2024).

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>110</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ДОДАТКИ

					<i>ДП 181.0132 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>111</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Додаток А



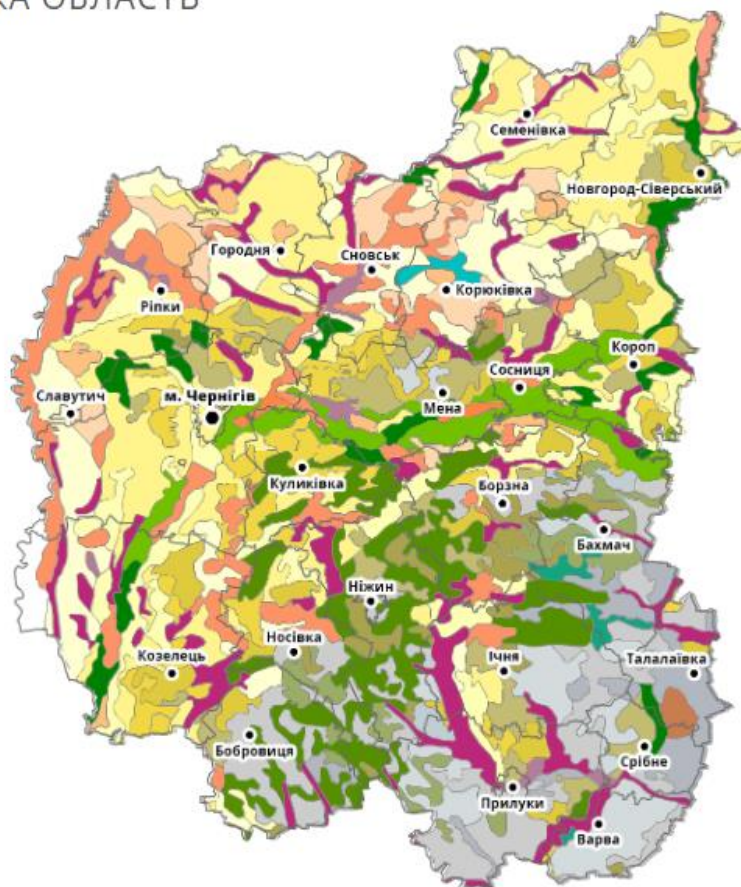
					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112



## Додаток Б

### ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ

Всі ґрунти



#### Дерново-підзолисті ґрунти

Дерново-підзолисті ґрунти на давньоалювіальних та воднольодовикових відкладах, морені та лесовидних породах

- Дерново-прихованопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти (борові піски)
- Дерново-слабо-і середньопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти
- Дерново-середньо-і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти

Дерново-підзолисті оглеєні ґрунти на давньоалювіальних та воднольодовикових відкладах, морені та лесовидних породах

- Дерново-середньо- і сильнопідзолисті глейові супіщані та суглинкові ґрунти

#### Опідзолені ґрунти

Опідзолені ґрунти переважно на лесових породах

- Ясно-сірі опідзолені ґрунти
- Сірі опідзолені ґрунти
- Темно-сірі опідзолені ґрунти
- Чорноземи опідзолені


Опідзолені оглеєні ґрунти переважно на лесових породах

- Ясно-сірі і сірі опідзолені оглеєні ґрунти
- Темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти
- Чорноземи опідзолені оглеєні

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113


#### Реградовані ґрунти

Реградовані ґрунти


 Чорноземи реградовані


#### Чорноземи

Чорноземи неглибокі лісостепові на лесових породах

 Чорноземи неглибокі слабогумусовані та малогумусні

Чорноземи глибокі на лесових породах

 Чорноземи глибокі слабогумусовані


 Чорноземи глибокі малогумусні

 Чорноземи глибокі малогумусні вилуговані

#### Лучно-чорноземні ґрунти


Лучно-чорноземні ґрунти


 Лучно-чорноземні ґрунти


 Лучно-чорноземні поверхнево-солонцюваті ґрунти

#### Лучні ґрунти

Лучно-чорноземні ґрунти


 Лучні та чорноземно-лучні ґрунти

 Лучні та чорноземно-лучні поверхнево-солонцюваті ґрунти


 Лучні та чорноземно-лучні глибоко-солонцюваті ґрунти

#### Болотні ґрунти, торфовища


Лучно-болотні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах

 Лучно-болотні солонцюваті ґрунти

Болотні та торфувато-болотні ґрунти на різних породах


 Болотні та торфувато-болотні ґрунти


Торфовища


 Торфовища низинні та торфово-болотні ґрунти

#### Дернові ґрунти

Дернові ґрунти

 Дернові оглеєні ґрунти

 Піски слабозадерновані, слабогумусовані і негумусовані

 Дернові опідзолені ґрунти та оглеєні їх види

					ДП 181.0132 ПЗ	Арк.
						114
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		