

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

Природничо-математичний факультет
Кафедра хімії, технологій та фармацевтики

Кваліфікаційний проект
Освітній ступінь: бакалавр
на тему: **ПРОЕКТ ПИВОВАРОГО ЗАВОДУ ПОТУЖНІСТЮ**
8 МЛН ДАЛ/РІК

Студентки 4 курсу, групи 48-ФМТ
напряму підготовки _____
спеціальності 181 Харчові технології
Точона Д. В.
(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 «20.06» 2024 року.

Студент



(підпис)

Точона Д. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник



(підпис)

Лапицька Н. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент



(підпис)


Волощенко І. В.

(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційну роботу розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації. Протокол № 15 від «20» 06 2024 року.

Студент допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри



(підпис)

Курмакова І. М.

(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
Студентці IV курсу, групи 48 - ФМТ

Тема завдання: *Проект пивоварного заводу потужністю 8 млн дал/рік. Бродіння здійснювати прискореним способом із встановленням ЦКБА*

Асортимент:

1. Пиво світле Львівське - 50% від загального випуску. ДСТУ 3888-2015. Розлив здійснювати у скляні пляшки по 0,5 л (60%), у ПЕТ-пляшки по 1,0 л (30%), і кеги 5 дал (10%).
2. Пиво світле Krombacher - 25% від загального обсягу. ДСТУ 3888-2015. Розлив здійснювати у скляні пляшки по 0,5 л (85%), кеги 5 дал (15%).
3. Пиво світле Жигулівське - 25% від загального обсягу. ДСТУ 3888-2015. Розлив здійснювати у скляні пляшки по 0,5 л (30%), у ПЕТ-пляшки по 1,5 л (70%).

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.
 8. Технохімічний контроль виробництва, управління якістю продукції та метрологічне забезпечення.
 9. Будівельна частина.
 10. Система екологічного управління (Охорона навколишнього середовища).
 11. Охорона праці.
 12. Економічна частина дипломного проекту.
- Список використаної літератури.

Перелік графічних матеріалів (виконується на аркушах формату А1)

- Креслення технологічної схеми виробництва – 2 аркуші.
- Креслення генплану підприємства – 1 аркуш.
- Креслення розрізів – 2 аркуші.
- Креслення плану підприємства – 1 аркуш.
- Дата видачі завдання « » 2024 р.

Керівник курсового проекту

Лапицька Н. В.

Завдання до виконання прийняв « » 2024 р

Точона Д. В.

АНОТАЦІЯ

Актуальність даного проекту полягає в проектуванні пивоварного підприємства саме з встановленням ЦКБА, здійснюючи бродіння прискореним способом. Броварні потребують велику кількість електроенергії і перегрітої пари з котельні, найбільшим споживачем якої є варильна дільниця. Встановлення ЦКБА, в свою чергу, дозволить знизити витрати на охолодження бродильного і лагерного відділення. Перевагою бродіння в ЦКБА також є те, що забезпечується рівномірність якості і органолептичного профілю вихідного пива.

Метою дипломного проекту є проектування броварні потужністю 8 млн дал на рік із встановленням ЦКБА.

В проекті охарактеризоване місце, відведене під будівництво, можливі шляхи реалізації продукції, конкуренція на ринку пива у західних регіонах України та постачальники сировини.

Виконано обчислення: кількості напівпродуктів, відходів, на 1 дал товарного пива, засип 100 кг та річну продуктивність; кількості допоміжних матеріалів; площі складських приміщень; потужності провідного обладнання, та кількість електроенергії, води, пари і холодоагенту для річної потужності заводу.

Обґрунтовано технохімічний контроль готової продукції та перелічено метрологічне забезпечення.

Наведено основну нормативну документацію щодо охорони навколишнього середовища від відходів пивоварень, та щодо охорони праці на підприємстві.

Проаналізовано будівельний аспект проектування броварні.

Ключові слова: ПИВОВАРНЯ, ЦКБА, ПРИСКОРЕНИЙ СПОСІБ.

ANNOTATION

The *relevance* of this project lies in the design of a beer enterprise with the installation of the Cylindrical Conical Fermenter, carrying out fermentation in an accelerated way. Breweries need a large amount of electricity and superheated steam from the boiler room, the largest consumer of which is the brewing station. The installation of the CCF, in turn, will reduce the costs of cooling the fermentation and lager departments. The advantage of fermentation in CCF is also that it ensures the uniformity of the quality and organoleptic profile of the original beer.

The *aim* of the diploma project is to design a brewery with a capacity of 8 million dal per year with the installation of a central heating system.

The project describes the place allocated for construction, possible ways of selling products, competition on the beer market in the western regions of Ukraine, and suppliers of raw materials.

The calculation was made: the amount of semi-finished products, waste, per 1 dal of marketable beer, filling of 100 kg and annual productivity; number of auxiliary materials; areas of warehouses; the power of the leading equipment, and the amount of electricity, water, steam and refrigerant for the annual plant capacity.

Technochemical control of finished products is substantiated and metrological support is listed.

Basic regulatory documentation on environmental protection from brewery waste and labor protection at the enterprise is given.

The construction aspect of the brewery design is analyzed.

Keywords: BREWERY, CCF, ACCELERATED METHOD.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА, ЩО БУДУЄТЬСЯ.....	10
РОЗДІЛ 2. ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	13
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА	19
3.1 Вихідні дані	19
3.2 Розрахунок витрат сировини, напівфабрикатів та відходів виробництва	21
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	34
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	41
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	45
6.1 Обладнання для приймання зернопродуктів	45
6.2 Обладнання варильного цеху	47
6.3 Допоміжне обладнання варильного цеху.....	48
6.4 Обладнання для зберігання і підготовки зернопродуктів	50
6.5 Обладнання для освітлення і охолодження	52
6.6 Розрахунок обладнання цеху бродіння і доброджування	52
6.7 Обладнання дріжджового відділення.....	54
6.8 Розлив пива у тару	54

					<i>ПЗ.181.0135</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект пивоварного заводу потужністю 8 млн дал/рік</i>			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Точона Д. В..</i>							Д	7	97
<i>Керівник</i>	<i>Лапицька Н.В.</i>							<i>48-ФМТ 2024</i>		
<i>Консульт.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Зав. каф.</i>										

РОЗДІЛ 7. ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	58
7.1 Енергетичні розрахунки.....	58
7.2 Заходи з енергозбереження	68
РОЗДІЛ 8. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	71
РОЗДІЛ 9. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	76
РОЗДІЛ 10. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ.....	79
РОЗДІЛ 11. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	82
РОЗДІЛ 12. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ...	85
12.1 Початкові інвестиції	85
12.2 Термін окупності і рентабельність	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	94

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Пивоварна промисловість України є однією з найрозвинутіших галузей харчової промисловості країни. Україна також виробляє значну кількість експортного пива, яке визнане як якісне і конкурентоспроможне на світовому ринку. Основними експортними ринками для українського пива є Казахстан, Польща та інші країни Східної та Центральної Європи [1].

Ринок українського пива складається на 90% з вітчизняних виробників. Цьому передували декілька причин: висока вартість імпортного продукту, складна економічна ситуація в Україні та поступове зниження статків населення. Українське пиво за органолептичними властивостями, піно-, мікробіологічною стійкістю співвідносне з зарубіжними пінним продуктом.

На сьогоднішній день, пивоварна промисловість представлена багатьма великими і середніми броварнями, які виробляють різноманітні сорти пива. Найбільш відомі пивоварні в Україні – «Оболонь», «Славутич», «Чернігівське», «Балтика-Україна» та інші [1].

Загалом, пивоварна промисловість України є важливою галуззю економіки країни, яка сприяє її розвитку та створенню нових робочих місць. Підвищує розвиток сільського господарства у зв'язку з тим, що броварні використовують велику кількість сільськогосподарської зернової сировини – ячмінь, хміль та велика кількість зернових, що використовуються як несолоджена сировина [3].

Серед усього алкоголю пиво має найбільший попит завдяки дієвій маркетинговій стратегії і рекламі. Основою успішної реалізації продукту є поява на ринку незвичних напоїв, фінансова стійкість компанії і системний брендмаркетинг [3].

Окрім цього пиво порівняно з іншими спиртотмісними напоями містить невелику частку спирту, що дозволяє ширшому колу населення споживати

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						9
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

його для втамування спраги. Пиво має тисячолітню історію і відрізняється своїм смаком, що є унікальним і не схожим на смак жодного іншого напою.

В роботі наведено 21 таблиць, 2 рисунків, використано 22 джерел. Створено 6 креслень: 1 апаратурно-технологічна схема, 1 генплан, 2 планів, 2 розрізів. 2 листа-специфікації, 1 лист-специфікація до генплану,

Роботу наведено на 97 аркушах.

					<i>ПЗ 181.0135</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

Обраний район будівництва – місто Миргород у Полтавській області. Він налічує в середньому 1'363'691 мешканця [4, с. 44]. За даними держстату [4, с. 41] 2021 року людей молодше 18 років 18%. Розрахуємо кількість споживачів, необхідну для прибуткових продажів пива.

Таблиця 1.1 – Чисельність споживачів

Категорії споживачів	Чисельність, чол (старше 18 років)
1. Корінне населення міст та районів	1'118'227
2. Населення пригородів, що купує продукцію у даному місті (10%)	111'822
3. Транзитне населення (5% від корінного населення)	55'911
4. Природний приріст населення за 5 років (3 розрахунку 2% від корінного населення)	22'364
Загальна кількість споживачів	1'308'324

Але розрахована загальна кількість споживачів – лише у Полтавській області, у якій, до речі, дуже мало підприємств пивоварної галузі: ПрАТ «ФІРМА ПОЛТАВПИВО», ТОВ «БІР ХАУС ПОЛТАВА» і 2 виробника ФОП [5].

За рахунок вигідного географічного положення, продукцію також можна реалізовувати в межах сусідніх областей – Чернігівської, Сумської, Черкаської, Харківської, Київської, Кіровоградської і Дніпропетровської. Проте, варто ураховувати, що в їх межах зареєстровано відповідно 8, 8, 7, 22, 27, 4 і 21 виробників. Тож, як зазначалося вище, в Полтавській області найменша конкуренція.

Полтавська область розташована по обидва береги Дніпра, і лежить у Дніпровській низовині. За рахунок розташування в межах області працюють

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

всі види транспорту (окрім морського). Густина залізничних шляхів становить на 100 км² – 2,96 км. Відстань населених пунктів від залізничних шляхів в середньому сягає 50 км. Область має 4 місце за густиною доріг місцевого значення. В даний час транспортування вантажу повітряним шляхом неможливе, проте у мирний час Полтавська область здійснювала його за допомогою ПОКП «Аеропорт-Полтава». Максимально допустима вага для прийняття аеропортом – 61 тонна.

Наявні дві великі річки – Дніпро і Псел, дев'ять середніх і 135 малих річок. Відоме родовище у Миргороді дасть змогу броварні мати якісну воду для виготовлення пива [6].

Оскільки Полтавська область розташована на межі між східною і західною Україною, у пивоварні є великий вибір у постачальниках сировини: наприклад, солод можна постачати з Харкова і області (ТОВ «МАЛТЮРОП», ООО «БЕЛ-ГЕР»), Дніпра і області (ТОВ «ДНІПРО СОЛОД», ТОВ «ЖИТНЯ СИЛА»), Черкас (ООО «КАНЕВ-СОЛОД»), що дасть змогу виробляти пиво із завжди якісного солоду.

Дещо гірша ситуація з пивним хмелем – кількість виробників в Україні суттєво знизилася, тож якісний хміль з контрольованими показниками кислот необхідно замовляти за кордоном.

Сформуємо таблицю постачальників сировини, необхідної пивоварні потужністю 8 млн дал на рік, на сорти пива світле «Львівське», світле «Krombacher», світле «Жигулівське».

Таблиця 1.2 – Постачальники зернопродуктів, хмелю і допоміжних матеріалів

Найменування	Постачальники
1	2
Солод світлий	ТОВ «МАЛТЮРОП» ООО «КАНЕВ-СОЛОД» ТОВ «ДНІПРО СОЛОД»
Солод карамельний	ТОВ «МАЛТЮРОП»

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						12
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Продовження таблиці 1.2

1	2
	ООО «КАНЕВ-СОЛОД» ТОВ «ДНІПРО СОЛОД»
Січка рисова	ТОВ «Аграрарне золото України»
Ячмінне борошно	ФОП Лобан В. М.
Хміль	ТОВ «ХМІЛЬ УКРАЇНИ» ТОВ «Хопштайнер Україна»

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>13</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Апаратурно-технологічна схема для сортів пива світле Львівське, світле Krombacher, світле Жигулівське, наводиться однакова, проте відмінності полягають у веденні технологічних операцій: температурних режимах, кількості діб бродіння і вистоювання і т. п.

Солоджені матеріали, в нашому випадку світлий і карамельний солод, надходять різним транспортом. Для світлого солоду дозволяється як перевезення вагонами, так і автотранспорт, проте більш доцільно використовувати залізничний транспорт, оскільки кількість світлого солоду, що необхідна підприємству на одну добу не можна забезпечити автотранспортом.

Солод розвантажують розвантажувачем вагонів або перекидачем (для автотранспорту) у приймальний бункер (1), з якого стрічковим транспортером (7) надходить до норії (2), яка підіймає солод до розподілення в силоси (5) гвинтовим транспортером (4) через ваги (3).

На очищення обидва види солоду йдуть з силосів (5) через магнітовловлювач (6) на стрічковий транспортер (7), який транспортує солод до норії (2) меншої продуктивності, ніж та, що була необхідна на підняття солоду до силосів. Норія (2) вивантажує солод на гвинтовий шнек (4), який ділить солод у бункери зберігання (8). З них самопливом солод проходить спочатку крізь ваги (3), згодом крізь магнітовловлювач (6). З них зернопродукти надходять у полірувальну машину (9). Очищення продовжується у сепараторі (10), леткі оболонки з якого йдуть на утилізацію, а солод у молоткову дробарку (11). Очищене помелене зерно зберігається в бункерах (8).

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>14</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Паралельно проходить очищення несолоджених матеріалів: зважування, очищення від магнітних і летких домішок. Операція полірування і дроблення відсутні, оскільки несолодженою сировиною в даному проекті є ячмінне борошно і рисова січка.

Автотранспортом (50) сировина надходить до транспортера (4), звідки вона йде у бункери зберігання (3). З них несолоджені матеріали через ваги (3), магнітні колонки (6) очищуються на повітряно-ситовому сепараторі (10) і плинуть до бункерів очищеної несолодженої сировини (8). Також можливе перенесення несолодженої борошняної сировини до бункеру пневмотранспортом.

Несолоджена сировина перед внесенням у затор відварюється у заторному чані для несолоджених матеріалів (12-3), звідки насосом (13) транспортується у основний заторний чан (12).

Двовідварний метод затирання дасть змогу переробляти солод різної якості, а також максимально вивільняти крохмалісті речовини з солоду і несолоджених матеріалів. Це суттєво збільшить вихід екстракту у варильному відділенні і дозволить варити сусло з більшою густиною, що збільшить рентабельність виробництва.

Проте у цього метода затирання є недоліки, головний з яких – час і енерговитрати на нагрівання. При збільшенні кількості відварок час на екстрагування збільшується до 3 годин. Під час перенесення густої частини затору необхідний потужний насос. Також необхідно підтримувати температуру під час заторних пауз і відварок, і затору в цілому. Кип'ятіння відварок також потребує енерговитрат (розрахунки наведені в розділі 7), проте при поверненні відварки температура підвищується до необхідної для наступної паузи. Також можливе збереження енергії вторинної пари.

У заторний апарат (12-1) нагнітаються дроблені зерноматеріали температурою 10...12 °С, затор з несолодженою сировиною та вода зі збірника

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						15
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

з гарячою водою (40...45 °С). Здійснюється постійне перемішування затору мішалкою. Після повного заповнення затор гріють до температури 45...52 °С і підтримують таку температуру до 30 хвилин з метою розчеплення білків.

Після цього частину (третину) затору насосом (13) відкачують у інший заторний чан (12-2). В ньому температуру затору підіймають до 61...63 °С та аналогічно тримають паузу тривалістю в півгодини. За цей час розчеплюється деяка частина крохмалю. Затор підігривають до температури оцукрювання крохмалю – 70...72 °С і витримують близько 30 хвилин. Відварку короткотривало кип'ятять для повного оцукрення.

Згодом відварку переносять у перший заторний апарат (12-1), спричиняючи підняття температури до 61...63 °С. Затор витримують півгодини або трохи менше. Частину затору знову направляють до другого заторного апарату (12-2), де його підігривають, витримують 20 хвилин і доводять до кипіння нетривалий час (до 10 хвилин).

Другу відварку повертають в основний заторний чан, після цього температуру підіймають до 70...72 °С. Після витримки до повного оцукрення затор перекачують насосом (13) у фільтр-прес (14).

Перше мутне сусло збирається у збірник первинного сусла (16), звідки перекачується на повторну фільтрацію у фільтр-прес (14). Дробина з фільтр-пресу майже не містить вологи, і збирається у бункер сухої дробини (15). Промивні води переносять у заторний апарат.

Рідку фазу перекачують у сусловарильний апарат (18), де підтримується температура 75...78 °С, оскільки необхідно зберегти α -амілазу, після повного перекачування сусло підігривають до кип'ятіння, інактивуючи ферменти і кип'ятять з хмелем, що подається із збірника хмелю (17), 1 годину.

Після кип'ятіння з хмелем необхідно видалити хмельову дробину і білкові зависі. Хмельова дробина відокремлюється у хмелевідбірнику (19), а сусло, збираючись у збірник (20), надходить на гідроциклонний апарат (21)

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						16
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

насосом (13). У ньому сусло вільно охолоджується, і зависи, що випадають в осад, відокремлюються під дією відцентрових сил.

Очищене сусло насосом (13) подають на охолодження у теплообмінник (22), або частина гарячого сусла йде на пропagaцію засівних дріжджів.

Установка розведення дріжджів складається з стерилізатору (23) і пропagaторів (23). Гаряче сусло стерилізується у стерилізаторі (23) з метою недопущення розвитку сторонньої мікрофлори, крім необхідних пиву дріжджів, після чого нагнітається у збірники засівних дріжджів (пропagaтори), де дріжджі розмножуються протягом 3 днів, і насосом (13) відкачуються у ЦКТ (28). У пропagaтори на початку бродіння вносять стерильний кисень для активного бродіння.

Відпрацьовані дріжджі (надлишкові) прямують до вакуум-збірника (26) насосом (13), звідки крізь вібросито (25) рідкі дріжджі без білкових речовин і смол хмелю йдуть на утилізацію або реалізацію, або у збірник (27) на повторне використання у бродінні.

У потік холодного сусла, що надходить до ЦКТ, вносяться дріжджі за рецептурою кожного сорту. Таким чином ЦКТ заповнюється 8...12 годин, проте не більше, оскільки з перевищенням цього часу перша варка вже починає зброджуватися.

Для активного забродження сусло аерують стерильним киснем. Після поглинання дріжджами кисню надалі його вміст суворо контролюється. Також у ЦКБА додається піногасник, оскільки піна, що підіймається в процесі бродіння, може закупорити клапани.

Бродіння в ЦКТ має ряд суттєвих переваг для підприємств великої потужності. Бродіння і дозрівання пива в ЦКТ триває набагато менший час, ніж при класичній схемі у бродильних чанах і лагерних танках. Встановлення конусних танків дозволить збирати дріжджі у конусній частині, що набагато краще для повного відділення дріжджів, ніж при бродінні у танках. За рахунок

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>17</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

форми ЦКТ легше мити, проте при виборі сталі з великим розміром мікроскопічних пор вірогідність бактеріологічного зараження підвищується, на що варто звертати увагу при виборі ЦКТ та мікробіологічному контролі процесів бродіння і дріжджової пропagaції [10].

Традиційний режим бродіння і доброджування – це холодне бродіння і холодне доброджування. Сусло, що перекачується в ЦКТ має температуру 6 °С. Оскільки дріжджі дуже чутливі до температур, сусло не охолоджують перші два дні. Розброджене сусло самозігрівається до 8...9 °С. Потім сусло повільно охолоджують до 3...4 °С. Після розщеплення діацетилу молоде пиво залишають на вистоювання при мінус 1 °С тривалістю в 7 днів [13].

Вуглекислий газ, що виділяється, збирається до збірника, звідки може використовуватися для догазування пива на розливі. Дріжджі знімають таким чином, щоб у конусній частині не утворився вир, і не відбулися втрати пива через нього.

Обраний спосіб доброджування в одному танку дозволяє зменшити витрати на дезінфекцію обладнання, на час роботи без перенесення пива у інший ЦКТ і втрати вуглекислого газу.

У випадку реалізації пива у нефільтрованому вигляді воно прямує з ЦКТ у збірники (48) або автоцистерни (49).

Доброджене пиво очищують і освітлюють у кізельгуровому фільтрі з дозатором (29), після чого додатково очищується на PVPP-фільтрі (30), звідки фільтроване пиво прямує до форфасів (31).

Розлив у скляні пляшки відбувається наступним чином: ящики з пляшками потрапляють до апарату виймання пляшок (32). З нього пляшки прямують до пляшкоминої машини (33), де вони дезінфікуються і обмиваються холодною водою. Далі, пройшовши крізь світловий інспектор (34), небраковані і помиті пляшки йдуть до розливного апарату (35), де наповнюються стисненим повітрям, а потім пивом. Таким чином вуглекислота

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						18
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

не вивільняється з пляшок. Апарат укупорки (36) закупорює пляшки кронен-кришками, а потім пляшки знову перевіряються на світловому інспекторі (34). Укупорені пляшки прямують на етикетування (37), і готова продукція пакується в ящики апаратом (38).

Розлив у кеги ускладнюється необхідністю обробки парою кег, повторного використання та зважування їх. Автовиймач (39) виймає кеги на апарат зовнішньої мийки (40), далі кеги йдуть до атоматичного пастеризатора (41), де кеги стерилізуються. Після цього мокрі кеги зважуються (42) і йдуть на апарат розливу в кеги (43), звідки знову зважуються на вагах (42). Наповнені кеги просушуються в машині (44)

Розлив в ПЕТ-тару передбачає наявність печі для преформ або просто видувного апарату з преформ, що закупляються. Преформи видуваються в апараті (45), звідки йдуть на розлив і укупорку в машині (46), аналогічно з наповненням скляних пляшок, ПЕТ-пляшки наповнюють стисненим повітрям або вуглекислим газом. Етикетувальний апарат (47) наклеює етикетки, звідки потім пляшки упаковуються в плівку або пакуються в ящики.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>19</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. РОЗРАУНОК ВИТРАТ СИРОВИНИ, НАПІВФАРИКАТІВ ТА ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

3.1 Вихідні дані

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків «Пиво світле Львівське», «Пиво світле Krombacher» та «Пиво світле Жигулівське»

Показник	Од. виміру	Сорт пива		
		Львівське	Krombacher	Жигулівське
1	2	3	4	5
К-сть видів зернопродуктів	Шт.	3	2	2
1	2	3	4	5
Втрати:				
1-ша стадія (варильне відділення)	В _{т0} , %	6,4	6,4	5,8
2-га стадія (бродильне відділення)	В _{т1} , %	2,2	2,2	2,5
3-тя стадія (відділення доброджування і фільтрування)	В _{т2} , %	2,4	2,4	2,3
4-та стадія (цех розливу)	В _{т3} , %			
	-у пляшки	2,5	2,5	2,5
	-у кеги	0,5	0,5	0,5
	-у ПЕТ	2,5	2,5	2,5
5-та стадія (втрати екстракту в пивні дробині)	В _{т4} , %	2,2	2,2	1,75
Солоду при поліруванні	В _{тс} , %	0,1	0,1	0,1
Екстрактивність:				
Солод світлий	Е _{Р_{с.с.}} , %	76,0	76,0	76,0
Рисова січка	Е _{Р_{р.с.}} , %	90,0	90,0	-
Солод карамельний	Е _{Р_{с.к.}} , %	70,0	-	-
Ячмінне борошно	Е _{Р_{я.б.}} , %	-	-	72,0
Вологість:				
Солод світлий	W _{с.с.} , %	5,6	5,6	5,6
Рисова січка	W _{р.с.} , %	15,0	15,0	-

					ПЗ 181.0135	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Солод карамельний	$W_{с.к.}, \%$	5,5	-	-
Ячмінне борошно	$W_{я.б.}, \%$	-	-	15,0
Норма витрат:				
Солод світлий	$n_{с.с.},$ частина	89,5	84,0	85,0
Січка рисова	$n_{р.с.},$ частина	10,0	16,0	-
Солод карамельний	$n_{с.к.},$ частина	0,5	-	-
Ячмінне борошно	$n_{я.б.},$ частина	-	-	15,0
Відносна густина суслу	$d, \text{кг/дм}^3$	1,0484	1,0442	1,0442
Кількість СР суслу	СР, %	12,0	12,0	11,0
Продуктивність заводу	L, дал	4'000'000	2'000'000	2'000'000
1	2	3	4	5
Витрати хмелю	$G_{хм.}, \text{г/дал}$	30	30	22
Термін витримки, діб	діб	42,0	22,0	21,0
Дійсний ступінь збродження	$Ст_{зб.}, \%$	56,3	49,0	49,0
Кількість CO_2	$CO_{2п.}, \%$	0,3	0,35	0,35

Таблиця 3.2 – Асортимент продукції

Найменування	Відсоток від загальної к-сті, %	Виробництво в рік, дал	Виробництво за добу, дал
Пиво світле Львівське	50	4'000'000	10'958,91
Пиво світле Krombacher	25	2'000'000	5'479,45
Пиво світле Жигулівське	25	2'000'000	5'479,45
Всього	100	8'000'000	21'917,81
Сорти пива	Розлив у скло 0,5 л, %, дал	Розлив у кеги 5 дал, %, дал	Розлив у ПЕТ 1,0 л/ 1,5 л, %, дал
Львівське	60/ 2'400'000	10/400'000	30/1'200'000 -/-
Krombacher	85/1'700'000	15/300'000	-/-
Жигулівське	30/600'000	-	-/ 70/1'40 0'000

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3.2 Розрахунок напівфабрикатів і відходів виробництва

Розрахунок кількості сировини, напівпродуктів виготовлення пива, кількості готової продукції, кількості пакувальних матеріалів, площ складів і потужності провідного обладнання виконаний завдяки методичним вказівкам НУЧК до виконання курсового проекту: [4].

Кількість солоду і несолодженої сировини, що йде на приготування засипу вагою 100 кг розраховується наступним чином. Втрати при поліруванні постійні, і контролюються на виробництві за різницею ваги неочищеного солоду і полірованого:

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

де K_c – кількість солоду у засипі за рецептурою (табл. 3.1), кг;

$V_{тс}$ – втрати ваги солоду (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське:

Світлий солод: $G_1 = 89,5 - (89,5 \times 0,001) = 89,41$ кг

Солод карамельний: $G_2 = 0,5 \times (0,5 \times 0,001) = 0,4995$ кг

Пиво світле Krombacher:

Світлий солод: $G_1 = 84 \times (84 \times 0,001) = 83,916$ кг

Пиво світле Жигулівське:

Світлий солод: $G_1 = 85 \times (85 \times 0,001) = 84,915$ кг

Маса сухих речовин у наважці зернопродуктів після подрібнення:

$$CP_{c1, c2, \dots, н.с.} = G_1, G_2, \dots G_n \times (1 - w/100), \quad (3.2)$$

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

W – вологість сировини (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське:

CP світлого солоду: $CP_{c1} = 89,41 \times (1 - 5,6/100) = 84,403$ кг

CP карамельного солоду: $CP_{c2} = 0,4995 \times (1 - 5,5/100) = 0,472$ кг

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						22
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СР рисової січки: $СР_{с3}=10 \times (1-15/100)=8,5$ кг

Пиво світле Krombacher:

СР світлого солоду: $СР_{с1}=83,916 \times (1-5,6/100)=79,217$ кг

СР рисової січки: $СР_{с3}=16 \times (1-15/100)=13,6$ кг

Пиво світле Жигулівське:

СР світлого солоду: $СР_{с1}=84,915 \times (5,6/100)=80,16$ кг

СР ячмінного борошна: $СР_{с4}=15 \times (1-15/100)=12,75$ кг

Звідси всього СР у засипі з зернопродуктів і несолодженої сировини:

$$СР_{заг.}=СР_{с1}+СР_{с2}+...+СР_{н.с.}, \quad (3.3)$$

де $СР_{с1, с2, ..., н.с.}$ - кількість сухих речовин в 1-му, 2-му виді солоду та несолодженої сировині відповідно (табл. 3.1), кг.

Пиво світле Львівське: $СР_{заг}=84,403+0,472+8,5=93,375$ кг

Пиво світле Krombacher: $СР_{заг}=79,217+13,6=92,817$ кг

Пиво світле Жигулівське: $СР_{заг}=80,16+12,75=92,91$ кг

Кількість ЕР (екстрактивних речовин) у сировині визначається з нормативних показників виходу екстракту з певного виду сировини та кількості сухих речовин у сировині:

$$ЕР_{с1}=СР_{с1} \times E/100, \quad (3.4)$$

де $СР_{с1}$ – вміст сухих речовин в 1-му солоді (3.2), кг;

$СР_{н.с.}$ – вміст сухих речовин в несолодженій сировині (3.2), кг;

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

Пиво світле Львівське:

ЕР світлого солоду: $ЕР_{с1}=84,403 \times 76/100=64,146$ кг

ЕР карамельного солоду: $ЕР_{с2}=0,472 \times 70/100=0,33$ кг

ЕР рисової січки: $ЕР_{с3}=8,5 \times 90/100=7,65$ кг

Пиво світле Krombacher:

ЕР світлого солоду: $ЕР_{с1}=79,217 \times 76/100=60,205$ кг

ЕР рисової січки: $ЕР_{с3}=13,6 \times 90/100=12,24$ кг

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						23
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Пиво світле Жигулівське:

ЕР світлого солоду: $EP_{c1}=80,16 \times 76/100=60,92$ кг

ЕР ячмінного борошна: $EP_{c4}=12,75 \times 72/100=9,18$ кг

Відповідно, загалом ЕР у заторі з засипу зі 100 кг сировини для кожного сорту пива становить:

$$EP_{\text{заг.}} = EP_{c1} + EP_{c2} + \dots + EP_{\text{н.с.}}, \quad (3.5)$$

Пиво світле Львівське: $EP_{\text{заг.}}=64,146 + 0,33 + 7,65 = 72,126$ кг

Пиво світле Krombacher: $EP_{\text{заг.}}=60,205 + 12,24 = 72,445$ кг

Пиво світле Жигулівське: $EP_{\text{заг.}}=60,92 + 9,18 = 70,1$ кг

Повністю вимити екстракт з дробини економічно недоцільно, тому прийнято враховувати безповоротні втрати екстракту у дробині:

$$G_e = EP_{\text{заг.}} \times (1 - V_{\text{т.екс.р.}}/100), \quad (3.6)$$

де $EP_{\text{заг.}}$ – загальна кількість ЕР затору (3.5), кг;

$V_{\text{т.екс.р.}}$ – втрати екстрактивних речовин в пивній дробині (табл. 3.1), % до маси сировини.

Пиво світле Львівське: $G_e=72,126 \times (1-2,2/100) = 70,539$ кг

Пиво світле Krombacher: $G_e=72,445 \times (1-2,2/100) = 70,851$ кг

Пиво світле Жигулівське: $G_e=70,1 \times (1-2,2/100) = 68,558$ кг

Кількість СР, що покинуть сушло, залишившись у дробині становитиме різницю між загальним вмістом СР затору і кількістю СР у дробині:

$$G_{\text{др}} = CP_{\text{заг.}} - G_e, \quad (3.7)$$

Пиво світле Львівське: $G_{\text{др}}=93,375-70,539 = 22,836$ кг

Пиво світле Krombacher: $G_{\text{др}}=92,817-70,851 = 21,966$ кг

Пиво світле Жигулівське: $G_{\text{др}}=92,91-68,558 = 24,352$ кг

Після обчислення екстракту у суслі, сухих речовин перейдемо до розрахунку кількості напівфабрикатів. Для цього скористуємось показниками втрат на кожній стадії виробництва і фізико-хімічними показниками сусла певного сорту пива.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Маса гарячого сусла:

$$m = G_e \times 100 / K_{cp}, \quad (3.8)$$

де G_e – кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі (3.6), кг;

K_{cp} – концентрація сухих речовин в суслі до випаровування (10...15,0) (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське: $m = 70,539 \times 100 / 12 = 587,825$ кг

Пиво світле Krombacher: $m = 70,851 \times 100 / 12 = 590,425$ кг

Пиво світле Жигулівське: $m = 68,558 \times 100 / 11 = 623,255$ кг

Звідси знайдемо об'єм сусла, приведеного умовно до 20°C:

$$V = m/d, \quad (3.9)$$

де m – маса гарячого сусла у заторному чані, кг (3.8);

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

Пиво світле Львівське: $V = 587,825 / 1,0484 = 560,688$ л

Пиво світле Krombacher: $V = 590,425 / 1,0442 = 565,433$ л

Пиво світле Жигулівське: $V = 623,255 / 1,0442 = 596,873$ л

Тоді об'єм гарячого сусла буде становити (враховуючи коефіцієнт розширення):

$$V_1 = V \times 1,04, \quad (3.10)$$

Пиво світле Львівське: $V_1 = 560,688 \times 1,04 = 583,116$ л

Пиво світле Krombacher: $V_1 = 565,433 \times 1,04 = 588,05$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_1 = 596,873 \times 1,04 = 620,748$ л

Аналогічно з пивною дробиною, у розрахунок об'єму холодного сусла враховуються втрати в хмельовій дробині, а також втрати на замочування трубопроводів, у хмельовому відстої:

$$V_2 = V \times (1 - V_{T_{хм др, шл}} / 100), \quad (3.11)$$

де V – об'єм сусла, що умовно приведений до 20 °C (3.9), л;

$V_{T_{хм др, шл}}$ – втрати у хмельовій дробині, шламів, при сепаруванні, стискуванні, змочуванні трубопроводів (табл. 3.1), %.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пиво світле Львівське: $V_2=560,688 \times (1-6,4/100) = 524,804$ л

Пиво світле Krombacher: $V_2=565,433 \times (1-6,4/100) = 529,245$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_2=596,873 \times (1-5,8/100) = 562,254$ л

Об'єм молодого пива до доброджування менший за об'єм сусла у варильному відділенні, через втрати у цеху бродіння:

$$V_3 = V_2 \times (1 - V_{т\text{бр}} / 100), \quad (3.12)$$

де V_2 – об'єм холодного сусла, л (3.11);

$V_{т\text{бр}}$ – втрати у цеху бродіння (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське: $V_3=524,804 \times (1-2,2/100) = 513,258$ л

Пиво світле Krombacher: $V_3=529,245 \times (1-2,2/100) = 517,602$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_3=562,254 \times (1-2,5/100) = 548,198$ л

Тоді, об'єм фільтрованого відповідно менший через втрати при доброджуванні і фільтрації. Особливо великі втрати пива через фільтрацію і утворення залишків розбавленого водою пива, через заповнення лінії фільтрації деаерованою водою перед фільтрацією. З урахуванням частки втрат у цеху освітлення об'єм фільтрованого пива буде наступним:

$$V_4 = V_3 \times (1 - V_{т\text{ф}} / 100), \quad (3.13)$$

де V_3 – об'єм молодого (зеленого) пива, л (3.12);

$V_{т\text{ф}}$ – втрати в цеху освітлення (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське: $V_4=513,258 \times (1-2,4/100) = 500,939$ л

Пиво світле Krombacher: $V_4=517,602 \times (1-2,4/100) = 505,179$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_4=548,198 \times (1-2,3/100) = 535,589$ л

В свою чергу товарне пиво обраховується шляхом віднімання часток втрат при розливі у різні види тари від частки товарного пива, що розливається в цей вид тари:

$$V_{т\text{с.зв.р}} = A \times (V_{т\text{р.пл}} / 100) + B \times (V_{т\text{р.к}} / 100) + V \times (V_{т\text{пет}} / 100), \quad (3.14)$$

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

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

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						26
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

$V_{Тр.пл}$ – втрати при розливі у пляшки (табл. 3.1), %;

$V_{Тр.к}$ – втрати при розливі у кеги (табл. 3.1), %;

$V_{ТПЕТ}$ – втрати при розливі у ПЕТ (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське: $V_{Тс.зв.р}=60 \times 0,025 + 30 \times 0,025 + 10 \times 0,005 = 2,3\%$

Пиво світле Krombacher: $V_{Тс.зв.р}=85 \times 0,025 + 15 \times 0,005 = 2,2\%$

Пиво світле Жигулівське: $V_{Тс.зв.р}=30 \times 0,025 + 70 \times 0,025 = 2,5\%$

Знаючи втрати при розливі, визначимо об'єм товарного пива:

$$V_{Т.п} = V_4 \times (1 - V_{Тс.зв.р} / 100), \quad (3.15)$$

де V_4 – об'єм освітленого пива (3.13), л;

$V_{Тс.зв.р}$ – відсоткові втрати при розливі (3.14), %.

Пиво світле Львівське: $V_{Т.п} = 500,939 \times (1 - 0,023) = 489,417$ л

Пиво світле Krombacher: $V_{Т.п} = 505,179 \times (1 - 0,022) = 494,065$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_{Т.п} = 535,589 \times (1 - 0,025) = 522,199$ л

Після цього можна обчислити загальні втрати рідкої фази у літрах та відсотках з об'єму суслу у заторному чані до об'єму товарного пива, розлитого у різну тару:

$$V_{Трід.ф} = V_1 - V_{Т.п}, \quad (3.16)$$

де V_1 – об'єм гарячого суслу із врахуванням його розширення (3.10), л;

$V_{Т.п}$ – кількість розлитого пива (3.15), л.

Пиво світле Львівське: $V_{Трід.ф} = 583,116 - 489,417 = 93,699$ л

Пиво світле Krombacher: $V_{Трід.ф} = 588,05 - 494,065 = 93,985$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_{Трід.ф} = 620,748 - 522,199 = 98,549$ л

$$V_{Трід.ф} = V_{Трід.ф} \times (100 / V_1), \quad (3.17)$$

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

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

Пиво світле Львівське: $V_{Трід.ф} = 93,699 \times (100 / 583,116) = 16,023\%$

Пиво світле Krombacher: $V_{Трід.ф} = 93,985 \times (100 / 588,05) = 15,982\%$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						27
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Пиво світле Жигулівське: $V_{\text{рід.ф}}=98,549 \times (100/620,748)=15,866\%$

Додатково розрахуємо витрати хмелю на 100 кг засип з норм внесення хмелю на 1 дал товарного пива:

$$G_{\text{хм}} = V_{\text{т.п}} \times (\text{Вит}_{\text{хм}} / 1000) / 10, \quad (3.18)$$

де $V_{\text{т.п}}$ – об'єм товарного пива (3.15), л;

$\text{Вит}_{\text{хм}}$ – витрати хмелю на 1 дал пива (табл. 3.1), г/дал.

Пиво світле Львівське: $G_{\text{хм}}=489,417 \times 0,03/10=1,468$ кг

Пиво світле Krombacher: $G_{\text{хм}}=494,065 \times 0,03/10=1,482$ кг

Пиво світле Жигулівське: $G_{\text{хм}}=522,199 \times 0,022/10=1,149$ кг

Для підкислення затору використовується 100% або 40% молочна кислота (0,08 чи 0,2 кг відповідно) на 100 кг зернової сировини. Враховуючи кількість несолодженої сировини розрахунок кількості молочної кислоти на 1 засип буде наступним:

Пиво світле Львівське: $G_{\text{м}}=90 \times 0,08/100=0,072$ кг

Пиво світле Krombacher: $G_{\text{м}}=84 \times 0,08/100=0,0672$ кг

Пиво світле Жигулівське: $G_{\text{м}}=85 \times 0,08/100=0,068$ кг

Вихід дріжджів залежить від обраного способу бродіння. Тобто, при бродінні в ЦКБА на 10 дал зброджуваного сусла виходить 2,0 дм³ надлишкових (товарних) дріжджів і 0,8 дм³ засівних. Тоді річний вихід становитиме:

$$V_{\text{з.др}} (V_{\text{т.др}}) = \Sigma V_2 \times (N_{\text{др}} / 10), \quad (3.19)$$

де ΣV_2 – сумарний річний об'єм холодного сусла за всіма сортами пива, що випускаються на проектованому підприємстві, дал;

$N_{\text{др}}$ – нормативний вихід дріжджів з 10 дал сусла, дм³.

Пиво світле Львівське:

Надлишкові дріжджі: $V_{\text{т.др}}=4'289'200 \times (2/10)=857'840$ дм³

Засівні дріжджі: $V_{\text{з.др}}=4'289'200 \times (0,8/10)=343'136$ дм³

Пиво світле Krombacher:

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

Надлишкові дріжджі: $V_{т.др}=2'149'000 \times (2/10)=429'800 \text{ дм}^3$

Засівні дріжджі: $V_{з.др}=2'149'000 \times (0,8/10)=171'920 \text{ дм}^3$

Пиво світле Жигулівське:

Надлишкові дріжджі: $V_{т.др}=2'153'400 \times (2/10)=4'306'800 \text{ дм}^3$

Засівні дріжджі: $V_{з.др}=2'153'400 \times (0,8/10)=172'272 \text{ дм}^3$

Вага пивної дробини залежить від кількості СР, що залишились в ній та коефіцієнту перерахунку:

$$K = 100/100 - W, \quad (3.20)$$

де W – вологість дробини (86%), %.

$$K = 100/(100 - 86) = 7,14$$

$$M_{др} = G_{др} \times K, \quad (3.21)$$

де $G_{др}$ – вага СР, що містяться в дробині (3.7), кг;

K – коефіцієнт перерахунку.

Пиво світле Львівське: $M_{др} = 22,836 \times 7,14 = 163,049 \text{ кг}$

Пиво світле Krombacher: $M_{др} = 21,966 \times 7,14 = 156,837 \text{ кг}$

Пиво світле Жигулівське: $M_{др} = 24,352 \times 7,14 = 173,873 \text{ кг}$

Кількість вологої хмельової дробини в 6,67 разів більша за вагу безводної дробини, що становить 60% від ваги хмелю, що пішла на 100 кг засип:

$$M_{хм.др} = G_{хм} \times 0,6 \times 6,67, \quad (3.22)$$

Пиво світле Львівське: $M_{хм.др} = 1,468 \times 0,6 \times 6,67 = 5,875 \text{ кг}$

Пиво світле Krombacher: $M_{хм.др} = 1,482 \times 0,6 \times 6,67 = 5,931 \text{ кг}$

Пиво світле Жигулівське: $M_{хм.др} = 1,149 \times 0,6 \times 6,67 = 4,598 \text{ кг}$

Незалежно від сорту білковий шлам становитиме 1,75 кг на 100 кг засип зернових.

Пиво світле Львівське: $G_{б.шл} = 90 \times 1,75/100 = 1,58 \text{ кг}$

Пиво світле Krombacher: $G_{б.шл} = 84 \times 1,75/100 = 1,47 \text{ кг}$

Пиво світле Жигулівське: $G_{б.шл} = 85 \times 1,75/100 = 1,49 \text{ кг}$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Аналогічно розраховується шлам у танках доброджування (1,71 л на 100 кг засип). Якщо засип включає несолоджену сировину, виконується перерахунок.

Пиво світле Львівське: $G_{д,шл}=90 \times 1,71/100=1,54$ л

Пиво світле Krombacher: $G_{д,шл}=84 \times 1,71/100=1,44$ л

Пиво світле Жигулівське: $G_{д,шл}=85 \times 1,71/100=1,45$ л

Розрахунок двоокису вуглецю, що виділяється в атмосферу, починається з перерахунку об'єму холодного сусла кожного сорту на масу.

$$M_{х.с.}=V_2 \times d, \quad (3.23)$$

де V_2 – об'єм холодного сусла кожного сорту (3.11), л;

d – густина сусла (табл. 3.1), кг/л.

Пиво світле Львівське: $M_{х.с.}=524,804 \times 1,0484=550,205$ кг

Пиво світле Krombacher: $M_{х.с.}=529,245 \times 1,0442=552,638$ кг

Пиво світле Жигулівське: $M_{х.с.}=562,254 \times 1,0442=587,106$ кг

Потім знаходять кількість екстрактивних речовин у масі холодного сусла зі 100 кг засипу.

$$EP_{х.с.}=M_{х.с.} \times K_c/100, \quad (3.24)$$

де $M_{х.с.}$ – маса холодного сусла (3.23), кг;

K_c – концентрація сусла для кожного сорту пива (табл. 3.1), % .

Пиво світле Львівське: $EP_{х.с.}=550,205 \times 12/100=66,025$ кг

Пиво світле Krombacher: $EP_{х.с.}=552,638 \times 12/100=66,317$ кг

Пиво світле Жигулівське: $EP_{х.с.}=587,106 \times 11/100=64,582$ кг

Збродить лише частина EP , яка визначається дійсним ступенем збродження:

$$Me_{p-n}=EP_{х.с.} \times (C_{тзб}/100), \quad (3.25)$$

де $EP_{х.с.}$ – кількість EP , що знаходяться в суслі та збродяться (3.24), кг;

$C_{тзб}$ – ступінь збродження (табл. 3.1), %.

Пиво світле Львівське: $Me_{p-n}=66,025 \times 0,563=37,17$ кг

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Пиво світле Krombacher: $Me_{p-n}=66,317 \times 0,49=32,49$ кг

Пиво світле Жигулівське: $Me_{p-n}=64,582 \times 0,49=31,65$ кг

Кількість CO_2 , що виділиться під час бродіння:

$$K_{CO_2} = Me_{p-n} \times 44 \times 4 / 342, \quad (3.26)$$

де Me_{p-n} – кількість екстрактивних речовин, що збродить, кг;

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

4 – стехіометричний коефіцієнт при CO_2 .

Пиво світле Львівське: $K_{CO_2}=37,17 \times 44 \times 4 / 342=19,13$ кг

Пиво світле Krombacher: $K_{CO_2}=32,49 \times 44 \times 4 / 342=16,72$ кг

Пиво світле Жигулівське: $K_{CO_2}=31,65 \times 44 \times 4 / 342=16,29$ кг

Лише невелика частина вуглекислого газу залишиться у пиві (~0,3-0,35%). Решта вуглекислоти вивільнюється через підвищення температур в ході деяких операцій, перенесення пива по етапах виробництва з моменту бродіння. Кількість зв'язаної вуглекислоти становитиме:

$$K_{зв.CO_2} = M_{х.с} \times (CO_{2п} п / 100), \quad (3.27)$$

де $M_{х.с}$ – маса холодного сусла (3.23), кг;

$CO_{2п}$ – вміст вуглекислоти в товарному пиві (табл. 3.1), %мас.

Пиво світле Львівське: $K_{зв.CO_2}=550,205 \times 0,003=1,65$ кг

Пиво світле Krombacher: $K_{зв.CO_2}=552,638 \times 0,0035=1,93$ кг

Пиво світле Жигулівське: $K_{зв.CO_2}=587,106 \times 0,0035=2,06$ кг

Звідси кількість CO_2 , що виділиться в атмосферу:

$$K_{CO_2 \text{ атм}} = K_{CO_2} - K_{зв.CO_2}, \quad (3.28)$$

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

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

Пиво світле Львівське: $K_{CO_2 \text{ атм}} = 19,13 - 1,65 = 17,48$ кг

Пиво світле Krombacher: $K_{CO_2 \text{ атм}} = 16,72 - 1,93 = 14,79$ кг

Пиво світле Жигулівське: $K_{CO_2 \text{ атм}} = 16,29 - 2,06 = 14,23$ кг

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						31
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для зручності масу перераховують у об'єм. Також обчислюють кількість незв'язаної вуглекислоти на дал товарного пива:

$$V_{CO2атм} = K_{CO2атм}/1,832, \quad (3.29)$$

де $K_{CO2атм}$ – кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу (3.28), кг.

Пиво світле Львівське: $V_{CO2атм} = 17,48/1,832 = 9,54$ л

Пиво світле Krombacher: $V_{CO2атм} = 14,79/1,832 = 8,07$ л

Пиво світле Жигулівське: $V_{CO2атм} = 14,23/1,832 = 7,77$ л

$$M_{CO2} = K_{CO2 атм} \times 1000 / V_{т.п.} \div 10, \quad (3.30)$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку в г;

10 – коефіцієнт перерахунку в дал.

Пиво світле Львівське: $M_{CO2} = 17,48 \times 1000 / 489,417 / 10 = 3,57$ м³/дал

Пиво світле Krombacher: $M_{CO2} = 14,79 \times 1000 / 494,065 / 10 = 2,99$ м³/дал

Пиво світле Жигулівське: $M_{CO2} = 14,23 \times 1000 / 522,199 / 10 = 2,73$ м³/дал

Для перерахунку кількості сировини, напівпродуктів і відходів на 1 дал кожен показник ділять на кількість товарного пива (дал). Для визначення кількості на рік показники множать на об'єм товарного пива за даним сортом. Всі дані заносимо у зведену таблицю.

Таблиця 3.3 – Зведена таблиця розрахунків напівфабрикатів, відходів і сировини

Найменування	На 100 кг засип зернової сировини	На 1 дал товарного пива	На річну потужність підприємства
1	2	3	4
Сорт пива світле Львівське			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	89,5	1,829	7'316'000
Рисова січка	10,0	0,204	816'000
Солод карамельний	0,5	0,01	40'000
Разом	100,0	2,043	8'000'172
Хміль	1,468	0,03	120'000
Молочна кислота, 100%	0,072	0,0015	6'000

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	583,116	11,915	47'660'000
Холодне сусло	524,804	10,723	42'892'000
Молоде пиво	513,258	10,487	41'948'000
Фільтроване пиво	500,939	10,235	40'940'000
Товарне пиво	489,417	10,0	40'000'000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	163,049	3,331	13'324'000
Хмельова дробина, кг	5,875	0,12	480'000
Шлам сепараторний, л	1,58	0,032	128'000
Шлам в танках доброджування, л	1,54	0,031	124'000
Надлишкові дріжджі, л	10,47	0,214	857'840
Засівні дріжджі, л	4,198	0,086	343'136
Вуглекислий газ, л	9,54	0,195	780'000
Відходи полірування, кг	0,0905	0,00185	7'400
Сорт пива світле Krombacher			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	84,0	1,7	3'400'000
Рисова січка	16,0	0,324	648'000
Разом	100,0	2,024	4'048'000
Хміль	1,482	0,029	58'000
Молочна кислота, 100%	0,0672	0,0014	2'800
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	565,433	11,445	22'890'000
Холодне сусло	529,245	10,712	21'424'000
Молоде пиво	517,602	10,476	20'952'000
Фільтроване пиво	505,179	10,225	20'450'000
Товарне пиво	494,065	10,0	20'000'000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	156,837	3,174	6'348'000
Хмельова дробина, кг	5,931	0,12	240'000
Шлам сепараторний, л	1,47	0,029	58'000
Шлам в танках доброджування, л	1,44	0,029	58'000
Надлишкові дріжджі, л	10,585	0,214	428'000

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Закінчення таблиці 3.3

1	2	3	4
Засівні дріжджі, л	4,23	0,086	172'000
Вуглекислий газ, л	8,07	0,163	326'000
Відходи полірування, кг	0,084	0,0017	3'400
Сорт пива світле Жигулівське			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	85,0	1,628	3'256'000
Ячмінне борошно	15,0	0,287	574'000
Разом	100,0	1,915	3'830'000
Хміль	1,149	0,022	44'000
Молочна кислота, 100%	0,068	0,0013	2'600
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	596,876	11,43	22'860'000
Холодне сусло	562,254	10,767	21'534'000
Молоде пиво	548,198	10,498	20'996'000
Фільтроване пиво	535,589	10,256	20'512'000
Товарне пиво	522,199	10,0	20'000'000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	173,873	3,329	6'658'000
Хмельова дробина, кг	4,598	0,088	176'000
Шлам сепараторний, л	1,49	0,028	56'000
Шлам в танках доброджування, л	1,45	0,028	56'000
Надлишкові дріжджі, л	11,245	0,215	430'680
Засівні дріжджі, л	4,498	0,086	172'272
Вуглекислий газ, л	7,77	0,149	298'000
Відходи полірування, кг	0,085	0,0016	3'200

					ПЗ 181.0135	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНОК ТАРИ, ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розрахунок буде вестися за допомогою методичних вказівок до виконання курсового проекту: [4].

Скляна тара 0,5 дм³.

Початковим значенням для розрахунку річної кількості пляшок є кількість фільтрованого пива всі сортів, що розливається у скляну тару 0,5 дм³:

$$V_{\text{ф.п.ск.пл}} = (V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{ск.пл1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{ск.пл2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{ск.пл.н}}), \quad (4.1)$$

де $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$ – кількість освітленого пива кожного сорту річної продуктивності, л;

$n_{\text{ск.пл1}} \dots n_{\text{ск.пл.н}}$ – частка кожного сорту пива, що розливається в скляні пляшки.

$$\begin{aligned} \Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} &= 40'940'000 \times 0,6 + 20'450'000 \times 0,85 + 20'512'000 \times 0,3 = \\ &= 24'564'000 + 17'382'500 + 6'153'600 = 48'100'100 \text{ л} \end{aligned}$$

Далі розраховується кількість скляних пляшок певного об'єму для розливу отриманого об'єму фільтрованого пива без урахування втрат, та з втратами. Результати наводять у млн. шт.:

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

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

20 – перерахунок 1 дал пива на пляшки місткістю 0,5 дм³.

$$K_0 = (4'810'000 \times 20) / 1'000'000 = 96,2 \text{ млн. шт.}$$

$$K_1 = (K_0 \times 100) / (100 - \Sigma \text{Пр}), \quad (4.3)$$

де $\Sigma \text{Пр}$ – 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; $\Sigma \text{Пр}=2,78\%$.

$$K_1 = (96,2 \times 100) / (100 - 2,78) = 98,951 \text{ млн. шт.}$$

					ПЗ 181.0135	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно на нейтралізацію відсотку бою необхідно:

$$K_2 = K_1 - K_0, \quad (4.4)$$

$$K_2 = 98,951 - 96,31 = 2,641 \text{ млн. шт.}$$

Підприємство не купує завжди нові пляшки, замість цього воно вкладає угоди з торговими мережами щодо їх повернення. Знаючи відсоток незворотних пляшок, обчислимо кількість, що треба для відшкодування цих втрат:

$$K_3 = K_0 \times (5/100) + K_2, \quad (4.5)$$

$$K_3 = 96,2 \times 0,05 + 2,641 = 4,81 + 2,754 = 7,564 \text{ млн. шт.}$$

де 5 – кількість пляшок, що не повертається з торгової мережі, %.

Кількість зворотних пляшок розраховують так:

$$K_4 = K_0 / 40, \quad (4.6)$$

де K_0 – річна кількість пляшок, що необхідна для розливу фільтрованого пива без урахування втрат, млн. шт.;

40 – кількість обертів пляшок в рік.

$$K_4 = 96,2 / 40 = 2,405 \text{ млн. шт.}$$

ПЕТ-пляшки (преформи) 1,0 дм³.

Аналогічно розрахунку скляної тари, першим визначається річний об'єм фільтрованого пива, що йде на розлив всіх сортів пива у даний вид тари:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{ПЕТ1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{ПЕТ2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{ПЕТн}}, \quad (4.7)$$

де $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$ – 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.

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ1}} = 40'940'000 \times 0,3 = 12'282'000 \text{ л}$$

Оскільки ПЕТ-тару не повертають з торгової мережі, то обраховують лише кількість пляшок без урахування витрат на розлив, і з:

$$K_5 = \Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} / 0,1 / 1'000'000, \quad (4.8)$$

де 0,1 – місткість 1 ПЕТ-пляшки, дал.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						36
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$K_{5,1} = 1'228'200 / 0,1 / 1'000'000 = 12,282 \text{ млн. шт.}$$

$$K_6 = (K_5 \times 100) / (100 - 0,1), \quad (4.9)$$

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

$$K_{6,1} = (12,282 \times 100) / (100 - 0,1) = 12,294 \text{ млн. шт.}$$

Аналогічно розрахуємо кількість ПЕТ-пляшок на 1,5 дм³:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ2}} = 20'512'000 \times 0,7 = 14'358'400 \text{ л}$$

$$K_{5,2} = 1'435'840 / 0,15 / 1'000'000 = 9,572 \text{ млн. шт.}$$

$$K_{6,2} = (9,572 \times 100) / (100 - 0,1) = 9,582 \text{ млн. шт.}$$

Кеги 5 дал.

Як і з передніми розрахунками, спершу обрахуємо кількість фільтрованого пива, що йде на розлив у кеги:

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

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.

$$\begin{aligned} \Sigma V_{\text{ф.п.к}} &= 40'940'000 \times 0,1 + 20'450'000 \times 0,15 = 4'094'000 + 3'067'500 = \\ &= 7'161'500 \text{ л} \end{aligned}$$

Також розраховується кількість кег, розрахована на отриманий об'єм у формулі 4.10:

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

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

$$K_7 = 716'150 / 5 = 143'230 \text{ шт.}$$

Але лише 90% кег є обертовими:

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

$$K_8 = 143'230 \times (100 - 90) / 100 = 14'332 \text{ шт.}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>37</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Кега за рік повертається на підприємство 40 разів. Тоді кількість зворотних кег обчислюється наступним чином:

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

$$K_9 = 14 \cdot 332 / 40 = 358,3 \sim 359 \text{ шт.}$$

Інша тара: ящики.

2% ящиків зносяться за рік. Тож необхідна кількість ящиків для пакування скляної тари з урахуванням зносу:

$$K_{10} = K_1 / 20 \times (1 - 0,02), \quad (4.14)$$

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

20 – кількість пляшок 0,5 дм³ у стандартних ящиках, шт.

$$K_{10} = 98,951 / 20 \times (1 - 0,02) = 4,9 \text{ млн. шт.}$$

До того ж, 10% ящиків не є зворотними. Тоді кількість ящиків, що необхідна для заміни:

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

$$K_{11} = 4,9 \times (100 - 90) / 100 = 0,49 \text{ млн. шт.}$$

Звідси визначимо кількість зворотних ящиків:

$$K_{12} = K_{10} + K_{11} / 40 \quad (4.16)$$

$$K_{12} = 4,9 / 40 = 0,12 \text{ млн. шт.}$$

де 20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм³ у стандартних ящиках, шт.;

40 – число обертів ящика в рік.

Допоміжні матеріали: пробки і етикетки.

Для розрахунку кількості етикеток і кронен-пробок необхідні показники витрат етикеток і пробок на 1 дал пінного для певного виду тари, та, відповідно, сама кількість тари.

Тоді кількість кронен-пробок і етикеток для скляної тари становитиме:

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

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

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						38
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$K_{13\text{ск.п.}}=96,2 \times 1,045 = 100,529 \text{ млн. шт.}$$

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

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

$$K_{14\text{ск.п.}}=96,2 \times 1,03 = 99,086 \text{ млн. шт.}$$

Ідентично обраховують кількість етикеток і гвинтових корків для ПЕТ-тари різних об'ємів.

$$K_{13\text{ПЕТ1}} = 12,282 \times 1,045 = 12,84 \text{ млн. шт.}$$

$$K_{13\text{ПЕТ2}} = 9,572 \times 1,045 = 10,0 \text{ млн. шт.}$$

$$K_{14\text{ПЕТ1}} = 12,282 \times 1,03 = 12,65 \text{ млн. шт.}$$

$$K_{14\text{ПЕТ2}} = 9,572 \times 1,03 = 9,86 \text{ млн. шт.}$$

А кількість етикеток для кег визначимо за допомогою такої формули:

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

$$K_{14\text{к}} = 716'150 \times 2/10 = 143'230 \text{ шт.}$$

Загальна кількість етикеток буде складатися з етикеток на скляну тару 0,5 дм³, ПЕТ-тару 1,0 та 1,5 дм³ і кеги 5 дал:

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

$$\Sigma K_{14} = 99,086 + 12,65 + 9,86 + 0,144 = 121,74 \text{ млн. шт.}$$

Загальне число корків для ПЕТ:

$$\Sigma K_{13\text{ПЕТ}} = 12,84 + 10,0 = 22,84 \text{ млн. шт.}$$

Допоміжні матеріали: декстрин.

Масу декстрину, що йде на наклеювання 1000 пляшок множать на кількість скляних пляшок 0,5 дм³ і ділять на 1000, отримують необхідну масу декстрину, що треба на річну продуктивність заводу на розлив у скло:

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

де 0,275 – кількість декстрину в кг, що необхідна для поклейки 1000 пляшок по 0,5 дм³.

$$K_{15\text{ск.п.}} = 96'200'000 \times 0,275/10^3 = 26'455 \text{ кг}$$

					ПЗ 181.0135	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В свою чергу декстрин на ПЕТ-тару розраховується аналогічним чином:

$$K_{15\text{ПЕТ1}} = 12'282'000 \times 0,275 / 10^3 = 3'377,55 \text{ кг}$$

$$K_{15\text{ПЕТ2}} = 9'572'000 \times 0,275 / 10^3 = 2'632,3 \text{ кг}$$

Витрати клею на етикетки для кег визначають наступним чином:

$$K_{15\text{к}} = \Sigma V_{\text{ф.п.к}} \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000), \quad (4.22)$$

$$K_{15\text{к}} = 7'161'500 \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000) = 393,89 \text{ кг}$$

Всього клею необхідно:

$$\Sigma K_{15} = 26'455 + 2'632,3 + 393,89 = 29'481,19 \text{ кг}$$

Допоміжні матеріали: луг на миття тари, окрім ПЕТ.

Для наступних розрахунків визначають нормативні показники витрат лугу на миття тари.

Кількість їдкового лугу на миття скляних пляшок:

$$K_{16\text{ск.п}} = K_1 \times 1000 \dots 1100, \quad (4.23)$$

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

$$K_{16\text{ск.п}} = 98,951 \times 1000 = 98'951 \text{ кг}$$

Кількість лугу на розлив в кегах:

$$K_{16\text{к}} = K_7 \times 0,10 \dots 0,11, \quad (4.24)$$

де 0,10...0,11 – середні витрати лугу на 1 кегу місткістю 5 дал, кг.

$$K_{16\text{к}} = 143'230 \times 0,1 = 14'323 \text{ кг}$$

Обрахуємо загальну кількість лугу на миття скляної і ПЕТ тари:

$$\Sigma K_{16} = K_{16\text{ск.п}} + K_{16\text{к}}, \quad (4.25)$$

$$\Sigma K_{16} = 98'951 + 14'323 = 113'274 \text{ кг}$$

Отримані дані вносимо в зведену таблицю тари і допоміжних матеріалів.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						40
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця кількості тари і допоміжних матеріалів

Найменування	На річну продуктивність
Пляшки, млн шт.:	
Скляні 0,5 дм ³	2,405
ПЕТ 1,0 дм ³	12,294
ПЕТ 1,5 дм ³	9,582
Кеги, шт.	359
Ящики, млн. шт.	0,12
Кронен-пробки, млн. шт.	100,529
Гвинтові пробки, млн. шт.	22,84
Етикетки, млн. шт.	121,74
Клей декстрин, кг	29'481,19
Луг, кг	113'274

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>41</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5. РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Розрахунок буде вестися за допомогою методичних вказівок до виконання курсового проекту [4]:

Загальна формула площі складу залежить як від кількості сировини на певну кількість днів зберігання, так і коефіцієнту використання площі:

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

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 ($k_1 = 1,5$);

τ_1 – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік;

m_1 – питома навантаження на 1 м² площі.

Площа складу для рисової січки при 1'466 тонах річної потреби, 3 місяців зберігання і коефіцієнту площі 1,5:

$$S_{1p.c} = (1'466'000 \times 3 \times 1,5) / (11,33 \times 700) = 831,79 \text{ м}^2$$

Площа складу карамельного солоду при 40 тонах річної потреби, 3 місяців зберігання і коефіцієнту площі 1,75:

$$S_{1к.с} = (40'000 \times 3 \times 1,75) / (11,33 \times 1'500) = 12,36 \text{ м}^2$$

Площа складу ячмінного борошна при 574 тонах потреби, 3 місяців зберігання і коефіцієнту площі 1,5:

$$S_{1я.б} = (574'000 \times 3 \times 1,5) / (11,33 \times 400) = 569,95 \text{ м}^2$$

Площа складу хмелю при 224 тонах, цілорічному зберіганні і коефіцієнту площі 1,5:

$$S_{1хм} = (224'000 \times 12 \times 1,5) / (11,33 \times 400) = 889,67 \text{ м}^2$$

Склад зворотних скляних пляшок має наступний розрахунок і залежить від об'єму фільтрованого пива на розлив у скло, коефіцієнт площі, час зберігання і кількості ящиків з тарою на розлив на 1 м²:

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

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

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 м² площі;

τ – кількість робочих днів цеху розливу у рік.

$$S_2 = (4'810'010 \times 1,5 \times 1,0278 \times 2) / (30 \times 238) = 2'077,2 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції:

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

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

$$S_3 = (4'810'010 \times 1,5 \times 1,0009 \times 3) / (30 \times 238) = 3'034,25 \text{ м}^2$$

Склад нових пляшок розраховується на місячний запас:

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

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

τ – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік.

$$S_4 = (4'810'010 \times 1,5 \times 0,0809 \times 2) / (30 \times 345) = 112,8 \text{ м}^2$$

Склад для нових кег обчислюють за:

$$S_5 = (K_7 \times k_1 \times k_5 \times n_2 \times 10) / (m_3 \times \tau), \quad (5.5)$$

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 м³.

$$S_5 = (143'230 \times 1,5 \times 2 \times 2 \times 10) / (100 \times 238) = 361,08 \text{ м}^2$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Склад готової продукції в кегах має однакову площу зі складом нових кег:

$$S_6 = S_5, \quad (5.6)$$

$$S_6 = 361,08 \text{ м}^2$$

Склад полегшений для зберігання пляшок в ящиках визначають так:

$$S_7 = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_6 \times n_2) / (m_2 \times \tau), \quad (5.7)$$

де k_6 – коефіцієнт, що враховує бій і брак пляшок ($k_6 = 1,0269$);

$$n_2 = 2.$$

$$S_7 = (4'810'010 \times 1,5 \times 1,0269 \times 2) / (30 \times 238) = 2'075,4 \text{ м}^2$$

Майданчик під навісом для запасу кег:

$$S_8 = (K_7 \times k_1 \times n_2 \times 10) / (m_3 \times \tau), \quad (5.8)$$

де $n_2 = 5$;

$$m_3 = 150.$$

$$S_8 = (143'230 \times 1,5 \times 5 \times 10) / (150 \times 238) = 300,9 \text{ м}^2$$

Майданчик під навісом для зберігання ящиків:

$$S_9 = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times n_2 \times 10) / (m_4 \times \tau), \quad (5.9)$$

де $n_2 = 5$;

$$m_4 = 500.$$

$$S_9 = (4'810'010 \times 1,5 \times 5 \times 10) / (500 \times 238) = 3'031,52 \text{ м}^2$$

Майданчик для склобою (при умові, що склобій зберігається не в бункері):

$$S_{10} = (\sum V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times 20 \times k_7 \times n_2 \times h) / (p \times 1000 \times m \times \tau), \quad (5.10)$$

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/м³ ($p = 0,5$);

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						44
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

m – маса однієї пляшки, кг (при розливі у пляшки $0,5 \text{ дм}^3 = 0,5 \text{ кг}$, при розливі у пляшки $0,33 \text{ дм}^3 = 0,33 \text{ кг}$);

τ – кількість робочих днів цеху розливу у рік, діб.

$$S_{10} = (4'810'010 \times 20 \times 0,0278 \times 10 \times 0,5) / (0,5 \times 1'000 \times 0,5 \times 238) = 224,74 \text{ м}^2$$

Всі дані наводяться в зведеній таблиці площ складів.

Таблиця 5.1 – Площі складів сировини, тари і допоміжних матеріалів

Найменування	Площа, м ²
Склад рисової січки	831,79
Склад карамельного солоду	12,36
Склад ячмінного борошна	569,95
Склад хмелю	889,67
Склад зворотних скляних пляшок	2'077,2
Склад готової продукції в склі	3'034,4
Склад нових скляних пляшок	112,8
Склад нових кег	361,08
Склад готової продукції в кегах	361,08
Склад полегшений для зберігання пляшок в ящиках	2'075,4
Майданчик під навісом для зберігання кег	300,9
Майданчик під навісом для зберігання ящиків	3'031,5
Майданчик для склобою	224,74

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						45
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. РОЗРАХУНОК І ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Обладнання для приймання зернопродуктів

Розрахунок буде вестися за допомогою методичних вказівок до виконання курсового проекту [4]:

Для розвантажування зерна приймаємо вагонорозвантажувач ВГК потужністю 70 т/год через великий обсяг зернової сировини, що використовується за добу на підприємстві.

Приймальний бункер розрахований на одночасне розвантаження одного транспорту.

Умовно прийmemo місткість бункеру 45 т, виходячи з потужності підприємства – 8 млн дал пива в рік. Забезпечувати зернопродуктами таку пивоварню краще транспортуванням залізничним шляхом.

Звідси об'єм бункеру:

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

де M – прийнята місткість бункера, т;

ρ – насипна густина зерна, т/м³;

1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

$$V_{\text{пр.б.}} = 45 \times 1,1 \times 0,5 = 24,75 \text{ м}^3$$

Розміри бункерів знаходять виходячи із форми – прямокутного збірника з пірамідальним дном:

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

де a , b – сторони бункера, м;

H – висота прямокутної частини, м;

h – висота конічної частини, м.

Прийmemo квадратні сторони бункеру і знайдемо висоту піраміди:

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

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

					ПЗ 181.0135	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де α – кут природного відкосу (для солоду = 30° , для ячменю = 36°).

$$h = 2,5 \times 0,71 \times 0,58 = 1,03 \text{ м}$$

Звідси висота прямокутної частини бункеру:

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

$$H = 25,75 / 6,25 - 1/3 \times 1,03 = 3,78 \text{ м}$$

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

Продуктивність норії і транспортерів розраховується на максимальну погодинну потужність літнього періоду:

$$П_{\text{ч}} = Q_{\text{доб}} / \tau_1, \quad (6.6)$$

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

τ_1 – час роботи приймального пристрою, год.

$$П_{\text{ч}} = 702,86 / 8 = 87,86 \text{ кг}$$

Оберемо норію марки НЦ-І потужністю 100 т/год.

Добова кількість зернопродуктів обчислюється за річною кількістю всіх зернопродуктів, поділеною на річне надходження зерна.

$$Q_{\text{доб}} = \Sigma M_{\text{с.с.р}} + \Sigma M_{\text{т.с.р}} + \Sigma M_{\text{к.с.р}} + \Sigma M_{\text{н.с.р}} / [100 - (0,15 + 0,1)] \times 200, \quad (6.7)$$

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;

1,5 – коефіцієнт нерівномірності постачання зернопродуктів в місяць.

$$Q_{\text{доб}} = 14'022'000 / 19'950 = 702,86 \text{ кг}$$

Продуктивність транспортера розраховують за формулою:

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

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						47
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

де B – ширина стрічки обраного транспортеру, м;

V – швидкість стрічки, м/с;

ρ – насипна густина, т/м³.

Для зважування зернопродуктів використовують автоматичні ваги, марку яких обирають самостійно виходячи із продуктивності заводу й потужності транспортеру.

$$P_{тр} = 155 \times 0,65 \times 0,65 \times 1,6 \times 0,5 = 52,39 \text{ т/год}$$

Оберемо транспортер типорозміру 6550-80 та автоматичні ваги ДН-1000-2. Для транспортування солоду по силосам – УШ2Ч-3225.

6.2 Обладнання варильного цеху

Варильний порядок розраховується на проведення варок у найактивніші місяці за кількістю виготовленого пива за добу:

$$Q_{доб} = \Sigma M\rho \times a / n_{міс} \quad (6.9)$$

де $\Sigma M\rho$ – 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.

$$Q_{доб} = 14'022'000 \times 0,1 / 28,5 = 49'200 \text{ кг}$$

Оберемо чеський шестиапаратний варильний порядок потужністю 8,5 т одночасного засипу, з коефіцієнтом обертності - 6. У склад порядку входять два заторних котли марки, два фільтр-чани, але ми оберемо два фільтр-преси через особливості рецептури обраних сортів пива (для виходу максимального екстракту з рисової крупки, ячмінного борошна), збірник первинного сусла, гідроциклонний апарат та котел для несолоджених матеріалів.

Уточнений одночасний засип ($Q_{од}$, т) складе:

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						48
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$Q_{од} = Q_{доб} / Z, \quad (6.10)$$

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

Z – обертівність варильного агрегату.

$$Q_{од} = 49'200 / 6 = 8'200 \text{ кг}$$

6.3 Допоміжне обладнання варильного цеху

Об'єм збірника промивних вод обраховується на дві варки, і ділиться на 15 м^3 , щоб отримати кількість збірників. $2,24$ – об'єм суслу з 1 тони засипу.

$$V_{зб.п.в} = Q_{од} \times 2 \times 2,4, \quad (6.11)$$

$$V_{зб.п.в} = 8,2 \times 2 \times 2,4 = 39,36 \text{ м}^3$$

$$N_{зб.п.в} = 39,36 / 15 = 2,6 \sim 3 \text{ шт.}$$

При діаметрі 2 м , довжина становитиме:

$$L = V_{зб.п.в} / \pi \times d^2, \quad (6.12)$$

$$L = 39,36 / (3,14 \times 4) = 3,11 \text{ м}$$

Виразити залежність продуктивності пивних насосів можна наступним чином:

$$P_{нас} = (Q_{прод} \times 60) / \tau_1, \quad (6.13)$$

де $Q_{прод}$ – об'єм продукту, що перекачується, м^3 ;

τ_1 – час перекачування, хв.

Продуктивність насосу для перекачування затору. Час перекачки – 20 хв . З кожної тони зерна виходить $3,0 \dots 3,5 \text{ м}^3$ затору.

Визначимо масу гарячого суслу з засипу $8,2$ тони: $8,2 \times 3,5 = 28,7 \text{ м}^3$.

$$P_{н.зат} = (28,7 \times 60) / 20 = 86,1 \text{ т/год}$$

Обрано відцентровий насос марки BGWH 80-315(I)В продуктивністю $90 \text{ м}^3/\text{год}$.

Насос мутного суслу. Час повертання мутного суслу складає 10 хв , але і об'єм менший від заторної маси – 10% від неї.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						49
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$P_{\text{нас.м.с}}=(K_{\text{зат.м.}}\times 60\times 0,1)/\tau_1, \quad (6.14)$$

де $K_{\text{зат.м.}}$ – кількість заторної маси, м³;

τ_1 – час перекачування, хв.

$$P_{\text{нас.м.с}}=(28,7\times 60\times 0,1)/10=17,22 \text{ т/Год}$$

Підібрано відцентровий насос BZ 40-125/1.5 продуктивністю 20 м³/год.

Насос сусла. Час подачі сусла – 20 хв. Об'єм сусла визначається за пропорцією з сусла, приведеного до 20°C.

$$Q_{\text{сусла}}=8'200\times 10,767/1,915=46,104 \text{ т}$$

$$P_{\text{нас.с}}=(46,104\times 60)/20=138,312 \text{ т/Год}$$

Обрано насос продуктивністю 150 м³/год продуктивністю BZ 80-160/18.5.

Насос викачування вологої дробини. Необхідно врахувати розведення дробини у 4 рази. Час перекачування – 15 хв. Масу дробини знайдемо з пропорції кількості дробини з засипу 100 кг.

$$m_{\text{др.}}=8'200\times 173,873/100=14'257,586 \text{ кг}$$

Об'єм розбавленої дробини складатиме:

$$V_{\text{др}}=(X_1\times 4)/1000, \quad (6.15)$$

$$V_{\text{др}}=(14'257,586\times 4)/1'000=57,03 \text{ м}^3$$

$$P_{\text{нас.др}}=(57,03\times 60)/15=228,12 \text{ т/Год}$$

Обрано насос BGLH 200-400(I)C потужністю 320 м³/год.

Бункер відпрацьованої дробини. Він має вмщати дробину з однієї варки. Умовно оберемо діаметр бункеру 5 м. Звідси дізнаємось висоту бункеру:

$$H=(V_{\text{др}}\times d)/(\pi\times d^2), \quad (6.16)$$

де $V_{\text{др}}$ – об'єм пивної дробини, м³ ;

d – діаметр бункера, м.

$$H=(57,03\times 5)/(3,14\times 25)=3,63 \text{ м}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6.4 Обладнання для зберігання і підготовки зернопродуктів

Місткість бункерів для добового зберігання зернопродуктів для вирівнювання лінії очищення зернопродуктів залежить від кількості зернопродуктів на один день:

$$V_{\text{б.доб}} = Q_{\text{доб}} \times 1,1 / \rho, \quad (6.17)$$

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

ρ – насипна густина зернопродукту, т/м³;

1,1 – коефіцієнт запасу міці.

Бункер світлого солоду: $V_{\text{б.доб}} = 49'200 \times 1,1 / 0,5 = 108'240$ кг

Бункер рисової січки: $V_{\text{б.доб}} = 49'200 \times 1,1 \times 0,16 / 0,5 = 17'318,4$ кг

Бункер ячмінного борошна: $V_{\text{б.доб}} = 49'200 \times 1,1 \times 0,15 / 0,5 = 16'236$ кг

Бункер карамельного солоду: $V_{\text{б.доб}} = 49'200 \times 1,1 \times 0,005 / 0,5 = 541,2$ кг

Потужність апарату полірування і повітряно-ситового сепаратора (Ппм та Ппсс, т/год) визначається за уточненим одиничним запасом:

$$П_{\text{пм}} = Q_{\text{од}} / \tau_1, \quad (6.18)$$

$$П_{\text{псс}} = Q_{\text{од}} \times Ч / \tau_1, \quad (6.19)$$

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

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

τ_1 – час очистки зернопродуктів, год ($\tau_1 = 1,5 \dots 2,0$ год).

$$П_{\text{пм}} = 8,2 / 2 = 4,1 \text{ т/год}$$

$$П_{\text{псс}} = 8,2 / 2 = 4,1 \text{ т/год}$$

Обираємо полірувальну машину РЗ-ВПС потужністю 5 т, повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5 потужністю 4,1 т.

Оберемо норію НЦГ-5 для підйому солоду на очищення, і транспортер для подачі солоду до норії типорозміру 4025-40, конвеєр для транспортування солоду по вагам УШ2-Ч-2016.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						51
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Бункери для очищеного зерна є мають вмщати півгодинний запас потужності полірувального апарату і повітряно-ситового сепаратора:

$$V_{\text{пр.б.}} = M \times 1,1 / 2 \times \rho, \quad (6.20)$$

де M – прийнята місткість бункера (приймається аналогічно тому, як було описано для приймального бункеру), т;

ρ – насипна густина зерна, т/м³;

1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

Бункер проміжний світлого солоду:

$$V_{\text{пр.б.}} = 2,05 \times 1,1 / 2 \times 0,5 = 2,255 \text{ т}$$

Бункер проміжний карамельного солоду:

$$V_{\text{пр.б.}} = 2,05 \times 1,1 \times 0,005 / 2 \times 0,5 = 0,011 \text{ т}$$

Дробарки.

Дробарки аналогічно бункеру зберігання солоду мають забезпечувати подрібнення солоду на одну варку за 1,5...2,0 год:

$$Q_{\text{др.с}} = Q_{\text{од}} / \tau_{\text{пз}}, \quad (6.21)$$

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

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

Дробарка світлого солоду: $Q_{\text{др.с}} = 8,2 / 2 = 4,1 \text{ т/год}$

Дробарка карамельного солоду: $Q_{\text{др.с}} = 8,2 \times 0,005 / 2 = 0,0205 \text{ т/год}$

Оберемо молоткову дробарку «RVO 1045» для світлого і карамельного солоду.

Також необхідно врахувати бункери подрібнених зернопродуктів. На кожну тонну солоду прийнято враховувати 3 м³.

$$V_{\text{бпз}} = Q_{\text{од}} \times 3, \quad (6.22)$$

$$V_{\text{бпз}} = 8,2 \times 3 = 24,6 \text{ м}^3$$

					ПЗ 181.0135	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Обладнання для освітлення і охолодження сусла

Потужність гідроциклонного апарату визначається кількістю солоду, що вносились в заторний чан. Підбираємо 2 апарати РЗ-ВГЧ-5,5 через те, що одночасний засип складає 8,2 т.

Потужність сепараторів і теплообмінників визначають за об'ємом гарячого сусла, що необхідно профільтрувати/охолодити і кількістю годин роботи:

$$P_{\text{сеп, т/о}} = V_1 / \tau_1, \quad (6.23)$$

де V_1 – об'єм сусла із урахуванням його розширення (був розрахований у продуктовому розрахунку), м^3 ;

τ_1 – тривалість сепарування / охолодження (1,5...2,0 год), год.

Виходячи із розрахованої потужності теплообміну.

$$P_{\text{сеп, т/о}} = (8'200 \times 596,876 / 100 / 1000) / 2 = 48,944 / 2 = 24,472 \text{ т/год}$$

Обираємо двоє сепараторів марки ВСС-2, пластинчастий теплообмінник ООУ-25 продуктивністю 25 т/год.

6.6 Розрахунок обладнання цеху бродиння і доброджування

Обладнання для використання прискореного способу зброджування в ЦКБА.

Початковими даними для розрахунків ЦКБА і лагерних ЦКБА є об'єм сусла, що бродить. Також враховують коефіцієнт заповнення ЦКБА, оскільки піна, що підіймається в процесі бродиння може закупорити клапани.

$$\text{Пиво світле Львівське: } V_{\text{вар}} = 8'200 \times 10,723 / 2,043 = 43'038,96 \text{ м}^3$$

$$\text{Пиво світле Krombacher: } V_{\text{вар}} = 8'200 \times 10,509 / 2,03 = 42'450,15 \text{ м}^3$$

$$\text{Пиво світле Жигулівське: } V_{\text{вар}} = 8'200 \times 10,767 / 1,915 = 46'104,13 \text{ м}^3$$

Після цього знаходять об'єм бродильного апарату. Як було вказано вище, апарати заповнюються на 90%.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						53
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$V_{\text{бр}} = X/0,9, \quad (6.24)$$

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

Пиво світле Львівське: $V_{\text{бр}}=43,039/0,9=47,821 \text{ м}^3$

Пиво світле Krombacher: $V_{\text{бр}}=42,45/0,9=47,167 \text{ м}^3$

Пиво світле Жигулівське: $V_{\text{бр}}=46,104/0,9=51,227 \text{ м}^3$

Кількість бродильних апаратів, що необхідні для реалізації процесу бродиння за класичною схемою ($n_{\text{БА}}, \text{м}^3$), розраховують наступним чином:

$$n_{\text{ЦКБА}}=(V'_2 \times 0,1) / (V_{\text{ЦКБА}} \times K_1 \times Z_1), \quad (6.25)$$

де V'_2 – річний об'єм холодного сусла даного сорту, м³;

$V_{\text{ЦКБА}}$ – місткість вибраного стандартного апарату, м³;

K_1 – коефіцієнт заповнення апарату (0,9);

Z_1 – обертаємість апаратів в місяць для кожного сорту пива.

Пиво світле Львівське: $n_{\text{БА}}=(42'892 \times 0,1)/(250 \times 0,9 \times 1,5)=12,71 \text{ шт.}$

Пиво світле Krombacher: $n_{\text{БА}}=(21'490 \times 0,1)/(250 \times 0,9 \times 1,5)=6,4 \text{ шт.}$

Пиво світле Жигулівське: $n_{\text{БА}}=(21'534 \times 0,1)/(250 \times 0,9 \times 1,5)=6,4 \text{ шт.}$

Обираємо ЦКБА РЗ-ВЦН-250 місткістю 250 т.

Всього бродильних апаратів, з урахуванням двох резервних:

$$\Sigma n_{\text{ЦКБА}} = n_{\text{ЦКБА1}} + n_{\text{ЦКБА2}} + \dots + n_{\text{ЦКБAn}} + 2, \quad (6.26)$$

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

$$\Sigma n_{\text{БА}} = 12,71 + 6,4 + 6,4 + 2 = 27 \text{ шт.}$$

Пивні насоси. Їх продуктивність розраховують за кількістю товарного пива, що переноситься їм за годину.

$$П_{\text{п.нас.}} = (\Sigma L \times k_1 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8), \quad (6.27)$$

де ΣL – загальна річна продуктивність заводу за всіма сортами пива, м³;

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.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

$$П_{п.нас.}=(8'000\times 1,0204\times 0,1)/(21\times 2\times 8)=2,4 \text{ шт.}$$

6.7 Обладнання дріжджового відділення

Підбираємо 8 імпортних установок Грейнера №2.

Кількість збірників для дріжджів обраховуються за річною продуктивністю заводу по дріжджах:

$$n_{зб.дріж}=(V_{з.др.}\times m_1\times m_2) / (V_{зб}\times 338), \quad (6.28)$$

де $V_{з.др.}$ – кількість засівних (товарних) дріжджів, m^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);

$V_{зб}$ – об'єм стандартного збірника, m^3 ;

338 – число робочих днів бродильного відділення.

У відділенні приймають 2 запасних збірника.

$$n_{зб.дріж.тов}=(1'718,32\times 1,5\times 1)/(5\times 338)=1,5 \text{ шт.}$$

$$n_{зб.дріж.зас}=(687,328\times 1,5\times 1)/(5\times 338)=0,6 \text{ шт.}$$

6.8 Розлив пива у тару

Потужність апаратів розливу і укупорки в скло визначаються за потужністю лінії розливу у напружений сезон роботи.

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

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

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

21 – число робочих днів у місяці;

2 – число змін;

8 – тривалість однієї зміни, год;

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						55
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

$V_{пл}$ – місткість пляшки, дм³.

$$П_{л.р.}=4'700'000 \times 10 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5 = 39'965,99 \text{ пл/год}$$

Аналогічним чином розраховуємо потужність лінії ПЕТ.

$$П_{л.р.ПЕТ}=2'900'000 \times 10 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5 = 24'659,86 \text{ пл/год}$$

Кількість установок для розливу в кеги визначається за відношенням фільтрованого пива у найбільш напружений місяць до місткості кеги і продуктивності установки розливу:

$$N_{р.к} = \sum V'_4 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times K_{ТВ} \times V_{кег} \times П_{кег}, \quad (6,30)$$

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

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, дм³;

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

$$N_{р.к}=716'150 \times 0,1/21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 50 \times 50 = 0,09 \text{ шт.}$$

Отримані дані заносимо в таблицю-специфікацію.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						56
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 6.1 – Перелік обладнання

№ п/п	Назва	Марка, типорозмір	Кількість, шт	Технічні х-ки		
				Потужність, т/год	Габаритні розміри, мм	Потужність електродвигуна, кВт/год
1	2	3	4	5	6	7
	Розвантажувач	ВГК	1	70		
2	Норія	НЦ-1	1	100		28
7	Транспортер стрічковий	6550-80	1			
3	Автоматичні ваги	1000-2	3	0,5-1	1'500×1'700× 2'140	
4	Транспортер гвинтовий	УШ2Ч- 3225	1	22,0	516×40×434	
12	Заторний чан		3	53	Діаметр 5'000	7,5
14	Фільтр-прес	Z550/1500- 2000-40U	2	11	124'701×2'35 0×2'400	7,5
18	Сусловарильний апарат		1	78	Діаметр 6'700	4
21	Гідроциклонний апарат	РЗ-ВГЧ- 5,5	2		4'071×3'963× 4'513	
13	Насос для затирання		1	86,1		
13	Насос мутного суслу		1	17,22		
13	Насос суслу		1	138,31		
13	Насос викачування дробини		1	228,12		
9	Полірувальна машина	РЗ-ВПС	1	5	1'684×1'466× 2'110	5,77
10	Повітряно-ситовий сепаратор	ЗСМ-5	2	4,1	2'755×1'200× 2'500	1,1
2	Норія	НЦГ-5	1	5		-
7	Транспортер стрічковий	4025-40	1			

					ПЗ 181.0135	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7
4	Транспортер гвинтовий	УШ2-Ч-2016	1	5,5	40×314×381	
11	Дробарки молотові	RVO 1045	1	5,7 (за ячменем)		45
22	Пластинчастий теплообмінник	ООУ-25	1	25	2'000×800×1'530	
28	ЦКБА	РЗ-ВЦН-250	27	250	22'548 Діаметр 4'350	
32	Апарат виймальний скло	Krones	1	50		
33	Пляшкомийна машина	Krones Variojet	1	50		
35	Апарат розливу скло	Krones Sensomatic	1	50		
36	Апарат укупорки скло	Krones	1	50		
37	Апарат етикетувальний скло	Krones	1			
45	Апарат видувний	KHS 35	1	35		
46	Апарат розливу і укупорки ПЕТ	KHS 35	1			
47	Етикетувальний апарат ПЕТ	KHS 35	1			
40	Апарат зовнішньої мийки кеґ	Micromat	1			
41	Апарат внутрішнього миття кеґ	Micromat	1			
43	Апарат розливу і укупорки	Micromat	1			

					ПЗ 181.0135	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ЕНЕРГЕТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

7.1 Енергетичні розрахунки

Виконання даного розділу базується на розрахунках, наведених у методичних вказівках НУЧК до написання дипломного проекту [7]:

У пивоварінні гаряча вода використовується у варильному цеху та на миття апаратів і трубопроводів. Також вона йде на миття кег (стерилізацію).

Витрати гарячої води на екстракцію у заторному чані, м³/добу:

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

де $Q_{доб}$ – добова кількість зерна, що використовується підприємством, т;

N – норма витрат гарячої води на операцію, л.

$$V_{1ГВС} = 49,2 \times 4 = 196,8 \text{ м}^3$$

Кількість води на миття фільтр-пресу, м³/добу:

$$V_{2ГВС} = (N_{ГВ} \times \sum L) / (\tau \times 1000), \quad (7.2)$$

де $N_{ГВ}$ – нормативна кількість витрат води на миття, м³;

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

τ – кількість днів роботи варильного цеху, діб (323).

$$V_{2ГВС} = (1,4 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 34,68 \text{ м}^3$$

Аналогічним чином обчислимо витрати на операції миття комунікацій і апаратів варильного цеху, промивання труб для сусла, миття бункеру для дробини, миття обладнання для цеху освітлення і охолодження сусла, промивання пивопроводів. Відмінність буде полягати у різних нормативних показниках витрат води на операції, кількість днів же залишиться такою ж, як у варильного цеху, м³/добу.

$$V_{3ГВС} = (3,2 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 79,26 \text{ м}^3$$

$$V_{4ГВС} = (3,9 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 96,59 \text{ м}^3$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						59
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$V_{5ГВС} = (0,7 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 17,34 \text{ м}^3$$

$$V_{6ГВС} = (1,0 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 24,77 \text{ м}^3$$

На миття ЦКТ витрату води розраховують згідно часу миття і нормативних показників витрат, м³/добу:

$$V_{7ГВС} = (N \times \tau_1 \times n) / 60, \quad (7.3)$$

де N – витрати на одну миючу головку, м³/год;

τ_1 – час миття, хв;

n – кількість ЦКТ, що миється за добу, штук;

$$V_{7ГВС} = (5,2 \times 60 \times 2) / 60 = 10,4 \text{ м}^3$$

Промивання пивопроводів потребує 1,4 м³ на 1000 дал потужності підприємства, тобто на добу необхідна така кількість води, м³/добу:

$$V_{8ГВС} = (1,4 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 47,06 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати на миття установок освітлення залежать від кількості днів роботи цеху освітлення (238), та кількості апаратів фільтрації, що розраховувалася в розділі 6 і розраховуються за формулою 7.2, м³/добу.

$$V_{9ГВС} = (2,5 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 84,03 \text{ м}^3$$

Аналогічно обраховують витрати на миття блоків розливу, проте розрахунки діляться на кількість видів тари, у яку розливають пиво. Також враховується кількість днів роботи цеху розливу. Тобто розрахуємо витрати на миття лінії розливу у скло і ПЕТ, м³/добу:

$$V_{10ГВС} = (5,0 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 168,07 \text{ м}^3$$

$$V_{11ГВС} = (5,0 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 168,07 \text{ м}^3$$

Окрім цього, гаряча вода йде на миття кег, розрахунок ведеться за формулою 7.2, м³/добу:

$$V_{12ГВС} = (6,4 \times 8'000'000 \times 0,3) / (238 \times 1000) = 64,54 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Також вода йде на інші потреби, і умовно приймається 0,4 м³ на 1 тону солоду, що переробляється на заводі, м³/добу:

$$V_{13ГВС} = 0,4 \times 49,2 = 19,68 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						60
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Обчислимо загальну кількість гарячої води, що піде на операції, наведені вище за рік для варильного відділу, цеху бродіння, фільтраційної лінії освітлення, м³/рік:

$$V_{ГВР} = V_{ГВС} \times \tau, \quad (7.4)$$

де $V_{ГВС}$ – визначені витрати за операціями 1-11, м³/добу;

τ – кількість діб роботи відповідного відділення, діб.

$$V_{ГВР1} = 196,8 \times 323 = 63'566,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР2} = 34,68 \times 323 = 11'201,64 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР3} = 79,26 \times 323 = 25'600,98 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР4} = 96,59 \times 323 = 31'198,57 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР5} = 17,34 \times 323 = 5'600,82 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР6} = 24,77 \times 323 = 8'000,71 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР7} = 10,4 \times 338 = 3'515,2 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР8} = 47,06 \times 238 = 11'200,28 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР9} = 84,03 \times 238 = 19'999,14 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР10} = 168,07 \times 238 = 40'000,66 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР11} = 168,07 \times 238 = 40'000,66 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР12} = 64,54 \times 238 = 15'360,52 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВР13} = 19,68 \times 323 = 6'356,64 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_{ГВРЗАГ} = 281'602,22 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Далі перерахуємо витрати на 1 дал готової продукції для кожної операції, м³/дал:

$$V_{ГВП} = V_{ГВР} / \sum L, \quad (7.5)$$

де $\sum L$ – загальна потужність заводу, дал/рік.

$$V_{ГВП1} = 63'566,4 / 8'000'000 = 0,00795 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП2} = 11'201,64 / 8'000'000 = 0,0014 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП3} = 25'600,98 / 8'000'000 = 0,0032 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{ГВП4} = 31'198,57 / 8'000'000 = 0,00389 \text{ м}^3/\text{дал}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						61
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$V_{\text{ГВП5}} = 5'600,82/8'000'000 = 0,0007 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП6}} = 8'000,71/8'000'000 = 0,001 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП7}} = 3'515,2/8'000'000 = 0,00044 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП8}} = 11'200,28/8'000'000 = 0,0014 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП9}} = 19'999,14/8'000'000 = 0,00249 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП10}} = 40'000,66/8'000'000 = 0,005 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП11}} = 40'000,66/8'000'000 = 0,005 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП12}} = 15'360,52/8'000'000 = 0,00192 \text{ м}^3/\text{дал}$$

$$V_{\text{ГВП13}} = 6'356,64/8'000'000 = 0,000795 \text{ м}^3/\text{дал}$$

Результати всіх розрахунків впишемо в зведену таблицю витрат гарячої води на пивоварні.

Таблиця 7.1 – Загальні витрати гарячої води

Найменування операції	Витрати		Питомі витрати, м ³ /дал
	м ³ /добу	м ³ /рік	
Затирання солоду	196,8	63'566,4	0,00795
Миття фільтр-пресу	34,68	11'201,64	0,0014
Миття варильного відділу	79,26	25'600,98	0,0032
Промивка суслопроводів	96,59	31'198,57	0,00389
Миття бункеру дробини	17,34	5'600,82	0,0007
Миття апаратів цеху охолодження	24,77	8'000,71	0,001
Дезінфекція ЦКТ	10,4	3'515,2	0,00044
Промивка пивопроводів	47,06	11'200,28	0,0014
Миття фільтраційного цеху	84,03	19'999,14	0,00249
Миття блоків розливу: скло	168,07	40'000,66	0,005
ПЕТ	168,07	40'000,66	0,005
Миття кег	64,54	15'360,52	0,00192
Інші потреби	19,68	6'356,64	0,000795
ВСЬОГО	1'011,29	281'602,66	0,0352

Бак для гарячої води вміщує двогодинний максимальний запас для варильного відділу. Відповідно, при коефіцієнті заповнення бака 0,9, сума витрат на варильний цех, поділена на коефіцієнт дасть місткість баку, м³:

					ПЗ 181.0135	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{ГВ \text{ бак}} = (34,68 + 96,59 + 17,34)/0,9 = 165,12 \text{ м}^3$$

Кількість баків гарячої води дорівнюватиме: $165,12 \times 30 = 5,5 \sim 6$ шт.

Холодна вода ширше використовується для технологічних процесів, де неважлива температура води. Вона йде на промивання обладнання, тари, гідравлічне перенесення сировини, охолодження напівпродуктів.

Наприклад на розбавлення дробини використовується стільки ж води, скільки на затирання, м³/добу:

$$V_{1ХВС} = V_{ГВС}, \quad (7.6)$$

$$V_{1ХВС} = 196,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На видалення солодової і хмельової дробини витрати обчислюються за формулою 7.1, з урахуванням коефіцієнту норм витрат на операцію, м³/добу:

$$V_{2ХВС} = 49,2 \times 4 = 196,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{3ХВС} = 49,2 \times 1 = 49,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На охолодження сусла розрахунок ведеться за наступною формулою, м³/добу:

$$V_{4ХВС} = (N_{хв} \times \tau_1 \times n \times z) / 60, \quad (7.7)$$

де $N_{хв}$ – норма витрат води на охолодження, м³;

τ_1 - час охолодження (90...120 хв), хв;

n – кількість теплообмінників, що миється за добу, штук;

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

Визначимо витрати води на охолодження сусла після кип'ятіння з хмелем до температури бродіння, охолодження сусла у відстійних апаратах, та охолодження в апараті попереднього бродіння, м³/добу:

$$V_{4ХВС1} = (50,0 \times 90 \times 1 \times 6) / 60 = 450 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{4ХВС2} = (26,7 \times 90 \times 1 \times 6) / 60 = 240,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{4ХВС3} = (18,0 \times 60 \times 1 \times 6) / 60 = 108,0 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{4ХВС} = 450 + 240,3 + 108,0 = 798,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок наступних операцій відбувається за формулою 7.2, м³/добу:

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						63
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Миття апаратів відділення охолодження, м³/добу:

$$V_{5ХВС} = (0,6 \times 8'000'000) / (323 \times 1000) = 14,86 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття ЦКТ, форфасів, м³/добу:

$$V_{6ХВС} = (4,3 \times 8'000'000) / (338 \times 1000) = 101,78 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття обладнання для освітлення, м³/добу:

$$V_{7ХВС} = (0,8 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 26,89 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття пивопроводу, м³/добу:

$$V_{8ХВС} = (0,5 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 16,81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття кег, м³/добу:

$$V_{9ХВС} = (1,0 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 33,61 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Миття пляшкомиїних машин, м³/добу:

$$V_{10ХВС} = (0,7 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 23,53 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На промивку ЦКТ використовується наступна кількість води, м³/добу:

$$V_{11ХВС} = V_{7ГВС}, \quad (7.8)$$

$$V_{11ХВС} = 10,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На відділення дріжджів від білкових зависів і апаратів для реалізації цього процесу обчислення виконуються наступним чином, м³/добу:

$$V_{12ХВС} = (V_{\text{др.р.}} \times n_1 \times n_2) / \tau, \quad (7.9)$$

де $V_{\text{др.р.}}$ – сумарний об'єм товарних та засівних дріжджів, м³ (табл. 3.3);

n_1 – коефіцієнт кількості промивань на добу, разів;

n_2 – розбавлення дріжджів у n разів (для засівних 2, товарних 3);

τ – діб роботи цеху бродіння в рік, діб.

Витрати на промивання засівних дріжджів, м³/добу:

$$V_{12ХВС1} = (687,408 \times 3 \times 2) / 338 = 12,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати на промивання товарних дріжджів, м³/добу:

$$V_{12ХВС2} = (1'716,52 \times 3 \times 3) / 338 = 45,71 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальні витрати на дріжджі, м³/добу:

$$V_{12ХВС} = 12,2 + 45,71 = 57,91 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						64
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На миття пляшок вода використовується згідно норм витрат у специфікації обладнання та розраховується за формулою 7.2, м³/добу:

Витрати на скляну тару, м³/добу:

$$V_{13ХВС1} = (20,0 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 672,27 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрати на ПЕТ тару, м³/добу:

$$V_{13ХВС2} = (12,5 \times 8'000'000) / (238 \times 1000) = 420,17 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загалом, м³/добу:

$$V_{13ХВС} = 1'092,44 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Аналогічно з гарячою водою, холодна також витрачається на інші потреби. На кожну тону перероблюваного зерна йде 5 м³ води, м³/добу:

$$V_{14ХВС} = 5 \times Q_{\text{доб}}, \quad (7.10)$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добова кількість зернопродуктів, т.

$$V_{14ХВС} = 5 \times 49,2 = 246 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Але 70% води на охолодження використовується повторно, м³/добу:

$$\sum V_{ХВ\text{повт}} = 798,3 \times 0,7 = 558,81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Виходячи з розрахунків, визначимо кількість гарячої і холодної води, що необхідна на одну добу для виконання всіх операцій, м³/добу:

$$\sum V_{\text{в}} = \sum V_{\text{ГВС}} + \sum V_{\text{ХВС}} - \sum V_{\text{ХВповт}}, \quad (7.11)$$

$$\sum V_{\text{ХВС}} = 196,8 + 196,8 + 49,2 + 798,3 + 14,86 + 101,78 + 26,89 + 16,81 + 33,61 + 23,53 + 10,4 + 57,91 + 1'092,44 + 246 = 2'865,33 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$\sum V_{\text{в}} = 1'011,29 + 2'865,33 - 558,81 = 3'317,81 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Вищевикладені розрахунки оформимо в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2 – Зведені витрати холодної води

Найменування операції	Витрати		Питомі витрати, м ³ /дал
	м ³ /добу	м ³ /рік	
1	2	3	4
Розбавлення дробини	196,8	63'566,4	0,0079
Видалення пивної дробини	196,8	63'566,4	0,0079
Видалення хмельової дробини	49,2	135'401,6	0,1693
Охолодження суслу:			

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4
до температури бродіння у відстійних чанах	450,0	145'350,0	0,0182
в стерилізаторі до 35°C	240,3	77'520,0	0,0097
в апараті попереднього бродіння	108,0	34'884,0	0,0044
загалом	798,3	257'850,9	0,0322
Миття апаратів охолодження сусла	14,86	4'799,78	0,0006
Миття ЦКТ і форфасів	101,78	34'401,64	0,0043
Миття апаратів фільтрації	26,89	6'402,2	0,0008
Промивання пивопроводу	16,81	4'000,78	0,0005
Миття кег	33,61	7'999,18	0,0009
Миття пляшккомийних апаратів	23,53	5'600,14	0,0007
Промивка ЦКТ	10,4	3'515,2	0,0004
Промивка дріжджів	57,91	13'782,58	0,0017
Миття пляшок	1'092,44	260'000,72	0,0325
Інше обладнання	246,0	58'548,0	0,0073
ВСЬОГО з 70% поверненням води на охолодження	2'306,52	738'939,89	0,0924

Пара на пивоварнях в основному використовується на затирання солоду, дезінфекції тари і пастеризацію пива.

Витрати на затирання, кДж:

$$Q_i = (m_i \times c_i \times (t_2 - t_1)) / 0,95, \quad (7.12)$$

де m_i – маса затору, кг;

c_i – питома теплоємність, кДж/(кг×К);

t_2, t_1 – температури кінця і початку затирання, °С;

0,95 – ККД котла.

$$Q_i = (47'823,3 \times 3,9 \times (72 - 45)) / 0,95 = 5'300,802 \text{ кДж}$$

Загальна формула для обрахування витрат пари на операцію, кг:

$$M_i = Q_i / (E_p - C_v \times 100), \quad (7.13)$$

де Q_i – витрати тепла, кДж;

E_p – ентальпія пари, 2'716 кДж/кг;

C_v – теплоємність води, 4,19 кДж/(кг×К).

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$M_i = 5'300,802 / (2'716 - 4,19 \times 100) = 5'300,802 - 2'297 = 2,31 \text{ кг}$$

Годинні ж витрати тепла мають такий розрахунок, кг/год:

$$M_{\text{год}} = (M_t \times 60) / \tau_1, \quad (7.14)$$

де M_i – витрати тепла на операцію, кг;

τ_1 – час проведення операції, хв.

$$M_{\text{год}} = (2,31 \times 60) / 180 = 0,77 \text{ кг/год}$$

Добові витрати залежать від обертаємості варильного агрегату, кг/доб:

$$M_{\text{доб}} = M_i \times z, \quad (7.15)$$

де M_i – витрати тепла на операцію, кг;

z – обертаємість, разів.

$$M_{\text{доб}} = 0,77 \times 6 = 4,62 \text{ кг/доб}$$

Річні витрати, кг/рік:

$$M_p = M_{\text{доб}} \times \tau, \quad (7.16)$$

де $M_{\text{доб}}$ – добові витрати, кг/доб;

τ – число днів роботи в рік, діб.

$$M_p = 4,62 \times 323 = 1'492,26 \text{ кг/рік}$$

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.

$$M_{\text{пит}} = 1'492,26 \times 60 / 100 = 895,356 \text{ кг/дал}$$

$$M_{\text{пит}} = 1'492,26 \times 20 / 100 = 298,452 \text{ кг/дал}$$

$$M_{\text{пит}} = 1'492,26 / 0,2 = 298,452 \text{ кг/дал}$$

Кількість пари на кип'ятіння сусла з хмелем, кг:

$$M_{\text{кип}} = 0,05 \times G \times r \times \tau, \quad (7.18)$$

де G – витрати затору, кг/добу;

r – питома теплоємність теплоутворення, кДж/кг (2'259,2);

					ПЗ 181.0135	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

τ – тривалість кип'ятіння, год.

$$M_{\text{кип}} = 0,05 \times 28'939,8 \times 2'259,2 \times 1 = 3'269'039,808 \text{ кг}$$

Витрати пари загальні визначають наступним чином, кг/добу:

$$G_{\text{п}} = \sum M_i / (E_{\text{п}} - c_{\text{к}} \times t_{\text{к}}), \quad (7.19)$$

де $\sum M_i$ – сумарні витрати на всі операції, кг/добу;

$E_{\text{п}}$ – ентальпія пари, 2'716 кДж/кг;

$c_{\text{к}}$ – питома теплоємність конденсату, 4,19 кДж/кг \times °С;

$t_{\text{к}}$ – температура охолодження конденсату, °С (100).

$$G_{\text{п}} = (3'269'039,808 + 1'492,26) / (2'716 - 4,19 \times 100) = 3'270'532,068 / 2'297 = \\ = 1'423,83 \text{ кг/дал}$$

Витрати холодоагенту при бродінні сусла в ЦКТ визначаються за кількістю тепла, що виділяється при охолодженні апарату бродіння.

$$Q = G \times C \times (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}), \quad (7.20)$$

де G – витрати середовища, кг/добу;

C – питома теплоємність, кДж/кг \times °С;

$t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$ – початкова і кінцева температура, °С.

$$Q = 28'939,8 \times 3,9 \times (13 - 0) = 1'467'247,86 \text{ кДж}$$

Звідси витрати холодоагенту:

$$G_{\text{ха}} = Q / (C_{\text{ха}} \times (t_{\text{п}} - t_{\text{к}})), \quad (7.21)$$

де $G_{\text{ха}}$ – витрати холодоагенту, кг/добу;

Q – кількість тепла при охолодженні, кДж/добу;

$C_{\text{ха}}$ – питома теплоємність холодоагенту, кДж/кг;

$t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$ – початкова і кінцева температура, °С.

$$G_{\text{ха}} = 1'467'247,86 / (2,44 \times (13 - 0)) = 46'256,24 \text{ кг/добу}$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						68
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 7.3 – Витрати холодоагенту

Назва процесу	Мета проведення технологічного процесу	Холодоагент	Температури, °С			Норма витрат
			Початкова	Кінцева	Теплоносія	
Охолодження сусла при бродінні	В процесі бродіння виділяється велика кількість тепла	Технічний етанол	13	0	0	46'256,24

7.2 Заходи з енергозбереження

Виготовлення пива, а також бродильна галузь в цілому, є достатньо енерговитратними. Найбільша кількість пари і тепла надходить на приготування затору і кип'ятіння сусла. Вторинну пару з цих процесів можна збирати у вигляді конденсату, на конденсаторі пари на трубі сусловарильного котла.

7.2.1 Парова енергія для затирання і варіння сусла

Сусловарильний котел на проєктованому підприємстві оснастимо внутрішнім кип'ятильником, щоб зменшити витрати тепла на процес.

Розглянемо і впровадимо на підприємство схему ефективного енергорозподілення у варильному цеху за системою "EquiTherm" на рис. 7.1 з використанням конденсатних систем і рекуперації тепла.

Дроблені зернопродукти від дробарки 1 йдуть до заторного чану 2, куди надходить гаряча вода від нагрівача 8. Сусло фільтрується в апараті 3, і збирається в проміжну ємність 4. Від нього сусло направляється на варіння з

					ПЗ 181.0135	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

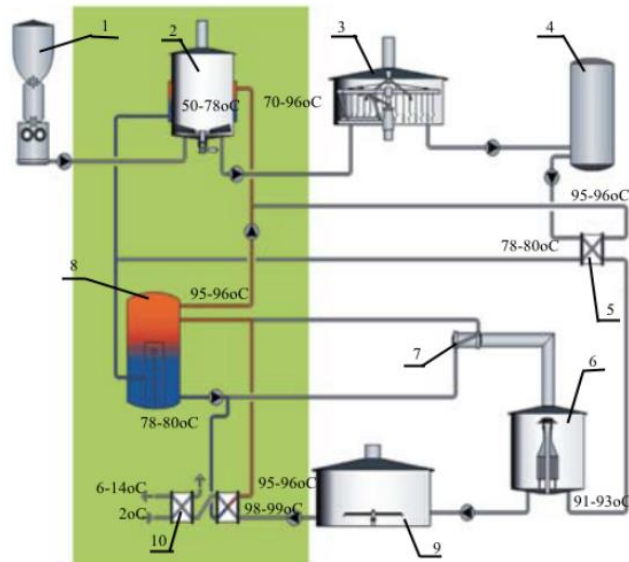


Рис. 7.1. Система енергозбереження “EquiTherm” [8]

хмелем, але через теплообмінник 5, де сусло нагрівається від потоку гарячої води з нагрівача 8. Охолоджену воду подають в нижню частину нагрівача 8. За рахунок тільки цієї маніпуляції зберігається до 40% від витрат тепла. Згодом вода з нижньої частини нагрівача йде до конденсатору пари, де вона нагрівається від вторинної пари, і збирається в нагрівач 8. Таким чином система замикається.

Сусло освітлюється на гідроциклонному апараті 9 і охолоджується на теплообміннику 10 протитоком, в який подається вода з нижньої частини нагрівача 8. Нагріта вода з теплообмінника прямує назад в нагрівач.

Використання ізоляції і оптимізації систем контролю регулювання температури і тиску пари дозволить зменшити надмірні використання енергії.

7.2.2 Енергозбереження при використанні гарячої води

Гаряча вода на затирання і миття обладнання і тари є найсуттєвішими витратами енергії гарячої води на виробництві. Іншим аспектом витрат є нагрівання речовин гарячою водою. Використання пластинчастих

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

теплообмінників забезпечить ефективне використання енергії, оскільки принцип їх роботи базується на передачі енергії від гарячої речовини до напівпродукту крізь тонкі пластини. Ізоляція трубопроводів і резервуарів, що транспортують і зберігають гарячу воду, зменшує теплові втрати. Зокрема, вона застосовується в теплообмінниках і заторних чанах.

Системи рециркуляції гарячої води. Після завершення процесу миття гаряча вода може бути зібрана, очищена і використана повторно.

Сонячні колектори для підігріву води. Сонячні колектори використовують енергію сонця для нагріву води у пасивному режимі.

Але найбільшої економії буде досягнуто використанням СІР-мийок, що дозволить точно регулювати кількість гарячої води, що йде на операцію.

7.2.3 Використання відновлюваних джерел енергії

Використання відновлюваних джерел енергії на пивоварнях є перспективним напрямком для зниження витрат на енергію та зменшення впливу на навколишнє середовище. Розглянемо детальніше використання біогазу та інших відновлюваних джерел енергії, їхні переваги та недоліки.

Використання біогазу. Принцип роботи: Біогаз утворюється в результаті анаеробного розкладу органічних відходів, таких як залишки солоду, дріжджів та інших органічних матеріалів, що утворюються в процесі пивоваріння. Біогазові установки збирають ці відходи та перетворюють їх на метан, який можна використовувати для вироблення тепла та електроенергії.

Перевагами застосування біогазу є те, що біогаз це відновлюваний ресурс і він залишає менший вуглецевий слід порівняно з викопними видами палива.

Але встановлення біогазових установок потребує початкових інвестицій і технічного обслуговування і управління процесом виробництва біогазу.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						71
<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

Загальна схема технохімічного контролю вхідної сировини наведена на рисунку 8.1, напівпродуктів по етапах виробництва наведена на рисунку 8.3. Схеми створені самим здобувачем освіти на основі чинного ДСТУ 3888-2015 [9] та зібраної інформації переддипломної практики на browарні “ABInBev EFES” чернігівському відділенні.

Схема контролю води на технологічні потреби наведена на рисунку 8.2. Якість води – неймовірно важливий показник вихідної якості готового пива. Вміст металів, радіонуклідів, мікробіологічного обсіменіння контролюється на пивоварнях за нормативними показниками ДСанПіН 2.2.4-171-10 [10].

Таблиця 8.1 – Схема технохімічного контролю вхідної сировини

№ / п	Сировина	Показники контролю		Характеристика
1		2		3
1	Солод світлий	Органолептичні	Зовнішній вигляд	Однорідна маса, без плісняви і шкідників
			Колір	Від світло-жовтого до жовтого
			Смак	Солодкуватий, властивий солоду
		Фізико-хімічні	Прохід крізь сито (2,2×20), мм	2,0...7,0
			Масова частка смітної домішки, %	Немає або 0,3...0,5
			Масова частка вологи, %	Не більше 4,0...5,8
2	Солод карамельний	Органолептичні	Зовнішній вигляд	Однорідна маса, без плісняви і шкідників
			Колір	Від світло-жовтого до карамельного
			Запах	Солодовий без невластивих запахів
			Смак	Солодкуватий, властивий солоду
		Фізико-хімічні	Вид зерна на зрізі	Запечений
			Масова частка вологи, %	Не більше 5,0...6,0
			Масова частка смітної домішки, %	0,5

					ПЗ 181.0135	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 8.1

	1	2	3	4
2			Кількість карамельних зерен, %	93,0
3	Борошно ячмінне	Органолептичні	Колір	Білий, або з відтінками зеленого
			Запах	Властивий ячмінним купам
			Смак	Властивий ячмінним купам
		Фізико-хімічні	Зараженість шкідниками	Відсутня
			Масова частка вологи, %	Не більше 15,0
		Сміттева домішка, %	Не більше 0,3	
4	Рисова січка	Органолептичні	Колір	Білий
			Запах	Властивий рису
			Смак	Властивий рису
		Фізико-хімічні	Масова частка вологи, %	Не більше 15,3
			Доброякісне ядро, %	98,2
		Зараженість шкідниками	Відсутня	
5	Хміль гранульований пивний	Масова частка вологи, %		Не більше 5,0...10,0
		Масова частка α -кислот		Не менше 2,5
№/п	Місце відбору		Відповідальний за аналіз	
1	В кожній пробі		Інженер-хімік відділу приймання сировини і зберігання	
	В середній пробі			
2	В кожній пробі		Інженер-хімік відділу приймання сировини і зберігання	
	В середній пробі			
3	В кожній пробі		Інженер-хімік відділу приймання сировини і зберігання	
	В середній пробі			
4	В кожній пробі		Інженер-хімік відділу приймання сировини і зберігання	
	В середній пробі			
5	В середній пробі		Інженер-хімік відділу приймання сировини і зберігання	

Таблиця 8.2 – Схема технохімічного контролю води на технологічні потреби

Сировина	Показники контролю	Характеристика	Місце відбору і періодичність	Відповідальний за аналіз
Вода технологічна питна очищена	Запах, смак, прозорість	Відсутні, прозора	В середній пробі Один раз на квартал	Інженер-хімік відділу якості
	Жорсткість, мг/дм ³	2...4		
	Ферум, мг/дм ³	Не більше 0,1		
	Окислюваність, мг/дм ³	Не більше ,2		
	Лужність, мг/дм ³	0,5...1,5		

					ПЗ 181.0135	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.3 – Схема технохімічного контролю по етапах виробництва

Етап виробництва	Місце відбору	Показники	Характеристика	Періодичність контролю	Відповідальний за аналіз
1	2	3	4	5	6
Дроблення солоду	Після дробарки/ вальцевих верстатів	Величина помелу, % Лузга Крупна дрібка Крупка Крупне борошно	15,0...18,0 30,0...35,0 18,0...22,0 25,0...35,0	При зміні конфігурацій валків	Оператор цеху очищення сировини
Приготування затору	Заторний чан	рН затору Повнота оцукрювання Масова частка сухих речовин, %	5,4...5,6 За йодокрохмальною пробою За специфікацією сорту пива	Кожну варку	Оператор варильного цеху або інженер-хімік відділу якості
Бродіння в ЦКТ	ЦКТ	Масова частка сухих речовин, % Температура, °С Видимий і дійсний ступінь збродження Дійсний екстракт	За специфікацією сорту пива	По заповненню кожної ЦКТ	Оператор бродильного відділу або інженер-хімік відділу якості
Доброджування в ЦКТ	ЦКТ	Шпунтовий тиск	За специфікацією сорту пива	Постійно	Оператор бродильного відділу або інженер-хімік відділу якості
Розлив	Пиво в форфасах	Органолептичні показники Вміст спирту Масова частка сухих речовин в початковому суслі, % Дійсний екстракт рН Колір, ЕВС	За специфікацією сорту пива	Кожний день в середній пробі від кожної партії	Оператор цеху розливу або інженер-хімік відділу якості

Показники технохімічного контролю по етапах виробництва залежать від сортів пива, що виготовляються на підприємстві через особливості ведення

					ПЗ 181.0135	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів. Наприклад вміст вуглекислоти, гіркота готового пива, колір, вміст спирту.

Спільним для усіх сортів, незалежно від підприємств, є показники мікробіологічного контролю якості пінного. Вони також наведені у ДСТУ 3888-2015 [9]. З метою якомога більшого строку реалізації пива мікробіологічні показники напівпродуктів і готової продукції контролюють дуже суворо.

Умовно мікроорганізми в контролі якості пива поділяють на нешкідливі види, шкідливі при деяких обставинах і шкідливі. Наявність пліснявих грибів і дріжджів не критична для пива, проте може вказувати на розмноження патогенних мікроорганізмів. Потенційно шкідливі розвиваються при певних умовах: попаданні повітря в сусло при бродінні і залуженому середовищі сусла. Особливим фактором є якість і вміст антиоксидантних речовин у хмелі, які пригнічують розвиток шкідливих мікроорганізмів. Найбільшу увагу слід приділяти суворим анаеробам, утворюючим укусну кислоту. Ці бактерії суттєво погіршують якість і смак пива [11].

Метрологічне забезпечення засобів вимірювання для виконання контролю якості наведено у таблиці 8.1:

Таблиця 8.4 – Метрологічне забезпечення засобів вимірювання

№	Стадії технологічних параметрів	Найменування засобів (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання	Клас точності, межі похибки
	1	2	3	4
1	Якість солоду	Млин лабораторний ЛЗМ-1 Терези лабораторні загальної призначеності Термометр ТЛ-2 Циліндр 1-250 Електроплитка НР-20А Годинник механічний РВ-1-60Н Шафа сушильна електрична СЕШ-3М	0...50 г 0...500 г 0...100°C 0...250 мл 0...380°C 1...60 хв 50...150°C	4 клас 4 клас 4 клас В клас 3% ±8% ±2°C

									Арк.
									75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЗ 181.0135				

Продовження таблиці 8.4

	1	2	3	4
2		Бюкси металеві №3 Ексикатор		
3	Якість води	ДСанПіН 2.2.4-171-10		
4	Напівпродукт и пива	ДСТУ 7104:2009 Апарат заторний (із лабораторними склянками 500 мл) R4 Лійка Б-150-230 Пікнометр ПЖ2-50 Папір фільтрувальний лабораторний Термометр ТЛ 4 3-А Мішалка скляна Пластинка біла фарфорова Йод кристалічний 0,1 М Йодид калію ч. д. а. Колба Кн-1-100 Лампа люмінісцентна низького типу Крапельниця лабораторна скляна Розчин гідроксиду натрію 0,1 М Вода дистильована Цукромір АС-3	20...95°C 0...200 об/хв 50 мл 0...100°C 100 мл 50 мл 0...25%	0,01°C 1 с В 4 клас 4 клас ±0,5

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		76

9. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Почнемо наводити об'ємно-планувальне рішення будівництва броварні з визначення типу надходження сировини на підприємство, виду його зберігання, методу затирання та бродіння.

Як зазначалося в розділі 6, солод на підприємство буде надходити, переважно, залізничними шляхами, несолоджена сировина, допоміжні і пакувальні матеріали – автотранспортом. В цьому разі залізничні шляхи, парковка, контрольньо-пропускний пункт та будівля для відвідувачів і адміністративні будівлі мають бути поруч.

При відварковому затиранні, фільтрації на фільтрепресі і додатковому заторному чані для несолодженої сировини, виникає необхідність у укріпленому фундаменті і підлозі.

Бродіння в ЦКТ – процес, що вимагає відводити тепло. Тож, для цього вирішено розмістити ЦКТ з конусною частиною в приміщенні, а циліндричною – зовні.

Окрім перелічених, в виробничій зоні буде знаходитись елеваторна, цех розливу і фільтраційний цех. По всіх відділеннях розміщені станції СІР мийок.

В технічних приміщеннях розміщено енергетичні установки, котельню, компресорну. Також варто урахувати окремо облаштовані очисні споруди.

Під важке обладнання варто урахувати плитні фундаменти. Каркас будівлі залізобетонний, через можливість вибуху аміачних збірників. Дах з теплоізоляцією розрахований на утримання температури у бродильному і фільтраційному цехах.

Підлога і стіни мають забезпечувати легке миття і неможливість перехресного забруднення. Антистатичне і вологостійке покриття підлоги має витримувати хімічний вплив речовин. Передбачається ухил в 5° для швидшого

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						77
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

і повного видалення води після миття. В окремих цехах різна висота кахельного покриття, залежно від рівня передбаченої санітарії.

Обов'язкова наявність систем пожежогасіння, датчиків диму і систем підтримки мікроклімату в виробничих і допоміжних приміщеннях. Резервні джерела живлення з трансформаторними підстанціями мають забезпечувати максимальну потужність підприємства.

Роза вітрів наведена на малюнку 9.1 [12].

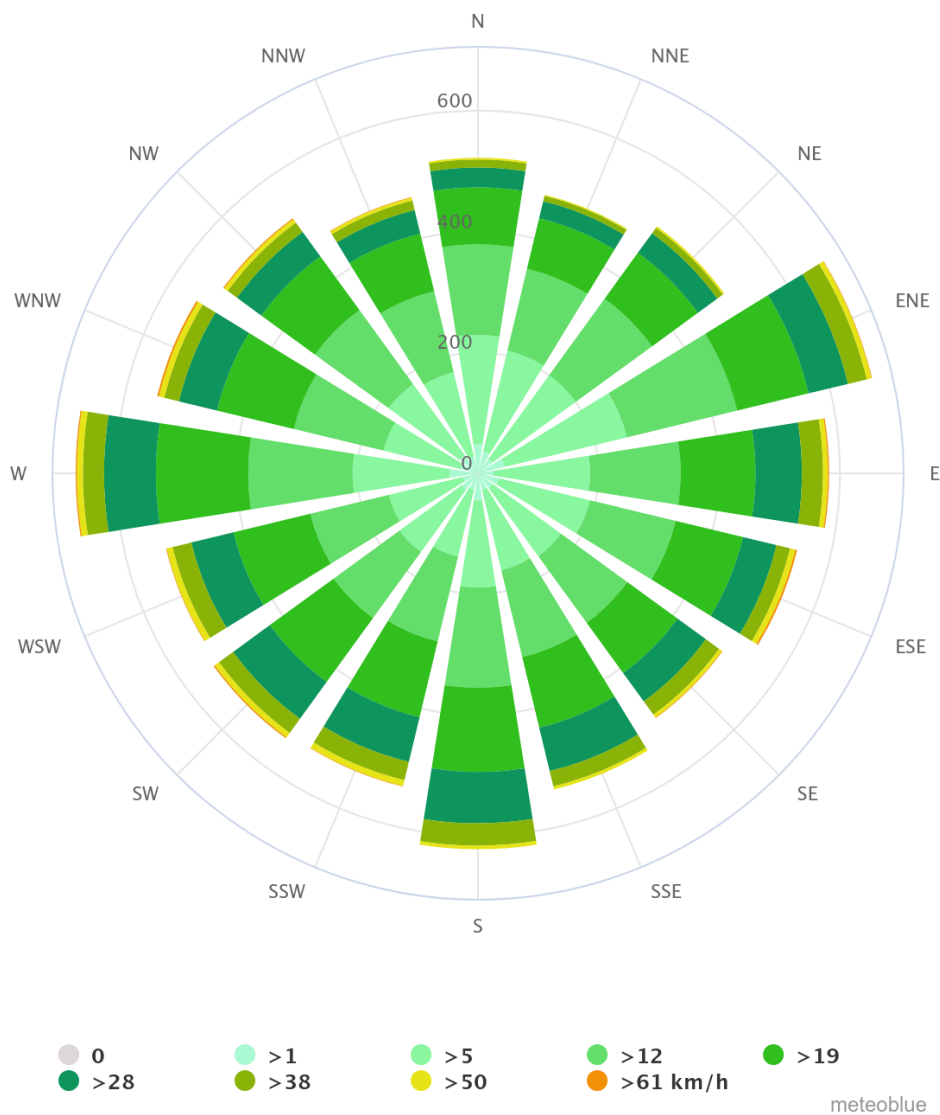


Рис. 9.1. Роза напрямку вітрів в м. Миргород

					ПЗ 181.0135	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будівля матиме 6 поверхів: відділ підготовки сировини займатиме з 1 по 6, варильне відділення з 1 по 2. Цех бродіння займатиме 1 поверх, проте циліндрична частина розташовується зовні приміщення. Склади готової продукції, нових і зворотних пляшок, склади сировини і допоміжних матеріалів також розташовуються на 1 поверсі. Цех фільтрації і охолодження розташовується на 1 поверсі.

В підвальному приміщенні ураховано укриття.

Розміри виробничої будівлі – 17'564 м², огорожена територія – 150'000 м², складські приміщення готової продукції: в склі об'ємом 0,5 дм³ – 3'034,4 м², в кегах – 361,1 м². Площа зберігання тари: скляної зворотної – 2'077,2 м², нових пляшок – 361,1 м², нових кег – 361,1 м², зворотних кег – 300,9 м². Майданчик для склобою – 224,74 м².

Склади сировини мають розміри: для рисової січки, карамельного солоду, ячмінного борошна і хмелю відповідно: 831,79, 12.36, 569,95, 889,7 м².

Озеленіння території:

$$P_{оз} = (P_d - P_з) \times 4/100,$$

де P_d – площа ділянки під огороження, м²;

$P_з$ – площа будівель, м².

$$P_{оз} = (150'000 - 17'564) \times 4/100 = 5'298 \text{ м}^2$$

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						79
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

10. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Охорона довкілля є важливим аспектом діяльності будь-якого промислового підприємства, включаючи виробництво пива. Основні нормативні документи, які регулюють охорону навколишнього середовища, можна розділити на міжнародні, національні та галузеві.

1. Національні нормативні документи (Україна)

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [12]: основний закон, що регулює правові відносини у сфері охорони довкілля.

- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [13]: регулює охорону атмосферного повітря, встановлює нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин.

- Закон України «Про управління відходами»[14]: визначає правові, економічні та організаційні основи діяльності, пов'язаної з утворенням, збиранням, перевезенням, зберіганням, обробкою, утилізацією і захороненням відходів.

- Водний кодекс України: регулює правові відносини в сфері використання і охорони водних ресурсів.

2. Галузеві нормативні документи

- Державні санітарні правила і норми для пивного виробництва: встановлюють гігієнічні вимоги до виробництва та зберігання пива.

- Накази Міністерства охорони здоров'я: визначають вимоги до якості повітря, води та умов праці на підприємствах харчової промисловості.

Розберемо основні забруднюючі речовини по кожному з етапів виробництва пива:

- Очищення солоду: плівки солоду, металеві домішки і леткі зернові домішки;

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>80</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Фільтрація сусла: дробина пивна, промивні води;
- Варіння сусла з хмелем: хмелева дробина, викиди пари;
- Гідроциклонний апарат: білкові зависи;
- Дріжджегенерація: надлишкові дріжджі;
- Промивання дріжджів: пиво-рекуперат, білкові зависи;
- Фільтрація: діатомітова земля, остаточне пиво;
- Розлив пива: пиво з бракованих пляшок;
- Стічні води після промивань трубопроводів

Всі забруднювачі з очищення зернопродуктів і солоду необхідно збирати і утилізувати, оскільки безконтрольні викиди в повітря цих домішок стали б основним забруднювачем атмосфери пилом і леткими домішками пивоварнею.

Пивна і хмельова дробина зазвичай використовується на продаж навколишнім фермам на удобрювання полів і на виробництво кормів для тварин, а ось викиди пари з неприємними речовинами, що виділяються в атмосферу при кип'ятінні сусла необхідно збирати конденсаторами і направляти на підігрів носіїв тепла, як зазначалося в розділі 7, пункті 7.2.

Для збереження екстракту промивні води використовуються повторно при затиранні солоду. Остаточне пиво з лінії фільтрації використовується для купажування інших варок. Аналогічно, пиво з бракованих пляшок і кег використовується для купажування з іншим пивом.

Білкові зависи утилізуються на очисних спорудах.

Кізельгур повторній переробці не піддається і лише утилізується.

Надлишкові дріжджі очищаються від пива-рекуперату, який купажується з пивом нормальної якості, та білкових зависів, хмельових смол, які утилізуються на очисних спорудах, та продаються. Набагато ефективніше реалізувати сухі дріжджі, через терміни зберігання рідких дріжджів.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>81</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На пивоварнях використовуються такі ресурсощадливі технології, як компостування і біогазові установки. Метан, що утворюється, можна використовувати як паливо, а органічні рештки в якості добрива. Піроліз здатен перетворювати органічні залишки у вугілля, рідке паливо, або синтетичний газ.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						82
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

11. ОХОРОНА ПРАЦІ

Виробництво пива пов'язане не лише з загрозою для екології, але і безпосередньо для людини. Висотні роботи, роботи з устаткуванням під тиском, робота з хімічно небезпечними речовинами, можливість мікробіологічного зараження – це не весь перелік загроз на підприємстві.

Знання актуальних законодавчих документів фахівця з ОП на підприємстві необхідне для складання якісної документаційної бази.

Ось деякі з необхідних нормативних документів законодавства України:

- «Про охорону праці» [15]. Цей документ дозволить забезпечити безпечні умови праці на виробництві, розробити та впровадити заходи для попередження нещасних випадків і професійних захворювань;
- «Основи законодавства України про охорону праці» [16]. Метою цього документа є забезпечення розуміння прав працівників на медичну допомогу, організації медичних оглядів для працівників і впровадження заходів для збереження здоров'я персоналу;
- «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» [17]. При використовуванні в лабораторних дослідженнях обладнання з радіоактивними матеріалами цей документ відіграє першу роль. Також він показує роль захисту персоналу від потенційно іонізуючого випромінювання.
- «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [18]. Ідентифікує та оцінює ризики, пов'язані з потенційно небезпечними об'єктами на виробництві. Розробляє та впроваджує заходи для запобігання аваріям, та підготовлює персонал до дій у разі надзвичайних ситуацій.
- «Про колективні договори і угоди» [19]. Врегулює трудові відносини між працівниками та роботодавцями, характеризує впровадження заходів для покращення умов праці та соціального захисту працівників.

					ПЗ 181.0135	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі цих законопроектів складені галузеві нормативні документи (кодекси, накази) для пивоваріння, яким є «Правила охорони праці для працівників виготовлення солоду, пива і безалкогольних напоїв» [20].

В загальних положеннях вказано, що пивоварні мають забезпечити нешкідливі умови праці і вбудувати систему моніторингу небезпечних чинників в роботу підприємства. Необхідно забезпечувати навчання і перевірку знань з ОП, забезпечувати медогляди працівників. Також вказані вимоги до праці жінок і неповнолітніх на роботах з важкими і шкідливими умовами.

Використовуючи «Правила охорони праці для працівників виготовлення солоду, пива і безалкогольних напоїв» [20] наведемо деякі рішення з ОП на проєктованому підприємстві з наступними шкідливими і небезпечними виробничими чинниками:

Таблиця 11.1 – Небезпечні виробничі чинники на пивоварні потужністю 8 млн дал

Виробничий цех	Небезпечні чинники	Причина виникнення
Елеваторна	Зерновий пил	Зерновий пил збирається у обладнанні, яке подрібнює і переносить зерно – сепаратори, норії, дробарки
Варильний цех	Тепло	Недостатня ізоляція
Виробничі ділянки	Електричний струм (380, 220 В) Вибухо-пожежонебезпека – клас В	Погане заземлення, ізоляція
Цех розливу	Шум	Велика потужність лінії розливу спричиняє багато шуму

Вентиляція: в цехах передбачено штучну припливно-витяжну вентиляцію з центральним опалюванням. Охолодження цехів відбувається за допомогою аміачної компресорної установки.

					ПЗ 181.0135	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлення: використовуємо лампи типу ЛБ 80-2. Загальне освітлення виконується в вигляді ліній на стелі. Світильники оснащені сітками.

Шум: найбільш шумні приміщення і їх елементи: компресорні, електродвигуни, насоси, апарати великої швидкості роботи. Робітникам передбачається носити захисні окуляри і промислові біруши.

Електрична напруга: На підприємстві використовується змінний струм напругою 220/380 В, частотою 50Гц. Заземлення на обладнанні, діелектричні килимки. Для захисту заводу від ударів блискавки виконується заземлення по контуру.

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						85
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

12. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

12.1 Початкові інвестиції

Розрахунки цього розділу ґрунтуються і вивідені з інформації джерела [21].

Для проектованого підприємства визначимо загальні інвестиції на впровадження заходів технічного рішення.

$$K_B = B_{\Pi} + D_d - B_d + B_{\text{зал}} + B_{\text{пр}} + K_{\text{буд}}, \quad (12.1)$$

де B_{Π} – початкова вартість апаратів, грн;

D_d – витрати на ліквідацію апаратів, грн;

B_d – виручка від реалізації ліквідованих апаратів, грн;

$B_{\text{зал}}$ – виручка від залишкової вартості, грн;

$B_{\text{пр}}$ – витрати на проектування робіт, грн;

$K_{\text{буд}}$ – вартість будівництва, грн.

При проектуванні нової пивоварні демонтажу і залишкової вартості від апаратів не передбачається, тож спрощена формула буде наступною:

$$B_{\Pi} = \Pi + T_p + 3C + M + \text{КВП}, \quad (12.2)$$

де Π – вартість нового устаткування, грн;

T_p – витрати на транспортування апаратів, що закуповуються, грн – 4...5% від вартості;

$3C$ – заготівельно складські роботи, грн – 1...1,25% від вартості;

M – ціна монтажу апаратів, грн – 10% від вартості;

КВП – вартість контрольно-вимірювальних приладів, грн – 10% від вартості.

Витрати на транспортування враховуємо як 5% від вартості обладнання:

$$T_p = 178'495'649 \times 0,05 = 8'924'783 \text{ грн}$$

На заготівельно-складські роботи приймаємо 1,25%:

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						86
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$ЗС = 178'495'649 \times 0,0125 = 2'231'196 \text{ грн}$$

Таблиця 12.1 – Початкова вартість обладнання без монтажу і транспортування

Найменування	Кількість, шт	Ціна, грн
1	2	3
Розвантажувач ВГК	1	1'200'000
Норія НЦ-1	1	1'850'000
НЦГ-5	1	550'000
Транспортер стрічковий 6550-80	1	50'000
4025-40	1	20'000
Автоматичні ваги 1000-2	3	92'100
Транспортер гвинтовий УШ2Ч-3225	1	56'800
УШ2-Ч-2016	1	49'400
Заторний чан	3	Договірна ціна ~ 4'200'000
Фільтр-прес Z550/1500-2000-40U	2	Договірна ціна ~ 1'400'000
Сушварильний апарат	1	Договірна ціна ~ 1'200'000
Гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-5,5	2	620'000
Насос для затирання BGWH 80-315(I)B	1	423'704
Насос сусла BZ 80-160/18.5	1	95'095
Насос мутного сусла BZ 40-125/1.5	1	24'358
Насос викачування дробини BGLH 200-400(I)C	1	574'842
Полірувальна машина РЗ-ВПС	1	127'100
Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5	2	1'200'000
Дробарки молотові RVO 1045	1	700'000
Пластинчастий теплообмінник ООУ-25	1	62'250,0
ЦКБА РЗ-ВЦН-250	27	Договірна ціна ~ 54'000'000,0
Апарат виймальний скло Krones	1	Договірна ціна за всю лінію розливу, за німецьке обладнання ~ 50'000'000
Пляшкомийна машина Krones Variojet	1	
Апарат розливу скло Krones Sensomatic	1	
Апарат укупорки скло Krones	1	
Апарат етикетувальний скло Krones	1	
Апарат видувний KHS 35	1	Договірна ціна за всю лінію розливу,
Апарат розливу і укупорки ПЕТ KHS 35	1	

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
						87
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Продовження таблиці 12.1

1	2	3
Етикетувальний апарат ПЕТ KHS 35	1	за німецьке обладнання ~ 20'000'000
Апарат зовнішньої мийки кег Micromat	1	Договірна ціна за всю лінію розливу ~ 40'000'000
Апарат внутрішнього миття кег Micromat	1	
Апарат розливу і укупорки Micromat	1	
Загалом		178'495'649 грн

Витрати на монтаж складуть 10% від вартості обладнання:

$$M = 17'849'565 \text{ грн}$$

Контрольно-вимірювальні засоби становитимуть 10% від вартості обладнання:

$$КВП = M = 17'849'565 \text{ грн}$$

Початкова вартість апаратів становитиме суму витрат ціни апаратів, монтажу, заготівельних робіт і вимірювальних засобів, плюс витрати на транспортування:

$$V_{\pi} = 178'495'649 + 8'924'783 + 8'924'783 + 2'231'196 + 17'849'565 = \\ = 216'425'976 \text{ грн}$$

Ціну проектних і будівельних робіт приймемо за 5% від вартості обладнання:

$$V_{\text{пр}} = K_{\text{буд}} = 0,05 \times 178'495'649 = 8'924'783 \text{ грн}$$

Звідси, витрати на початкові інвестиції становитимуть (12.2):

$$K_{\text{в}} = 216'425'976 + 8'924'783 + 8'924'783 = 234'275'542 \text{ грн}$$

12.2 Термін окупності і рентабельність

Розрахунок прибутку залежить від обсягів виробництва пива всіх сортів, собівартості пива і його оптової ціни:

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

$$\Pi_p = \text{ВП}_p \times (\text{ОЦ} - C_n), \quad (12.3)$$

де ВП_p - об'єм товарного пива за весь рік, л;

ОЦ- оптова ціна пива, грн;

C_n - повна собівартість продукції.

Термін нівеляції витрат на інвестиції це відношення інвестицій до прибутку від реалізації:

$$T = K_v / \Pi_p, \quad (12.4)$$

де K_v – початкові інвестиції, грн;

Π_p – прибуток від реалізації пива.

Ефективність виробництва обчислюється відношенням прибутку до інвестицій:

$$E = \Pi_p / K_v \quad (12.5)$$

Звідси, рентабельність виробництва визначається добутком прибутку до витрат виробництва:

$$P = \Pi_p \times 100 / D, \quad (12.8)$$

де D – дохід підприємства за рік.

$$D = \text{ВП}_p \times \text{ОЦ}$$

Таблиця 12.2 – Калькуляція ціни на 1 м³ пива «Львівське» і на пакувальну одиницю

№/п	Витрати	Од. виміру	Норма витрат на 1 м ³ пива	Ціна одиниці, грн/1кг	Витрати на 1 м ³ пива, грн
1	Сировина і матеріали:				
	Солод світлий	кг	182,9		6'950,2
	Рисова січка	кг	20,4	38	714
	Солод карамельний	кг	1	35	50
	Хміль	кг	3	50	5'400
	Молочна кислота, 100%	кг	0,15	1'800	15
	Разом	грн		100	13'129,2

					<i>ПЗ 181.0135</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		89

Продовження таблиці 12.2

1	2	3	4	5	6
2	Паливо та електроенергія Вода технічна Електроенергія	м ³ кВт/год	9,5 120	22,9 4,32	217,55 518,4
3	Основна зарплатня	грн			120,0
4	Доплати: Нічні Вечірні Святкові Вихідні Премія Відпускні Разом	% % % % % % грн	29,2 16,7 1,6 14,1 30 12		35,04 20,04 1,92 16,92 36 14,4 124,32
5	Відрахування за соціальне страхування	%	22		26,4
6	Витрати на утримання устаткування	%	90		111,9
7	Загально-виробничі витрати	%	150		167,85
8	Виробнича собівартість	грн			14'415,62
9	Адміністративні витрати	%	10		1'441,562
10	Витрати на збут	%	15		2'162,343
11	Повна собівартість	грн			18'019,525
12	Прибуток	%	20		3'603,905
13	Оптова ціна	грн			21'623,43
14	Відпускна ціна	грн	120%		25'948,116

					ПЗ 181.0135	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12.3 – Калькуляція ціни за 1 т пива «Krombacher» і на пакувальну одиницю

№/п	Витрати	Од. виміру	Норма витрат на 1 м ³ пива	Ціна одиниці, грн/1кг	Витрати на 1 м ³ пива, грн
1	2	3	4	5	6
1	Сировина і матеріали:				
	Солод світлий	кг	170	38	6'460
	Рисова січка	кг	32,4	35	1'134
	Хміль	кг	2,9	1'800	5'220
	Молочна кислота, 100%	кг	0,14	100	14
	Разом				12'828
2	Паливо та електроенергія				
	Вода технічна	м ³	9,5	22,9	217,55
	Електроенергія	кВт/год	120	4,32	518,4
3	Основна зарплатня	грн			120,0
4	Доплати:				
	Нічні	%	29,2		35,04
	Вечірні	%	16,7		20,04
	Святкові	%	1,6		1,92
	Вихідні	%	14,1		16,92
	Премія	%	30		36
	Відпускні	%	12		14,4
	Разом	грн			124,32
5	Відрахування за соціальне страхування	%	22		26,4
6	Витрати на утримання устаткування	%	90		111,9
7	Загально-виробничі витрати	%	150		167,85
8	Виробнича собівартість	грн			14'114,42
9	Адміністративні витрати	%	10		1'411,442
10	Витрати на збут	%	15		2'117,163
11	Повна собівартість	грн			17'643,025

					ПЗ 181.0135	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 12.3

	1	2	3	4	5
12	Прибуток	%	20		3'528,605
13	Оптова ціна	грн			21'171,63
14	Відпускна ціна	грн	120%		25'405,965

Таблиця 12.4 – Калькуляція ціни за 1 т пива «Жигулівське» і на пакувальну одиницю

№/п	Витрати	Од. виміру	Норма витрат на 1 м ³ пива	Ціна одиниці, грн	Витрати на 1 м ³ пива, грн
1	2	3	4	5	6
1	Сировина і матеріали:				
	Солод світлий	кг	162,8	38	6'186,4
	Ячмінне борошно	кг	28,7	30	861
	Хміль	кг	2,2	1'800	3'960
	Молочна кислота, 100%	кг	0,13	100	13
	Разом				11'020,4
2	Паливо та електроенергія				
	Вода технічна	м ³	9,5	22,9	217,55
	Електроенергія	кВт/год	120	4,32	518,4
3	Основна зарплатня	грн			120,0
4	Доплати:				
	Нічні	%	29,2		35,04
	Вечірні	%	16,7		20,04
	Святкові	%	1,6		1,92
	Вихідні	%	14,1		16,92
	Премія	%	30		36
	Відпускні	%	12		14,4
	Разом	грн			124,32
5	Відрахування за соціальне страхування	%	22		26,4
6	Витрати на утримання устаткування	%	90		111,9

					ПЗ 181.0135	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 12.4

1	2	3	4	5	6
7	Загально-виробничі витрати	%	150		167,85
8	Виробнича собівартість	грн			12'306,82
9	Адміністративні витрати	%	10		1'230,682
10	Витрати на збут	%	15		1'846,023
11	Повна собівартість	грн			15'383,525
12	Прибуток	%	20		3'076,705
13	Оптова ціна	грн			18'460,23
14	Відпускна ціна	грн	120%		22'152,276

Обсяг товарного пива: сорту «Львівське» - 40'000 м³, сорту «Krombacher» - 2'000 м³, сорту «Жигулівське» - 2'000 м³.

З формули 12.3 дізнаємось прибуток:

$$\begin{aligned}
 P_p &= ((40'000 \times (21'623,43 - 18'019,525)) + (20'000 \times (21'171,63 - \\
 &17'643,025))) + (20'000 \times (18'460,23 - 15'383,525)) = \\
 &= 144'156'200 + 70'572'100 + 61'534'100 = 276'262'400 \text{ грн}
 \end{aligned}$$

Дохід визначається об'ємом продажів продукції за оптовою ціною:

$$\begin{aligned}
 D &= (40'000 \times 18'019,525) + (20'000 \times 17'643,025) + (20'000 \times 15'383,525) = \\
 &= 720'781'000 + 352'860'500 + 307'670'500 = 1'381'312'000 \text{ грн}
 \end{aligned}$$

Таблиця 14.5 – Рентабельність виробництва

Показники	Од. виміру	Кошти
Початкові інвестиції	грн	234'275'542
Обсяги товарного пива:		
Львівське світле	м ³	40'000
Krombacher світле		20'000
Жигулівське світле		20'000
Вартість 1 л пива	грн	17,27 грн
Прибуток	грн	276'262'400
Дохід	грн	1'381'312'000
Час окупності	рік	0,85
Ефективність інвестицій	%	118
Рентабельність	%	20

					ПЗ 181.0135	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Отже, рентабельність продажів пива складає 20%, час окупності 0,85 року- 10,2 місяці. Розрахований час може біти перебільшений через неточну вартість обладнання, яке для пивоварень проектують «під ключ».

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						<i>94</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. М. Петухова, М. К. Римаренко. Аналіз та перспективи розвитку пивоварної галузі України. *Ефективна економіка*. 2015. № 10. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4373> (Дата звернення 10.05.2024).

2. Дослідження ринку пива України. *PRO-CONSULTING*: веб-сайт. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-piva-v-ukraine-2022-god> (Дата звернення 10.05.2024).

3. Самошкіна І. Д., Гриб Є. С. Сучасний стан та перспективи розвитку підприємства пивоварної галузі України. URL:

<https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/9097/1/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B0%20%D0%86.%20%D0%94.%20%D0%A1%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B8%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83.pdf> (Дата звернення 10.05.2024).

4. Технологія галузі (пивоваріння). Методичні рекомендації до виконання курсового проекту 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.

5. 11.05 Виробництво пива в Полтавській області. *УС.MARKET*: інтернет-каталог компаній України. URL: <https://catalog.youcontrol.market/11.05/poltavska-oblast> (Дата звернення 15.05.2024).

6. Транспорт і зв'язок. *Полтавська обласна військова адміністрація*: офіційний веб-сайт. URL: <https://poda.gov.ua/page/transport-i-zv-yazok> (Дата звернення 15.05.2024).

					ПЗ 181.0135	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. 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.

8. Бліщ Р. О., Петришин Н. З. Енергозберігаючі технології приготування пивного сула. *Вісник ЛТЕУ*. 2021. №28. С. 13-17.

9. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 28.05.2015]. Київ, 2015. (Національний стандарт України). URL: https://dnaop.com/html/62529/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_3888_2015 (Дата звернення 10.05.2024).

10. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 22.03.2022]. Київ, 2022. (Стандарт МОЗ України). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#n25> (Дата звернення 10.05.2024).

11. Kunze W. Technology Brewing & Malting. 6th edition. VLB Berlin. 2019. 948 p.

12. Моделювання історичних даних про клімат і погоду для Миргорода. *Meteoblue*: веб-сайт. URL: https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/climatemodelled/%d0%9c%d0%b8%d1%80%d0%b3%d0%be%d1%80%d0%be%d0%b4_%d0%a3%d0%ba%d1%80%d0%b0%d0%b8%d0%bd%d0%b0_701075 (Дата звернення 04.06.2024).

13. Про охорону навколишнього середовища: Закон України від 26.06.1991. №1268-ХІІ. *Верховна Рада України*: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

					ПЗ 181.0135	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992. №2708-ХІІ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

15. Про управління відходами: Закон України від 13.12.2022. №2849-ІХ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802> (Дата звернення 10.05.2024).

16. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992. №2695-ХІІ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

17. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.1992. №2802-ХІІ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

18. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: Закон України від 08.02.1995. №40/95-ВР. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

19. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001. №2245-ІІІ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

20. Про колективні договори і угоди: Закон України від 01.07.1993. №3357-ХІІ. *Верховна Рада України:* веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3356-12#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

21. Правила охорони праці для працівників виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв. [Чинний від 16.06.2017]. Київ, 2017. (Наказ Мінсоцполітики України). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0633-17#Text> (Дата звернення 10.05.2024).

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						97
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

22. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ВИБОРУ. CORE: веб-сайт. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/147035723.pdf> (Дата звернення 08.06.2024).

					<i>ПЗ 181.0135</i>	<i>Арк.</i>
						98
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		