

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти

Форма навчання денна

Кафедра технологій харчових виробництв і ресторанного господарства

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ О. ГОРОБЕЦЬ

(підпис)

« ____ » _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Проект будівництва переробного підприємства з виробництва фруктових консервів на території Білицької територіальної громади Полтавської області»

зі спеціальності 181 Харчові технології

освітня програма «Харчові технології та інженерія»

(шифр та назва)

ступеня бакалавр

Виконавець роботи Куліш Анна Віталіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Науковий керівник д.т.н., професор Хомич Галина Панасівна

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис, дата)

Рецензент д.т.н., професор Скрипник Вячеслав Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Полтава 2026

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Затверджую

Завідувач кафедри

О. ГОРОБЕЦЬ

(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: «Проект будівництва переробного підприємства з виробництва
фруктових консервів на території Білицької територіальної громади
Полтавської області»

зі спеціальності 181 Харчові технології

освітня програма «Харчові технології та інженерія»

(шифр та назва)

ступеня бакалавр

Прізвище, ім'я, по батькові Куліш Анна Віталіївна

Затверджена наказом ректора № 175-Н від «04» вересня 2025 р.

Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 17.06. 2026 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Розробити лінії з виробництва
консервів: 1. «Джем яблучний» потужністю 17 тоб/зм. Фасування в склобанку
III-82-650. 2. «Варення із кісточкових (вишня, алича, слива)» потужністю 15
тоб/зм. Фасування в склобанку III-82-650.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки Вступ. Розділ 1. Техніко-
економічне обґрунтування проекту будівництва або розширення існуючого
підприємства. Розділ 2. Організаційно-технологічна частина. Розділ 3.
Розрахунок та підбір технологічного обладнання. Розділ 4. Інженерна частина.
Розділ 5. Охорона праці та навколишнього природного середовища. Висновки
Список використаних інформаційних джерел.

Перелік графічного матеріалу Генеральний план – 1 лист. План цеху з
розташуванням технологічного обладнання. Графік надходження сировини та
програма роботи цеху – 1 лист. Поздовжній розріз цеху із зображенням на
ньому обладнання і будівельних конструкцій– 1 лист. Технологічна схема
виробництва продукції «Джем яблучний» – 1 лист.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Ініціал, Прізвище, консультанта	Підпис, дата
Інженерна частина	О. Володько	
Охорона праці та навколишнього природного середовища	Н. Молчанова	

Календарний графік виконання кваліфікаційної роботи

Зміст роботи	Термін виконання	Фактичне виконання
Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування проекту будівництва або розширення існуючого підприємства	4.09. – 2.11. 2025 р.	4.09. – 2.11. 2025 р.
Розділ 2. Організаційно-технологічна частина	3.11. 2025 – 1.02. 2026 р.	3.11. 2025 – 1.02. 2026 р.
Розділ 3. Розрахунок та підбір технологічного обладнання	2.02. – 22.03. 2026р.	2.02. – 22.03. 2026р.
Розділ 4. Інженерна частина	23.03. – 10.05. 2026 р.	23.03. – 10.05. 2026 р.
Розділ 5. Охорона праці та навколишнього природного середовища	11.05 – 31.05. 2026 р.	11.05 – 31.05. 2026 р.
Подання кваліфікаційної роботи на антиплагіат	12.06 – 15.06.2026 р.	12.06 – 15.06.2026 р.
Подання кваліфікаційної роботи керівнику	16.06.2026 р.	16.06.2026 р.
Подання кваліфікаційної роботи на кафедрі	17.06.2026 р.	17.06.2026 р.
Подання кваліфікаційної роботи для зовнішнього рецензування	19.06. 2026 р.	19.06. 2026 р.

Дата видачі завдання «08» вересня 2025 р.

Здобувач вищої освіти _____ А. КУЛІШ

(підпис)

Керівник _____ Г. ХОМИЧ

(підпис)

(ініціал, прізвище)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота оцінена на _____

(балів, оцінка за національною шкалою, оцінка за ЄКТС)

Протокол засідання ЕК № _____ від « _____ » _____ 2026 р.

Секретар ЕК _____

(підпис)

С. ЛЬВОВА

(ініціал, прізвище)

ЗМІСТ

	<u>стор.</u>
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ТЕРИТОРІЇ БІЛИЦЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	11
1.1. Характеристика регіону і об'єкту будівництва	11
1.2. Оцінка сировинної зони	16
1.3. Обґрунтування технічної можливості будівництва переробного підприємства	18
1.4. Забезпечення виробничих зв'язків підприємства	19
Висновки за розділом 1	20
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1. Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	21
2.2. Обґрунтування вибору прийнятих технологічних рішень	22
2.3. Технологічні схеми виробництва	23
2.4. Опис технологічних схем	25
2.5. Хіміко-технічний та мікробіологічний контроль виробництва консервів	30
2.6. Утилізація відходів виробництва	31
2.7. Нормативно-технічна документація на готову продукцію	32
2.8. Продуктові розрахунки	33
2.8.1. Графік надходження сировини	33
2.8.2. Графік роботи цеху	33
2.8.3. Програма роботи цеху	34

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект будівництва переробного підприємства з виробництва фруктових			
Розробив		Куліш А.В.			Розрахунково- пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Керівник		Хомич Г.П.						
Консульт								
Н.контр.								
Зав. каф.		Горобець О.						
ПУЕТ						гр. ХТІБ - 41		

2.8.4. Розрахунок норм витрат сировини та допоміжних матеріалів	35
Висновки за розділом 2	41
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	42
3.1. Розрахунок технологічного обладнання	42
3.2. Теплові розрахунки	46
3.3. Підбір технологічного обладнання	68
Висновки за розділом 3	68
РОЗДІЛ 4 ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	69
4.1. Опис генерального плану переробного підприємства	69
4.2. Архітектурно-будівельні рішення будівлі	73
4.3. Розрахунок об'єктів генерального плану	76
Висновки за розділом 4	80
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	81
5.1. Безпека праці та промислова санітарія	81
5.2. Пожежна безпека	84
5.3. Охорона навколишнього природного середовища	85
5.4. Заходи безпеки щодо небезпечних чинників	86
Висновки за розділом 5	88
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	90
ДОДАТКИ	94

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

У сучасному світі останніми роками спостерігається стійка тенденція зниження здоров'я населення. Така тенденція притаманна не тільки країнам, що розвиваються, а й для економічно розвинутих країн Європи та Америки. Основними причинами погіршення стану здоров'я вважаються негативні зміни структури харчування, способу життя та зростаюче забруднення довкілля.

Внаслідок прогресуючої індустріалізації харчових виробництв та «рафінації» продуктів харчування захисні функції їжі для організму людини під впливом негативних факторів оточуючого середовища дедалі знижуються, а відповідно до цього організм втрачає здатність адаптуватися і протидіяти цим впливам.

Для України ця проблема особливо актуальна, тому що пов'язана з тривалими негативними впливами: пандемією, воєнними діями, які спричиняють тривалі відключення електроенергії, а, отже і унеможливають заготівлю і зберігання швидкозамороженої сировини.

Відомо, що свіжі плоди та ягоди – це багате джерело вітамінів, мінеральних речовин, каротиноїдів, фенольних сполук, ферментів, що у більшості є антиоксидантами. Вживання їх у їжу сприяє дезактивації вільних радикалів та канцерогенів і є більш ефективним, ніж вживання окремих антиоксидантів, тому що досягається синергізм дії вітамінів, фітохімічних й мінеральних речовин, які є у їхньому складі. Однак, надходження їх у свіжому вигляді має обмежений час, який пов'язаний з їх фізіологічним досяганням і нетривалим терміном зберігання. Тому актуальним стає збереження фруктової сировини шляхом виготовлення консервованих продуктів.

Фруктові консерви здатні забезпечити організм людини біологічно активними речовинами, зокрема, вітамінами, макро- та мікроелементами, поліфенолами та іншими речовинами, необхідними для нормального функціонування організму людини.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До групи фруктових консервованих продуктів відносяться: компоти, соки, нектари, концентровані продукти (желе, джеми, конфітюри, повидло, цукати, варення тощо), соуси, маринади та інші види консервованої продукції.

Збільшення випуску консервованої продукції дасть можливість значно зменшити втрати сільськогосподарської сировини, при цьому, збільшивши відсоток виготовлених продуктів харчування.

Останніми роками зростають обсяги вирощування фруктів та ягід, тому що функціонують не тільки створені колективні господарства, але й в утворених територіальних громадах активно розвиваються фермерські та індивідуальні господарства. Вирощування рослинної сировини ставить завдання не тільки поповнення сировинного ринку в період сезону, але й гостро встає проблема їх максимального зберігання упродовж року, одним із способів є й виготовлення консервованої продукції. У процесі консервування сировини найбільш ваговою технологічною операцією є теплове оброблення готового продукту шляхом пастеризації або стерилізації, що є гарантом зберігання готового продукту упродовж тривалого часу, не вимагаючи особливих режимів зберігання. Отже, консервна промисловість стає однією з основних галузей харчової промисловості, які дозволяють запобігти втратам рослинної сировини і позитивно впливають на постачання продуктів харчування населенню.

Метою кваліфікаційної роботи є будівництво переробного підприємства на території Білицької селищної територіальної громади Полтавської області, що дасть можливість налагодити виробництво фруктових консервів, які мають попит у споживачів, сприятиме організації додаткових робочих місць у громаді, збільшенню фінансового поповнення її бюджету, що й підтверджує актуальність роботи.

Під час виконання техніко-економічного обґрунтування доцільності такого будівництва було проведено аналіз сировинної бази територіальної громади, визначено на основі маркетингових досліджень існуючий попит на консервовану продукцію на ринку товарів та послуг. У виробничому фруктовому цеху передбачено встановлення технологічних ліній з виробництва консервів: «Джем

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яблучний» та «Варення з кісточкових», де будуть переробляти різні види кісточкових: вишня, алича та сливи.

Джем і варення відносяться до групи фруктових концентратів, які є десертними продуктами, що мають високий вміст цукру.

Для джему характерний високий вміст пектинових речовин, які сприяють виведенню радіонуклідів з організму, а також у їхньому складі є мікроелементи та вітаміни, що містяться у фруктовій сировині.

Використання в технології виробництва джему м'яких режимів технологічного оброблення і використання прогресивного обладнання дасть можливість максимально зберегти властивості вихідної сировини, що безперечно вплине на якісні показники продукту, забезпечивши їх високу якість, і підвищивши попит споживачів.

Варення, виготовлене з кісточкової сировини, характеризується високою харчовою та біологічною цінністю, гарними смаковими властивостями, що підвищує їх популярність у споживачів та підтверджує доцільність збагачення ринку даними консервами.

Для виготовлення консервів будуть використовувати свіжу сировину, без використання консервантів. Продовжити термін роботи підприємства упродовж року планується шляхом будівництва на території підприємства фруктосховища.

Підібрані технологічні лінії фруктового цеху є потоковими, що дозволяє під час виробництва зберегти поживні речовини сировини та високі показники якості готової продукції. Технологічні лінії є практично повністю механізованими, а окремі ділянки, зокрема, з розварювання та варіння у вакуум-випарних апаратах будуть працювати у автоматичному режимі, що також позитивно впливає на якість і харчову цінність готових консервів.

На виробництві консервів будуть запроваджені маловідходні, ресурсозберігаючі технології переробки сировини, що підтверджує виконання вимог національної програми України по роботі з відходами.

Для підвищення попиту і конкурентоспроможності консерви планується випускати в сучасній екологічній скляній тарі III типу закупорювання.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, заплановане будівництво переробного підприємства на території Білицької територіальної громади Полтавської області сприяє розширенню інфраструктури в даному регіоні, збільшенню відрахувань для розвитку громади, вирішенню питання працевлаштування; збільшенню частки вітчизняного товаровиробника на ринку товарів та послуг.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
БУДІВНИЦТВА ПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ТЕРИТОРІЇ
БІЛИЦЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розділ 1 кваліфікаційної роботи присвячений техніко-економічному обґрунтуванню будівництва переробного підприємства на території Білицької ТГ Полтавської області, в якому проаналізовано Стратегію розвитку територіальної громади у перспективі, обрано ділянку для забудови переробного підприємства, розглянуто сировинну зону регіону і проведено обґрунтування технічної можливості будівництва виробничого цеху фруктових консервів.

1.1. Характеристика регіону і об'єкту будівництва

Полтавська область має розвинутий аграрний сектор і займає одне із перших місць в Україні за випуском сільськогосподарської продукції.

Полтавська область, на території якої знаходиться Білицька селищна територіальна громада, географічно знаходиться у Центральній частині України в лісостеповій зоні з помірно-континентальним кліматом. Загальна площа Полтавської області складає 4,6 % площі України і 75,8 % її території зайняті сільгоспугіддями, серед яких рілля становить 61,2 %. Полтавська область належить до недостатньо вологої, теплої, крайній південний схід – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони.

Найпоширеніші на території області ґрунти – чорноземи, які становлять майже дві третини території області. За характером рельєфу територія області являє собою пологохвилясту рівнину.

Білицька СТГ була створена у 2020 році шляхом приєднання до Білицької селищної ради Бутенківської, Марківської, Жуківської, Червоноквітівської та Чорбівської сільських рад [1,2].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Територіально Білицька селищна рада знаходиться у північній частині Полтавського району Полтавської області. Площа її становить 388,3 км². Адміністративним центром громади є селище Білики, яке знаходиться на відстані 54 км від обласного центру. Білицька територіальна громада знаходиться у межах Придніпровської низовини і відноситься до степової природної зони.

Білицька територіальна громада межує з північної сторони з Решетилівською міською і Новосанжарською селищною громадами, з південної сторони Кобеляцькою ОТГ, з західної сторони Козельщинською селищною громадою Кременчуцького району, зі східної сторони з Драбинівською сільською територіальною громадою Полтавського району.

До складу громади входить 27 населених пунктів, серед яких 1 селище і 26 сіл.

Утворено на території громади шість старостинських округів.

Білицька СТГ має досить зручне територіальне розташування, тому що вона знаходиться на перехресті доріг, які поєднують північ, південь, захід і схід України.

Територією громади пролягає автомобільна дорога національного значення (Н-31), яка є сполучною ланкою між Дніпром, Полтавою та Києвом. Окрім того, проходить дорога (М-22), що сполучає Полтавську і Кіровоградську області (Полтава – Олександрія). До всіх населених пунктів прокладені дороги, які забезпечені твердим покриттям.

Окрім зручного автомобільного сполучення територіальна громада має зручне залізничне сполучення. На її території знаходяться залізничні станції Кобеляки та Ліщинівка, а також є чотири залізничні платформи: 197 км (с. Вишневе), 193 км (с. Мирне), с. Жарки, та с. Голубово.

Історично перші згадки про Білики відносяться до 1636 року. Згідно з однією з існуючих легенд поселення було засноване пасічником Іваном Біликом та гончарем Микитою Страженом, а інша – засвідчує, що у цій місцевості осів козак Андрій Білик зі своїм загоном. Однак, є зафіксований Гійомом де Бопланом у 1648 році на Генеральній карті України топонім Bielikowu brod [3,4].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час Полтавської битви у Біликах квартирував загін шведських кавалеристів, які повинні були прикривати відступ армії і повз Білики відходила переможена шведська армія.

На початку XVIII століття в Біликах був командирський пункт полку Полтавського. У Біликах розвивалися ремесла і там були створені шевський, різницький та кушнірський цехи. Також працювали колісники, ковалі, бондарі і гончарі.

З історичних джерел відомо, що у 1723 році у Біликах працювало дві броварні і три солодовні. «Книга полку полтавського о всех маетностях, местечках, селах...» говорить про те, що у 1730 році містечко Білики мало 705 дворів, але не належало жодному уряду і не знаходилось ні в чийй власності, а тільки виконувало військову повинність. Універсал гетьмана Данила Апостола від 20 серпня 1730 р. свідчить про наявність у Біликах водяного млина [3].

Білики у 1748 році отримали сотенний герб, який зображав синю восьмипроменею зірку на срібному тлі. Є згадки і про гайдамацький рух.

Побували в Біликах імператриця Катерина II і полководець Суворов О. по дорозі в Крим. В Біликах був маєток князя Жевахова П.С., з ім'ям якого пов'язують облаштування підземних комунікацій Білицької фортеці.

Білики пережили голодомор, а з 1957 року отримали статус селища. В період 1950-1955 роки були побудовані цукровий завод, молочно-консервний завод, який в наш час припинив своє існування [4].

Економічний розвиток громади базується на розвитку сільського господарства. Вагоме місце в розвитку громади займають сільськогосподарські виробники, серед яких функціонують ТОВ АФ «Добробут», СТОВ «Україна», ФГ «Громада», СТОВ «Бережнівське», ПАФ «Мир», ФГ «Червоні Квіти», ФГ «Володар – С», ФГ «Відродження», ФГ «Лазерна», ФГ «Нива», ФГ «Урожай» та інші [1].

На території громади функціонують підприємства, пов'язані з виробництвом борошна, хлібобулочних виробів та соняшникової олії, ПАТ ДПЗКУ «Кобеляцький КХП». У 2021 році створене комунальне підприємство «Білики-Агро». Основними

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видами діяльності територіальної громади є вирощування сільськогосподарських та овочевих культур, розвиток бджільництва, садівництва, птахівництва.

Ознайомившись з проведеним SWOT-аналізом, покладеним в основу розробки Стратегії розвитку територіальної громади на перспективу, були визначені сильні сторони Білицької територіальної громади, до яких належать досить зручне географічне розташування та достатньо привабливі ландшафти; розвинене автомобільне і залізничне сполучення з різними регіонами країни; інвестиційно-привабливі земельні ділянки на території громади, які сприятимуть залученню інвесторів; розвиток бренду вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції; створення і функціонування КП «БІЛИКИ-АГРО»; багата сировинна база для виробництва харчової продукції; наявність природних ресурсів; на достатньому рівні розвинена соціальна інфраструктура [1].

Відповідно одним із шляхів розвитку територіальної громади є виготовлення харчової продукції для забезпечення продовольчої безпеки, зокрема і через будівництво переробного підприємства з проектуванням цеху з виробництва фруктових консервів, враховуючи, що там планується розвиток садівництва.

Ділянка для будівництва переробного підприємства знаходиться на західній окраїні селища Білики. Зі східної сторони від ділянки забудови знаходяться землі с. Мирне і вул. Злагоди смт. Білики, з північної сторони – вул. Кобеляцький шлях смт Білики, а з південної сторони також вул. Злагоди і угіддя с. Вишневе. На відстані 1 км з західної сторони проходить автошлях М-22 міжнародного значення, який сполучає Полтавську і Кіровоградську області.

Для будівництва обрано ділянку площею 3,50 га. Топографічну карту Білицької селищної територіальної громади, де вказане місце будівництва переробного підприємства наведено на рис. 1.1.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

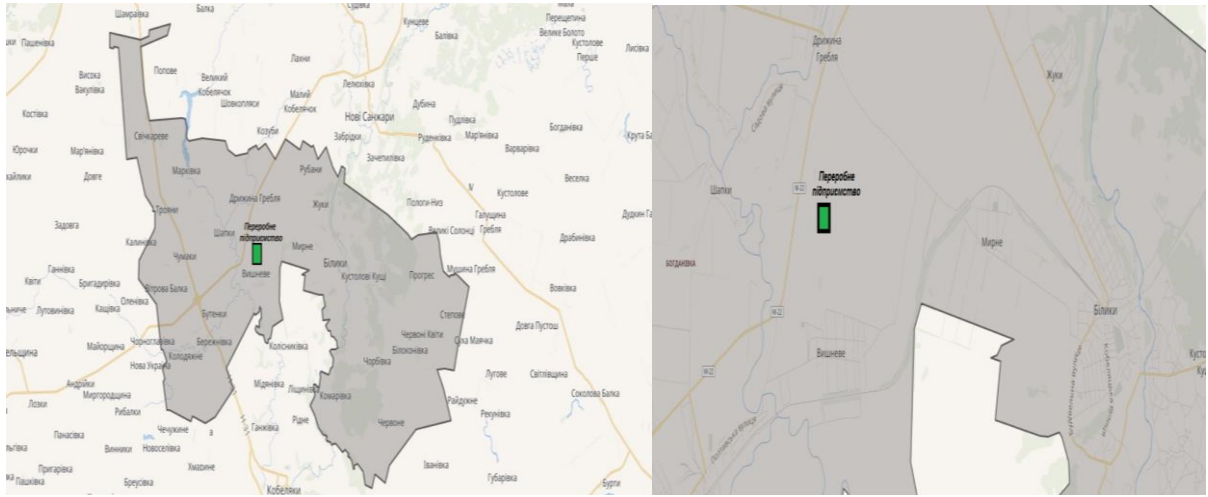


Рисунок 1.1 - Місце для будівництва переробного підприємства на території Білицької територіальної громади.

На території підприємства планується будівництво власної котельні, яка буде постачати пару та тепло до всіх споруд і будівель. Для роботи котельні буде використовуватися природний газ, в якості резервного палива буде слугувати мазут.

Електроенергія буде надходити на підприємство від електромережі «ТОВ Полтаваенергозбут» на запроєктовану трансформаторну підстанцію, а звідти кабельними лініями до всіх споруд.

Білицька територіальна громада має централізоване водопостачання і тому вода на підприємство буде надходити шляхом підключення до місцевого водопроводу, а проєктування власної артезіанської свердловини буде резервним джерелом водопостачання.

На території підприємства будуть встановлені пожежні гідранти та спеціальне пожежне водоймище з метою запобігання пожежної небезпеки. Для внутрішнього пожежогасіння передбачені внутрішні пожежні крани.

З метою очищення стоків на території підприємства проєктуються очисні споруди, які потім каналізаційним колектором виводяться за межі підприємства на поля зрошення.

Окрім виробничого цеху та адміністративних будівель на території підприємства заплановані складські приміщення (готової продукції, склотари, пакувальних матеріалів), фруктосховище та фірмовий магазин. Під'їзні залізничні

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шляхи до переробного підприємства відсутні, але можна транспортувати сировину та відвантажувати готову продукцію від залізничних станцій Ліщинівка або Кобеляки. Основний вид транспорту для підприємства - автомобільний транспорт.

Переробне підприємство працюватиме упродовж 10 місяців на рік, з плановим ремонтом у травні місяці. Працюватиме виробничий цех у дві зміни, тривалість робочої зміни - 7 годин.

Заплановано випуск у запроєктованому цеху консервів: «Джем яблучний», «Варення з вишні», «Варення з аличі», «Варення із слив».

1.2. Оцінка сировинної зони

Враховуючи вигідне географічне розташування Білицької територіальної громади, пов'язане з її місцезнаходженням на перехресті доріг, які з'єднують північ з півднем, захід зі сходом нашої країни, то доставка сировини може відбуватися не тільки з власних фермерських та приватних господарств громади, а й з території громад сусідніх областей – Харківської, Кіровоградської, Дніпропетровської.

Транспортування сировини та відвантаження готової продукції може здійснюватися не тільки автомобільним, але й залізничним транспортом.

Надходження вишні, аличі та слив буде відбуватися в ящиках, вміст яких становить 12 кг, яблук - в ящиках вмістом 25 кг або в контейнерах по 400-500 кг.

За середню фактичну врожайність плодів приймаємо: яблук – 300 ц/га, вишень – 110 ц/га, слив – 120 ц/га, аличі – 130 ц/га.

Фактична чисельність населення в Білицькій селищній територіальній громаді складає 11184 осіб. У зв'язку зі складними демографічними процесами, які пов'язані зі скороченням чисельності населення, відсутністю природного приросту, тому що смертність переважає над народжуваністю, військовими діями, міграційними процесами, не розраховується перспективна чисельність населення, а для проведення розрахунків використовується фактична.

Потребу населення в сировині знаходимо за формулою:

$$ПН = Ч_{п} \cdot НС, \text{ кг}, \quad (1.1)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

НС - норми споживання свіжої сировини на душу населення на рік, кг/люд.

Згідно норм споживання в рік приймається: яблук – 57 кг/люд., слив – 10 кг/люд., вишень – 5 кг/люд., аличі – 5 кг/люд.

Потреби населення розраховуємо за формулою (1.1). Дані розрахунків заносимо в таблицю 1.1.

$$ПН_{яб} = 11184 \cdot 0,057 = 637,5 \text{ т}$$

$$ПН_{сл} = 11184 \cdot 0,010 = 111,8 \text{ т}$$

$$ПН_{в} = 11184 \cdot 0,005 = 55,9 \text{ т}$$

$$ПН_{ал} = 11184 \cdot 0,005 = 55,9 \text{ т}$$

Втрати та відходи фруктів під час збирання і транспортування становлять 5 %.

Отримані дані зводимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. - Баланс сировини

Вид сировини	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, т	Втрати та відходи в с/г, т	Потреби населення, т	Вільний залишок, т	Потреби нового цеху, т
Яблука	62	300	1860	93,0	637,5	1129,5	1107,31
Слива	38	120	456	22,8	111,8	321,4	314,92
Вишня	21	110	231	11,6	55,9	163,5	162,82
Алича	14	130	182	9,1	55,9	117,0	116,23
Всього	135	-	2729	136,5	861,1	1731,4	1701,28

Дані, наведені в табл. 1.1, показують, що є вільний залишок сировини у кількості 1731,4 т, який дозволяє провести будівництво переробного підприємства на території Білицької селищної територіальної громади з розробкою технологічного цеху з виробництва фруктових консервів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Обґрунтування технічної можливості будівництва переробного підприємства

Використовуючи дані щодо вільного залишку сировини в регіоні (табл. 1.1), проводимо розробку варіантів виробничої програми.

Проектовану потужність цеху з виробництва фруктових консервів розраховуємо за формулою:

$$M = N_{зм} \cdot n; \text{ тоб/рік,} \quad (1.2)$$

M – виробнича потужність з даного виду консервів, тоб/рік;

$N_{зм}$ – змінне виробниче завдання, тоб/зм.;

n – кількість повнозавантажених змін роботи протягом року.

Отримані дані зводимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Розрахунок виробничої потужності запроєктованого цеху

№ п/п	Асортимент продукції	Змінне виробниче завдання, тоб	Кількість повнозавантажених змін роботи цеху протягом сезону	Виробнича потужність лінії, тоб/рік
1.	Джем яблучний	17	248	4216
2.	Варення з вишні	15	40	600
3.	Варення з аличі	15	41	615
4.	Варення з слив	15	93	1395
	Всього	-	-	6826

Розрахована в табл. 1.2 виробнича потужність підприємства буде складати 6826 тоб.

Результати маркетингових досліджень щодо продовольчого ринку показують існуючі потреби в консервованій продукції і у тому числі на фруктові консерви. Особливо такі потреби загострюються під час військового часу, у випадках пандемій. Розгляд сировинної бази територіальної громади підтверджує наявність в

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даному регіоні фруктової сировини. Переробних підприємств з випуску консервованої продукції в даному регіоні немає.

Отже, враховуючи наявність сировинних ресурсів, потребою створення робочих місць на території громади була визначена технічна можливість будівництва переробного підприємства, яке дозволить отримати додаткові бюджетні надходження.

Переробне підприємство буде забезпечене теплосиловими мережами шляхом прокладення власних комунікацій і прив'язки переробного підприємства до діючих інженерних мереж.

Проектуючи виробничий цех, використано максимально можливу механізацію та автоматизацію виробничих процесів, що дасть можливість випускати консерви високої якості і отримувати додатковий прибуток.

Заплановано встановлення у виробничому цеху двох високомеханізованих та автоматизованих технологічних ліній з виробництва фруктових консервів.

Парою підприємство буде забезпечуватися від власної котельні запроектованої на підприємстві.

Електроенергія буде надходити від електромережі «ТОВ Полтаваенергозбут» на запроектовану трансформаторну підстанцію, а звідти кабельними лініями до всіх споруд.

Постачання води планується шляхом приєднання території підприємства до місцевого водопроводу, а також на території підприємства передбачається власна артезіанська свердловина в якості резервного джерела водопостачання.

Відведені стічні води будуть проходити попереднє очищення на місцевих очисних спорудах і виводитися на поля зрошення.

1.4. Забезпечення виробничих зв'язків підприємства

Для роботи виробничого цеху з виробництва фруктових консервів основні та допоміжні матеріали будуть надходити за укладеними договорами:

- скляні банки з Київського склозаводу;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кришки металеві з м. Одеси;
- цукор з Лохвицького цукрового заводу.

Фруктові консерви виготовлені на запроєктованому підприємстві будуть реалізуватися через власний фірмовий магазин, що планується на підприємстві і, в першу чергу, будуть використовуватися для потреб територіальної громади, а також відправлятися в торгівельну мережу Полтавської області та за її межі.

Для будівництва переробного підприємства будуть використані будівельні матеріали через систему прямих договорів або через посередницькі організації з підприємств Полтавської області.

Забезпечення робочою силою буде відбуватися за рахунок жителів Білицької територіальної громади, а на період сезону переробки шляхом залучення тимчасових робітників.

Потреба в ІТР буде забезпечена за рахунок випускників вітчизняних закладів вищої освіти.

Висновки за розділом 1

1. Провівши аналіз Стратегії розвитку Білицької селищної територіальної громади Полтавської області, наведено техніко-економічне обґрунтування будівництва переробного підприємства з розробкою виробничого цеху фруктових консервів.

2. Виявлено достатню сировинну зону на території територіальної громади і визначено вільний залишок сировини, що дозволяє передбачити можливість будівництва переробного підприємства з виготовлення фруктових консервів.

3. Визначено шляхи забезпечення переробного підприємства теплосиловими мережами: електроенергією, парою та водою.

4. Підтверджено, що заплановане будівництво переробного підприємства на території Білицької селищної територіальної громади технічно можливе та економічно доцільне.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

У виробництві консервів «Джем яблучний» та «Варення з кісточкових» використовують:

- яблука - свіжі літнього і осінньо-зимового періодів, які відповідають ДСТУ 8133 : 2015. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. [5] або ДСТУ 7075 : 2009. Яблука свіжі для промислового перероблення. Загальні технічні умови [6].

Рекомендовані сорти: Макінтош, Джонатан, Розмарин білий, Пармен зимовий золотий, Ренет Смиренка, Осіннє смугасте, Пальметта, Бойкен, Мелба, Бельфлер жовтий, Дшир Гаджи та інші з вмістом сухих речовин не менше 9 % .

У виробництві консервів «Варення з кісточкових» використовують вишні, аличу і сливи:

слива – свіжа, згідно ДСТУ 32286. Сливи свіжі. Технічні умови. [7].

Рекомендовані сорти: Альвена, Анна Шпет, Бертон, Угорка звичайна, Угорка фіолетова, Кірке, Персикова, Рання синя, Ренклюд фіолетовий та інші з вмістом сухих речовин не менше 10 %.

вишня - свіжа, згідно ДСТУ 8325 : 2015. Вишня свіжа. Технічні умови [8] .

Рекомендовані сорти: Анадольська, Володимирська, Чорнокорка, Шпанка чорна, Максимівська, Бажана, Людська з вмістом сухих речовин не менше 11 %.

алича - свіжа, згідно ГСТУ 1520-98 [9].

Рекомендовані сорти: Василевська, Десертна, Нікитська жовта, Золотий ювілей, Ранній Кубані, Стійкий, Липневий та інші.

Допоміжні матеріали, що використовуються у виробництві , повинні відповідати вимогам діючих стандартів:

вода питна – ДСТУ 7525 : 2014 [10] ;

цукор - ДСТУ 4623:2003 [11];

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

банки скляні для консервів – ДСТУ 2072-92;

кришки металеві до скляних банок з вінцем горловини типу III (“твіст-офф”) – згідно ДСТУ 7159 : 2010;

мішки для цукру – ДСТУ 3748-98;

ящики – ДСТУ 2247-98;

контейнери – ДСТУ 2052-92.

Хімічний склад і харчова цінність сировини наведена в додатку А [14].

Аналіз хімічного складу сировини показує, що плоди, використані у виробництві консервів містять у своєму складі достатню кількість вуглеводів, а саме моносахаридів – глюкози і фруктози, клітковини, органічних кислот, мінеральних речовин, вітамінів.

Найбільшу кількість калію, кальцію, магнію містить вишня, в яблуках переважають натрій, залізо. Слива і алича багаті вітамінами РР і органічними кислотами.

2.2. Обґрунтування вибору прийнятих технологічних рішень

Прийняті в проєкті рішення ґрунтуються на діючих технологічних інструкціях. Діючими технологічними інструкціями передбачено, що у випадку виготовлення фруктових консервів, на технологічних лініях передбачене ретельне миття і з цією метою встановлено по дві мийні машини, підбір яких здійснено, врахувавши структуру вихідної сировини.

На технологічній лінії з виробництва консервів «Варення з кісточкових» механізовано процес видалення плодоніжки в плодах, а на технологічній лінії виробництва консервів «Джем яблучний» механізовано процес нарізання сировини і видалення насінневої камери. Запроваджені заходи підвищують рівень механізації праці у запроєктованому цеху.

З метою розм'якшення сировини, видалення повітря, інактивації ферментів проводиться бланшування сировини водою або цукровим сиропом. Бланшування

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сировини та варіння варення, джему проводиться у вакуум-випарних апаратах, що дозволяє зберегти неперервність циклу і отримати готовий продукт високої якості.

Відповідно до завдання консерви необхідно фасувати у тару III типу закупорювання з метою підвищення конкурентоспроможності готової продукції на ринках збуту. Для якісного проведення процесу герметизації і з метою уникнення контакту з киснем повітря використовується паровакуумна закупорювальна машина, після якої встановлюється пристрій для перевірки герметичності закупорювання.

Для збереження неперервності технологічного циклу в лініях для теплового оброблення використовуються пастеризатори безперервної дії.

Таким чином, технологічні рішення обрані, які обрані під час проектування, виконані відповідно до вимог діючих технологічних інструкцій і спрямовані на підвищення якості готової продукції.

2.3. Технологічні схеми виробництва

Технологічна схема з виробництва консервів «Джем яблучний» наведена на рис. 2.1.



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

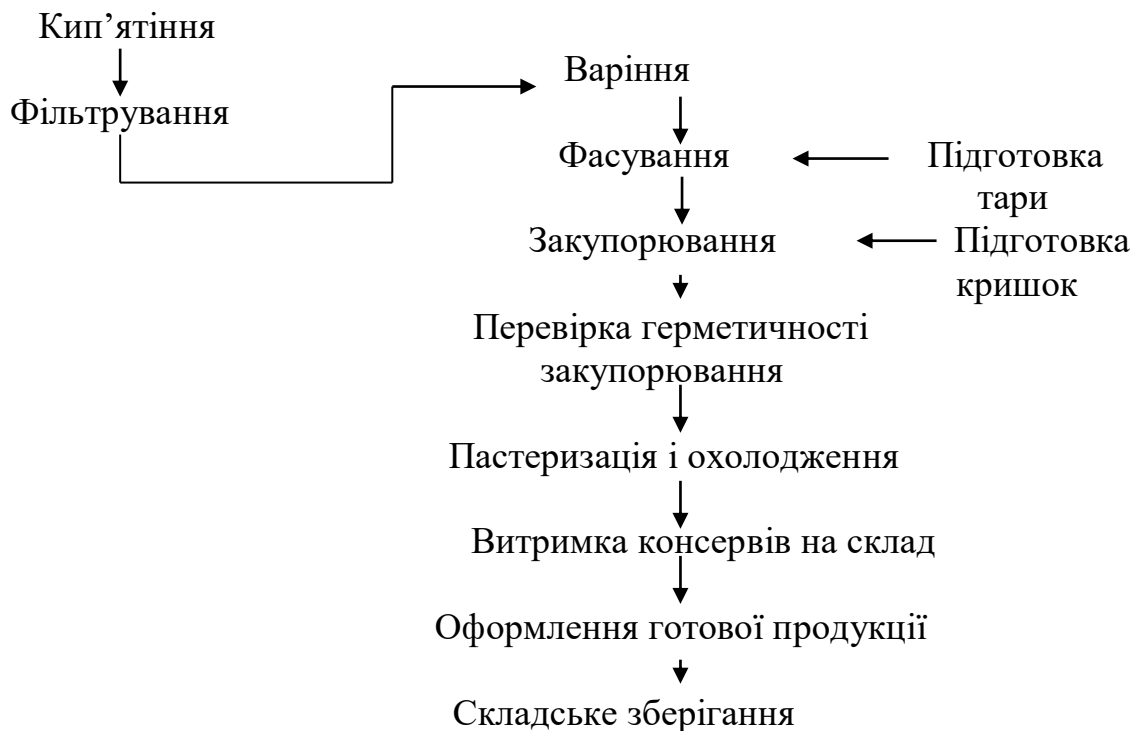


Рисунок 2.1 - Технологічна схема з виробництва консервів «Джем яблучний».

Технологічна схема з виробництва консервів «Варення з кісточкових» наведена на рис. 2.2.



					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

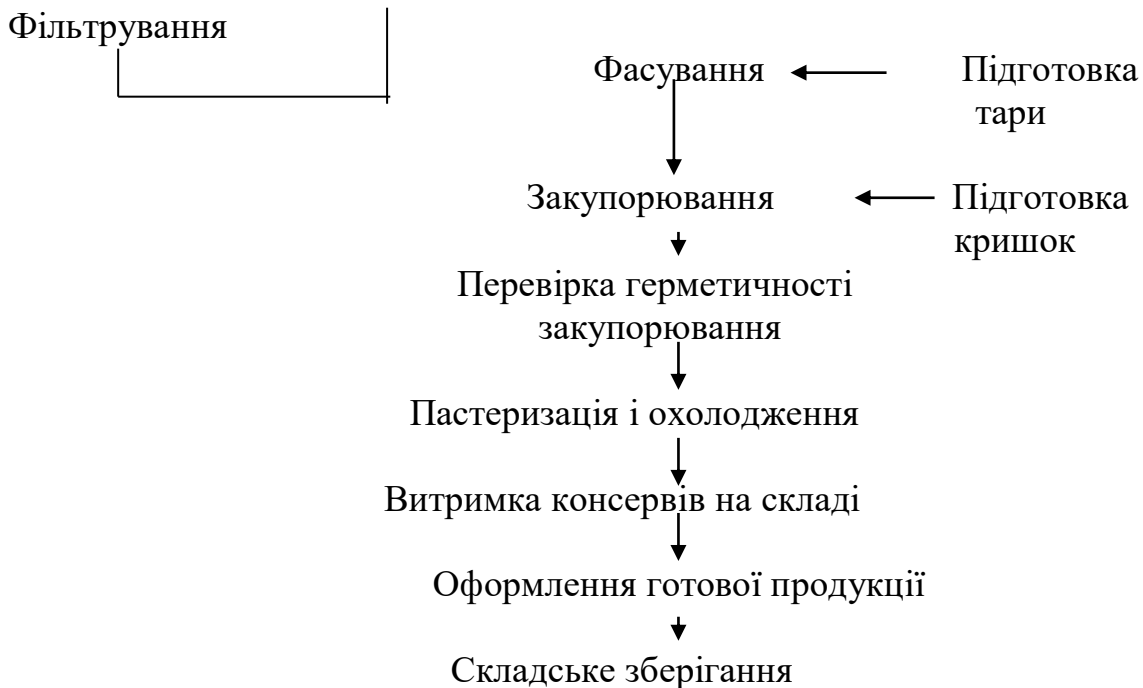


Рисунок 2.2 - Технологічна схема з виробництва консервів «Варення з кісточкових».

2.4. Опис технологічних схем

Транспортування, приймання, зберігання

Сировину транспортують на підприємство і зберігають в залежності від виду в наступній тарі:

- вишню, сливу, аличу в дерев'яних дощатих ящиках за ДСТУ 2247-98, з масою плодів не більше 12 кг;
- яблука в ящиках не більше 25 кг або контейнерах за ДСТУ 2052-92.

Згідно вимог до тари, то вона повинна бути сухою, чистою, міцною, без стороннього запаху.

Транспортні засоби, використані для транспортування повинні гарантувати забезпечення якості сировини під час транспортування та зберігання.

Приймають сировину на підприємство партіями, їхня величина обмежується однією транспортною одиницею. Визначають якість плодів відповідно до правил приймання і методів досліджень, які викладені у діючих стандартах на дану сировину. Сировина, яка не відповідає вимогам, у виробництво не допускається.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зберігання сировини проводиться на критому сировинному майданчику.

Термін зберігання сировини становить, годин, не більше: вишня; слива, алича – 24 год; яблука – 48 год.

Контейнери з яблуками встановлюють в штабелі, висотою не більше 3 ярусів, ящики з сировиною – в штабелі не вище 2 м, а під нижній ряд ящиків підкладають дерев'яні настили.

Кожна партія сировини має прикріплений ярлик з вказаними сортом і терміном надходження сировини.

Ряди ящиків та контейнерів розділені проходами, достатніми для рециркуляції повітря і вільного доступу до кожної партії.

Надходження сировини у виробничий цех відбувається згідно черговості і з врахуванням її якості.

Зворотну тару, використану для доставки сировини на переробне підприємство, миють і дезінфікують згідно вимогам з санітарного оброблення технологічного обладнання на плодоовочевих консервних підприємствах [15].

Опис технологічної схеми з виробництва консервів «Джем яблучний»

Транспортування, приймання, зберігання див. на стор.

Технологічний процес

Підготовка сировини

Електрозавантажувачем сировина підвозиться до перекидача ящичних піддонів (л.2, поз. 18), за допомогою якого подається в калібрувач (л.2, поз. 19) на сортування за розміром. Відкалібрована сировина елеваторним транспортером (л.2, поз. 4) поступає у дві послідовно встановлені барабанну (л.2, поз. 20) і уніфіковану (л.2, поз. 21) мийні машини. Пройшовши процес миття, плоди передаються на сортувальний транспортер (л.2, поз. 22), де відбраковується некондиційна сировина і сторонні домішки, а після інспектування яблука елеватором (л.2, поз. 4) потрапляють в машину для нарізання плодів та видалення насінневої камери (л.2, поз. 23). Підготовлені подрібнені плоди збирають у тарований збірник (л.2, поз. 8).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бланшування, варіння

Підготовлені яблука вакуумом засмоктуються у вакуум-апарат (л.2, поз. 9), де спочатку проходить бланшування сировини під час атмосферного тиску упродовж 10 хв з додаванням 10 % води. Потім створюють вакуум, додають 70 % цукровий сироп (див. стор. , розд. «Підготовка цукрового сиропу»). Компоненти перемішують і варіння проводять за залишкового тиску в робочій камері 35-48 кПа (розрідження 400-500 мм.рт.ст.). Варіння суміші проводиться до масової частки сухих речовин 63 %. Після завершення процесу варіння джем підігрівають до температури 95 °С і подають на фасування.

Фасування, закупорювання, пастеризація

Фасування джему відбувається за температури 70 °С на наповнювачі для густих мас (л.2, поз. 11) у попередньо підготовлені скляні банки типу Ш-82-650 (див. стор. , розд. «Підготовка скляної тари»), які пройшли попереднє опшарювання (л.2, поз. 10). Банки, наповнені джемом, пластинчастим транспортером передаються до паровакуумної закупорювальної машини (л.2, поз. 12), де вони герметизуються. Після закупорювання банки проходять через пристрій для перевірки герметичності закупорювання (л.2, поз. 13) і направляються в пастеризатор (л.2, поз. 24), де піддаються тепловому оброблянню за наступним режимом:

$$\frac{35}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{75^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{45^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{20^{\circ}\text{C}} \cdot 5(\text{повітря})$$

Пропастеризовані консерви пластинчастим конвеєром подаються у цеховий склад готової продукції, де їх витримують з метою виявлення недоброякісної продукції, після чого проходить оформлення готової продукції і складське зберігання.

Підготовка цукрового сиропу

Цукор у відділенні підготовки цукру просівають на просіювачі (л.2, поз. 30) з отворами 2 x 2 мм та магнітним вловлювачем. Потім зважують на вагах (л.2, поз. 28) і у потрібній кількості пневмотранспортом завантажують у варильні котли (л.2, поз. 27) для приготування цукрового сиропу.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У варильний котел заливають воду об'ємом на 1,5 % більше розрахункової кількості, необхідної для отримання сиропу потрібної концентрації, нагрівають до кипіння, додають цукор, доводять до кипіння і повного розчинення цукру, і кип'ятять протягом 5 хв. В підготовленому сиропі на рефрактометрі перевіряють частку сухих речовин, потім фільтрують через фільтрувальну тканину або капронове сито. Цукровий сироп насосом (л.2, поз. 26) перекачують на технологічні лінії у вакуум-випарні апарати (л.2, поз. 9).

Підготовка скляної тари

Підготовка скляної тари і кришок проводиться відповідно до вимог «Інструкції про санітарне оброблення тари і кришок, які використовуються для фасування консервованої продукції».

Кришки для банок III типу проходять оброблення сухою парою протягом кількох секунд за температури 100 °С перед закупорюванням в камері паровакуумної закупорювальної машини.

Скляні банки III-82-650 зі столів (л.2, поз. 34), що знаходяться у складі скляної тари пластинчастим конвеєром подаються в машину для миття скляної тари (л.2, поз. 25). Банки, що пройшли всі стадії технологічного оброблення, потрапляють на стіл-накопичувач (л.2, поз. 16), де їх підвішують на пальці вилчастого транспортера і передають на технологічні лінії. Вивантаження банок проводиться на столи-накопичувачі (л.2, поз. 17) технологічних ліній.

Опис технологічної схеми з виробництва консервів «Варення з кісточкових»

Транспортування, приймання, зберігання див. на стор.

Технологічний процес

Підготовка сировини

Кісточкові плоди за допомогою ящикоперекидача (л.2, поз. 1) завантажуються у дві послідовно встановлені уніфіковані мийні машини (л.2, поз. 2, 3), де проходить їх миття до повного видалення забруднень, а потім споліскування душовим пристроєм. Із другої мийної машини плоди елеваторним транспортером (л.2, поз. 4) подаються в машину для видалення плодоніжки (л.2, поз. 5), звідки вивантажуються

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на стрічковий інспекційний транспортер (л.2, поз. 6), де сировина перевіряється на якість відривання плодоніжки і відбираються некондиційні плоди і ушкоджені сільськогосподарськими шкідниками і хворобами. Відсортована сировина збирається в таровані збірники (л.2, поз. 8), які підвозяться і засмоктуються до вакуум-випарних апаратів (л.2, поз. 9).

Бланшування, варіння

За допомогою вакууму плоди із тарованих збірників потрапляють у вакуум-випарний апарат (л.2, поз. 9). У випадку перероблення вишні вони змішуються з 50% цукровим сиропом, а під час перероблення сливи та аличі сировина спочатку проходить бланшування водою протягом 5 хв за температури 85 °С. Потім насосом-дозатором (л.2, поз. 26) перекачується у вакуум-випарний апарат, куди подається попередньо підготовлений 75 % цукровий сироп (див. стор. , розд. «Підготовка цукрового сиропу»). Компоненти змішуються і проходить процес варіння за температури 60 °С, тискові пари у паровій рубашці 120-196 кПа і залишковому тиску в робочій камері 74,6-68,0 кПа до масової частки сухих речовин у сиропі 70-72 %, плодах – 65-67 %. Варять варення, чергуючи кип'ятіння з охолодженням. Готовий продукт підігрівають до температури фасування, яка повинна бути не нижче 60 °С.

Фасування, закупорювання, пастеризація

Фасування варення проводиться за температури не нижче 60 °С на наповнювачі для густих мас (л.2, поз. 11) у попередньо підготовлені скляні банки типу Ш-82-650 (див. стор. , розд. «Підготовка скляної тари»), що пройшли попереднє ошпарювання (л.2, поз. 10). Наповнені продуктом банки пластинчастим транспортером подаються до паровакуумної закупорювальної машини (л.2, поз. 12), де вони герметизуються. Герметично закупорені банки проходять через пристрій для перевірки герметичності закупорювання (л.2, поз. 13) і направляються в пастеризатор (л.2, поз. 14), де піддаються тепловому оброблянню за наступним режимом:

$$\frac{35}{85^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{5}{75^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{45^{\circ}\text{C}} \cdot \frac{10}{20^{\circ}\text{C}} \cdot 5(\text{повітря})$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пропастеризовані консерви пластинчастим конвеєром подаються у цеховий склад готової продукції, де їх витримують з метою виявлення недоброякісної продукції, після чого проходить оформлення готової продукції і складське зберігання.

2.5. Хіміко-технічний та мікробіологічний контроль виробництва консервів

Хіміко-технічний та мікробіологічний контроль виробництва консервів наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Схема хіміко-технічного та мікробіологічного контролю виробництва консервів: «Джем яблучний» та «Варення з кісточкових»

Операція, яка контролюється	Показник, який контролюється	Метод контролю	Періодичність контролю
1. Вхідний контроль	Відповідно до вимог стандарту	Органолептичний Технічний Хімічний	Кожна партія
2. Зберігання сировини	1. Якість сировини 2. Режим зберігання	Органолептичний Технічний Мікробіологічний	Кожна партія
3. Миття	1. Якість миття 2. Заміна води 3. Мікрообсмінення	Органолептичний Технічний Мікробіологічний	1 раз за годину 1 раз за зміну 1 раз за зміну
4. Сортування за якістю	1. Якість сортування 2. Відсоток відходу	Органолептичний Технічний	1 раз за зміну 1 раз за зміну
5. Видалення плодоніжки	1. Якість очищення 2. Відсоток відходу	Органолептичний Технічний	4 рази за зміну 1 раз за зміну
6. Нарізання плодів та видалення насінневої камери	1. Якість нарізання 2. Відсоток відходів	Органолептичний Технічний	4 рази за зміну 1 раз за зміну
7. Бланшування	Режим	Технічний	Безперервно
8. Змішування компоненті	1. Маса нетто 2. Масова частка розчинних сухих р-н	Технічний Технічний	Безперервно Безперервно
9. Варіння плодів	1. Температура 2. Тривалість варіння	Технічний Технічний	Безперервно Кожне варіння
10. Приготування сиропу	1. Масова частка розчинних речовин 2. Якість сиропу	Технічний Органолептичний	Кожне варіння 1 раз за годину

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція, яка контролюється	Показник, який контролюється	Метод контролю	Періодичність контролю
11. Зберігання цукру на складі	Відповідно до вимог стандарту	Органолептичний Технічний	Кожна партія
12. Просіювання цукру	Якість просіювання	Органолептичний Хімічний	Кожна партія
13. Контроль тари	1. Санітарний стан 2. Відповідність стандартам	Органолептичний Технічний Мікробіологічний	2-3 рази за годину 1-2 рази за зміну
14. Фасування продукту	1. Режим фасування 2. Маса нетто 3. Мікрообсіменіння	Технічний Мікробіологічний	Безперервно 4 рази за зміну
15. Закупорювання	1. Якість закупорювання 2. Герметичність	Органолептичний Технічний	Безперервно 1 раз за зміну
16. Пастеризація і охолодження	Режим	Технічний	Безперервно
17. Приймальний контроль готової продукції	Відповідність стандартам	Органолептичний Технічний Хімічний	Кожна партія
18. Зберігання на складі готової продукції	Режим	Технічний	Безперервно

2.6. Утилізація відходів виробництва

На технологічній лінії переробки яблук на джем утворюється значна кількість відходів – 14 % від маси плодів, які характеризуються цінним хімічним і харчовим складом. Відходи містять значну кількість пектину, цукрів, органічних кислот та інших цінних компонентів [15, 20, 21].

Яблучні відходи, отримані під час виробництва джему, можуть бути використаними для одержання пектину, низькосортного пюре, спирту, оцту, екстрактів, харчового порошку; для добування насіння і одержання з нього олії; для кормових відходів як високоякісний корм.

На даних технологічних лініях під час виробництва консервів «Джем яблучний» і «Варення з кісточкових» відходами є некондиційна сировина, відібрана під час калібрування, сортування сировини, яка візками видалається з виробничого цеху і використовується для кормових цілей.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відходи, отримані на технологічній операції нарізання сировини з видаленням насіннєвої камери у випадку виробництва консервів «Джем яблучний» і на технологічній операції видалення плодоніжки у випадку виробництва консервів «Варення з кісточкових» видаляються за межі цеху скребковим транспортером (л.2, поз. 31) і за допомогою елеваторів «Гусяча шия» (л.2, поз. 32) збираються в бункери (л.2, поз. 33), а потім автомобільним транспортом вивозяться за межі підприємства.

2.7. Нормативно-технічна документація на готову продукцію

Консерви «Джем яблучний» за органолептичними і фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам і нормам ДСТУ 4900:2007 «Джеми. Загальні технічні умови» [23].

Консерви «Варення з кісточкових» за органолептичними і фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам і нормам ДСТУ 4899:2007 «Варення. Загальні технічні умови» [24].

Фізико-хімічні показники консервів повинні відповідати вимогам, викладеним таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Фізико-хімічні показники консервів

Найменування консервів	Найменування показника	Норми стандартів
Джем яблучний	Масова частка сухих речовин, %, не менше	63,0
	Масова частка цукру (в переліці на інвертний), %, не менше	58,0
	Вміст консервантів в %, не більше: - сірчистої кислоти в переліці на SO ₂ - сорбінової кислоти	4,4 0,01 0,05
Варення з кісточкових	Масова частка сухих речовин (за рефрактометром), %, не менше	68
	Масова частка цукру (в переліці на інвертний), %, не менше	62
	Масова частка плодів у варенні, % за масою	40-55

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				

	Вміст загальної сірчистої кислоти (в переліці на SO ₂) в варенні I сорту, %, не більше	0,01
--	--	------

Вміст важких металів в мг на 1 кг продукту, не більше:
 міді – 10, олова – 200, свинець – не допускається.

2.8. Продуктові розрахунки

2.8.1. Графік надходження сировини

Графік надходження сировини наведений в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Графік надходження сировини

Основна сировина	Місяць											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Яблука					Р Е			25			7	
Вишня					М	22	17					
Алича					О		18	13				
Слива					Н Т			14		10		

2.9.2. Графік роботи цеху

Графік роботи цеху наведений у табл. 2.4.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Графік роботи цеху

Асортимент продукції	№ зміни	Строки і кількість днів (змін) роботи за місяцями											Всього	
		січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад		грудень
Джем яблучний	I	2			4				25			7	30	
	II					P			27			5		
Дні		26	24	25	4				6	26	27	25	25	188
Зміни		26	24	25	4				10	52	54	28	25	248
Варення з вишні	I					E	22	17						
	II						25	14						
Дні						M	8	15						23
Зміни							13	27						40
Варення з аличі	I							18	13					
	II					O		21	10					
Дні								12	11					23
Зміни								22	19					41
Варення з слив	I								14		10			
	II					H			17		7			
Дні						T			14	26	9			49
Зміни									26	52	15			93

Примітка:

_____ переробка свіжої сировини

----- переробка сировини з фруктосховища

2.9.3. Програма роботи цеху

Програма роботи цеху наведена у табл. 2.5.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 - Програма роботи цеху

Найменування консервів	Випуск продукції по місяцях (тоб)												Всього	
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень		
Джем яблучний	442	408	425	68	Р Е М О Н Т			170	884	918	476	425	4216	
Варення з вишні						195	405							600
Варення з аличі							330	285						615
Варення з слив								390	780	225				1395
Всього	442	408	425	68		195	735	845	1664	1143	476	425	6826	

2.9.4. Розрахунок норм витрат сировини та допоміжних матеріалів

Розрахунок норм витрат сировини і матеріалів для виробництва консервів

«Джем яблучний»

Продуктивність лінії – 17 тоб/зм.

Кількість робочих змін – 248 зм.

Тривалість робочої зміни – 7 год.

Фасування у скляну тару – III-82-650.

Маса облікової банки - 400 г.

Масова частка сухих речовин у готовому продукті – 63 %.

Маса нетто – 810 г.

Рецептура консервів і норма витрат сировини і матеріалів на 1000 кг готової продукції наведені у табл. 2.6.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 2.6 - Рецептатура консервів і норма витрат сировини і матеріалів на 1000 кг готової продукції

Найменування компонентів	Назва компонентів	Рецептура, частини	Масова частка сухих речовин, %	Втрати і відходи	Норма витрат, кг/т
Джем яблучний	Плоди	112	10,0	14	656,0
	Цукор	114	99,85	1,3	582,0

Масова частка сухих речовин в готовому продукті становить 63,0 %.

Вихід готової продукції:

$$B = \frac{112 \cdot 10 + 114 \cdot 99,85}{63} = 198,46 \text{ кг}$$

Рецептурна кількість компонентів на 1 тоб:

$$S_{\text{плодів}} = \frac{400 \cdot 112}{198,46} = 225,74 \text{ кг/тоб,}$$

$$S_{\text{цукру}} = \frac{400 \cdot 114}{198,46} = 229,72 \text{ кг/тоб,}$$

Норма витрат сировини і матеріалів на 1 тоб визначається за формулою:

$$T = \frac{S \cdot 100}{100 - x}, \quad (2.1)$$

де S – маса компоненту в 1 тоб за рецептурою, кг;

x – втрати і відходи на технологічних операціях, %.

$$T_{\text{яблук}} = \frac{225,74 \cdot 100}{(100 - 14)} = 262,49 \text{ кг/тоб,}$$

$$T_{\text{цукру}} = \frac{229,77 \cdot 100}{(100 - 1,3)} = 232,80 \text{ кг/тоб,}$$

Для перевірки отриманих даних знаходимо норму витрат сировини і матеріалів за інструкцією:

$$T_{\text{яблук}} = \frac{400 \cdot 656}{1000,00} = 262,4 \text{ кг/тоб,}$$

$$T_{\text{цукру}} = \frac{400 \cdot 582}{1000,00} = 232,8 \text{ кг/тоб,}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримані дані зводимо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Розрахунок потреб сировини та матеріалів

Сировина і матеріали	Годинна продуктивність, тоб	Норма витрат, кг/тоб		Витрати		
		за розрахунком	за інструкцією	за годину, кг	за зміну, кг	за сезон, т
Яблука	2,43	262,49	262,4	637,85	4464,95	1107,31
Цукор	2,43	232,8	232,8	565,7	3959,9	982,06

Рух сировини і матеріалів для виробництва джему яблучного за технологічними операціями наведений у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 - Рух сировини і матеріалів за технологічними операціями, кг/год.

Технологічні операції		Яблука	Цукор	Напівфабрикат або готовий продукт
Поступило на зберігання Втрати і відходи	кг	637,75	565,7	
	%	2		
	кг	12,75		
Поступило на миття Втрати і відходи	кг	625,10		
	%	2		
	кг	12,75		
Поступило на сортування Втрати і відходи	кг	612,35		
	%	4	1,3	
	кг	25,48	7,35	
Поступило на видалення серцевини і нарізання на скибки Втрати і відходи	кг	586,87		
	%	5		
	кг	31,89		
Поступило на бланшування Втрати і відходи	кг	554,98		
	%	1		
	кг	6,39		
Поступило на уварювання Випарено вологи	кг	548,59	558,35 кг або 796,44 кг	1400,54
	кг		70 % цукр. сиропу	429,97
Поступило на фасування	кг			970,57
Виготовлено тоб			970,57 / 400 = 2,43	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				

Виготовлено фізичних банок: $970,57 / 0,81 = 1198$ шт./год.

Примітка. Кількість випареної вологи знаходимо за формулою:

$$W = B_{\text{сум.}} \left(1 - \frac{C_{\text{сум.}}}{C_{\text{з.пр.}}} \right) \quad (2.2)$$

$$C_{\text{сум.}} = \frac{B_1 \cdot C_1 + \dots + B_n \cdot C_n}{B_1 + \dots + B_n}, \quad (2.3)$$

де B_1, \dots, B_n – маса компоненту від 1-го до n-го, кг;

C_1, \dots, C_n – масова частка сухих речовин у компонентах від 1-го до n-го, %.

$$B_{\text{сум.}} = \frac{55,49 \cdot 0 + 548,59 \cdot 10 + 796,44 \cdot 70}{1400,54} = 43,72\%$$

$$W = 1400,54 \cdot \left[1 - \frac{43,72}{63} \right] = 429,97 \text{ кг}$$

Розрахунок норм витрат сировини і матеріалів для виробництва консервів «Варення із кісточкових»

Продуктивність лінії – 15 тоб/зм.

Кількість робочих змін – 174

у т. ч. варення з вишні - 40

варення з аличі - 41

варення із слив - 93

Тривалість робочої зміни – 7 год.

Фасування у скляну тару – III-82-650.

Маса нетто консервів - 870г.

Маса 1 тоб – 400 кг.

Рецептура та норма витрат сировини і матеріалів для виробництва варення наведена у табл. 2.9.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 - Рецептатура консервів і норма витрат сировини і матеріалів на 1000 кг готової продукції

Назва консервів	Назва сировини матеріалів	Рецептура, частин	Масова частка сухих речовин, %	Втрати і відходи, %	Норми витрат на одиницю готової продукції	
					на 1т	на 1тоб
Варення з вишень	Вишня	500	16,00	10,00	680,00	272,00
	Цукор	485	99,85	2,50	608,00	243,20
Варення з аличі	Алича	400	13,00	8,00	474,00	189,60
	Цукор	583	99,85	2,50	651,00	260,40
Варення із слив	Сливи	450	14,00	8,00	565,00	226,00
	Цукор	535	99,85	2,50	634,00	253,60

Масова частка сухих речовин в готовому продукті становить 69,0 %.

Вихід готової продукції:

для варення з вишень

$$B_{\kappa} = \frac{500 \cdot 16 + 485 \cdot 99,85}{69} = 817,8 \text{ кг}$$

для варення із слив

$$B_{\kappa} = \frac{450 \cdot 14 + 535 \cdot 99,85}{69} = 865,5 \text{ кг}$$

для варення з аличі

$$B_{\kappa} = \frac{400 \cdot 13 + 583 \cdot 99,85}{69} = 919,02 \text{ кг}$$

Рецептурна кількість кожного компоненту на 1 тоб варення - S:

-для варення з вишні:

$$S_{\text{ВИШНИ}} = \frac{400 \cdot 500}{817,8} = 244,56 \text{ кг,}$$

$$S_{\text{ЦУКРУ}} = \frac{400 \cdot 485}{817,8} = 237,22 \text{ кг,}$$

-для варення з аличі:

$$S_{\text{АЛИЧИ}} = \frac{400 \cdot 400}{919,02} = 174,10 \text{ кг,}$$

$$S_{\text{ЦУКРУ}} = \frac{400 \cdot 583}{919,02} = 253,75 \text{ кг,}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-для варення із слив:

$$S_{\text{слив}} = \frac{400 \cdot 450}{865,5} = 207,97 \text{ кг,}$$

$$S_{\text{цукру}} = \frac{400 \cdot 535}{865,5} = 247,26 \text{ кг,}$$

Норма витрат сировини і матеріалів на 1 тоб:

- для варення з вишні:

$$T_{\text{вишні}} = \frac{244,56 \cdot 100}{(100 - 10)} = 271,73 \text{ кг/тоб,}$$

$$T_{\text{цукру}} = \frac{237,22 \cdot 100}{(100 - 2,5)} = 243,3 \text{ кг/тоб,}$$

- для варення з аличі:

$$T_{\text{аличі}} = \frac{174,10 \cdot 100}{(100 - 8)} = 189,24 \text{ кг/тоб,}$$

$$T_{\text{цукру}} = \frac{253,75 \cdot 100}{(100 - 2,5)} = 260,26 \text{ кг/тоб,}$$

- для варення із слив:

$$T_{\text{слив}} = \frac{207,97 \cdot 100}{(100 - 8)} = 226,05 \text{ кг/тоб,}$$

$$T_{\text{цукру}} = \frac{247,26 \cdot 100}{(100 - 2,5)} = 253,6 \text{ кг/тоб,}$$

Отримані дані зводимо у таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 - Розрахунок потреб сировини та матеріалів

Назва консервів	Назва сировини і матеріалів	Годинна продуктивність, тоб	Норма витрат, кг/тоб		Витрати		
			за розрахунком	за інструкцією	за годину, кг	за зміну, кг	за сезон, т
Варення з вишень	Вишні	2,14	271,73	270,00	581,50	4070,50	162,82
	Цукор		243,30	243,20	520,66	3644,62	145,78
Варення з аличі	Алича	2,14	189,24	189,60	404,97	2834,79	116,23
	Цукор		260,26	260,40	556,96	3898,72	159,85
Варення із слив	Слива	2,14	226,05	226,00	483,75	3386,25	314,92
	Цукор		253,60	253,60	542,70	3798,90	353,30

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рух сировини і матеріалів для виробництва варення з кісточкових по технологічних операціях наведений у табл. 2.11.

Таблиця 2.11 - Рух сировини і матеріалів за технологічними операціями, кг/год.

Технологічні операції		Вишні	Цукор	Напівфабрикат або готовий продукт
Поступило на зберігання Втрати і відходи	кг	581,50	520,66	
	%	1,0		
	кг	5,82		
Поступило на миття Втрати і відходи	кг	575,68		
	%	2,0		
	кг	11,63		
Поступило на відривання плодоніжки Втрати і відходи	кг	564,05		
	%	2,0		
	кг	11,63		
Поступило на сортування Втрати і відходи	кг	552,42	520,66	
	%	4,0	1,5	
	кг	23,26	7,81	
Поступило на варіння	кг	529,16	512,85 або 1024,16	1553,32
Випарено вологи	кг		50% цукр. сиропу	688,12
Поступило на фасування Втрати	кг			865,20
	%			1,0
	кг			11,02
Поступило в банки	кг			854,18
Виготовлено тоб		854,18/400=2,14		

Виготовлено фізичних банок III-82-650: $854,18/0,87 = 982$ шт./Год.

Початковий вміст сухих речовин в суміші до варіння, %:

$$C_{\text{сум.}} = \frac{529,16 \cdot 16 + 1024,16 \cdot 50}{529,16 + 1024,16} = 38,42\%$$

Кількість випареної вологи:

$$W = 1553,32 \cdot \left[1 - \frac{38,42}{69} \right] = 688,12 \text{ кг}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки за розділом 2

1. Наведено аналіз обраної сировини та допоміжних матеріалів для роботи запроєктованого цеху з виробництва фруктових консервів.
2. Обґрунтовано вибір обраних технологічних рішень.
3. Розроблені технологічні схеми виробництва консервів «Джем яблучний», «Варення з кісточкових», проведено їх опис, хіміко-технологічний та мікробіологічний контроль, шляхи утилізації відходів та вимоги до якості готової продукції.
4. Приведені графіки надходження сировини, роботи цеху, програма роботи цеху та продуктові розрахунки виробництва фруктових консервів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1. Розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок стрічкових інспекційних транспортерів

Розрахунок стрічкового транспортеру для сортування яблук на технологічній лінії виробництва консервів «Джем яблучний»

Вихідні дані:

Потужність лінії – 612,35 кг/год

Норма виробітку на одного працюючого – 785,7 кг/год

Середній діаметр плодів – 0,05 м

Насипна щільність плодів – 650 кг/м³

Швидкість руху стрічки – 0,1 м/с

Середня висота шару вантажу на стрічці – 0,05м.

Кількість працюючих, що зайняті на сортуванні сировини:

$$n = \frac{G}{q}, \quad (3.1)$$

n – кількість працюючих, осіб;

G – кількість продукту на даній технологічній операції, кг/год;

q – норма виробітку на одного працюючого, кг/год.

$$n = \frac{612,35}{785,7} = 0,78 \text{ ос.}$$

Приймається 2 працівника.

Довжина інспекційного транспортеру розраховується за формулою:

$$L = \frac{n}{k} \cdot l + 2,5 \dots 4, \quad (3.2)$$

L – робоча довжина транспортеру, м;

n – кількість працюючих, осіб;

k – коефіцієнт, що враховує одно-чи двохсторонню роботу лінії;
приймається K = 2;

l – робоча зона на одного працюючого, l = 0,8 ... 1,4м;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2,5 ... 4 – запас конвеєра на забезпечення безпеки роботи лінії, приймається 3 м.

$$L = \frac{2}{2} \times 0,8 + 1,5 + 1,5 = 3,8 \text{ м.}$$

Приймається транспортер довжиною 4 м.

Робоча ширина транспортеру:

$$B = \frac{G}{3600 \cdot V \cdot h \cdot p \cdot K_{зап}}, \quad (3.3)$$

B – робоча ширина транспортера, м;

G – продуктивність транспортера, т/год;

V – швидкість руху стрічки, м/с;

h – середня висота шару на стрічці, м;

p – насипна щільність, т/м³;

$K_{зап.}$ – коефіцієнт заповнення стрічки, приймається $K_{зап.} = 0,7$.

$$B = \frac{612,35}{3600 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 650 \cdot 0,7} = 0,07 \text{ м}$$

Повна ширина транспортеру:

$$B = \frac{b}{0,9}, \quad (3.4)$$

0,9 – емпіричний коефіцієнт

$$B = \frac{0,07}{0,9} = 0,08 \text{ м}$$

Вибирається стрічка шириною 300 мм за стандартом.

Розрахунок стрічкового транспортеру для сортування вишні на технологічній лінії з виробництва консервів «Варення з кісточкових»

Вихідні дані:

Потужність лінії – 552,42 кг/год

Норма виробітку на одного працюючого – 35,7 кг/год

Середній діаметр плодів – 0,015 м

Насипна щільність плодів – 700 кг/м³

Швидкість руху стрічки – 0,1 м/с

Середня висота шару вантажу на стрічці – 0,015 м.

Кількість працюючих, що зайняті на сортуванні сировини:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{552,42}{35,7} = 15,5 \text{ ос.}$$

Приймаємо 16 працівників.

Довжина інспекційного транспортеру:

$$L = \frac{16}{2} \cdot 0,8 + 1,5 + 1,5 = 9,4 \text{ м.}$$

Приймається транспортер довжиною 9,5 м.

Робоча ширина транспортеру:

$$b = \frac{552,42}{3600 \cdot 0,1 \cdot 0,015 \cdot 700 \cdot 0,7} = 0,21 \text{ м}$$

Повна ширина транспортеру:

$$B = \frac{0,21}{0,9} = 0,23 \text{ м}$$

Вибирається стрічка шириною 300 мм за стандартом.

Розрахунок пастеризаторів безперервної дії

Розрахунок пастеризаторів безперервної дії для лінії з виробництва консервів «Джем яблучний»

Продуктивність лінії – 1198 бан./год

Формула пастеризації $\frac{35}{85^\circ \text{C}} \times \frac{5}{75^\circ \text{C}} \times \frac{10}{45^\circ \text{C}} \times \frac{10}{20^\circ \text{C}} \times 5(\text{повітря})$

Тривалість циклу $\tau_{\text{ц}} = 65 \text{ хв.}$

Зовнішній діаметр банки – 89 мм.

Робоча довжина пастеризатора розраховується за формулою:

$$L = \frac{Q \times d^2 \times \tau}{60 \times B}, \quad (3.5)$$

L – робоча довжина, м;

Q – задана продуктивність лінії, б/год;

d – діаметр тари за корпусом, м;

τ – тривалість циклу, хв;

B – ширина стрічки пастеризатора, м.

$$L = \frac{1198 \cdot 0,089^2 \cdot 65}{60 \cdot 1,8} = 5,7 \text{ м}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи ділянки завантаження і розвантаження банок довжина пастеризатора складе 7,7 м.

Швидкість руху стрічки транспортера в пастеризаторі:

$$V = \frac{L}{\tau}, \quad (3.6)$$

V – швидкість руху стрічки, м/хв;

L – довжина пастеризатора, м;

τ – тривалість циклу, хв.

$$V = 7,7/65 = 0,12 \text{ м/хв}$$

Кількість банок на 1 погонному метрі довжини стрічки складе:

$$K = \frac{B}{d^2}, \quad (3.7)$$

K – загальна кількість банок, шт;

B – ширина стрічки, м;

d – діаметр банки, м.

$$K = \frac{1,8}{0,089^2} = 227 \text{ банок.}$$

Габаритні розміри пастеризатора, мм:

$$7700 \times 2000 \times 1500 \text{ мм}$$

Розрахунок пастеризаторів безперервної дії для лінії з виробництва консервів «Варення з кісточкових»

Продуктивність лінії – 982 бан./год.

$$\text{Формула пастеризації } \frac{35}{85^\circ \text{C}} \times \frac{5}{75^\circ \text{C}} \times \frac{10}{45^\circ \text{C}} \times \frac{10}{20^\circ \text{C}} \times 5(\text{повітря})$$

Тривалість циклу $\tau_{\text{ц}} = 65$ хв.

Зовнішній діаметр банки – 89 мм.

Робоча довжина пастеризатора :

$$L = \frac{982 \cdot 0,089^2 \cdot 65}{60 \cdot 1,5} = 5,6 \text{ м}$$

Враховуючи ділянки завантаження і розвантаження банок довжина пастеризатора складе 7,6 м.

Швидкість руху стрічки транспортера в пастеризаторі:

$$V = 7,6/65 = 0,12 \text{ м/хв.}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість банок на 1 погонному метрі довжини стрічки пастеризатора складе:

$$K = \frac{1,5}{0,089^2} = 189 \text{ банок.}$$

Габаритні розміри пастеризатора, мм:

7600 x 1700 x 1500 мм

3.2. Теплові розрахунки

Тепловий розрахунок вакуум-випарних апаратів для виробництва джему яблучного

Вихідні дані для розрахунку:

Робоча місткість апарату – 1000 дм³ або 1250 кг суміші;

тиск гріючої пари $P = 0,4$ МПа; при цьому її параметри наступні: $t = 143^\circ\text{C}$;

$i_n = 2735$ кДж/кг; $i_k = 601$ кДж/кг; $\rho = 2,125$ кг/м³; $K = 1300$ Вт/м²·град.

Вакуум під час варіння 500 мм рт. ст.

При цьому температура 70°C ; $r = 2337,07$ кДж/кг.

Вміст сухих речовин у готовому продукті 63 %.

Рецептура суміші, яка поступила на варіння: 112 частин плодів, цукру – 114 частин.

Бланшують плоди у вакуум-апараті з додаванням 10 % води, тому кількість води складе 11 частин. Цукор використовують у вигляді 70 % цукрового сиропу, що складає 163 частини.

Всього: 286 частин.

Вихід готового продукту:

плоди: $x = \frac{1250 \cdot 112}{286} = 489,5$ кг

вода: $\frac{1250 \cdot 11}{286} = 48,1$ кг

цукровий сироп: $\frac{1250 \cdot 163}{286} = 712,4$ кг

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = \frac{489,5 \cdot 10 + 48,1 \cdot 0 + 712,4 \cdot 70}{63} = 869,3 \text{ кг}$$

Потрібно випарити вологи:

$$W = G - B, \text{ кг} \quad (3.8)$$

$$W = 1250 - 869,3 = 380,7 \text{ кг}$$

1 фаза – підігрівання

1.1. Витрати тепла на нагрівання “рубашки” апарату.

$$Q_1 = G \cdot C \cdot (t_k - t_n), \text{ кДж} \quad (3.9)$$

G – маса “рубашки” апарата, кг;

C - теплоємність сталі, C = 0,481 кДж/кг;

$t_{г.п}$ – температура гріючої пари ; $t_{г.п} = 143 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

t_n – температура повітря; $t_n = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$Q_1 = 400 \cdot 0,481 \cdot (143 - 20) = 23665 \text{ кДж}$$

1.2. Витрати тепла на нагрівання внутрішньої ємкості апарату:

$$Q_2 = M_1 \cdot C \cdot (t_{ст} - t_n), \text{ кДж} \quad (3.10)$$

M_1 – маса внутрішньої частини апарата, кг; $M_1 = 1400 \text{ кг}$;

C – теплоємність сталі; C = 0,481 кДж/кг;

$t_{ст}$ – середня температура внутрішньої стінки апарата, $^{\circ}\text{C}$;

t_n – середня температура внутрішньої частини апарата, $^{\circ}\text{C}$.

Температура суміші, яка надходить на варіння:

$$t_{сум} = \frac{A_1 \cdot t_{поч} + A_2 \cdot t_{ц}}{A_1 + A_2}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.11)$$

$t_{поч}$ – початкова температура продукту, $^{\circ}\text{C}$; $t_{поч} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_{ц}$ – початкова температура цукру, $^{\circ}\text{C}$; $t_{ц} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$t_{сум} = \frac{489,5 \cdot 20 + 48,1 \cdot 100}{537,6} = 27,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{поч} = \frac{1300 \cdot 20 + 537,6 \cdot 27,2}{1837,6} = 22,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Середня температура внутрішньої стінки апарату:

$$t_k = \frac{t_{з.н.} + t_{під}}{2}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.12)$$

$t_{під}$ – температура підігріву суміші до кипіння, $^{\circ}\text{C}$; $t_{під} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_k = \frac{143+100}{2} = 121,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Витрати тепла на нагрівання внутрішньої частини апарата:

$$Q_2 = 1300 \cdot 0,481 \cdot (121,5 - 22,1) = 62155 \text{ кДж}$$

1.3. Витрати тепла на підігрів суміші до $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ продукту:

$$Q_3 = G_{\text{ап}} \cdot C_{\text{сум}} \cdot (t_{\text{під}} - t_{\text{сум}}), \text{ кДж} \quad (3.13)$$

$C_{\text{сум}}$ – теплоємність продукту, кДж/(кг · град).

Теплоємність продукту можна розрахувати за емпіричною формулою:

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot n \quad (3.14)$$

n – масова частка сухих речовин, %.

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 9,1 = 3938 \text{ Дж/(кг · град)} = 3,938 \text{ кДж/(кг · град)}.$$

$$n_{\text{сум}} = \frac{489,5 \cdot 10 + 48,1 \cdot 0}{537,6} = 9,1\%$$

$$Q_3 = 537,6 \cdot 3,938 \cdot (100 - 27,2) = 154123 \text{ кДж}$$

1.4. Загальні витрати тепла у I фазі з урахуванням компенсації 3 % втрат у навколишнє середовище:

$$Q_{\text{заг}} = 1,03 \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3), \text{ кДж} \quad (3.15)$$

1,03 – компенсація втрат у навколишнє середовище.

$$Q_{\text{заг}} = 1,03 \cdot (23665 + 62155 + 154123) = 247,141 \text{ кДж}$$

1.5. Час підігрівання до $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ визначається з рівняння теплового потоку:

$$Q_{\text{заг}} = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{сер}} \cdot \tau, \text{ кДж} \quad (3.16)$$

Тоді
$$\tau = \frac{Q_{\text{заг}}}{K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{сер}}}, \text{ сек.} \quad (3.17)$$

K – коефіцієнт тепловіддачі від пари до продукту, кВт/($\text{м}^2 \cdot \text{град}$);

$$K = 1,2 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{град)};$$

F – поверхня нагрівання апарату, м^2 ; $F = 2,6 \text{ м}^2$;

$\Delta t_{\text{сер}}$ – середній перепад температур гріючої пари та продукту, $^\circ\text{C}$.

$\Delta t_{\text{сер}}$ розраховують в залежності від відношення початкового температурного перепаду до кінцевого $\Delta t_{\text{п}}/\Delta t_{\text{к}}$. якщо це відношення > 2 , то $\Delta t_{\text{сер}}$ розраховують як середнє логарифмічне.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{\Delta t_n}{\Delta t_k} = \frac{143 - 27,2}{143 - 100} = \frac{115,8}{43} = 2,7, \text{ тобто } > 2$$

$$\Delta t_{сер} = \frac{(143 - 27,2) - (143 - 100)}{2,3 \cdot \lg \frac{143 - 27,2}{143 - 100}} = 74,3^{\circ}\text{C}$$

Час підігрівання до 100°C :

$$\tau = \frac{247141}{1,3 \cdot 3,7 \cdot 74,3} = 692 \text{ с} = 11,5 \text{ хв.}$$

Приймається для циклу 12 хв.

1.6. Витрати грюючої пари у I фазі визначають з рівняння теплового балансу:

$$D = \frac{Q_{заг}}{i_n - i_k}, \text{ кг} \quad (3.18)$$

$Q_{заг}$ – загальні витрати тепла у I фазі, кДж;

i_n – ентальпія пари, кДж/кг; $i_n = 2735$ кДж/кг;

i_k – ентальпія конденсату, кДж/кг; $i_k = 601,2$ кДж/кг.

$$D = \frac{247141}{2735 - 601} = 115,8 \text{ кг}$$

1.7. Інтенсивність витрати пари у I фазі:

$$D_1 = \frac{D \cdot 60}{\tau}, \text{ кг/ГОД.} \quad (3.19)$$

$$D_1 = \frac{115,8 \cdot 60}{12} = 579 \text{ кг/ГОД.}$$

II фаза – кипіння

2.1. Витрати пари на бланшування при 100°C :

$$Q_4 = K \cdot F \cdot \tau \cdot \Delta t, \text{ кДж} \quad (3.20)$$

K – коефіцієнт теплопередачі від пари до продукту, кВт/($\text{м}^2 \cdot \text{град}$);

$K = 1800$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{град}$) = 1,8 кВт/($\text{м}^2 \cdot \text{град}$);

F – поверхня нагріву апарата, м^2 ; $F = 2,6$ м^2 ;

τ - час кипіння суміші за температури 100°C , сек.; $\tau = 10$ хв. = 600 сек.

$$Q_4 = 1,3 \cdot 3,7 \cdot 600 \cdot (143 - 100) = 124028 \text{ кДж}$$

2.2. Витрати пари у II фазі знаходимо згідно формули (3.18):

$$D = \frac{124098}{2735 - 601} = 58,2 \text{ кг}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Інтенсивність втрат пари у II фазі знаходимо згідно формули (3.19):

$$D_2 = \frac{58,2 \cdot 60}{10} = 349,2 \text{ кг/год.}$$

2.4. Кількість випареної вологи за 10 хв. бланшування при 100°C:

$$W = \frac{Q_4}{r}, \text{ кг} \quad (3.21)$$

Q_4 - витрати тепла на бланшування суміші за температури 100 °С, кДж;

r – питома теплота пароутворення при 100 °С, кДж/кг., $r = 2255$ кДж/кг.

$$W = \frac{124098}{2255} = 55 \text{ кг}$$

2.5. Залишилося маси:

$$G_1 = G - W, \text{ кг} \quad (3.22)$$

$$G_1 = 537,6 - 55 = 482,6 \text{ кг.}$$

Масова частка сухих речовин:

$$n_{\text{маси}} = \frac{537,6 \cdot 9,1}{482,6} = 10,1 \%$$

2.6. Створюють вакуум і завантажують цукровий сироп 70 % концентрації з температурою 70 °С

$$n_{\text{свч}} = \frac{482,6 \cdot 10,1 + 712,4 \cdot 70}{1195} = 45,8 \%$$

$$t_{\text{сум}} = \frac{482,6 \cdot 100 + 712,4 \cdot 70}{1195} = 81,2^\circ \text{C}$$

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 45,8 = 2924 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} = 2,924 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}.$$

2.7. Кількість вологи, яка випарена внаслідок випаровування під час створення вакууму 500 мм рт. ст.:

$$W = \frac{Q}{r}, \text{ кг} \quad (3.23)$$

Q - витрати тепла на випаровування вологи під час вакууму, кДж;

r – питома теплота пароутворення під час вакууму, $r = 2337,07$ кДж/кг.

Витрати тепла на випаровування вологи під час вакууму:

$$Q = G_{\text{сум}} \cdot C_{\text{сум}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{п}}), \text{ кДж} \quad (3.24)$$

$C_{\text{сум}}$ – теплоємність суміші, кДж/(кг · град)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_2 = \frac{1195 \cdot 2,924 \cdot (82,1 - 70)}{2337,07} = 45,55 \text{ кг}$$

2.8. Залишилося маси:

$$G_2 = G_1 - W_2, \text{ кг} \quad (3.25)$$

$$G_2 = 1195 - 18,1 = 1176,9 \text{ кг}$$

2.9. Залишилося випарити вологи:

$$W_3 = W - (W_1 + W_2), \text{ кг} \quad (3.26)$$

$$W_3 = 380,7 - (55 + 18,1) = 307,6 \text{ кг}$$

III фаза – уварювання

3.1. Витрати пари на випаровування вологи під вакуумом:

$$Q_5 = W_3 \cdot r, \text{ кДж} \quad (3.27)$$

$$Q_5 = 307,6 \cdot 2337,07 = 718883 \text{ кДж}$$

3.2. Час випаровування знаходимо згідно формули (3.17):

$$\tau = \frac{718883}{3,7 \cdot 1,3 \cdot (143 - 70)} = 2047 \text{ с.} = 34,1 \text{ хв} \approx 35 \text{ хв}$$

3.3. Витрати пари на випаровування вологи:

$$D = \frac{718883}{2735 - 601} = 336,9 \text{ кг.}$$

3.4. Інтенсивність витрат пари у III фазі:

$$D_3 = \frac{336,9 \cdot 60}{35} = 578 \text{ кг/год.}$$

IV фаза – підігрівання

4.1. Витрати тепла на підігрівання до температури фасування 95 °С, з врахуванням 3 % втрат у навколишнє середовище:

Вихід готового продукту – $G_{\text{дж}} = 869,3 \text{ кг}$

$$Q_6 = 1,03 \cdot G_{\text{дж}} \cdot C_{\text{дж}} \cdot (t_{\text{г.п.}} - t_1), \text{ кДж} \quad (3.28)$$

$C_{\text{дж}}$ – теплоємність суміші, кДж/(кг · град);

$$C_{\text{дж}} = 4190 - 27,65 \cdot 63 = 2448 \text{ Дж/(кг · град)} = 2,448 \text{ кДж/(кг · град)}$$

$$Q_6 = 1,03 \cdot 869,3 \cdot 2,448 \cdot (95 - 70) = 54797 \text{ кДж}$$

4.2. Час підігрівання до температури 95 °С:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{\Delta t_n}{\Delta t_{\kappa}} = \frac{143 - 70}{143 - 95} = 1,52 < 2, \text{ тому середній перепад температур грійучої пари та продукту}$$

$\Delta t_{\text{сер}}$ розраховуємо згідно формули:

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{поч}} + \Delta t_{\text{кін}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.29)$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{73 + 48}{2} = 60,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau = \frac{54797}{3,7 \cdot 1,3 \cdot 60,5} = 188,3 \text{ с} = 3,13 \text{ хв.}$$

Приймається 4хв.

4.3. Витрати пари у IV фазі:

$$D = \frac{54797}{2735 - 601} = 25,7 \text{ кг.}$$

4.4. Інтенсивність витрат пари у IV фазі:

$$D_4 = \frac{25,7 \cdot 60}{4} = 385,5 \text{ кг/год.}$$

4.5. Діаметр паропроводу розраховуємо за найбільшою інтенсивністю витрат пари у III фазі – 5,79 кг/год:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot D}{3600 \cdot \pi \cdot v \cdot \rho}}, \text{ м} \quad (3.30)$$

v – швидкість руху пари у трубопроводі, м/с; $v = 30\text{-}40$ м/с;

ρ – густина грійучої пари, кг/м³; $\rho = 2,125$ кг/м³.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,79}{3600 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot 2,125}} = 0,049$$

Згідно стандарту вибираємо діаметр $d_{\text{вн}} = 60$ мм.

4.6. Цикл роботи вакуум-апарату.

Таблиця 3.1 - Цикл роботи вакуум-апарату

Фази роботи	Назва операцій	Час у хвиликах
I фаза	1. Створення вакууму	5
	2. Завантаження	5
	3. Порухення вакууму	5
	4. Підігрівання до 100 С	12 (розрахунковий)
II фаза	5. Бланшування при 100 °С	10

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фази роботи	Назва операцій	Час у хвиликах
III фаза	6. Створення вакууму	5
	7. Завантаження 70%-го сиропу	5
	8. Уварювання під вакуумом	19 (розрахунковий)
IV фаза	9. Порухення вакууму	5
	10. Підігрів до температури фасування	4
	11. Розвантаження	5
Всього		96 хв.

4.7. Розраховуємо необхідну кількість апаратів:

Поступає на уварювання суміш – 1400,54 кг

Місткість апарату – 1250 кг

Цикл роботи апарату – 96 хв.

$$n = \frac{1400,54 \cdot 96}{60 \cdot 1250} = 1,79 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 апарати

4.8. Інтервал завантаження:

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot E}{G}, \text{ хв.} \quad (3.31)$$

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot 1250}{1400,54} = 54 \text{ хв.}$$

Графік роботи вакуум-апаратів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Графік роботи вакуум-апаратів

Процес	Час початку (закінчення) операцій у год.-хв. на апаратах		
	№1	№2	№1
1.Створення вакууму (початок)	9-00	9-54	10-48
2.Створення вакууму (кінець)	9-05	9-59	
3. Завантаження (кінець)	9-10	10-04	
4.Порухення вакууму (кінець)	9-15	10-09	
5.Підігрівання до 100 °С (кінець)	9-27	10-21	
6.Бланшування при 100 °С (кінець)	9-37	10-31	
7.Створення вакууму (кінець)	9-42	10-36	
8.Завантаження 70 %-го цукрового сиропу (кінець)	9-47	10-41	

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес	Час початку (закінчення) операцій у год.-хв. на апаратах		
	№1	№2	№1
9.Уварювання під вакуумом (кінець)	10-22	11-16	
10.Порушення вакууму (кінець)	10-27	11-21	
11.Підігрівання до температури фасування (кінець)	10-31	11-25	
12.Розвантаження (кінець)	10-36	11-30	

Тепловий розрахунок вакуум-випарних апаратів для виробництва варення з кісточкових

Вихідні дані для розрахунку:

Поступає на варіння суміші – 1553,32кг/год;

Робоча місткість апарату – 1000дм³ або 1250 кг суміші;

тиск гріючої пари Р = 0,4 МПа; при цьому її параметри наступні:

$t = 143^{\circ}\text{C}$; $i_n = 2735$ кДж/кг; $i_k = 601$ кДж/кг; $\rho = 2,125$ кг/м³; $K = 1300$ Вт/м²·град.

Тиск в апараті 20 кПа. За таких умов температура 60 °С; $r = 2359$ кДж/кг.

Рецептура суміші, яка поступила на варіння, в %:

500кг плодів

$\frac{970}{1470}$ сиропу 50 %-ного

$\frac{500}{1470} \cdot 100 = 34\%$ плодів

$\frac{970}{1470} \cdot 100 = 66\%$ сиропу

завантажують в апарат

$\frac{1250 \cdot 34}{100} = 425$ кг плодів; $\frac{1250 \cdot 66}{100} = 825$ кг сиропу (50%-ного)

Масова частка сухих речовин в суміші: вміст сухих речовин у вишнях – 16%;
масова частка сухих речовин в сиропі – 50 %

$$n_{\text{сум}} = \frac{425 \cdot 16 + 825 \cdot 50}{1250} = 38,44 \%$$

Температура суміші, що поступила на варіння:

$$t_{\text{сум}} = \frac{425 \cdot 20 + 825 \cdot 70}{1250} = 53^{\circ}\text{C}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок виходу варення з одного вакуум-апарату:

$$1250 \cdot 38,44 = B \cdot 69$$

$$B = \frac{1250 \cdot 38,44}{69} = 696,4 \text{ кг}$$

Кількість випареної вологи:

$$1250 - 696,4 = 553,6 \text{ кг}$$

1 варіння

1.1. Витрати тепла на нагрівання “рубашки” апарату.

$$Q_1 = G \cdot C \cdot (t_k - t_n), \text{ кДж} \quad (3.32)$$

G – маса “рубашки” апарату, кг;

C - теплоємність сталі, C = 0,481 кДж/кг;

$t_{г.п.}$ – температура грючої пари ; $t_{г.п.} = 142,92 \text{ }^\circ\text{C}$;

t_n – температура повітря; $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_1 = 400 \cdot 0,481 \cdot (142,92 - 20) = 23649,8 \text{ кДж}$$

1.2. Витрати тепла на нагрівання внутрішньої частини апарату:

$$t_{ноч} = \frac{1300 \cdot 20 + 1250 \cdot 53}{2550} = 36,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_k = \frac{142,92 + 91}{2} = 116,96 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 1300 \cdot 0,481 \cdot (116,96 - 36,2) = 50499,2 \text{ кДж}$$

1.3. Витрати тепла на підігрівання суміші до температури $91 \text{ }^\circ\text{C}$ (температура кипіння за розрідження 200 мм рт. ст.):

$$Q_3 = G_{сум} \cdot C_{сум} \cdot (t_{під} - t_{сум}), \text{ кДж} \quad (3.33)$$

$$G_{сум} = 1250 \text{ кг}$$

$$C_{сум} = 4190 - 27,65 \cdot 38,44 = 3127,13 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град}) = 3,127 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град}).$$

$$Q_3 = 1250 \cdot 3,127 \cdot (91 - 36,2) = 214199,5 \text{ кДж}$$

1.4. Загальні витрати тепла під час I варіння з урахуванням 3 % втрат:

$$Q_{заг} = 1,03 \cdot (23649,8 + 50499 + 214199,5) = 296999 \text{ кДж}$$

1.5. Тривалість підігрівання до $91 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_{заг} = K \cdot F \cdot \Delta t_{сер} \cdot \tau, \text{ кДж} \quad (3.34)$$

$$\tau = \frac{Q_{заг}}{K \cdot F \cdot \Delta t_{сер}}, \text{ сек.} \quad (3.35)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{\Delta t_n}{\Delta t_k} = \frac{142,92 - 36,2}{142,92 - 91} = \frac{106,72}{51,92} = 2,06, \text{ тобто } > 2$$

$$\Delta t_{сер} = \frac{(146,72 - 51,92) \cdot (143 - 100)}{2,3 \cdot \lg \frac{106,72}{51,92}} = 76,86^\circ\text{C}$$

$F = 3,7\text{м}^2$; $K = 1200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$

$$\tau = \frac{296999}{3,7 \cdot 1,2 \cdot 76,86} = 870,31 \text{ с} = 14,5 \text{ хв.}$$

Приймається 15 хв.

1.6. Витрати пари на підігрівання:

$$D = \frac{296999}{2735 - 601} = 139,2, \text{ кг}$$

1.7. Інтенсивність витрати пари:

$$D_1 = \frac{139,2 \cdot 60}{15} = 556,8 \text{ кг/год.}$$

1.8. Витрати тепла на кипіння за температури 91°C :

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau, \text{ кДж} \quad (3.36)$$

$K = 1800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$; $\tau = 15 \text{ хв} = 900 \text{ с}$

$$Q = 1,8 \cdot 3,7 \cdot (142,92 - 91) \cdot 900 = 311208 \text{ кДж}$$

1.9. Кількість випареної вологи при кипіння

$$W = \frac{Q}{r}, \text{ кг} \quad (3.37)$$

$$r = 2276 \text{ кДж/кг}$$

$$W = \frac{311208}{2276} = 136,7 \text{ кг}$$

1.10. Залишилося маси

$$1250 - 136,7 = 1013 \text{ кг}$$

$$n_{сум} = \frac{1250 \cdot 38,44}{1013} = 47,43 \%$$

1.11. Витрати пари під час кипіння

$$D = \frac{311208}{2735 - 601} = 145,8 \text{ кг}$$

1.12. Інтенсивність витрати пари

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_2 = \frac{145,8 \cdot 60}{15} = 145,8 \text{ кг / год}$$

1.13. Кількість випареної вологи під час охолодження за рахунок збільшення розрідження до 400 мм рт. ст.

Залишковий тиск

$$p = \frac{760 - 400}{735,6} = 0,49 \text{ кг / см}^2$$

$t = 80^\circ\text{C}$, $r = 2306 \text{ кДж/кг}$

$$W = \frac{1013 \cdot 2,88 \cdot (91 - 80)}{2306} = 13,9 \text{ кг}$$

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 47,43 = 2878,6 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} = 2,88 \text{ к Дж/(кг} \cdot \text{град)}$$

1.14. Залишилося маси

$$1013 - 13,9 = 999,1 \text{ кг}$$

$$n_{\text{сум}} = \frac{1013 \cdot 47,43}{999,1} = 48,1\%$$

2 варіння

Ведеться за розрідження 300 мм рт. ст., $t = 85^\circ\text{C}$

Залишковий тиск

$$p = \frac{760 - 300}{735,6} = 0,62 \text{ кг/см}^2$$

$t = 85^\circ\text{C}$; $r = 2294 \text{ кДж/кг}$

2.1. Витрати тепла на нагрівання внутрішньої частини апарату

$$Q_1 = 1300 \cdot 0,481 \cdot (113,96 - 111,46) = 1563 \text{ кДж}$$

$$t_k = \frac{142,92 + 85}{2} = 113,96^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = \frac{142,92 + 80}{2} = 111,46^\circ\text{C}$$

2.2. Витрати тепла на підігрівання суміші до температури 85°C :

$$Q_2 = 999,1 \cdot 2,86 \cdot (85 - 80) = 14287 \text{ кДж}$$

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 48,1 = 2860 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} = 2,86 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$$

2.3. Загальні витрати тепла під час 2 варіння з урахуванням 3 % втрат:

$$Q_{\text{заг}} = 1,03 \cdot (1563 + 14287) = 16325,5 \text{ кДж}$$

2.4. Тривалість підігрівання до 85°C

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{Q_{заг}}{K \cdot F \cdot \Delta t_{сер}} = \frac{16325,5}{1,3 \cdot 3,7 \cdot 60,5} = 56,10с = 0,93хв \approx 1хв$$

$$\frac{\Delta t_n}{\Delta t_k} = \frac{142,92 - 80}{142,92 - 85} = \frac{63}{58} = 1,08 < 2$$

$$\Delta t_{сер} = \frac{63 + 58}{2} = 60,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.5. Витрати пари на підігрівання під час 2 варіння:

$$D = \frac{16325,5}{2735 - 601} = 7,65, \text{ кг}$$

2.6. Інтенсивність витрати пари:

$$D_2 = \frac{7,65 \cdot 60}{1} = 459 \text{ кг/год.}$$

2.7. Витрати тепла на кипіння протягом 15 хв за температури 85 °С:

$$Q = 1,8 \cdot 3,7 \cdot (142,92 - 85) \cdot 900 = 347172 \text{ кДж}$$

2.8. Кількість випареної вологи під час кипіння

$$W = \frac{347172}{2294} = 151,3 \text{ кг}$$

2.9. Залишилося маси

$$999,1 - 151,3 = 847,8 \text{ кг}$$

Сухих речовин

$$n_{сум} = \frac{999,1 \cdot 48,1}{847,8} = 56,68 \%$$

2.10. Витрати пари під час кипіння

$$D = \frac{347172}{2735 - 601} = 162,7 \text{ кг}$$

2.11. Інтенсивність витрати пари

$$D_3 = \frac{162,7 \cdot 60}{15} = 650,8 \text{ кг / год}$$

2.12. Кількість випареної вологи під час охолодження за рахунок підвищення розрідження до 600 мм рт. ст.

Залишковий тиск

$$p = \frac{760 - 600}{735,6} = 0,21 \text{ кг / см}^2$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = 59^{\circ}\text{C}, r = 2359 \text{ кДж/кг}$$

$$W = \frac{847,8 \cdot 2,62 \cdot (85 - 59)}{2359} = 24,48 \text{ кг}$$

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 56,68 = 2622,8 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} = 2,62 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$$

2.13. Залишилося маси

$$847,8 - 24,48 = 823,32 \text{ кг}$$

$$n_{\text{сум}} = \frac{847,8 \cdot 56,68}{823,32} = 58,4 \%$$

3 варіння

Ведеться під час розрідження 300 мм рт. ст., $t = 85^{\circ}\text{C}$

3.1. Витрати тепла на нагрівання внутрішньої частини апарату

$$Q_1 = 1300 \cdot 0,481 \cdot (113,96 - 101) = 8104 \text{ кДж}$$

$$t_k = \frac{142,92 + 85}{2} = 113,96^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = \frac{142,92 + 59}{2} = 101^{\circ}\text{C}$$

3.2. Витрати тепла на підігрівання суміші до температури 85°C :

$$Q_2 = 823,32 \cdot 2,58 \cdot (85 - 59) = 55228 \text{ кДж}$$

$$C_{\text{сум}} = 4190 - 27,65 \cdot 58,4 = 2575,2 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)} = 2,58 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)}$$

3.3. Загальні витрати тепла під час 3 варіння з урахуванням 3 % втрат:

$$Q_{\text{заг}} = 1,03 \cdot (8104 + 55228) = 65232 \text{ кДж}$$

3.4. Тривалість підігрівання до 85°C

$$\tau = \frac{16325,5}{1,3 \cdot 3,7 \cdot 71} = 190,7 \text{ с} = 3,2 \text{ хв}$$

Приймається 4 хв.

$$\frac{\Delta t_n}{\Delta t_k} = \frac{142,92 - 59}{142,92 - 85} = \frac{84}{58} = 1,5 < 2$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{84 + 58}{2} = 71^{\circ}\text{C}$$

3.5. Витрати пари на підігрівання під час 3 варіння:

$$D = \frac{65232}{2735 \cdot 601} = 30,1 \text{ кг}$$

3.6. Інтенсивність витрати пари:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_4 = \frac{30,1 \cdot 60}{4} = 451,5 \text{ кг/год.}$$

3.7. Залишилося випарити вологи:

$$823,32 - 696,4 = 126,92 \text{ кг}$$

3.8. Витрати тепла на випаровування під вакуумом:

$$Q = 126,92 \cdot 2294 = 291154 \text{ кДж}$$

3.9. Час, необхідний для випаровування цієї кількості вологи:

$$\tau = \frac{291154}{1,2 \cdot 3,7 \cdot (142,92 \cdot 85)} = 1045 \text{ с} = 17,4 \text{ хв} \approx 18 \text{ хв}$$

3.10. Витрати пари на випаровування вологи:

$$D = \frac{291154}{2723 - 558} = 134,5 \text{ кг}$$

3.11. Інтенсивність витрати пари:

$$D_5 = \frac{134,5 \cdot 60}{18} = 448,3 \text{ кг/год}$$

3.12. Діаметр паропроводу розраховують за найбільшою інтенсивністю витрат пари– 650,8 кг/год:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot D}{3600 \cdot \pi \cdot v \cdot \rho}}, \text{ м} \quad (3.38)$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 650,8}{3600 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot 2,125}} = 0,052 \text{ м}$$

Згідно з стандарту вибираємо діаметр $d_{\text{вн}} = 60 \text{ мм}$.

3.13. Цикл роботи вакуум-апарату.

Таблиця 3.3 - Цикл роботи вакуум-апарату

Фази роботи	Назва операцій	Час у хвиликах
	1. Створення розрідження	5
	2. Завантаження апарату	5
	3. Пониження розрідження до 200 мм рт.ст.	5
1 варіння	4. Підігрівання до 91°C	15 (розрахунковий)
	5. Кипіння	15
	6. Охолодження при 400 мм рт.ст. t=80°C	10
	7. Зниження розрідження до 300 мм рт. ст.	5

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фази роботи	Назва операцій	Час у хвиликах
2 варіння	8. Підігрівання до 85°C	1(розрахунковий)
	9. Кипіння	15
	10. Охолодження при розрідженні 600мм рт.ст. t = 59°C	10
	11.Зниження розрідження до 300мм рт.ст.	5
3 варіння	12. Підігрівання до t = 85°C	4 (розрахунковий)
	13. Кипіння	18 (розрахунковий)
	14. Порушення вакууму	5
	15. Розвантаження варення при температурі фасування 85°C	5
Всього		123 хв.

3.14. Розраховуємо необхідну кількість апаратів:

$$n = \frac{1553,32 \cdot 123}{60 \cdot 1250} = 2,54 \text{ шт.}$$

Приймається 3 апарати

3.15. Інтервал завантаження:

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot 1250}{1553,32} = 48,3 \approx 49 \text{ хв.}$$

3.16. Графік роботи вакуум-апаратів наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Графік роботи вакуум-апаратів

Процес	Час початку (закінчення) операцій у год.-хв. на апаратах			
	№1	№2	№3	№1
1.Створення вакууму (початок)	9-00	9-49	10-38	11-27
2.Створення вакууму (кінець)	9-05	9-54	10-43	
3. Завантаження (кінець)	9-10	9-59	10-48	
4.Зниження розрідження (кінець)	9-15	10-04	10-53	
5.Підігрівання (кінець)	9-30	10-19	11-08	
6.Кипіння (кінець)	9-45	10-34	11-23	
7.Охолодження (кінець)	9-55	10-44	11-33	
8.Зниження розрідження (кінець)	10-00	10-49	11-38	
9.Підігрівання (кінець)	10-01	10-50	11-39	
10.Кипіння (кінець)	10-16	11-05	11-54	
11.Охолодження (кінець)	10-26	11-15	12-04	
12. Зниження розрідження (кінець)	10-31	11-20	12-09	

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес	Час початку (закінчення) операцій у год.-хв. на апаратах			
	№1	№2	№3	№1
13.Підігрів (кінець)	10-35	11-24	12-13	
14.Кипіння (кінець)	10-53	11-42	12-31	
15.Порушення вакууму (кінець)	10-58	11-47	12-36	
16.Розвантаження (кінець)	11-03	11-52	12-41	

Тепловий розрахунок двостінного котла для виробництва консервів «Джем яблучний»

1 фаза – підігрівання.

1 . Витрати тепла на нагрівання апарату.

1.1. Витрати тепла на нагрівання внутрішньої мідної частини:

$$Q_1 = G_M \cdot C_M \cdot (t_k - t_{\text{п}}), \text{кДж} \quad (3.39)$$

Q_1 – витрати тепла на нагрівання внутрішньої мідної частини, кДж

G_M – маса внутрішньої мідної частини, кг;

C_M – питома теплоємність міді; $C_M = 0,394$ кДж/кг.

t_k – кінцева температура нагрівання внутрішньої мідної частини, °С

$t_{\text{п}}$ – початкова температура внутрішньої мідної частини, °С.

Маса внутрішньої мідної частини апарату

$$G_M = 2\pi R^2 \cdot \sigma_M \cdot \rho_M \text{ кг} \quad (3.40)$$

R – радіус котла $R = 0,45$ м.;

σ_M – товщина мідної частини $\sigma_M = 0,004$ м.;

ρ_M – густина міді, кг/м³, $\rho_M = 8900$ кг/м³.

$$G_M = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 \cdot 0,004 \cdot 8900 = 45,2 \text{ кг.}$$

Кінцева температура нагрівання внутрішньої мідної частини апарату:

$$t_k = \frac{t_{\text{п}} + t_{\text{к.пр}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{С} \quad (3.41)$$

t_k – кінцева температура нагрівання внутрішньої частини апарату, °С;

$t_{\text{п}}$ – температура гріючої пари, °С $t_{\text{п}} = 143$ °С;

$t_{\text{к пр}}$ – кінцева температура продукту, °С.

$$t_k = \frac{143 + 98}{2} = 120,5 \text{ } ^\circ\text{С}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_1 = 45,2 \cdot 0,394(120,5 - 20) = 1790 \text{ кДж}$$

1.2. Витрати тепла на нагрів зовнішньої сталеві частини:

$$Q_2 = G_{CT} \cdot C_{CT}(t_K - t_{II}) \quad (3.42)$$

Маса зовнішньої сталеві частини

$$G_{CT} = 2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \delta_{CT} \cdot \rho_{CT}, \text{ кг} \quad (3.43)$$

R_1 – радіус парової рубашки, м; $R = 0,5075$ м.;

δ_{cm} – товщина стінки, м; $\delta_{CT} = 0,01$ м.;

ρ_{cm} – густина сталі, $\rho_{cm} = 7850$ кг/м³.

$$G_{CT} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,5075^2 \cdot 0,01 \cdot 7850 = 126,9 \text{ кг}$$

$$Q_2 = 126,9 \cdot 0,48(143 - 20) = 7492 \text{ кДж}$$

1.3. Витрати тепла на підігрівання води:

$$Q_3 = G_{np} \cdot C_{np}(t_K - t_{II}), \text{ кДж} \quad (3.44)$$

Маса продукту, що завантажується в котел:

$$G_{np} = V \cdot \rho \cdot f, \text{ кг} \quad (3.45)$$

V – об'єм сферичної частини котла, м³;

ρ – густина води, кг/м³;

f – коефіцієнт заповнення сферичної частини котла, $f = 1$.

Об'єм сферичної частини котла:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot R^3, \text{ м}^3 \quad (3.46)$$

$$V = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,5^3 = 0,19, \text{ м}^3$$

$$G_{np} = 0,19 \cdot 1289 \cdot 1 = 245 \text{ кг}$$

$$Q_3 = 245 \cdot 2,768 \cdot (98 - 20) = 52896 \text{ кДж}$$

2. Витрати тепла на випаровування вологи з поверхні продукту під час нагрівання:

$$Q_4 = W \cdot r, \text{ кДж} \quad (3.47)$$

Q_4 – витрати тепла на випаровування вологи, кДж;

W – кількість вологи, що випаровується, кг;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

r – теплота пароутворення під час температури $t = 59\text{ }^{\circ}\text{C}$, $r = 2359\text{ кДж/кг}$

$$W = W_c \cdot \tau \cdot F_{\text{п}}, \text{ кг} \quad (3.48)$$

W_c – кількість вологи, що випаровується з поверхні продукту в котлі за 1 секунду, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$;

τ – тривалість процесу, хв.;

$F_{\text{п}}$ – площа фактичної поверхні випаровування, м^2

Визначається за номограмою за середньої температури продукту.

$$t_c = \frac{t_K + t_{\text{п}}}{2}, \quad (3.49)$$

$$t_{\text{сп}} = \frac{98 + 20}{2} = 59\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Тоді $W_c = 0,002\text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$, а з врахуванням фактичної поверхні випаровування при діаметрі котла $0,9\text{ м}$ – $0,0013\text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$

$$Q_4 = 0,0013 \cdot \tau \cdot 2359 = 3,067\tau\text{ кДж}$$

3. Витрати тепла у оточуюче середовище:

$$Q_5 = F_A \cdot L_0 \cdot \tau (t_{\text{ст}} - t_{\text{пов}}) \quad (3.50)$$

F_A – площа зовнішньої поверхні котла, м^2 ;

L_0 – сумарний коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$t_{\text{ст}}$ – середня температура стінки, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{пов}}$ – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{пов}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Площа зовнішньої поверхні котла:

$$F_A = 2 \cdot \pi \cdot R_2^2, \text{ м}^2 \quad (3.51)$$

R_2 – зовнішній радіус парової рубашки, м; $R_2 = 0,5175\text{ м}$

$$F_A = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,5175^2 = 1,68\text{ м}^2$$

Середня температура стінки

$$t_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{пп}} + t_{\text{п}}}{2}, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.52)$$

$t_{\text{пп}}$ – температура пари, $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{п}}$ – початкова температура зовнішньої поверхні котла, $^{\circ}\text{C}$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{cr} = \frac{143 + 20}{2} = 81,5^{\circ}\text{C}$$

$$L_0 = (9,3 + 0,058 \cdot 81,5) \cdot 0,001 = 0,0140 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$$

$$Q_5 = 1,68 \cdot 0,0140 \cdot \tau(81,5 - 20) = 1,446\tau$$

4. Загальні витрати тепла у I фазі

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{кДж} \quad (3.53)$$

$$Q_{заг} = 1790 + 7492 + 59896 + 3,066\tau + 1,446\tau = 62178 + 4,51\tau$$

5. Тривалість нагрівання

$$Q_{заг} = K \cdot Fa \cdot \Delta t_{сер} \cdot \tau, \quad (3.54)$$

K – коефіцієнт тепловіддачі від пари до продукту, Вт/(м²·град),

$$K=564 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град)}$$

$$\Delta t_{сер} = \frac{143 - 20}{143 - 98} = 27, \text{ тобто } > 2$$

Виходячи з цього $\Delta t_{сер}$ визначають як логарифмічне

$$\Delta t_{сер} = \frac{(143 - 20) - (143 - 98)}{2,3 \lg \frac{143 - 20}{143 - 98}} = 79^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{заг} = 0,564 \cdot 1,68 \cdot 79\tau, \text{кДж}$$

$$62178 + 4,51\tau = 74,85\tau$$

$$\tau = \frac{62178}{70,34} = 884 \text{ с} = 14,7 \text{ хв}$$

Приймається 15 хв.

Загальні витрати тепла на підігрівання:

$$Q_{заг} = 62178 + 4,513 \cdot 884 = 66165 \text{ кДж}$$

6. Витрати пари у I фазі

$$D = \frac{Q_{заг}}{i_{п} - i_{к}} \text{ кг} \quad (3.55)$$

$i_{п}$ – ентальпія пари - 2735 кДж/кг, $i_{к}$ – ентальпія конденсату - 601,2 кДж/кг

$$D = \frac{66165}{2735 - 601,2} = 31 \text{ кг}$$

7. Інтенсивність витрат пари у I фазі:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_1 = \frac{31 \cdot 60}{15} = 124 \text{ кг / год}$$

2 фаза – кипіння.

1. Витрати тепла на випаровування вологи

$$Q = W \cdot r, \text{ кДж} \quad (3.56)$$

Кількість випареної вологи приймаємо аналогічно з 1 фазою - 0,0013 кг/с

Тривалість варіння цукрового сиропу за інструкцією 5-10 хв.

$$Q_1 = 0,0013 \cdot 2359 \cdot 300 = 920 \text{ кДж}$$

2. Втрати в оточуюче середовище (визначаємо аналогічно з 1 фазою):

$$Q_2 = 1,68 \cdot 0,014 \cdot 300 \cdot (81,5 - 20) = 434 \text{ кДж}$$

3. Загальні витрати тепла у II фазі:

$$Q_{\text{заг}} = 920 + 434 = 1354 \text{ кДж}$$

4. Витрати пари у II фазі:

$$D = \frac{1354}{2735 - 601,2} = 0,63 \text{ кг}$$

5. Інтенсивність витрат пари на кипіння

$$D_2 = \frac{0,63 \cdot 60}{5} = 7,56, \text{ кг/год}$$

6. Так як $D_1 > D_2$, то діаметр трубопроводу (d) розраховується за інтенсивністю витрати пари у I фазі:

$$d = \sqrt{\frac{4D}{3600 \cdot \pi \cdot V \cdot \rho}}, \text{ м} \quad (3.57)$$

V – швидкість пари, V = 40 м/с

ρ – густина пари за температури $t = 143 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 2,125 \text{ кг/м}^3$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 124}{3600 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot 2,125}} = 0,00227, \text{ м}$$

За стандартом вибираємо діаметр паропроводу $d = 33,5 \text{ мм}$.

7. Кількість котлів розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{G \cdot \tau_u}{60 \cdot E}, \text{ шт.} \quad (3.58)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G – необхідна кількість цукрового сиропу;

E – ємність котла, м³; τ_ц – час циклу.

Тривалість повного циклу оброблення продукту складається із:

- завантаження – 5хв.;
- підігрівання – 15хв.;
- кипіння – 5хв.;
- розвантаження – 5хв.

Повний цикл оброблення становить 30 хвилин.

$$n = \frac{796,44 \cdot 30}{60 \cdot 150} = 2,6$$

Приймаємо 3 котли.

8. Інтервал завантаження котлів розраховуємо:

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot E}{G} \quad (3.59)$$

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot 150}{796,44} = 11,3 \approx 12 \text{ хв}$$

Графік роботи котлів наведений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Графік роботи котлів

Процес	Час початку (закінчення) операції (в год-хв)			
	№1	№ 2	№3	№1
Завантаження (початок)	9-00	9-12	9-24	9-36
Підігрівання (початок)	9-05	9-17	9-29	
Кипіння (початок)	9-20	9-32	9-44	
Розвантаження (початок)	9-25	9-37	9-49	
Розвантаження (кінець)	9-30	9-42	9-54	

Повний цикл оброблення становить 30 хвилин.

$$n=1024,16 \times 30/60 \times 150 = 3,4 \text{ шт.}$$

Приймається 4 котли.

9. Інтервал завантаження котлів розраховуємо:

$$\Delta\tau = \frac{60 \cdot E}{G} \quad (3.60)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta\tau = 60 \times 150 / 1024,16 = 8,79 \text{ год-хв}$$

Графік роботи котлів наведений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Графік роботи котлів

Процес	Час початку (закінчення) операції (в год-хв)				
	№1	№ 2	№3	№4	№1
Завантаження (початок)	9-00	9-09	9-18	9-27	9-36
Підігрівання (початок)	9-05	9-14	9-23	9-32	
Кипіння (початок)	9-20	9-29	9-38	9-47	
Розвантаження (початок)	9-25	9-34	9-43	9-52	
Розвантаження (кінець)	9-30	9-39	9-48	9-57	

3.3. Підбір технологічного обладнання

Підбір технологічного обладнання наведений в додатку Б.

Висновки за розділом 3

1. Проведений розрахунок технологічного обладнання періодичної дії (інспекційні конвеєри, пастеризатори, вакуум-випарні апарати, варильні котли).
2. Виконано теплові розрахунки вакуум-випарних апаратів для варіння джему і варення, двостінних варильних котлів для приготування цукрового сиропу для виробництва джему і варення.
3. Проведено підбір технологічного обладнання для технологічних ліній з виробництва фруктових консервів «Джем яблучний» та «Варення з кісточкових».

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

Селище міського типу Білики є центром селищної територіальної громади. Територія громади знаходиться у південній частині Полтавщини. До проведення адміністративної реформи 2020 року ця територія була у складі Кобеляцького району. Територія громади має зручне розташування і знаходиться на відстані 51 км від обласного центру — міста Полтави, та на відстані 14 км від сусіднього міста Кобеляки, а також через територію пролягає залізнична вітка зі станцією в с. Ліщинівка, що свідчить про розвинену транспортну та логістичну інфраструктуру. Географічними координатами смт Білики є: 49°15'03" північної широти і 34°16'17" східної довготи. Висота над рівнем моря – 81 м. Клімат регіону помірно-континентальний, для якого притаманне м'яка зима і тепле, останніми роками навіть посушливе, літо. Середня січнева температура в регіоні становить мінус 6,5 °С, а липнева – коливається в межах плюс 20 °С...плюс 21 °С. Середньорічна кількість опадів складає 500 – 600 мм.

Переважаючими є вітри західного та північно-західного напрямків.

4.1. Опис генерального плану переробного підприємства

Ділянка для будівництва переробного підприємства знаходиться на західній окраїні селища Білики. Зі східної сторони від ділянки забудови знаходяться землі с. Мирне і вул. Злагоди смт. Білики, з північної сторони – вул. Кобеляцький шлях смт Білики, а з південної сторони також вул. Злагоди і угіддя с. Вишневе. На відстані 1 км з західної сторони проходить автошлях М-22 міжнародного значення, який сполучає Полтавську і Кіровоградську області.

Переробне підприємство на генеральному плані розміщене за вимогами діючих нормативних документів, враховуючи вимоги організації основних і допоміжних процесів, схеми руху автомобільного транспорту

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа території сільської громади, де буде побудовано нове переробне підприємство, вільна від забудови. Вона відділена від житлового масиву наявністю 50 метрової санітарно-захисної зони. Використання принципу функціонального дозування дозволило розділити територію підприємства на зони.

До вхідної зони віднесені: адміністративний корпус (л.1, поз. 3), прохідна (л.1, поз. 4), фірмовий магазин (л.1, поз. 6), автоваги (л.1, поз. 12).

У зоні основного виробництва знаходиться цех з виробництва фруктових консервів (л.1, поз. 1), побутовий корпус (л.1, поз. 2), лабораторія (л.1, поз. 5).

У складській зоні розміщені склади: готової продукції (л.1, поз. 7), скляної тари (л.1, поз. 11), пакувальних матеріалів (л.1, поз. 20) та фруктосховище (л.1, поз. 8).

До підсобної зони віднесені: компресорна (л.1, поз. 10), котельня (л.1, поз.13), газорозподільний пункт (л.1, поз.14), трансформаторна підстанція (л.1, поз.15), пісковловлювач (л.1, поз. 16), насосна станція (л.1, поз.16), водонапірна башта (л.1, поз. 17), артезіанська свердловина (л.1, поз.18), резервуари для води (л.1, поз. 19), очисні споруди (л.1, поз. 22), майданчик для сміттєзбірників (л.1, поз. 24), майданчик для склобою (л.1, поз. 25), механічна майстерня (л.1, поз. 26), пісковловлювач (л.1, поз. 27).

У транспортній зоні розміщено гараж з автомайстернею (л.1, поз. 9), стоянка спецтранспорту (л.1, поз. 21).

Сировина на підприємство надходитиме автомобільним транспортом через східні ворота і автомобільні ваги, які знаходяться зі сторони вул. Злагоди, а готова продукція буде відвантажуватися також автомобільним транспортом, але через західні ворота.

Працівники потрапляють на територію підприємства, пройшовши через прохідну (л.1, поз. 4), а потім у побутовий корпус (л.1, поз. 2), який з'єднано на рівні другого поверху теплим переходом з виробничим цехом (л.1, поз. 1).

Скляна тара буде надходити із запроєктованого складу скляної тари (л.1, поз. 11), який розміщений у північній частині території підприємства (л.1, поз. 11).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарні розриви між будівлями, освітлюваними через віконні отвори, прийняті не менше найбільшої висоти до верху карнизу протилежної будівлі і складають 9-12 м.

Відстань від краю проїжджої частини автомобільної дороги до будівель запроектована – 1,5-3 м. До всіх будівель та споруд запроектований вільний під'їзд автомобільного транспорту на випадок пожежі. Покриття проїздів, тротуарів, запроектованих майданчиків передбачене асфальтове.

Взаємне розміщення будівель і споруд прийняте з врахуванням технологічної схеми виробництва, функціонування допоміжних виробництв, інженерних комунікацій, забезпечуючи людські та вантажні потоки, які не перетинаються. Забезпечене раціональне приєднання до автомобільних шляхів.

Для зручності завантажувально-розвантажувальних робіт передбачені спеціальні виїзди розмірами 12x12 м до сировинного майданчику, в'їзди та виїзди із складів тари, готової продукції та інших споруд.

Територія підприємства огорожена глухими залізобетонними панелями.

Для забезпечення функціонування на території автомобільного транспорту, який є основним на підприємстві, запроектована кільцева мережа автомобільних проїздів і площадок з двостороннім рухом, що забезпечить необхідні зв'язки між будівлями, а також може використовуватися для протипожежних потреб.

Територія переробного підприємства має два в'їзди шириною 4,5 м, обладнаних дезбар'єром.

Тротуари для працюючих запроектовані шириною 1,5 м. Територія ділянки підлягає благоустрою та озелененню шляхом насадження вздовж периметру промайданчика декоративних дерев.

На території переробного підприємства передбачена єдина система інженерних мереж, розміщені вони у спеціально відведених технічних смугах шириною до 10 м, поза проїжджою частиною майданчика, у каналах під ділянками зелених насаджень і тротуарами.

Електропостачання промислових будівель здійснюється підключенням до кабелів Полтаваобленерго через трансформаторну підстанцію запроектовану на території підприємства (л.1, поз. 15).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водопровідні зовнішні мережі водопроводу запроектовані замкненими і підключені до магістральних мереж місцевого водопроводу.

На водопровідній мережі встановлені колодязі, обладнані пожежними підставками з гідрантами. Для поливання території і зелених насаджень запроектовані поливальні крани із зовнішнього боку будівлі через 50 м.

Каналізаційні самотічні мережі прокладені з врахуванням рельєфу місцевості до очисних споруд, які розміщені в пониженій частині майданчика. Споруди механічного очищення виробничих стічних вод на проммайданчику розміщені з підвітряної сторони.

Газопостачання до котельні (л.1, поз.12) здійснюється через газорозподільний пункт (л.1, поз. 14) від місцевого газопроводу. Тепломережі з котельні пролягають до всіх споруд та будівель. Електропостачання переробного підприємства здійснюється від трансформаторної підстанції (л.1, поз.15) встановленої на території підприємства через силові кабелі .

Територія переробного підприємства має два в'їзди шириною 4,5 м з північно-західної та східної сторони території підприємства. При в'їздах передбачено проведення дезінфекції коліс автотранспорту обладнаними дезбар'єрами.

Територія переробного підприємства озеленена шляхом насадження дерев по периметру, газонів, квітників, є місця для відпочинку працівників.

Технічні показники генерального плану переробного підприємства:

- 1) загальна площа території переробного підприємства – 3,50 га;
- 2) площа забудови - 9552 м²;
- 3) площа озеленення – 10660 м²;
- 4) щільність забудови – 27,0 %;
- 5) площа використаної території – 2,02 га;
- 6) коефіцієнт використаної території – 57,0 %.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Архітектурно-будівельні рішення будівлі

Запроектований фруктовий цех - одноповерхова будівля, в осях 4-5 якої заплановано теплий перехід до побутового корпусу. Виробничий цех має розміри в плані – 84 x 18 м.

Розміри, застосованих в проєкті, конструктивних елементів уніфіковані.

Основною сіткою колон є 6 x 18 м, повна висота будівлі 10,0 м, а внутрішня висота 6,0 м.

Залізобетонні колони, висотою 6 м, відіграють у виробничому цеху роль основних елементів каркасу. Вони жорстко закріплені у фундамент.

Колони, які встановлені в цеху, виготовлені прямокутного перетину 600 x 800 мм за серією 1.423-3.

Фахверкові колони мають квадратний перетин 400 x 400 мм за серією 460-75. Склад покриття будівлі, окрім несучих конструкцій, має також огорожуючі елементи: настил, пароізоляцію, теплоізоляцію, вирівнювальний шар асфальту і покрівлю.

Несучими конструкціями покриття є сталеві стропильні ферми для прогонів 18 м, з нахилом верхнього поясу 1,5 % (серія 1.460-4).

В якості настилу використані залізобетонні ребристі плити розміром 3x6 м, вкладені на верхні пояси ферм і закріплені до них зварюванням. Пароізоляційним шаром є шар пергаменту, а теплоізоляційним керамзитна засипка товщиною 150 мм, на якій укладена цементно-пісчана стяжка.

Рулонна покрівля складається із 3 шарів руберойду, які наклеєні один поверх іншого на бітумній мастиці, кількість шарів розраховують, враховуючи 1,5 % нахил покрівлі.

З покриття передбачене внутрішнє паровідведення. Водовідвід складається з водозбірних воронки, труб для відведення і стоків.

Кріплення несучих конструкцій до прив'язочних осей відбувається наступним чином: своєю внутрішньою гранню зовнішні самонесучі стіни співпадають з поздовжніми та поперечними осями; крайні ряди колони розміщуються з «нульовою

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прив'язкою»; зміщені відносно осі на 500 мм колони торцевих стін та температурного шва.

Жорсткість елементів каркасу в цеху забезпечують металеві зв'язки, які запроектовані між колонами в осях 8-9.

Деформаційний шов передбачений по осі 10 шляхом встановлення спарених колон, вісь його суміщена з розбивочною віссю, а осі колон зміщені на 500 мм відносно осі шва.

Під колони каркасу використані окремо розміщені залізобетонні стовпчасті фундаменти за серією 1.412-2/77, які мають ступінчасту форму. Стікан фундаменту, куди вставлені колони, замонолічують бетоном.

Закладається фундамент на глибині промерзання ґрунту помноженій на 1,2 і становить: $0,8 \cdot 1,2 = 0,96$ м.

В якості огорожуючих конструкцій у виробничому цеху використані стіни та перегородки. Зовнішні стіни є цегляні, самонесучі, їх товщина 510 мм і вони виконують тільки огорожуючі функції. Стійкість торцевих стін забезпечують колони фахверка, які встановлені з нульовою прив'язкою між колонами основного каркасу з кроком 6 м. Перегородки мають товщину 120 мм, вони розділяють внутрішні об'єми будівлі на окремі виробничі, складські, допоміжні та інші приміщення.

Вікна. Ворота. Двері. Розміри та розміщення віконних прорізів передбачені відповідно до вимог раціонального освітлення цеху.

Проектом передбачено 13 вікон розмірами 3,0 x 3,0 – В1, 5 зовнішніх воріт та дверей: 2 зовнішніх воріт – Д5 розміром 3 x 3 м, 2 дверей Д4 розміром 1,85 x 3,0 м і одні двері Д3 розміром 1,5 x 2,2 м. Внутрішні цехові двері є одно- і двостулковими з розмірами: 1 x 2 м; 1,5 x 2,2 м.

Усі двері відкриваються назовні у напрямку евакуації.

У виробничому цеху в осях 4-5 передбачені залізобетонні сходи, вони ведуть на другий поверх виробничого цеху, до теплового переходу у побутовий корпус.

Кількість сходів визначається за формулою:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{cx} = \frac{H_{нов}}{h_{cx}}, \quad (4.1)$$

$H_{нов}$ – висота поверху, м; $H_{нов} = 3,0$ м;

h_{cx} – висота присхідець, м; $h_{cx} = 0,15$ м.

$$n_{cx} = \frac{3,0}{0,15} = 20 \text{ шт.}$$

Кількість сходів у марші визначається за формулою:

$$n_m = \frac{n_{cx}}{2}, \quad (4.2)$$

$$n_m = \frac{20}{2} = 10 \text{ шт.}$$

Довжина маршу визначається за формулою:

$$l = n_m \cdot 300, \quad (4.3)$$

$$l = 10 \cdot 300 = 3000 \text{ мм.}$$

Нахил сходів прийнято 1:2.

У виробничому цеху є підлога, яка влаштована по ущільненому ґрунту і має покриття у виробничих приміщеннях з бетонних плит, а у допоміжних та побутових - дерев'яне або з використанням лінолеуму. На рампах передбачене асфальтове покриття.

Внутрішні стіни будівлі покриті штукатуркою, в адміністративно-побутових приміщеннях облицьовані керамічною плиткою.

Основні технічні показники цеху:

- 1) площа забудови, $P_{заб} = 1512 \text{ м}^2$;
- 2) робоча площа, $P_{роб} = 1120 \text{ м}^2$;
- 3) загальна площа, $P_{заг} = 1410 \text{ м}^2$;
- 4) будівельний об'єм: $P_{заб} \cdot H_{буд} = 15420 \text{ м}^3$;
- 5) планувальний коефіцієнт: $K_1 = \frac{P_{роб}}{P_{заг}} = 0,80$;
- 6) об'ємний коефіцієнт: $K_2 = \frac{V_{буд}}{P_{роб}} = 13,70$.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Розрахунок об'єктів генерального плану

Розрахунок площі сировинного майданчику

Сировинний майданчик, на якому відбувається короткочасне зберігання сировини, приєднаний безпосередньо до технологічного цеху.

Дані для розрахунку площі сировинного майданчику наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Дані для розрахунку сировинного майданчику

№ п\п	Назва сировини	Годинна продуктивність, тоб	Норми витрат сировини, кг/тоб	Допустимий строк зберігання, год	Навантаження на 1м ² площі, кг
1.	Сливи	2,14	226,05	24	400
2.	Яблука	2,43	262,49	48	400

Площа сировинного майданчику розраховується за формулою:

$$F' = \frac{T \cdot P \cdot \tau_{зб}}{q}, \quad (4.4)$$

F' - площа сировинного майданчику без урахування проходів, м²;

T – норма витрат сировини, кг/тоб;

P – продуктивність лінії, тоб/год.;

$\tau_{зб}$ - допустимий строк зберігання сировини, год.;

q – навантаження на 1 м² площі, кг.

В запроєктованому цеху одночасно працюють технологічні лінії з виробництва консервів «Джем яблучний» і «Варення із слив». Площа сировинного майданчику складе:

$$F' = 76,54 + 29,02 = 105,56 \text{ м}^2$$

З урахуванням проходів розрахована площа збільшується на 50 %:

$$F = 1,5 \cdot 105,56 = 158,34 \text{ м}^2$$

На сировинному майданчику 80 м² площі займає технологічне обладнання, що відповідно збільшує його площу до 238,34 м².

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина сировинного майданчику приймається рівною ширині цеху, який проектується і складає 18 м.

Таким чином, визначається довжина сировинного майданчику:

$$238,34 : 18 = 13,24 \text{ м.}$$

Приймається 18 м.

Загальна площа сировинного майданчику складе:

$$18 \times 18 = 324 \text{ м}^2.$$

Розрахунок площі складу скляної тари

Площу складу скляної тари розраховують на зберігання 100 % кількості тари, необхідної для фруктового цеху в III кварталі.

Потреби в тарі III-82-650 для запроєктованого цеху в III кварталі складуть:

- для виробництва консервів «Варення з кісточкових» :

$$144 \times 7 \times 982 = 989856 \text{ шт.}$$

- для виробництва консервів «Джем яблучний»:

$$61 \times 7 \times 1198 = 511546 \text{ шт.}$$

Загальна потреба в тарі III-82-650 становить 1501402 шт.

Биття склотари на виробничих процесах нормується 6,5 % від загальної кількості. З урахуванням биття склотари, загальна потреба цеху у тарі III-68-650 складає:

$$1501402 + (0,065 \times 1501402) = 1598994 \text{ шт.}$$

Склотара III-82-650 у складі зберігається в пакет-піддонах по 728 шт. у кожному пакет-піддоні. Штабелюють її по 3 пакет-піддони.

Таким чином, розрахункова площа складу скляної тари складе:

$$1598993 / 728 \times 3 = 732,2 \text{ м}^2$$

З урахуванням проїздів і проходів, які займають 20 % (146,4 м²), площа складу скляної тари складе:

$$732,2 + 146,4 = 878,6 \text{ м}^2$$

До початку сезону переробки частину склотари дозволяють зберігати у складі готової продукції, використовуючи до 50 % його площі, що складає 445 м².

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Врахувавши площу складу готової продукції, яка використовується для зберігання склотари, площа складу скляної тари складе:

$$878,6 - 445 = 433,6 \text{ м}^2$$

Біля мийної машини у виробничому цеху передбачено запас склотари на одну-дві доби роботи цеху, що становить 144 м^2 .

З урахуванням площі, яка зайнята для зберігання запасу скляної тари у цеху, площа складу скляної тари складе:

$$433,6 - 144 = 289,6 \text{ м}^2$$

Ширина складу скляної тари приймається 18 м . Звідси довжина складу складе:

$$289,6 : 18 = 16,1 \text{ м}$$

Приймаємо 18 м .

Таким чином, повна площа складу скляної тари дорівнює: 324 м^2 .

Розрахунок площі складу готової продукції

Площу складу готової продукції розраховують на зберігання 50% продукції, що вироблена підприємством за два суміжних місяці з максимальним виробітком продукції.

Площа складу визначається, виходячи з розрахункової кількості неупакованої в тару продукції, в залежності від асортименту і графіку роботи підприємства.

Продукція зберігається на складі в штабелях висотою 3 м , з навантаженням $2,7 \text{ тоб/м}^2$ [16].

Максимальне виготовлення продукції заплановане на вересень та жовтень і складає 5979 тоб , а 50% від цієї кількості становить 2990 тоб .

Площа складу готової продукції складе: $2990 : 2,7 = 1107 \text{ м}^2$.

В запроєктованому цеху передбачений склад готової продукції площею 216 м^2 . Тоді площа окремо побудованого складу готової продукції складе:

$$1107 - 216 = 891 \text{ м}^2$$

Ширина складу – 30 м , тоді його довжина становить: $891 : 30 = 29,7 \text{ м}$.

Приймаємо довжину складу 30 м .

Розрахунок площі складу цукру

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа складу для зберігання цукру, розраховується на 100 % потреби у III кварталі.

У III кварталі потреба у цукрі складе:

- для консервів «Варення з вишні»:

$$25 \times 3644,62 = 91115,5 \text{ кг}$$

- для консервів «Варення з аличі»:

$$42 \times 3898,72 = 163746,2 \text{ кг}$$

- для консервів «Варення з слив»:

$$77 \times 3798,90 = 292515,3 \text{ кг}$$

- для консервів «Джем яблучний»:

$$61 \times 3959,9 = 241554 \text{ кг}$$

Загальна потреба в цукрі складе: 788931 кг.

Навантаження на 1м² площі у випадку зберігання цукру складає 2,2 т.

Площа складу складе:

$$788,93 : 2,2 = 358,6 \text{ м}^2$$

У виробничому цеху передбачений склад площею 38,5 м².

Площа окремо запроєктованого складу для зберігання цукру складе:

$$358,6 - 38,5 = 320,1 \text{ м}^2$$

Ширина складу складе:

$$320,1 : 18 = 17,8 \text{ м}$$

Приймаємо 18 м.

Загальна площа складу становить: 18 x 18 = 324 м²

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки за розділом 4

1. Наведено інженерну частину будівництва переробного підприємства з проектуванням технологічного цеху з виробництва фруктових консервів на території Білицької територіальної громади Полтавської області.

2. Розроблено генеральний план переробного підприємства з дотриманням нормативних вимог.

3. Наведено опис архітектурно-будівельних рішень будівлі цеху з виробництва фруктових консервів.

4. Проведено розрахунок об'єктів генерального плану переробного підприємства (площі сировинного майданчику, складів тари, готової продукції, цукру).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА

Технологічний цех з виробництва фруктових консервів розміщений на переробному підприємстві, яке знаходиться на території Білицької територіальної громади Полтавської області.

Під час проведення проектування враховані основні вимоги Закону України «Про охорону праці», який затверджений Постановою Верховної Ради України від 14.10.02 р. № 2696-ХІІ та виконані заходи для підвищення техніки безпеки під час експлуатації будівель і споруд.

5.1. Безпека праці та промислова санітарія

Виробничий цех з виробництва фруктових консервів розміщений в одноповерховій будівлі висотою поверхню 6,0 м і повею висотою будівлі 10,0 м.

У виробничому цеху технологічне обладнання розміщене згідно вимог ДБН В.2.2-27:2025 Промислові будівлі.

Під час проектування цеху з виробництва фруктових консервів враховані вимоги нормативних документів для гарантування безпечних умов праці:

- технологічне обладнання розміщене послідовно відповідно до технологічних схем;
- правильно організовані робочі місця;
- забезпечено безпечні умови для обслуговування та ремонту обладнання;
- максимально можливе застосування природного освітлення та можливість надходження свіжого повітря.

Під час розміщення технологічного обладнання дотримано виконання вимог ДСТУ prEN 1672-1-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки (prEN 1672-

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1:1994, IDT) з техніки безпеки, виробничої санітарії, норм наукової організації праці:

- не менше 1 м між окремими машинами;
- не менше 1,8 м між паралельно розташованими конвеєрами;
- не менше 1,4 м між конвеєрами і стіною;
- не менше 0,8 м довжина робочого місця.

Розміщено устаткування у виробничому відділенні відповідно до його функціонального призначення.

На кожному виробничому процесі є інструкція з безпеки праці, розроблена згідно вимогам НПАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці, для транспортувальника; контролера для відбору проб сировини та напівфабрикатів; варильника; апаратника пастеризаційних апаратів; апаратника наповнювальних автоматів; апаратника закупорювальних автоматів; приймального-здавальника готової продукції.

Завантажувально-розвантажувальні операції у виробничому цеху проводяться перекидачем ящикних піддонів (л.2, поз. 18) на лінії переробки яблук та ящикоперекидачем (л.2, поз 1) на лінії переробки кісточкових, скляна тара подається пластинчастими транспортерами, теплова обробка готової продукції проходить у пастеризаторах (л.2, поз. 14, 24). Запроєктовані заходи зменшують використання ручної праці на трудомістких і важких видах робіт.

Перекидач ящикних піддонів (л.2, поз. 18), ящикоперекидач (л.2, поз 1), калібрувач (л.2, поз. 19), машини для первинного миття сировини (л.2, поз. 2) розміщені на критому сировинному майданчику, який примикає до виробничого цеху.

Вакуум-випарні апарати (л.2, поз. 9) для більш раціональної роботи виробничого процесу, розміщені на стаціонарних площадках висотою 2,5 м, які облаштовані поручнями висотою 1 м, ширина сходів – не менше 0,7 м.

Пастеризатори безперервної дії (л.2, поз. 14, 24) розміщені в окремому приміщенні, відстань між ними 1,95 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вакуум-випарні апарати (л.2, поз. 9), пастеризатори (л.2, поз. 14, 24), варильні котли (л.2, поз. 27) обладнані контрольно-вимірювальними пристроями, які автоматично зв'язані з органами управління обладнання.

У відділенні для миття тари та біля інспекційних конвеєрів передбачені дерев'яні трапи і настили.

Температуру та відносну вологість повітря у робочій зоні виробничих приміщень підтримують шляхом вентиляції та кондиціонування згідно норм технологічного проєктування [51].

У відповідності з вимогами нормативних документів в цеху передбачена природна і штучна вентиляція. Повітряне середовище, яке відповідає нормам гігієни праці, створюється за допомогою опалення, з використанням калориферів, а у побутових приміщеннях передбачені кондиціонери.

Виробничий цех обладнано господарсько-питним водопроводом, каналізацією, санітарно-технічними вузлами.

Проєктом передбачено побутовий корпус (л.1, поз. 2), де знаходяться санітарно-побутові приміщення, в яких розміщені душові кабінки, умивальники, унітази, пісуари.

Однією з умов попередження виробничого травматизму є раціональне освітлення виробничих приміщень і робочих місць відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

У виробничому цеху передбачено природне комбіноване освітлення за рахунок вікон, а штучне забезпечується освітлювальними установками. Технологічне обладнання відповідає вимогам виробничої санітарії, правилам безпечної експлуатації та пожежної безпеки згідно ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення та ДСТУ 3235-95 Устаткування овочефруктопереробної промисловості. Вимоги безпеки.

Крім робочого освітлення нормами передбачається встановлення аварійного, евакуаційного та охоронного освітлення.

В цеху використовується електроустаткування, яке повинно відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Відповідно до правил техніки безпеки під час експлуатації електроустановок, розроблені заходи до попередження електротравматизму:

- електроустановки відповідають правилам електробезпеки;
- струмоведучі частини устаткування огорожені і недоступні для випадкового доторкання;
- передбачено пристрій заземлення і випадкового відключення;
- застосовується безпечна напруга;
- до обслуговування електроустаткування допускаються особи належної кваліфікації і навчені правилам електробезпеки;
- застосовуються засоби індивідуального захисту.

5.2. Пожежна безпека

Під час проектування переробного підприємства передбачили комплекс протипожежних заходів за вимогами нормативних документів [39], спрямованих на запобігання пожеж, обмеження їх зони дії, успішне пожежегасіння та евакуацію працівників.

З метою виконання протипожежних заходів передбачено:

- правильність прийняття об'ємно-планувального рішення, врахувавши допустимі відстані до прилеглих будівель;
- будівельні конструкції, використані для будівництва, з матеріалів, які відповідають вимогам займистості, залежно від ступеню вогнестійкості будівлі;
- облаштування пожежної сигналізації;
- внутрішнє протипожежне водозабезпечення;
- наявність на території заводу пожежних гідрантів, пожежних щитів, спеціальних місць для куріння;
- розроблені шляхи евакуації працівників з приміщень у випадку пожежі.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За стандартом ISO 3941-2026 цех, що проектується, відноситься до класу пожежі Е – пожежі, пов’язані з горінням електроустановок, відповідно до норм технологічного проектування [52] – до категорії Д, площа цеху – 1512 м².

Необхідна кількість вогнегасників:

$$\frac{S_{\text{цеху}}}{S_{\text{зах.}}} = n_{\text{вогн}} \quad (5.1)$$

$$n_{\text{вогн.}} = 1512/1800 = 0,84$$

За розрахунками, з врахуванням площі виробничого цеху, потрібно передбачити 1 комплект вуглекислотних переносних вогнегасників типу ВВ-5., в комплекті знаходиться 2 шт.

Між вогнегасниками відстань становить не менше 70 м.

5.3. Охорона навколишнього природного середовища

Рішення, прийняті під час проектування переробного підприємства, стосовно охорони навколишнього природного середовища і впливу його господарської діяльності відповідають нормам.

Відповідно до складу та ступеню шкідливості викидів запроєктоване переробне підприємство відноситься до I-ої групи виробництва, з викидом вентиляційного повітря, що містить склад шкідливих речовин, в рамках гігієнічних норм.

За архітектурно-планувальним рішенням виробничого цеху виключається накопичення шкідливих викидів котельні, яка передбачена на території переробного підприємства в південно-західній його частині, поза будівлями і спорудами, що проектуються.

На переробному підприємстві передбачене попереднє очищення стічних вод перед викидом їх у міський колектор. Стічні води проходять механічне очищення від нерозчинних, осідаючих, зважених та спливаючих забруднень (пісок, скло, жир), передбачені решітки, піскоуловлювачі, жируловлювачі, відстійники, а також пристрої для оброблення осадів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використані маловідходні та ресурсозберігаючі технології під час проектування виробничого цеху з виробництва фруктових консервів (див. розділ «Організаційно-технологічна частина»). Відходи, які утворюються під час функціонування виробничого цеху, виводяться з цеху і збираються в накопичувальний бункер (л.2, поз. 33), а потім вивозяться автотранспортом за межі переробного підприємства. На території переробного підприємства встановлені збірники для збирання і тимчасового зберігання відходів і сміття (л.1, поз. 24), а також збірники для збирання склобою (л.1, поз. 25).

Проектом переробного підприємства щодо охорони навколишнього середовища передбачається санітарно-захисна зона відстанню 50 м, яка відділяє його від житлового масиву.

Територія переробного підприємства озеленена шляхом насадження дерев, кущів, клумб, які очищують повітря від пилу, збагачують його киснем і поглинають шум; обладнані місця відпочинку для працівників.

5.4. Заходи безпеки щодо небезпечних чинників

В процесі проектування переробного підприємства дотримано заходів безпеки стосовно небезпечних чинників, серед яких організація протиепідемічних заходів у випадку карантинних обмежень, пов'язаних з поширенням коронавірусної хвороби та інших епідемічних захворювань.

Облаштовані місця на вході у побутовий корпус (Л.1, поз.2) і на вході у виробничий цех (Л.1 поз.1), де можна провести обробляння рук спиртовмісними антисептиками, є вказівник з наведеними рекомендаціями щодо дезінфекції рук, засоби індивідуального захисту (одноразові маски, рукавички).

На переробному підприємстві передбачені наступні заходи:

- забезпечувати санвузли рідким милом, антисептиками та паперовими рушників;
- проводити періодично інструктаж працівників з питань дотримання протиепідемічних заходів;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проводити вологе прибирання з миючими та дезінфікуючими засобами, провітрювати кожні дві години та в кінці робочого дня;
- централізовано збирати в окремі урни з кришками та одноразовими поліетиленовими пакетами використані засоби індивідуального захисту та паперових серветок з наступним видаленням їх, як твердих побутових відходів.

Передбачено на території переробного підприємства будівництво укриття згідно з вимогами в Україні. Головним нормативним документом у сфері будівництва бомбосховищ є Державні будівельні норми ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту.

Створені споруди цивільного захисту планується використовувати: в мирний час для захисту працівників від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які несуть небезпеку масового ураження людей, у воєнний час - для захисту від сучасної зброї масового ураження. У випадку відсутності масових уражень захисні споруди можна використовувати для господарчих потреб.

На території переробного підприємства укриття знаходиться у цокольному етажі побутового корпусу (л.1, поз. 2). Передбачене укриття заплановане для цивільного захисту усіх працівників підприємства.

Для облаштування приміщення укриття будуть використані більш економічні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення. Укриття буде забезпечене вентиляцією, водо- та електропостачанням, каналізацією, штучним освітленням.

Сигнал повітряної тривоги згідно законодавства України не передбачає закриття або призупинення роботи підприємств, установ та організацій, переробне підприємство буде функціонувати відповідно до місцевих норм і правил, а також за рекомендаціями ДСНС України.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки за розділом 5

1. Враховано під час проектування переробного підприємства з розробкою спеціалізованого фруктового цеху на території Білицької територіальної громади Полтавської області усі вимоги, які ставляться до охорони працівників та навколишнього природного середовища.

2. Дотримано під час проектування спеціалізованого цеху з виробництва фруктових консервів усіх вимог з безпеки праці.

3. Виконано в процесі проектування плану виробничого цеху та розроблення генерального плану підприємства усі вимоги санітарно-гігієнічних та протипожежних правил.

4. Розроблені додаткові заходи стосовно запобігання забруднення навколишнього середовища та безпеки у випадку виникнення небезпечних чинників.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена будівництву переробного підприємства з виробництва фруктових консервів на території Білицької селищної територіальної громади Полтавської області

Запропоноване будівництво переробного підприємства з виробничим цехом з виробництва фруктових консервів дозволяє вирішити наступні завдання:

1. Запровадити виробництво фруктових консервів на території Білицької СТГ, які мають попит у населення.
2. Використання у виробничому цеху потоковомеханізованих та автоматизованих технологічних ліній підвищить ступінь механізації на виробництві і матиме позитивний вплив на екологію виробництва.
3. Розраховано виробничу потужність цеху, яка становить 6826 тоб.
4. Передбачене забезпечення ефективного використання виробничих площ та потужностей технологічного обладнання упродовж року шляхом будівництва на території підприємства фруктосховища.
5. Підвищено конкурентоспроможність продукції на ринку товарів та послуг через використання прогресивних методів закупорювання та зручної тари III типу закупорювання.
6. Використане сучасне технологічне обладнання під час розробки технологічних ліній, що забезпечить високий технічний рівень виробництва.
7. Створення додаткових місць для працевлаштування на території територіальної громади.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стратегія розвитку Білицької сільської територіальної громади на період до 2027 року: електронний ресурс: <https://bilycka-gromada.gov.ua/news/1704199892/>
2. Білицька селищна громада: електронний ресурс
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B4%D0%B0
3. Білики. Історична довідка: електронний ресурс
<https://bilycka-gromada.gov.ua/istorichna-dovidka-22-05-44-16-11-2020/>
4. Білики – Енциклопедія Сучасної України: електронний ресурс
<https://www.google.com/search?>
5. ДСТУ 8133 : 2015. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови.
6. ДСТУ 7075:2009. Яблука свіжі. Технічні умови.
7. ДСТУ 32286. Сливи свіжі. Технічні умови.
8. ДСТУ 8325 : 2015. Вишня свіжа. Технічні умови.
9. ГСТУ 15-20-98. Алича свіжа. Технічні умови.
10. ДСТУ 7525:2014. Вода питна, яка не вміщує в 100 см³ води спор анаеробних мікроорганізмів.
11. ДСТУ 4623:2003. Цукор. Технічні умови.
12. ДСТУ 29608-2001. Пляшки скляні для консервів.
13. ДСТУ 7159 : 2010. Кришки металеві для скляної тари з вінчиком горловини типу ІІІ. Технічні умови
14. Хімічний склад харчової сировини / За редакцією Мазуренка І.К. Одеса, 2015. 91с.
15. Флауменбаум Б.Л., Кротов Є.Г., Загібалов О.Ф. та ін.; за ред. Флауменбаума Б.Л. Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби. К.: Вища школа, 1995. 301 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Відомчі норми технологічного проектування. Проектування підприємств плодоовочевої консервної промисловості. К.: Мінсільгосппрод України, 1996. Частина 1. 38 с. Частина 2. 102 с.
17. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 7.091706 «Технологія зберігання, консервування та переробки плодів та овочів». Полтава: ПУСКУ, 2002. 131 с.
18. Теоретичні основи харчових виробництв / В.Я. Плахотін, І.С. Тюрікова, Г.П. Хомич. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 640 с.
19. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва. / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. Одеса: Друк, 2006. 400 с.
20. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: Підручник / Т.Д. Димань, Т.Г.Мазур. К.:ВЦ «Академія», 2011.
21. Технології поводження з відходами харчових виробництв: навч. посіб. / Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Русєва Я.П. [та ін.]. Одеса: Астропринт, 2014. 400 с.
22. Новий напрямок глибокої переробки харчової сировини: монографія / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Л.О. Радченко, В.А. Павлюк, Р.Д. Таубер та ін. Х.: Факт, 2017. 380 с.
23. ДСТУ 4900:2007 «Джеми. Загальні технічні умови»
24. ДСТУ 4899:2007 «Варення. Загальні технічні умови»
25. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І.В. Сирохман, В.Г. Завгородня. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
26. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод: підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Сакалова Г. В. та ін. Херсон: Олді-плюс, 2019. 298 с.
27. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 4. Технології поводження з відходами харчових виробництв: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. Херсон: Олді-плюс. 2019. 520 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. ДСТУ prEN 1672-1-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки (prEN 1672-1:1994, IDT).
29. ДСТУ 3235-95 Устаткування овочefруктопереробної промисловості. Вимоги безпеки.
30. ДСТУ Б В.2.5-29:2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії.
31. НПАОП 0.00-7.14-17 Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками.
32. НПАОП 0.00-1.75-15 Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт.
33. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
34. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
35. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок.
36. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
37. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами.
38. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
39. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
40. ДБН В.2.2-5-97 Будинки та споруди. Захисні споруди цивільного захисту (зі змінами).
41. ДБН Б.1.1-15:2012 Склад та зміст генерального плану населеного пункту.
42. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1.
43. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

44. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.
45. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій
46. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
47. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зміна № 1. Поправка.
48. ДСТУ Б В.2.5-29:2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії.
49. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
50. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація.
51. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
52. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		