

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
Природничо-математичний факультет
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційний проект
Освітній ступінь: бакалавр

на тему: Проект броварні потужністю 1000 гл/рік із встановленням лінії
виробництва хлібного квасу холодної стерилізації

Студента (ки) 2 курсу, групи 28.2-ФМ
спеціальності 181 Харчові технології
Лавренко Х.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н.ст.викладач Лапицька Н.В

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Чернігів – 2023 рік

Роботу подано до розгляду «10» травня 2023 року.

Студент (ка)

(підпис)

Лавренко Х. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лапицька Н. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Федоренко С. Ю.

(прізвище та ініціали)

Кваліфікаційну роботу (проект) розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармації. Протокол № 12 від «11» травня 2023 року. Студент (ка) допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

(підпис)

Курмакова І. М.

(прізвище та ініціали)

Завдання
на випускний кваліфікаційний проєкт першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
студенту II скороченого курсу, групи 28.2 ФМ

Лавренко Христині Володимирівні

Тема завдання: Проєкт броварні потужністю 1000 гл/рік із встановленням лінії виробництва хлібного квасу холодної стерилізації

Асортимент

1. Пиво «Львівське». Розлив здійснюється у скляні пляшки по 0,5 л (40%), в ПЕТ-пляшки по 2,5 л (40%) та у кеги (20%) (50% від загального виробництва). ДСТУ 3888-2015
2. Пиво «Портер». Розлив здійснюється у скляні пляшки по 0,5 л (20%), ПЕТ-пляшки по 1,0 л (30%) та у кеги (50%). (25% від зазального обсягу виробництва). ДСТУ 3888-2015
3. Хлібний квас холодної стерилізації. Розлив здійснюють у ПЕТ-пляшки по 1,5 л ДСТУ 4069-2016

Текст пояснювальної записки включає такі розділи:

Зміст

Вступ

1. Характеристика підприємства та обґрунтування заходів із будівництва підприємства
2. Вибір, обґрунтування і опис технологічної схеми
3. Продуктовий розрахунок:
 - 3.1 Вихідні дані до розрахунків
 - 3.2 Розрахунок витрат сировини
 - 3.3 Розрахунок напівфабрикатів та відходів виробництва
 - 3.4 Розрахунок тари та пакувальних матеріалів
 - 3.5 Розрахунок площ складських приміщень
 - 3.6 Вибір і розрахунок продуктивності провідного обладнання
 - 3.7 Енергетичні розрахунки (витрата електроенергії, води, пари, холоду, стисненого повітря, скрапленого діоксиду вуглецю)
4. Технохімічний контроль виробництва та промислового санітарія
5. Екологічна частина
 - 5.1 Характеристика відходів, стічних вод і викидів
 - 5.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

6. Охорона праці

5. Економічна частина

6. Висновки за дипломним проєктом

Список використаної літератури

Перелік графічних матеріалів (виконується на аркушах формату А1)

Креслення технологічної схеми виробництва – 4 аркуші

Креслення планів основних цехів броварні – 3...4 аркуші

Креслення розрізів основних цехів броварні – 3...4 аркуші

Затверджено на засіданні кафедри хімії,
технологій та фармації
протокол № 5 від 05 грудня 2022 р.

Завідувач кафедри  І.М. Курмакова

Дата видачі завдання «09» грудня 2022 р.

Керівник



Лапицька Н. В.

Завдання до виконання прийняв «09» березня 2023 р



Лавренко Х. В.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ	
3 БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА.....	7
2 ВИБІР, ОБҐРУНТУВАННЯ І ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	9
3 ПРОДУКТОВИЙ РОЗРАХУНОК.....	35
3.1 Вихідні дані до розрахунків.....	35
3.2 Розрахунок витрат сировини.....	36
3.3 Розрахунок напівфабрикатів та відходів виробництва.....	55
3.4 Розрахунок тари та пакувальних матеріалів.....	60
3.5 Розрахунок площ складських приміщень.....	69
3.6 Вибір і розрахунок продуктивності провідного обладнання.....	73
3.7 Енергетичні розрахунки (витрата електроенергії, води, пари, холоду, стисненого повітря, скрапленого діоксиду вуглецю).....	96
4. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ПРОМИСЛОВА	
САНІТАРІЯ.....	99
5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	112
5.1 Характеристика відходів, стічних вод і викидів.....	112
5.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища.....	118
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	123
7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	125
8. ВИСНОВКИ ЗА ДИПЛОМНИМ ПРОЄКТОМ.....	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	127

					<i>КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ</i>					
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проєкт броварні потужністю 1000 гл/рік із встановленням лінії виробництва хлібного квасу холодної стерилізації на рік			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Разраб</i>	<i>Лаверенко Х.В.</i>							к	3	128
<i>Перевір</i>	<i>Лалицька Н.В.</i>							НУЧК 2 курс ФМ-28.2 2023		
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затв</i>										

РЕФЕРАТ

У дипломному проекті «Проект броварні потужністю 1000 гл/рік із встановленням лінії виробництва хлібного квасу холодної стерилізації» описано усі технологічні стадії виробництва пива: підготовку сировини до виробництва, варильне, бродильне відділення, цех ферментації та розливу. Також описано технологію виробництва хлібного квасу.

Представлено технологічні розрахунки сировини, основних продуктів виробництва, обладнання, площ та приміщень, енергетичних витрат. У даному дипломну проекті описано технохімічний контроль виробництва, охорону праці на підприємстві, представлено економічну частину.

Надано характеристику проектованого підприємства та описано заходи з будівництва.

Дипломний проект викладено на 128 аркушах формату А4, апаратурно-технологічні схеми виробництва – 3 аркуші формату А1; плани та розрізи – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: пиво, варильне відділення, бродильне відділення, цех розливу, хлібний квас, холодна стерилізація.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Разраб		Лавренко Х.В.			Проект броварні потужністю 1000 гл/рік із встановленням лінії виробництва хлібного квасу холодної стерилізації на рік	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір		Лапицька Н.В.				К	4	128
Н. Контр.						НУЧК 2 курс ФМ-28.2 2023		

ВСТУП

Пиво – третій за популярністю напій у світі (після води та чаю) і найпопулярніший алкогольний напій. Технологія пива заснована головним чином на життєдіяльності зерен ячменю і пивних дріжджів. При приготуванні пива протікають багато фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів, які зумовлюють якісні та смакові показники готового продукту [1].

Завдяки приємному смаку, тонізуючій дії, пиво має великий попит у населення. Будучи слабкоалкогольним напоєм, пиво в багатьох країнах виступає суперником міцних алкогольних напоїв. Залежно від сорту пиво містить 4-10% легкозасвоюваних живильних речовин, головним чином вуглеводів, невелика кількість амінокислот і інші продукти розщеплювання білка, а також мінеральні речовини. Крім того, в нім міститься 1,5-7% спирту, до 0,4% вуглекислого газу, гіркі і дубильні речовини хмелівши, органічні кислоти [6].

З 2002 року споживання пива в Україні декілька зросло, перевищивши 20-літровий (на душу населення) показник. Темні сорти пінного напою як і раніше представляють лише кожний восьмий літр виготовленого пива [2].

Сьогодні все пиво на українському ринку оператори поділяють на три цінові категорії. Низька (нижче середньої) - пиво, вироблене дрібними й середніми заводами (районного та обласного масштабу). Основну масу такого пива споживають у регіоні виробництва. Середня - найбільш масштабна за пропозицією, виробляється великими вітчизняними заводами [2].

Виробники пива щодня розширюють асортимент своєї продукції. Успіх товару будь-якої торгівельної марки на ринку прямо залежить від конкурентоспроможності товару.

Хлібний квас – ферментований напій, який одержують внаслідок незавершеного молочнокислого і спиртового бродіння, виготовлений з використанням концентрату квасного суслу, цукрового сиропу і підготовленої води [4]. Приготування хлібного квасу складається з таких виробничих стадій:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		5

підготовка сировини; приготування квасного сусла; бродіння квасного сусла, купажування квасу і розлив готового квасу [5].

Квас володіє приємним освіжаючим смаком, покращує обмін речовин, благотворно впливає на серцево-судинну систему. Квас володіє відмінними смаковими якостями; він втамовує спрагу завдяки вмісту в ньому кислот – молочної і частково оцтової; має високу енергетичну цінність, сприяє травленню завдяки в ньому діоксиду вуглецю газоподібного і скрапленого, який покращує перетравлювання їжі, її всмоктування і підвищує апетит. Також квас містить вітаміни, вільні амінокислоти, цукор і мікроелементи [4, 5].

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		6

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З БУДІВНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА

Броварню, що проектується в даному дипломному проекті, планується розмістити за адресою м. Городня у Чернігівській області, вул. Л.Українки, 7. Для реалізації даної мети був проведений аналіз ринку пива та квасу в Городні та у Чернігівській області і виявлені потреби та вподобання можливих споживачів.

Реалізація виробленої продукції планується в торговельних мережах, закладах готельно-ресторанного господарства м. Чернігова (285821 чол.), Чернігівського району (55200 чол.), Прилуцького з центром у м. Прилуки (36300 чол.), Новгород-Сіверського району з центром у м. Новгород-Сіверський (36508 чол.), Ніжинського району з центром у м. Ніжин (27904 чол.), Корюківського району з центром у м. Корюків (25402 чол.)

Розрахунок чисельності споживачів представлено в таблиці 1.1.

Загальна чисельність населених пунктів, де буде реалізовуватись продукція броварні складає:

$$285821+55200+36300+36508+27904+25402=467135$$

Таблиця 1.1 - Розрахунок чисельності споживачів

Категорії споживачів	Чисельність (чол.)
1. Корінне населення міст та районів	467135
2. Населення пригородів, що купує продукцію у даному місті (10% від корінного населення)	46714
3. Транзитне населення (5% від корінного населення)	23357
4. Природний приріст населення за 5 років (з розрахунку 2% від корінного населення)	9343
Загальна кількість споживачів продукції	546549

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		7

Загальна кількість споживачів продукції броварні складе:

$$467135+46714+23357+9343=546549 \text{ чол.}$$

У цьому місці є можливість виділення ділянки для будівництва проєктованого підприємства і підключення його до центральних мереж водо-, електро-, тепломереж та водовідведення.

Переваги такого місцезнаходження: відсутність прямих конкурентів в даному місті; близьке розташування до центру області - Чернігова, що складає 57км., що дозволить без перешкод та великих транспортних затрат доставляти продукцію броварні в готельно-ресторанні комплекси Чернігівської області.

Територія броварні буде благоустроєною та озелененою відповідно до сучасних вимог та стандартів, із застосуванням сучасних матеріалів. Покриття тротуарів та доріжок передбачається декоративною бетонною плиткою, проїздів та автостоянок – асфальтобетонне. Територія належно освітлюється із застосування сучасних енергозберігаючих світильників.

Місце розташування пивзаводу відповідає екологічним, санітарно-гігієнічним і протипожежним вимогам.

Броварня, що проєктується, має річну потужність 10000 дал/рік, що робить її конкурентоспроможною в умовах ринку. Асортиментом проєктованої пекарні є пиво «Львівське» - 50% від загального випуску; пиво «Портер» - 25% від загального випуску; хлібний квас холодної стерилізації - 25% від загального випуску.

Постачання солоду на пивзавод планується з підприємства «Славутський солодовий завод», що на Хмельниччині. Вода – свердловина на території броварні.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		8

2. ВИБІР, ОБГРУНТУВАННЯ ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Очищення солоду. Для відчищення солоду від різного роду паростків, пилу та пилу металевого, різного роду волокон тощо використовують полірувальну машину і магнітний сепаратор. Крім того, в результаті такої очистки відбувається тертя солоду у машинах і, таким чином, він додатково полірується під силою тертя. Це сприяє додатковому очищенню солоду та зерна, що використовується в якості несолодженої сировини [6, 7].

Проте, навіть після ретельної очистки зернових магнітному сепараторі, в зерновій або солодовій масі все ж можуть зустрічатися різні дрібні металеві предмети, які проходять через сита полірувальної машини. Ці домішки віддаляються за допомогою сепаратора з постійними магнітами або електромагнітного сепаратора [6].

Дроблення солоду. Подрібнення є необхідною стадією при підготовці солоду та несолодженої сировини до процесу затирання адже саме із подрібненої сировини екстрактивні речовини більш повно переходять в екстракт. Оболонки і лушпиння не видаляються із солоду і зернових з метою кращого фільтрування сусла. Соме тому солод і зерно не розмелюють, а подрібнюють уникаючи утворення борошна та надто мілких фракцій. Оптимальний помел солоду повинен забезпечити максимально можливий вихід екстракту і достатньо високу швидкість фільтрування сусла. Склад помелу залежить від якості солоду і способу його затирання [6].

Затирання і оцукрення затору. Даний процес є основоположним при формуванні пивного сусла, можна сказати, що він є основним і надважливим процесом дробильно-варильного відділення. На цьому етапі подрібнений солод і, за необхідності, несолоджена сировина змішуються із попередньо підготовленою водою у співвідношенні 1 : 3. Потім нагрівається і витримується при певному температурному режимі. [6].

Процес затирання проводиться з метою в екстрагуванні розчинних речовин солоду і несолодженого зерна і перетворенні під дією ферментів більшої частини

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		9

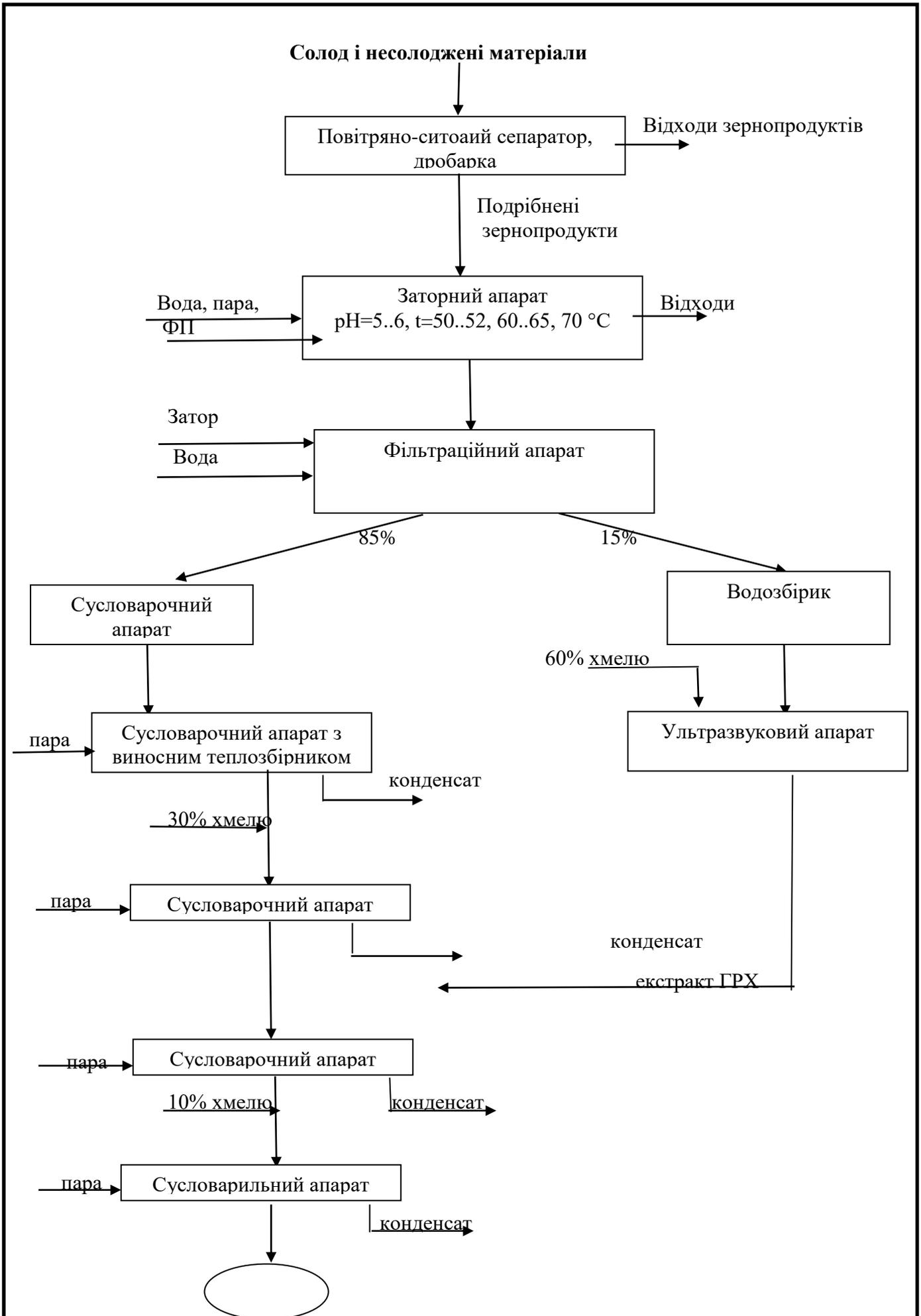
нерозчинних речовин в розчині. Речовини, що перейшли в розчин при затиранні, називають екстрактом [6, 8].

Фільтрування затору. При фільтруванні затору отримую пивне сусло і дробину – вторинний продукт пивоварного виробництва. Сам процес можна поділити на дві стадії: фільтрування першого сусла, тобто сусла, що отримується при фільтруванні затору, і промивання дробини гарячою водою для витягання екстрактних речовин [6, 10]. В результаті утворюються промивні води. На рис. 1.1 приведена технологія виробництва пива.

При виробництві пива слід чітко дотримуватися встановлених норм і технологічних режимів пивоварного виробництва. Ці норми і режими наведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – **Норми технологічного режиму** [8, 10].

Назва стадій та потоків реагентів	Назва технологічних показників			
	Температура, °С	Тиск, мПа	Тривалість процесу, хв.	Інші показники
Дроблення солоду	15-20		60-120	W= 3-6%
Затирання:				
Початок затирання	35-40		30	pH=5,5
Білкова пауза	50-52		20-30	pH=5,5
Мальтозна пауза	60-62	0,1	30	pH=5,5
Оцукрюючи пауза	72	0,1	30-40	pH=5,5
Інактивація ферментів	78	0,1	30	pH=5,5
Фільтрування	77-80	0,1	300-420	pH=5,8 – 5,9
Охмеління	100	0,1	90	pH=5,8 - 5,9



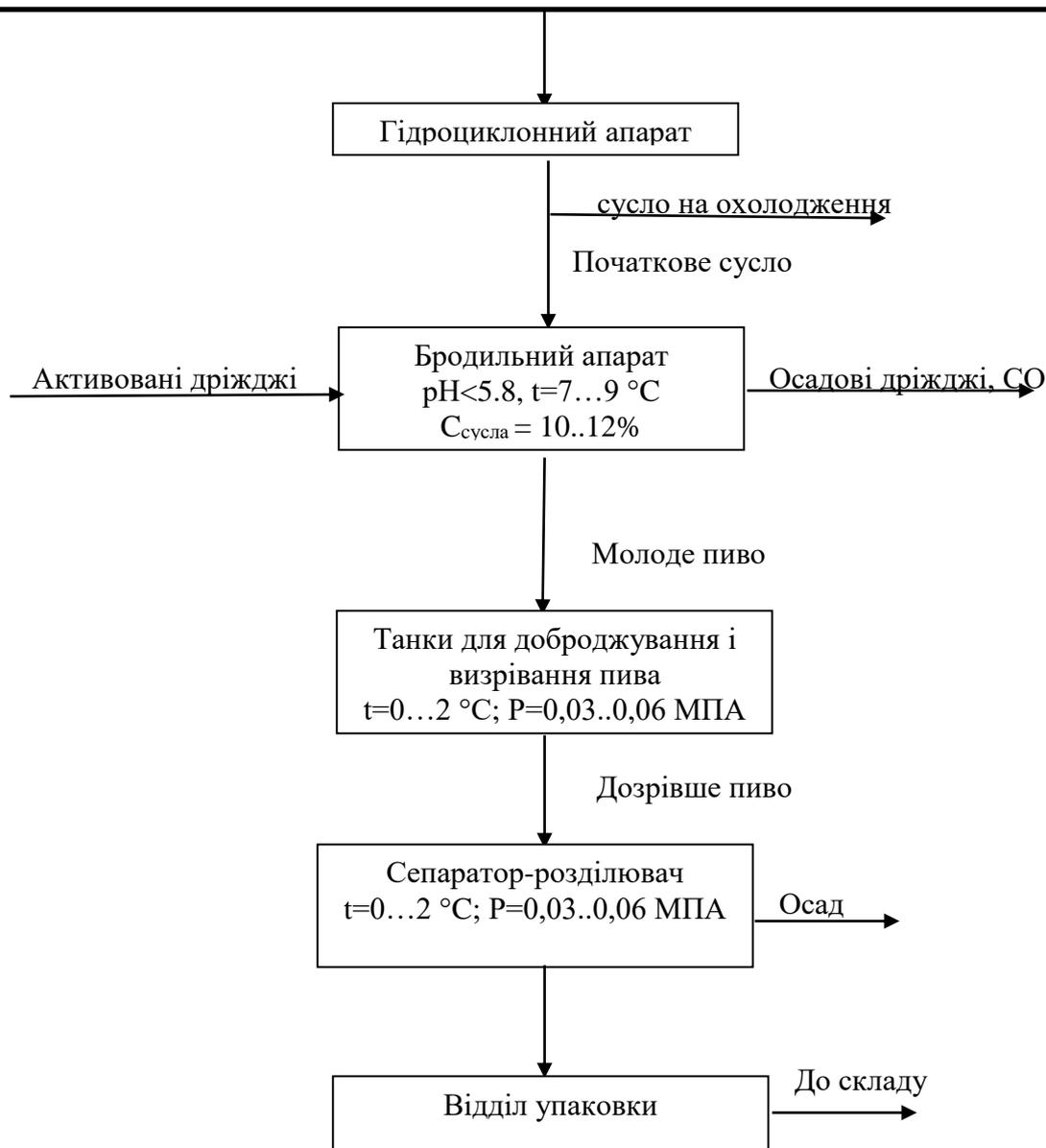


Рис.2.1 Принципова технологічна схема виробництва пива

Кип'ятіння сусла з хмелем. Після фільтрування отримане неохмелене пивне сусло і промивні води направляють на наступну стадію – кип'ятіння сусла з хмелем. Даний процес відбувається у сусло-варильному котлі. При цьому відбувається екстрагування і перетворення гірких і ароматичних речовин з хмелю (охмеління сусла), осадження (коагуляція) високомолекулярних білків, інактивація ферментів, стерилізація сусла, утворення редукувальних речовин, випаровування частини води [6].

Охолодження і освітлення пивного сусла. Після варіння сусла з хмелем, температура охмеленого сусла близька до температури кипіння. Відомо, що бродіння пива відбувається за низьких температур [10]. Якщо чекати

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		12

самовільного остигання сусла – значно впаде продуктивність виробництва. Тому в пивоварному виробництві використовують примусове охолодження охмеленого сусла. Цей процес здійснюють за допомогою теплообмінних апаратів. Окрім підготовки охмеленого сусла за температурою до проходження бродіння, метою охолодження є й осідання грубих суспензій, що утворилися при кип'ятінні з хмелем. Такі суспензії, якщо їх не видалити із сусла, негативно вплинуть на колоїдну стійкість готового пива. Тому процес охолодження здійснюється у два етапи: перший – самовільне охолодження у вірпулах до температури приблизно 50°C, другий – примусове охолодження на теплообмінниках з метою швидкого надання суслу необхідної при бродіння температури. Отже, метою освітлення і охолодження сусла є пониження його температури, насичення киснем повітря і осадження зважених частинок. Гаряче охмелене сусло охолоджують до початкової температури бродіння. Залежно від вигляду і способу бродіння початкова температура цього процесу різна [6].

Сусло при низькій температурі бродіння є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. Найбільша небезпека інфікування сусла з'являється при його повільному охолодженні від 40 до 20°C, оскільки ці температури найбільш сприятливі для розмноження шкідливих для пива мікроорганізмів. Пізніше, коли в сусло додадуть дріжджі, можливе інфікування зменшиться [10].

Бродіння пива. Спиртове бродіння цукрів сусла під дією ферментів дріжджів - це основний процес при виробництві пива. В процесі бродіння відбувається зміна хімічного складу сусла і перетворення його в ароматний смачний напій – пиво [8, 10].

Залежно від виду вживаної чистої культури дріжджів і температури в суслі відбувається верхове і низове бродіння. Верхове бродіння сусла проводять при 14...25°C, низове — при 6...10°C. Найбільш поширене низове бродіння. Розрізняють дві стадії бродіння: головне бродіння і доброджування [6, 8, 10].

При головному бродінні, коли зброджується основна маса цукрів пивного сусла, отримують молоде пиво, яке є каламутною рідиною зі своєрідними

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		13

ароматом і смаком. При доброджуванні молодого пива із зниженою температурою (0...2°C) відбувається повільне зброджування того, що залишилося в ньому екстракті, освітлення, дозрівання пива і насичення його діоксидом вуглецю. Головне бродіння проводять при атмосферному тиску протягом 7...10 діб, а доброджування — під надмірним тиском 0,03...0,07 МПа протягом 21...90 діб [6].

Головне бродіння. При спиртовому бродінні в суслі протікають біологічні, біохімічні, фізико-хімічні процеси. Живильні речовини, що поступають в дріжджові клітини з сусла, під дією ферментів перетворюються на різні проміжні продукти, що витрачаються на спиртове бродіння і ріст дріжджів. Найбільш інтенсивне розмноження дріжджів (біологічний процес) відбувається в початковій стадії зброджування пивного сусла і закінчується задовго до кінця бродіння.

Основним біохімічним процесом бродіння є перетворення зброджуваних цукрів на етиловий спирт і діоксид вуглецю:



Ця реакція супроводжується виділенням тепла. Велика частина екстракту сусла складається з вуглеводів, з них близько 75% зброджується (зброджувані цукри).

Доброджування та дозрівання пива. Основною метою цієї стадії виробництва є отримання напою з приємним смаком, характерним специфічним ароматом і достатнім насиченням діоксидом вуглецю. Це досягається в результаті протікання складних фізико-хімічних і біохімічних процесів в молодому пиві при низькій температурі і надмірному тиску [4, 6, 8].

В даному дипломному проєкті розглядається прискорений спосіб бродіння пива в ЦКБА. Він здійснюється при температурі 15 °С. Бродіння і доброджування відбувається в одному апараті.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						14
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Принципово технологічну схему виробництва представлено на рис.2.2.

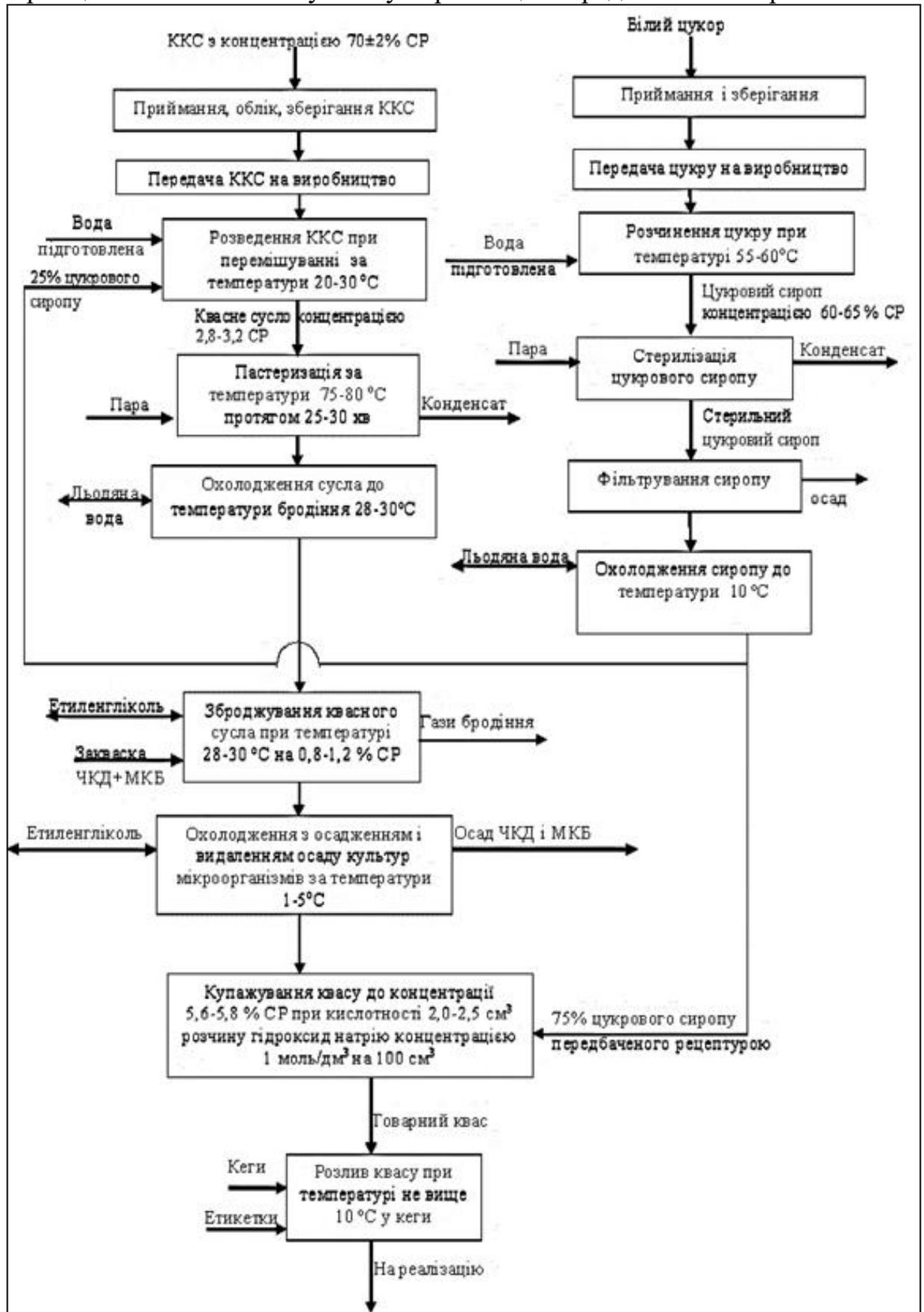


Рис.2.2 Принципово-технологічна схема виробництва хлібного квасу [4]

Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ

Арк.

15

Процес виробництва живого квасу умовно можна розділити на наступні етапи [4, 5]:

- підготовка води;
- приготування цукрового сиропу;
- приготування квасного сусла;
- приготування дріжджів;
- додавання цукрового сиропу; приготування купажного сиропу; внесення дріжджів;
- бродіння квасного сусла;
- внесення залишку сиропу;
- охолодження і купажування;
- приготування напою і насичення готового напою діоксидом вуглецю;
- розлив квасу та маркування.

Підготовка води для технологічних потреб

Вода складає основну частку у безалкогольних напоях. Вона повинна бути прозорою, безбарвною, приємною на смак і не мати запаху. Для приготування безалкогольних напоїв потрібна м'яка вода. Жорстка вода непридатна, оскільки солі тимчасової жорсткості (бікарбонати кальцію та магнію) зв'язують лимонну кислоту, збільшуючи тим самим її витрати на встановлення необхідної кислотності напоїв. Існує кілька методів підготовки води [4, 5]:

- 1) фізико-механічні - спрямовані на видалення колоїдних, завислих та розчинних органічних речовин (це такі способи, як відстоювання, коагулювання, фільтрування);
- 2) хімічні - спрямовані на зміну хімічного складу води (способи: пом'якшення, знезалізнення, деаерування);
- 3) знезараження - спрямоване на видалення шкідливих мікроорганізмів (способи: хлорування, озонування, обробка води іонами срібла, ультрафіолетовими променями, бактерицидне фільтрування).

Як правило, схеми водопідготовки поєднують різні способи залежно від складу вихідної води, тому вони складаються для кожного підприємства

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		16

окремо. Враховуючи досвід передових підприємств, результати проектних розрахунків та дані іншої нормативно-технічної документації, у даній роботі обрано найоптимальніший варіант водопідготовки. А саме:

1) механічне очищення води від грубих і тонких домішок здійснюємо на піщаних фільтрах. Піщані фільтри прості за конструкцією, займають небагато місця, фільтрувальним матеріалом є дешевий і легкодоступний річковий пісок.;
2) пом'якшення води здійснюємо іонообмінним способом на Н-катионітовому фільтрі. В процесі такого способу пом'якшення загальна жорсткість води знижується до $0,1 \text{ мг*екв/дм}^3$, а лужність знижується до $0,5-1,0 \text{ мг*екв/дм}^3$. Крім зниження твердості і лужності води, в ній зменшується окислюваність, вилучається залізо та органічні сполуки природного походження, знижується вміст забарвлюючих і запахоутворюючих речовин. Даний спосіб заснований на застосуванні іонітів (іонообмінних смол), що мають властивості замінювати свої іони на іони розчинних у воді солей твердості.

Для підготовки води саме у виробництві безалкогольних напоїв Н-катионітовому пом'якшенню надають перевагу порівняно з Н-катионітовим, тому що наявність у воді кислотних іонів Н (а не іонів металу Н⁺) знижує лужність води (здатність зв'язувати аніони), а, отже, зменшує витрати лимонної кислоти на нейтралізацію солей жорсткості при виробництві. Перевагами іонообмінного пом'якшення води взагалі є: низька метало- та енергоємність, здійснення процесу на одній установці (економія виробничих площ), одночасне зниження жорсткості і лужності і знезалізнення води;

3) кінцеву обробку води здійснюємо на вугільному фільтрі. Вугільні фільтри мають певні переваги: відносно дешевизну виготовлення, простоту в обслуговуванні (зокрема, регенерація вугілля), займають невелику площу, надійні та ефективні в роботі. Тут відбувається дехлорування води (активного хлору не повинно бути, хлоридів - не більше 40 мг/дм^3) і її фільтрування, остаточно відбираються запахоутворюючі речовини. Після вугільного фільтру вода через полірувальний фільтр (для остаточного очищення від залишків

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		17

вугілля) подається у ємність для зберігання.ю а звідти - на знезараження і синхронно-змішувальну установку (СЗУ).

4) знезараження води здійснюється за допомогою ультрафіолетових бактерицидних ламп фірми «Berson» (потужність, що споживається, - 1000 Вт; напруга в лампі - 135 В; продуктивність -30 м³/год).

Приготування колеру

Колер - розчин паленого цукру, концентрація сухих речовин якого становить 92 %. Колер одержують в результаті термічної обробки сахарози. При цьому відбувається її плавлення, а продукти розпаду сахарози - карамелі – надають колеру інтенсивного темно-коричневого забарвлення. Карамелізація цукрів заснована на реакціях дегідратації і конденсації, продуктами яких є ангідриди, оксиме-тилфурфурол, органічні кислоти, гумінові речовини. Нагрівання сахарози, перш за все, супроводжується відщепленням від її молекули 1-2-ох молекулводиз утворенням ангідридів [5].

Залежно від ступеня дегідратації сахарози розрізняють такі ангідриди: карамелан (C₁₂H₁₈O₉) - утворюється при втраті молекулою сахарози 2-ох молекул (10,5%) води; карамелей (C₃₆H₅₀O₂₅) утворюється при відщепленні від 3-ох молекул сахарози 8-ми молекул (14,0%) води; карамелін (C₂₄H₃₀O₁₅) - утворюється при втраті 2-ома молекулами сахарози 7-ми молекул (18,4%о) води.

Подальша термічна дегідратація ангідридів сахарози (втрата молекулою сахарози 3-ох молекул води) призводить до утворення оксиметилфурфурола, який піддається подальшим змінам з утворенням гумінових речовин та органічних кислот (левулінова та мурашина). При термічному розкладі сахарози може також утворюватися ацетон. Найціннішими компонентами колеру є забарвлення водорозчинні ангідриди карамелан і карамелей.

Колер готують у колеварильному апараті з електричним обігрівом в спеціально виділеному приміщенні із штучною приточно-витяжною вентиляцією, тому що газы, які утворюються при варінні колеру, негативно

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		18

впливають на очі і дихальну систему. Для видалення шкідливих газів, які утворюються в процесі приготування колеру, над апаратом встановлюють витяжні зонти.

Для приготування колеру в попередньо нагрітій апарат заливають 1 - 2% води від маси завантаженого цукру, після чого в апарат завантажують Цукор при працюючій мішалці. Потім поступово підвищують температуру до 160 - 165С , цукор починає плавитися і поступово набуває темно-бурого кольору. Після цього обігрів припиняють і при перемішуванні додають гарячу воду (75-90С) в кількості 8% від маси взятого цукру. Потім при перемішуванні піднімають температуру до 180-200 С° , в результаті чого відбувається карамелізація сахарози. Процес триває 6-8 годин.

Готовність колера визначають наступним шляхом: взята із апарата дерев'яною паличкою проба повинна при витягуванні застигати у міцну нитку або при нанесенні на скляну пластину давати випуклу краплю, що не розтікається. Потім обігрів припиняють і при працюючій мішалці подають в апарат гарячу воду в кількості, необхідної для отримання колеру з масовою долею сухих речовин 70%. Колер добре перемішують, і через зливну воронку плунжерним насосом перекачують в накопичувальну ємкість, звідки направляють на виробництво. Вихід колеру з вмістом води 20 % складає 108 %) від маси цукру. Правильно приготовлений колер повністю розчиняється у воді і має інтенсивне забарвлення.

Приготування цукрового сиропу

Солодкий смак напоїв зумовлюється цукром, який додається у напій у вигляді цукрового сиропу. Існує білий та інвертований цукровий сироп. У даному дипломному проєкті передбачено приготування тільки білого цукрового сиропу.

Для приготування білого інвертного сиропу у білий цукровий сироп після кип'ятіння і охолодження його до 80 - 90°С додають у вигляді 25%-ного розчину 100 г лимонної кислоти на кожні 100 кг цукру. Під дією кислоти частина цукру інвертується. Підкислений інвертний сироп витримують 2

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		19

години, безперервно перемішуючи, потім охолоджують до 15 - 20°C. При вказаних умовах інвертується до 55% сахарози і утворюється незначна кількість фурфурола. Гідроліз (інверсія) сахарози закінчується її розкладом на глюкозу і фруктозу:



Одержаний в результаті такого хімічного перетворення інвертний цукор (суміш однакових кількостей глюкози і фруктози) має більш солодкий і приємний смак. У результаті приєднання молекули води до молекули сахарози (при 100%-ній інверсії) загальна молекулярна маса цукрів збільшується на 5,26%, тобто у $360,312 / 342,296 = 1,0526$ рази (де 360,312 - сума молекулярних мас глюкози і фруктози; 342,296 молекулярна маса сахарози). А при 55%-ній інверсії - на 2,89% ($100 + 0,55 * 5,26 = 102,89\%$).

Також в процесі Інверсії зростає і солодкість розчину, оскільки солодкість сахарози становить 100%, а глюкози і фруктози - 70% і 180% відповідно. Оскільки глюкоза й фруктоза утворюються в однакових пропорціях (по 50%>), то солодкість суміші буде $(70 + 180) / 2 = 125\%$. Отже, як бачимо, солодкість зростає на 25% (в 1,25 рази).

Проте слід наголосити, що приготування окремо білого інвертного сиропу - досить енергомісткий процес; крім того, під дією органічних кислот, які потрапляють до цукрового сиропу в процесі купажування, відбувається інверсія частини сахарози (45%-на). З огляду на це, а також з метою зниження собівартості проектного будівництва, у проекті передбачено тільки приготування білого цукрового сиропу.

Білий цукровий сироп - це концентрований водний розчин цукру. Концентрування сиропу до вмісту СР 60-65% здійснюють з метою запобігання бродіння цукру при зберіганні. Але слід пам'ятати, що при більшій концентрації розчину може мати місце таке негативне явище, як кристалізація сахарози.

Існує 2 способи приготування білого цукрового сиропу - гарячий і холодний. У даному проекті обираємо гарячий спосіб, оскільки кип'ятіння, якому піддають сироп, необхідне з метою стерилізації. Цукровий сироп

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						20
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

готують у сироповарильних апаратах, які обладнані подвійним днищем та двома патрубками для підведення пари і відведення конденсату. В корпусі апарата розміщена якірна мішалка. Верхня частина апарата обладнана люком із засувом для завантаження цукру, патрубком для заливання води і витяжною трубою для виходу водяної пари. Для виведення сиропу в днищі вмонтовано спеціальний патрубок з клапаном, який перекриває вивідний отвір. Переміщення клапана здійснюється за допомогою спеціального штурвала. Тривалість приготування цукрового сиропу складає біля 2-ох годин.

Сироп готують таким чином. Спочатку в апарат заливають воду підігрівують до 55-60°C. Після цього вмикають перемішувач і завантажують розрахункову кількість цукру. Після повного розчинення цукру утворений розчин нагрівають до кипіння і видаляють утворену на його поверхні піну. У процесі приготування сиропу піну знімають двічі (при виключеному підігріві). Тривалість кип'ятіння складає не менше 30 хвилин, що обумовлено необхідністю знищення слизоутворюючих бактерій та інших термостійких мікроорганізмів. Тривале кип'ятіння небажане з причини можливого термічного розкладу сахарози (карамелізації) та появи характерного жовтого або бурого кольору. Закінчення операції визначають за вмістом сухих речовин у сиропі. При досягненні концентрації сиропу 60-65% кип'ятіння припиняють.

Сироп у гарячому вигляді фільтрують на фільтр-пресі для видалення механічних домішок. Як фільтрувальний матеріал використовують фільтр-картон, бельтинг або інші матеріали. Зняту під час кип'ятіння піну і зібрані з мішків залишки цукру розчиняють у воді у співвідношенні 1:3 і ретельно фільтрують. Фільтрати використовують при наступних варках сиропу.

Після фільтрування цукровий сироп охолоджують крижаною водою або розсолем у протитечійних пластинчатих теплообмінниках до температури 10 - 20 °С перекачують у збірники для зберігання. Сироп зберігають у збірниках з інертного матеріалу, обладнаних мірним склом і перемішувачем.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		21

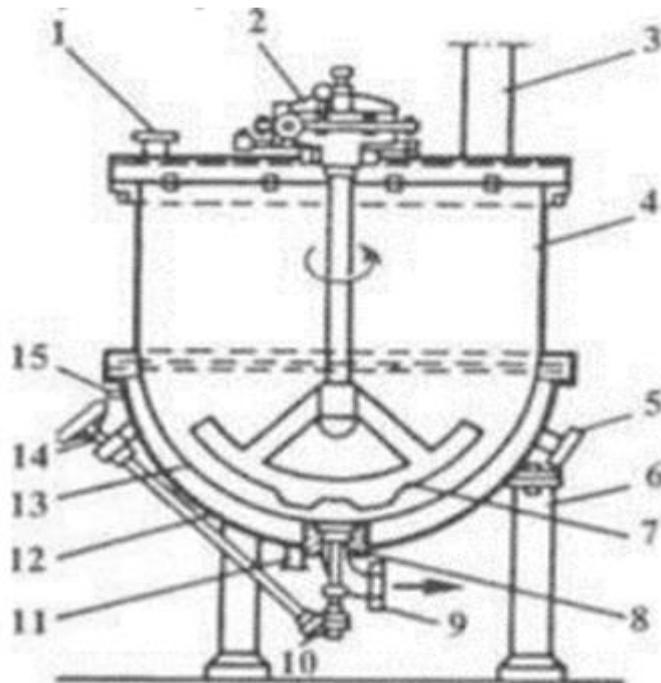


Рис. 1.3 Сироповарильний апарат

Приготування концентрату квасного сусла

Виробництво концентрату квасного сусла складається з трьох основних технологічних стадій: одержання сусла, упарювання сусла та термообробки отриманого концентрату.[15]

Залежно від прийнятої на заводі технології основною сировиною для концентрату квасного сусла є- сирий чи висушений ферментований житній солод. Назва сирого солоду економічно доцільна, проте виробництво концентрату з сирих зернопродуктів поки що її освоєно, ніж із сухих. З метою зниження собівартості готового препарату частина житнього солоду замінюють несоложеною житнім чи кукурудзяним борошном (до 50% від кількості зернопродуктів). У зв'язку з тим, що нескладне борошно і ферментований солод мають слабку ферментативну активність, для забезпечення необхідного ступеня гідролізу вуглеводів і білків застосовують свіжопророслий неферментований житній або ячмінний солод, а також різні ферментні препарати. При виробництві концентрату із сухих зернопродуктів непокладене

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		22

борошно спочатку піддають тепловій обробці, для чого його змішують з водою у співвідношенні 1:3 або 1:4 і розварюють під тиском для клейстеризації та розрідження крохмалю. Потім розварену масу змішують з житнім ферментованим солодом, затор охолоджують до 40° С і до нього додають ячмінний або неферментований житній солод, а також ферментні препарати. Затор витримують при відповідних температурах для гідролізу некрохмальних поліцукродів (40-45 °С), білків (50-60 ° С), крохмалю (63 - 75 ° С). Оцукрений затор передають на поділ. Найбільш поширені у виробництві квасного концентрату фільтрування заторів на фільтр-пресах або відцентровий поділ на центрифугах з подальшим освітленням сусла на сепараторі. Сусло та промивні води після фільтрування збирають і направляють для згущення у вакуум-апарати. На деяких заводах для кращого освітлення сусла до надходження у вакуум-апарат його кип'ятять, а потім фільтруванням або сепаруванням видаляють з нього білки, що скоагулювали.

Сусло упарюють при температурі 52-55° С та залишковому тиску 0,07-0,08 МПа до концентрації 70-74% за цукромером. Потім упарене сусло піддають тепловій обробці у вакуум-апараті або окремому збірнику. В результаті витримки концентрату при підвищених температурах (105-115 С) у ньому накопичуються меланоїдини, що надають йому інтенсивного забарвлення і аромату житнього хліба.

Готовий концентрат квасного сусла розливають в автоцистерни, бочки або бідони і направляють на заводи для вироблення квасу ерментованого солоду Для затирання використовують солод 3-добового томлення (90%) з добавкою свіжопророслого також 3-добового сирого солоду (10%). Сирий солод дроблять на спец.вальцових чи молотокових дробарках.

Приготування комбінованої закваски

Приготування комбінованої закваски. Молочнокислу закваску з апарату Ганзена передають в апарат для приготування бактеріального розчину, де її (у кількості 20 л) змішують з пастеризованим суслем (40 дал), до якого доданий цукровий сироп (з розрахунку 25% цукру від загальної норми на хлібний квас).

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		23

Молочнокисле бродіння протікає при 30°C протягом 2 діб до досягнення кислотності 6,8-7,0 мл нормального розчину NaOH на 100 мл розведення. Готове бактеріальний розчин переводять в апарат для комбінованої закваски, в який попередньо налито 320 дал пастеризованого квасного сусла з цукровим сиропом. Коли кислотність сусла в апараті досягає 6,8-7,0 °, з апарату Ганзена в нього вводять 17-18 л дріжджової розведення. Спільне бродіння дріжджів та молочнокислих бактерій триває 6 год. Після закінчення 6 год 40 дал комбінованої закваски з цього апарату передають для засіву бродильно-купажний апарат з 1000 дал квасного сусла. Таким чином, витрата комбінованої закваски становить 4% до обсягу основного сусла. Тому місткість апарату дріжджового відділення та відділення бактерій апаратів бродильного відділу молочнокислих повинна відповідати розведенню місткості. Після відбору з апарату 40 дал комбінованої закваски в нього додають таку ж кількість свіжого квасного сусла з цукровим сиропом (25% від норми цукру на квас). Таким чином забезпечується подальше отримання комбінованої закваски для оновлення розведення вихідних культур

Звільнені бродильні циліндри миють, стерилізують паром і наповнюють їх на 0,8 місткості суслном зі стериліза тора. Після цього в бродильний циліндр виробляють перше пересівання чистої культури через спеціальний кран на кришці апарату. Бродіння ведуть протягом однієї доби. Потім дріжджове розведення з бродильного циліндра переводять під тиском стисненого стерильного повітря в апарат для попереднього бродіння, в який раніше було введено розведення бактеріальної культури. Через 6 годин комбінована закваска може бути використана для засіву в бродильно-купажний апарат.

Зброджування квасного сусла на комбінованій заквасці

Бродіння квасного сусла та купажування молодого квасу здійснюються в герметично закритих сталевих бродильно-купажних апаратах. Для регулювання температури зброджування сусла та охолодження квасу такі апарати забезпечені системою автоматизації. В апаратах відбувається зброджування квасного сусла, відділення дріжджів, купажування та витримка

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		24

хлібного квасу. Бродильно-купажний апарат складається з закритого внутрішнього циліндричного резервуару з охолоджувачем-сорочкою. Апарат виготовляють зі сталі, внутрішні стінки його покривають кислотостійким харчовим бакелітовим лаком.

Для виключення втрат тепла апарат покритий термоізоляцією. При перемішуванні вносять концентрат сусла з розрахунку отримання квасного сусла з вмістом 1,4 г сухих речовин у 100 г сусла. У сусло, що готується, вводять лише 70% концентрату від норми, передбаченої рецептурою. Вихід сусла повинен дорівнювати обсягу квасу, що готується, з урахуванням втрат. Потім квасне сусло вносять 25% цукру (від рецептурної норми) як білого цукрового сиропу (концентрованого водного розчину цукру, отриманого спеціальної варінням) і добре перемішують. Після внесення цукрового сиропу сусло повинне містити 2,6 г сухих речовин у 100 г сусла. У приготовлене таким чином квасне сусло вводять 2-4% (за обсягом сусла) комбінованої закваски чистої культури дріжджів та молочнокислих бактерій, ретельно перемішують протягом 2-3 хв і відбирають пробу для визначення концентрації та кислотності сусла перед початком бродіння. Після перемішування апарат герметично закривають. У ході бродіння періодично включають мішалку через кожні 1,5-2 год на 2-3 хв.

Бродіння протікає при температурі 25-28 ° С до зниження концентрації сухих речовин у сбрадженому суслі на 0,8 - 1,0% по цукроміру і досягнення кислотності 2,0-2,5 мл 1 н. розчину NaOH на 100 мл квасу. Коли концентрація сусла, що збраджується, знизиться на 1% за цукроміром (тиск в апараті приблизно 0,10—0,12 МПа), бродіння уповільнюють охолодженням молодого квасу до 10° С шляхом пропуску розсолу в зовнішній холодильник. Зі зниженням температури зростає розчинність CO₂ в -квасі і тиск знижується до 0,04-0,05 МПа. Отриманий молодий квас охолоджують до 6°, що супроводжується осадженням дріжджів у дріжджовідділювачі апарату. Після осадження дріжджів дріжджовідділювач перекривають шибером. Звільнений від дріжджового осаду квас купажують, додаючи до нього 30% концентрату

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		25

квасного сусла, що залишилися, і 75% цукру у вигляді цукрового сиропу з вмістом 60—65% сухих речовин. Після купажування квас розмішують та визначають показники, встановлені стандартом (або РТУ). Розмішування купажованого квасу рекомендується проводити діоксидом вуглецю. Квас, що відповідає вимогам стандарту, розливають в підготовлені автотермоцистерни або бочки. Вміст сухих речовин в 1 л хлібного квасу становить 5,6% за цукроміром. Після кожного циклу бродіння апарат промивають водою і обробляють його 5%-ним розчином карбонату натрію або хлорною водою. Приблизна тривалість операцій в апараті становить (в год): наповнення водою, внесення концентрату сусла, білого цукрового сиропу та введення комбінованої зааваски 2, бродіння 14, охолодження молодого квасу до купажування 1, розлив квасу 1, миття, дезінфекція та підготовка апарату 0,5. Відходом після бродіння квасного сусла є дріжджі. Їх можна очистити і повторно використовувати у виробництві або виготовити з них такі ж препарати, як із залишкових пивних дріжджів.

При виробництві хлібного квасу, крім бродильно-купажних і бродильних апаратів, використовують циліндро-конічні бродильні апарати ЦКБА. ЦКБА - це більш досконалий апарат, являє собою циліндричну посудину 1 зі сферичною кришкою забезпечений сорочками: 2 на циліндричній та 4 на конічній частинах корпусу для охолодження бродячого сусла та квасу. У нижній частині апарату змонтовані дріжджевідділювач і горизонтально розташована мішалка.

Апарат має трубопровід 3 для видалення діоксиду вуглецю і подачі миючого розчину і камеру 5 для введення комбінованої закваски та виведення готового квасу. Апарат встановлюється на кільцевих опорах 6. Апарати випускаються з робочою місткістю 9,4 і 25 м³.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						26
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

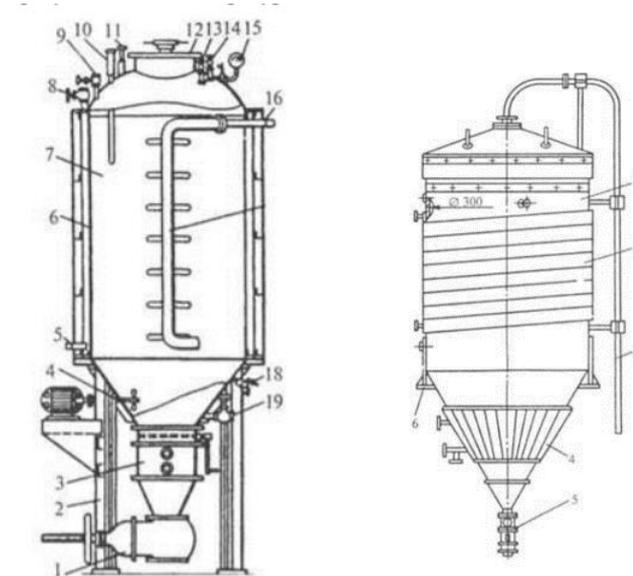


Рис.1.4 — Бродильно-купажні апарати
Купажування зброженого квасного сусла

У зброжене квасне сусло, що знаходиться в бродильному апараті, додають решту 3 / 4 частини цукру і колір. Якщо сусло було приготовлено з використанням 75% ККС від рецептури, то додають решту 25%. Купаж ретельно перемішують, карбонізують шляхом штучного насичення вуглекислим газом і перевіряють відповідність якості квасу вимогам стандарту і направляють його на розлив. Купажування квасу проводять в ємності, покрита емаллю, або виконану з корозійностійкої сталі, що має теплоізоляцію і забезпечену мішалкою, барботером для перемішування купажу діоксидом вуглецю. При купажуванні квасу в ЦКБА після закінчення бродіння, яке визначають за зниження вмісту сухих речовин і наростання кислотності в квасі, до охолодження вмикають обидві сорочки ЦКБА і пластинчастий холодильник (якщо їм доукомплектована установка), через який насосом перекачують зброжений квас. При цьому в нижній конічній частині ЦКБА осідають дріжджі. Дріжджовий осад випускають знизу, відкриваючи при цьому повітряний вентиль. Закінчення зливу дріжджів визначають візуально через оглядове скло або зливну воронку. Квас охолоджують до температури 5-7 ° С. Після зливу дріжджів квас купажують, додаючи залишилися 75%

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		27

розрахункової кількості цукру у вигляді сиропу і 30% ККС. Після цього купаж ретельно перемішують насосом. Щоб запобігти можливості переброджування квасу і як наслідок, зниження вмісту сухих речовин квас рекомендується охолоджувати до 4-6 ° С.

Виробництво квасу пляшкового розливу та напоїв з хлібної сировини

У пляшки розливають як квас, отриманий без проведення, так і кваси бродіння після попередньої обробки. Без проведення бродіння виготовляють кваси Московський, Російська, Ароматний, М'ятний, Медовий і квас з хріном. Найбільшого поширення набули Російський та Московський кваси, які відрізняються тільки рецептурних співвідношенням компонентів і вмістом сухих речовин. Ці кваси отримують як з концентрату квасного сусла, так і з концентратів Руського і Московського квасів. Другий спосіб краще, оскільки він простіший, а продукція різних партій однорідніше за якістю. Приготування сиропу для купажування, наприклад, для Російського квасу з ККС, складається з розведення останнього холодною водою у співвідношенні 1:2 (квасне сусло), відстоювання протягом 10-12 год, декантації і фільтрування, приготування 50%-ного розчину лимонної кислоти (молочної кислоти для Московського квасу).

Потім освітлене квасне сусло змішують послідовно з цукровим сиропом і розчином кислоти, фільтрують і охолоджують купажний сироп до 10 ° С. Для приготування квасу Медового купаж готують як холодним, так і гарячим способами. При холодному купажують цукровий сироп, концентрат квасного сусла, мед, розчин лимонної кислоти. При гарячому в сироповарильний апарат додають воду, цукор, кип'ятять сироп 30 хв, вносять концентрат квасного сусла і мед, передають і охолоджують у збірнику до 10 ° С. Купаж фільтрують і подають на розлив.

Для приготування квасу м'ятного і квасу з хріном ККС розбавляють з водою у співвідношенні відповідно 1:0,9 та 1:0,7. Для м'ятного квасу розбавлений ККС купажують з цукровим сиропом, лимонною кислотою, розведеним медом і настоєм м'яти перцевої. А для квасу з хріном його

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		28

купажують з цукровим сиропом, лимонною кислотою і тертим хрінном. Купажу дають відстоятися 2-3 год для видалення бульбашок повітря. Готовий купаж температурою 8-10 ° С подають в дозувальний апарат, звідки його у певній кількості заливають у пляшки наповнюють їх газованою водою на розливному автоматі, перемішують вміст змішувачем, перевіряють якість напою на освітленому екрані, наклеюють етикетку і автоматизовано укладають пляшки в ящики.

Розлив квасу

Для збереження в хлібному квасі діоксиду вуглецю квас розливають з бродильно-купажного апарату у герметичні автотермоцистерни з пристроєм для ізобаричного розливу.

У момент наповнення автотермоцистерни квасом в них створюється такий самий тиск, як і в бродильно-купажному апараті. Автотермоцистерна являє собою алюмінієвий резер-вуар діаметром 850 мм із привареними сферичними дном. При цьому діаметрі довжина цистерни місткістю 1000 л становить 2000 мм. У алюмінієвий корпус цистерни вставлений сталевий кожух, між алюмінієвим резервуаром та сталевим кожухом розташовані дерев'яні опори; решта простору заповнена шлаковатою. Завдяки такій термоізоляції квас у цистерні навіть при температурі повітря 30-35°С нагрівається протягом 4-8 годин на 1,5-3,5°С. Цистерна закріплена на раму, встановлену на шасі автопричепа і приєднана хамутами до причепа. Шасі має передню і задню опору, що забираються, на які встановлюється цистерна на місці продажу квасу. У верхній частині рушничного корпусу цистерни мають люк для огляду та миття. і штуцер для наливу квасу в нижній штуцер зливу квасної гущі та води при мийці.

Цистерна наповнюється квасом у ізобаричних умовах. Квас із бродильно-купажного апарату надходить під тиском компресованого повітря в цистерну, витісняє повітря і без спінювання втрати CO₂ заповнює цистерну. Повноту наливу контролюють контрольною склянкою. При появі в неї квасу

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						29
Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

всі вентиля перекривають, і цистерна вважається готовою до відправки в торговельну мережу.

При розливі квасу в торговій мережі тиск у цистерні створюється від балона з діоксидом вуглецю, яким постачається цистерна. На великих заводах розлив квасу в автотермоцистерни здійснюють на спеціальних квасоналивних станціях, що є двоповерховими спорудами. З бродильного відділення квас подається по зовнішнім теплоізольованим підйомним трубопроводам у напірні баки, розміщені на другому поверсі. Напірні баки мають спускні штуцери з кранами, які з'єднані гнучкими шлангами з пробковими кранами на кінцях для наповнення автотермоцистерн, що знаходяться на першому поверсі. Перед заповненням квасом цистерни обробляють водою та парою.

Ізобаричне наповнення квасом дубових та букових бочок місткістю 50, 100, л, здійснюють за допомогою тих же ізобаричних розливних апаратів, що і при розливі пива в бочки. Пастеризація квасу. Спиртове та молочнокисле бродіння продовжуються і в готовому квасі, призводячи до зростання в ньому вмісту органічних кислот та спирту за рахунок зброджування цукру. Квас стає кислим, незадовільним за смаковими властивостями. Тому ДСТУ 2069:2016 встановлює межі зниження концентрації, наростання кислотності та спирту, дотримання яких гарантує стійкість квасу 2 діб при 20° С. Таким чином, квас нестійкий продукт, і питання про збільшення терміну його стійкості має важливе виробниче значення, особливо при випуску квасу пляшкового розливу. Стійкість квасу може бути збільшена шляхом його пастеризації.

Для невеликої кількості пастеризованого квасу можна застосовувати прості пастеризатори занурювального типу або камерні пастеризатори зрошувального типу. Пастеризація квасу в безперервному потоці з використанням для цього пластинчастого теплообмінного апарату дозволить пастеризувати квас не лише у пляшках, а й у бочках. Квас пастеризують при температурі не вище 75° С не лише через погіршення його смакових властивостей, а й через певну термічну стійкість пляшкового скла. Під дією температури 60-70 ° С протягом 30 хв значна частина мікроорганізмів гине, а

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						30
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

термостійкі бактерії настільки слабшають, що втрачають здатність до розмноження.

До того ж у закупореній пляшці з квасом, що містить діоксид вуглецю, розвивається значний тиск, що зумовлює загибель мікроорганізмів.

Пастеризація призводить до загибелі тільки вегетативних форм мікроорганізмів, при цьому гинуть дикі дріжджі, що зустрічаються в квасі, молочнокислі, оцтові бактерії та коли-бактерії. Спори ж мікроорганізмів не гинуть. Для запобігання розвитку мікроорганізмів після закінчення терміну витримки при температурі пастеризації квас негайно охолоджують.

Стійкість пастеризованого квасу значно зростає: Фізико-хімічні показники та смакові властивості пастеризованого квасу не змінюються протягом 2 місяців навіть при температурі зберігання 33° С, при нижчій температурі стійкість такого квасу підвищується до одного року.

Опис технологічних схем виробництва

Апаратурно-технологічні схеми виробництва пива «Львівське» та «Портер», та хлібного квасу холодної стерилізації представлено 3 арк.А1.

Опис технологічної схеми виробництва пива [6, 10]

Зернопродукти надходять із зерносховища і за допомогою норії (1) надходять на шнековий транспортер (2). Далі солод світлий надходить в бункер добового запасу солоду (5). З бункеру добового запасу солоду (5) солод самопливом надходить на повітряно-ситовий сепаратор (4). Далі очищений солод надходить самопливом в бункер запасу солоду на варку (8), звідки подається за допомогою норії (2) через магнітний сепаратор (8) на автоматичні ваги (9), з яких зважені зерно продукти поступають в дробарку кондиційованого помелу (10).

Зважені на автоматичних вагах (4) несолоджені матеріали подаються самопливом в бункер добового запасу несолодженої сировини (6), звідки надходять на дробарку мокрого помелу (11).

Подрібнений солод надходить за допомогою відцентрового насосу (26) у заторний апарат (14), куди ж надходять і подрібнені несолоджені

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		31

зернопродукти насосом (26). Приготовлена заторна маса насосом (26) із заторного апарату (14) подається у фільтраційний апарат (15). Мутне сусло, одержане на початку фільтрування, насосом (26) повертають у насос мутного сусла (17). Прозоре сусло насосом (26) через теплообмінник (23) подається у сусловарильний апарат (19), де воно кип'ятиться з хмелем, (який задається з ємності для задачі хмелю (20) у результаті чого досягається оптимальна концентрація та ароматизація).

Основна частина охолодженого сусла з пластинчастого теплообмінника за допомогою насосу (26) надходить в ЦКБА (29), проходячи через аератор (28) і насичуючись стерильним повітрям. В потік аерованого сусла задають дріжджі з апарату розведення ЧКД (27). В ЦКБА проходить процес головного бродіння та доброджування.

Надлишкові дріжджі з ЦКБА (29) знімаються в збірники надлишкових дріжджів, звідки вони надходять на переробку. Коли закінчується процес доброджування та дозрівання, пиво насосом (26) подається через теплообмінник (23) в якому охолоджується до температури $-1...-1,5$ С на сепаратор (30).

Після сепаратора (30) частина пива поступає до ємності нефільтрованого пива (31), звідки насосом (26) перекачується на кізельгуровий фільтр (35).

Частина відфільтрованого пива проходить через карбонізатор (37), де насичується вуглекислим газом і подається в форфас (38). Після витримки в форфасі (38) пиво через пастеризатор (23) подається на лінію розливу в скляні пляшки, а саме в розливальну машину автомат (49).

Лінія розливу яка складається з автомата для виймання пляшок з ящиків (45), пляшкомильної машини (46) до якої транспортером (48) подаються пляшки, розливальної машини автомата (49), укупорювального автомата (50), до якого подається кронепробка; етикетувального авомату (51), куди подаються клей і етикетка, і укладача пляшок в ящики (52), а інша частина («не пастеризоване» пиво) після основної фільтрації на троп-фільтрі (39) насосом (26) подається на стерильний фільтр (36), після якого подається на карбонізатор

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						32
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

(37), де воно асичується діоксидом вуглецю та поступає на витримку у форфаси для непастеризованого пива (40).

Перед передачею на розлив в кеги, а саме в розливний автомат для кегів (57), пиво проходить установку контрольної фільтрації (41). Лінія розливу в кеги складається з автовиймача кегів (53), після якого кеги поступають на зовнішню мийку в апарат (54), пастеризатор кегів (55) та через ваги (56) подаються на розливний автомат (57). Далі наповнені кеги поступають на склад готової продукції. Відпрацьований луг з пляшкоминої машини 46 подається у відстійник для лугу (42) з якого насосом луг через пісчаний фільтр 43 подається у збірник робочого лугу (44).

Опис технологічної схеми виробництва хлібного квасу [4. 5]

Опис апаратурно-технологічної схеми для виробництва цукрового сиропу

Гаряча вода, нагріта до температури 50-60 °С, надходить до сироповарильного апарату (43), в який задають рорзрахункову кількість цукру-піску до концентрації сухих речовин у сиропі 60-65 %. В апараті (43) відбувається розчинення цукру за цієї температури. Після розчинення цукровий сироп кип'ятять за атмосферного тиску протягом 30 хв. у сироповарильному апараті (43). Далі сироп надходить до фільтр-ловушки (44), в яких очищається від осаду та інших включень. Після цього очищений від домішок цукровий сироп фільтрують на фільтрпресі (46). Нафільтрпрес сироп подають за допомогою шестирінчатого насосу (45). Відфільтрований сироп направляється на охолодження в кожухотрубному теплообміннику до температури 10 °С, після чого його перекачують в збірник цукрового сиропу.

Опис апаратурно-технологічної схеми для виробництва хлібного квасу

ККС разом із 25 % цукрового сиропу (від збірника 48) та підготовленою водою подають до сироповарильного апарату 19, де проходить розведення суміші при перемішуванні за температури 20 - 30 °С, щоб квасне сусло мало концентрацію 2.8 - 3.2 % сухих речовин. Після цього відбувається пастеризація сусла парою за температури 75 – 80 °С протягом 25-30 хв. Далі сусло

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						33
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

охолоджують до температури 28-30 °С на 2-х секційному пластинчатому теплообміннику.

Після чого квасне сусло разом із комбінованою закваскою (ЧКД+МКБ) направляється до ЦКБА 26 на зброджування при температурі 28 - 30 °С до зменшення концентрації сухих речовин в суслі до 0,8 – 1,2 %.

Після закінчення процесу бродіння в конусному днищі ЦКБА відбирається осад культур мікроорганізмів. Далі суміш надходить до 3-х секційного пластинчатого теплообмінника 27 для охолодження до 7 - 10 °С. Після чого суміш направляється до купажної ємності 30, де суміш доохолоджується до температури 1 - 5 °С та за технологією купажування додається 75 % цукрового сиропу. Купажування квасу проходить до 5.6 - 5.8 % сухих речовин, при кислотності 2.0 - 2.5 см³ розчину NaOH (с=1 моль/дм³ на 100 см³). Після купажування квас подають на розлив та реалізацію.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		34

3. ПРОДУКТОВИЙ РОЗРАХУНОК

3.1 Вихідні дані до розрахунків

У табл.3.1 представлено зазначено основні характеристика проектованого пива «Львівське» та «Портер».

Таблиця 3.1 – Основні характеристики проектованого пива

Сорт пива	Витрати зернопродуктів, %	Екстрактивність початкового сусла, %мас	Термін витримки, діб	Дійсний ступінь збродження, %	Відносна густина сусла, d	Норма гірких речовин (Гс), г/дал гарячого сусла
Львівське (світле)	Солод світлий – 89,5% Рисова січка- 10,0% Солод карамельний – 0,5%	12,0	42,0	56,3	1,04840	0,99...1,24
Портер (темне)	Солод темний – 82% Солод світлий – 6% Солод карамельний – 12%	20,0	60 та 10	46,0	1,08300	1,49...1,86

У табл.3.2 представлено технологічні втрати при виробництві проектованого пива.

Таблиця 3.2 – Технологічні втрати при виробництві пива

Втрати	Найменування (сорт) пива	
	Львівське	Портер
Солоду при поліруванні, %мас, від солоду, що надійшов на пивзавод	0,1	0,1
Екстракту в пивній дробині, %мас, до маси зернопродуктів	1,75	2,2
У хмельовій дробині, шламів, при сепаруванні, стиску, змочуванні трубопроводів, %, до об'єму холодного сусла	5,8	5,5
У бродильному цеху, % до об'єму холодного сусла	2,5	2,2
В цеху доброджування і фільтрації, %, до		

об'єму молодого пива	2,3	2,4
При розливі, %, до об'єму Відфільтрованого пива:		
У пляшки		2,5
У діжки		0,5
У пивовози		0,35
Втрати при пастеризації пива,% до об'єму пастеризованого пива		2,2

У табл. 3.3 представлено асортимент напоїв, які виготовляються на browарні.

Таблиця 3.3 — Асортимент проектованої продукції

Найменування напою	Відсоток від загальної кількості, %	Виробництво в дал на	
		рік	добу
Пиво «Львівське»	50	5000	21
Пиво «Портер»	30	2500	12,5
Хлібний квас	20	2500	25
ВСЬОГО	100	10000	58,5

3.2 Розрахунок витрат сировини [10–12]

У завданні дипломного проекту зазначено, що потужність browарні становить 1000 гл в рік. Відсоток виробництва пива сорту «Львівське» становить 50%, пива сорту «Портер» - 25%. Визначимо кількість проектованого пива, в дал.

Річна потужність виробництва пива «Львівське»:

$$V=10 \times 0,5=5,0 \text{ тис. дал}$$

Річна потужність виробництва пива «Українське»:

$$V=10 \times 0,25=2,5 \text{ тис. дал}$$

У табл.3.4 зазначено проектовані сорти пива на річну потужність browарні.

Таблиця 3.4 - Проектовані сорти пива на річну потужність browарні

Назва сорту пива	Об'єм проектованої продукції, тис. дал
Львівське	0,45
Портер	0,55

Визначаємо кількість сировини, що надходить на подрібнення, із врахуванням втрат.

Знаходимо кількість солоду світлого, що використовується для 100 кг засипу:

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

K_c – кількість солоду, що використовується на засип при виробництві пива за рецептурою, кг; $V_{тс}$ – втрати солоду при поліруванні, %.

Визначимо кількість сухих речовин у заторі за формулою:

$$CP_{c_1, c_2, \dots, н.с.} = G_1, G_2, \dots G_n \times (1 - w/100) \quad (3.2)$$

де $G_1, G_2, \dots G_n$ – кількість сировини, що надходить на подрібнення із врахуванням втрат, кг; W – вологість сировини, %.

Знаходимо загальну кількість сухих речовин, кг:

$$CP_{заг} = CP_{c_1} + CP_{c_2} + \dots CP_{c_n} \quad (3.3)$$

Визначимо вміст екстрактивних речовин у заторі за формулою: [11]

$$EP_{c_1} = CP_{c_1} \times E/100 \quad (3.4)$$

$$EP_{н.с.} = CP_{н.с.} \times E/100,$$

де CP_{c_1} – вміст сухих речовин в 1-му солоді, кг; $CP_{н.с.}$ – вміст сухих речовин в несолодженій сировині, кг; E – екстрактивність солоду (несолодженої сировини), %.

Знаходимо загальну кількість екстрактивних речовин, кг за формулою: [11]

$$EP_{заг} = EP_{c_1} + EP_{c_2} + \dots EP_{н.с.} \quad (3.5)$$

Знаходимо кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло за формулою:

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

де $EP_{заг}$ – загальна кількість екстрактивних речовин затору, кг; $V_{т.екс.р.}$ – втрати екстракту в пивній дробині, % мас до маси зернопродуктів.

Кількість екстрактивних речовин, що залишилася в дробині для пива: [11]

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

Масу гарячого сусла (m , кг) для пива розраховують за формулою: [11]

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

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		37

де G_e – кількість екстрактивних речовин, що перейшли в сусло, кг; K_{cp} – концентрація сухих речовин в суслі для необхідного сорту пива, %.

Об'єм сусла, приведенного до 20 °С (V , л) та враховуючи його відносну густина, буде становити:

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

де m – маса гарячого сусла, кг; d – густина початкового сусла, кг/л.

Об'єм сусла на річну продуктивність заводу за кожним сортом пива (V' , л), обчислюють враховуючи річну продуктивність заводу за кожним сортом пива:

$$V' = V \times L, \quad (3.10)$$

де V – об'єм сусла, приведенного до 20 °С, л; L – річна продуктивність заводу за кожним сортом пива.

Об'єм сусла із врахуванням його розширення (V_1 , л) буде становити:

$$V_1 = V \times 1,04$$

де 1,04 – коефіцієнт розширення; V – об'єм сусла при 20 °С, л.

Розрахунок на річну продуктивність заводу визначають за формулою:

$$V'_1 = V' \times L \times 1,04 \quad (3.11)$$

Розраховуємо об'єм холодного сусла за формулою:

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

де V – об'єм сусла, приведенного до 20 °С, л; $V_{T_{xм.др.,шл}}$ – втрати у хмельовій дробині, шламів, при сепаруванні, стискуванні, змочуванні трубопроводів, %.

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_2 = V_2 \times L \quad (3.13)$$

Розраховуємо об'єм молодого пива:

$$V_3 = V_2 \times (1 - V_{T_{бр}}/100), \quad (3.14)$$

де V_2 – об'єм холодного сусла, л; $V_{T_{бр}}$ – втрати у бродильному цеху, %.

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_3 = V_3 \times L \quad (3.14)$$

Кількість фільтрованого пива (V_4 , л) розраховують за формулою:

$$V_4 = V_3 \times (1 - V_{T_{ф}}/100), \quad (3.15)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		38

де V_3 – об'єм молодого (зеленого) пива, л; $V_{тф}$ – втрати на доброджування і фільтрування, %.

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_4 = V_4 \times L \quad (3.16)$$

При розрахунку товарного пива слід врахувати втрати при розливі. середньозважені втрати при розливі пива ($V_{тс.зв.р}$, %) розраховують так:

$$V_{тс.зв.р} = A \times V_{тр.пл.}/100 + B \times V_{тр.діж.}/100 + B \times V_{тр.п.}/100, \quad (3.17)$$

де A – кількість пива, що розливається у пляшки, %; B – кількість пива, що розливається у діжки, %; B – кількість пива, що розливається у пивовози, %; $V_{тр.пл}$ – втрати при розливі у пляшки, %; $V_{тр.діж}$ – втрати при розливі у діжки, %; $V_{тр.п}$ – втрати при розливі у пивовози, %.

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива ($V_{т.п.}$, л) буде складати:

$$V_{т.п.} = V_4 \times (1 - V_{тс.зв.р}/100), \quad (3.18)$$

де V_4 – кількість фільтрованого пива, л; $V_{тс.зв.р}$ – середньозважені втрати при розливі пива, %.

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_{т.п.} = V_{т.п.} \times L \quad (3.19)$$

Сумарні втрати по рідкій фазі ($V_{трід.ф.}$, л) визначаються наступним чином:

$$V_{трід.ф.} = V_1 - V_{т.п.}, \quad (3.20)$$

де V_1 – об'єм гарячого суслу із врахуванням його розширення, л; $V_{т.п.}$ – кількість товарного пива, л.

Відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі ($V_{трід.ф.}$, %) розраховується так:

$$V_{трід.ф.} = V_{трід.ф.} \times 100/V_1 \quad (3.21)$$

де $V_{трід.ф.}$ – сумарні втрати по рідкій фазі, л; V_1 – об'єм гарячого суслу із врахуванням його розширення, л.

Розрахунок на річну продуктивність заводу при цьому буде мати вигляд:

$$V'_{трід.ф.} = V_{трід.ф.} \times 100/V_1 \quad (3.22)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		39

Витрати хмелю ($G_{\text{хм,кг}}$) для кожного сорту пива будуть розраховуватися наступним чином:

$$G_{\text{хм}} = V_{\text{т.п}} \times (\text{Вит}_{\text{хм}} / 1000) / 10 \quad (3.23)$$

де $V_{\text{т.п}}$ – кількість товарного пива, л; $\text{Вит}_{\text{хм}}$ – витрати хмелю на 1 дал пива, г.

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу буде мати вигляд:

$$G'_{\text{хм}} = V'_{\text{т.п}} \times (\text{Вит}_{\text{хм}} / 1000) / 10 \quad (3.24)$$

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів ($V_{\text{з.др}}$, ($V_{\text{т.др}}$), $\text{дм}^3/\text{рік}$) проводять наступним чином:

$$V_{\text{з.др}} (V_{\text{т.др}}) = \Sigma V_2 \times N_{\text{др}} / 10 \quad (3.25)$$

де ΣV_2 – сумарний річний об'єм холодного сусла за всіма сортами пива, що випускаються на проєктованому підприємстві, дал; $N_{\text{др}}$ – нормативний вихід засівних (товарних) дріжджів з 10 дал сусла, дм^3 .

За вищенаведеними формулами проведемо розрахунок сировини для пива «Львівське»:

Знаходимо кількість солоду світлого, що використовується для 100 кг засипу:

$$G_1 = 89,5 - (89,5 \times 0,1) = 80,55 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість рисової січки, що використовується для 100 кг засипу (згідно рецептури використовується 10%):

$$G_2 = 100 \times 0,1 = 10 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість солоду карамельного, що використовується для 100 кг засипу:

$$G_3 = 0,5 - (0,5 \times 0,1) = 0,45 \text{ кг}$$

Визначимо кількість сухих речовин у заторі:

Кількість сухих речовин для світлого солоду, кг:

$$CP_{\text{с1}} = 80,55 \times (1 - 5,6/100) = 76,1 \text{ кг}$$

Кількість сухих речовин для рисової січки, кг:

$$CP_{\text{р.с.}} = 10 \times (1 - 10/100) = 9,0 \text{ кг}$$

Кількість сухих речовин для карамельного солоду, кг:

$$CP_{\text{с2}} = 0,45 \times (1 - 5,5/100) = 0,43 \text{ кг}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		40

Знаходимо загальну кількість сухих речовин, кг:

$$CP_{\text{заг}} = 76,1 + 9,0 + 0,43 = 85,53 \text{ кг}$$

Вміст екстрактивних речовин для світлого солоду:

$$EP_{\text{c1}} = 76,1 \times 85,53 / 100 = 65,08 \text{ кг}$$

Вміст екстрактивних речовин для рисової січки:

$$EP_{\text{p.c.}} = 9,0 \times 85,53 / 100 = 7,76 \text{ кг}$$

Вміст екстрактивних речовин для світлого солоду:

$$EP_{\text{c1}} = 0,43 \times 85,53 / 100 = 0,37 \text{ кг}$$

Знаходимо загальну кількість екстрактивних речовин, кг:

$$EP_{\text{заг}} = 65,08 + 7,76 + 0,37 = 73,21 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло:

$$G_e = 73,21 \times (1 - 1,75 / 100) = 71,92 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що залишилася в дробині для пива:

$$G_{\text{др}} = 73,21 - 71,92 = 1,29 \text{ кг}$$

Масу гарячого сусла (m, кг) для пива розраховують за формулою:

$$m = 71,92 \times 100 / 12 = 599,3 \text{ кг}$$

Об'єм сусла, приведеного до 20 °C (V, л) та враховуючи його відносну густину, буде становити:

$$V = 599,3 / 1,04840 = 571,7 \text{ л}$$

На річну потужність заводу:

$$V' = 571,7 \times 50\,000 = 28\,585\,000 \text{ л}$$

Об'єм сусла із врахуванням його розширення (V₁, л) буде становити:

$$V_1 = 571,7 \times 1,04 = 594,6 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу визначають за формулою:

$$V_1' = 594,6 \times 50\,000 \times 1,04 = 30\,919\,200 \text{ л}$$

Розраховуємо об'єм холодного сусла:

$$V_2 = 594,6 \times (1 - 5,8 / 100) = 560,1 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V_2' = 560,1 \times 50\,000 = 28\,005\,000 \text{ л}$$

Розраховуємо об'єм молодого пива:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		41

$$V_3 = 560,1 \times (1 - 2,5/100) = 546,1 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_3 = 546,1 \times 50\,000 = 27\,305\,000 \text{ л}$$

Кількість фільтрованого пива (V_4 , л) розраховують за формулою:

$$V_4 = 546,1 \times (1 - 2,3/100) = 533,5 \text{ л}$$

На річну продуктивність:

$$V'_4 = 533,5 \times 50\,000 = 26\,675\,000 \text{ л}$$

Розрахунок втрат для товарного пива:

$$V_{\text{т.зв.р}} = 60 \times 0,025 + 10 \times 0,005 + 30 \times 0,0035 = 1,48\%$$

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива ($V_{\text{т.п.}}$, л) буде складати:

$$V_{\text{т.п.}} = 533,5 \times (1 - 1,48/100) = 525,6 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_{\text{т.п.}} = 525,6 \times 50\,000 = 26\,280\,000 \text{ л}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі ($V_{\text{рід.ф.}}$, л):

$$V_{\text{рід.ф.}} = 594,6 - 525,6 = 69 \text{ л}$$

Розрахунок на річну потужність заводу:

$$V'_{\text{рід.ф.}} = 30\,919\,200 - 26\,280\,000 = 4\,639\,200 \text{ л}$$

Відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі ($V_{\text{рід.ф.}}$, %) розраховується так:

$$V_{\text{рід.ф.}} = 69 \times 100 / 594,6 = 11,6\%$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу при цьому буде мати вигляд:

$$V'_{\text{рід.ф.}} = V_{\text{рід.ф.}} \times 100 / V'1$$

$$V'_{\text{рід.ф.}} = 4\,639\,200 \times 100 / 30\,919\,200 = 15,0\%$$

Витрати хмелю ($G_{\text{хм}}$, кг) для кожного сорту пива будуть розраховуватися наступним чином:

$$G_{\text{хм}} = 526,5 \times (30/1000) / 10 = 1,58 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу:

$$G'_{\text{хм}} = 26\,280\,000 \times (30/1000) / 10 = 78\,840 \text{ кг}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		42

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів ($V_{з.др}$, ($V_{т.др}$), $дм^3/рік$) :

$$V_{з.др} (V_{т.др}) = 28\ 005\ 000 \times 0,04/10 = 112\ 020\ дм^3/рік$$

За вищенаведеними формулами проведемо розрахунок сировини для пива «Портер»:

Знаходимо кількість солоду темного, що використовується для 100 кг засипу:

$$G_1 = 82 - (82 \times 0,1) = 73,8\ кг$$

Знаходимо кількість солоду світлого, що використовується для 100 кг засипу:

$$G_2 = 6 - (6 \times 0,1) = 5,4\ кг$$

Знаходимо кількість солоду карамельного, що використовується для 100 кг засипу:

$$G_3 = 12 - (12 \times 0,1) = 10,8\ кг$$

Визначимо кількість сухих речовин у заторі:

Кількість сухих речовин для світлого солоду, кг:

$$CP_{c1} = 5,4 \times (1 - 5,6/100) = 5,1\ кг$$

Кількість сухих речовин для темного солоду, кг:

$$CP_{c2} = 73,8 \times (1 - 5,5/100) = 69,7\ кг$$

Кількість сухих речовин для карамельного солоду, кг:

$$CP_{c3} = 10,8 \times (1 - 5,5/100) = 10,2\ кг$$

Знаходимо загальну кількість сухих речовин, кг:

$$CP_{зар} = 5,1 + 69,7 + 10,2 = 85\ кг$$

Визначимо вміст екстрактивних речовин у заторі:

Вміст екстрактивних речовин для світлого солоду:

$$EP_{c1} = 5,1 \times 76/100 = 3,9\ кг$$

Вміст екстрактивних речовин для темного солоду:

$$EP_{c2} = 69,7 \times 74/100 = 51,6\ кг$$

Вміст екстрактивних речовин для карамельного солоду:

$$EP_{c2} = 10,2 \times 70/100 = 7,14\ кг$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		43

Знаходимо загальну кількість екстрактивних речовин, кг:

$$E_{P_{\text{заг}}} = 51,6 + 3,9 + 7,14 = 62,64 \text{ кг}$$

Знаходимо кількість екстрактивних речовин, що перейдуть у сусло:

$$G_e = 62,64 \times (1 - 2,2/100) = 61,3 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що залишилася в дробині:

$$G_{\text{др}} = 62,64 - 61,3 = 1,34 \text{ кг}$$

Масу гарячого сусла (m, кг) для пива розраховують за формулою:

$$m = 61,3 \times 100/20 = 306,5 \text{ кг}$$

Об'єм сусла, приведеного до 20 °C (V, л) та враховуючи його відносну густину, буде становити:

$$V = 306,5/1,0830 = 283,1 \text{ л}$$

Об'єм сусла на річну продуктивність заводу:

$$V' = 283,1 \times 25000 = 7\,077\,500 \text{ л}$$

Об'єм сусла із врахуванням його розширення (V₁, л) буде становити:

$$V_1 = 283,1 \times 1,04 = 294,4 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу визначають за формулою:

$$V_1' = 294,4 \times 25000 \times 1,04 = 7\,654\,400 \text{ л}$$

Розраховуємо об'єм холодного сусла за формулою:

$$V_2 = 294,4 \times (1 - 5,5/100) = 278,2 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V_2' = 278,2 \times 25000 = 6\,970\,000 \text{ л}$$

Розраховуємо об'єм молодого пива:

$$V_3 = 278,2 \times (1 - 2,5/100) = 271,8 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V_3' = 271,8 \times 25000 = 6\,795\,000 \text{ л}$$

Кількість фільтрованого пива (V₄, л) розраховують за формулою:

$$V_4 = 271,8 \times (1 - 2,2/100) = 265,8 \text{ л}$$

На річну продуктивність:

$$V_4' = 265,8 \times 25000 = 6\,645\,000 \text{ л}$$

Середньозважені втрати при розливі пива ($V_{T_{\text{с.зв.р.}}}$, %) розраховують так:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						44
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

$$V_{T_{с.зв.р}} = 85 \times 0,025 + 15 \times 0,005 = 2,2\%$$

Із урахуванням середньозважених втрат кількість товарного пива ($V_{T.п.}$, л) буде складати:

$$V_{T.п.} = 265,8 \times (1 - 2,2/100) = 260 \text{ л}$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу:

$$V'_{T.п.} = 260 \times 25000 = 6\,650\,000 \text{ л}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі ($V_{T_{рід.ф.}}$, л) визначаються наступним чином:

$$V_{T_{рід.ф.}} = 294,4 - 260 = 34,4$$

Розрахунок на річну потужність заводу:

$$V_{T'_{рід.ф.}} = 7\,654\,400 - 6\,650\,000 = 1\,004\,400 \text{ л}$$

Відсоткове відношення сумарних втрат по рідкій фазі ($V_{T_{рід.ф.}}$, %):

$$V_{T_{рід.ф.}} = 34,4 \times 100 / 294,4 = 11,7\%$$

Розрахунок на річну продуктивність заводу при цьому буде мати вигляд:

$$V_{T'_{рід.ф.}} = 7\,654\,400 / 6\,650\,000 = 12,2\%$$

Витрати хмелю ($G_{хм}$, кг) :

$$G_{хм} = 260 \times (45/1000) / 10 = 1,17 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості хмелю на річну продуктивність заводу:

$$G'_{хм} = 6\,650\,000 \times (45/1000) / 10 = 35\,033,5 \text{ кг}$$

Розрахунок кількості засівних (товарних) дріжджів ($V_{з.др.}$, ($V_{т.др.}$), $\text{дм}^3/\text{рік}$) :

$$V_{з.др.} (V_{т.др.}) = 6\,970\,000 \times 0,04/10 = 31\,141 \text{ дм}^3/\text{рік}$$

Розрахунок хлібного квасу холодної стерилізації

Згідно завдання дипломного проекту передбачається проектування броварні з впровадженням виробництва хлібного квасу холодної стерилізації (25% від потужності) 2500 дал на рік.

Враховуючи те, що річна потужність заводу за виробництвом квасу холодної стерилізації становить 2500 дал, проведемо розрахунки продуктів і напівфабрикатів для його виробництва за наступними формулами.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		45

Розрахунок цукру і цукрового сиропу

Витрати сухих речовин цукру на 100 дал квасу (G_1) розраховують так:

$$G_1 = \frac{G_0 \times D_1}{100} \quad (1)$$

де G_0 – витрати цукру на 100 дал квасу, кг; D_1 – масова частка сухих речовин цукру, %.

Втрати сухих речовин цукру при варці сиропу (P_c , кг) знаходять наступним чином:

$$P_c = \frac{G_1 \times P_c}{100} \quad (2)$$

де P_c – втрати сухих речовин при варці сиропу, %.

В сиропі залишається наступна кількість цукру (Q_c , кг) в перерахунку на суху речовину:

$$Q_c = G_1 - P_c \quad (3)$$

Кількість цукру в натуральному виразі (Q_{c1} , кг) знаходять так:

$$Q_{c1} = \frac{Q_c \times 100}{D_1} \quad (4)$$

Необхідну кількість цукрового сиропу ($V_{\text{цук}}$, дм³) знаходять наступним чином:

$$V_{\text{цук}} = \frac{Q_{c1}}{D_c}$$

Режими роботи заводу, що проектується, згідно з нормативами пиво-безалкогольної галузі, наступні (табл. 3.5):

Таблиця 3.5 – Режим роботи заводу з виробництва безалкогольних напоїв та квасу

Вид виробництва	Число змін за добу		Число днів роботи	
	літом	зимою	в місяць	у рік
Хлібний квас		-	21	100 або 175 змін
Товарні сиропи, ККС	1	1	21	238

Враховуючи те, що річна потужність заводу за виробництвом квасу холодної стерелізації становить 2500 дал, проведемо розрахунки продуктів і напівфабрикатів для його виробництва за наступними формулами.

Розрахунок цукру і цукрового сиропу

Витрати сухих речовин цукру на 100 дал квасу (G_1) розраховують так:

$$G_1 = \frac{G_0 \times D_1}{100} \quad (1)$$

де G_0 – витрати цукру на 100 дал квасу, кг; D_1 – масова частка сухих речовин цукру, %.

Втрати сухих речовин цукру при варці сиропу (P_c , кг) знаходять наступним чином:

$$P_c = \frac{G_1 \times P_c}{100} \quad (2)$$

де P_c – втрати сухих речовин при варці сиропу, %.

В сиропі залишається наступна кількість цукру (Q_c , кг) в перерахунку на суху речовину:

$$Q_c = G_1 - P_c \quad (3)$$

Кількість цукру в натуральному виразі (Q_{c1} , кг) знаходять так:

$$Q_{c1} = \frac{Q_c \times 100}{D_1} \quad (4)$$

Необхідну кількість цукрового сиропу ($V_{цук}$, дм³) знаходять наступним чином:

$$V_{цук} = \frac{Q_{c1}}{D_c}$$

$$V_{кв} = \frac{V_{тов} \times 100}{100 - P_p} \quad (13)$$

де $V_{тов}$ – об'єм товарного квасу, дал (приймають 100 дал); P_p – об'ємні втрати при розливі, %.

Кількість квасу після внесення 75% цукрового сиропу ($V_{кв1}$, дал) визначають за формулою:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		47

$$V_{KB1} = \frac{V_{KB} \times 100}{100 - P_{куп}} \quad (14)$$

Кількість квасу після бродіння перед купажуванням (V_{KB2} , дал) розраховують за формулою:

$$V_{KB2} = V_{KB1} - V_{цук К} \quad (15)$$

де $V_{цук К}$ – кількість цукру, що вносять на купажування, $дм^3$

Кількість квасного сусла перед бродінням (V_{KB3} , дал) становить:

$$V_{KB3} = \frac{V_{KB2} \times 100}{100 - P_{БР}} \quad (16)$$

де $P_{БР}$ – об'ємні втрати при бродінні, %.

Кількість квасного сусла перед бродінням без цукрового сиропу і закваски (V_{KB4} , $дм^3$) знаходять наступним чином:

$$V_{KB4} = V_{KB3} - V_{цук. бр.} - V_3 \quad (17)$$

Де $V_{цук. бр.}$ – кількість цукру, що вносять на бродіння, $дм^3$; V_3 – кількість комбінованої закваски за рецептурою, дал.

Витрати води на 100 дал квасу

Воду використовують для приготування цукрового сиропу, для попереднього розведення ККС та для приготування квасного сусла.

Витрати води на приготування цукрового сиропу

Кількість сиропу із необхідною масовою часткою сухих речовин ($M_{сир}$, кг) знаходять враховуючи кількість цукру в перерахунку на сухі речовини, що залишився в сиропі після варки (Q_c , кг):

$$M_{сир} = \frac{Q_c \times 100}{M_c} \quad (18)$$

Де Q_c – кількість цукру в перерахунку на суху речовину, що залишився в сиропі після варки, кг; M_c – масова частка сухих речовин в сиропі, %.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		48

Витрати води на приготування сиропу з урахуванням 10% на випаровування ($V_{В.СИР}$, $дм^3$) розраховують за формулою:

$$V_{В.СИР} = \frac{(M_{сир} - Q_c) \times 100}{100 - 10} \quad (19)$$

Витрати води на попереднє розбавлення ККС

Вище було розраховано необхідний об'єм розбавленого ККС для приготування квасу ($V_{ККС \text{ п.розб}}$, $дм^3$) та об'єм не розбавленого ККС ($V'_{ККС}$, $дм^3$). Враховуючи ці дані, можна знайти витрати води, що необхідна для попереднього розбавлення ККС ($V_{В.ККС}$, $дм^3$):

$$V_{В.ККС} = V_{ККС \text{ п.розб}} - V'_{ККС} \quad (20)$$

Витрати води на приготування квасного суслу

В бродильний апарат надходить попередньо розведений ККС в кількості $V_{ККС \text{ п.розб}}$, $дм^3$; цукровий сироп в кількості $V_{цук \text{ Б}}$, $дм^3$ та комбінована закваска в кількості, передбаченій рецептурою ($V_{закв.}$, $дм^3$). Всі ці компоненти складають загальний об'єм суслу перед бродінням ($V_{заг.}$, $дм^3$). Таким чином, витрати води на приготування суслу ($V_{В. сус}$, $дм^3$) будуть становити:

$$V_{В. сус} = V_{заг} - (V_{ККС \text{ п.розб}} + V_{цук \text{ Б}} + V_{закв.}) \quad (21)$$

Загальні витрати води на виробництво квасу ($V_{В.кв.}$, $дм^3$) складуть:

$$V_{В.кв.} = V_{В. сус} + V_{В.ККС} + V_{В.СИР} \quad (22)$$

Розрахунок необхідного забезпечення підприємства сировиною і напівфабрикатами для реалізації заданих потужностей

Кількість необхідної сировини і напівфабрикатів в рік ($\Pi'_{рік}$) знаходять за формулою:

$$\Pi'_{рік} = \frac{\Pi_{100} \cdot N_1}{100} \quad (23)$$

де Π_{100} – кількість сировини, напівфабриката за рецептурою на 100 дал квасу, кг ($дм^3$); N_1 – річний випуск напою, дал.

Добова кількість сировини і напівфабрикатів ($\Pi'_{доб}$) знаходиться наступним чином:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		49

$$П'_{\text{доб}} = \frac{П_{100} \cdot S_1}{100} \quad (24)$$

де S_1 – добовий випуск напою, дал.

Отже, за наведеними формулами можемо провести розрахунок продуктів і напівфабрикатів для виробництва квасу.

Витрати сухих речовин цукру на 100 дал квасу (G_1) розраховують за формулою 1:

$$G_1 = \frac{50 \times 99,85}{100} = 49,93 \text{ кг}$$

Втрати сухих речовин цукру при варці сиропу ($П_c$, кг) знаходять за формулою 2:

$$П_c = \frac{49,93 \times 1}{100} = 0,4993 \text{ кг}$$

В сиропі залишається наступна кількість цукру (Q_c , кг) в перерахунку на суху речовину, згідно до розрахунку за формулою 3:

$$Q_c = 49,93 - 0,4993 = 49,43 \text{ кг}$$

Кількість цукру в натуральному виразі (Q_{c1} , кг) знаходять за формулою 4:

$$Q_{c1} = \frac{49,43 \times 100}{99,85} = 49,5 \text{ кг}$$

Необхідну кількість цукрового сиропу ($V_{\text{цук}}$, дм^3) знаходять за формулою 5:

$$V_{\text{цук}} = \frac{49,5}{0,855} = 57,89 \text{ дм}^3$$

На бродіння вносять 25% сиропу, а на купажування – 75%, що складає $V_{\text{цук Б}} = V_{\text{цук}} \times 0,25$ та $V_{\text{цук К}} = V_{\text{цук}} \times 0,75$ відповідно.

Згідно із рецептурними витратами ККС знаходять його реальні витрати ($V_{\text{ККС}}$, дм^3) за формулою 6:

$$V_{\text{ККС}} = \frac{29,4}{1,35} = 21,8 \text{ дм}^3$$

Вміст сухих речовин в рецептурній кількості ККС (K_1 , кг) знаходять за формулою 7:

$$K_1 = \frac{29,4 \times 70}{100} = 20,58 \text{ кг}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		50

Втрати сухих речовин ККС при розведенні ($P_{\text{ККС}}$, кг) розраховують за формулою 8:

$$P_{\text{ККС}} = \frac{20,58 \times 0,5}{100} = 0,1 \text{ кг}$$

В сушло надходить наступна кількість ККС ($Q_{\text{ККС}}$, кг), згідно до даних формули 9:

$$Q_{\text{ККС}} = 20,48 - 0,1 = 20,48 \text{ кг}$$

Кількість ККС у натуральному вираженні ($Q'_{\text{ККС}}$, кг) знаходиться за формулою 10:

$$Q'_{\text{ККС}} = \frac{20,48 \times 100}{70} = 29,25 \text{ кг}$$

Об'єм ККС ($V'_{\text{ККС}}$, дм^3) розраховуємо за формулою 11:

$$V'_{\text{ККС}} = \frac{29,25}{1,35} = 21,67 \text{ дм}^3$$

ККС попередньо розбавляють водою в 2,5 рази. Тоді об'єм попередньо розбавленого ККС складе згідно з формулою 12:

$$V_{\text{ККС п.розб.}} = 21,67 \times 2,5 = 54,175 \text{ дм}^3$$

Напівфабрикати розраховуються на 100 дал товарного квасу ($V_{\text{ТОВ}}$) з урахуванням втрат.

Кількість квасу перед розливом ($V_{\text{КВ}}$, дал) за розрахунком із формули 13 становить:

$$V_{\text{КВ}} = \frac{100 \times 100}{100 - 2} = 102,04 \text{ дал}$$

Кількість квасу після внесення 75% цукрового сиропу ($V_{\text{КВ1}}$, дал) визначають за формулою 14:

$$V_{\text{КВ1}} = \frac{102,04 \times 100}{100 - 3} = 105,2 \text{ дал}$$

Кількість квасу після бродіння перед купажуванням ($V_{\text{КВ2}}$, дал) розраховують за формулою 15:

$$V_{\text{КВ2}} = 105,2 - 4,34 = 100,86 \text{ дал}$$

Кількість квасного сушла перед бродінням ($V_{\text{КВ3}}$, дал) становить згідно з розрахунком за формулою 16:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		52

$$V_{\text{КВЗ}} = \frac{100,86 \times 100}{100 - 1} = 101,88 \text{ дал}$$

Кількість квасного суслу перед бродінням без цукрового сиропу і закваски ($V_{\text{КВ4}}$, дм³) знаходять за формулою 17:

$$V_{\text{КВ4}} = 101,88 - 1,45 - 4 = 96,5 \text{ дал}$$

Кількість сиропу із необхідною масовою часткою сухих речовин ($M_{\text{СИР}}$, кг) знаходять враховуючи кількість цукру в перерахунку на сухі речовини, що залишився в сиропі після варки (Q_c , кг) за формулою 18:

$$M_{\text{СИР}} = \frac{49,43 \times 100}{65} = 76,1 \text{ кг}$$

Витрати води на приготування сиропу з урахуванням 10% на випаровування ($V_{\text{В.СИР}}$, дм³) розраховують за формулою 19:

$$V_{\text{В.СИР}} = \frac{(76,1 - 49,43) \times 100}{100 - 10} = 29,6 \text{ дм}^3$$

Вище було розраховано необхідний об'єм розбавленого ККС для приготування квасу ($V_{\text{ККС п.розб}}$, дм³) та об'єм не розбавленого ККС ($V'_{\text{ККС}}$, дм³). Враховуючи ці дані, можна знайти витрати води, що необхідна для попереднього розбавлення ККС ($V_{\text{В.ККС}}$, дм³) за формулою 20:

$$V_{\text{В.ККС}} = 54,5 - 21,8 = 32,7 \text{ дм}^3$$

Витрати води на приготування суслу ($V_{\text{В. сус}}$, дм³) будуть розраховуватись за формулою 21:

$$V_{\text{В. сус}} = 101,88 - (54,175 + 14,47 + 40) = 910,2 \text{ дм}^3$$

Загальні витрати води на виробництво квасу ($V_{\text{В.кв.}}$, дм³) розрахуємо за формулою 22:

$$V_{\text{В.кв.}} = 29,6 + 32,7 + 910,2 = 972,5 \text{ дм}^3$$

Кількість необхідної сировини і напівфабрикатів в рік ($\Pi'_{\text{рік}}$) знаходять за формулою 23:

$$\Pi'_{\text{рік}} = \frac{102,04 \cdot 2500}{100} = 255,1 \text{ кг}; 0,2551 \text{ кг/дм}^3$$

Добова кількість сировини і напівфабрикатів ($\Pi'_{\text{доб}}$) знаходиться за формулою 24:

$$\Pi'_{\text{доб}} = \frac{102,4 \cdot 250}{100} = 25,51 \text{ дал}$$

									Арк.
									53
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата	КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ				

Дані продуктового розрахунку зводять в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Зведені дані розрахунку продуктів

Найменування продукту	Од. виміру	Витрати		
		на 100 дал	в рік	за добу
Цукор	кг	50	1250	125
ККС	кг	29,4	735	7,35
	дм ³	21,8	545	5,45
Дріжджі хлібопекарські	кг	0,15	3,75	0,0375
Комбінована закваска	дм ³	40	1000	10
Квасне сусло без цукрового сиропу і закваски перед бродінням	дм ³	960	24125	241,20
Загальний об'єм сусла перед бродінням	дм ³	1010	25470	254,70
Квас після бродіння перед купажуванням	дал	100,86	2521,50	25,21
Квас після купажування	дал	105,2	2630	26,30
Квас перед розливом	дал	102,04	2551	25,51
Товарний квас	дал	100	2500	25,00

Розлив квасу

При розливі квасу в пляшки або банки необхідно забезпечити його стабільність протягом 30 діб і більше, тобто забезпечити стабільність, характерну для третьої групи ферментованих напоїв. Це можливо досягти за рахунок додаткового фільтрування на наливних фільтрах. При цьому слід врахувати втрати готового напою на фільтрування ($V_{\text{гот нап}}$, дм³):

$$V_{\text{гот нап}} = (V_{\text{заг}} + V_{\text{В.кв}}) \times (1 - V_{\text{тф}}) \quad (25)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм сусла перед бродінням, дм³; $V_{\text{В.кв}}$ – загальні витрати води на виробництво квасу, дм³; $V_{\text{тф}}$ – втрати на фільтрування, % (2,3...2,4%).

Втрати фільтрованого напою (квасу) при розливі у пляшки становлять 2,5%, у діжки – 0,5%, у квасовози – 0,35%. Тобто, якщо 65% від загальної кількості квасу розливають у пляшки, 15% – у діжки і 20% – у квасовози, середньозважені втрати квасу будуть складати:

$$V_{Tp} = 65 \times 0,025 + 15 \times 0,005 + 20 \times 0,0035 = 1,77\% \quad (26)$$

В такому випадку кількість товарного квасу складе:

$$V'_{\text{гот нап}} = V_{\text{гот нап}} \times (1 - V_{Tp}) \quad (27)$$

Враховуючи дані, що ми маємо у завданні до курсового проєкту та наведені формули, можемо провести розрахунки при розливі квасу

Об'єм готового фільтрованого квасу із урахуванням втрат на фільтрування ($V_{\text{гот нап}}$, дм^3) розраховуємо за формулою 25:

$$V_{\text{гот нап}} = (254,70 + 25300) \times (1 - 0,023) = 25554,70 \times 0,977 = 24966,9 \text{ дм}^3$$

Згідно із завданням, увесь квас, що виготовляється на підприємстві, розливається у пляшки по 1,5 дм^3 . Тобто, середньозважені втрати при розливі будуть враховувати лише розлив у пляшки і формула 27 для розрахунку буде мати вигляд:

$$V_{Tp} = 100 \times 0,025 = 2,5\%$$

В такому випадку кількість товарного квасу можна розрахувати за формулою 27:

$$V'_{\text{гот нап}} = 24966,9 \times (1 - 0,025) = 24342,7$$

3.3 Розрахунок напівфабрикатів та відходів виробництва

Кількість утвореної пивної дробини ($M_{\text{др}}$, кг) розраховують за наступною формулою:

$$M_{\text{др}} = G_{\text{др}} \times K, \quad (3.26)$$

де $G_{\text{др}}$ – кількість сухих речовин, що залишилися в дробині, кг; K – коефіцієнт перерахунку ($K = 100 / (100 - W)$, де W – вологість дробини, %).

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		55

Кількість дробини, що утворюється на заводі враховуючи задану річну потужність ($M'_{др}$, кг), буде становити:

$$M'_{др} = M_{др} \times L, \quad (3.27)$$

де L – річна потужність заводу за кожним сортом пива, л.

На кожен 1 дал пива отримують вологої дробини ($M_{хм.др}$, кг) в кількості:

$$M_{хм.др} = G_{хм} \times 0,6 \times 6,67 \quad (3.28)$$

Кількість хмільової дробини, що утворюється на заводі враховуючи задану річну потужність ($M'_{хм.др}$, кг), буде становити:

$$M'_{хм.др} = M_{хм.др} \times L \quad (3.29)$$

Незалежно від сорту пива на 100 кг витрачених зернопродуктів (за рецептурою) отримують 1,75 кг шламу сепараторного вологістю 80%. Тобто, розрахунок проводиться лише на задану річну продуктивність заводу, для чого складають відповідну пропорцію: (3.30)

100 кг зернопродуктів – 1,75 кг шламу

A кг зернопродуктів – X кг шламу

де A – кількість зернопродуктів, що необхідна для забезпечення річної продуктивності заводу, кг.

Кількість відстою у танках доброджування при витримці пива становить 1,71 л на 100 кг витрачених зернопродуктів.

Для розрахунку двоокису вуглецю першим ділом необхідно перевести об'єм холодного сусла у масове вираження:

$$M_{х.с.} = V_2 \times d, \quad (3.30)$$

де V_2 – об'єм холодного сусла, л; d – густина сусла, кг/л.

Кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі ($EP_{х.с.}$, кг):

$$EP_{х.с.} = M_{х.с.} \times K_c / 100 \quad (3.31)$$

де $M_{х.с.}$ – маса холодного сусла, кг; K_c – концентрація сусла для кожного сорту пива, %.

Кількість екстрактивних речовин, що збродить ($M_{е.р-н}$, кг), розраховують за формулою:

$$M_{е.р-н} = EP_{х.с.} \times C_{Т36} / 100 \quad (3.32)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						56
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

де $E_{P_{x.c}}$ – кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі, кг; St_{36} – ступінь збродження, %.

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння (K_{CO_2} , кг) розраховують за формулою:

$$K_{CO_2} = (M_{e.p-n} \times 44 \times 4) / 342, \quad (3.33)$$

де $M_{e.p-n}$ – кількість екстрактивних речовин, що збродить, кг; 342 і 44 – відповідно молекулярна маса мальтози і вуглекислого газу; 4 – стехіометричний коефіцієнт при CO_2 .

Кількість зв'язаної вуглекислоти ($K_{зв.CO_2}$, кг) буде становити:

$$K_{зв.CO_2} = M_{x.c} \times CO_2 / 100,$$

де $M_{x.c}$ – маса холодного сусла, кг; $CO_{2п}$ – вміст вуглекислоти в пиві, %мас.

Кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу ($K_{CO_2 атм}$, кг): [11]

$$K_{CO_2 атм} = K_{CO_2} - K_{зв.CO_2}, \quad (3.34)$$

де K_{CO_2} – кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння, кг;
 $K_{зв.CO_2}$ – кількість зв'язаної вуглекислоти, кг.

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу ($V_{CO_2 атм, м^3}$) буде: [11]

$$V_{CO_2 атм} = K_{CO_2 атм} / 1,832 \quad (2.35)$$

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

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива (M_{CO_2} , г/дал) буде:

$$M_{CO_2} = K_{CO_2 атм} \times 1000 / V_{т.п.} \div 10 \quad (3.36)$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку в г; 10 – коефіцієнт перерахунку в дал.

За вищенаведеними формулами проведемо розрахунки для пива «Львівське»:

Кількість утвореної пивної дробини ($M_{др}$, кг) розраховують за наступною формулою:

$$K = 100 / 100 - W = 100 / 100 - 86 = 7,14$$

$$M_{др} = 7,14 \times 1,42 = 10,1 \text{ кг}$$

$$M'_{др} = 10,1 \times 50000 = 505 \text{ 000 л}$$

На кожен 1 дал пива отримують вологої дробини ($M_{хм.др}$, кг) в кількості:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		57

$$M_{\text{хм.др}}=1,06 \times 0,6 \times 6,67=4,24 \text{ кг}$$

На річну потужність:

$$M'_{\text{хм.др}}=4,24 \times 50\,000=212\,000 \text{ кг}$$

Кількість зернопродуктів, що необхідна для забезпечення річної продуктивності заводу, кг.

$$A=50\,000 \times 1,0442=52\,210 \text{ кг}$$

$$X=52\,210 \times 1,75/100=913,7 \text{ кг}$$

Кількість відстою у танках доброджування при витримці пива становить 1,71 л на 100 кг витрачених зернопродуктів.

$$100 \text{ кг зернопродуктів} - 1,71 \text{ л відстою}$$

$$A \text{ кг зернопродуктів} - X \text{ л відстою}$$

$$X=52\,210 \times 1,71/100=892,8 \text{ л}$$

Для розрахунку двоокису вуглецю першим ділом необхідно перевести об'єм холодного сула у масове вираження:

$$M_{\text{х.с.}}=560,1 \times 1,0442=584,9 \text{ л}$$

На річну потужність заводу:

$$M'_{\text{х.с.}}=584,9 \times 50\,000=29\,245\,000 \text{ л}$$

Кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі ($EP_{\text{х.с.}}$, кг):

$$EP_{\text{х.с.}}=560,1 \times 12/100=67,2 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що збродить ($M_{\text{е.р-н}}$, кг):

$$M_{\text{е.р-н}}=67,2 \times 50/100=33,6 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння (K_{CO_2} , кг):

$$K_{\text{CO}_2}=(33,6 \times 44 \times 4)/342=17,3 \text{ кг}$$

Кількість зв'язаної вуглекислоти ($K_{\text{зв. CO}_2}$, кг) буде становити:

$$K_{\text{зв. CO}_2}=560,1 \times 0,3/100=1,7 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу ($K_{\text{CO}_2 \text{ атм}}$, кг):

$$K_{\text{CO}_2 \text{ атм}}=17,3-1,7=15,6 \text{ кг}$$

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу ($V_{\text{CO}_2 \text{ атм}}$, м³) буде:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						57
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

$$V_{CO2ат} = 15,6/1,832 = 8,5 \text{ м}^3$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива (M_{CO2} , г/дал) буде:

$$M_{CO2} = 15,6 \times 1000 / 526,5 \div 10 = 2,96 \text{ л}$$

За вищенаведеними формулами проведемо розрахунок сировини для пива «Портер»:

Кількість утвореної пивної дробини ($M_{др}$, кг):

$$M_{др} = 7,14 \times 1,4 = 10,0 \text{ кг}$$

На річну потужність:

$$M'_{др} = 10,0 \times 25000 = 250\,000 \text{ л}$$

На кожен 1 дал пива отримують вологої дробини ($M_{хм,др}$, кг) в кількості:

$$M_{хм,др} = 0,8 \times 0,6 \times 6,67 = 3,2 \text{ кг}$$

На річну потужність:

Кількість зернопродуктів, що необхідна для забезпечення річної продуктивності заводу, кг.

$$A = 25000 \times 1,0526 = 26\,315 \text{ кг}$$

$$X = 26\,315 \times 1,75 / 100 = 460,5 \text{ кг}$$

Кількість відстою у танках доброджування при витримці пива:

$$X = 26\,315 \times 1,71 / 100 = 450 \text{ л}$$

Для розрахунку двоокису вуглецю першим ділом необхідно перевести об'єм холодного суслу у масове вираження:

$$M_{х.с.} = 278,2 \times 1,0830 = 301,3 \text{ л}$$

На річну потужність:

$$M'_{х.с.} = 301,3 \times 25000 = 7\,532\,500 \text{ л}$$

Кількість екстрактивних речовин, що містяться в суслі ($EP_{х.с.}$, кг):

$$EP_{х.с.} = 301,3 \times 20 / 100 = 60,26 \text{ кг}$$

Кількість екстрактивних речовин, що збродить ($M_{е.р-н}$, кг):

$$M_{е.р-н} = 60,26 \times 47,5 / 100 = 26,8 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислого газу, що виділиться під час бродіння (K_{CO2} , кг):

$$K_{CO2} = (26,8 \times 44 \times 4) / 342 = 13,8 \text{ кг}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						59
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Кількість зв'язаної вуглекислоти ($K_{зв.CO_2}$, кг) буде становити:

$$K_{зв.CO_2} = 301,3 \times 0,35 / 100 = 1,05 \text{ кг}$$

Кількість вуглекислоти, що виділиться в атмосферу ($K_{CO_2 \text{ атм}}$, кг):

$$K_{CO_2 \text{ атм}} = 13,8 - 1,05 = 12,75 \text{ кг}$$

Об'єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу ($V_{CO_2 \text{ атм}}$, м³) буде:

$$V_{CO_2 \text{ атм}} = 12,75 / 1,832 = 6,95 \text{ м}^3$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива (M_{CO_2} , г/дал) буде:

$$M_{CO_2} = 12,75 \times 1000 / 260 \div 10 = 4,9 \text{ л}$$

У табл.3.7 представлено зведені дані вищенаведених розрахунків.

Таблиця 3.7– Зведена таблиця

Сировина	Необхідна кількість сировини		
	На 100 кг зернової сировини	На 1 дал пива	На річну потужність підприємства, л
Сорт пива «Львівське»			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	89,5	8,45	42 250
Рисова січка	10	0,1	5000
Солод карамельний	0,5	0,045	225
Разом, кг:	100	8,595	42 975
Інші види сировини, кг:			
Хміль	15,8	1,58	7900
Молочна кислота	0,08	0,008	40
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	594,6	59,46	28 585 000
Холодне сусло	560,1	56,01	28 005 000
Молоде пиво	546,1	54,61	27 305 000
Фільтроване пиво	533,5	53,35	26 675 000
Готове пиво	525,6	52,26	26 280 000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	42,4	4,24	21200

Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата
-------	-------	-----------	--------	------

КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ

Арк.

56

Відстій, л	1,71	0,171	855
Пиво «Портер»			
Зернова сировина, кг:			
Солод світлий	6,0	0,54	1 350
Солод темний	82,0	7,38	18 450
Солод карамельний	12,0	1,08	2 700
Разом, кг:	100	9,0	22 500
Інші види сировини, кг:			
Хміль	11,7	1,17	2925
Молочна кислота	0,08	0,008	20
Напівпродукти, л:			
Гаряче сусло	294,4	29,44	7 077 500
Холодне сусло	278,2	27,82	7 054 400
Молоде пиво	271,8	27,18	6 970 000
Фільтроване пиво	265,8	26,58	6 795 000
Готове пиво	260	26,0	6 645 000
Відходи:			
Пивна дробина, кг	32,0	3,2	8000
Відстій, л	1,71	0,171	427,5

3.4 Розрахунок тари та пакувальних матеріалів

Пляшки скляні

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в скляні пляшки 0,5 дм³, ($\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}}$, дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} = (V'_{4\text{п}1} \times n_{\text{ск.пл}1} + V'_{4\text{п}2} \times n_{\text{ск.пл}2} + \dots + V'_{4\text{п}n} \times n_{\text{ск.пл}n}) / 1000$$

де $V'_{4\text{п}1} \dots V'_{4\text{п}n}$ – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л; $n_{\text{ск.пл}1} \dots n_{\text{ск.пл}n}$ – частка кожного сорту пива, що розливається в скляні пляшки; 1000 – перерахунок л в дал.

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} = (26675000 \times 0,4 + 6795000 \times 0,2) / 1000 = (10670000 + 1359000) / 1000 = 12029 \text{ дал}$$

Річна кількість пляшок, що необхідні для розливу фільтрованого пива без урахування втрат (K_0 , млн. шт), розраховується наступним чином:

Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата	КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						60

$$K_0 = (\Sigma V_{\text{ф.п.в.н}} \times 20) / 1000000$$

де $\Sigma V_{\text{ф.п.в.н}}$ – сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, дал; 20 – перерахунок 1 дал пива на пляшки місткістю 0,5 дм³.

$$K_0 = (12029 \times 20) / 1000000 = 0,24$$

Річну кількість пляшок із урахуванням втрат (K_1 , млн.шт) розраховують так:

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

де $\Sigma \text{Пр}$ – сумарний бій пляшок при зберіганні, митті, розливі, %: приймаємо втрати в скляному посуді (%) $0,06 + 0,45 = 0,51$; в цеху розливу 2,0% в складі готової продукції $0,09 + 0,03 + 0,15 = 0,27$; $\Sigma \text{Пр} = 2,78\%$.

$$K_1 = (0,24 \times 100) / (100 - 2,78) = 0,25$$

Кількість пляшок, що необхідна для заміщення бою (K_2 , млн. шт) становить:

$$K_2 = K_1 - K_0 = 0,25 - 0,24 = 0,01$$

Кількість нових пляшок (K_3 , млн. шт):

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

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

$$K_3 = 0,24 \times (5/100) + 0,01 = 0,022$$

Кількість зворотних пляшок (K_4 , млн. шт) розраховують так:

$$K_4 = K_0 / 40,$$

де K_0 – річна кількість пляшок, що необхідна для розливу фільтрованого пива без урахування втрат, млн. шт.; 40 – кількість обертів пляшок в рік.

$$K_4 = 0,24 / 40 = 0,006$$

Преформи для ПЕТ-пляшок

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в ПЕТ-пляшки 2,0 дм³, ($\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}}$, дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} = (V'_{4\text{п}1} \times n_{\text{ПЕТ}1} + V'_{4\text{п}2} \times n_{\text{ПЕТ}2} + \dots + V'_{4\text{п}n} \times n_{\text{ПЕТ}n}) / 1000$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		61

де $V'_{4п1} \dots V'_{4пн}$ – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л; $n_{ПЕТ1} \dots n_{ПЕТн}$ – частка кожного сорту пива, що розливається в ПЕТ-пляшки; 1000 – перерахунок л в дал.

$$\Sigma V_{ф.п.ПЕТ} = (26675000 \times 0,4 + 6795000 \times 0,3) / 1000 = 10670000 + 2038500 / 1000 = 12708,5 \text{ дал}$$

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу пива без урахування втрат (K_5 , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_5 = \Sigma V_{ф.п.ПЕТ} / 0,2$$

де 0,15 – місткість 1 ПЕТ-пляшки, дал.

$$K_5 = 12708,5 / 0,2 / 1000000 = 0,064$$

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат (K_6 , млн.шт.) складе:

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

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

$$K_6 = (0,064 \times 100) / (100 - 0,1) = 0,065$$

Кеги

Сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливається в кеги 1,5 дм³ ($\Sigma V_{ф.п.к}$, дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{ф.п.к} = (V'_{4п1} \times n_{к1} + V'_{4п2} \times n_{к2} + \dots + V'_{4пн} \times n_{кн}) / 1000$$

де $V'_{4п1} \dots V'_{4пн}$ – кількість фільтрованого пива кожного сорту на річну потужність заводу, л; $n_{к1} \dots n_{кн}$ – частка кожного сорту пива, що розливається в кеги; 1000 – перерахунок л в дал.

$$\Sigma V_{ф.п.к} = (26675000 \times 0,2 + 6795000 \times 0,5) / 1000 = (5335000 + 3397500) / 1000 = 8732,5 \text{ дал}$$

Кількість кег для розливу річної кількості пива (K_7 , шт) розраховують таким чином:

$$K_7 = \Sigma V_{ф.п.к} / V_k$$

де V_k – місткість 1-ї кеги, дал (зазвичай приймають 5 дал, якщо інше не вказано у завданні).

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		62

$$K_7 = 8732,5 / 5 = 1747$$

Додаткова кількість нових кег (K_8 , шт) виходячи із того, що лише 90% їх є обертовими, розраховується наступним чином:

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

$$K_8 = 1747 \times (100 - 90) / 100 = 174,7 = 175$$

Кількість зворотніх кег (K_9 , шт) при умові 40 обертів кожної кеги в рік, розраховують за формулою:

$$K_9 = K_8 / 40 = 175 / 40 = 4,4 = 5$$

Ящики

Кількість ящиків для скляних пляшок, що використовуються з метою укладання всієї продукції з урашуванням 2% зносу (K_{10} , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_{10} = K_1 / 20 \times (100 - 0,02)$$

де K_1 – річна кількість пляшок із урахуванням втрат, млн. шт.; 20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм³ у стандартних ящиках, шт.

$$K_{10} = 0,25 / 20 \times (100 - 0,02) = 1,25$$

Кількість нових ящиків (K_{11} , млн. шт.) з урахуванням того, що 90% ящиків є зворотними, розраховують так:

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

$$K_{11} = 1,25 \times (100 - 90) / 100 = 0,125$$

Кількість зворотніх ящиків (K_{12} , млн. шт.) буде становити:

$$K_{12} = K_1 / 20 \times 40 = 0,25 / 800 = 0,0003125$$

де 20 – кількість пляшок місткістю 0,5 дм³ у стандартних ящиках, шт.; 40 – число обертів ящика в рік.

Пробки та етикетки

Кількість кронен-пробок ($K_{13\text{ск.п.}}$, млн. шт.) і етикеток ($K_{14\text{ск.п.}}$, млн.шт.) на річний випуск пляшкової продукції складе:

$$K_{13\text{ск.п.}} = K_0 \times 106 \times 1,045$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		63

де 1,045 – витрати кронен пробок на 1 дал напоїв від кількості готової кродукції, частка (за табл. 4.6).

$$K_{13\text{ск.п.}}=K_0 \times 106 \times 1,045$$

$$K_{13\text{ск.п.}}=0,24 \times 106 \times 1,045=26,6$$

де 1,03 – витрати етикеток на 1 дал напоїв від кількості готової кродукції, частка (за табл. 4.6).

Кількість гвинтових пробок для укупорювання ПЕТ-пляшок та етикеток для них ($K_{13\text{ПЕТ}}$ і $K_{14\text{ПЕТ}}$ відповідно), розраховують аналогічно тому, як це роблять для скляних пляшок, лише враховуючи кількість преформ, що використовується для розливу пива.

$$K_{13\text{ПЕТ}}=0,065 \times 106 \times 1,045=7,2$$

Кількість етикеток для кег (2 етикетки на 10 дал,) ($K_{14\text{к}}$, млн. шт.), визначають наступним чином:

$$K_{14\text{к}}= \Sigma V_{\text{ф.п.к}} \times 2 / 10$$

$$K_{14\text{к}}=1747 \times 2 / 10=349,4=350/1000000=0,00035$$

Сумарну кількість етикеток на пляшкову (скло і ПЕТ) та кегову продукцію буде становити:

$$\Sigma K_4=K_{14\text{ск.п.}}+K_{14\text{ПЕТ}}+K_{14\text{к}}, \text{ млн. шт.}$$

$$\Sigma K_4=26,6+7,2+0,00035 = 33,8$$

Клей декстрин для наклеювання етикеток 33,8

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках ($K_{15\text{ск.п}}$, кг) визначають за формулою:

$$K_{15\text{ск.п.}}=K_0 \times 0,275 \times 106 / 103$$

$$K_{15\text{ск.п.}}=0,24 \times 0,275 \times 106 / 103=0,068$$

де 0,275 – кількість декстрину в кг, що необхідна для поклейки 1000 пляшок по 0,5 дм³ (табл. 4.6)

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		64

Кількість клею на річний випуск клею в ПЕТ-пляшках ($K_{15\text{ПЕТ}}$, кг) буде розраховуватись аналогічно тому, як це записано для скляних пляшок, лише із урахуванням ПЕТ-преформ:

$$K_{15\text{ПЕТ}}=0,065 \times 0,275 \times 106 / 103=0,018$$

Кількість клею на річний випуск пива, що розливається в кеги ($K_{15\text{к}}$, кг) буде:

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

$$K_{15\text{к}}= 1747 \times 2 \times 0,275 / (10 \times 1000)=0,096$$

Сумарні витрати клею на річний випуск продукції складуть:

$$\Sigma K_{15}=K_{15\text{ск.п}}+K_{15\text{ПЕТ}}+K_{15\text{к}}, \text{ кг}$$

$$\Sigma K_{15}=0,068+0,018+0,096=0,182$$

Луг для миття пляшок і кег

Кількість луку на річний випуск пляшкової продукції ($K_{16\text{ск.п}}$, кг) розраховується:

$$K_{16\text{ск.п}}=K_1 \times 1000 \dots 1100$$

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

$$K_{16\text{ск.п}}=0,24 \times 1000=240$$

Кількість луку на річний випуск продукції в кегах ($K_{16\text{к}}$, кг) розраховується так:

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

$$K_{16\text{к}}=1747 \times 0,10=174,7$$

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

(табл. 4.6)

Сумарна річна кількість луку, що необхідна для миття пляшкової та кегової тари буде:

$$\Sigma K_{16}=K_{16\text{ск.п}}+K_{16\text{к}}, \text{ кг}$$

$$\Sigma K_{16}=240+174,7= 414,7$$

Результати розрахунків допоміжних матеріалів заносять до табл. 3.8

Таблиця 3.8– Кількість допоміжних матеріалів, необхідна для забезпечення технологічного процесу

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						65
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Допоміжні матеріали	На річну продуктивність 1 тис.гл
Пляшки, млн.шт	
Скляні	0,24
Пет	0,068
Кеги, шт.	1747
Ящики, млн.шт.	1,25
Гвинтові пробки, млн.шт.	7,2
Етикетки, млн.шт.	33,8
Клей декстрин, кг	0,182
Луг, кг	414,7

Хлібний квас

Преформи для ПЕТ-пляшок

Сумарний річний об'єм квасу, що розливається в ПЕТ-пляшки 1,5 дм³, ($\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}}$, дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{кв.ПЕТ}} = (V'_{4\text{п1}} \times n_{\text{ПЕТ1}} + V'_{4\text{п2}} \times n_{\text{ПЕТ2}} + \dots + V'_{4\text{пн}} \times n_{\text{ПЕТн}}) / 1000 \quad (1)$$

Так як увесь ККС розливається у бутілі по 10 кг то сумарний річний об'єм розрахується за формулою:

$$\Sigma V_{\text{ккс.ПЕТ}} = M_{\text{СИР,річна}} \quad (2)$$

Де $V'_{4\text{п1}} \dots V'_{4\text{пн}}$ – кількість квасу кожного сорту на річну потужність заводу, л; $n_{\text{ПЕТ1}} \dots n_{\text{ПЕТн}}$ – частка кожного сорту квасу, що розливається в ПЕТ-пляшки; 1000 – перерахунок л в дал,

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу квасу без урахування втрат (K_5 , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_5 = \Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}} / 0,15 \quad (3)$$

Де 0,15 – місткість 1 ПЕТ-пляшки, дал.

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат (K_6 , млн.шт.) складе:

$$K_6 = (K_5 \times 100) / (100 - 0,1) \quad (4)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		66

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

Пробки та етикетки

Кількість гвинтових пробок для укупування ПЕТ-пляшок та етикеток для них ($K_{13\text{ПЕТ}}$ і $K_{14\text{ПЕТ}}$ відповідно), розраховують

$$K_{13\text{ПЕТ}}=K_5 \times 10^6 \times 1,045 \quad (5)$$

Де 1,045 – витрати гвинтових пробок на 1 дал напоїв від кількості готової продукції, частка [7, 9].

$$K_{14\text{ПЕТ}}= K_5 \times 10^6 \times 1,03 \quad (6)$$

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

Клей декстрин для наклеювання етикеток

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках ($K_{15\text{ск.п}}$, кг) визначають за формулою:

$$K_{15\text{ск.п}}=K_5 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 \quad (7)$$

Де 0,275 – кількість декстрину в кг, що необхідна для поклейки 1000 пляшок по 0,5 дм³ [Витрати допоміжних матеріалів у виробництві пива].

Кількість клею на річний випуск клею в ПЕТ-пляшках ($K_{15\text{ПЕТ}}$, кг) буде розраховуватись

$$K_{15\text{ПЕТ}}=K_5 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3$$

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

Отже, за наведеними формулами можемо провести розрахунок.

Преформи для ПЕТ-пляшок

Сумарний річний об'єм квасу, що розливається в ПЕТ-пляшки 1,5 дм³, ($\Sigma V_{\text{ф.п.ПЕТ}}$, дал), розраховують за формулою:

$$\Sigma V_{\text{кв.ПЕТ}}=(2434,5 \times 2,5)/1000 = 6,1$$

Так як увесь ККС розливається у бутілі по 10 кг то сумарний річний об'єм розрахується за формулою:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		67

$$\Sigma V_{\text{ккс.ПЕТ}} = 735 \text{ кг}$$

Річну кількість преформ для ПЕТ-пляшок, що необхідна для розливу квасу без урахування втрат (K_5 , млн.шт.), розраховують наступним чином:

$$K_{5\text{кв.}} = 6,1 / 0,15 = 40,6 \text{ млн.шт}$$

$$K_{5\text{ккс}} = 735 / 0,15 = 4900 \text{ млн.шт}$$

Річна кількість преформ для ПЕТ-пляшок із урахуванням втрат (K_6 , млн.шт.) складе:

$$K_{6\text{кв.}} = (40,6 \times 100) / (100 - 0,1) = 4060 / 99,9 = 40,64 \text{ млн.шт.}$$

$$K_{6\text{ккс}} = (4900 \times 100) / (100 - 0,1) = 4904 \text{ млн.шт.}$$

Пробки та етикетки

Кількість гвинтових пробок для укупування ПЕТ-пляшок та етикеток для них ($K_{13\text{ПЕТ}}$ і $K_{14\text{ПЕТ}}$ відповідно), розраховують

$$K_{13\text{ПЕТкв.}} = 40,6 \times 10^6 \times 1,045 = 42406100$$

$$K_{13\text{ПЕТккс.}} = 4900 \times 10^6 \times 1,045 = 5120500000$$

$$K_{14\text{ПЕТкв.}} = 40,6 \times 10^6 \times 1,03 = 41797400$$

$$K_{14\text{ПЕТккс.}} = 4900 \times 10^6 \times 1,03 = 5047000000$$

Клей декстрин для наклеювання етикеток

Кількість клею декстрину на річний випуск продукції в скляних пляшках ($K_{15\text{ск.п}}$, кг) визначають за формулою:

$$K_{15\text{ск.п.кв.}} = 40,6 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 11159,5$$

$$K_{15\text{ск.п.ккс.}} = 4900 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 1347500$$

Кількість клею на річний випуск клею в ПЕТ-пляшках ($K_{15\text{ПЕТ}}$, кг) буде розраховуватись

$$K_{15\text{ПЕТ.кв.}} = 40,6 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 11159,50$$

$$K_{15\text{ПЕТ.ккс.}} = 4900 \times 0,275 \times 10^6 / 10^3 = 1347500$$

Результати розрахунків допоміжних матеріалів заносять до табл. 3.9.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		68

Таблиця 3.9 – Результати розрахунку допоміжних матеріалів

Допоміжні матеріали	На річну продуктивність	
	Квасу холодної стерилізації	ККС
Пляшки, млн. шт.:		
ПЕТ	40,64	4900
Гвинтові пробки, млн. шт.	42406100	5120500000
Етикетки, млн. шт.	41797400	5047000000
Клей декстрин, кг	11159,50	1347500

3.5 Розрахунок площ складських приміщень

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів (хмелю, карамельного солоду, рису, цукру, діатоміту, опірного картону і т. д.) (S_1 , м²) розраховують за формулою:

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

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.

Площа для складу світлого солоду:

$$S_1 = (43600 \times 3 \times 1,5) / (323 \times 1500) = 0,41 \text{ м}^2$$

Площа для складу темного солоду:

$$S_2 = (18450 \times 3 \times 1,5) / (323 \times 1500) = 0,17 \text{ м}^2$$

Площа для складу рисової січки:

$$S_3 = (5000 \times 3 \times 1,5) / (323 \times 1500) = 0,046 \text{ м}^2$$

Площа складу для хмелю:

$$S_4 = (10825 \times 1 \times 1,5) / (323 \times 400) = 0,13 \text{ м}^2$$

Площа складу для карамельного солоду:

$$S_5 = (2925 \times 3 \times 1,5) / (323 \times 1500) = 0,027 \text{ м}^2$$

Склад зворотних пляшок (S_6 , м²) розраховують за формулою:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		69

$$S_6 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_2 \times n_2) / (m_2 \times \tau),$$

де $\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}}$ – сумарний річний об'єм фільтрованого пива всіх найменувань, що розливаються на заводі у скляні пляшки, 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, днів m_2 – кількість ящиків, що розміщуються на 1 м^2 площі; τ – кількість робочих днів цеху розливу у рік.

$$S_7 = (3347000 \times 1,5 \times 1,0278 \times 2) / (50 \times 238) = 867,2 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції ($S_3, \text{м}^2$) розраховують наступним чином:

$$S_8 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_3 \times n_2) / (m_2 \times \tau),$$

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

$$S_8 = (3347000 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / (50 \times 238) = 844,5 \text{ м}^2$$

Склад нових пляшок ($S_4, \text{м}^2$) розраховується на місячний запас:

$$S_8 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_4 \times n_2) / (m_2 \times \tau_1)$$

де k_4 – повернення пляшок на підприємство з метою поповнення бою (8,09%), частка ($k_4 = 0,0809$); τ_1 – кількість днів роботи пивоварного заводу в рік.

$$S_8 = (3347000 \times 1,5 \times 0,0809 \times 2) / (50 \times 340) = 47,8 \text{ м}^2$$

Склад для прийому порожніх кег ($S_9, \text{м}^2$) розраховують так:

$$S_9 = (K_7 \times k_1 \times k_5 \times n_2) / (m_3 \times \tau)$$

де K_7 – кількість кег для розливу річної кількості фільтрованого пива, шт.; k_5 – коефіцієнт нерівномірності підвезення, $k_5 = 2$; n_2 – для продукції в кегах і для порожніх кег 1...2 доби; m_3 – кількість кег місткістю 5 дал розміщених на 10 м^3 площі.

$$S_9 = (1747 \times 1,5 \times 2 \times 1) / (9 \times 238) = 2,94 \text{ м}^2$$

Склад готової продукції в кегах ($S_6, \text{м}^2$) становить:

$$S_{10} = S_9 = 2,94 \text{ м}^2$$

Склад полегшений для зберігання запасу пляшок в ящиках ($S_7, \text{м}^2$) розраховують так:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		70

$$S_{11}=(\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_6 \times n_2) / (m_2 \times \tau),$$

де k_6 – коефіцієнт, що враховує бій і брак пляшок ($k_6=1,0269$); $n_2=2$.

$$S_{11}=(3347000 \times 1,5 \times 1,0269 \times 2) / (50 \times 238)=866,5 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання кег ($S_8, \text{м}^2$) розраховують:

$$S_{12}=(K_7 \times k_1 \times n_2) / (m_3 \times \tau)$$

Із даних таблиці методичних рекомендацій : $n_2=5$; $m_3=150$

$$S_{12}=(1747 \times 1,5 \times 2) / (9 \times 150)=3,8 \text{ м}^2$$

Майданчик під накриттям для зберігання запасу ящиків ($S_9, \text{м}^2$) є:

$$S_{13}=(\Sigma \text{ф.п.ск.пл} \times k_1 \times n_2) / (m_4 \times \tau)$$

Із даних таблиці методичних рекомендацій [11]: $n_2=5$; $m_4=500$

$$S_{13}=(3347000 \times 1,5 \times 5) / (500 \times 238)=211 \text{ м}^2$$

Майданчик для склобою ($S_{10}, \text{м}^2$) розраховують так:

$$S_{14} = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times 20 \times k_7 \times n_2 \times h) / (p \times 1000 \times m \times \tau)$$

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 ($p=0,5$); m – маса однієї пляшки, кг (при розливі у пляшки 0,5 дм³ = 0,5 кг, при розливі у пляшки 0,33 дм³=0,33 кг); τ – кількість робочих днів цеху розливу у рік.

$$S_{14} = (3347000 \times 20 \times 0,0278 \times 10 \times 0,5) / (0,5 \times 1000 \times 0,5 \times 238)=156,3 \text{ м}^2$$

Хлібний квас

Площу складу для сировини і допоміжних матеріалів (солоду, борошна) ($S_1, \text{м}^2$) розраховують за формулою:

$$S_1=(M_p \times n_1 \times k_1) / (\tau_1 \times m_1) \quad (1)$$

Де M_p – річна кількість сировини або матеріалів, кг [9]; n_1 – норма запасу сировини, рік/місяць [9]; k_1 – коефіцієнт, що враховує площу, що необхідна для обслуговування і проїзду ($k_1 = 1,5$); τ_1 – кількість днів роботи заводу з виробництва квасу і ККС в рік (табл. 3.2).

Розрахунок складів проводять для кожного виду сировини і допоміжних матеріалів, що застосовуються на підприємстві, що проектується.

Склад готової продукції ($S_3, \text{м}^2$) розраховують наступним чином:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		71

$$S_3 = (\Sigma V_{\text{ф.п.ск.пл}} \times k_1 \times k_3 \times n_2) / (1 \times \tau) \quad (2)$$

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

Проведемо розрахунки за наведеними формулами:

Розрахуємо площу S_1 :

$$S_1 = (2434,5 \times 3 \times 1,5) / (175 \times 1500) = 0,042 \text{ м}^2$$

Розрахуємо площу складу сировини, що необхідна для зберігання житнього солоду:

$$S_{1\text{ж.с.}} = (14 \times 3 \times 1,5) / (175 \times 1500) = 0,00024 \text{ м}^2$$

Розрахуємо площу складу сировини, що необхідна для зберігання ячмінного солоду:

$$S_{1\text{я.с.}} = (4 \times 3 \times 1,5) / (175 \times 1500) = 0,000068 \text{ м}^2$$

Розрахуємо площу складу сировини, що необхідна для зберігання житнього борошна:

$$S_{1\text{ж.б.}} = (2 \times 3 \times 1,5) / (175 \times 1500) = 0,000034 \text{ м}^2$$

На наступному етапі проведемо розрахунки необхідної площі складу готової продукції для квасу і ККС:

$$S_{3\text{кв.}} = (6,1 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / 175 = 0,104 \text{ м}^2 \text{ – для квасу}$$

$$S_{3\text{ккс.}} = (735 \times 1,5 \times 1,0009 \times 2) / 238 = 9,3 \text{ м}^2 \text{ – для ККС}$$

3.6 Вибір і розрахунок провідного обладнання

Обладнання для приймання зернопродуктів

Місткість бункера приймається умовно, відповідно до потужності підприємства та способу доставки зернопродуктів. Об'єм приймального бункера ($V_{\text{пр.б.}}, \text{м}^3$) розраховують за формулою:

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

де M – прийнята місткість бункера, т; ρ – насипна густина зерна, т/м³; 1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

Приймають прямокутні бункери з піромідальним днищем. Розміри бункерів знаходять виходячи із залежності:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		72

$$P_{\text{пр.б.}} = a \times b \times H + 1/3 \times a \times b \times h$$

Сторона «а» приймального бункера дорівнює десяткам його об'єму, тобто $a=b=2,75$ м.

Продуктивність норії і транспортерів, а також автоматичних вагів повинна забезпечувати максимальне годинне постачання зернопродуктів ($P_{\text{ч, т/год}}$) і знаходиться наступним чином:

$$P_{\text{ч}} = Q_{\text{доб}} / \tau_1,$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добове надходження зернопродуктів, т; τ_1 – час роботи приймального пристрою, год (зазвичай приймають 8 год)

Добова кількість зернопродуктів ($Q_{\text{доб}}$, т) розраховується з урахуванням річної потреби підприємства в солоді (усіх видах, що необхідні для виготовлення пива на заводі, що проектується) і ячмені:

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

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.

Продуктивність транспортера ($P_{\text{тр}}$, т/год) розраховують за формулою:

$$P_{\text{тр}} = 155 \times B^2 \times V \times \rho$$

де B – ширина стрічки обраного транспортеру, м; V – швидкість стрічки, м/с; ρ – насипна густина, т/м³.

Обладнання варильного цеху

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць ($Q_{\text{доб}}$, т):

$$Q_{\text{доб}} = \Sigma M_{\text{р}} \times a / n_{\text{міс}},$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		73

де ΣM_p – кількість всіх зернопродуктів, що переробляються в т; а – частка випуску пива у найбільш напружений місяць роботи ($a=0,1$); $n_{\text{міс}}$ – число днів роботи в місяць.

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

$$Q_{\text{од}} = Q_{\text{доб}} / Z,$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добова кількість зернопродуктів, т; Z – обертаємість варильного агрегату.

Допоміжне обладнання варильного цеху

До допоміжного обладнання відносять збірник проміжних вод, бункер для дробини і насоси. Місткість збірника промивних вод ($V_{\text{зб.п.в.}}, \text{м}^3$) розраховують на дві варки з урахуванням того, що на кожену тону зернопродуктів, яка переробляється, необхідно $2,4 \text{ м}^3$ об'єму. Тобто:

$$V_{\text{зб.п.в.}} = Q_{\text{од}} \times 2 \times 2,4$$

Продуктивність насосів ($\Pi_{\text{нас}}, \text{м}^3/\text{год}$) розраховують наступним чином:

$$\Pi_{\text{нас}} = Q_{\text{прод}} \times 60 / \tau_1$$

де $Q_{\text{прод}}$ – об'єм продукту, що перекачується, м^3 ; τ_1 – час перекачування, хв.

Добова кількість зернопродуктів становить 2,1 т. Кількість заторної маси складає $10,5 \text{ м}^3$.

Насос мутного сусла. Повертання мутного сусла триває 10 хв і його об'єм складає 10% від заторної маси ($K_{\text{зат.м}}$). Подача такого насосу ($\Pi_{\text{нмс}}, \text{м}^3/\text{год}$) розраховується наступним чином:

$$\Pi_{\text{нмс}} = K_{\text{зат.м}} \times 60 \times 0,1 / \tau_1,$$

де $K_{\text{зат.м}}$ – кількість заторної маси, м^3 ;

τ_1 – час перекачування, хв.

Сусловий насос

Подача охмеленого сусла в гідроциклонний апарат триває 20 хв. Об'єм сусла визначають за пропорцією використовуючи дані продуктового розрахунку:

$$\Sigma \text{Зернопродуктів} - V$$

$$\text{мзп} - X$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		74

де Σ Зернопродуктів – загальна маса зернопродуктів, що використовується для виготовлення 1 дал даного сорту, кг; V – об’єм суслу приведенний до 20 °С (за продуктивним розрахунком), дал; $m_{зп}$ – кількість зернопродуктів, що використовується на 1 засип апарату для приготування певного сорту пива, кг; X – об’єм суслу, що перекачується.

Насос для видалення дробини. Для зручності перекачування дробина розбавляється водою у співвідношенні 1:4. Процес її перекачування в збірник триває 15 хв. Масу дробини із однієї варки знаходимо за анологічною наведеної вище пропорцією:

Σ Зернопродуктів – $M_{др}$

$m_{зп} - X1$

де Σ Зернопродуктів – загальна маса зернопродуктів, що використовується для виготовлення 1 дал даного сорту пива, кг; $M_{др}$ – кількість утвореної дробини на 1 дал певного сорту пива, кг; $m_{зп}$ – кількість зернопродуктів, що використовується на 1 засип апарату для приготування певного сорту пива, кг; $X1$ – маса дробини із однієї варки, кг.

Збірники для дробини. Бункер повинен вмщати дробину з однієї варки. Діаметр бункера вибирається згідно технічних характеристик бункерів і залежить від об’єму, який потрібно зберігати. Він може становити від 2...3 м (при проектуванні мініброварень) до 4...6 м (при проектуванні пивзаводів).
Вибираємо діаметр 5 м.

При відомому діаметрі розраховують висоту бункера (H , м):

$$H = V * d / \pi * d^2$$

Обладнання для зберігання і підготовки зернопродуктів

Місткість бункерів для добового зберігання зернопродуктів ($V_{б.доб}$, м³) розраховують за формулою:

$$V_{б.доб} = Q_{доб} * 1,1 / \rho,$$

де $Q_{доб}$ – добовий запас зернопродуктів, т; ρ – насипна густина зернопродукту, т/м³; 1,1 – коефіцієнт запасу міцності.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		75

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора ($P_{\text{пм}}$ та $P_{\text{псс}}$, т/год) розраховують наступним чином

$$P_{\text{пм}} = Q_{\text{од}} / \tau_1$$

$$P_{\text{псс}} = Q_{\text{од}} \times Ч / \tau_1$$

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).

Ємності для очищених зернопродуктів є проміжними і повинні вміщати півгодинний запас потужності палірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора. Місткість бункера буде становити:

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

Де M – прийнята місткість бункера (приймається аналогічно тому, як було описано для приймального бункера), т; ρ – насипна густина зерна, т/м³; 1,1 – коефіцієнт запасу місткості.

Дробарки

Дробарки повинні забезпечувати подрібнення солоду на одну варку за 1,5...2,0 год ($\tau_{\text{пз}}$, год). В технологічній схемі перед дробарками встановлюють магнітні колонки.

Продуктивність дробарки ($Q_{\text{др.с}}$, т/год) розраховують за формулою:

$$Q_{\text{др.с}} = Q_{\text{од}} / \tau_{\text{пз}}$$

Де $Q_{\text{од}}$ – уточнений одначасний засип, т; $\tau_{\text{пз}}$ – час, за який було подрібнене зерно до процесу затирання, год.

При подрібненні карамельного солоду $Q_{\text{од}}$ домножують на його частку у рецептурі.

Продуктивність вальцьового станка для подрібнення несолодженої сировини (ячменю, рису, кукурудзи тощо) ($Q_{\text{вс}}$, т/год) розраховують наступним чином:

$$Q_{\text{вс}} = Q_{\text{од}} \times Ч / \tau_{\text{пз}}$$

де $Q_{\text{од}}$ – уточнений одначасний засип, т; $Ч$ – частка несолодженої сировини в рецептурі пива; $\tau_{\text{пз}}$ – час, за який було подрібнене зерно до процесу затирання, год.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		76

При розрахунку бункерів подрібнених зернопродуктів ($V_{бпз}$, m^3) враховують, що на кожен тону зернопродукту приймається 3 m^3 місткості.

Тоді розрахунок можна провести наступним чином:

$$V_{бпз} = Q_{од} \times 3$$

При розрахунку бункеру для подрібненого карамельного солоду в наведеній формулі додатково здійснюють множення на його частку у рецептурі пива.

Обладнання для освітлення і охолодження сусла

Потужність сепараторів і теплообмінників ($P_{сеп}$, т/о, $m^3/год$) розраховують за формулою:

$$P_{сеп, т/о} = V_1 / \tau_1,$$

де V_1 – об'єм сусла із урахуванням його розширення (був розрахований продуктовому розрахунку), m^3 ; ; τ_1 – тривалість сепарування / охолодження (1,5...2,0 год), год.

Розрахунок обладнання цеху бродіння і доброджування

Робимо розрахунки необхідної кількості апаратів ЦКБА ($n_{ЦКБА}$, шт.) для кожного сорту пива окремо:

$$n_{ЦКБА} = (V^2 \times 0.1) / (V_{ЦКБА} \times K_1 \times Z_1)$$

де V^2 – річний об'єм холодного сусла даного сорту, m^3 ;

$V_{ЦКБА}$ – місткість вибраного стандартного апарату, m^3 ;

K_1 – коефіцієнт заповнення апарату (0,9);

Z_1 – обертаємість апаратів в місяць для кожного сорту пива (для пива Жигулівське $Z_1=2,14$; для всіх інших сортів пива – 1,24).

Розрахунок пивних насосів ($Пп.нас$, $m^3/год$) проводять наступним чином:

$$Пп.нас = (\Sigma L \times k_1 \times 0.1) / (21 \times 2 \times 8)$$

Де ΣL – загальна річна продуктивність заводу за всіма сортами пива, m^3 ;

k_1 – коефіцієнт перерахунку товарного пива в нефільтроване ($k_1=1,0204$); 21 – число робочих днів у місяці; 2 – число змін; 8 – тривалість зміни, год.

При бродінні пива в ЦКБА у відділенні ЧКД застосовують установки, що

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						77
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

складаються із:

- А) стерилізатора-пропагатора;
- Б) стерилізатора і пропагатора однакової місткості;
- В) стерилізаторів і пропагаторів різної місткості.

Об'єм пропагатора при умові його однакової місткості із стерилізатором ($V_{\text{проп}}$, м^3) розраховується наступним чином:

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

де V_2 – об'єм холодного суслу, дал; 20 – співвідношення дріжджі:сусло.

Кількість збірників для дріжджів (монжю) (пзб.дріж, шт.) розраховують за формулою:

$$\text{пзб.дріж} = (V_{\text{з.др.}} \times m_1 \times m_2) / (V_{\text{зб}} \times 338)$$

де $V_{\text{з.др}}$ – кількість засівних (товарних) дріжджів, м^3 ; m_1 – запас дріжджів, діб ($m_1=2$ для заводів потужністю до 5 млн. дал на рік; $m_1=1,5$ для більш крупних заводів); m_2 – коефіцієнт, що враховує кратність розбавлення дріжджів водою ($m_2=1$ якщо іншого не вказано в технологічній карті); $V_{\text{зб}}$ – об'єм стандартного збірника, м^3 ; 338 – число робочих днів бродильного відділення.

Обладнання цеху розливу

Розлив пива у пляшки

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу (Пл.р., пляшок/год) розраховують наступним чином:

$$\text{Пл.р.} = (\Sigma V'4 \times 10 \times 0,1) / 21 \times 2 \times 8 \times K_{\text{тв}} \times V_{\text{пл}}$$

де $\Sigma V'4$ – 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; $K_{\text{тв}}$ – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в скляні і ПЕТ-пляшки $K_{\text{тв}}=0,7$); $V_{\text{пл}}$ – місткість пляшки, дм^3 .

Розлив пива в кеги

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги (Nr.к., шт.) розраховують наступним чином:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		78

$$N_{p.k} = (\Sigma V^4 \times 0,1) / 21 \times 2 \times 8 \times K_{тв} \times v_{кег} \times П_{кег}$$

де ΣV^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; $K_{тв}$ – коефіцієнт технічного використання лінії (при розливі пива в кеги $K_{тв}=0,9$); $V_{кег}$ – місткість кеги, $дм^3$; $П_{кег}$ – продуктивність установки для розливу ($П_{кег}=50...150$ кег/год).

У даному курсовому проєкті передбачено використання Автомобілеперекидача ГУАР-15Н, вантажопідйомністю 15 т.

$$V_{пр.б.} = 15 \times 1,1 / 0,6 = 27,5 \text{ м}^3$$

Приймають прямокутні бункери з піромідальним днищем.

Сторона «а» приймального бункера дорівнює десяткам його об'єму, тобто $a=b=2,75$ м.

$$h = a \times \sqrt{2/2} \times \text{tg} 36^\circ = 2,75 \times \sqrt{2/2} \times 0,7265 = 1,4 \text{ м}$$

$$H = V_{пр.б.} / a^2 - 1/3 \times h = 27,5 / 2,75^2 - 1/3 \times 1,4 = 3,17 \text{ м}$$

$$P_{пр.б.} = 2,75 \times 2,75 \times 3,17 + 1/3 \times 2,75 \times 2,75 \times 1,4 = 27,5 \text{ м}$$

Продуктивність норії і транспортерів, а також автоматичних вагів повинна забезпечувати максимальне годинне постачання зернопродуктів ($П_{ч}, \text{т/год}$) і знаходиться наступним чином:

$$Q_{доб} = 3802,5 + 4059 + 45 + 614,02 / [100 - (0,15 + 0,1)] \times 200 = 0,42 \text{ кг} = 0,00042 \text{ т}$$

$$П_{ч} = 0,00042 / 8 = 0,00005 \text{ т/год}$$

Продуктивність транспортера ($П_{тр}, \text{т/год}$) розраховують за формулою:

$$П_{тр} = 155 \times 0,125^2 \times 1,2 \times 0,6 = 1,743 \text{ т/год}$$

Для зважування зернопродуктів у даному проєкті застосовують автоматичні ваги Д-20.

Для розподілення зернопродуктів по силосам у даному проєкті застосовують гвинтовий конвеєр УШ2-Ч-1612.

Обладнання варильного цеху

Варильний агрегат підбирають за кількістю зернопродуктів, що переробляються за добу в найбільш напружений місяць ($Q_{доб}, \text{т}$):

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		78

$$Q_{\text{доб}} = 8520,52 \times 0,1/323 = 2,64 \text{ т}$$

У даному курсовому проєкті обираємо чотириапаратний варильний агрегат.

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

$$Q_{\text{од}} = 2,64/5 = 0,53 \text{ т}$$

Допоміжне обладнання варильного цеху

До допоміжного обладнання відносять збірник проміжних вод, бункер для дробини і насоси. Місткість збірнику промивних вод ($V_{\text{зб.п.в.}}, \text{м}^3$) розраховують на дві варки з урахуванням того, що на кожну тону зернопродуктів, яка переробляється, необхідно $2,4 \text{ м}^3$ об'єму. Тобто:

$$V_{\text{зб.п.в.}} = 3 \times 2 \times 2,4 = 14,4 \text{ м}^3$$

$$L = V_{\text{зб.п.в.}} / \pi \times d^2 = 14,4 / 3,14 \times 4 = 1,15 \text{ м}$$

Продуктивність заторного насосу становить:

$$P_{\text{нас}} = 2,65 \times 60 / 20 = 7,95 \text{ м}^3/\text{год}$$

Насос мутного сусла. Повертання мутного сусла триває 10 хв і його об'єм складає 10% від заторної маси ($K_{\text{зат.м}}$). Подача такого насосу ($P_{\text{нмс}}, \text{м}^3/\text{год}$) розраховується наступним чином:

$$P_{\text{нмс}} = 7,95 \times 60 \times 0,1 / 10 = 4,77 \text{ м}^3$$

Сусловий насос

Для пива «Львівське»:

$$X = 54,76 \times 530 / 8,87 = 3\,272 \text{ дал}$$

Для пива «Портер»:

$$X = 45,3 \times 530 / 8,5 = 2\,824,6 \text{ дал}$$

Знаходимо продуктивність насосів:

Для пива «Львівське»:

$$P_{\text{нас}} = 3,272 \times 60 / 20 = 9,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для пива «Портер»:

$$P_{\text{нас}} = 2,83 \times 60 / 20 = 8,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Насос для видалення дробини.

Для пива «Львівське»:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						80
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

$$X1 = 530 \cdot 4,24 / 8,87 = 253,3 \text{ кг}$$

Для пива «Портер»:

$$X1 = 530 \cdot 3,2 / 8,5 = 199,5 \text{ кг}$$

Тоді об'єм дробини, що направляється в збірник ($V_{др}$, м³) буде в 4 рази більше (враховуючи розбавлення):

$$V_{др} = (X1 \cdot 4) / 1000$$

Для пива «Львівське»:

$$V_{др} = (253,3 \cdot 4) / 1000 = 1,01 \text{ м}^3$$

Для пива «Портер»:

$$V_{др} = (199,5 \cdot 4) / 1000 = 0,798 \text{ м}^3$$

Продуктивність насосу для перекачування дробини :

Для пива «Львівське»:

$$P_{нас} = 1,01 \cdot 60 / 20 = 3,03 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Для пива «Портер»:

$$P_{нас} = 0,798 \cdot 60 / 20 = 2,4 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Збірники для дробини. Вибираємо діаметр 5 м.

Для пива «Львівське»:

$$H = 1,01 \cdot 5 / 3,14 \cdot 5^2 = 0,064 \text{ м}$$

Для пива «Портер»:

$$H = 0,798 \cdot 5 / 3,14 \cdot 5^2 = 0,051 \text{ м}$$

Обладнання для зберігання і підготовки зернопродуктів

Місткість бункерів для добового зберігання зернопродуктів ($V_{б.доб}$, м³) розраховують за формулою:

$$V_{б.доб} = 0,53 \cdot 1,1 / 0,6 = 0,97 \text{ т}$$

Продуктивність полірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора ($P_{пм}$ та $P_{псс}$, т/год) розраховують наступним чином

$$P_{пм} = 1/2 = 0,5 \text{ т/год}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		81

У даному дипломному проекті обираємо полірувальну машину РЗ-ВПС та норії ЗСМ-5.

Ємності для очищених зернопродуктів є проміжними і повинні вміщати півгодинний запас потужності палірувальної машини і повітряно-ситового сепаратора. Місткість бункеру буде становити:

$$V_{\text{пр.б.}}=0,25 \times 1,1 / 0,6 = 0,46 \text{ м}^3$$

Дробарки

Продуктивність дробарки для світлого солоду:

$$Q_{\text{др.с}}=1/2 = 0,5 \text{ т/год}$$

Продуктивність дробарки для темного солоду:

$$Q_{\text{др.с}}=1/2 = 0,5 \text{ т/год}$$

Продуктивність дробарки для карамельного солоду:

$$Q_{\text{др.с}}=1 \times 0,1 / 2 = 0,1 \text{ т/год}$$

У даному курсовому проекті для світлого і темного солоду обираємо солододробарку «Миаг» №2, для карамельного – БДА-1М.

Продуктивність вальцьового станка для подрібнення несолодженої сировини (ячменю, рису, кукурудзи тощо) ($Q_{\text{вс}}$, т/год) розраховують наступним чином:

$$Q_{\text{вс}}=3 \times \text{Ч/тпз} = 1 \times 0,15 / 2 = 0,075 \text{ т/год}$$

Для зважування очищених зернопродуктів у даному проекті застосовують автоматичні ваги Д-20.

При розрахунку бункерів подрібнених зернопродуктів ($V_{\text{бпз}}$, м³) враховують, що на кожен тону зернопродукту приймається 3 м³ місткості.

Тоді розрахунок можна провести наступним чином:

$$V_{\text{бпз}}=1 \times 3 = 3 \text{ м}^3$$

При розрахунку бункеру для подрібненого карамельного солоду в наведеній формулі додатково здійснюють множення на його частку у рецептурі пива.

$$V_{\text{бпз}}=3 \times 0,1 \times 3 = 0,9 \text{ м}^3$$

Обладнання для освітлення і охолодження суслу

У даному курсовому проекті приймаємо гідроциклонний апарат РЗ-ВГЧ-3.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		82

Потужність сепараторів і теплообмінників (Псеп, т/о, м³/год) розраховують за формулою:

Для пива «Львівське»:

$$Псеп,т/о=0,00798/2 = 0,004 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для пива «Портер»:

$$Псеп,т/о=0,0101/2 = 0,005 \text{ м}^3/\text{год}$$

У даному дипломному проєкті обираємо сепаратори для освітлення пивного суслу ВСС та для охолодження суслу перед бродінням обираємо пластинчатий теплообмінник ВО1-У2,5 продуктивністю 2,5 м³/год.

Розрахунок обладнання цеху бродіння і доброджування

Робимо розрахунки необхідної кількості апаратів ЦКБА (пЦКБА, шт.) для кожного сорту пива окремо:

Для пива «Львівське»:

$$n_{\text{ЦКБА}}=(2\ 782\ 728 \times 0.1) / (120000 \times 0,9 \times 1,24) = 2,07 = 3 \text{ шт}$$

Для пива «Портер»:

$$n_{\text{ЦКБА}}=(1\ 683\ 968 \times 0.1) / (120000 \times 0,9 \times 1,24) = 1,25 = 2 \text{ шт}$$

Загальна кількість ЦКБА становить 11 шт.

Розрахунок пивних насосів (Пп.нас, м³/год) проводять наступним чином:

$$Пп.нас=(10 \times 1,0204 \times 0.1) / (21 \times 2 \times 8) = 0,0003 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість збірників для дріжджів (монжю) (пзб.дріж, шт.) розраховують за формулою:

$$пзб.дріж=(1631 \times 1,5 \times 1,5) / (15 \times 338) = 0,72 = 1$$

У відділенні приймають 2 запасних збірника.

Обладнання цеху розливу

Розлив пива у пляшки

Потужність лінії розливу з урахуванням напруженого періоду роботи заводу (Пл.р., пляшок/год) розраховують наступним чином:

$$Пл.р.=(1983,63 \times 10 \times 0,1) / (21 \times 2 \times 8 \times 0,7 \times 0,5) = 16,7 \text{ пляшок/год}$$

Розлив пива в кеги

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						83
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Кількість установок, що необхідна для розливу пива в кеги (Nr.к., шт.) розраховують наступним чином:

$$\text{Nr.к.}=(117 \times 0,1)/21 \times 2 \times 8 \times 0,9 \times 5 \times 100 = 0,0008 = 1 \text{ шт.}$$

Розрахунок технологічного обладнання для виробництва хлібного квасу

Для транспортування цукру продуктивність норії по зерну перераховують в продуктивність по цукру враховуючи коефіцієнт перерахунку:

$$\Pi_{\text{н. ц.}} = \Pi_{\text{н. з.}} \times \frac{0,8}{\rho_{\text{з}}} \quad (1)$$

Де $\Pi_{\text{н. з.}}$ – продуктивність норії по зерну, т (приймається з табл. 4.5); 0,8 – густина цукру, т/м³; $\rho_{\text{з}}$ – густина зерна, по якому прийнята продуктивність норії, т/м³.

Обираємо марку норій НЦГ.

Бункер для цукру розраховують на напівзмінні витрати цукру. Об'єм бункера (V , м³) розраховують наступним чином:

$$V = \frac{Q_{\text{цз}} \times 1,1}{2 \times d_{\text{ц}}} \quad (2)$$

Де $Q_{\text{цз}}$ – витрати цукру за зміну, т; 1,1 – коефіцієнт запасу місткості; $d_{\text{ц}}$ – об'ємна густина цукру, т/м³ (=0,8).

$$Q_{\text{цз}} = \frac{Q_{\text{ц.рік}}}{K_{\text{зм}}}$$

$Q_{\text{ц.рік}}$ – річні витрати цукру, т; $K_{\text{зм}}$ – кількість змін у рік, на яких виготовляється напій

Для креслення прямокутних бункерів з піромідальним днищем необхідно визначити висоту днища та прямокутної їх частини.

Висота днища (h , м) розраховується так:

$$h = a \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \text{tg} \alpha \quad \text{де } a \text{ – сторона бункера, м; } \alpha \text{ – кут природного відкосу, } ^{\circ}$$

(зазвичай становить 30 °)

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		84

Висота прямокутної частини бункера (H, м) розраховується наступним чином:

$$H = \frac{V}{a^2} - \frac{1}{3} \times h \quad (4)$$

де V – об'єм бункера, м³; a – сторона бункера, м; h – висота днища, м.

Кількість варок в одному котлі за зміну (Z) розраховують так:

$$Z = \frac{\tau_{зм}}{\tau_k} \quad (5)$$

де $\tau_{зм}$ – число робочих хвилин в зміні; τ_k – час зайнятості котла, хв.

Сироповарильне відділення працює в одну зміну, за яку готується добова кількість сиропу. Для заводу з нашою продуктивністю та для варіння цукрового сиропу періодичним способом вибираємо сироповарильний котел марки РР місткістю 1600 дм³ і розраховуємо необхідну кількість апаратів (N) за формулою:

$$N = \frac{Q_{доб}}{0,838 \times Z \times 0,8 \times V_k} \quad (6)$$

$Q_{доб}$ – добові витрати цукру, кг; 0,838 – вміст цукру в 1 дм³ цукрового сиропу, кг; Z – кількість варок в одному котлі; 0,8 – коефіцієнт заповнення котла; V_k – місткість котла, дм³.

Для подачі цукрового сиропу на теплообмінник застосовують шестерінчасті насоси. Продуктивність будь-яких насосів ($Q_{нас}$, м³/год) розраховують за формулою:

$$Q_{нас} = \frac{60 \times Q_{пр}}{\tau_H} \quad (7)$$

де $Q_{пр}$ – об'єм продукта, що перекачується, м³; τ_H – час перекачування, хв

Теплообмінники для охолодження цукрового сиропу

Теплообмінники підбирають за необхідною поверхнею теплообміну (F, м²), яку розраховують за формулою:

$$F = \frac{Q_c}{K_i \times \Delta t_{cp} \times 3,6} \quad (8)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		85

де Q_c – кількість теплоти, що відводиться, кДж/год; K_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м² ×К (290,8 Вт/м²×К); Δt_{cp} – середня різниця температур рідин, між якими відбувається обмін (продукт – холодоагент), °С, 3,6 – перевідний коефіцієнт (1 кВт×год=3,6кДж).

Середню різницю температур (Δt_{cp}) розраховують за формулою:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3 \times \lg \Delta t_{max} / \Delta t_{min}} \quad (9)$$

Кількість теплоти, що відводиться, (Q_c) розраховують за формулою:

$$Q_c = G_c \times C_c \times (t_{п} - t_{к}) \quad \text{Де } G_c \text{ – кількість сиропу, що}$$

охолоджується, кг; C_c – теплоємність цукрового сиропу, кДж/(кг×К) (приймається як 2,93, кДж/(кг×К)); $t_{п}$, $t_{к}$ – початкова і кінцева температури сиропу відповідно, °С.

Кількість сиропу з одного апарату (G_c , кг) розраховується за формулою:

$$G_c = v \times 0,8 \times d \quad (11)$$

Де v – місткість апарату, дм³; 0,8 – коефіцієнт заповнення апарату; d – густина сиропу, кг/дм³ (1,319 кг/дм³).

Кількість води, що йде на охолодження цукрового сиропу (G_B , дм³) в два рази більше маси сиропу, що охолоджується, відповідно:

$$G_B = G_c \times 2 \quad (12)$$

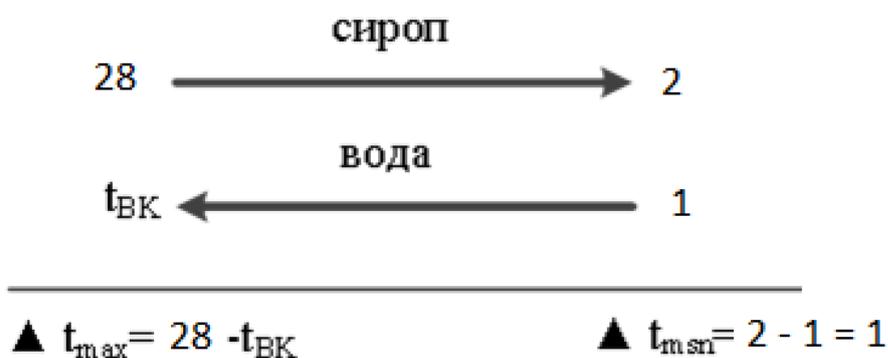
Охолоджувальна вода надходить з температурою 1 °С і нагрівається до температури (t_{BK} , °С):

$$t_{BK} = \left[\frac{Q_c}{G_B \times C_B} \right] + 1 \quad (13)$$

Теплоємність води (C_B) становить 4,19 кДж/кг×К

Середня різниця температур при протитоці має вигляд:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		86



Отримане з цієї нерівності $\Delta t_{сер}$ можна використовувати для розрахунку поверхні теплообміну (F) при холодній стерилізації квасу.

Число пластин (n) в пластинчатому теплообміннику розраховується за формулою:

$$n = \frac{F}{S} \quad (14)$$

де F – поверхня теплообміну, m^2 ; S – площа поверхні теплообміну пластини, m^2 .

Фільтри для цукрового сиропу

Цукровий сироп фільтрують в гарячому стані через тканеві, сітчасті або рамні фільтри. Частіше всього для фільтрування використовують фільтр-вловлювачі, габаритні розміри яких $592 \times 400 \times 704$ мм.

Час фільтрування і охолодження сиропу із одного котла – 1 година. Продуктивність рамного фільтра ($Q_{рф}$, $dm^3/год$) визначається так:

$$Q_{рф} = \frac{G_c}{\tau} \quad (15)$$

де G_c – кількість сиропу з одного котла, dm^3 ; τ – час фільтрування, год.

Збірники для зберігання цукрового сиропу

Для зберігання цукрового сиропу застосовують емальований збірник РГС – 7000.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		87

Збірники розраховуються на дводобову потребу заводу в сиропі з урахуванням коефіцієнту заповнення 0,9:

$$V_{\text{збір}} = \frac{Q_{\text{доб}} \times 2}{0,838 \times 0,9 \times 1000}, \text{ м}^3 \quad (16)$$

У відділенні з виробництва квасу встановлюється збірник для зберігання сиропу, місткість якого розраховують наступним чином:

$$V'_{\text{збір. кв}} = \frac{Q_{\text{сир}}}{0,9} \text{ м}^3 \quad (17)$$

Де $Q_{\text{сир}}$ – добові витрати сиропу, м^3 ; 0,9 – коефіцієнт заповнення.

Розрахунок збірників для зберігання ККС

Місткість збірників розраховується на зберігання річної (сезонної) кількості ККС. Потрібний об'єм збірників ККС ($V_{\text{зб ККС}}$, м^3) знаходять наступним чином:

$$V_{\text{зб ККС}} = \frac{Q_{\text{ККС г}}}{0,9} \quad (18)$$

де $Q_{\text{ККС г}}$ – готова кількість ККС, м^3

Отже, для забезпечення безперервної роботи заводу необхідна кількість збірників ККС становить 5 шт.

Розрахунок бродильних апаратів

При виробництві квасу за використання бродильно-купажних апаратів час зайнятості апарату складає 16,2 год. Тоді обертаємість апарату (Z) за добу складе: $24/16,2=1,48$ рази. Споживча місткість апаратів розраховується за формулою:

$$V_{\text{бр-куп ап}} = \frac{Q_{\text{сус, доб}}}{0,85 \times Z} \quad (19)$$

де $Q_{\text{сус, доб}}$ – добова кількість суслу, м^3 ; 0,85 – коефіцієнт заповнення;

Z – обертаємість апарату

Обладнання для приготування комбінованої закваски

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		88

Комбіновану закваску вносять із розрахунку 4% від об'єма сусла. Місткість збірників розраховують на добову потребу закваски з урахуванням 30% запасу місткості. Споживча місткість збірників ($V_{3.3}$, м³) буде становити:

$$V_{3.3} = Q_{\text{сус. доб.}} \times 0,04 \times 1,3 \quad (20)$$

Розрахунок збірників, необхідних для розведення ККС

За застосування схеми, що передбачає розведення ККС в 2,5 рази, потрібна місткість збірника розраховується без врахування його обертаємості на кількість розбавленого концентрату квасного сусла для одного бродильно-купажного апарату.

В апараті зброджується сусла:

$$20,2 \times 0,85 = 17,2 \text{ м}^3$$

Тоді кількість ККС, що необхідна для одного апарату, розраховується за пропорцією:

$$V_{\text{КВз}} - V_{\text{ККС п. розб.}}$$

$$1720 \text{ дал} - x$$

$$\text{Тобто: } x = \frac{1720 \times V_{\text{ККС п. розб}}}{V_{\text{КВз}}} \quad (21)$$

$$\text{Тобто: } x = \frac{1720 \times 54,175}{101,88} = 914,6 \text{ дм}^3$$

При цьому потрібна місткість збірника буде становити:

$$V_{\text{зб ккс}} = \frac{x}{0,8}, \text{ дм}^3$$

Збірники для ККС обов'язково мають бути обладнані мішалкою і їх місткість не повинна перевищувати 25 дм³. Враховуючи дані розрахунку, кількість збірників для розведеного ККС має становити 46 шт.

Розрахунок купажних апаратів

Час зайнятості купажного апарату 90...105 хв.

Число необхідних купажних апаратів (n, шт.) розраховують за формулою:

$$n = \frac{Q_{\text{куп-ап}}}{V_{\text{БР,ап}} \times 0,85 \times 9,1} \quad (22)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		89

де $Q_{\text{куп.ап}}$ – добова кількість квасу після купажування, дм^3 ; $V_{\text{БР.ап}}$ – об'єм бродильного апарату, що використовується, м^3 .

Розрахунок кількості необхідних збірників квасу перед розливом

Необроблений квас (ферментований напій 1 групи) після купажування перед розливом витримують в збірниках готового квасу. Тривалість розливу квасу складає 12 годин. Час зайнятості збірника 265 хв. Таким чином, обертаємість збірника становить: $\frac{60 \times 12}{265} = 2,71$

Тоді можна розрахувати необхідну місткість збірника ($V_{\text{зб кв}}$, м^3):

$$V_{\text{зб кв}} = \frac{Q'_{\text{доб}}}{0,9 \times 2,71} \quad (23)$$

де $Q'_{\text{доб}}$ - добова кількість квасу перед розливом, дал

Кількість збірників при розливі обробленого квасу після холодної стерилізації буде розраховуватися за формулою 23, проте слід враховувати, що зайнятість таких збірників становить 30 хв, тобто його обертаємість буде становити $\frac{60 \times 12}{30} = 24$. Тоді місткість збірників за формулою 23 буде становити:

$$V'_{\text{ГОТ НАП}} = \frac{25,51}{0,9 \times 24} = 1,18 = 2 \text{ м}^3$$

Отже, за наведеними формулами можемо провести розрахунок.

Для транспортування цукру продуктивність норії по зерну перераховують в продуктивність по цукру враховуючи коефіцієнт перерахунку:

(1)

$$П_{\text{н. ц.}} = 35 \times \frac{0,8}{0,63} = 17,64$$

Обираємо марку норій НЦГ.

Бункер для цукру розраховують на напівзмінні витрати цукру. Об'єм бункера (V , м^3) розраховують наступним чином:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		90

(2)

$$V = \frac{3,56 \times 1,1}{2 \times 0,8} = 2,45 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{цз}} = \frac{115029}{323} 3,56 \text{ т}$$

Для креслення прямокутних бункерів з піромідальним днищем необхідно визначити висоту днища та прямокутної її частини.

Висота днища (h, м) розраховується так:

(3)

$$h = 1,5 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 0,5774 = 0,61 \text{ м}$$

Висота прямокутної частини бункера (H, м) розраховується наступним чином:

(4)

$$H = \frac{2,5}{2,25} - \frac{1}{3} \times 0,61 = 0,91 \text{ м}$$

Кількість варок в одному котлі за зміну (Z) розраховують так:

(5)

$$Z = \frac{8 \times 60}{160} = 3$$

Сироповарильне відділення працює в одну зміну, за яку готується добова кількість сиропу. Для заводу з нашою продуктивністю та для варіння цукрового сиропу періодичним способом вибираємо сироповарильний котел марки РР місткістю 1600 дм³ і розраховуємо необхідну кількість апаратів (N) за формулою:

(6)

$$N = \frac{4833}{0,838 \times 1600 \times 0,8 \times 3} = 1,5 = 2,0$$

Для подачі цукрового сиропу на теплообмінник застосовують шестерінчасті насоси. Продуктивність будь-яких насосів ($Q_{\text{нас}}$, м³/год) розраховують за формулою:

(7)

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		91

$$Q_{\text{нас нас}} = \frac{60 \times 1,6 \times 1280}{60} = 2\,048 \text{ м}^3/\text{год}$$

Теплообмінники для охолодження цукрового сиропу

Теплообмінники підбирають за необхідною поверхнею теплообміну (F , м^2), яку розраховують за формулою:

$$F = \frac{173135}{290,8 \times 15,7 \times 3,6} = 10,5 \text{ м}^2$$

Середню різницю температур ($\Delta t_{\text{ср}}$) розраховують за формулою:

(9)

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{28 - 2}{2,3 \times \lg 28 / 2} = 15,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Кількість теплоти, що відводиться, (Q_c) розраховують за формулою:

(10)

$$Q_c = 1688,3 \times 2,93 \times (28 - 2) = 128614,7 \text{ кДж/год}$$

Кількість сиропу з одного апарату (G_c , кг) розраховується за формулою:

(11)

$$G_c = 1600 \times 0,8 \times 1,319 = 1688,3 \text{ кг}$$

Кількість води, що йде на охолодження цукрового сиропу (G_v , дм^3) в два рази більше маси сиропу, що охолоджується, відповідно:

(12)

$$G_v = 1688,3 \times 2 = 3376,6 \text{ кг/дм}^3$$

Охолоджувальна вода надходить з температурою $1 \text{ }^\circ\text{C}$ і нагрівається до температури ($t_{\text{вк}}$, $^\circ\text{C}$):

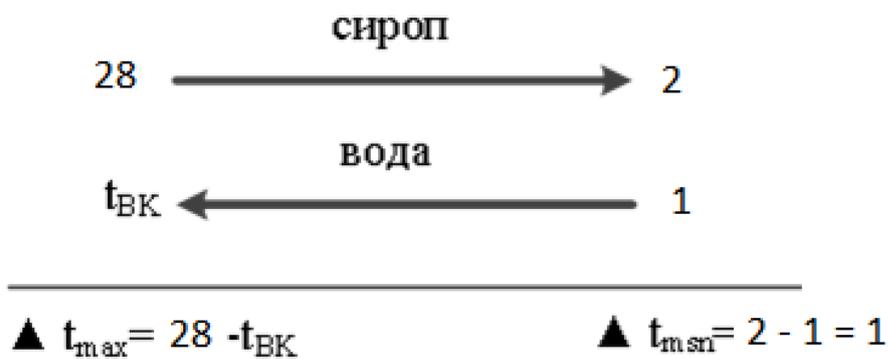
(13)

$$t_{\text{вк}} = \left[\frac{128614,7}{3376,6 \times 4,19} \right] + 1 = 10,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

Теплоємність води (C_v) становить $4,19 \text{ кДж/кг} \times \text{K}$

Середня різниця температури при протитоці має вигляд:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		92



Отримане з цієї нерівності $\Delta t_{сер}$ можна використовувати для розрахунку поверхні теплообміну (F) при холодній стерилізації квасу.

Число пластин (n) в пластинчатому теплообміннику розраховується за формулою:

$$n = \frac{10,5}{0,15} = 70 \quad (14)$$

Фільтри для цукрового сиропу

Цукровий сироп фільтрують в гарячому стані через тканеві, сітчасті або рамні фільтри. Частіше всього для фільтрування використовують фільтр-вловлювачі, габаритні розміри яких 592×400×704 мм.

Час фільтрування і охолодження сиропу із одного котла – 1 година. Продуктивність рамного фільтра ($Q_{рф}$, дм³/год) визначається так:

$$Q_{рф} = \frac{1600 \times 0,8}{1} = 1280 \text{ дм}^3/\text{год} \quad (15)$$

Збірники для зберігання цукрового сиропу

Для зберігання цукрового сиропу застосовують емальований збірник РГС – 7000.

Збірники розраховуються на дводобову потребу заводу в сиропі з урахуванням коефіцієнту заповнення 0,9:

$$V_{збір} = \frac{4833 \times 2}{0,838 \times 0,9 \times 1000} = 12,8 \text{ м}^3 \quad (16)$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		93

У відділенні з виробництва квасу встановлюється збірник для зберігання сиропу, місткість якого розраховують наступним чином:

(17)

$$V'_{\text{збір. кв}} = \frac{96,66}{0,9} = \frac{96,66}{4} = 24,2 \text{ м}^3$$

Необхідна кількість збірників для забезпечення безперервної роботи заводу становить 4.

Розрахунок збірників для зберігання ККС

Місткість збірників розраховується на зберігання річної (сезонної) кількості ККС. Потрібний об'єм збірників ККС ($V_{\text{зб ККС}}$, м³) знаходять наступним чином:

(18)

$$V_{\text{зб ККС}} = \frac{54,5}{0,9} = 60,6 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{зб ККС}} = \frac{60,6}{5} = 12,12 \text{ м}^3$$

Отже, для забезпечення безперервної роботи заводу необхідна кількість збірників ККС становить 5 шт.

Розрахунок бродильних апаратів

При виробництві квасу за використання бродильно-купажних апаратів час зайнятості апарату складає 16,2 год. Тоді обертаємість апарату (Z) за добу складе: $24/16,2=1,48$ рази. Споживча місткість апаратів розраховується за формулою:

(19)

$$V_{\text{бр-куп ап}} = \frac{25,47}{0,85 \times 1,48} = 20,2 \text{ м}^3$$

Обладнання для приготування комбінованої закваски

Комбіновану закваску вносять із розрахунку 4% від об'єма сусла. Місткість збірників розраховують на добову потребу закваски з урахуванням 30% запасу місткості. Споживча місткість збірників ($V_{\text{з.з.}}$, м³) буде становити:

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						94
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

$$V_{3,3}=25,47 \cdot 0,04 \cdot 1,3 = 1,32 \text{ м}^3$$

Розрахунок збірників, необхідних для розведення ККС

За застосування схеми, що передбачає розведення ККС в 2,5 рази, потрібна місткість збірника розраховується без врахування його обертаємості на кількість розбавленого концентрату квасного суслу для одного бродильно-купажного апарату.

В апараті зброджується сусла:

$$20,2 \times 0,85 = 17,2 \text{ м}^3$$

Тоді кількість ККС, що необхідна для одного апарату, розраховується за пропорцією:

$$1720 \text{ дал} - x$$

$$\text{Тобто: } x = \frac{1720 \times V_{\text{ККС п.розб}}}{V_{\text{КВз}}} \quad (21)$$

$$\text{Тобто: } x = \frac{1720 \times 54,175}{101,88} = 914,6 \text{ дм}^3$$

При цьому потрібна місткість збірника буде становити:

$$V_{\text{зб ккс}} = \frac{914,6}{0,8} = 1143,3 \text{ дм}^3$$

Збірники для ККС обов'язково мають бути обладнані мішалкою і їх місткість не повинна перевищувати 25 дм³. Враховуючи дані розрахунку, кількість збірників для розведеного ККС має становити 46 шт.

Розрахунок купажних апаратів

Час зайнятості купажного апарату 90...105 хв.

Число необхідних купажних апаратів (n, шт.) розраховують за формулою:

(22)

$$n = \frac{2630}{20,2 \times 0,85 \times 9,1} = 16,8 = 17 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості необхідних збірників квасу перед розливом

Необроблений квас (ферментований напій 1 групи) після купажування перед розливом витримують в збірниках готового квасу. Тривалість розливу

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		95

квасу складає 12 годин. Час зайнятості збірника 265 хв. Таким чином, обертаємість збірника становить: $\frac{60 \times 12}{265} = 2,71$

Тоді можна розрахувати необхідну місткість збірника ($V_{зб\ кв}, м^3$):

(23)

$$V_{зб\ кв} = \frac{25,51}{0,9 \times 2,71} = 10,46 \text{ м}^3$$

Кількість збірників при розливі обробленого квасу після холодної стерилізації буде розраховуватися за формулою 23, проте слід враховувати, що зайнятість таких збірників становить 30 хв, тобто його обертаємість буде становити $\frac{60 \times 12}{30} = 24$. Тоді місткість збірників за формулою 23 буде становити:

$$V'_{ГОТ\ НАП} = \frac{25,51}{0,9 \times 24} = 1,18 = 2 \text{ м}^3$$

3.7 Енергетичні розрахунки (витрата електроенергії, води, пари, холоду, стисненого повітря, скрапленого діоксиду вуглецю)

Водопостачання броварні здійснюється від міської водопровідної мережі, згідно з встановленим лімітом, який щорічно погоджується в управлінні „Водозбуту” та „Екобезпеки”. На підприємстві знаходяться баки холодної та гарячої води. Бак холодної води призначений для накопичення певної кількості води для можливості проведення безперервного проведення технологічного процесу у разі відсутності подачі води з міської водомережі.

На території броварні не передбачено встановлення запасних генераторів, які в разі пошкодження ліній електропередач чи відключення електроенергії могли б задовольнити потреби підприємства, але доцільним є проект влаштування сонячних батарей для покриття значної частини витрат електроенергії. Для цього планують використати незадіяну площу даху.

Забезпечення електроенергією здійснюється двома лініями, резервною та робочою, і двома підстанціями ЗТП-311 та ЗТП-534.

Електроенергія є найважливішим джерелом енергії, оскільки високий рівень автоматизації потребує значних витрат енергії, а її відсутність призведе

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						96
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

до неможливості певних процесів та їх контролю, що здійснюється збором інформації датчиками з опрацюванням комп'ютерній системі.

Загальний обсяг електровитрат може становити 4 МВат/годину або 96 МВат/добу. Для мінімізації витрат обладнання, яке не використовують у дану мить вимикають, використовують енергозберезувальні системи та ефективно використовують денне освітлення.

На виробництво пива та квасу в добу витрачають 6...9 МВат, пік використовують 9 МВат енергії (в теплий сезон до 10 варок в день здійснюється).

Розрахунки витрат води і об'ємів стічних вод

Найгірша якість питної води у системах централізованого водопостачання з відхиленням від державних санітарних норм і правил за санітарно-хімічними показниками, тому її використання не підходить для виробництва пива.

Водні ресурси є найважливішими компонентом у виробництві пива, ефективне використання яких не лише дозволяє забезпечити первинні та технологічні потреби підприємства, але й отримати з цього більше прибутку.

Навіть артезіанська вода потребує постійного контролю, бо завжди при неправильному використанні водних ресурсів або процесів людської діяльності існує ризик забруднення водних шарів мікроорганізмами та важкими елементами.

Джерелом води, яку використовують на потреби усього підприємства, є свердловини. з яких можуть отримати 130 м³/год (1300 гкл/год) або 3120 м³/год.

Середні витрати води на підприємстві на 1 літр готової продукції складає 3,5 літрів, коли в середньому в світу в цій галузі витрачається 5 літрів. Для виробництва пива об'ємом 400 дал необхідно витратити 1400 дал води.

Економія води найбільш перспективний напрямок, бо вода є високо використовуваним ресурсом у виробництві .

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		97

Розрахунки витрат тепла

Два парових котла на природному газу, тепло яких забезпечує потреби підприємства, які можуть спалювати по 10 т/год або 240 т/добу природного газу.

Підприємство використовує природний газ, отже потребує якісного і безперервного надходження на завод, відсутність якого, по-різних причинах, зупиняє технологічні процеси у гарячому блоці (варильно-дробильне відділення).

Для виробництва пива за день використовують до 5 т/добу природного газу.

Розрахунки витрат холоду

Для охолодження ЦКТ встановлено на території підприємства два аміачних компресора, які генерують 2,5 МВат холоду за годину або 60 МВат холоду за добу.

Важливим параметром функціонування є наявність стабільного джерела електроенергії для роботи насосів.

Втрати рідкого аміаку незначні, бо для охолодження використано принцип замкненої системи, де аміак є «транспорттером» холоду.

На виробництво пива витрачають до 780 МВат холоду за виробничий цикл

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		98

4. ТЕХНОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ПРОМИСЛОВА САНІТАРІЯ

Кожна партія продуктів, що випускаються повинна бути перевірена відділом технічного контролю (лабораторією) підприємства на відповідність вимогам нормативних документів на конкретний вид продукції і оформлена документом, що засвідчує якість і безпеку продукту. Кожен етап складного і тривалого технологічного процесу контролюється фахівцями хімічної і бактеріологічної лабораторій.

У таблиці 4.1 представлено технохімічний контроль готової продукції пивоварного заводу.

Таблиця 4.1 – Технохімічний контроль готової продукції пивоварного заводу

Позначення стандарту	Найменування стандарту	Дата введення
1	2	3
ДСТУ 4853:2007	Пиво. Правила приймання та методи відбирання проб.	01.01.2009
ДСТУ 7104:2009	Пиво. Методи визначення спирту, дійсного екстракту та розрахунок сухих речовин початковому суслі.	01.01.2011
ДСТУ 4852:2007	Пиво. Методи визначення кислотності.	01.01.2009
ДСТУ 4851:2020	Пиво. Методи визначення кольору.	01.01.2021
ГОСТ 18321 - 73	Статистичний контроль якості. Методи випадкового відбору вибірок штучної продукції	01.01.74
ДСТУ 3139:2015	Пивоварна промисловість. Терміни та визначення понять. Зі зміною №1	01.11.2015

Продовження таблиці 4.1

ДСТУ 4852:2007	Пиво. Методи визначення кислотності.	01.01.2009
ДСТУ 4851:2020	Пиво. Методи визначення кольору.	01.01.2021
ГОСТ 18321 - 73	Статистичний контроль якості. Методи випадкового відбору вибірок штучної продукції	01.01.74
ДСТУ 3139:2015	Пивоварна промисловість. Терміни та визначення понять. Зі зміною №1	01.11.2015
ДСТУ 7103:2009	Пиво. Методи визначення органолептичних показників та об'єму продукції. Зміна №1	01.01.2016
ДСТУ 4850:2020	Пиво. Методи визначення масової частки діоксиду вуглецю та стійкості	01.01.2021
ДСТУ 3888:2015	Пиво. Загальні технічні умови	01.01.2017

У таблиці 4.2 представлено – вхідний лабораторний контроль; у таблиці 4.3 – схему виробничого контролю пивоварного виробництва; у таблиці 4.4 – мікробіологічний контроль пивоварного виробництва.

Таблиця 4.2 – Вхідний лабораторний контроль

Об'єкт контролю	Показники контролю	Періодичність
1	2	3
Допоміжні матеріали		
Кизельгур	Органолептичні показники: запах, колір	У кожної партії
Укупорочні засоби	розмір	При необхідності
Преформи	Вага, колір	При виникненні розбіжностей з

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		100

Маркування	Точність інформації	У кожній партії
Миючі та дезінфікуючі засоби	Вміст активної частини, концентрація при розведенні	При необхідності в кожному робочому розчині
Виробництво пива		
Солод пивоварний ячмінний світлий	Масова частка вологи, масова частка екстракту, тривалість оцукрювання, лабораторне сусло: колір, прозорість, кислотність	У кожній партії
Хміль	Вологість, органолептична оцінка	У кожній партії
Подрібнений солод	Склад помелу	При зміні партії солоду, при установці вальців, при порушенні в технологічному процесі
Зотор	Повнота оцукрювання, рН затору	Не рідше 1 разу на тиждень або зміні партії солоду
Готове охмелене сусло	Екстрактність, повнота оцукрювання, колір, кислотність, рН, кінцева ступінь зброджування	У кожному варінні
Молоде пиво	Видима ступінь зброджування, видимий екстракт	Періодично
Пиво в танках в процесі доброджування	Шпунтове тиск, температура приміщення	Періодично

Пиво перед фільтрацією	Тривалість доброджування, органолептичні показники: прозорість, аромат і смак, екстрактивність початкового сусла, масова частка спирту, об'ємна частка спирту, дійсний екстракт, дійсна ступінь зброджування, кислотність, колір	Кожен танк
Пиво розфасоване в споживчу тару	Зовнішнє оформлення, наявність сторонніх включень, герметичність закупорювання, обсяг продукції, масова частка двоокису вуглецю, органолептичні показники: прозорість, аромат і смак, піноутворення (висота піни, пеностійкість), екстрактивність початкового сусла, масова частка спирту, об'ємна частка спирту, дійсний екстракт, дійсна ступінь зброджування, кислотність, колір	Кожна партія

Таблиця 4.3 - Схеми виробничого контролю пивоварного виробництва

Об'єкт контролю	Показник контролю	Періодичність
1	2	3
Полірувальні машини	При підготовці сировини до приготування сусла: наявність у відходах зерен і солодового борошна	Постійно
Помел солоду	Зовнішній вигляд, співвідношення лущиння, борошна, крупки	Постійно
Затирання	Температура пауз, проба на оцукрення	Кожен затор
Фільтрування затору	Органолептична оцінка сусла, концентрація і температура сусла, температура для вилуговування, концентрація 1-го сусла і промивних вод	Постійно
Кип'ятіння сусла	Інтенсивність кип'ятіння, якість, освітлення	Постійно
Готове сусло	Концентрація, оцукрування	Постійно
Охолоджене сусло	Температура, об'єм сусла, щільність, кислотність, колірність	Кожен затор

Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ

Арк.

103

Бродіння	Температурний режим, зміна концентрації бродячого сусла	Кожен танк
Молоде пиво	Показники сахарометра, смак і запах пива, температура, освітлення у пробному стаканчику, колірність	Постійно
Засівні дріжджі	Температура зберігання, здатність до розмноження, бродильна активність	Постійно
Доброджування	Температура, величина шпунтового тиску, час витримки пива, смак, освітлювання	Кожен танк
Фільтрація і сепарування	Величина тиску в кожному танку і величина протитиску у збірнику фільтрованого пива, температура пива й приміщення, ступінь освітлення (візуально)	Постійно

Контроль над рівнем умовно-патогенних мікроорганізмів, а саме на групи кишкової палички, цвілеві гриби, дикі дріжджі, загальне мікробне число, молочнокислі бактерії проводять в мікробіологічній лабораторії. У

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						104
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

пивоварному виробництві застосовують дріжджі чистих культур. Різновиди культурних дріжджів називаються расами (штамами). Дріжджі чистої культури розводять в мікробіологічній лабораторії заводу до потрібного обсягу і передають у виробництво, де в подальшому біомасу дріжджів збільшують до необхідної кількості.

Розведення чистої культури дріжджів закінчується першим виробничим бродінням пивного сусла до нормального ступеня зброджування і повного осадження дріжджів.

Також здійснюється мікробіологічний контроль по всьому виробництву пива від початку до кінця, аж до розливу (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 - Схема мікробіологічного контролю виробництва пива

Об'єкт контролю	Показники контролю	періодичність
1	2	3
Вода питна для виробництва пива	БГКП (загальні коліформні бактерії), ОМЧ (загальне мікробне число)	1 раз на місяць по кожному цеху після кожного аварійного відключення водопостачання
Сусло	ОМЧ	1 раз на тиждень
Дріжджі, чиста культура	Киснеутворювальні бактерії	1 раз на тиждень
	стійкість	1 раз на тиждень
	Стороння мікрофлора, кількість мертвих клітин	При передачі в цех
Сусло при розведенні ЧКД	БГКП, ОМЧ, молочно-кислі бактерії, дикі дріжджі	При кожному додаванні
Дріжджі засівні	Стороння мікрофлора	Щодня

Пиво в процесі бродіння	Кількість мертвих клітин	Щодня
	Вміст глікогену	Щодня
	Наявність диких дріжджів	при підозрі на їх присутність
	Число дріжджових клітин	При порушенні процесу бродіння
Пиво після закінчення бродіння	БГКП, молочно-кислі бактерії	періодично
	Число дріжджових клітин	Періодично при погіршенні ступеня освітлення
Пиво в процесі доброджування	БГКП, молочно-кислі бактерії	1 раз на місяць
Пиво перед фільтрацією	Число дріжджових клітин	При заміні фільтруючого матеріалу
Фільтроване пиво	Число дріжджових клітин	1 раз на тиждень
Пиво після пастеризації	БГКП	1 раз на тиждень
	Молочно-кислі бактерії	1 раз на тиждень
	Оцтово-кислі бактерії	При підозрі на їх наявність
	БГКП, Кааф н М, дріжджі та плісняви	1 раз на тиждень
Повітря в приміщенні	ОМЧ	на тижні
ПЕТФ, кеги і пиво розлите в споживчу тару	ОМЧ	Щотижня
Укупорочний матеріал	БГКП	Щотижня
	ОМЧ, БГКП	на тижні
Вуглекислота на технологічні	ОМЧ	1...2 рази на

Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата

КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ

Арк.

106

цілі		тиждень
Ефективність санітарної обробки (змивна вода)	ОМЧ, БГКП, молочно-кислі бактерії	Після кожної санітарної обробки
Змиви прискореним способом	БГКП	Після кожної санітарної обробки
Повітря в приміщенні	ОМЧ	на тижні

У таблиці 4.5 представлено технохімічний контроль виробництва хлібного квасу.

Таблиця 4.5 - Схема технохімічного контролю

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органо-лептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Інженер-хімік
		Колір		Світло-жовтий або жовтий		
		Смак		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2 X 20)мм, %	Ваговий	не більше 3,0		
		Масова частка смітних домішок, %		не більше 0,3		
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 5,0		
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Органо-лептично	Відповідає стандартним показникам	Кожний день	Інженер-хімік
		Жорсткість, моль/дмі	Комплексонометрично	2,0-4,0		
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	Перманганатометричним	не більше 0,2	Кожний день	Інженер-хімік

		Лужність, моль/дмі	Титрування соляною кислотою з індикаторо м фенолфтал ейн	0,5-1,5		Інженер- хімік
Подрібне ння солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга крупка мілка крупка крупна борошно	Ваговий	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на декаду і під час установ лення валків солодо- дробаро к	Інженер- хімік
Приготув ання затору	Заторн ий апарат	pH затору	pH- метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Інженер- хімік
Гаряче сусло	Сусло- вариль на лінія	pH сусла	pH- метром	5,4-5,6		
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, смі 0,1 моль/ дмі р- ну I ₂ на 100смі води	Порівнянн я з розчином йоду	Світле – 0,36-0,63, Темне – 9- 10		

Готові напої перевіряють на вміст дріжджів та бактерій групи кишкових паличок (колі-індекс).

Для визначення дріжджів напої без консерванту висівають у кількості 0,1 см поверхневим способом на сусловий агар.

Допускається наявність дріжджів 1 см напою без консерванту - трохи більше 100 клітин.

Напої з консервантами перевіряють методом мембранних фільтрів або висівним поверхневим способом. Хід аналізу аналогічний купажним сиропам.

Допускається в напоях з консервантом наступних кількостей дріжджів, в 1 см³:

- на настоях та ароматизаторах - поодинокі клітини дріжджів, не більше

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		108

10;

- на плодово-ягідних соках – не більше 50 клітин.

Таблиця 4.6— Схема мікробіологічного контролю на стадії збродження квасного сула

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольовані показники	Методи контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний за проведення аналізу
1	2	3	4	5	6	7
Суло охолоджене	Збірник сула	Число бактерій	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Кожного тижня	Інженер-Мікробіолог
Суло охолоджене	Збірник сула	Число бактерій	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Кожного тижня	Інженер-Мікробіолог
		Кислотоутворюючі бактерії		Відсутні		
		Дріжджі		відсутні		
Чиста культура дріжджів	Чиста культура з апаратів ЧКД	Процент мертвих клітин	Мікроскопіювання	Не більше 3%	Під час розведення ЧКД	
		Наявність бактерій		Не дозволяється		
		Наявність диких дріжджів		Відсутні		
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні		
Виробничі дріжджі	Збірники виробничих дріжджів	Процент мертвих клітин	Мікроскопія	Не більше 5 %	Щодобово	
		Наявність бактерій		Не більше 1%		
		Вміст глікогену		70-75%		
		Наявність диких дріжджів	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Мікроскопія або висів на середовище лізин чи кристалвіолет	
		Кислотоутворюючі бактерії	Метод мембранної фільтрації	Відсутні	Щодобово	

Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата	КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						109

Для забезпечення конкурентоздатності пива виробники впроваджують різні заходи щодо підвищення якості готової продукції. Впровадження таких стандартів як ISO 9000, 14000, 18000, 22000, FSSC 22000, HACCP дають змогу підвищити не тільки якість готової продукції а й імідж виробника.

При виробництві пива на підприємстві повинні виконуватися санітарно — гігієнічні норми згідно з ДСанПіН 4.4.4.-152-2008 [18], ДСанПіН 4.4.4.065-00 [19].

Для забезпечення належної гігієни на підприємстві необхідно проводити дезінфекційні роботи, гігієну виробничих приміщень, контроль за станом здоров'я працівників, забезпечення працівників спеціальним одягом та взуттям, використання дезінфікуючих засобів для рук, килимків з дезінфікуючим засобом, забезпечення стерильні умови розливу.

На підприємстві необхідно контролювати дотримання санітарних умов підприємства та працівників, обов'язковий контроль надходження сировини та допоміжних матеріалів, контроль готової продукції. Реалізація всіх цих процесів має бути задокументована.

Обов'язковим для випуску безпечної продукції є виконання таких умов:

- визначення можливості критичних точок у технологічному процесі;
- встановлення критеріїв оцінки якості та безпеки;
- оперативне та якісне визначення показників за встановленими критеріями;
- забезпечення можливості негайного реагування у разі відхилення готової продукції від зазначеного стандарту [18].

Сучасний розвиток харчової промисловості вимагає жорстких санітарно– - можливість визначення ключових моментів у технічному процесі. Сьогодні вважається неприпустимим наявність тріщин на підлозі, оскільки це може призвести до розмноження мікроорганізмів. Дренажні повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі і бути круглими, а виробниче обладнання не повинно розташовуватися над люками. Стіни повинні легко митися за допомогою гігієнічного покриття. Біля входу в основне робоче приміщення слід поставити

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		110

раковини та дезінфікуючі килимки [18].

Виробники продукції звертають особливу увагу на упаковку. Необхідно постійно дезінфікувати будь-який вид тари. Кришки повинні бути тільки одноразовими і повинні бути простерилізовані перед використанням. Усі основні та допоміжні матеріали повинні бути надані у висновку санітарно-гігієнічної інспекції МОЗ України.

Наявність на підприємстві виробничої лабораторії акредитованої за ДСТУ ISO 17025 є основним вагомим фактором дотримання санітарних умов [17].

Технологічний контроль повинен передбачати залишкової концентрації мийних засобів [17].

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		111

5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика відходів, стічних вод і викидів

Стічні води броварні характеризуються високим значенням ХСК і БСК через присутність органічних компонентів. Стічні води мають такий приблизний склад забруднюючих компонентів: залишки готового продукту, ячмінної дробини, паростки солоду, частинки хмелю. Найбільш забруднені стічні води утворюються від замочування зерна, екстракції хмелю та відмивання дріжджів.

У стічних водах присутні цукри, розчинний крохмаль, етанол, леткіжирні кислоти і т. д. Тверді частинки стоків складаються з відпрацьованого зерна та дріжджів, кизельгура, і «гарячого» осаду. Температура стічних вод пивоварного заводу зазвичай становить від 25 С до 38 °С. Рівень рН різний і залежить від кількості та типу хімікатів забруднюючих речовин, що використовуються при очищенні і дезінфекції (наприклад, їдкий натр, фосфорна кислота, азотна кислота і т. д.).

Рівні присутності азоту (N) і фосфору (P) також залежать від поводження з сировиною і кількості дріжджів, присутніх в стічних водах.

Склад пивоварних стоків може значно коливатися, оскільки він залежить від різних процесів, що відбуваються на пивоварному заводі, але кількість стічних вод, що утворюються, залежить від споживання води під час процесу.

Основними забруднювачами атмосфери є котельня та автотранспорт.

Котельня використовується для обігріву адміністративних приміщень та безпосередньо у технології виробництва пива. В якості палива використовують природний газ, в результаті спалювання якого у атмосферу через димові труби надходять: чадний газ, двоокис вуглецю, оксиди нітрогену, леткі органічні сполуки, оксиди N₂O, метан тощо.

Одним з етапів вирішення даної проблеми може бути встановлення фільтрів, які б очищали ГПП перед викидом його у атмосферу.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		112

Ще одним джерелом викидів є процес бродіння, в результаті якого у атмосферу виділяється вуглекислий газ. На 1 т пива, яке виготовляється на заводі, виділяється 17м³ CO₂. При цьому, викиди вуглекислого газу завод використовує для карбонізації власної продукції, тому обсяги викидів CO₂ не досягають критичних величин.

Технологічний процес виробництва пива передбачає утворення великої кількості відходів. Більша частина з них використовується у якості вторинних матеріальних ресурсів.

Основною вторинною сировиною у пивоварінні є дробина – твердий відхід виробництва, багатий на білки, жири, протеїни, вуглеводи та вітаміни. Пивну дробину можна використовувати:

- для виробництва борошна, яке може бути перспективною сировиною для найбільш популярних серед населення харчових продуктів. Актуальним є використання борошна з пивної дробини у технології виробництва пісочного печива;

- для виробництва хлібобулочних, макаронних, кондитерських, м'ясних та молочних виробів;

- для виробництва ксиліту;

- як джерело глюкози та глютамату натрію (при такій переробці можна отримати 4800 кг глютамату натрію в рік);

- як органічне добриво та меліорант ґрунтів;

- для виробництва косметики та догляду за тілом, при цьому використовується віск пивної дробини.

Пивні дріжджі, солодові паростки та пивна дробина можна продавати сільськогосподарським підприємствам, які використовуватимуть їх у якості кормових добавок до раціону тварин або у нативному вигляді.

Із надлишкових пивних дріжджів можна виготовляти сухі пивні дріжджі, які багаті вітамінами, особливо групи В. Їх же можна використовувати у якості біологічно активної добавки, яку приймають для лікування і профілактики простудних захворювань.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		113

Діоксид вуглецю, який утворюється під час бродіння збирають, стискають і використовують для карбонізації готового пива.

Окрім вторинних матеріальних ресурсів на підприємстві утворюються відходи, вторинне використання яких неможливе. Так, наприклад, білковий осад, разом з відпрацьованою водою потрапляє в загальний водопровід, а звідти до міської каналізації. Саме тому, утворення цього відходу є екологічною проблемою, яка потребує вирішення.

5.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Охорона довкілля підприємства характеризується комплексом заходів, спрямованих на запобігання негативному впливу підприємства на навколишнє середовище, забезпечуючи тим самим сприятливі та безпечні умови праці. Щоб захистити навколишнє середовище, компанія вживає заходів щодо зниження рівня забруднення, що створюється підприємством:

- виявляти, оцінювати, постійно контролювати та обмежувати викиди небезпечних елементів в атмосферу;
- розробити нормативно-правові акти та комплекс природоохоронних заходів.

Крім екологічної безпеки об'єкта (охорона довкілля підприємства), не менш важливою є безпека життєдіяльності підприємства. Це поняття включає комплекс організаційно-технічних засобів для запобігання негативному впливу факторів виробництва на працівників.

Крім охорони праці працівники повинні дотримуватися положень технічних вимог і стандартів підприємства, підтримувати гігієнічні норми та мікроклімат робочого місця.

Усі норми та правила охорони довкілля та безпеки праці мають бути визначені та задокументовані в конкретних документах.

Екопаспорт містить загальну інформацію про бізнес, використовувану сировину, опис варіантів технології виготовлення основних видів продукції, варіанти очищення стічних вод і скидання в повітря, характеристики після

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						114
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

очищення; відомості про наявність технологій для досягти оптимальних природоохоронних показників..

Вимоги безпеки під час зберігання, переробки та переміщення сировини, готової продукції і тари

1. Загальні вимоги

1. Для безпечного проведення основних технологічних процесів під час зберігання, переробки та переміщення сировини, готової продукції і тари потрібно керуватися Правилами охорони праці при експлуатації баз, складів та сховищ, виконанні вантажних, вантажно-розвантажувальних робіт на об'єктах оптової торгівлі, затвердженими наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 08 травня 1996 року № 78, та Правилами охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт, затвердженими наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 19 січня 2015 року № 21, зареєстрованими у Міністерстві юстиції України 03 лютого 2015 року за № 124/26569.

2. Зберігання та переробка зерна здійснюються відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів у сфері зберігання та переробки зерна.

3. Переміщення пилоутворювальних матеріалів здійснюється методом пневмогідротранспортування та транспортними пристроями, що виключають виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони. написами.

4. Експлуатація зернових механізованих складів без вертикальних колон чи пірамідальних ґрат не дозволяється.

5. У зерноскладах встановлюється постійний контроль за температурою зерна. Перевірка температури зерна та інших продуктів, які зберігаються у силосах і бункерах, здійснюється стаціонарними або переносними установками. Спускання у силоси і бункери працівників для перевірки заборонено. За відсутності пристрою для дистанційного вимірювання доступ працівників до насипу для вимірювання температури зерна може бути дозволено у разі унеможливлення запуску нижнього конвеєра та відповідальної особи за безпеку людей, які працюють на складі.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		115

6. Двері складів мають бути завжди зачинені або бути обладнані ґратчастими стулками, що унеможливають доступ працівників до насипу зерна. При відчиненні дверей електропривід нижнього конвеєра має автоматично вимикатись.

Граничнодопустима висота завантаження складів зерном насипом вказується на стінах складів чітко позначеною лінією та попереджувальними

7. Кожний механізований склад із самопливним обладнанням для випускання зерна має бути обладнаний не менше ніж двома кнопками "Стоп" ззовні складу (по одній кнопці з кожного боку) для аварійного зупинення конвеєра нижньої галереї. Біля кнопки "Стоп" вивішуються спеціальні написи і влаштовується зручний доступ. Кнопки "Пуск" і "Стоп" мають знаходитись також біля електродвигуна конвеєра.

8. Виробничі площі, розташовані у підвальних та напівпідвальних приміщеннях, і транспортні тунелі мають бути забезпечені витяжною вентиляцією з однократним повітрообміном на годину та мати не менше двох входів-виходів, розміщених на початку та наприкінці підвального приміщення чи тунелю. Короткі тунелі (завдовжки 15-20 м) можуть мати один вхід-вихід.

9. Галереї і майданчики, які мають довжину більше 20 м і розташовані на висоті більше 2 м від рівня землі чи підлоги, повинні мати не менше двох входів-виходів, улаштованих на початку та наприкінці галереї чи майданчика.

10. За наявності проходів між вбудованими бункерами для безтарного зберігання та стінами будівлі їх ширина має бути не менше 0,7 м.

Зберігання хмелю

1. Хміль та продукти з нього, запаковані у мішки, балони або металеві циліндри, мають зберігатися у сухих темних добре вентильованих приміщеннях на стелажах. Зберігання сторонніх речей у складі не дозволяється.

2. Гранульований хміль зберігається у ящиках з установленням їх на стелажах не більше восьми одиниць за висотою.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		116

3. Стелажі з хмелем мають бути на відстані від стін, стель, підлоги не менше 0,25...0,3м, від електросвітильників, електроустаткування та повітроохолоджувачів - не менше 1,0 м.

4. Транспортна та пішохідна зони на складах розділяються бар'єрами для унеможливлення потрапляння працівників на шляхи транспортування. У місцях, де установка таких бар'єрів неможлива через специфіку виробничих процесів, наноситься горизонтальна або встановлюється вертикальна розмітка з установкою відповідних дорожніх знаків.

5. Пішохідні шляхи, якщо вони проходять поблизу зберігання продукції на стелажах, ярусах, рядах заввишки більше 3 м, мають бути захищені від падіння предметів з висоти. Для входу/виходу до/зі складів та інших приміщень, де переміщуються навантажувачі, передбачаються окремі двері для пішоходів. Використовувати для проходу ворота заборонено.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		117

6. ОХОРОНИ ПРАЦІ

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» [15] охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, призначених для охорони життя, здоров'я та працездатності людини. процес.

Організація охорони праці має ґрунтуватися на «Законі про охорону праці», КЗпП України та українському «Законі про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та втрат працездатності»[15].

Умови праці на виробництві, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, якими користуються працівники, а також гігієнічні та побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.Роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме [15]:

- створення відповідних служб та призначення посадових осіб, забезпечення вирішення окремих питань охорони праці, затвердження інструкцій щодо їх обов'язків, прав та відповідальності при виконанні ними посадових обов'язків, контроль за їх дотриманням;

- розробити та впровадити за участю сторін колективного договору комплексні заходи щодо дотримання встановлених стандартів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечити вжиття необхідних запобіжних заходів у світлі обставин, що змінюються;

- впровадження прогресивної технології, науково-технічних досягнень, засобів механізації та автоматизації виробництва, ергономічних вимог, позитивного досвіду охорони праці тощо;

- забезпечувати належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та споруд та контролювати їх технічний стан;забезпечує усунення

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		118

причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно- правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків [15].

Роботодавці несуть пряму відповідальність за порушення цих вимог. Служби охорони праці створюються на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та виду діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів та роботи, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням, нещасним випадкам в процесі

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						119
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

виробництва [15].

Згідно з «Положенням про охорону праці» підприємства, служби охорони праці представляють інженери з охорони праці. Він підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства.

Інструктаж з охорони праці. Інструктажі з охорони праці з метою навчання працівників правильно й безпечно для себе і оточуючого середовища виконувати свої трудові обов'язки. Інструктажі за часом та характером проведення бувають вступними, первинними, повторними, позаплановими та цільовими [15].

Головними шкідниками та небезпечними факторами на підприємстві є:

- застосування великої кількості стаціонарних, пересувних, транспортуючих технологічних машин та механізмів;
- застосування установок з високими параметрами теплоносіїв, установок, що працюють під тиском;
- підвищений рівень шуму; вібрацій;
- загазованість повітряної робочої зони;
- підвищений рівень вологості;
- монотонність праці.

Основними заходами щодо поліпшення умов праці, спрямованими на запобігання негативному впливу шкідливих речовин на працівників, є:

- Системне управління для підтримки оптимальних умов мікроклімату;
- Автоматизація та механізація технологічних процесів;
- Впровадити передові технології для зниження шуму та вібрації.

Заходами безпеки та при використанні шкідливих речовин є:

- запобігання проникнення шкідливих речовин у повітря робочої зони, за рахунок герметизації обладнання, ущільнення з'єднань, удосконалення технологічних процесів;
- видалення шкідливих речовин з повітря робочої зони, за рахунок вентиляції або очищення робочої зони за допомогою кондиціонерів;
- застосування засобів індивідуального захисту людини.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						120
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

Мікроклімат або метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температура в приміщенні, відносна вологість повітря і рухливість повітря, тепловим випромінюванням. Мікроклімат виробничих приміщень на підприємстві нормується в залежності від типових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року [15].

Основні нормативні документи де наводяться норми мікроклімату, це санітарні норми та стандарти безпеки праці.

Оптимальні мікрокліматичні умови — це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення механізмів терморегуляції.

Найчастіші причини відхилення параметрів мікроклімату від нормованих — це надходження надлишкового тепла в повітрі виробничого приміщення водяної пари від працюючого обладнання та різних джерел випаровування.

Для знешкодження цих чинників передбачається ізоляція технологічного обладнання і трубопроводів. Необхідний стан мікроклімату підтримується за рахунок системи вентиляції. На підприємстві встановлена припливно-витяжна вентиляція [15].

Шум. Підвищений рівень шуму завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини.

- За часовими характеристиками шуми слід поділяти на: постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра по шкалі "А";

- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою "повільно" шумоміра по шкалі "А".

Непостійні шуми поділяються на:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		121

- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра по шкалі "А", при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;

- імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(A1) і дБ(А), виміряні на часових характеристиках "імпульс" та "повільно" шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

Максимальний рівень шуму, що коливається в часі та переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

У приміщеннях, де виконується робота, що вимагає осередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії: робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, лабораторій — 60 дБА [15].

Джерелом шуму також є електропривод пристрою. Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 допустимий рівень звуку у виробничому приміщенні дорівнює $L_p = 80$ дБА.

У цеху також є джерела вібрації, рівні яких не повинні перевищувати вимог, зазначених у ДСНС 3.3.6.039-99 Національного гігієнічного кодексу промислової загальної та локальної вібрації [15].

Джерелами вібрації є габаритне обладнання та його високошвидкісні обертові компоненти. Для усунення шуму передбачено такі заходи: Зарезервована спеціальна звукоізоляційна кабіна, внутрішня поверхня обшита звукопоглинаючим матеріалом.

Створені малOSHумні механічні трансмісії та розроблені методи зниження шуму в підшипникових вузлах і вентиляторах.

Локальна вібрація поділяється на:

- органи управління ручними верстатами або ручними механічними інструментами, машинами та обладнанням.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		122

7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Загальні інвестиції на впровадження заходів технічного розвитку підприємства розраховуються за формулою:

$$K_v = V_{\pi} + D_{\text{зам}} - V_{\text{зам}} + V_{\text{зал}} + V_{\text{пр}} + K_{\text{буд}}$$

де V_{π} – первісна вартість нового устаткування;

$D_{\text{зам}}$ – витрати на демонтаж замінюваного устаткування;

$V_{\text{зам}}$ – виручка від реалізації замінюваного устаткування;

$V_{\text{зал}}$ – залишкова вартість замінюваного устаткування;

$K_{\text{буд}}$ – вартість будівельних робіт;

$V_{\text{пр}}$ – вартість проектних робіт;

Ці витрати можна взяти у розмірі 5-10 % витрат на придбання устаткування.

Так як будується нове підприємство витрат на демонтаж замінюваного устаткування, виручки від реалізації замінюваного устаткування та залишку вартості замінюваного устаткування не буде. Формула буде мати вигляд:

$$K_v = V_{\pi} + V_{\text{пр}} + K_{\text{буд}}$$

Первісну вартість нового устаткування визначаємо за формулою:

$$V_{\pi} = Ц + T_p + ЗС + М + КВП ,$$

де $Ц$ – ціна нового устаткування;

T_p – витрати на транспортування нового устаткування;

Дані витрати можна приймати у розмірі 4-5 % від витрат на придбання.

$ЗС$ – заготівельно-складські витрати;

Ці витрати можна приймати у розмірі 1,0 – 1,25%.

$М$ – витрати на монтаж нового устаткування.

Вони можуть становити 8-10% витрат на придбання устаткування.

$КВП$ – вартість контрольно-вимірювальних приладів.

Вартість $КВП$ можна прийняти у розмірі 10% витрат на придбання нового устаткування. Розрахуємо витрати на придбання нового устаткування.

									Арк.
									123
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата	КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ				

Таблиця 7.1 - Витрати на придбання нового устаткування

№ п/п	Назва устаткування	Кількість одиниць	Ціна одиниці, грн	Витрати на придбання, грн
1.	Стрічковий транспортер	1	140 500	140 500
2.	Норія	1	44 362	44 362
3.	Шнек	1	96 800	96 800
4.	Автоматичні ваги	4	30 700	122 800
5.	Бункер добового запасу світлого солоду	1	54 300	54 300
6.	Бункер добового запасу темного солоду	1	54 300	54 300
7.	Бункер добового запасу несолодженої сировини	1	54 300	54 300
8.	Повітряно-ситовий сепаратор	1	41 200	41 200
9.	Магнітний сепаратор	2	33 700	67 400
10.	Дробарка кондиційованого помелу	1	75 250	75 250
11.	Дробарка мокрого помелу	1	75 250	75 250
12.	Передзаторний апарат	1	10 100	10 100
13.	Шестиричний насос	1	11 300	11 300
14.	Заторний апарат	2	70 000	140 000
15.	Фільтраційний апарат	1	85 600	171 200
16.	Збірник дробини	1	22 250	22 250
17.	Насос мутного суслу	1	27 300	27 300
18.	Збірник промивних вод	1	31 500	31 500
19.	Сусловарильний апарат	1	120 300	120 300
20.	Баки хмелю	1	18 000	18 000
21.	Гідроциклонний апарат	1	41 250	41 250
22.	Збірник білку	1	12 500	12 500
23.	Пластинчастий теплообмінник	1	62 250	62 250
24.	Бак холодної води	1	12 200	12 200
25.	Бак гарячої води	1	12 200	12 200
26.	Відцентровий насос	8	15 000	120 000
27.	Всього			1 638 812

Розрахунок витрат на транспортування устаткування

Приймаємо у розмірі 4 % від витрат на придбання

$$T_p = 1\,638\,812 * 0,04 = 65\,552,48 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на заготівельно-складські роботи

Ці витрати приймаємо у розмірі 1,0 %, від витрат на придбання

$$ЗС = 1\,638\,812 * 0,01 = 16\,388,13 \text{ грн}$$

Визначення витрат на монтаж

Становлять 8% витрат на придбання устаткування

$$M = 1\,638\,812 * 0,08 = 131\,104,96 \text{ грн}$$

Розрахунок вартості контрольно-вимірювальних приладів

Приймаємо у розмірі 10% витрат на придбання нового устаткування.

$$КВП = 1\,638\,812 * 0,1 = 163\,881,2 \text{ грн}$$

Розрахунок первісної вартості на впровадження заходів

$$В_{\text{п}} = 65\,552,48 + 16\,388,13 + 131\,104,96 + 163\,881,2 + 1\,638\,812 = 1\,868\,246 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на проектні роботи

Ці витрати можна взяти у розмірі 5 % витрат на придбання устаткування

$$В_{\text{пр}} = 1\,638\,812 * 0,05 = 81\,940,6 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на будівельні роботи

Розмір будівлі 55,5x18м, що складає 1000м². Середньоринкова вартість будівництва складає 9800 грн за 1 м². $K_{\text{буд}} = 1000 * 9800 = 9\,800 \text{ тис. грн.}$

Розрахунок загальних інвестицій

$$K_{\text{в}} = 81\,940,6 + 9\,800 = 91\,740,6 \text{ грн}$$

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		125

ВИСНОВКИ ЗА ДИПЛОМНИМ ПРОЄКТОМ

При виконанні даного дипломного проєкту було зроблено наступне:

1. Охарактеризовано й обгрунтовано будівництво броварні у м. Городня Чернігівської області.
2. Описано основні технологічні стадії виробництва пива та хлібного квасу послідовність операцій тощо.
3. Описано та зображено принципово-технологічну схему виробництва пива та хлібного квасу .
4. Проведено розрахунок сировини, допоміжних матеріалів, обладнання, складів, приміщень тощо.
5. Представлено технохімічний та мікробіологічний контроль пивоварного та квасного виробництва.
6. Виконано креслення апаратурно-технологічних схем виробництва пива й та хлібного квасу, планів та розрізів дробильно-варильного відділення, бродильного відділення, виробництва квасу .
7. Описано охорону праці на підприємстві.
8. Охарактеризовано основні викиди виробництва, стічних вод, та засоби охорони довкілля.
9. Представлено економічну частину реалізації проєкту будівництва броварні.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						126
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Список країн за споживанням пива на людину. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. Розумей С. Б., Ступка К. Є., Ніколаєнко І. В. Дослідження стану пивного ринку України в умовах економічної нестабільності // Економіка та управління підприємствами. 2018. № 29. С. 117 – 122
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.
4. Домарецький В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підручник. Вінниця: "Нова книга", 2005. 408 с.
5. Домарецький В. А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підручник. Вінниця: Нова Книга, 2005. 408 с.
6. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: підруч. К.: ІНКОС, 2004. 426 с.
5. ДСТУ 4069:2016 Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-06-01]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2016. 22 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-05-28]. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 21 с. (Національний стандарт України).
7. ДСТУ 4282:2004. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).
- 8 Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін. // за заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. К.: НУХТ, 2012. 487 с.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
Змн.3	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		127

9 Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Домарецький В.А. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. К.: НУХТ, 2007. 256 с.

10. Мелетьєв А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв: підруч. Вінниця: Нова Книга, 2007. 392 с.

11. Технологія галузі (пивоваріння). Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Укл. Лапицька Н. В. Чернігів: НУЧК ім. Т. Г. Шевченка, 2021. 60 с.

12. Технологія безалкогольних напоїв: підручник В.Л. Прибильський, З.М. Романова, В.М. Сидор та ін. ; за ред. В.Л. Прибильського. Київ: НУХТ, 2014. 310 с.

13. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. Київ: Аграрна наука, 2008. 534 с.

14. Гетун Г.В. Основи проектування промислових підприємств Г.В. Гетун. К.: Кондор, 2003. 210 с.

15. Про охорону праці: Закон України від 24 листопада 1992 року № 2695-ХІІ. Відомості Верховної ради України. 1992. №2695. С 10.

					КА 181 28.2-ФМ 01 ПЗ	Арк.
						128
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис	Дата		