Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут хімії та хімічних технологій
Кафедра технології органічних продуктів

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ТЕМУ:

Проєкт бродильного відділення виробництва хлібного квасу продуктивністю 1,5 млн дал на рік

Project of the Kvass Fermentation Department (Productivity of 1.5 Million Decaliters per Year)

Студентка групи ХР-42 Фрис Христина

(шифр групи, ім'я та прізвище студента)

Керівник _____ Лілія ШЕВЧУК

Консультанти:

з охорони праці _____ Марія ТОКАРЄВА

з економічної частини _____ Уляна БАЛИК

Рецензент _____

Завідувач кафедри _____ Богдан ДЗІНЯК

«___» червня 2025 р.

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут хімії та хімічних технологій

Кафедра технології органічних продуктів
Спеціальність 181 Харчові технології
Освітньо-професійна програма «Харчові технології»
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри ТОП
_____ Богдан ДЗІНЯК

«____» червня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Фрис Христині Олегівні

1.Тема роботи:
Проєкт бродильного відділення виробництва хлібного квасу продуктивністю

1,5 млн дал на рік

затверджена наказом по університету від «15» квітня 2025 р. № 1355-4-08

2. Термін здачі студентом закінченої бакалаврської кваліфікаційної роботи:
«09» червня 2025 р.

3. Вихідні дані : продуктивність 1,5 млн дал квасу на рік, молочнокислі бактерії роду Betabacterium рас 11 та 13, дріжджі раси М і С-2, витрата концентрату квасного сусла на 100 дал готового продукту – 29,4 кг

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки :
Анотація (українською та англійською мовами). Вступ. 1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. 2. Характеристика сировини, напівпродуктів і продуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних ресурсів. 3. Опис технологічної схеми. 4. Розрахунок продуктів та енергетичних ресурсів. 5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. 6. Проєктування та вибір технологічного обладнання. 7. Компонування технологічного обладнання. 8. Охорона праці. 9. Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:
1. Технологічна схема із зазначенням точок контролю технологічних параметрів – 1 аркуш
2. Таблиці норм технологічного режиму та витратних коефіцієнтів – 1 аркуш
3. Компонувальні креслення (плани та розрізи) – 4 аркуші

6. Перелік програмних продуктів для виконання роботи:
ACD/ChemSketch, ChemOffice, DWSIM, ChemCAD, WxMaxima, Maple, MathCAD, Microsoft Office, LibreOffice, OpenOffice, Microsoft Visio, AutoCAD, LibreCAD тощо.

7. Консультування кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів роботи:

Розділ	Консультант	Завдання видав		Завдання прийняв	
		Підпис	Дата	Підпис	Дата
1–7	д-р. техн. наук Шевчук Л.І.				
8	Доц. Токарєва М.О.				
9	Доц. Балик У.О.				

Дата, коли видано завдання _____

Керівник _____

Завдання прийняв до виконання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів БКР	Примітка
1	Вступ	до 12.05.2025 р.	
2	Техніко-економічне обґрунтування проєкту	до 12.05.2025 р.	
3	Характеристика сировини, напівпродуктів і продуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних ресурсів	до 12.05.2025 р.	
4	Опис технологічної схеми	до 12.05.2025 р.	
5	Розрахунок продуктів та енергетичних ресурсів	до 23.05.2025 р.	
6	Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва	до 26.05.2025 р.	
7	Проєктування та вибір технологічного обладнання	до 26.05.2025 р.	
8	Компонування технологічного обладнання	до 02.06.2025 р.	
9	Охорона праці	до 04.06.2025 р.	
10	Економічна частина	до 04.06.2025 р.	
11	Висновки. Анотація	до 06.06.2025 р.	
12	Список використаних джерел. Додатки	до 06.06.2025 р.	
13	Кваліфікаційну роботу подати на кафедру	до 09.06.2025 р.	
14	Захистити бакалаврську кваліфікаційну роботу	до 27.06.2025 р.	

Студент _____

Керівник _____

АНОТАЦІЇ

У дипломній роботі представлено проєкт бродильного відділення підприємства з виробництва хлібного квасу потужністю 1,5 млн дал на рік (15 000 дал/добу). Проєкт містить техніко-економічне обґрунтування виробничого процесу, включаючи підготовку сировини, приготування сусла, процес бродіння, купажування та розливу. В основі технології квасу лежать анаеробні процеси незавершеного спиртового і молочнокислого бродіння, тому організовано бродильний процес із застосуванням комбінованої закваски на основі молочнокислих бактерій роду Betabacterium рас 11 та 13 і дріжджів раси М і С-2, для забезпечення стабільної якості квасу та його високих органолептичних показників.

У роботі описано технологію приготування квасного сусла настійним та раціональним способами, вказані хімічні аспекти процесу. Встановлено оптимальні режими бродіння: температура 25–35 °С, тиск 0,05–0,15 МПа, тривалість 8–18 годин.

Наведена характеристика сировини із зазначенням державних стандартів, описані морфологічні та культуральні властивості використаних молочнокислих бактерій.

Розраховано витрати сировини на основі заданої рецептури хлібного квасу, енергетичних ресурсів, тепло- і холодоагентів. Запропоновано компонування обладнання закритого варіанту з урахуванням енергоефективності та санітарних вимог. Також увагу приділено технохімічному і мікробіологічному контролю процесу бродіння, дотриманню стандартів якості та безпеки. У роботі представлено детально описану технологічну схему, обґрунтовано вибір апаратів, складено теплові баланси основних стадій процесу.

Розглянуто заходи щодо охорони праці, де описано загальну характеристику умов праці, техніку безпеки, пожежну профілактику та запропоновано заходи поліпшення умов праці.

В економічній частині наведено характеристику галузі та інформацію про підприємство, де визначено витрати на основне обладнання, обґрунтовано

енергетичні потреби відділення, розраховано показники ефективності виробництва, запланований робочий режим. Представлено зведену таблицю техніко-економічних показників. Практичне значення проєкту полягає у можливості його реалізації на малих і середніх харчових підприємствах.

Ключові слова: хлібний квас, бродіння, комбінована закваска, дріжджі, молочнокислі бактерії, концентрат квасного сусла, бродильне відділення.

ABSTRACT

The thesis presents a project for the fermentation department of a bread kvass production enterprise with a capacity of 1.5 million dal per year (15,000 dal/day). The project contains a feasibility study of the production process, including raw material preparation, wort preparation, fermentation, blending and bottling. The basis of kvass technology is anaerobic processes of incomplete alcoholic and lactic acid fermentation, therefore, a fermentation process is organized using a combined starter culture based on lactic acid bacteria of the genus Betabacterium races 11 and 13 and yeast races M and C-2, to ensure stable kvass quality and its high organoleptic indicators.

In the aspect of the work, the technology of preparing kvass wort using sustainable and rational methods is described, and chemical processes are indicated. Optimal fermentation modes are established: temperature 25–35°C, pressure 0.05–0.15 MPa, duration 8–18 hours.

The characteristics of the raw materials are given with the definition of state standards, the morphological and cultural properties of the lactic acid bacteria used are described.

The costs of raw materials are calculated based on the given recipe of bread kvass, energy resources, heat and refrigerants. The layout of the equipment of the room version is proposed, taking into account energy efficiency and sanitary requirements. Also, pay attention to the assigned technochemical and microbiological control of the fermentation process, compliance with quality and safety standards. The work presents a detailed technological scheme, justifies the choice of devices, compiles heat balances of the main stages of the process.

Measures for labor protection are considered, a general characteristic of working conditions, safety techniques, fire prevention are described, and measures to improve working conditions are proposed.

The economic part provides a characteristic of the industry and information about the enterprise, determines the costs of basic equipment, justifies the energy needs of the department, calculates production efficiency indicators, and plans the operating mode. A summary table of technical and economic indicators is presented. The

practical significance of the project will be in the possibility of its implementation in small and medium-sized food enterprises.

Keywords: bread kvass, fermentation, combined starter culture, yeast, lactic acid bacteria, kvass wort concentrate, fermentation department.

ЗМІСТ

ВСТУП 9

1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту 11

2. Характеристика сировини, напівпродуктів і продуктів допоміжних . 19матеріалів та енергетичних ресурсів 19

3. Опис технологічної схеми 28

4. Розрахунок продуктів та енергетичних ресурсів 31

5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва 51

6. Проєктування та вибір технологічного обладнання 56

7. Компонування технологічного обладнання 64

8. Охорона праці 75

9. Економічна частина 83

ВИСНОВКИ 94

Список використаних джерел літератури 95

ВСТУП

Сучасний хлібний квас за смаковими, спраготамуючими й освіжаючими властивостями – один з кращих слабоалкогольних напоїв. Він містить діоксид вуглецю, спирт й молочну кислоту, що утворилися під час бродіння та обумовлюють гостроту смаку. Квас володіє освіжаючою дією, а також містить корисну для організму людини мікрофлору (дріжджі та молочнокислі бактерії), вітаміни (B1, B2, PP, D, пантотенову кислоту), макро- та мікроелементи (Fe, K, Na, Ca, Mg, P, S, Cl, Mo).

Квас готується шляхом зброджування хлібопекарськими дріжджами або ж іншими заквасками основи сусла та додаванням різних харчових добавок

Напій має хороші органолептичні показники, освіжаючу та лікувально-профілактичну дію - покращуючи мікрофлору шлунку та загальний стан здоров'я людини. Квас належить до безалкогольних напоїв, хоча, як продукт бродіння, містить у своєму складі алкоголь, масова частка якого не має перевищувати 1,2 %.

На сьогодні галузь виробництва хлібного квасу активно розвивається, завдяки підвищенню інтересу споживачів до продуктів натурального бродіння. Сучасні технології та обладнання дозволяють збільшувати продуктивність виробництва і покращувати якість готової продукції, що сприяє подальшому зростанню цієї галузі.

Оскільки промислове виробництво квасу є сезонним, основною задачею є організація ефективного процесу зброджування квасного сусла. Крім того зростає запит на функціональні ферментовані продукти з пробіотичними властивостями, а широкий спектр виробництва їх різновидів можна легко організувати шляхом використання доступних товарних штамів мікроорганізмів, різноманітних харчових додатків в умовах крафтових виробництв невеликої потужності.

Бродильне відділення забезпечує ферментацію, що є центральною стадією технологічного процесу, під час якої відбувається утворення кінцевого продукту – квасу. Роль відділення полягає не лише у перетворенні сировини на готовий

продукт, але й у забезпеченні необхідної якості напою, його стабільних органолептичних властивостей та безпеки для споживача.

Метою даного проєкту є розробка високоефективного відділення зброджування хлібного квасу, яке забезпечить необхідний обсяг продукції відповідно до стандартів якості, з урахуванням економічної доцільності та сучасних технологічних вимог.

1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту

Квас — це традиційний східноєвропейський напій, який отримують шляхом неповного спиртового та молочнокислого бродіння злаків, хліба або борошна. Найчастіше для приготування квасу використовують житній або пшеничний хліб, дріжджі, цукор і воду. Квас може мати різний смак: від солодкуватого до кисло-гострого, залежно від способу приготування.

Висока поживна цінність обумовлена вмістом вуглеводів (цукрози, мальтози, декстринів) та амінного азоту. Специфічний смак квасу надають діоксид вуглецю, молочна кислота, спирт та альдегіди.

В 100 грамах квасу містяться 93,4 г води, 0,2 г білків, 5 г вуглеводів, 0,2 г золи, 0,3 г органічних кислот, 0,6 г етилового спирту. Із кислот у квасі переважають молочна та оцтова. Молочнокислі бактерії позитивно впливають на процеси травлення.

Активна кислотність квасу 3,6–3,7, а загальна – 2–4 $см^3$ 1 н NaOH в перерахунку на 100 $см^3$ продукту. Енергетична цінність хлібного квасу в перерахунку на 1 л складає всього 250 ккал (1050 кДж) або 25ккал на 100 г продукту.

Кваси поділяються:

1. За сировиною

- **Хлібний квас:** основою є житній або пшеничний хліб.
- **Злаковий квас:** виготовляється з ферментованих злаків (жито, ячмінь, овес).
- **Фруктово-ягідний квас:** основою є фрукти, ягоди або їхній сік.
- **Буряковий квас:** основний інгредієнт — буряк.
- **Медовий квас**: замість цукру використовується мед.

2. За типом бродіння

- **Дріжджовий квас:** основний процес бродіння відбувається завдяки дріжджам, що виробляють незначну кількість алкоголю та вуглекислий газ.

- **Молочнокислий квас:** процес бродіння викликається молочнокислими бактеріями, що робить його корисним для травлення і менш алкогольним.
- **Комбінований квас:** поєднує дріжджове і молочнокисле бродіння (наприклад, закваска, що містить обидва типи мікроорганізмів).

3. За смаком

- **Кислий квас**: має виразний кислуватий смак через більший вміст молочної кислоти.
- **Солодкий квас**: з додаванням більшої кількості цукру або меду, має пом'якшений, солодший смак.
- **Пряний квас**: може мати додаткові спеції (імбир, кориця, гвоздика), що надає пряного або гострого смаку.

4. За методом обробки:

- нефільтровані: прояснені та неосвітлені;
- фільтровані:
- холодної стерилізації пастеризовані та непастеризовані.

5. За способом виготовлення:

- настійний
- раціональний
- з концентрату квасного сусла

Настійний спосіб полягає у екстрагуванні розчинних речовин з подрібнених квасних хлібців шляхом дво- або триразового настоювання в гарячій воді.

Однократним настоюванням можна витягти близько 50 % екстрактивних речовин, тому проводять трикратне настоювання за t = 70 °С, тому що більш висока температура надає суслу смак вареного продукту.

Для настоювання в настійний чан набирають гарячу воду, засипають при перемішуванні сухий квас, ретельно перемішують і настоюють певний час, зливають отримане сусло й знову заливають водою. Температура води для

першого настоювання 80-90 °С, для другого та третього – 70 °С. Тривалість перемішування при першому заливі 30 хв., при другому та третьому – 20 хв.; тривалість настоювання для отримання першого сусла – 1,5-2 год., другого сусла – 1,5 год., третього сусла – 1 год.

Отримані три сусла охолоджують до 25 °С, змішують і направляють на бродіння. Загальне сусло повинно містити не менше 1,5 % сухих речовин, кількість сусла за об'ємом має дорівнювати об'єму приготованого квасу. Приготування квасного сусла настійним способом проводять в нескладному обладнанні (настійний чан), і тому цей метод застосовується переважно на малих підприємствах.

Раціональним способом квасне сусло отримують шляхом попереднього запарювання під надлишковим тиском протягом 2 год житнього дробленого ферментованого солоду та житньої муки. Сусло готують у запарнику, в який засипають житній солод і житнє борошно та наливають гарячу воду в кількості 40-100 % від маси заданих хлібних припасів. Вміст запарників при безперервному перемішуванні прогрівають парою протягом 2 год під тиском 0,15-0,2 МПа. При розварюванні утворюються меланоїдини з приємним запахом. Розварену масу розріджують холодною водою і передають в заторний чан, куди попередньо наливають воду з температурою 55 °С та засипають ячмінний солод. Під дією амілолітичних ферментів солоду крохмаль перетворюється на мальтозу та декстрини.

Процес оцукрювання проводять при перемішуванні й наступному режимі: підігрів затору до 65 °С, витримка протягом 60 хв.; підігрів до 72 °С, витримка протягом 20 хв.; підігрів до 80 °С, витримка протягом 10 хв. У першому періоді оцукрювання при 64 °С розпадаються крохмаль і декстрини до мальтози. У наступних періодах крохмаль розріджується і накопичуються 25 декстрини. Після закінчення оцукрювання сусло відділяють від гущі фільтрацією в фільтраційному чані або сепарацією. Сусло передають до збірки, а гущу заливають водою при температурі 60-70 °С, розмішують та отримують друге сусло, яке приєднують до першого, іноді отримують і третє сусло. Загальне сусло

повинно містити не менше 1,5 % сухих речовин; кількість сусла за об'ємом має дорівнювати об'єму приготованого квасу. Сусло охолоджують до температури 25 °С і передають на бродіння.

Переваги раціонального способу: – більш високий вихід екстрактивних речовин, що знижує витрати сировини на приготування квасу на 27%; – нижче витрати ручної праці та виключена трудомістка операція приготування квасних хлібців.

Технологічний процес виробництва квасу має такі стадії:

1. Приготування концентрату квасного сусла - ККС
2. Бродіння сусла
3. Купажування квасу
4. Розлив

Приготування квасного сусла:

Існують такі способи приготування квасного сусла:

- з концентрату квасного сусла (ККС),
- з ККС, замінюючи пивним суслом частину ККС,
- настійним способом (з сухого квасу або квасних житніх хлібців),
- з сухих зернопродуктів,
- з зернопродуктів з використанням ферментних препаратів

Найпоширенішим способом приготування квасного сусла є приготування з концентрату ККС. Існують два способи такого приготування:

1. Розраховують необхідну кількість ККС та перед зброджуванням вносять його в сусло, далі цукровим сиропом купажують молодий квас.

2. За цим способом тільки частину загальної кількості ККС (70%), яка розрахована за рецептурою, використовують безпосередньо на приготування квасного сусла, а іншу частину (30 %) вносять при купажуванні зброженого сусла.

Виробництво концентрату квасного сусла включає такі технологічні стадії: отримання сусла, упарювання сусла і термічна обробка отриманого концентрату.

Сировиною для виробництва концентрату квасного сусла служить сирий або сухий ферментований житній солод. Для зниження собівартості готового продукту частину солоду замінюють житнім, ячмінним або кукурудзяним борошном (до 50 % від загальної кількості зернопродуктів). Для забезпечення необхідного ступеня гідролізу вуглеводів і білків застосовують неферментований житній або ячмінний солод, а також ферментні препарати, що володіють амілолітичною, протеолітичною і цитолітичною активністю.

Борошно змішують з водою в співвідношенні 1:(3–4) і розварюють під тиском для клейстеризації і розрідження крохмалю. Розварену масу змішують з житнім ферментованим солодом, охолоджують отриманий затор до 40 °С, додають до нього неферментований ячмінний або житній солод і ферментні препарати. Затор витримують при відповідних температурах для гідролізу: некрохмальних полісахаридів – 40–45 °С, білків – 50–60 °С, крохмалю – 63–75 °С.

Оцукрений затор направляють на фільтрування у фільтрпреси або центрифуги з подальшим освітленням на сепараторах. Для кращого освітлення сусло кип’ятять, а потім фільтруванням відділяють скоагульовані білки. Освітлене сусло, що містить 12–14 % сухих речовин, направляють у вакуум-випарні апарати, де при 52–55 °С і залишковому тиску 0,07–0,08 МПа його концентрують до вмісту сухих речовин 68–70 %.

Для поліпшення фізико-хімічних і органолептичних показників, надання отриманому концентрату вираженого хлібного аромату і специфічного смаку, а також з метою стерилізації його піддають термообробці. Термообробку здійснюють в апараті, обладнаному кожухом і мішалкою. Концентрат витримують в апараті 30–60 хв при температурі 110–120 °С і безперервному перемішуванні. Готовий концентрат охолоджують в теплообміннику до температури 35–40 °С і направляють на зберігання.

Зброджування квасного сусла:

Квасне сусло зброджують в анаеробних умовах. У бродильно-купажний апарат подають основне квасне сусло і комбіновану закваску, ретельно

перемішують протягом 2–3 хв, після цього апарат герметично закривають і залишають на бродіння на 8 год. В процесі бродіння через кожні 1,5–2 год на 2–3 хв вмикають мішалку. Температура бродіння – 25–28 °С, тиск в апараті – 0,1–0,15 МПа. Коли концентрація зброджуваного сусла знизиться на 1 % по цукроміру, бродіння уповільнюють охолодженням молодого квасу до 10 °С. З пониженням температури розчинність CO_2 в квасі зростає, а тиск знижується до 0,04–0,05 МПа, після чого квас охолоджують до 6 °С, що супроводжується осадженням дріжджів, які відводять з апарату.

Купажування:

Купажують зброджене сусло шляхом внесення цукрового сиропу після видалення осаду мікроорганізмів або рідкого цукру до заданого вмісту сухих речовин у бродильно-купажному, циліндро-конічному або в купажному апараті. Купажні апарати – це збірники з нержавіючої сталі, алюмінію або сталі, покритої склоемаллю. Вони обладнані мішалками і барботерами для подачі діоксиду вуглецю і мають теплоізоляцію.

Розлив квасу:

Готовий квас розливають в автотермоцистерни, ізотермічні автоцистерни, бочки, кеги та пляшки (ПЕТ або скляні). Наповнення тари квасом із збірників-мірників, а також безпосередньо з ЦКБА і бродильно-купажних апаратів здійснюють відкритим або ізобаричним способом. Для збереження смакових якостей квасу та запобігання втрат діоксиду вуглецю розлив квасу доцільно проводити в ізобаричних умовах. Втрати квасу при цьому складають до 0,8 % (відкритим способом 2%). Гарантійний термін зберігання нефільтрованого хлібного квасу становить 2 доби при температурі не вище 12 °С, фільтрованого та пастеризованого – 180 діб при температурі не вище 25 °С.

На перебіг бродіння квасу впливають такі фактори, як температура бродіння, склад мікроорганізмів у заквасці. За 35 °С бродіння відбувається інтенсивніше, ніж за 30 °С, що можна пояснити вмістом культур із більшою термотолерантністю. Показано, що бродіння сусла можна оптимізувати,

використовуючи термотолерантні штами мікроорганізмів та підвищуючи температуру бродіння до 35 °С.

Для бродіння квасного сусла характерний симбіоз молочнокислих бактерій, які є регуляторами pH середовища та дріжджів, які окрім продукування спирту є джерелом амінокислот, вітамінів, цінних поживних речовин. Тому регулюванням співвідношення мікроорганізмів-продуцентів, можна досягти створення оптимальних умов середовища для симбіозу. Так, зниження вмісту сухих речовин (СР) та pH середовища до певного рівня сприяє розвитку МКБ а надто висока кислотність пригнічує розвиток дріжджів. Оптимально у виробництві квасу використовувати МКБ з невисокою бродильною активністю як Betabacterium, штами Lactobacillus та Bifidobacterium, поєднання різного роду молочнокислих бактерій у сухому вигляді.

При спільному культивуванні обидва види мікроорганізмів перебувають у симбіозі: молочнокислі бактерії створюють кислотність середовища, оптимальну для дріжджів, а дріжджі виділяють у середовище амінокислоти й вітаміни, потрібні бактеріям. Водночас при нерегульованому розмноженні дріжджі й молочнокислі бактерії конкурують за поживні речовини.

В основі технології квасу бродіння лежать анаеробні процеси незавершеного спиртового і молочнокислого бродіння. Сумарні рівняння цих процесів:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{дріжджі} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 117\ кДж$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{молочнокислі\ бактерії} H_3C-\underset{OH}{CH}-C(=O)-OH + 75\ кДж$$

Теплота, що виділяється під час бродіння, відводиться із апарату через теплообмінники, в які надходить холодоагент. Бродіння відбувається за температури 30 °С. Для приготування деяких видів квасу бродіння частину ККС замінюють суслом, виноградним суслом, яблучним екстрактом. Зброджування цукру в квасному суслі в кількості 0,6-0,8% не може забезпечити інтенсивного

бродіння, тому перед бродінням в сусло вводять 25% цукру від загальної маси, що використовується для бродіння квасу.

2. Характеристика сировини, напівпродуктів і продуктів допоміжних матеріалів та енергетичних ресурсів

Таблиця 2 – Технічні вимоги до якості сировини, допоміжних матеріалів, напівпродуктів і продуктів.

Найменування сировини, допоміжних матеріалів, напівпродуктів, продуктів та енергетичних ресурсів	Державний або галузевий стандарт, технічні умови, регламент	Показники, обов'язкові для перевірки (назва і одиниці вимірювання)	Регламентовані норми з допустимими відхиленнями
Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2006 "Цукор білий. Технічні умови» - харчовий продукт, який являє собою очищену і кристалізовану сахарозу у вигляді окремих кристалів (кристалічний цукор) або окремих кусків (пресований цукор).	1.Органолептичні показники: Зовнішній вигляд Сипучість	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорії допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускається наявність грудочок, що розпадаються у разі легкого натискання.

Продовження таблиці 2

		Запах та смак	Солодкий без стороннього запаху і присмаку, як в цукровому сиропі так і в його водному розчині.
		Чистота розчину	Повинен бути прозорим або таким, що має слабу опалесценцію, без нерозчинного осаду, механічних або інших сторонніх домішок
		2. Фізико-хімічні показники: Масова частка цукрози (в перерахунку на суху речовину), %, не менше	99,75
		Масова частка редукуючих речовин (в перерахунку на суху речовину), %, не більше	0,030
		Масова частка золи (в перерахунку на суху речовину), %, не більше	0,030

Продовження таблиці 2

		Масова частка редукуючи речовин, %	0,04
		3.Мікробіологічні показники:	
		Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0\times10^3$
		Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0\times10$
		Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	$1,0\times10$
		Бактерії групи кишкових паличок (колі форми) в 1 г	Не допускають
		Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Salmonella, в 25г.	Не допускають

Продовження таблиці 2

		4.Токсичні елементи Ртуть, мг/кг, не більше Миш'як, мг/кг, не більше Свинець, мг/кг, не більше Кадмій, мг/кг, не більше	 0,01 1,0 0,5 0,05
Концентрат квасного сусла	ДСТУ 28538-90 "Концентрат квасного сусла, концентрати і екстракти квасів. Технічні умови"	1.Органолептичні показники: Зовнішній вигляд Смак і аромат Колір Розчинність 2.Фізико-хімічні показники Масова частка сухих речовин, % Кислотність, см р-ну NaOH конц. 1,0моль/дм3 на 100г продукту	 Густа в'язка непрозора рідина Кисло-солодкий, хлібний з незначно вираженою гіркотою, аромат-житнього хліба Темно-коричневий Повна, допускається опалесценція $70{,}0 \pm 2{,}0$ 16,0-40,0

Продовження таблиці 2

		Сторонні домішки 3.Мікробіологічні показники: Коліформні бактерії. 1 $см^3$ мг/кг,не більше Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Salmonella, в 25г. 4.Токсичні елементи Ртуть, мг/кг, не більше Миш'як, мг/кг, не більше Свинець, мг/кг, не більше Кадмій, мг/кг, не більше Залізо, мг/кг Мідь, мг/кг Цинк, мг/кг	Не допускаються Не допускаються Не допускаються 0,005 0,2 0,3 0,03 15,0 0,5 10,0
Дріжджі раси М і С-2	ДСТУ 7344:2013 «Дріжджі пивні. Технічні умови»	1.Органолептичні показники Зовнішній вигляд Смак і аромат	Дріжджові гранули Без стороннього запаху, притаманний дріжджам

Продовження таблиці 2

		Колір	Від білого до світло-жовтого
		Розчинність	Повна
		2. Фізико-хімічні показники	
		Масова частка вологи, %, не більше	10,0
		Масова частка сирого протеїну у сухій речовині, %, не менше	36
		Масова частка сирої золи у сухій речовині, %, не більше	10,0
		pH	5,00-6,50
		3. Мікробіологічні показники, мг/кг, не більше:	
		БГКП (коліформи) в 1 г	Не допускається
		Патогенні, у тому числі Salmonella, у 50 г	Не допускається

		4.Токсичні елементи Ртуть, мг/кг, не більше Миш'як, мг/кг, не більше Свинець, мг/кг, не більше Кадмій, мг/кг, не більше Залізо, мг/кг Мідь, мг/кг Цинк, мг/кг	 0,03 1,0 1,0 0,2 25,0 25,0 25,0
Вода	ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»	1.Органолептичні показники Запах, при 20 С і при нагріванні до 60 С, бали, не більше Смак і присмак при 20 С, бали, не менше Мутність по стандартній шкалі, мг/л, не більше 2. Фізико-хімічні показники Водневий показник, pH Залізо (Fe) ,мг/л, не більше	 2 2 1,5 6,0-9,0 0,3

		Твердість загальна, мг-екв/л, не більше	7,0
		Сульфати (SO_4), мг/л, не більше	500
		Сухий залишок, мг/л, не більше	1000
		Хлориди (Cl^-), мг/л, не більше	350
		3. Мікробіологічні показники, мг/кг, не більше:	
		Число мікроорганізмів у 1$см^3$ води, не більше	100
		Число БГКП у 1л води (колі-індекс), не більше	3

Молочнокислі бета-бактерії.

Бета-бактерії (Lactobacillus brevi, Lactobacillus fermentum) характеризуються слабким кислотоутворенням і не сквашують молоко. Гранична кислотність може досягати 150-160°Т. Бета-бактерії в молоці утворюють незначну кількість летких кислот, вуглекислий газ, етиловий спирт, молочну кислоту, тому належать до гетероферментативних лактобактерії.

Загальна характеристика. Молочнокислі палички відносять до роду Lactobacillus, який має три підроди: Thermobacterium (термобактерії), Streptobacterium (стрептобактерії) і Betabacterium (бета-бактерії). Термо і стрептобактерії є гомоферментативними, а бетабактерії гетероферментативними молочнокислими бактеріями.

Морфологічні властивості. Лактобактерії - це палички, які розміщуються поодиноко, попарно або короткими ланцюжками, розміром 4-10 0,5-0,6 мкм. Вони нерухомі, спор і капсул не утворюють, грампозитивні. Клітини стрептобактерій дещо дрібніші за клітини термобактерій і часто розміщуються у вигляді ланцюжків. Бета-бактерії мають найдрібніші і найтонші клітини.

Культуральні властивості. Молочнокислі палички є факультативними анаеробами. За температурним режимом бета-бактерії є мезофілами. На звичайних живильних середовищах вони не ростуть, тому для їх культивування додають молоко (стерильне чи гідро- лізоване). На щільних живильних середовищах формують дрібні, гладкі, блискучі колонії сіро-білого кольору. Колонії лактобактерій різних видів майже не відрізняються між собою, проте є Rформи колоній (дрібні із шорсткуватою поверхнею, що вростають у субстрат) та S-форми (гладкі, великі поверхневі колонії).

3. Опис технологічної схеми

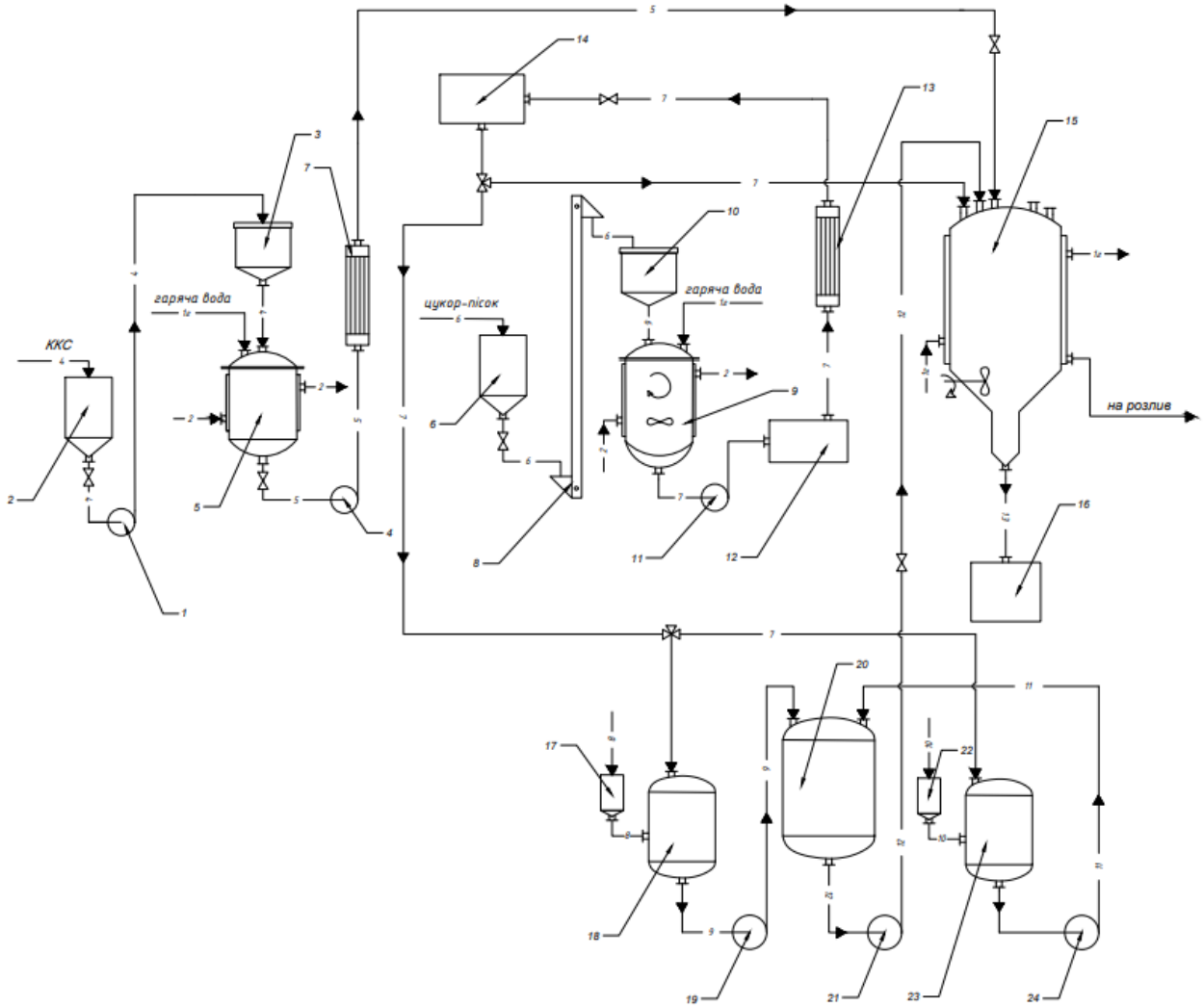

Рис. 3 – Технологічна схема відділення зброджування квасного сусла.

1, 4, 11, 19, 21, 24 – відцентровий насос, 2 – збірник концентрату квасного сусла, 3 – проміжний збірник ККС, 5 – апарат для приготування квасного сусла, 6 – збірник цукру, 7, 13 – кожухотрубний теплообмінник, 8 – норія, 9 - апарат для приготування цукрового сиропу, 10 – проміжний збірник цукру, 12 – фільтр для цукрового сиропу, 14 – збірник цукрового сиропу, 15 – бродильно-купажний апарат, 16 – збірник дріжджів, 18 – апарат для приготування ЧКД, 23 – апарат для приготування ЧКМКБ

Концентрат квасного сусла доставляється у збірник 2 та насосом 1 перекачується в проміжний збірник 3. Після чого його подають у збірник 5 розводячи гарячою водою 80-85ºС (при цьому контролюється подача та температура води, точка контролю - FT), де одночасно проходить пастеризація ККС тривалістю 1 год при тиску 0,04 МПа (точка контролю – ТРК). Надалі

насосом 4 його подають через теплообмінник 7, де сусло охолоджується до 19 ºС (точка контролю – Т) в бродильно-купажний апарат 15.

Для приготування цукрового сиропу, цукор, що привозять у мішках, завантажують у збірник 6 та транспортують норією 8 у проміжний збірник 10. З нього цукор завантажують в сироповарильний котел 9, куди попередньо налита гаряча вода 50-60 ºС (точка контролю – F T). Приготування сиропу триває 30 хв при тиску 0,04 МПа (точка контролю – ТРК).

Після варки сиропу до масової частки сухих речовин 60-65% (точка контролю – Q) його перекачують насосом 11 через фільтр 12 з подальшим охолодженням до 15-20 ºС (точка контролю – Т) у кожухотрубному теплообміннику 13 у збірник 14.

Цукровий сироп використовують для зброджування основного квасного сусла у бродильно-купажному апараті 15 (25%) та пізніше під час його купажування (75%), а також в апаратах 28 для розведення дріжджів та 23 для розведення молочнокислих бактерій, відповідно контролюється витрата сиропу (точка контролю – F).

Чиста культура дріжджів на завод надходить у пробірках на суслі-агарі, а чиста культура МКБ – у запаяних пробірках у пивному суслі з дробиною, до якого внесено крейду. ЧКД готують в апаратах 17 і 18, а чисту культуру молочнокислих бактерій - в апаратах 22 і 23. З апаратів 18 та 23 чисті культури перекачують насосами 19 і 24 відповідно, в апарат 20 для приготування комбінованої закваски, після чого насосом 21 вона подається в бродильно-купажний апарат 15 для зброджування сусла.

Сусло ферментується протягом 10-18 год за температури 27-30ºС та тиску 0,05 МПа, під час того перемішуючи його 2-3 хв кожні 1,5-2 год. до зниження вмісту сухих речовин у суслі на 1% мас. і досягнення кислотності не нижче ніж 2 $см^3$ розчину лугу концентрацією 1 моль/$дм^3$ на 100 $см^3$ квасу (точка контролю - TPKSA).

Надалі бродіння уповільнюють, охолодивши середовище до 2-7 ºС завдяки пропусканню через сорочку водного розчину пропіленгліколю температурою -

10- (-15)ºС . Після збродження та охолодження квасного сусла до 5-7ºС, для підвищення стійкості його відокремлюють від дріжджів, які надходять у збірник 16.

При недостатньому накопиченні в квасі молочної кислоти в готове сусло, ще до внесення в нього цукру, допускають введення 4% (за об'ємом) комбінованої закваски або підготовлених висушених культур (0,5% дріжджів і 1,5% молочнокислих бактерій).

Таблиця 3 – Норми технологічного режиму

Назва апарата/ матеріального потоку	Найменування параметра та одиниці вимірювання	Значення параметра з допустимими відхиленнями
Апарат для розведення ККС поз.4	Температура, ºС Тиск, МПа Тривалість процесу, год	80…80±3 0,04±0,01 1
Сироповарильний котел, поз.13	Температура, ºС Тиск, МПа Тривалість процесу, год	60±2 0,04±0,01 0,5
Бродильно-купажний апарат, поз.17	Температура, ºС Тиск, МПа Тривалість процесу, год	27…30 0,05±0,01 10…18
Кожухотрубний теплообмінник, поз.7	Температура на вході, ºС Температура на виході, ºС Тривалість процесу, год	82 19 0,25
Кожухотрубний теплообмінник, поз.13	Температура на вході, ºС Температура на виході, ºС Тривалість процесу, год	90 15…20 0,25

4. Розрахунок продуктів та енергетичних ресурсів

Вихідними даними для розрахунку є виробнича потужність заводу 1,5 млн дал в рік при асортименті: квас хлібний – 100%

Таблиця 4 – Рецептура на 100 дал готового Хлібного квасу

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин у сировині, % мас	Витрата сировини, кг
Концентрат квасного сусла	70,0	29,4
Цукор-пісок	99,85	50,0
Технічно чиста суха культура квасних дріжджів раси М і С-2	90,0	0,004
Технічно чиста суха культура квасних молочнокислих бактерій роду Betabacterium рас 11 та 13	90,0	0,003

Витрата концентрату квасного сусла

Витрати ККС на 100 дал квасу, л:

$$G_{\text{ККС}} = \frac{\text{С}}{\rho}$$

де С – витрати ККС на приготування 100 дал квасу, (кг)

ρ – густина ККС при 20°С, (кг/л).

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

Перераховуємо витрати ККС на 1,5 млн. дал квасу:

$$G_{ККС}^{Р} = \frac{G^{ККС} * 1500000}{100}$$

$$G_{ККС}^{Р} = \frac{21{,}8 * 1500000}{100} = 327\,000\ (дм^3)$$

Для приготування квасного сусла, ККС розводять водою до 28% сухих речовин (в 2-2,5 рази).

При приготуванні виходить наступна кількість розведеного концентрату на 100 дал квасу:

$$G_{ККС0} = G_{ККС} \cdot 2$$

$$G_{ККС0} = 21{,}8 \cdot 2 = 43{,}6\ (дм^3)$$

На рік ця кількість складає:

$$G_{ККС}^{Р} = G_{ККС}^{Р} \cdot 2$$

$$G_{ККС0}^{Р} = 327\,000 \cdot 2\ =\ 654\,000\ (дм^3)$$

Для подальшого бродіння, концентрат квасного сусла розводять з 28% до 1,5%, або в 18,66 рази. Визначаємо об'єм квасного сусла в бродильному апараті з масовою часткою сухих речовин 1,5%:

На 100 дал квасу:

$$G_{ККС1} = G_{ККС0} \cdot 18{,}66$$

$$G_{ККС1} = 43{,}6 \cdot 18{,}66 = 813{,}58\ (дм^3)$$

На рік:

$$G_{ККС1}^{Р} = G_{ККС0}^{Р} \cdot 18{,}66$$

$$G_{ККС1}^{Р} = 654\,000 \cdot 18{,}66\ = 12\,203\,640\ (дм^3)$$

Витрати цукру-піску

Так як використовують цукровий сироп з масовою часткою сухих речовин 60-65%. На 100 дал квасу витрачається 55 кг цукру

При варінні втрати цукру становлять 1,5% від загальної маси, тобто 0,825 кг: Вт=55·0,015=0,825.

Відповідно на приготування квасу буде надходити цукру:

$$G_{\text{Ц}} = m_{\text{ц}} - \text{Вт}$$

$$G_{\text{Ц}} = 55 - 0{,}825 = 54{,}175 \text{ (кг)}$$

Визначаємо скільки цукру міститься в 1 л сиропу:

На приготування надійшло 54,175 кг цукру, з нього приготували сироп з вмістом цукру 65 г /100 г розчину. Густина сиропу з масовою часткою цукру 65% становить $\rho = 1{,}315 \ {}^{\text{кг}}/_{\text{Л}}$. Відповідно в 1 л маса цукру:

$$\text{С}_{\text{Ц}} = \frac{W_{\text{ц}}}{100} \cdot \rho$$

$$\text{С}_{\text{Ц}} = \frac{65}{100} * 1{,}315 = 0{,}855 \text{ (кг)}$$

На 100 дал квасу витрачено цукрового сиропу:

$$G_{\text{ЦС}} = \frac{G_{\text{Ц}}}{\text{С}_{\text{Ц}}},$$

де $G_{\text{Ц}}$- витрата цукру, кг

$$G_{\text{ЦС}} = \frac{54{,}175}{0{,}855} = 63{,}36 \text{ (дм}^3\text{)}$$

За рік витрати цукрового сиропу становлять:

$$G_{\text{ЦС}}^{\text{Р}} = \frac{G_{\text{ЦС}} * 1500000}{100}$$

$$G_{\text{ЦС}}^{\text{Р}} = \frac{63{,}36 * 1500000}{100} = 950\,400 \text{ (дм}^3\text{)}$$

Перед початком бродіння в квасне сусло вносять 25% цукрового сиропу від зазначеної в рецептурі кількості. Визначаємо витрату цукрового сиропу на 100 дал квасу:

$$G_{\text{ЦС1}} = G_{\text{ЦС}} * 0{,}25$$

$$G_{\text{ЦС1}} = 63{,}36 * 0{,}25 = 15{,}84\ (\text{дм}^3)$$

За рік кількість цукрового сиропу, що витрачається на бродіння буде становити:

$$G^{\text{Р}}_{\text{ЦС1}} = G^{\text{ЦС}}_{\text{Р}} * 0{,}25$$

$$G^{\text{Р}}_{\text{ЦС1}} = 950\ 400 * 0{,}25 = 237\ 600\ (\text{дм}^3)$$

Після зброджування при купажуванні використовується решта сиропу (75%), тому його витрата на 100 дал квасу складатиме:

$$G_{\text{ЦС2}} = G_{\text{ЦС}} * 0{,}75$$

$$G_{\text{ЦС2}} = 63{,}36 * 0{,}75 = 47{,}52(\text{дм}^3)$$

Визначаємо витрату цукрового сиропу для купажування за рік:

$$G^{\text{Р}}_{\text{ЦС2}} = G^{\text{ЦС}}_{\text{Р}} * 0{,}75$$

$$G^{\text{Р}}_{\text{ЦС2}} = 950\ 400 * 0{,}75 = 712\ 800\ (\text{дм}^3)$$

Витрати закваски

На етапі зброджування квасного сусла витрачається чистих культур молочнокислих бактерій та дріжджів: 2-4% від об’єму зброджуваного сусла.

Визначаємо об’єм зброджуваного сусла на 100 дал квасу, л:

$$G_{\text{ЗКС}} = G_{\text{ККС1}} + G_{\text{ЦС1}}$$

$$G_{\text{ЗКС}} = 813{,}58 + 15{,}84 = 829{,}42\ (\text{дм}^3)$$

За рік ця кількість складає:

$$G^{\text{Р}}_{\text{ЗКС}} = G^{\text{Р}}_{\text{ККС1}} + G^{\text{Р}}_{\text{ЦС1}}$$

$$G_{\text{ЗКС}}^{\text{Р}} = 12\,203\,640 \ + 237\,600 \ = 12\,441\,240\ (\text{дм}^3)$$

Об’єм комбінованої закваски, на 100 дал квасу:

Комбінована закваска для зброджування квасного сусла витрачається в кількості 2…4 % від об’єму зброджуваного сусла

$$V_{\text{ЗАКВ}} = \frac{G_{\text{ЗКС}} \cdot \text{Р}_{\text{КЗ}}}{100}$$

Де $\text{Р}_{\text{КЗ}}$ – витрата комбінованої закваски для зброджування квасного сусла, % від об’єму зброджуваного сусла ($\text{Р}_{\text{КЗ}} = 4\%$)

$$V_{\text{ЗАКВ}} = \frac{813{,}58 \cdot 3}{100} = 32{,}54\ (\text{дм}^3)$$

Об’єм комбінованої закваски для річної продуктивності:

$$V_{\text{ЗАКВ}}^{\text{Р}} = \frac{G_{\text{ККС1}}^{\text{Р}} \cdot \text{Р}_{\text{КЗ}}}{100} = \frac{12\,203\,640 \cdot 4}{100} = 488\,145{,}6\ (\text{дм}^3)$$

Молочнокислі бактерії та дріжджі використовують у співвідношенні 1:10 відповідно.

Об’єм МКБ на 100 дал квасу:

$$V_{\text{МЗ}} = \frac{V_{\text{ЗАКВ}} \cdot 1}{11}$$

$$V_{\text{МЗ}} = \frac{32{,}54 \cdot 1}{11} = 2{,}96\ (\text{дм}^3)$$

На річну продуктивність:

$$V_{\text{МЗ}}^{\text{Р}} = \frac{V_{\text{ЗАКВ}}^{\text{Р}} \cdot 1}{11}$$

$$V_{\text{МЗ}}^{\text{Р}} = \frac{488\,145{,}6 \ \cdot 1}{11} = 44\,376{,}87\ (\text{дм}^3)$$

Об’єм дріжджів на 100 дал квасу складає:

$$V_{\text{ДР}} = \frac{V_{\text{ЗАКВ}} \cdot 10}{11}$$

$$V_{\text{ДР}} = \frac{32{,}54 \cdot 10}{11} = 29{,}58\ (\text{дм}^3)$$

На річну продуктивність це число складає:

$$V_{\text{ДР}}^{\text{Р}} = \frac{V_{\text{ЗАКВ}}^{\text{Р}} \cdot 10}{11}$$

$$V_{\text{ДР}}^{\text{Р}} = \frac{488\,145{,}6 \cdot 10}{11} = 443\,768{,}73\ (\text{дм}^3)$$

З урахуванням 1% втрат на змочування трубопроводів ($\text{В}_{\text{ЗМ}}$) і 3 % втрат квасного сусла при зброджуванні чистої культури дріжджів та молочнокислих бактерій ($\text{В}_{\text{ЗБ}}$) визначають об'єм квасу на етапі бродіння ($G_{\text{КУП}}$, л) за формулою:

На 100 дал квасу, л:

$$G_{\text{КУП}} = ((G_{\text{ККС1}} + G_{\text{ЦС1}} + V_{\text{ЗАКВ}})(\frac{100 - (\text{В}_{\text{ЗМ}} + \text{В}_{\text{ЗБ}})}{100}))$$

$$G_{\text{КУП}} = ((813{,}58 + 15{,}84 + 32{,}54)(\frac{100 - (1 + 3)}{100})) = 827{,}48\ (\text{дм}^3)$$

На річну продуктивність:

$$G_{\text{КУП}} = ((G_{\text{ККС1}}^{\text{Р}} + G_{\text{ЦС1}}^{\text{Р}} + V_{\text{ЗАКВ}}^{\text{Р}})(\frac{100 - (\text{В}_{\text{ЗМ}} + \text{В}_{\text{ЗБ}})}{100}))$$

$G_{\text{КУП}} = ((12\,203\,640 + 237\,600 + 488\,145{,}6)(\frac{100-(1+3)}{100})) =$

$12\,412\,210{,}18\ (\text{дм}^3)$

Продуктивність лінії по готовому продукту – 1 500 000 дал/рік.

Хлібний квас літом випускають в 2 зміни. Число робочих днів в місяці 21 днів, в рік – 100 днів або 175, оскільки квас користується попитом в спекотний період.

За пропорцією визначаємо, яку кількість хлібного квасу виготовляють за одну добу:

100 днів – 1 500 000 (млн. дал квасу)

1 день – х (млн. дал квасу)

За один день виготовляють квасу (дал):

$$\text{х} = \frac{1 \cdot 1\,500\,000}{100} = 15\,000 \text{ дал}$$

Відповідно, концентрату квасного сусла на добову продуктивність потрібно, л:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ККС}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ККС}}}{100} = \frac{15000 * 21{,}8}{100} = 3270(\text{дм}^3)$$

Розведеного концентрату:

$$G^{\text{Д}}_{\text{РККС}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ККС0}}}{100} = 43{,}6\frac{15000 * 43{,}6}{100} = 6540(\text{дм}^3)$$

Об’єм сусла з мас. часткою сухих речовин 1,5 %:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ККС1}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ККС1}}}{100} = \frac{15000 * 813{,}58}{100} = 122\,037(\text{дм}^3)$$

Цукрового сиропу:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ЦС}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ЦС}}}{100} = \frac{15000 * 63{,}36}{100} = 9504(\text{дм}^3)$$

Цукрового сиропу для бродіння:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ЦС1}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ЦС1}}}{100} = \frac{15000 * 15{,}84}{100} = 2376(\text{дм}^3)$$

Зброджуваного сусла:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ЗС}} = \frac{\text{х} \cdot G_{\text{ЗКС}}}{100} = \frac{15000 * 829{,}42}{100} = 124\,413(\text{дм}^3)$$

Комбінованої закваски:

$$G^{\text{Д}}_{\text{ЗАКВ}} = \frac{\text{х} \cdot V_{\text{ЗАКВ}}}{100} = \frac{15000 * 32{,}54}{100} = 4881(\text{дм}^3)$$

Молочнокислої закваски:

$$G^{\text{Д}}_{\text{МЗ}} = \frac{\text{х} \cdot V_{\text{МКЗ}}}{100} = \frac{15000 * 2{,}96}{100} = 444(\text{дм}^3)$$

Дріжджів:

$$G_{ДР}^{Д} = \frac{х \cdot V_{ДР}}{100} = \frac{15000 * 29{,}58}{100} = 4437(дм^3)$$

Об’єм квасу на етапі бродіння:

$$G_{БР}^{Д} = \frac{х \cdot G_{КУП}}{100} = \frac{15000 * 827{,}48}{100} = 124\,122(дм^3)$$

Таблиця 4.1 - Зведена таблиця розрахунку продуктів

Продукт	Кількість продуктів		
	на 100 дал	на річну продуктивність (1,5 млн. дал), л	на добову продуктивність (15000 дал), л
Концентрат квасного сусла	21,8	327 000	3270
Розведений концентрат	43,6	654 000	6540
Цукровий сироп	63,36	950 400	9504
Цукровий сироп для бродіння	15,84	237 600	2376
Зброджуване сусло	829,42	12 441 240	124 413

Продовження таблиці 4.1

Комбінована закваска	32,54	488 145,6	4881
Молочнокисла закваска	2,96	44 376,87	444
Дріжджі	29,58	443 768,73	4437
Об'єм квасу на етапі бродіння з урахуванням 1 % і 3% втрат, л	827,48	12 412 210,18	124 122
Вода	706,912	10 603 880	106 036,8

Розрахунок енергетичних ресурсів

Таблиця 4.2 - початкові дані для розрахунку теплового балансу

Компонент	Масова витрата		Питома теплоємність	
	Символ	Значення кг/15000 дал	Символ	Значення кДж/кг·К
ККС	G_1	3270,00	c_1	3,21
Вода	G_2	101 594,5	c_2	4,19
Цукор	G_3	8250	c_3	0,45
Вода*	G_4	4442,3	c_4	4,19
Комбінована закваска	G_5	4881	c_5	2,93

*витрата води на приготування цукрового сиропу

- **Стадія розчинення цукру (поз. 9)**

Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_{\text{втр}}, \text{ де}$$

Q_1 та Q_3 – кількість теплоти цукру і води за початкової температури $\text{Т}_1 = 293$ К та кінцевої температури $\text{Т}_2 = 313$ К відповідно, кДж;

Q_2 та Q_4 – кількість теплоти гріючої пари за початкової та кінцевої температури відповідно, кДж;

$Q_{\text{втр}}$ – втрати теплоти у навколишнє середовище, кДж (Приймаємо

$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (Q_1 - Q_3)$)

Кількість теплоти цукру і води за початкової температури:

$$Q_1 = (G_3 \cdot c_3 + G_4 \cdot c_4) * T_1$$

$$Q_1 = (8250 * 0{,}45 + 4442{,}3 * 4{,}19) * 293 = 6\,541\,440{,}9(\text{кДж})$$

Кількість теплоти цукру і води за кінцевої температури:

$$Q_3 = (G_3 \cdot c_3 + G_4 \cdot c_4) \cdot T_2$$

$$Q_3 = (8250 \cdot 0{,}45 + 4442{,}3 \cdot 4{,}19) \cdot 313 = 6\,987\,955{,}7\ (\text{кДж})$$

Втрати теплоти у навколишнє середовище:

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05\ (Q_3 - Q_1)$$

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05\ (6\,987\,955{,}7 - 6\,541\,440{,}9) = 22\,325{,}7\ (\text{кДж})$$

На основі одержаних результатів знаходимо масову витрату гріючої води за формулою:

$$G_{\text{гв}} = \frac{Q_3 - Q_1 + Q_{\text{втр}}}{\text{с}_\text{п} \cdot \text{Т}_\text{п} - \text{с}_\text{к} \cdot \text{к}}, \text{де}$$

$G_{\text{гв}}$ – масова втрата води, кг;

$\text{Т}_\text{к}$ – кінцева температура води, К;

$T_п$ – початкова температура води, К;

$c_п$- питома теплоємність води за початкової температури $T_п$ = 328 К, кДж/(кг·К)

$c_к$- питома теплоємність води за кінцевої температури $T_к$ = 328 К, кДж/(кг·К)

$$G_{гв} = \frac{6\,987\,955{,}7 \; - \; 6\,541\,440{,}9 \; + \; 22\,325{,}7}{4{,}200 * 328 - 4{,}183 * 308} = 5\,253{,}9 \; (кг/год)$$

- **Стадія кип'ятіння сиропу (поз. 9)**

Тепловий баланс цієї стадії має наступний вигляд:

$$Q_1 + Q_п = Q_2 + Q_к + Q_{втр} \; ,$$

де Q_1 – кількість теплоти сиропу за початкової температури $T_1 = 313$ К, кДж;

$Q_п$ – кількість теплоти гріючої пари, кДж;

Q_2 – кількість теплоти сиропу за кінцевої температури $T_2 = 363$ К, кДж;

$Q_{втр}$ – кількість теплоти, що втрачається у навколишнє середовище, кДж

(Приймаємо $Q_{втр}$ = 0,05 · $(Q_2 - Q_1)$)

Кількість теплоти сиропу за початкової температури $T_1 = 313$ К, кДж

$$Q_1 \; = \; (G_3 \cdot c_3 \; + \; G_4 \cdot c_4) * T_1$$

$$Q_1 \; = \; (8250 * 0{,}45 \; + \; 4442{,}3 * 4{,}19) * 313 = 6\,987\,955{,}7 \; (кДж)$$

Кількість теплоти сиропу за кінцевої температури $T_2 = 363$ К, кДж

$$Q_2 = (G_3 \cdot c_3 \; + \; G_4 \cdot c_4) * T_2$$

$$Q_2 \; = \; (8250 * 0{,}45 \; + \; 4442{,}3 * 4{,}19) * 363 = 8\,104\,242{,}53 \; (кДж)$$

Кількість теплоти, що втрачається у навколишнє середовище:

$$Q_{втр} = 0{,}05 \cdot (Q_2 - Q_1)$$

$$Q_{втр} = 0{,}05 \cdot (8\,104\,242{,}53 - 6\,987\,955{,}7) = 1\,116\,286{,}83 \; (кДж)$$

Після обрахованих даних розраховуємо витрату гріючої пари:

$$G_{\text{гп}} = \frac{Q_2 - Q_1 + Q_{\text{втр}}}{\text{i}_\text{п} - \text{i}_\text{к}}, \text{де}$$

$G_{\text{гп}}$ – масова витрата пари, кг;

$\text{i}_\text{п}$ – ентальпія пари, кДж/кг (ентальпія пари Р = 0,3 МПа за даними [6] складає $\text{i}_\text{п}$ = 1959 кДж/кг);

$\text{i}_\text{к}$ – ентальпія конденсату, кДж/кг (ентальпія конденсату за даними [6] складає $\text{i}_\text{к}$ = 450 кДж/кг);

$$G_{\text{гп}} = \frac{8\,104\,242{,}53 - 6\,987\,955{,}7 + 1\,116\,286{,}83}{1959 - 450} = 1479{,}5\ (\text{кг/год})$$

- **Стадія охолодження сиропу (поз. 13)**

Тепловий баланс для стадії охолодження сиропу має вигляд:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_{\text{втр}}\ , \text{де}$$

Q_1 та Q_3 – кількість теплоти сиропу за початкової температури $\text{T}_1 = 363$ К та кінцевої температури $\text{T}_2 = 293$ К відповідно, кДж;

Q_2 та Q_4 – кількість теплоти охолоджуючої води за початкової та кінцевої температури відповідно, кДж;

$Q_{\text{втр}}$ – втрати теплоти у навколишнє середовище, кДж (Приймаємо

$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (Q_1 - Q_3)$)

Кількість теплоти сиропу за початкової температури:

$$Q_1 = (G_3 \cdot c_3 + G_4 \cdot c_4) * T_1$$

$$Q_1 = (8250 * 0{,}45 + 4442{,}3 * 4{,}19) * 363 = 8\,104\,242{,}5\ (\text{кДж})$$

Кількість теплоти сиропу за кінцевої температури:

$$Q_3 = (G_3 \cdot c_3 + G_4 \cdot c_4) \cdot T_2$$

$$Q_3 = (8250 \cdot 0{,}45 + 4442{,}3 \cdot 4{,}19) \cdot 293 = \ 6\,541\,440{,}9 \text{ (кДж)}$$

Втрати теплоти у навколишнє середовище становлять:

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot \ (Q_1 - Q_3)$$

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (8\,104\,242{,}5 \ - 6\,541\,440{,}9) = 78\,140{,}08 \text{ (кДж)}$$

На основі одержаних результатів знаходимо масову витрату охолоджуючої води за формулою:

$$G_{\text{ов}} = \frac{Q_1 - Q_3 - Q_{\text{втр}}}{\text{с}_\text{к} \cdot \text{Т}_\text{к} - \text{с}_\text{п} \cdot \text{Т}_\text{п}}, \text{де}$$

$G_{\text{ов}}$ – масова втрата води, кг;

$\text{Т}_\text{к}$ – кінцева температура води, К;

$\text{Т}_\text{п}$ – початкова температура води, К;

$\text{с}_\text{п}$- питома теплоємність води за початкової температури $\text{Т}_\text{п}$ = 277 К, кДж/(кг·К)

$\text{с}_\text{к}$- питома теплоємність води за кінцевої температури $\text{Т}_\text{к}$ = 287 К, кДж/(кг·К)

$$G_{\text{ов}} = \frac{8\,104\,242{,}5 \ - \ 6\,541\,440{,}9 \ - \ 78\,140{,}08}{4{,}189 * 287 - 4{,}207 * 277} = 40\,230{,}4 \text{ (кг/год)}$$

- **Стадія розчинення концентрату квасного сусла (поз. 5)**

Рівняння теплового балансу для даної стадії:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_{\text{втр}}, \text{ де}$$

Q_1 та Q_3 – кількість теплоти ККС та води за початкової температури $\text{Т}_1 = 292$ К та кінцевої температури $\text{Т}_2 = 305$ К відповідно, кДж;

Q_2 та Q_4 – кількість теплоти гріючої води за початкової та кінцевої температури відповідно, кДж;

$Q_{\text{втр}}$ – втрати теплоти у навколишнє середовище, кДж (Приймаємо

$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (Q_3 - Q_1)$)

Кількість теплоти ККС і води за початкової температури $T_1 = 293$ К:

$$Q_1 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_1$$

$$Q_1 = (3270{,}00 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 292 = 127\,363\,875{,}26(\text{кДж})$$

Кількість теплоти ККС і води за кінцевої температури $T_2 = 305$ К:

$$Q_3 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_2$$

$$Q_3 = (3270 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 305 = 133\,034\,184{,}76\ (\text{кДж})$$

Втрати теплоти у навколишнє середовище:

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05\ (Q_3 - Q_1)$$

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (133\,034\,184{,}76 - 127\,363\,875{,}26) = 283\,515{,}48\ (\text{кДж})$$

На основі одержаних результатів знаходимо масову витрату гріючої води за формулою:

$$G_{\text{гв}} = \frac{Q_3 - Q_1 + Q_{\text{втр}}}{\text{с}_\text{п} \cdot \text{Т}_\text{п} - \text{с}_\text{к} \cdot \text{к}}, \text{де}$$

$G_{\text{гв}}$ – масова витрата води, кг;

$\text{Т}_\text{к}$ – кінцева температура води, К;

$\text{Т}_\text{п}$ – початкова температура води, К;

$\text{с}_\text{п}$- питома теплоємність води за початкової температури $\text{Т}_\text{п}$ = 303 К, кДж/(кг·К)

$\text{с}_\text{к}$- питома теплоємність води за кінцевої температури $\text{Т}_\text{к}$ = 292 К, кДж/(кг·К)

$$G_{\text{гв}} = \frac{133\,034\,184{,}76 - 127\,363\,875{,}26 + 283\,515{,}48}{4{,}200 * 305 - 4{,}183 * 292} = 99\,956{,}77\ (\text{кг/год})$$

- **Стадія пастеризації концентрату квасного сусла (поз.5)**

Тепловий баланс має наступне рівняння:

$$Q_1 + Q_{\text{п}} = Q_2 + Q_{\text{к}} + Q_{\text{втр}}\text{ , де}$$

Q_1 – кількість теплоти розведеного ККС за початкової температури $\text{Т}_1 = 315$ К, (кДж);

$Q_{\text{п}}$ – кількість теплоти гріючої пари, кДж;

Q_2 – кількість теплоти розведеного ККС за кінцевої температури $\text{Т}_2 = 355$ К, кДж;

$Q_{\text{втр}}$ – кількість теплоти, що втрачається у навколишнє середовище, кДж

(Приймаємо $Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (Q_2 - Q_1)$)

Кількість теплоти розведеного концентрату квасного сусла за початкової температури $\text{Т}_1 = 315$ К, кДж:

$$Q_1 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_1$$

$$Q_1 = (3270{,}00 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 315 = 137\,395\,961{,}33 \text{ (кДж)}$$

Кількість теплоти розведеного ККС за кінцевої температури $\text{Т}_2 = 355$ К, (кДж)

$$Q_2 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_2$$

$$Q_2 = (3270{,}00 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 355 = 154\,843\,067{,}5 \text{ (кДж)}$$

Втрати теплоти у навколишнє середовище:

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (Q_2 - Q_1)$$

$$Q_{\text{втр}} = 0{,}05 \cdot (154\,843\,067{,}5 - 137\,395\,961{,}33) = 872\,355{,}3 \text{ (кДж)}$$

Після обрахованих даних розраховуємо витрату гріючої пари:

$$G_{\text{гп}} = \frac{Q_2 - Q_1 + Q_{\text{втр}}}{\text{i}_{\text{п}} - \text{i}_{\text{к}}}\text{, де}$$

$G_{\text{гп}}$ – масова витрата пари, кг;

$i_п$ – ентальпія пари, кДж/кг (ентальпія пари Р = 0,3 МПа за складає $i_п$ = 1959 кДж/кг);

$i_к$ – ентальпія конденсату, кДж/кг (ентальпія конденсату за складає $i_к$ = 450 кДж/кг);

$$G_{гп} = \frac{154\,843\,067{,}5 - 137\,395\,961{,}33 + 872\,355{,}3}{1959 - 450} = 12\,140{,}13\ (кг/год)$$

- **Стадія охолодження ККС (поз. 7)**

Рівняння теплового балансу має наступний вигляд:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_{втр}, \text{ де}$$

Q_1 та Q_3 – кількість теплоти ККС та води за початкової температури $T_1 = 355$ К та кінцевої температури $T_2 = 292$ К відповідно, кДж;

Q_2 та Q_4 – кількість теплоти охолоджуючої води за початкової та кінцевої температури відповідно, кДж;

$Q_{втр}$ – втрати теплоти у навколишнє середовище, кДж (Приймаємо

$Q_{втр} = 0{,}05 \cdot (Q_1 - Q_3)$)

Кількість теплоти розведеного ККС за початкової температури $T_1 = 355$ К:

$$Q_1 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_1$$

$$Q_1 = (3270{,}00 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 355 = 154\,843\,067{,}53\ (кДж)$$

Кількість теплоти розведеного ККС за кінцевої температури $T_2 = 292$ К:

$$Q_3 = (G_1 \cdot c_1 + G_2 \cdot c_2) * T_2$$

$$Q_3 = (3270 * 3{,}21 + 101594{,}5 * 4{,}19) * 292 = 127\,363\,875{,}26\ (кДж)$$

Втрати теплоти у навколишнє середовище:

$$Q_{втр} = 0{,}05\ (Q_1 - Q_3)$$

$$Q_{втр} = 0{,}05 \cdot (154\,843\,067{,}53 - 127\,363\,875{,}26) = 1\,373\,959{,}61\ (кДж)$$

На основі одержаних результатів знаходимо масову витрату охолоджуючої води за формулою:

$$G_{\text{ов}} = \frac{Q_1 - Q_3 - Q_{\text{втр}}}{\text{c}_\text{к} \cdot \text{T}_\text{к} - \text{c}_\text{п} \cdot \text{T}_\text{п}}, \text{де}$$

$G_{\text{ов}}$ – масова втрата води, кг;

$\text{T}_\text{к}$ – кінцева температура води, К;

$\text{T}_\text{п}$ – початкова температура води, К;

$\text{c}_\text{п}$- питома теплоємність води за початкової температури $\text{T}_\text{п}$ = 275 К, кДж/(кг·К)

$\text{c}_\text{к}$- питома теплоємність води за кінцевої температури $\text{T}_\text{к}$ = 285 К, кДж/(кг·К)

$$G_{\text{ов}} = \frac{154\,843\,067{,}53 - 127\,363\,875{,}26 - 1\,373\,959{,}61}{4{,}182 * 285 - 4{,}204 * 275} = 729\,808{,}01 \text{ (кг/год)}$$

- **Стадія бродіння та охолодження (поз. 15)**

Кількість теплоти, яку треба підвести при нагріванні:

$$Q_\text{н} = m_{\text{середовища в апараті}} \cdot \text{c}_{\text{середовища}} \cdot (\Delta \text{T}_{\text{сер}})$$

$$Q_\text{н} = 124\,122 \cdot 4{,}09 \cdot 8 = 4\,061\,271{,}84 \text{ (кДж)}$$

Витрата води:

$$G_{\text{води}} = \frac{Q_\text{н}}{\text{c}_{\text{води}} \cdot \Delta \text{T}}$$

$$G_{\text{води}} = \frac{4\,061\,271{,}84}{4{,}19 \cdot 20} = 48\,463{,}86 \text{ (кг)}$$

Кількість збродженого екстракту:

$$\text{E}_{\text{зб}} = \frac{G_{\text{ККС1}} \cdot \rho_c \cdot E_{\text{п.с.}} \cdot \text{Д}}{100}$$

де Д – частка збродженого екстракту, (Д=43,6%)

$$\text{E}_{\text{зб}} = \frac{813{,}58 \cdot 1{,}048 \cdot 3{,}2 \cdot 43{,}6}{100} = 1189{,}59 \text{ (кг)}$$

Кількість тепла, що виділилась при бродінні:

$$Q = \frac{E_{\text{зб}} \cdot 196{,}9}{\text{т}}, \text{де}$$

т – тривалість бродіння, год

196,9 – кількість тепла, що виділяється при зброджуванні 1 г глюкози, кДж

$$Q = \frac{1189{,}59 \cdot 196{,}9}{18} = 13\,012{,}79 \text{ (кДж)}$$

Витрата пропіленгліколю:

$$G_{\text{п}} = \frac{Q}{\text{c}_{\text{проп.}} \cdot \Delta\text{T}}$$

$$G_{\text{п}} = \frac{13\,012{,}79}{3{,}54 \cdot 20} = 183{,}79 \text{ (кг/год)}$$

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця витрати теплоносіїв і холодоагентів

Назва теплоносія / холодоагента	Назва технологічної операції, де застосовують теплоносій / холодоагент	Технічна характеристика, параметри	Масова витрата, кг/год	Витрата енергії, кДж/год
Гаряча вода (технічна)	Розчинення концентрату квасного сусла	t=45°C c=4,19 кДж/ кг·К	130 650,45	166 265 763

Продовження таблиці 4.3

Водяна пара	Пастеризація ККС	t=132,8°С Р=0,3МПа і=1959кДж/кг	2033,82	182 973 512,76
Гаряча вода (технічна)	Розчинення цукру	t=45°С с=4,19 кДж/ кг·К	5 253,9	7 237 772,6
Водяна пара	Кип'ятіння сиропу	t=132,8°С Р=0,3МПа і=1959кДж/кг	233,02	6 987 955,7
Гаряча вода (технічна)	Бродіння сусла	t=45°С с=4,19 кДж/ кг·К	386 305,47	32 372 398,4
Водний р-н пропіленгліколю	Охолодження зброджено сусла	t=2°С с=3,5 4кДж/ кг·К	92 108,53	-
Холодна вода (технічна)	Охолодження концентрату квасного сусла	t=4°С с=4,19 кДж/ кг·К	729 808,01	1 373 959,61
Холодна вода (технічна)	Охолодження сиропу	t=4°С с=4,19 кДж/ кг·К	40 230,4	46 882 054,1

Норми витрат основних видів сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних ресурсів наведені в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Таблиця витратних коефіцієнтів

Назва сировини, допоміжних матеріалів та енергетичних ресурсів	Витратний коефіцієнт, кг/кг (кг/дал)
Концентрат квасного сусла	0,296
Цукор-пісок	0,55
Вода	10,60
Гріюча вода	13,55
Водяна пара	0,227
Охолоджуюча вода	169,4
Водний р-н пропіленгліколю	9,21
Комбінована закваска на основі чистої культури квасних дріжджів раси М і С-2, молочнокислих бактерій роду Betabacterium рас 11 та 13	0,31

5. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва

Технохімічний та мікробіологічний контроль на виробництві направлений на покращення і підтримання стабільно високої якості продукції, впровадження раціональної технології, дотримання нормативних витрат сировини, основних і допоміжних матеріалів, своєчасного виявлення та зниження втрат при проведенні технологічного процесу, дотримання норм та вимог, продиктованих технологічними регламентами підприємства та нормативно-технологічною документацією, підвищення ефективності та рентабельності роботи підприємства.

Функції технохімічного та мікробіологічного контролю на підприємстві здійснює заводська лабораторія, робота якої організовується згідно з графіком технохімічного контролю виробництва.

Таблиця 5 – Схема технохімічного контролю виробництва

Об'єкт контролю	Показник, що підлягає контролю	Значення показника з допустимими відхиленнями	Метод контролю	Періодичність контролю
Сировина: Вода Дріжджі КСС	Згідно з таблицею: «Технічні вимоги до якості сировини, матеріалів та напівпродуктів»	Згідно з таблицею: «Технічні вимоги до якості сировини, матеріалів та напівпродуктів»	Практична перевірка Лабораторний	Сировина перевіряється кожного разу після доставки та кожна 2 години під час виробництва

Продовження таблиці 5

Процес бродіння	Температура	18-240 С	Автоматично контролюється	Постійно
	pH	3,0-4,5	За допомогою pH-метру	Кожні 2 години
	Вміст спирту	<1,2%	Спиртометричний	Кожні 2 години
	Вміст випарини	5-15% від усієї продукції	Газова хроматографія	Кожні 5 годин
Сусло квасне охолоджене	Вміст СР, % мас.	10-20±3%	Цукромір	Кожний день з охопленням усіх сортів квасу
	Активна кислотність	Охмелене сусломає pH 5,5-5,6%, до 5,2%	За допомогою pH-метру	
	Колірність, $см^3$ йоду концентрацією $1М/дм^3$ на 100 $см^3$ сусла	0,85 (3,0-8,0) від сорту квасу	Фотоелектроколориметр	

Продовження таблиці 5

Дріжджі засівні	Вміст глікогену, %	Не нижче 70	Забарвленням з р-ном Люголю	В день зняття дріжджів з ЦКБА і протягом зберігання кожної генерації
	Вміст мертвих клітин,%	Не вище 5	Забарвленням за Грамом	
	Наявність диких дріжджів	Не дозволяється	Мікроскопуванням	
	Вміст СР, %	До 12,5	Цукроміром	
Готова продукція	Вміст спирту	<1,2%	Спиртометричний	З кожної партії
	Густина	1,010-1,025 г/см3	Гідрометричн ий	
	pH	3,0-4,5	За допомогою pH-метру	
	Аромат	Хлібні нотки, притаманний квасу аромат	Сенсорний	
	Смак	Помірно солодкий, з легкою кислинкою без сторонніх смаків	Сенсорний	

	Зовнішній вигляд	Прозорість: легке помутніння дозволяється. Колір: темнокоричневий, без цвілі. Піна: молочного кольору, стабільна і нешвидко розчинна. Карбонізація: присутні бульбашки, легке шипіння при розливі	Практична перевірка Лабораторний	
Інвентар, обладнання	Мезофільні і аеробні і факультативні мікроорганізми (МАФАнМ)	Не більше 300 КОЕ на 1 см2 поверхні	Лабораторний	2 рази на місяць після санітарної обробки
Трубопроводи	Бактерії групи кишкових паличок (БГКП)	Відсутність на 100 см2 поверхні або в 1 см2 промивних вод	Лабораторний	2 рази в місяць після санітарної обробки

Продовження таблиці 5

Тара	МАФАнМ	Не більше 100 КОЕ на 1 см2 внутрішньої поверхні	Лабораторний	1 раз в місяць перед фасуванням
Санітарний одяг	БГКП	Відсутність на 100 см2 поверхні	Лабораторний	2 рази на місяць перед початком роботи
Вода	МАФАнМ	Не більше 50000	Лабораторний	2 рази в півроку
Сировина	Золотисті стафілококи	Відсутність в 1 г	Лабораторний	Кожна партія при надходженні
	Сульфітредукуючі клостридії	Відсутність в 1 г	Лабораторний	
	Патогенна мікрофлора, в тому рахунку сальмонели	Відсутність в 0,1 г	Лабораторний	
	Паралітичні вібріони	Відсутність в 25 г	Лабораторний	
	МАФАнМ	Не більше 50000 КУО/г	Лабораторний	
	БГКП	Відсутність в 0,001 г	Лабораторний	

6. Проєктування та вибір технологічного обладнання

Вибір збірника для концентрату квасного сусла позиція 2.

Об’єм збірника передбачають на один сезон, тобто на 100 днів, з коефіцієнтом заповнення Ф=0,85

Витрата на рік складає 327 000 кг, або 251,5 м^3 при густині 1300 кг/с .

Робочий об’єм апарату періодичної дії:

$$V_{\text{р}} = \frac{Vk}{\varphi} = \frac{251{,}5 \cdot 1{,}12}{0{,}85} = 331{,}38 \text{ м}^3$$

Приймаємо для встановлення 4 збірники місткістю 8 м^3 для забезпечення виробництва ККС на 1/10 річної продуктивності.

Із довідника вибираємо такі параметри збірників: діаметр апарату (d) – 1800 мм, висота циліндричної частини (h) – 2500 мм, повна висота (H) – 3480 мм.

Вибір проміжного збірника для концентрату квасного сусла, позиція 3.

Проміжний збірник встановлюється з метою створення буферного резерву ККС між етапом приймання сировини з автоцистерн і подачею в розводильний чан. Він забезпечує безперервність подачі концентрату у випадках нерівномірного надходження або зупинок у роботі окремих апаратів.

Добова потреба у ККС становить 3270 дм^3/добу, що відповідає середній витраті:

$$Q_{\text{сер}} = \frac{3270}{8} = 409 \text{ дм}^3/\text{год}$$

Для забезпечення буферного об'єму на випадок зупинки подачі або розбалансованої роботи лінії передбачається накопичення 2-годинного запасу концентрату:

$$V_{\text{пром.збірника}} = Q \cdot t = 409 \cdot 2 = 818 \text{ дм}^3$$

З урахуванням коефіцієнта заповнення ємності (φ = 0,8), визначається номінальний об’єм апарата:

$$V_{\text{ном}} = \frac{818}{0{,}8} = 1022{,}5 \text{ дм}^3$$

Отже, об’єм проміжного збірника прийнято 1,25 м³, з такими параметрами: діаметр (d) – 900 мм, висота циліндричної частини (h) – 1600 мм, повна висота (H) – 2100 мм.

Вибір збірника для цукру, позиція 6.

Основний збірник призначений для накопичення запасу сухого кристалічного цукру, що надходить на підприємство в мішках. З нього цукор подається у дозуючі пристрої.

Добова потреба у цукрі для приготування сиропу становить 9504 кг. За умов безперебійного забезпечення виробництва мінімальний запас повинен становити не менше однієї добової норми. З урахуванням середньої насипної густини цукру $\rho = 800$ кг/м^3 необхідний об’єм збірника:

$$V = \frac{9504}{800} = 11{,}88 \text{ м}^3$$

З урахуванням технологічного запасу (коефіцієнт запасу k = 1,2), об’єм становить:

$$V = 11{,}88 \cdot 1{,}2 = 14{,}26 \text{ м}^3$$

Обираємо 3 збірники місткістю 5 м^3, діаметром (d) 1600 мм, циліндричною висотою (h) 2000 мм та повною висотою (H) 2850 мм.

Вибір проміжного збірника для цукру, позиція 10.

Проміжний збірник призначений для тимчасового накопичення дозованої кількості сухого цукру перед подачею у сироповарильний апарат. Його наявність дозволяє зменшити вплив нерівномірної подачі або затримок дозування на загальний процес приготування сиропу.

Об’єм проміжного збірника визначається з умови накопичення двох доз цукру на один цикл приготування сиропу. В середньому на одну порцію сиропу витрачається 1300 кг цукру, отже:

$$m = 2 \cdot 1300 = 2600 \text{ кг}$$

При насипній густині $\rho = 800$ кг/м^3:

$$V = \frac{2600}{800} = 3{,}25 \text{ м}^3$$

Враховуючи коефіцієнт заповнення φ = 0,8:

$$V_{\text{ном}} = \frac{3{,}25}{0{,}8} = 3{,}82 \text{ м}^3$$

Отже, об'єм проміжного збірника прийнято 4 м³**,** діаметр (d) 1600 мм, циліндрична висота (h)– 1400 мм, повна висота (H) – 2250 мм. Конструктивно це металева вертикальна ємність циліндричної форми з конусним дном, завантажувальним люком, вібратором для запобігання злежуванню, і системою контрольованої подачі в сироповарильний апарат.

Вибір збірника сиропу, позиція 14.

Збірник призначений для тимчасового зберігання сиропу після його охолодження та фільтрації. Сироп звідси подається на етап купажування або в бродильний апарат.

Добова потреба в сиропі: 9504 л

Робота поділена на 3 цикли — по 3170 л

Буфер на 1 цикл з коефіцієнтом заповнення φ = 0,85:

$$V_{\text{роб}} = \frac{3170}{0{,}85} = 3{,}73 \text{ м}^3$$

Приймаємо наступний збірник: місткість – 4 м³**,** діаметр (d) 1600 мм, циліндрична висота (h) – 1400 мм, повна висота (H)– 2250 мм.

Вибір фільтра для сиропу, позиція 12.

На годину через фільтр проходить сиропу:

$$Q = \frac{G_{\text{ЦС}}}{t} = \frac{9504}{8} = 1188 \text{ л/год}$$

Обираємо наступний фільтр: продуктивність – 1,5 м³/год, діаметр (d) – 250 мм, довжина (L) – 900 мм, робочий тиск – до 0,6 МПа.

Вибір апарату для розведення концентрату квасного сусла, позиція 5.

Добовий об'єм попередньо розведеного ККС сусла

$$V_{\text{РККС}} = \frac{G^{\text{Р}}_{\text{ККС0}}}{100}, \text{де}$$

$G^{\text{Р}}_{\text{ККС0}}$ – річна кількість розведеного концентрату з масовою часткою сухих речовин 28%, $^{\text{м}^3}/_{\text{рік}}$

$$V_{\text{РККС}} = \frac{654}{100} = 6{,}54\ (^{\text{м}^3}/_{\text{добу}})$$

Приймаємо для встановлення апарати місткістю 4 м^3 у кількості 2 шт.

Із довідника вибираємо: діаметр апарату (d)1600 мм, повна висота (H) 3250 мм.

Вибір кожухотрубного теплообмінника, позиція 7.

Поверхня теплообміну визначається з основного рівняння теплопередачі:

$$F = \frac{Q}{k\Delta t_{\text{сер}}}$$

$$\frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{355}{292} = 1{,}21 \leq 2, \text{тоді:}$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} = \frac{355 + 292}{2} = 323{,}5\ \text{К.}$$

$$F = \frac{1\ 653\ 810}{140 \cdot 323{,}5} = 36{,}51\ \text{м}^2$$

Отриману розрахункову поверхню теплообміну рекомендується збільшити на 15-20% і за нею визначити основні конструктивні розміри:

F=36,51+20%=43,81 м^2

Обираємо кожухотрубний теплообмінник з такими параметрами:

Площа теплообміну – 46 м^2, довжина труб (l) – 2000 мм, число ходів – 2, загальна кількість труб (n)– 240, діаметр кожуха (D)– 600 мм, діаметр труб (d)– 25х2 мм, довжина (L) – 2910 мм.

Вибір кожухотрубного теплообмінника, позиція 13.

Поверхня теплообміну визначається з основного рівняння теплопередачі:

$$F = \frac{Q}{k\Delta t_{\text{сер}}}$$

$$\frac{\Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{363}{293} = 1{,}23 \leq 2, \text{тоді:}$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{в}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} = \frac{363 + 293}{2} = 328\ \text{К.}$$

$$F = \frac{40\ 230{,}4}{140 \cdot 328} = 0{,}87\ \text{м}^2$$

Збільшуємо розрахункову поверхню на 15-20%: F=0,87+20%=1,044 м^2.

Обираємо наступний апарат: площа поверхні теплообміну (F)– 1,5 м^2, довжина труб (l)– 1,5 м, загальна кількість труб (n)– 13, діаметр кожуха (D) – 159 мм, довжина (L) – 2040 мм.

Вибір апарату для приготування комбінованої закваски, позиція 20.

Комбінована закваска для зброджування квасного сусла витрачається в кількості 2…4 % від об'єму зброджуваного сусла. Згідно з розрахунками ця кількість становить 4881 л на добу. Номінальний об'єм:

$$V_{\text{н}} = \frac{4881}{0{,}03} = 1{,}63 \text{ м}^3$$

Для встановлення приймаємо апарат місткістю 2 м^3, діаметром (d) 1100 мм, висотою (H) 2747 мм.

Вибір апарату для розведення чистої культури МКБ, позиція 23.

Об'єм молочнокислої закваски, що подається у апарат для приготування комбінованої закваски становить 25-30% від об'єму апарату для розведення МКБ. Згідно з розрахунками в добу подається 444 л, тоді номінальний об'єм складає: $V_{\text{н}} = \frac{444}{0{,}27} = 1644{,}44 \text{ л} = 1{,}7 \text{ м}^3$

Для встановлення беремо апарат місткістю 2 м^3, діаметром (d) 1100 мм, висотою (H) 2747 мм.

Вибір апарату для розведення чистої культури дріжджів, позиція 18.

Згідно з розрахунками в добу подається 4437 л дріжджів, тоді номінальний об'єм складає: $V_{\text{н}} = \frac{4437}{27} = 16433{,}33 \text{ л} = 16{,}43 \text{ м}^3$.

З довідника обираємо такий апарат: місткість 10 м^3, діаметр (d) 1800 мм, висота (H) 4380 мм, циліндрична висота (h) – 3400 мм, у кількості 2 шт.

Вибір бродильно-купажного апарату, позиція 15.

На добу кількість зброджуваного сусла складає:

$G_c = G^{\text{Д}}_{\text{ККС1}} + G^{\text{Д}}_{\text{ЦС}} + G^{\text{Д}}_{\text{ЗАКВ}}$, де

$G^{\text{Д}}_{\text{ККС1}}$- добова кількість сусла на бродіння, дм^3

$G^{\text{Д}}_{\text{ЦС}}$- добова кількість цукрового сиропу на бродіння та купажування, дм^3

$G^{\text{Д}}_{\text{ЗАКВ}}$- добова кількість комбінованої закваски, дм^3;

$G_c = 122037 + 9504 + 4881 = 136422$ дм^3=136,422 м^3

Приймаємо внутрішній діаметр апарату 2600 мм з робочим об'ємом 25 м^3. Кут конуса при вершині 60°, тобто $tg\ (30°) = \frac{R}{h_к} \rightarrow h_к = \frac{R}{tg\ (30°)} = \frac{R}{0{,}577}$

Номінальний об'єм апарату з коефіцієнтом заповнення φ = 0,85:

$$V_н = \frac{V_{роб}}{\varphi} = \frac{25}{0{,}85} = 29{,}0 \text{ м}^3$$

Висота конуса (нижня частина):

$$h_к = \frac{1{,}3}{0{,}577} = 2{,}25 \text{ м}$$

Об'єм конуса:

$$V_к = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h_к = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 1{,}4^2 \cdot 2{,}25 = 4{,}6 \text{ м}^3$$

Висота еліптичної кришки:

$$h_{кр} = 0{,}2 \cdot D = 0{,}2 \cdot 2{,}6 = 0{,}52 \text{ м}$$

Об'єм еліптичної кришки:

$$V_{кр} = 0{,}25 \cdot \pi R^2 \cdot h_{кр} = 0{,}25 \cdot \pi \cdot 1{,}3^2 \cdot 0{,}52 = 0{,}69 \text{ м}^3$$

Об'єм циліндричної частини:

$$V_{цил} = V_н - V_к - V_{кр} = 25 - 4{,}6 - 0{,}69 = 19{,}71 \text{ м}^3$$

Тоді висота циліндричної частини:

$$h_{цил} = \frac{V_{цил}}{\pi R^2} = \frac{19{,}71}{\pi \cdot 1{,}3^2} = 3{,}71 \text{ м}$$

Загальна висота апарату:

$$H = h_к + h_{кр} + h_{цил} = 2{,}25 + 0{,}52 + 3{,}71 = 6{,}48 \text{ м}$$

Розраховуємо потрібну кількість апаратів:

$$n = \frac{V_{добовий}}{V_{робочий}} = \frac{136{,}422}{23} = 5{,}93 \approx 6 \text{ шт.}$$

Обираємо бродильно-купажний апарат місткістю 25 м^3, з робочим об'ємом 23м^3, діаметром 2600 мм, повною висотою 7000 мм, висотою циліндричної частини 4,2 м, еліптичної кришки – 0,55 м, конуса – 2,25 м, у кількості 6 шт.

Вибір апарату для приготування сиропу, позиція 9.

Добова кількість цукрового сиропу на зброджування та купажування складає 9504 л. Враховуючи коефіцієнт заповнення 0,85 визначаємо потрібний об'єм:

$$V = \frac{9{,}504}{0{,}85} = 11{,}2 \text{ м}^3$$

Обираємо 2 апарати місткістю 6,3 м^3, діаметр (d) – 1800 мм, загальна висота (H) – 3750 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 1.

На добову продуктивність перекачується 3,27 м^3/год концентрату квасного сусла. До встановлення приймаємо насос марки ОНЦ 3,5/10К5-0,55/2, напір – 13-11 м, частота оберту 2900 об/хв, потужність електродвигуна – 0,55 кВт, довжина (L) – 290 мм, діаметр (d) – 160 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 4.

За добу насосом перекачується 6,54 м^3 розведеного концентрату. Обираємо наступний насос: ОНЦ 1,5/20К5-0,75/2, подача – 4-10 м^3/год, напір – 25-16 м, потужність електродвигуна – 1,5 кВт, довжина (L) – 365 мм, діаметр (d) – 210 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 11.

Для перекачування цукрового сиропу об'ємом 9,504 м^3 на добу, обираємо наступний насос марки ОНЦ 10/10К5-0,75/2, напір – 12-9 м, потужність електродвигуна – 0,75 кВт, довжина (L) – 365 мм, діаметр (d) – 210 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 19.

Розведена культура дріжджів перекачується в апарат для приготування змішаної закваски об'ємом 4,437 м^3/добу. З довідника обираємо наступний насос: марка – ОНЦ 6,3/25К5-1,5/2, подача – 4-7 м^3/год, напір – 26-25 м, потужність електродвигуна – 1,5 кВт, довжина (L) – 380 мм, діаметр (d) – 210 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 24.

Чиста культура молочнокислих бактерій перекачується в кількості 0,444 м^3/добу. Приймаємо насос марки ОНЦ 1,5/10К5-0,55/2, подача – 0,5-2,5 м^3/год, напір – 14-12 м, потужність електродвигуна – 0,55 кВт, довжина (L) – 290 мм, діаметр (d) – 160 мм.

Вибір відцентрового насосу, позиція 21.

На добу в бродильно-купажний апарат подається 4,881 м^3/добу комбінованої закваски. Для цього обираємо відцентровий насос марки ОНЦ 3,5/20К5-0,75/2 з такими характеристиками: подача – 2-6 м^3/год, напір – 26-17 м, потужність електродвигуна – 0,75 кВт, довжина (L) – 365 мм, діаметр (d) – 210 мм.

Вибір норії, позиція 8.

Норія служить для вертикального транспортування сухого цукру з основного збірника (силосу) у проміжний збірник перед варкою сиропу.

Основні параметри:

- Продуктивність: 3–4 т/ год
- Висота підйому: 6 м
- Тип: ковшова, стрічкова
- Матеріал: корпус із вуглецевої сталі, ковші — з нержавійки
- Швидкість руху стрічки: 1–1,5 м/с

7. Компонування технологічного обладнання

Відомості про район та місце розміщення проектованого виробництва

Проектоване виробництво квасу планується розмістити в місті Львів. Район характеризується наступними метеорологічними умовами:

- Середня температура повітря в літній період складає 18,2°С, у зимовий період — -3,6°С;
- Середня відносна вологість повітря — 77 %;
- Глибина промерзання ґрунту — 1,2 м;
- Максимальна швидкість вітру — 20 м/с;
- Сейсмічна активність району — 5 балів за шкалою MSK-64 (низька);
- Тривалість опалювального сезону — 180-200 днів (з жовтня по квітень).

Виробництво проектується на базі діючого підприємства “Львівська пивоварня”. Враховуючи кліматичні умови району та специфіку технологічного процесу, для компонування обладнання обрано закритий варіант.

Обґрунтування вибору варіанту компонування обладнання

Для бродильного відділення пивзаводу на якому виробляється квас використовуємо закритий варіант компонування.

Обладнання для освітлення і охолодження квасного сусла, а також для культивування дріжджів розташоване у закритому приміщенні, оскільки ці процеси вимагають особливих умов чистоти та підтримання температури.

Характеристика промислової споруди проєктованого виробництва

1. Спосіб сприймання навантаження

Промислова будівля для відділення зброджування квасного сусла проєктується каркасного типу. Несучим елементом є залізобетонні колони прямокутного перерізу розмірами 400×400 мм. Каркас сприймає навантаження від власної ваги конструкцій, встановленого обладнання, людей, технологічних трубопроводів та динамічних навантажень під час роботи обладнання.

2. Основні будівельні параметри

Прогін між осями колон – 6 м, крок колон – 6 м, висота поверху – 7 м, висота ярусу етажерки - 4,5 м, кількість поверхів – 2.

3. Фундаменти

Використовуються стрічкові фундаменти. Глибина закладання фундаментів — 1,8 м залежно від типу ґрунтів.

4. Міжповерхове перекриття

Міжповерхові перекриття у будівлі відсутні (двоповерхова схема з відкритими висотами). В етажерці перекриття між ярусами утворені за допомогою:

- сталевих двотаврових балок
- залізобетонної плити товщиною 200 мм, виготовленої з бетону
- поверхневого покриття з антиковзким шаром на основі епоксидної смоли

5. Покриття

Покриття промислової будівлі виконано у вигляді багатошарової конструкції:

- несучі елементи — сталеві ферми з профільованого прокату
- плити покриття — залізобетонні панелі
- утеплювач — мінеральна вата (товщина 200 мм)
- гідроізоляція — ПВХ-мембрана або бітумна наплавлювана гідроізоляція
- зовнішнє покриття — рулонний матеріал типу «Техноеласт».

6. Стіни

Зовнішні стіни — сендвіч-панелі на металевому каркасі з утепленням мінеральною ватою. Внутрішні перегородки — легкі металеві конструкції з гіпсокартоном та мінеральною ватою.

7. **Підлога**

Покриття підлоги виконується залежно від функціонального призначення зони:

- у виробничій зоні — монолітна бетонна підлога, армована, з покриттям кислотостійкою плиткою або промисловим полімерним покриттям (антиковзке, волого- та хімічностійке);
- у етажерці — рифлена металева плита товщиною 6 мм, з антикорозійною обробкою.

8. **Сходи**

У будівлі встановлено один марш основних сходів з параметрами:

- ширина маршу — 0,8 м;
- висота сходинки — 180 мм, глибина — 280 мм;
- матеріал — гарячеоцинкована сталь;
- перила висотою 1,1 м з двома горизонтальними перекладинами.

9. **Вікна та двері**

Вікна — з металопластикових профілів ПВХ, двокамерні, з енергозберігаючим склом, відкривання — поворотно-відкидне або глухе.

Двері:

- зовнішні — металеві утеплені, антикорозійне порошкове покриття;
- внутрішні — із пластику чи оцинкованої сталі, гігієнічні, легко миються;
- додатково встановлюються секційні ворота для вантажних зон.

10. **Оснащеність підйомно-транспортним устаткуванням**

Для монтажу, демонтажу та технічного обслуговування технологічного обладнання передбачено використання пересувних ручних тельферів

вантажопідйомністю до 0,5 т. Додатково встановлюються монтажні площадки з антикорозійною обробкою, що забезпечують безпечний доступ до верхніх частин апаратів

Характеристика промислової етажерки

1. Спосіб сприймання навантаження

Проектована етажерка для відділення збродження квасного сусла є каркасною конструкцією. Навантаження від технологічного обладнання, між'ярусних перекриттів та людей сприймається через сталеві колони прямокутного перерізу. Матеріал колон — сталь конструкційна. Розміри поперечного перерізу колон становлять 400×400 мм, товщина стінок — 10 мм.

2. Основні будівельні параметри

- Прогін між колонами: 6 м
- Сітка колон: 6×6 м
- Висота 1-го поверху: 9 м
- Висота 2-го поверху: 8 м
- Загальна висота етажерки: 5,4 м
- Кількість ярусів: 2

3. Фундаменти

Для забезпечення надійної стійкості етажерки застосовуються окремі залізобетонні фундаменти стаканного типу під кожну колону. Фундаменти заглиблені на 1,5 м.

4. Між’ярусне перекриття

Між’ярусне перекриття складається з металевих балок та настилу з армованої бетонної плити товщиною 200 мм. Бетон — класу В25. Несучі балки виготовлені зі сталевих двотаврів.

5. Підлога

Підлога етажерки виконана у вигляді сталевих рифлених плит товщиною 6 мм, закріплених на каркас перекриття. Поверх рифленої сталі нанесено антикорозійне та антиковзке покриття на основі епоксидної смоли.

6. Сходи

Для з'єднання ярусів передбачені маршові сходи з металевим каркасом. Сходи виконані зі сталі, ширина маршу — 0,8 м, висота сходинки — 180 мм, глибина сходинки — 280 мм. Передбачені перила висотою 1,1 м для безпеки персоналу.

7. Оснащеність підйомно-транспортним устаткуванням

Етажерка обладнана пересувними ручними тельферами вантажопідйомністю до 0,5 т для проведення монтажу та ремонту технологічного обладнання.

Характеристика приміщень, включених в склад виробництва

Проєктоване бродильне відділення виробництва квасу включає основні**,** допоміжні та обслуговуючі приміщення. Вони розміщуються у двоповерховій промисловій будівлі з урахуванням виробничих потоків і санітарно-гігієнічних вимог.

1. Основні виробничі приміщення

Основні виробничі приміщення розташовані переважно на першому поверсі будівлі. До них входять:

- Бродильно-купажне приміщення — місце, де відбувається основний процес бродіння квасу. Тут розміщено бродильно-купажні апарати
- Насосне відділення — забезпечує транспортування рідких продуктів у межах технологічного процесу
- Приміщення з теплообмінниками — для охолодження сиропу та концентрату квасного сусла
- Приміщення для приготування закваски, у якому здійснюється підготовка дріжджових і молочнокислих культур, що використовуються у процесі бродіння

Категорія за пожежною небезпекою: Д (виробництво з обробкою негорючих речовин, без легкозаймистих рідин, без горючих пилів).

2. Допоміжні виробничі приміщення

До допоміжних приміщень належать:

- Цехова лабораторія — призначена для контролю якості сировини, напівфабрикатів і готового продукту, а також проведення технологічних аналізів.
- Операторна — приміщення для керування й контролю за технологічними процесами. Розміщена на першому поверсі поруч з бродильно-купажним відділенням для кращого доступу до обладнання. Категорія за пожежною небезпекою: В (приміщення з наявністю паперу, реактивів, лабораторного обладнання).

3. Обслуговуючі приміщення

Оскільки проєктується лише одне відділення виробництва, у межах схеми обслуговуючі приміщення (гардеробна, душова, кімната для відпочинку тощо) не передбачаються окремо. Їхнє розміщення доцільно винести в інші частини підприємства (наприклад, у побутовий корпус або адміністративно-побутовий блок), який обслуговує весь виробничий комплекс. Це дозволяє не перевантажувати схему окремого технологічного відділення другорядними приміщеннями.

Вплив технології процесу на компонування

Через наявність процесу бродіння з участю дріжджів та молочнокислих бактерій особливу увагу потрібно приділити вибору конструкції ємностей (ферментаторів), забезпеченню постійної температури і умов аерації. Бродильні апарати розміщуються з урахуванням можливості безперешкодного доступу для обслуговування та санітарної обробки.

Сировина доставляється в основному в мішках або контейнерах, тому необхідно передбачити використання механізованих засобів транспортування, таких як стрічкові конвеєри або підйомники.

В процесі утворюються рідкі відходи (залишки сусла, промивні води), які необхідно відводити через систему каналізації з подальшою біологічною очисткою перед скиданням.

Вплив вимог техніки безпеки та протипожежної техніки на компонування

Процес виробництва квасу включає етапи, на яких можливе утворення газів (вуглекислий газ при бродінні), а також використовуються легко займисті матеріали (етиловий спирт у малій кількості може утворюватися як побічний продукт).Тому ферментатори та резервуари для зброджування повинні бути обладнані пристроями для безпечного відведення газів (гідрозатвори або клапани скидання тиску) та вентиляцією.

Приміщення, де відбувається бродіння і витримка, необхідно оснащувати ефективною припливно-витяжною вентиляцією для запобігання накопиченню CO_2.

Усі виробничі ділянки поділяються за пожежною небезпекою відповідно до класифікації ДБН та правил пожежної безпеки. Для них передбачено окремі евакуаційні виходи, вогнестійкі двері, вогнегасники та автоматичні системи оповіщення про пожежу.

Етажерка повинна мати захисні перила, неслизькі поверхні проходів і достатню ширину маршів для евакуації персоналу.

Операторні розташовуються поза межами основного технологічного процесу та обладнуються захисними бар'єрами від можливого витоку газів.

Групування та розміщення запроектованих апаратів

Усі запроєктовані апарати згруповано за функціональними зонами відповідно до стадій технологічного процесу виробництва хлібного квасу. Кожна зона включає обладнання, що виконує взаємопов’язані технологічні операції:

1. **Зона приготування закваски**

У цій зоні розміщено апарати для активації та накопичення комбінованої закваски на основі дріжджів та молочнокислих бактерій: позиції 18, 20, 23. Передбачено резервуари для культивування, термостатовані ємності для підтримки температурного режиму. Всі апарати розташовані у вигляді локалізованої групи з доступом до засобів мийки й санітарної обробки.

2. **Зона варки сиропу та розведення концентрату квасного сусла (ККС)**

Зона включає варочний апарат із сорочкою нагріву та мішалкою, позиція 9. Також у цій частині цеху відбувається підготовка бродильного середовища, позиція 5, де концентрований квасний напівфабрикат змішується з водою.

3. **Зона бродіння квасу**

Основна технологічна зона, де відбувається зброджування напою. Розташовано бродильні ємності (позиція 15) з терморегуляцією, системами відводу газів і пробовідбору. Зона передбачає достатній простір для обслуговування апаратів.

Фільтраційні установки та лінія розливу проєктуються з урахуванням мінімізації поворотів та перегинів трубопроводів, що забезпечує плавність технологічного процесу. Особлива увага приділяється обладнанню, яке створює вібрації – його встановлюють на спеціальних антивібраційних фундаментах ізоляційного типу.

Компонування всього обладнання забезпечує оптимальні умови для санітарного обслуговування, проведення ремонтних робіт і аварійної евакуації.

Забезпечення нормальної експлуатації та ремонту обладнання

Основними критеріями вибору компонування є:

- забезпечення прямолінійності та мінімальної довжини транспортних потоків сировини, напівфабрикатів і готової продукції
- зручність обслуговування, ремонту та демонтажу обладнання;
- мінімізація шкідливих впливів на працівників і довкілля
- оптимальне розташування апаратів з урахуванням вимог механізації транспортних операцій та мінімізації ручної праці

Основні апарати — варильний котел, теплообмінник, бродильні ємності, фільтраційна установка — згруповані відповідно до етапів виробничого процесу та характеру їх експлуатації. Апарати, які потребують постійного спостереження

(насоси, теплообмінник), розміщено на нижньому рівні для полегшення доступу при обслуговуванні.

Обладнання, пов'язане з можливим виділенням парів та запахів (бродильні ємності), розташоване у добре вентильованих приміщеннях з підведенням витяжної вентиляції. Фільтраційна установка розташована максимально близько до бродильних ємностей, що зменшує втрати продукції при транспортуванні.

Вібруючі елементи (насосні агрегати) змонтовані на окремих фундаментах, ізольованих від загальних конструкцій цеху.

Характеристика технологічного обладнання

Специфікація технологічного обладнання наведена в таблиці 7.

Таблиця 7 – Специфікація на технологічне обладнання

Номер позиції апарата за .	Назва апарата	Кількість	Технічна характеристика апарата	Матеріал, з якого виготовлено апарат, і способи його захисту	Габаритні розміри апарата	Спосіб встановлення апарата	Наявність допоміжних пристроїв
5	Апарат для розведення ККС	2	Місткість 4 $м^3$	Вуглецева сталь, емальоване покриття	Діаметр – 1600 мм, висота – 3250 мм	На лапах	Люк, сорочка
7	Кожухотрубний теплообмінник	1	площа поверхні теплообміну – 46,0 $м^2$	Нерж. сталь AISI 316, внутрішнє полірування	Діаметр кожуха – 600 мм, довжина – 2910 мм	На опорах	-
13	Кожухотрубний теплообмінник	1	Площа поверхні теплообміну – 1,5 $м^2$	Нерж. сталь AISI 316, внутрішнє полірування	Діаметр кожуха – 159 мм, довжина – 2040 мм	На опорах	-

Продовження таблиці 7

9	Апарат для приготування сиропу	2	Місткість 6,3 $м^3$	Нерж. сталь з тепло-ізоляцією	Діаметр – 1800 мм, висота – 3750 мм	На лапах	Мішалка, люк, сорочка
15	Бродильно-купажний апарат	6	Місткість 25 $м^3$	Вуглецева сталь, епоксидне покриття	Діаметр – 2400 мм, висота – 5200 мм.	На опорах	-
1	Насос ОНЦ 3,5/10К5-0,55/2	1	подача – 4-10 $м^3$/год, напір – 25-16 м, потужність електродвигуна – 1,5 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 365 мм, діаметр – 210 мм	На фундаментi	-
4	Насос ОНЦ 1,5/20К5-0,75/2	1	подача – 4-10 $м^3$/год, напір – 25-16 м, потужність електродвигуна – 1,5 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 365 мм, діаметр – 210 мм	На фундаментi	-
11	Насос ОНЦ 10/10К5-0,75/2	1	напір – 12-9 м, потужність електродвигуна – 0,75 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 365 мм, діаметр – 210 мм	На фундаментi	-
19	Насос ОНЦ 6,3/25К5-1,5/2	1	подача – 4-7 $м^3$/год, напір – 26-25 м, потужність електродвигуна – 1,5 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 380 мм, діаметр – 210 мм	На фундаментi	-

Продовження таблиці 7

24	Насос ОНЦ 1,5/10К5-0,55/2	1	подача – 0,5-2,5 $м^3$/год, напір – 14-12 м, потужність електродвигуна – 0,55 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 290 мм, діаметр – 160 мм	На фундаментi	-
21	Насос ОНЦ 3,5/20К5-0,75/2	1	подача – 2-6 $м^3$/год, напір – 26-17 м, потужність електродвигуна – 0,75 кВт	Нерж. сталь, сальникові ущільнення, полірування	довжина – 365 мм, діаметр – 210 мм	На фундаментi	-
20	Апарат для приготування комбінованої закваски	1	місткість 2 $м^3$	Нерж. сталь	діаметр – 1100 мм, висота – 2747 мм	На опорах	-
18	Апарат для розведення ЧКД	2	місткість 20 $м^3$	Вуглецева сталь, внутрішнє емалювання	діаметр – 1800 мм, висота – 4380 мм	На опорах	-
23	Апарат для розведення МКБ	1	місткість 2 $м^3$	Вуглецева сталь, внутрішнє емалювання	діаметр – 1100 мм, висота – 2747 мм	На опорах	Люк, пробо-відбірник
2	Збірник ККС	4	місткість 8 $м^3$	Нерж.сталь	діаметр – 1800 мм, висота – 3480 мм	На фундаментi	-
3	Проміжний збірник ККС	1	місткість 1,25 $м^3$	Вуглецева сталь, внутрішнє емалювання	діаметр – 900 мм, висота – 2100 мм	На опорах	-

8. Охорона праці

8.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ З ТОЧКИ ЗОРУ ОХОРОНИ ПРАЦІ.

Аналіз виконується для бродильного відділення виробництва квасу, що знаходиться на території підприємства ‘’Львівська пивоварня’’. У відділенні працює 5 осіб. Обладнання: бродильно-купажні апарати, насоси, теплообмінники, сироповарильний котел тощо.

Бродильне відділення призначене для приготування та зброджування квасного сусла потужністю 15 000 л/добу. Основні технологічні процеси: пастеризація концентрату квасного сусла, приготування цукрового сиропу, культивування дріжджів і молочнокислих бактерій, зброджування, охолодження та купажування продукту.

Згідно з нормами ДБН В.2.2-28:2010, для такого виробництва прийнята площа 140 м^2, що дозволяє розмістити основне й допоміжне обладнання (бродильно-купажні апарати, насоси, теплообмінники, сироповарильний котел тощо), забезпечити проходи та доступ до агрегатів. Висота приміщення становить 4 м, що відповідає вимогам для технологічних процесів із використанням резервуарного обладнання.

Окремо передбачене приміщення з комп’ютерною технікою для оператора. Відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98, площа приміщення становить 12 м², об’єм – 48 м³ (висота 4 м), що повністю відповідає санітарним вимогам.

Клас небезпеки виробництва

Згідно з ДСП 173-96, основними небезпечними та шкідливими виробничими чинниками у бродильному відділенні є:

- Шум і вібрація від насосного обладнання
- Діоксид вуглецю (CO_2), що утворюється під час бродіння
- Висока температура та вологість
- Мікробіологічні фактори (робота з культурами мікроорганізмів)

На підставі цих чинників виробництво належить до IV класу небезпеки (мало небезпечні).

Освітлення

Система освітлення у приміщенні

У приміщенні використовуються системи природного та штучного освітлення. Природне освітлення забезпечується через вікна, розташовані на зовнішніх стінах, що дозволяє максимально використовувати денне світло. Штучне освітлення реалізується за допомогою люмінесцентних світильників, розміщених рівномірно по всій площі стелі, що забезпечує достатню освітленість у темний період доби.

Характеристика зорової роботи

Згідно з класифікацією зорових робіт, у приміщенні виконуються роботи середньої точності, що вимагають розрізнення об'єктів розміром 0,5–1,0 мм на відстані 30–50 см. Це включає контроль якості продукції, налаштування обладнання та моніторинг процесів.

Вплив недостатнього та неякісного освітлення на персонал

Недостатнє або неякісне освітлення може призвести до підвищеної втоми очей, зниження концентрації уваги, головного болю та загального зниження працездатності. Також це може спричинити підвищення ризику виробничого травматизму через погану видимість.

Нормативні значення освітленості

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018, мінімальна освітленість на робочих поверхнях для зорових робіт середньої точності повинна становити не менше 300 лк. Коефіцієнт природної освітленості (КПО) для таких приміщень має бути не нижче 1,5%. Для аварійного освітлення нормативна освітленість становить 10% від нормованої для робочого освітлення, але не менше 15 лк. Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати не менше 1 лк на рівні підлоги, а охоронне — не менше 5 лк.

Вентиляція

У приміщенні передбачена система загальнообмінної механічної вентиляції, яка забезпечує подачу свіжого повітря та видалення відпрацьованого. Це дозволяє підтримувати нормативні параметри мікроклімату та забезпечує комфортні умови праці.

Опалення

Опалення реалізується за допомогою водяної системи з радіаторами, розміщеними вздовж зовнішніх стін. Система забезпечує рівномірний розподіл тепла та підтримання температури в межах 18–22°С, що відповідає санітарно-гігієнічним нормам.

Кондиціювання

Для підтримання оптимального температурного режиму в теплий період року встановлені спліт-системи кондиціювання повітря. Вони дозволяють регулювати температуру та вологість повітря, забезпечуючи комфортні умови праці.

Розмір санітарно-захисної зони для такого класу згідно з нормативами становить 50 м.

Характеристика умов праці наведена в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Штатний розпис і умови праці

Посада	**К-сть**	**Категорія робіт**	**Гігієнічний клас**	**Розряд зорових робіт**	**Напруженість праці**
Головний технолог	1	Розумова	2 клас (допустимий)	II (моніторинг, ПК)	Середня
Оператор	1	Змішана	2-3 клас	II	Середня
Лаборант	1	Легка фізична	2 клас	III (аналізи)	Низька
Слюсар	1	Середня фізична	3 клас	I	Середня
Електрик	1	Середня фізична	3 клас	I	Середня

Аналіз санітарно-гігієнічних умов у виробничому приміщенні та на робочих місцях представлений в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Санітарно-гігієнічні умови

Параметр	**Джерело**	**Норматив (ДсанПіН)**	**Фактичний рівень/оцінка**
Температура повітря	Процес бродіння, варка сиропу	18-25℃	25-30 ℃ (перевищення)
Вологість	Гаряча вода, пара	40-60%	до 75%
Шум	Насоси, вентиляція	до 80 дБ	70-80 дБ
Вібрація	Насоси, механізми	-	на межі допустимого
CO_2	Бродіння	до 0,5%	можливо перевищення
Освітленість	Світильники	300 лк	забезпечується
Запиленість	Завантаженість цукру	<4 мг/м^3	<2 мг/м^3

Заходи безпеки:

- Організація припливно-витяжної вентиляції
- Обладнання приміщення датчиками CO_2 та аварійним провітрюванням
- Періодичне вологе прибирання
- Використання ЗІЗ (маски, рукавиці, беруші)
- Регламентовані перерви та графік праці

8.2. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ПОЖЕЖНА ПРОФІЛАКТИКА

Види інструктажів з охорони праці

На бродильному відділенні передбачено проведення таких інструктажів:

- **Вступний** — проводиться інженером з охорони праці перед початком роботи на підприємстві для всіх нових працівників.
- **Первинний на робочому місці** — здійснюється безпосереднім керівником до початку самостійної роботи.
- **Повторний** — проводиться не рідше одного разу на 6 місяців для всіх працівників.

- **Позаплановий** — у разі змін в технології, заміни обладнання чи нещасного випадку.
- **Цільовий** — при виконанні разових робіт підвищеної небезпеки (наприклад, роботи на висоті, техобслуговування під тиском).

Факт проведення інструктажу фіксується в журналі реєстрації інструктажів з підписами інструктора та працівника.

Потенційно небезпечні фактори виробництва

Електробезпека

У цеху застосовуються електроспоживачі: насоси, мішалки, сироповарильні апарати, теплообмінники, ваги. Електромережа змінного струму з напругою 380/220 В, частота — 50 Гц. Приміщення за умовами ПУЕ відноситься до категорії підвищеної небезпеки через можливість наявності вологи та металевих корпусів обладнання.

Гранично допустимі рівні:

Струм дотику — до 0,5 мА.

Напруга дотику — до 42 В (умовно безпечна напруга).

Механічна небезпека

Небезпеку становлять:

- обертові частини насосів та мішалок;
- елементи транспортного обладнання (норії);
- вузли з підвищеним тиском (пастеризаційний апарат);
- роботи на висоті під час обслуговування верхніх люків чи ємностей;
- вантажно-розвантажувальні роботи при переміщенні цукру в мішках.
- можливі механічні травми: удари, порізи, защемлення, падіння з висоти.

Термічні чинники

Виробничий процес передбачає нагрівання води та пастеризацію концентрату при 80–85 °С, що створює потенційну небезпеку опіків при контакті з гарячими поверхнями обладнання.

Хімічні чинники

Хоча технологія не передбачає використання хімічно активних речовин, певну небезпеку можуть становити мийні засоби, антисептики або залишки дезінфікуючих речовин при санітарній обробці обладнання. При неправильному використанні можливі подразнення слизових оболонок або шкіри.

Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016, бродильне відділення відноситься до категорії «Г», оскільки основна сировина та продукти (сусло, сироп, концентрат) — негорючі, але в процесі можливе утворення горючого середовища (наприклад, мішки з цукром, дерев’яні піддони, промаслена ганчірка).

Пожежна профілактика

Будівля відділення проектується з негорючих матеріалів — металоконструкцій, бетону, цегли. За ДБН В.1.1-7:2016 має II ступінь вогнестійкості. У приміщенні буде встановлена система пожежного оповіщення та шляхи евакуації, які відповідають вимогам нормативних документів.

Можливі причини пожеж:

- коротке замикання або іскріння електрообладнання;
- самозаймання промасленого ганчір’я;
- займання упаковки (мішки з цукром, картон, дерев’яні елементи);
- недотримання правил користування електроінструментом;
- статичні заряди.

Засоби пожежогасіння:

- Пожежний водопровід з кранами та рукавами;
- Пожежні гідранти по периметру будівлі;

- Первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники вуглекислотні, порошкові) — відповідно до НАПБ А.01.001-2014 та ДСТУ 4297:2004;
- Пожежні сходи для доступу на дах.

8.3. ЗАХОДИ ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

На підставі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів, характерних для бродильного відділення виробництва квасу, запропоновано наступні заходи, спрямовані на усунення або зниження їхнього впливу на обслуговуючий персонал.

Перелік інженерно-технічних заходів:

Для зниження рівня шуму, що виникає під час роботи мішалок і насосного обладнання, запропоновано встановити звукоізолюючі екрани з перфорованого металу з мінераловатним наповнювачем, що забезпечують зниження шуму на 8–12 дБ. Додатково рекомендується облицювання стін шумопоглинальним матеріалом, наприклад, акустичними панелями на основі скловолокна типу.

Для підвищення електробезпеки:

Усі електричні споживачі обладнання повинні мати захисне заземлення та занулення відповідно до ПУЕ.

Струмоведучі частини обладнання мають бути надійно ізольовані, а пускорегулююча апаратура розміщена в електрощиті, встановленому в сухому провітрюваному місці, доступному лише для обслуговуючого персоналу;

Для аварійного відключення слід передбачити кнопки аварійного вимкнення обладнання з маркуванням і захистом від випадкового натискання.

Для зменшення впливу можливих статичних зарядів при переміщенні мішків із сухими сипучими матеріалами (цукор, борошно) встановити заземлюючі контури для всіх металевих конструкцій та використовувати антистатичне взуття для працівників, які виконують навантаження/розвантаження.

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на робочих місцях пропоную застосувати змішану систему освітлення (загальне + місцеве):

- використовувати світлодіодні світильники типу ЛЕД-Пром 36 Вт з температурою світла 4000–5000 К;
- освітлення робочих зон забезпечити на рівні не менше 300 лк, відповідно до ДБН В.2.5-28:2018.

Зниження теплового впливу шляхом теплоізоляції пастеризатора

Організація робочого місця

Робоче місце оператора бродіння проектується відповідно до ДСТУ ISO 9241-(3-9):2004 та ДСТУ 8604:2015. Всі панелі керування розміщені в зоні досяжності рук у положенні сидячи та стоячи. Висота столу — 750 мм, стілець регульований, підставка для ніг — обов’язкова. Освітлення організовано із урахуванням мінімізації тіней і блиску на панелях.

Категорія роботи – Б (повторювані логічні операції, контроль температури та часу бродіння).

Заходи пожежної безпеки

З метою забезпечення пожежної безпеки у бродильному відділенні передбачено:

- пожежний кран із рукавом у зоні входу;
- вогнегасники ВП-5 і ВВК-2 у доступних місцях;
- сигналізація пожежна автономна з оповіщенням по цеху;
- евакуаційний вихід шириною 1.2 м, що веде на сходову клітку;
- розташування пожежних гідрантів по периметру будівлі згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Шляхи евакуації позначені світловими покажчиками, довжина до виходу не перевищує 25 м.

9. Економічна частина

9.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ

Відділення бродіння квасного сусла, що модернізується, належить до галузі харчової промисловості. Сучасна квасна промисловість поєднує традиційні технології з елементами автоматизації та контролю якості. Попит на натуральні ферментовані напої, зокрема квас, зростає завдяки їхнім корисним властивостям, що підтримує актуальність розвитку та удосконалення відділення бродіння як технологічного вузла.

За даними Державної служби статистики України та профільних асоціацій, щорічний обсяг виробництва квасу в Україні становить близько 50–60 млн літрів**,** при цьому близько 70% споживання припадає на весняно-літній період. Найбільшими виробниками є великі пивокомбінати, однак упродовж останніх років помітно зростає сегмент локальних і крафтових виробників, орієнтованих на натуральну продукцію без штучних консервантів.

Основні проблеми галузі:

- Сезонність попиту: найбільші обсяги реалізації припадають на травень–серпень, тоді як узимку споживання квасу значно падає.
- Висока конкуренція з газованими безалкогольними напоями (наприклад, кола, лимонади), які мають вищу маркетингову підтримку.
- Обмеженість каналів збуту для дрібних виробників, особливо у віддалених регіонах.
- Висока залежність від імпортної сировини (наприклад, закваски, бактерії, концентрати).

Стан ринку збуту продукції

Через зростання попиту здорового харчування, квас вважають корисною альтернативою газованим напоям, що сприяє підвищення попиту на цей напій. Реалізація напою відбувається як в Україні так і в інших країнах. Через сезонність вживання квасу найбільший попит припадає на весняно-літній період в якості освіжаючого напою.

Сегментація ринку

Ринок квасу умовно можна поділити на такі сегменти:

- За типом продукції: пастеризований квас та живий. Останній часто виготовляється крафтовими виробництвами. Також стрімко розвивається сегмент авторських видів квасу з додаванням ягід, трав та інших додатків.
- За каналами збуту: часто це індивідуальні замовники, приватні підприємства, HoReCa (ресторани, кафе, їдальні).
- За ціновими категоріями: доступний масовий продукт, середній сегмент та крафтовий квас, який виготовляється невеликими партіями з акцентом на якість та унікальність.
- За цільовою аудиторією: основні споживачі квасу це дорослі люди віком 27-55 років.

Конкурентний аналіз

У Львівській області основними конкурентами для виробництва “Львівської пивоварні” є:

1. Перша приватна броварня

2. Хмільний лев

3. Кумпель

Також налічується багато дрібних локальних виробників.

Аналіз ринку ресурсів

Щоб забезпечувати виробництво квасу на підприємстві потрібні такі матеріали та сировина:

1) Концентрат квасного сула
2) Цукор
3) Дріжджі
4) Вода
5) Молочнокислі бактерії

6) Електроенергія
7) Газ

Вартість сировини, матеріалів та енергоносіїв наведена в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Вартість сировини, матеріалів та енергоносіїв

№	Назва і вид матеріалу	Од. вимірювання	Ціна, грн.
1	Концентрат квасного сусла	кг	130,0
2	Цукор	кг	30,0
3	Дріжджі	кг	250
4	Вода	л	2,0
5	Молочнокислі бактерії	кг	4000
6	Електроенергія	кВт/год	6,86
7	Газ	$м^3$	21,0

Також є постачальники аналогічних матеріалів з інших регіонів, що вказані у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Постачальники сировини і матеріалів

№	Назва сировини і матеріалів	Постачальники	Ціна, грн за одиницю
1	Концентрат квасного сусла	ТОВ «Харвест-Україна»	95
2	Цукор	ТзОВ Радехівський цукор	30,0
3	Дріжджі	Enzym Group	150
4	Вода	ЛМКП «Львівводоканал»	2,0
5	Молочнокислі бактерії	Danisco	3500
6	Електроенергія	Компанія «ТЕК»	6,86
7	Газ	Компанія «ТЕК»	21,0

9.2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПІДПРИЄМСТВО І ЙОГО ПРОДУКЦІЮ

Обґрунтування розташування

Виробництво розташоване в м. Львів, що забезпечує хороше сполучення з іншими населеними пунктами. Для розташування цеху необхідне приміщення площею 140 м^2.

Вимоги до приміщення

Цех облаштовується з урахуванням санітарних, технологічних і безпекових норм. А також забезпечується такими комунікаціями як: електроенергія, достатнє освітлення, підведення технічної та питної води, каналізація, вентиляція.

Вкладений капітал

Щоб запустити відділення зброджування хлібного квасу із сучасними технологіями потрібно 11 056 500 грн.

Таблиця 9.3 – Об’єкти і напрямки використаних коштів

№	Напрямки залучених коштів	Сума вкладених коштів, грн
1	Технологічне обладнання	9465000
2	Офісне обладнання	75000
3	Монтаж технологічного обладнання	946500
4	Витрати на формування обігових коштів (закупівля сировини, товарний запас та енергоносії)	455000
5	Профілактичний ремонт споруди	115000
	Всього	11056500

Характеристика продукції

Квас застосовується в таких сферах: ресторани, кафе, магазини, супермаркети, експорт, фестивалі.

Розрахунок витрат виробництва

Таблиця 9.4 – Запланований робочий режим

Режим роботи	1 зміна
Тривалість робочого дня	8 годин
Фонд робочого часу	800 годин

Розрахункова продуктивність цеху після виходу на повну потужність:

- 15 000 дал/зміну
- 1 500 000 дал/рік

Витрати на оплату праці

Апарат управління

1. Головний технолог - 1 особа
2. Оператор - 1 особа
3. Лаборант - 1 особа

Робітники

1. Електрик - 1 особа
2. Слюсар - 1 особа

Розрахунок місячного місячного фонду оплати праці наведено в таблиці 9.5.

Таблиця 9.5 – Розрахунок місячного ФОП

№	Персонал	Кількість, осіб	Заробітна плата в місяць, грн	ФОП в місяць, грн
1	Головний технолог	1	37 000	37 000
2	Оператор	1	25 000	25 000
3	Лаборант	1	17 000	17 000
4	Електрик	1	20 000	20 000
5	Слюсар	1	20 000	20 000
	Всього	5	119 000	119 000

Розрахунок витрат ФОП на рік: 119 000 х 12 = 1 428 000 грн/рік.

Нарахування на ФОП у місяць представлені у табл. 9.5. Розраховуються як 22% від заробітної плати працівника: 119000 х 22%= 26180 грн/міс.

Комунальний податок складає (10% від неоподаткованого мінімуму на особу) відповідно: 17 грн х 10%= 1,7 грн на одну особу. На 5 осіб цей податок становить: на місяць: 1,7 х 5= 8,5 грн/міс.; на рік:8,5 х 12 =102 грн/рік.

Разом нарахувань на заробітну плату: на місяць: 26180+8,5=26188,5 грн/міс.; на рік:26188,5 х 12= 314 262 грн/рік.

Витрати на електроенергію

На зміну потреба в електроенергії становить 288 кВт.

Тариф на 1 кВт складає 6,86 грн/кВт, у тому числі ПДВ 1,14 грн.

Отже, за зміну вартість електроенергії рівна 1975,68 грн, а за рік – 197 568 грн.

Інші витрати

Таблиця 9.6 – Вартість ОФ і витрати на їх монтаж

№	Назва технологічного обладнання	Вартість обладнання, грн	Вартість монтажу, грн	Разом, грн
1	Сироповарильний апарат	625000	62500	687500
2	Апарат для приготування ККС	500000	50000	550000
3	Збірник для цукру	125000	12500	137500
4	Збірник ККС	185000	18500	203500
5	Обладнання для приготування закваски	425000	42500	467500
6	Бродильно-купажний апарат	6000000	600000	6600000

Продовження таблиці 9.6

7	Проміжні збірники	275000	27500	302500
8	Збірник цукрового сиропу	150000	15000	165000
9	Насоси	300000	30000	330000
10	Теплообмінники	300000	30000	330000
11	Норія	215000	21500	236500
12	Фільтр	115000	11500	126500
13	Збірник дріжджів	250000	25000	275000
	Всього	9465000	946500	10411500

Щорічний ремонт споруди потребує:

- на рік: 180000 грн/рік
- на місяць: 180000:12=15000 грн/міс.

Профілактичний ремонт обладнання:

- на рік: 127000 грн/рік
- на місяць:127000:12=10583,33 грн/міс.

Витрати на рекламу: 200000 грн/міс.

Транспортні витрати:

- на рік: 110000 грн/міс.
- на місяць: 110000 х 12 = 1320000 грн/рік.

План виробництва і збуту продукції

Так як продукт сезонний виробництво здійснюватиметься протягом 100 днів року. Пік реалізації припадає на літній період, тому у зимові місяці проводяться всі необхідні ремонтні роботи. Найменші обсяги реалізації – у зимові місяці. План виробництва і реалізації представлений у таблиці 9.7.

Таблиця 9.7 – План виробництва і реалізації по роках

Назва показника	Роки				
	1	2	3	4	5
Обсяг виробництва продукції, дал	1500000	1800000	2000000	2800000	3700000
Обсяг збуту продукції, дал	1450000	1790000	2000000	2796000	3699000
Залишок нереалізованої продукції на кінець періоду, дал	50000	10000	0	4000	1000

План маркетингу

Реалізація продукції буде відбуватись самовивозом. Також розглядається можливість впровадження доставки оптовим замовникам.

Початкова ціна реалізації встановлена 60 грн/л. Ціна розрахована на основі ринкового аналізу цін конкурентів у регіоні з урахуванням норми прибутку 36,36% за умов повної виробничої потужності.

Квас є відомим продуктом, тому потрібно зосередитись над унікальною торговою пропозицією, побудовою бренду, вибудовувати довіру до продукту.

Використовуватимуться сучасні канали просування, такі як: Instagram, TikTok, Facebook. Також планується співпраця з локальними кав’ярнями, еко-магазинами. Як додаткові методи буде впроваджена email-розсилка для інформування постійних клієнтів про новинки та акції.

Витрати на рекламу передбачені у структурі витрат виробництва.

Організаційний план

Для реалізації проекту буде модернізуватись діюче підприємство. Операційний план представлено в таблиці 9.8.

Таблиця 9.8 – Операційний план інвестиційного періоду

Найменування заходу	Періоди реалізації проекту											
	Місяці першого року											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Передінвестиційна стадія	x											
Підготовка і попередній ремонт приміщень		x	x									
Постачання сировини і матеріалів	x		x		x		x		x		x	
Навчання персоналу		x	x	x								
Постачання обладнання		x	x									
Монтаж обладнання			x	x								
Проведення пусконалагоджувальних робіт				x	x							
Проходження державного контролю			x							x		
Вихід на 30% місячної потужності			x									
Робота при потужності 65%				x						x	x	
Робота при потужності 85%					x				x			
Робота при потужності 100%						x	x	x				

Розрахунок економічної ефективності

1. Ціна реалізації одиниці продукції 60 грн/л

2. Собівартість виготовлення одиниці продукції при повній потужності 44 грн/л.

3. Прибуток на одиницю продукції до оподаткування визначається за формулою:

$$Ц_{пр} = П - С$$

де Ц – ціна одиниці продукції; С – собівартість одиниці продукції.

$$Ц_{пр} = 60 - 44 = 16 \text{ грн/л}$$

4. Рентабельність

$$R = \frac{Ц_{пр}}{С} \cdot 100\%$$

$$R = \frac{16}{44} \cdot 100\% = 36{,}36\%$$

Таблиця 9.9 – Зведена таблиця техніко-економічних показників

№	**Показник**	**Значення**
1	Потужність, дал/рік	1 500 000
2	Собівартість 1 л, грн	44,00
3	Ціна реалізації 1 л, грн	60
4	Рентабельність, %	36,36
5	Інвестиції, грн	10 056 500
6	Фонд оплати праці, грн/рік	1 428 000
7	Витрати на рекламу, грн/міс	200 000
8	Кількість працівників	5
9	Тривалість виробництва, днів/рік	100

Висновок

Зважаючи на вище проаналізовані дані, проєктування нового виробничого відділення зброджування квасу є економічно доцільним. В умовах зростаючого попиту на натуральні ферментовані напої, модернізоване

виробництво із запланованою потужністю 1,5 млн дал на рік дозволяє забезпечити ефективний випуск конкурентоспроможної продукції з рентабельністю понад 35%.

Вкладення капіталу у розмірі 4,5 млн грн включають сучасне технологічне обладнання, що забезпечує стабільну якість, автоматизацію та відповідність санітарно-технічним вимогам. При собівартості 44 грн/л і ціні реалізації 60 грн/л очікується сталий прибуток, з перспективою нарощування обсягів до 3,7 млн дал за п’ять років.

Проєкт орієнтований на сучасний ринок і використовує ефективну маркетингову стратегію з цифровими каналами просування, що дозволяє виділити продукт серед конкурентів і сформувати лояльну споживчу базу.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено високоефективне відділення для зброджування хлібного квасу, яке відповідає сучасним технологічним вимогам, стандартам якості та критеріям економічної доцільності.

2. Надано чітку характеристику сировини, напівпродуктів, а також побічних продуктів та відходів виробництва.

3. Спроектовано та детально описано технологічну схему відділення.

4. Розраховано продукти та енергетичні ресурси для зброджування квасного сусла на основі продуктивності 1,5 млн. дал хлібного квасу на рік.

5. Встановлено чіткі вимоги до технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва.

6. Проведено вибір технологічного обладнання зважаючи на задану продуктивність.

7. Обрано варіант компонування, а також розроблено компонувальне креслення для бродильного відділення хлібного квасу.

8. Встановлено наступні пункти заходів охорони праці: техніка безпеки та пожежна профілактика, загальна характеристика умов праці з точки зору охорони праці та заходи поліпшення умов праці.

9. Розраховано економічну частину, яка включає інформацію про характеристику галузі та. підприємство.

Список використаних джерел літератури

1. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови.
2. ДСТУ 7344:2013. Дріжджі пивні. Технічні умови.
3. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
4. ДСТУ 8604:2015. Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи.
5. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення.
6. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
7. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.
8. ДСТУ 4297:2004. Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників.
9. Лудин А. М. Компонування технологічного обладнання: навчальний посібник. Львів: Левада, 2022. 160 с.
10. Лудин А. М. Компонування обладнання в технології бродильних виробництв: конспект лекцій. Львів: НУЛП, 2019. 116 с.
11. Березовська Н. І., Паляниця Л. Я. Технологія хлібопекарських дріжджів. Львів: Левада, 2022. 168 с.
12. Мельник Ю. Р., Мельник С. Р. Основи проєктування та розрахунків харчових виробництв: навчальний посібник. Львів: Левада, 2020. 135 с.
13. Гетун Г. В. Основи проєктування промислових будівель. Київ: Кондор, 2009. 210 с.
14. Жидецький В. Ц. та ін. Практикум із охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
15. Герасимчук В. Г. Економіка та організація виробництва. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 678 с.
16. Ковальська Л. Л. та ін. Економіка підприємства. Київ, 2020. 700 с.
17. Пономаренко Л. А., Паламарчук В. А. Інноваційний менеджмент. Київ, 2009. 80 с.