МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми
«Енергетичне машинобудування»
Омельченко О.В.
«____» _____ 2022 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
за освітньою програмою «Холодильні машини і установки»

на тему: **«МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД»**

Виконав:
здобувач вищої освіти Кощаєв Євген Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: к.т.н., доцент Омельченко О.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Кривий Ріг
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти денна

Ступінь бакалавр

Галузь знань Енергетична інженерія

Освітня програма Холодильні машини і установки

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Гарант освітньої програми «Енергетичне машинобудування»
Омельченко О.В.
«____» _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кощаєву Євгену Олександровичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Модернізація холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід»

Керівник роботи к.т.н., доцент Омельченко О.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від « 19 » листопада 2021 р. № 416-с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи « 9 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Технічна документація до устаткування.

2. Монографії, наукові статті, автореферати дисертацій, тези доповідей на наукові конференції.

3. Навчальна і методична література, інформація мережі Інтернет.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.

2. Аналіз холодильного обладнання для виробництва швидкозамороженої плодово-ягідної сировини.

3. Технічне оснащення лінії з виробництва швидкозаморожених ягід.

4. Охорона праці.

5. Висновки.

6. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Обладнання для заморожування малини та полуниці.

2. Тунельна конвеєрна машина швидкої заморозки.

3. Технологічна лінія заморожування полуниці.

4. Барботажна мийна машина Normit Wash WAIR.

5. Морозильна камера Hicold W40KGNR.

6. Машина для бланшування фруктів та охолоджувальна машина.

7 .Машинно-апаратурна схема лінії виробництва заморожених плодів та ягід.

8. Холодильна машина АП – D3DS – 150X та її схема підключення.

6. Дата видачі завдання «30» листопада 2021 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	31.01.2022-15.02.2022
2	Аналіз холодильного обладнання для виробництва швидкозамороженої плодово-ягідної сировини.	16.12.2022-10.03.2022
3	Технічне оснащення лінії з виробництва швидкозаморожених ягід.	11.03.2022-15.04.2022
4	Охорона праці	16.04.2022-30.04.2022
5	Висновки по роботі	01.05.2022-12.05.2022
6	Оформлення роботи і подання до захисту	16.05.2022-05.06.2022

Здобувач вищої освіти _____ Кощаєв Є.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Омельченко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 51 сторінка, в тому числі основного тексту – 44 сторінок. Робота містить 13 рисунків, 11 таблиць Список використаних джерел складається з 16 найменувань.

Об'єкт роботи – технологічне та холодильне обладнання для заморожування плодово-овочевої сировини.

Предмет роботи – лінія з виробництва швидкозаморожених ягід.

Мета роботи – модернізація холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід.

Бакалаврська робота присвячена модернізації холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід.

Бакалаврська робота присвячена модернізації холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід. Зазначено, що індустрія заморожених продуктів зазнає нових викликів та можливостей від наслідків пандемії COVID-19, що сприяло зростаючому попиту на технологічні лінії «без дотику рук». Безпека харчових продуктів стала безпрецедентно важливою не тільки для замороженого м'яса та морепродуктів, а й для заморожених ягід.

Здійснено технічне оснащення лінії з виробництва швидкозаморожених ягід, а саме розрахунок та підбір основного технологічного та холодильного обладнання. Було обрано основне та допоміжне обладнання, що відповідає сучасним вимогам. Обрано морозильну камеру для заморозки Hicold W40KGNR.

Сконцентровано увагу на тому, що важливими операціями є бланшування, охолодження, сушінню, обдуванню повітряним потоком, щоб забрати зайву вологу. Шляхом бланшування та ошпарювання, а також стримування активності ферментів можна зберегти початковий свіжий колір та зберегти природний аромат, пом'якшити фруктові клітини.

Для швидкого замороженого плодово-ягідної сировини є потреба в охолоджені, щоб охолодити бланшовану сировину. Через охолоджувач бланшировані фрукти можна швидко охолодити. Перед входом у морозильну камеру для заморозки він заощаджує багато енергії та праці. Після проведених операцій суху та чисту ягоду негайно направляють у морозильний апарат шокової заморозки, де вона моментально заморожується.

Здійснено розрахунок та підбір холодильного обладнання для зберігання заморожених ягід. За розрахованою холодопродуктивністю було обрано дві холодильні машини АП – D3DS – 150X, розглянуто схему її. Перша машина забезпечуватиме вироблення холоду в холодильних камерах цеху, друга – резервна. З машиною використовуються конденсатор MDA 24–4 та 2 випарники AC8 – 5L.

Запропонована схема автоматизації, яка забезпечує стійкість технологічного процесу, що характеризує контроль та регулювання всіх технологічних параметрів та знижує функціональність ручної роботи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: холодильне обладнання, лінія з виробництва швидкозаморожених ягід, плодово-овочева сировини, холодильна камера, охолодження, заморожування.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОЗАМОРОЖЕНОЇ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ 7

1.1 Технології швидкого заморожування плодово-ягідної сировини 11

1.2 Обладнання для швидко заморожених свіжих ягід

1.3 Класифікація та характеристика холодильних приміщень 15

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД 20

2.1 Асортимент та показники якості продукції 20

2.2 Опис виробничого процесу швидкозаморожених ягід 21

2.3 Розрахунок виробничої потужності технологічних ліній 23

2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного та холодильного обладнання 24

2.5 Принцип дії лінії для швидко заморожених плодово-ягідної сировини 30

2.6 Розрахунок виробничих приміщень 33

2.7 Розрахунок та підбір холодильного обладнання для зберігання заморожених ягід 34

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ 38

3.1 Забезпечення умов безпеки праці на виробництві 38

3.2 Пожежна безпека 39

ВИСНОВКИ 40

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 43

ДОДАТКИ 44

ВСТУП

Актуальність роботи. У роботі зазначено, що заморожені продукти – це більше, ніж просто використання морозильного пристрою для заморожування їжі. Швидкозаморожені продукти є відносно унікальним процесом заморожування. У порівнянні із загальним процесом заморожування тунельна морозильна камера може швидко знизити температуру їжі. Оскільки температура швидко падає, вода у їжі утворюватиме дуже маленькі кристали льоду. Кристали льоду не ушкоджують харчові клітини, тим самим зберігаючи поживні речовини їжі значною мірою. У той же час, коли температура падає, активність клітин в їжі переважно припиняється, тим самим продовжуючи термін зберігання їжі.

Мета та задачі дослідження. Метою бакалаврської роботи є модернізація холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід.

Практична та наукова новизна. У роботі здійснено технічне оснащення лінії з виробництва швидкозаморожених ягід, а саме розрахунок та підбір основного технологічного та холодильного обладнання. Було обрано основне та допоміжне обладнання, що відповідає сучасним вимогам. Обрано морозильну камеру для заморозки Hicold W40KGNR.

Сконцентровано увагу на тому, що важливими операціями є бланшування, охолодження, сушінню, обдуванню повітряним потоком, щоб забрати зайву вологу. Шляхом бланшування та ошпарювання, а також стримування активності ферментів можна зберегти початковий свіжий колір та зберегти природний аромат, пом’якшити фруктові клітини.

Для швидкого замороженого плодово-ягідної сировини є потреба в охолоджені, щоб охолодити бланшовану сировину. Через охолоджувач бланшировані фрукти можна швидко охолодити. Перед входом у морозильну камеру для заморозки він заощаджує багато енергії та праці. Після проведених операцій суху та чисту ягоду негайно направляють у морозильний апарат шокової заморозки, де вона моментально заморожується.

Здійснено розрахунок та підбір холодильного обладнання для зберігання заморожених ягід. За розрахованою холодопродуктивністю було обрано дві холодильні машини АП – D3DS – 150X, розглянуто схему її. Перша машина забезпечуватиме вироблення холоду в холодильних камерах цеху, друга – резервна. З машиною використовуються конденсатор MDA 24–4 та 2 випарники AC8 – 5L.

Запропонована схема автоматизації, яка забезпечує стійкість технологічного процесу, що характеризує контроль та регулювання всіх технологічних параметрів та знижує функціональність ручної роботи.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОЗАМОРОЖЕНОЇ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВНИ

1.1 Технології швидкого заморожування плодово-ягідної сировини

Заморожені продукти – це більше, ніж просто використання морозильного пристрою для заморожування їжі. Швидкозаморожені продукти є відносно унікальним процесом заморожування. У порівнянні із загальним процесом заморожування тунельна морозильна камера може швидко знизити температуру їжі. Оскільки температура швидко падає, вода у їжі утворюватиме дуже маленькі кристали льоду. Кристали льоду не ушкоджують харчові клітини, тим самим зберігаючи поживні речовини їжі значною мірою. У той же час, коли температура падає, активність клітин в їжі переважно припиняється, тим самим продовжуючи термін зберігання їжі.

Для забезпечення населення плодово-ягідною продукцією істотну роль грає розширення обсягів виробництва та реалізації швидкозаморожених овочів, фруктів та готової продукції, що є джерелом вітамінів та біологічно активних речовин. Швидке заморожування запобігає втрат від псування і втрат маси свіжої і переробленої продукції, дозволяє довго зберігати її харчову цінність, що забезпечує високий рівень мікробіологічної безпеки.

Щоденне включення до раціону харчування свіжої та замороженої рослинної продукції дозволить зміцнити здоров’я населення країни та збільшити тривалість життя.

Застосування сучасних холодильних технологій і насамперед технологій швидкого заморожування різної плодово-ягідної продукції є актуальним завданням імпортозаміщення в системі організації харчування населення.

Останнім часом проводяться роботи з впровадження сучасного обладнання, спрямованого на функціональність, ефективність та швидкість виробництва, екологічність, безпека та ергономічність. Швидке технологічне обладнання буде сприяти розвитку конкуренції, отже, динаміці ціни.

Одним із найпопулярніших виступає кріогенний холодоагент, який включає ряд речовин: рідкий азот; рідкий діоксид вуглецю; твердий діоксид вуглецю.

Суміш з цих речовин має незаперечні переваги, а саме екологічна безпека; висока швидкість та ефективність заморозки; зіставлення внутрішнього середовища обладнання з внутрішнім; збереження всіх матеріалів і властивостей продукції; низькі енерговитрати.

Придатність та якість ягідної сировини для заморожування визначають низкою чинників: видовий склад; особливості сорту ягоди; ступінь зрілості або стиглості; умови проростання; стійкість до підвищених чи знижених температур.

Заморозка підходить не для всіх видів ягід, плодів і фруктів. Наприклад, консистенція та смак кавуна значно змінюється після заморозки, а вишня, навпаки стає ніби ще ароматнішим і солодшим після заморозки.

Існує кілька способів заморожування продукції:

– за принципом відведення тепла від продукту;

– різке охолодження у морозильній камери чи шоковому морозильнику;

– заморожування «у киплячому» фреонному шарі – опускання ягід у киплячий холодоагент, ягода заморожується моментально, причому не зраджує своїх зовнішніх властивостей, процес заморожування відбувається автономно;

– контактне одностороннє заморожування ягід – опускання ягід на тонку пластину, через яку подається повітря, що заморожує;

– контактне двостороннє заморожування ягід – розподіл ягід на пластини і накриття іншої такою ж пластиною.

Що менше ягода, то швидше вона заморожується.

Режим заморожування плодово-ягідної продукції складається із трьох стадій:

1) стадія охолодження, полягає в інтенсивному відводі теплоти від продукту, зниження температури до кріоскопічних значень;

2) стадія кристалізації, під час якої відбувається зміна стану води, тобто. ростуть та обростають формою крижані кристали;

3) стадія доморозки під час якої відбувається охолодження до кріоскопічних температур від країв продукту до його центральної частини.

Подальший етап зниження температури до -18...-20 °С, за якої відбувається інактивація всіх ферментних систем, зупиняються біохімічні процеси у всіх клітинах тканин і настає його консервація.

Спосіб заморожування в «киплячому шарі» хладагента ефективний, оскільки холодне повітря, що подається під тиском, призводить до того, що промивання всієї поверхні зважених частинок, при високому тиску та потоці, надає більший вплив на якість заморожування та зберігання продукту.

Найбільш швидкий метод заморожування включає застосування киплячих охолодних рідин, таких як рідкий азот, фреон і так далі. В цьому у разі вся поверхня виробу бере участь у теплообміні, а дуже низька температура забезпечує охолодження протягом кількох хвилин чи секунд.

Обґрунтовано метод заморожування водних покриттів, дрібних плодів, згущених овочів та виявлено його високу ефективність. Технологія холодильного охолодження була розроблена з використанням низькотемпературних контейнерів або рефконтейнерів (температура -18 °С) з додатковими 0,1-1 кг сировини для додавання сировини до маси сировини.

Швидкість процесу, що характеризується надзвичайно холодними умовами охолодження, що знижує витрати на заморожування в порівнянні з азотними машинами, забезпечуючи високу якість заморожених продуктів та мікробну безпекою Комплексне високошвидкісне охолодження з високим вмістом CO_2 у газі середньої тривалості десублімації сухого льоду забезпечує найкращий захист вітаміну С від плодів (до 90% і більше), зменшує соковіддачу при дезінфекції на 10–27 %, забезпечує більш значне гальмо на поверхні мікрофлори.

Виробництво та реалізація заморожених овочів, фруктів та готових продуктів, що є джерелами вітамінів та біологічно активних речовин, відіграють важливу роль у забезпеченні населення України якісною плодовою продукцією. Заморожування запобігає втраті маси та втрату свіжості продуктів, забезпечує збереження поживної цінності, забезпечуючи високий рівень мікробіологічної безпеки.

Щоденний раціон із свіжих та заморожених рослинних продуктів покращить здоров'я та тривалість життя населення. Виробництво заморожених продуктів також важливо як фактор створення в країні резерву на час екологічних катаклізмів.

Застосування сучасних технологій охолодження та, насамперед, технології швидкого заморожування різних ягід і плодів є найважливішою проблемою для системи харчового виробництва, тому що в нашій країні перспективний напрямок високотехнологічної переробки рослинної продукції тільки починає функціонувати.

Розглянемо високоякісну технологію виробництва фруктів.

Попереднє охолодження рослинних матеріалів на заключній стадії підготовки сировини (після миття) для скорочення тривалості процесу заморожування шляхом застосування розширених режимів охолодження у ємностях (-35…-45 °С) та для продовження терміну зберігання продукту до 24 місяців. Для підвищення безпеки продукту було розроблено ряд антиперспективних методів обробки сировини, обладнання та простору, що значно знижує мікробну еяколяцію та підвищує санітарно-гігієнічну безпеку заморожених продуктів.

В останні роки у зв'язку з необхідністю заміни озоноруйнівних холодоагентів було приділено увагу використанню нетрадиційних кріогенних холодоагентів (рідкий азот, рідкий та твердий діоксид вуглецю), які мають ряд важливих переваг:

– екологічна безпека;

– високі швидкості охолодження;

– зниження споживання енергії, вплив низьких температур.

Кристалізація характеризується кристалічним стенозом та швидкістю його зростання (швидкість зростання крижинок). Коли вода замерзає, утворюються спіралеподібні кристали, що з'являються при повільному темпі охолодження.

При охолодженні середніми та високими імпульсами, з’являються кристали неправильної форми, а надшвидкі утворюють округлі кристали [6]. Форма кристала визначається швидкістю охолодження. При швидкому охолодженні інтенсивного відведення тепла одержують якісніші заморожені рослинні продукти. Чим нижче температура охолодження, тим більше кристалічних центрів з’являється в тканин продукту і тим менше. У той же час клітини тканини у продукті мають менш руйнівні зміни, а сік залишається у тканинах, але не тече.

Великі кристали льоду сильніші за більш повільного охолодження ніж пошкоджені клітини, ніж маленькі кристали, які піддаються швидкого охолодження.

Метод заморожування ягід та плодів складається з трьох етапів:

1) фаза охолодження (відведення інтенсивного тепла від продукту);

2) фаза кристалізації (фазовий перехід, коли кристали льоду починають збільшуватися обсягом);

3) фаза заморожування (кристали з периферійних шарів доходять до температури кристалізації).

Охолодження на цій стадії характеризується подальшим зниженням температури продукту до -18 ... -20 °С, протягом якого всі неактивовані ферментні системи активізуються, як і біохімічні процеси у всіх клітинах та тканинах.

Температура охолоджуючого середовища та обсяг продукту мають вирішальне значення для теплообміну та тривалості заморозки, рекомендована температура для якої -30 ... -35 °С.

Перекристалізація. Донедавна вважалося, що заморожена продукція була стабільна і не піддається структурним змінам до розморожування. Заморожений розчин (шокове заморожування) у вигляді прозорих сферичних кристалів стає непрозорим після певного падіння температури У міру підвищення температури кристали починають набувати вигляду великих зерен, поступово зливаючись у монолітні кристали льоду. Спочатку цей процес протікає повільно, але по мірою наближення до хромосоми процес пришвидшується. Тому рекомендується зберігати рослинну продукцію при температурі не вище певного рівня, щоб мінімізувати негативний вплив зниження обробки.

Заморожування. Теоретично, плавлення замороженого розчину відбувається на початку рециркуляції, і на практиці як точка плавлення приймається перехід від твердого до рідкого. Після заморожування рослинні тканини втрачають свою пробку, її еластичність, відтік соку, клітини втрачають здатність зменшувати чи збільшувати обсяг. Пошкодження тканин відбувається через кристали льоду, які фіксуються мікроскопом.

Охолодні ягоди класифікуються за принципом тепловиділення продукту. Як правило, морозильне середовище знаходиться в повітрі при різних швидкостях та температурах, найчастіше 30–40 °С. Охолодження відбувається в різних охолодних пристроях, де повітря рухається зі швидкістю 1-2 м/с.

Охолоджуючі батареї встановлюються поруч із замерзлим об’єктом для прискорення охолодження, що призводить до прискорення цього процесу. Найкращим ефектом є охолодження продукту, оскільки він забезпечує оптимальну товщину. На більшості мерзлих поверхонь гарне охолодження дрібних продуктів (ягід) та більш якісних «нарізаних» грядок», також званих псевдозрідженням. Спосіб контакту на металевої пластини охолодження в односторонньому порядку охолоджується для побудови ряду охолодних пристроїв. Цей метод вказує на недостатній рівень теплообміну на поверхні продукту при тривалому охолодження. При подвійному охолодженні близько 60-70% поверхні включає активний теплообмін залежно від товщини виробу та його високої ефективності.

Якщо потік повітря, що подається, використовується як охолодний компонента, вся поверхня продукту не бере участі в активному теплообміні та у разі порушується процес комбінованого охолодження. Активний теплообмін у напрямку суміші на повітрозабірнику, включаючи всю поверхня продукту при низьких негативних температурах та достатній швидкості повітря сприяє швидкому охолодженню та структура льоду має однакову форму.

У разі рідинного охолодження продукту (рідким холодоагентом) бажано забезпечити повільне обертання продукту, що сприяє усунення шкідливого впливу повітряного потоку на швидкість замерзання та появи несправжнього льоду на поверхні продукту, оскільки повітря поступово рухається до центру.

1.2 Обладнання для швидко заморожених свіжих ягід

Індустрія заморожених продуктів зазнає нових викликів та можливостей від наслідків пандемії COVID-19: швидка зміна купівельних звичок клієнтів та їх сприйняття заморожених продуктів та зростаючий попит на технологічні лінії «без дотику рук». Особливо у міжсезоння наявність заморожених продуктів заповнює прогалину. Безпека харчових продуктів стала безпрецедентно важливою не тільки для замороженого м’яса та морепродуктів, а й для заморожених ягід.

Обробка ягід за допомогою індивідуального швидкого заморожування гарантує безпеку харчових продуктів, поживні речовини та зовнішній вигляд продукту.

Зазвичай ягоди починають з миття, нарізування кубиками при необхідності з наступним попереднім охолодженням, а потім заморожуванням. Потужності багатьох виробників не дозволяють попередньо охолодити продукт перед заморожуванням, вони часто використовують морозильну камеру як чилер. Зрештою, це погане рішення. Охолодження продукту поза морозильною камерою коштує лише 30% енергії порівняно з використанням морозильної камери для охолодження [1]. Крім того, добре охолоджений продукт приносить інші переваги.

Місткість морозильної камери збільшується приблизно на 10%. Робочий час між розморожуванням зазвичай подвоюється, а якість продукції значно підвищується з меншою кількістю проблем із поверхнею та зменшенням утворення блоків.

Заморожування малини

Морозильна камера OctoFrost врівноважує повітряний потік та швидкість, щоб створити найкращий рух вздовж морозильної камери. На початку роботи морозильної камери продукти ще вологі та м'які. Тут потрібна циркулююча псевдозрідження для підтримки поділу та поверхневого заморожування продукту, рис. 1.1, рис. 1.2.

Рисунок 1.1 – Заморожування малини

У міру того, як продукт стає холоднішим, він стає більш крихким і потрібне зниження швидкості повітря, спочатку у другій зоні шляхом бульбашкового псевдозрідження, а в кінці морозильної камери нерухоме псевдозрідження шару. Ця процедура заморожування у поєднанні з нульовим падінням при подачі морозильної камери гарантує мінімальну поломку.

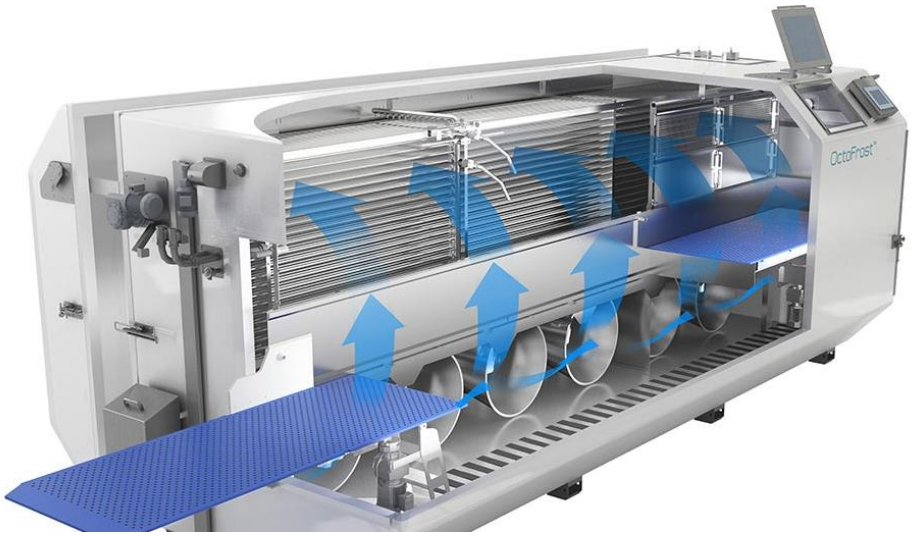


Рисунок 1.2 – Обладнання для заморожування малини

Завдяки високопродуктивним вентиляторам OctoFrost, оснащеним частотними перетворювачами, повітряний потік може регулюватися для кожної зони замерзання для досягнення найкращої енергоефективності та оптимального повітряного потоку для різних типів продуктів. Не вимагаючи більше 75%-85% швидкості вентилятора, для деяких світлових продуктів швидкість не перевищує 30%, досягається значна економія енергії [4]. Виготовлені на замовлення осьові лопатеві вентилятори OctoFrost™ були ретельно розроблені для роботи разом із кузовом та пластиною OctoFrost™ Freezer. Крім того, інвестуючи в менший компресор, морозильна камера OctoFrost IQF має менше тепла для охолодження і, отже, вентилятори споживають ще менше енергії.

Заморожування полуниці

Полуницю зазвичай заморожують відразу після збирання врожаю, що зберігає її вітаміни, мінерали та антиоксиданти. Заморожування за допомогою морозильної камери OctoFrost зберігає зневоднення на низькому рівні та запобігає утворенню грудок, зберігаючи при цьому запах, текстуру та смак продуктів, рис. 1.3.

Технологія заморожування має низку унікальних особливостей, які приносять реальну цінність ягідним процесорам по всьому світу: регульований повітряний потік та оптимальне псевдозрідження: підходити до будь-якого виду ягід та підвищувати енергоефективність та врожайність.

Змінні пластини OctoFrost для дбайливого поводження з продуктами та ефективного поділу продуктів. Проста у очищенні конструкція для максимальної безпеки харчових продуктів. Це лише деякі з ключових переваг, які клієнти OctoFrost користуються від цього унікального обладнання [4].

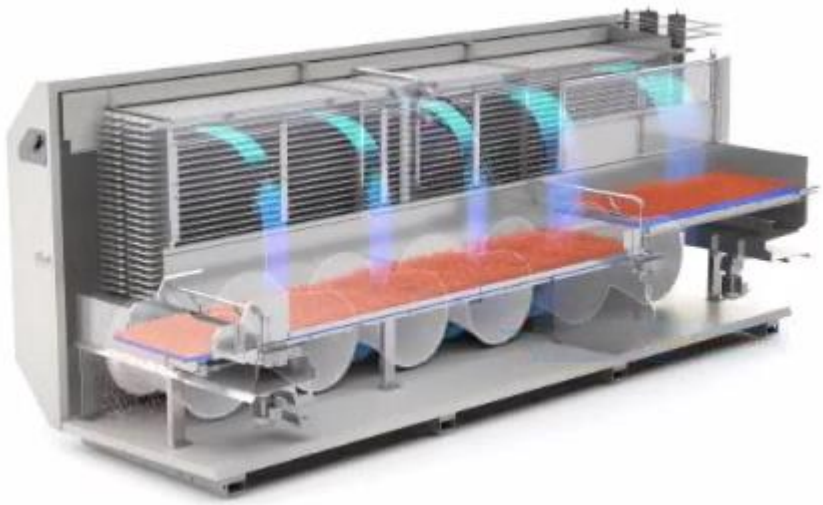


Рисунок 1.3 – Обладнання для заморожування полуниці

Також у процесі швидкого заморожування плодово-ягідної сировини застосовують тунельні морозильні камери. Тунельна морозильна камера – це швидка морозильна камера, що виробляється для задоволення потреб швидкого та великомасштабного швидкого заморожування. Промислова тунельна конвеєрна стрічкова морозильна камера може швидко заморожувати їжу до необхідної температури та підтримувати поживну цінність обробленої їжі. Крім

того, тунельна морозильна камера обробляє широкий спектр продуктів харчування та велику ємність. Після багатьох років досліджень та розробок та виробництва технологія швидкого заморожування тунелю. В даний час широко застосовується три типи обладнання для заморожування тунелів: конвеєрна стрічкова морозильна камера, морозильна камера із псевдозрідженим шаром та морозильна камера азотного тунелю.

Існує три основні типи тунельних морозильних камер, тунельних стрічкових стрічкових швидкоморозильних камер, зріджених морозильних камер та тунельних морозильних камер з рідким азотом. Ці три типи морозильних камер в основному використовують тунельні та конвеєрні стрічки для транспортування та швидкого заморожування матеріалів.

Тунельна конвеєрна машина швидкозаморозки є свого роду машиною швидкого заморожування з удосконаленою конструкцією та широким застосуванням. Зона замерзання морозильної камери знаходиться у тунелі. У закритому тунелі він використовує конвекцію повітря вивільнення холодного повітря. Швидкозаморожена їжа отримує холодний вітер вгору та вниз, спереду та ззаду, вліво та вправо. Таким чином, він може забезпечити якість та ефективність заморожування. Машина швидкого заморожування тунельної сітківки широко використовується для швидкої заморозки смуги, блоку, пластівців або гранульованої їжі. Наприклад, креветки, парові булочки, спринг-роли, курячі нагетси, пельмені та багато інших продуктів. Згідно з різними типами конвеєрних стрічок, він в основному включає плоску пластину, сітчасту стрічку і морозильну камеру.

Рисунок 1.4 – Тунельна конвеєрна машина швидкої заморозки

Тунельні стрічкові швидкозаморожуючі камери.

Час замерзання короткий. Приймаючи принцип конвекції повітря, ефект швидкого заморожування гарний, короткий час заморожування короткий, за рахунок чого ефективність покращується.

Хороший ефект швидкого заморожування. Тунельна конвеєрна морозильна камера є високоякісною тунельною морозильною камерою. Готовий продукт, швидко заморожений цією машиною, не має грудок та відповідає стандартам гігієни харчових продуктів.

Гарний теплоізоляційний ефект. Система збереження тепла машини використовує високоякісний сендвіч з поліуретанового пінополіуретану з двосторонньою нержавіючої сталлю як корпус машини. Має хороший теплозберігаючий ефект.

Економія енергії. Машина оснащена двошвидкісним двигуном, який не тільки розширює сферу застосування, а й економить енергію.

Швидкість конвеєрної стрічки можна регулювати. Швидкозаморожуюча камера використовує систему частотно-регульованого приводу. Таким чином, ви можете контролювати швидкість конвеєрної стрічки, щоб контролювати час замерзання.

Час швидкого заморожування короткий. Повітряний охолоджувач морозильної камери використовує вбудовану алюмінієву трубку та алюмінієву втулку, що підвищує ефективність швидкого заморожування та скорочує час.

Тунельна морозильна камера з псевдозрідженим шаром. Рідка псевдозріджена морозильна камера може реалізувати псевдозрідження швидкозаморожених продуктів і кінцевий формований продукт не прилипатиме. Механічна морозильна камера працює за принципом циркуляції холодного повітря.

Рисунок 1.5 – Тунельна морозильна камера з псевдозрідженим шаром

Холодне повітря циркулює зверху матеріалу під конвеєрною стрічкою. При цьому швидкозаморожені продукти транспортуються на експорт конвеєрними стрічками. Через видувну дію холодного повітря їжа більше не залишається нерухомою, а являє собою рідкий стан. Швидкозаморожена їжа зберігається в цьому рідкому стані та транспортується конвеєрною стрічкою доти, доки вона не буде транспортована. Оскільки їжа тече у рідкому стані, вона може гарантувати, що дві схожі частинки їжі не злипаються.

Азотна тунельна морозильна камера використовує рідкий азот як основний метод охолодження. Завдяки характеристикам рідкого азоту він може знижувати температуру і охолоджуватися за короткий час. А через хімічну інертність рідкого азоту може безпосередньо контактувати з їжею, не руйнуючи біологічну активність їжі. Температура замерзання тунельної морозильної камери з рідким азотом може досягати мінус 196 градусів за Цельсієм. Машина для заморожування азотних тунелів має очевидні переваги для продуктів, що потребують швидкого заморожування.

Оскільки рідкий азот є безбарвною, без запаху, низьков'язкою прозорою рідиною зі стабільними хімічними речовинами, він не вступатиме в реакцію ні з якими речовинами. З-за своєї інертності та швидких характеристик газифікації та охолодження рідкий азот широко використовується як холодоагент у харчовій промисловості. З іншого боку, внутрішня структура обладнання рідкого азоту проста, мала за висотою і легко вводиться. Тому рідкий азот має широке застосування та легко миється. Машина швидкого заморожування рідкого азоту проста в установці та експлуатації та має сильну сумісність із харчовими продуктами, тому вона широко вітається.

1.3 Класифікація та характеристика холодильних приміщень

При проектуванні безпечного холодильного обладнання важливо враховувати їхню класифікацію. Холодильні камери класифікуються в відповідно до вимог та мають відповідати наступним характеристикам:

1) функціональне призначення:

– холодильники, які зберігають продукцію протягом тривалого терміну;

– розподільні холодильники, основною функцією яких є зберігання продуктів харчування, продуктів, що швидко псуються при транспортуванні продуктів харчування, оптових та комерційних підприємств;

– промислові холодильники, що використовуються в харчовій промисловості, які технічно беруть участь у переробці та переробці продуктів;

– холодильні камери для зберігання фруктів та овочів.

2) структурний проект будівлі;

– внутрішня рама без даху;

– висотні будівлі без внутрішнього облицювання, без горища.

3) матеріали несучі та гармонійні матеріали;

– залізобетонні та кам'яні конструкції з утепленою покрівлею;

– легкі металеві та сталеві конструкції з використанням теплоізоляції сендвіч-панелі;

– залізобетонний каркас, огорожа «сендвіч-панелі».

4) за ступенем вогнестійкості:

I – будівлі, що несуть опори та вкладиші з натуральних та штучних кам’яних матеріалів, бетонні чи бетонні конструкції з використанням матеріалів класу NG.

II – залізобетонні або залізні каркасні будівлі.

III – покращено конструкцію конструкції будівель.

IV – будинки зі структурними схемами.

5) за обсягом вони поділяються на:

– невеликі (до 2,5 тис. куб. м);

– середній (2,5 - 20 куб. м);

– великий (більше 20 тис. куб. м).

Правильне зберігання замороженої плодово-ягідної продукції велике значення, тому що розморожена навіть частково продукція втрачає свої товарні якості. Ягоди та плоди, заморожені, зберігають у морозильних камерах протягом 3 – 6 місяців при температурі від -15 до -25 °С відносної вологості повітря 75 - 80%.

Таким чином, конструктивні особливості конструкції холодильного обладнання впливають на якість і безпеку будь-якого, що зберігається в ньому охолодженого та замороженого товару.

Для проектування холодильних та морозильних приміщень на підприємствах харчової промисловості користуються зведенням правил, що поширюються на холодильні, складські приміщення заморожування та зберігання харчових продуктів.

В основі проектування лежить конструкція різних типів холодильників, що базується на певних принципах. Зупинимося докладніше кожному з них:

1. Просторово-планувальні та дизайнерські рішення. Холодильні будівлі призначені для одноповерхових та багатоповерхових будівель. Зразки холодоагенту повинні бути стійкими до низьких температур і високої вологості, і в той же час міцні, довговічні, вогнестійкі та економічні. Ці вимоги найкраще підходять для виробництва готових бетонних залізобетонних конструкцій, методів промислового будівництва.

Розміри балок, колон, основ та панелей засновані на типових рішеннях, розроблені провідними проектними організаціями. Холодильні будівлі виготовляються без рам чи конструктивних схем.

Перевагами каркасу бетонних конструкцій є відсутність антикорозійного захисту, вогнестійкість та менша витрата металу. Недоліком є більшість елементів, які ускладнюють будівництво, особливо у віддалених місцях. Фонди беруть на себе весь вантаж з будівельних конструкцій, товарів та обладнання та транспортують їх на землю.

Для захисту ґрунту як термостійкі рідини використовуються підлоги з підігрівом та матеріали. Ще один ефективний спосіб заморозити землю це побудувати підземні підлоги.

Матеріали, що використовуються для покриття є водостійкими, скляними покрівельними або покрівельними матеріалами, які укладають на кілька шарів бітуму. Двері холодильні - похилі та розсувні. Розсувні двері зручніші, тому що не заважають навантаженню і розвантаження двигунів та транспортних засобів.

2. Теплові вимоги до каркасних конструкцій. Зовнішні кліматичні ефекти впливають на зовнішні запірні конструкції: температуру зовнішнього повітря, вологість та загальну (пряму та розсіяну) сонячної радіації. Температура зовнішнього повітря відображається в заморожених приміщеннях вище за температуру повітря. В камерах потрібно повітряне охолодження, а в той час, коли температура повітря нижча, необхідний повітряний потік.

У випадках, коли зовнішні стіни морозильних камер захищені від впливу сонячної радіації, розмір періоду замерзання на день визначається середньорічною температурою зовнішнього повітря через навантажувальні платформи, підсобні приміщення, сонцезахисні екрани або інші структуровані засоби.

3. Теплові та парові бар’єри

Теплоізоляційні матеріали каркасних конструкцій мають відповідати таким вимогам:

– розрахункова теплопровідність, не більше 0,07 вт/м;

– водопоглинання протягом 24 годин не перевищує 5%;

– максимальна вологість трохи більше 3 %;

– морозостійкість не менше 25 теплових циклів;

– біостабільність (стійкість до зараження бактеріями та грибами, викликають гниття);

– не усуває запах;

– не викликає корозії металу.

Наступні основні вимоги до парових та гідроізоляційних та ущільнювальним матеріалам для захисту від вологи, пари та рідкої вологи:

– коефіцієнт паропроникності, що не перевищує 0,005 мг/(м×р×р);

– підтримка еластичності та липкості на поверхні будівельних конструкцій при негативній, змінній та високій температурі.

Тепло- та пароізоляція в замерзлих приміщеннях має бути безперервною по всій поверхні промерзаючої лінії будівлі.

Температурні та пароподібні властивості стінових панелей та вирівнюючих панелей повинні бути якомога ближче до властивостей основного огородження.

4. При проектуванні будівель, що охолоджуються, з негативною температурою повітря у внутрішніх приміщеннях, розташованих у всіх будівельно-кліматичних зонах, крім зовнішніх, необхідно забезпечити захист захисту від холоду. Основні засоби захисту основного ґрунту від холоду до холоду:

– обладнання для систем штучного опалення (електрообігрів, вентиляція, опалення антирозбризкуванням);

– прилад вентилюється чи провітрюється під землею;

– льоху осушувальної температури повітря.

5. Опалювальні, опалювальні та вентиляційні роботи.

Активна вентиляція повинна бути забезпечена як у вентильованих приміщеннях, так і зовні (зовнішні двері), а також автоматично, коли концентрація аміаку в приміщеннях перевищує максимально допустимий рівень. Для вибухонебезпечності приміщень необхідно передбачити герметизацію електропровідних систем та живлення для обладнання. Необхідний регулярний контроль за напругою, особливо під час роботи максимальної кількості машин та приладів.

6. Водопровід та каналізація.

Холодильники повинні бути оснащені системами питної води, промислового та протипожежного водопостачання та каналізації. Холодильні будівлі повинні забезпечити відкриття внутрішніх виробничих мереж водопостачання Монтаж водопровідних мереж в холодильні приміщення не допускається.

РОЗДІЛ 2
ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД

2.1 Асортимент та показники якості продукції

Головна особливість сезонних ягід – їх короткочасна поява, наприклад, період появи полуниці у червні становить не більше трьох тижнів, смородини у липні – трохи більше місяця. Така продукція не зберігається надто довго, однак, саме в зимову пору року споживання вітамінних ягід сприяє зміцненню здоров'я людини та корисно для дітей. Тому такий проект дозволить користуватися продукцією, вирощеною влітку рік.

Ще одним моментом у процесі виробництва швидкозаморожених ягід є можливість зберегти смакові якості лісових та болотних ягід. В даній роботі як специфічна ягода обрана журавлина, яку багато людей недооцінюють. Багато лісові ягоди активно експортуються в до європейських країн, де вони оцінюються споживачем дуже високо. До тому цей продукт екологічно чистий, без додавання цукрів, посипок, добавок. Тому доцільність модернізації холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід не піддається сумніву, враховуючи те, що для виробництва були обрані найпопулярніші у споживачів ягоди та плоди.

Як правило, цех для виробництва швидкозаморожених ягід не великий. Потужність виробництва невисока, тому приймаємо одноповерхове будинок. Для кращого розподілу будівельних квадратів вибрано сітку колон 6х12 метрів. Майданчик для будівництва проектованого цеху необхідно вибираємо на землях, малопридатних для сільськогосподарського використання.

У роботі розглядається виробництво заморожених плодово-ягідної сировини:

1) вишня – 2 т/зміна;
2) полуниця – 2 т/зміна;
3) журавлина – 2 т/зміна;
4) смородина чорна – 0,5 т/зміну.

За одну зміну роботи цех виробляє 6,5 т продукції, отже, добу – 13 т.

Сировина поставляється в цех у свіжому вигляді, проходить етапи сортування, очищення від домішок та миття. На етапі інспектування видаляються браковані ягоди, перевіряються органолептичні показники сировини. Після підготовки, сировина відправляється в цех фасування-упаковки і далі – в цех шокової заморозки. Після заморожування продукція прямує на зберігання, розподіл у тару, що маркується реалізується.

Якість виробленої для підприємства швидкозамороженої продукції контролюється міждержавним стандартом.

З особливостей швидкого заморожування, до сировини пред'являються особливі вимоги:

– наявність однорідного інтенсивного кольори,

– оптимальних розмірів сировинного продукту;

– у вишні тверда кісточка, м'яка соковита м'якоть без ознак ураження, тонка шкірка;

– для полуниці теж свої вимоги: соковита м'якоть, стиглість, солодка ягода, однорідна поверхня;

– журавлина повинна бути червоною, соковитою, ароматною, трохи в'яжучою на смак;

– чорна смородина має бути без домішок, гілок, колір темний, дрібна, соковита ягода.

2.2 Опис виробничого процесу швидкозаморожених ягід

Виробництво заморожених ягід складається з певних етапів. Пройшовши підготовчий етап, сировина надходить на конвеєр інспектування де уповноважена особа зазначає початок інспекції сировини.

Сировина перевіряється на відсутність домішок, гнилих або цвілевих ягід, проінспектовані якісні ягоди надходять у приймальний бункер машини для видалення плодоніжок. Ягоди, що надійшли в бункер, проходять між обертовими валиками, які захоплюють стебла, листя і видаляють їх з цих ягід. Очищені ягоди продовжуються рухатися по похилого майданчика і потрапляють у вихідну воронку. Стебла з водою потрапляють в окремий контейнер розміщений під машиною.

Залежно від якості та кількості ягід зі стеблами кут нахилу робочого місця регулюється. Мийка ягід проводиться за допомогою машини для миття автомобіля-барботера. Ягоди потрапляють на приймальну ванну миючої машини, яка наповнена водою і має подвійне дно з невеликими отворами, в яких розміщується труба. Далі після промивання проводиться огляд сировини. Остаточний огляд та видалення неякісних ягід перед їх сушіння стисненим повітрям та подальший вхід до морозильної камери.

При вході в тунель над конвеєрною стрічкою розташований вібраційний живильник ягід, який рівномірно розподіляє їх по ширині конвеєрної стрічки морозильного тунелю. Завантаження сировини та виробничої продукції проводиться працівниками цеху накопичення сировини та у відділі транспорту та експедиції, з яких готова продукція надсилається на продаж.

Холодне постачання забезпечується відсіком компресора, який працює автономно. Температура в холодильнику -15 °С. Готова продукція укладається на стелажі та піддони, а потім надходить в розливний цех, оснащений пакувальними машинами та пакувальними матеріалами.

При виході з морозильного тунелю розміщено бункер із виходом на фасувальну машину. Заморожена продукція подається до приймального бункеру машини для фасування у пакети.

Робочий стіл служить для прийому цих пакетів для укладання та розміщення в камери, що охолоджуються. Якщо фасувальна машина не використовується то після морозильного тунелю продукцію упаковують у пакети, укладають у візки або картонні ящики і зважують, після чого складують у холодильні камери.

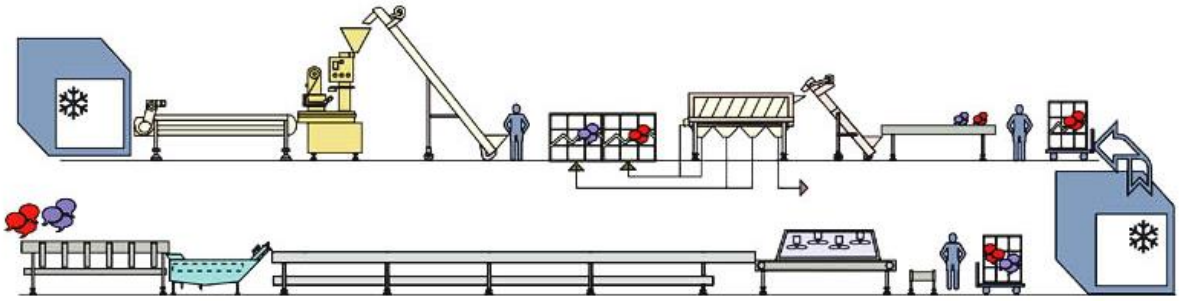


Рисунок 2.1 – Технологічна лінія з переробки та заморожування полуниці

1. Технологічна лінія з переробки полуниці та заморожування. Полуниця перевіряється, миється в універсальній миючій машині. Перехід на дводіапазонний, який полягає у видаленні стебел та листя.

Вони розміщуються на нижньому поясі. Очищена полуниця входить у осушувач видалення поверхневої вологи. Після закінчення підсушується, полуниця збирається у відповідні ящики, які влаштовуються у вагони заморозки.

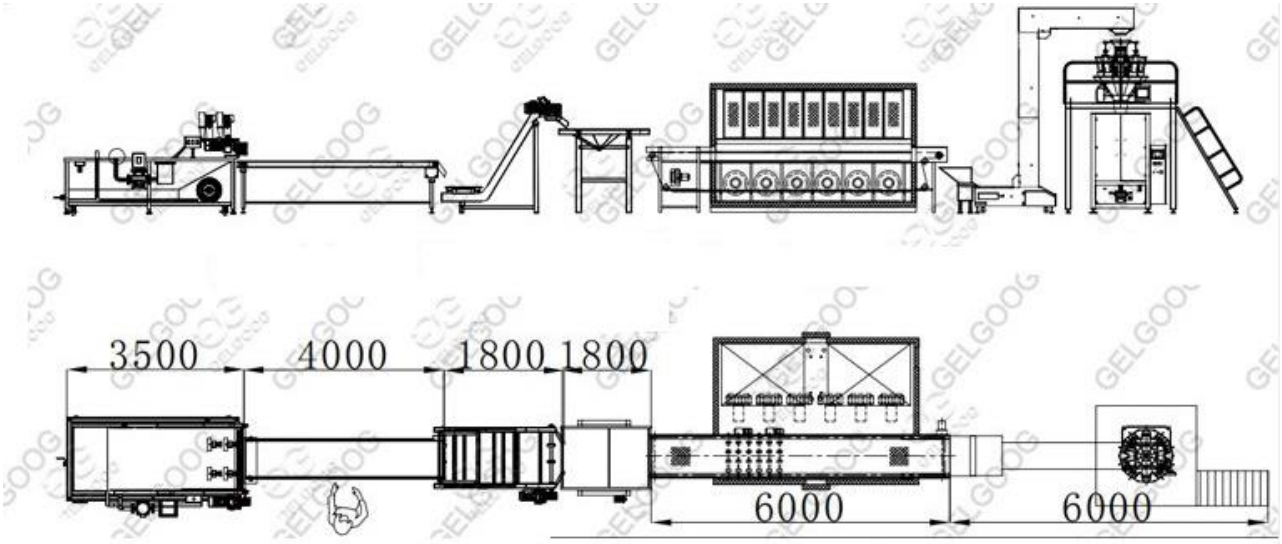


Рисунок 2.2 – Технологічна лінія заморожування полуниці

2. Калібрування, упаковка та зберігання

Після процесу заморожування полуниця калібрується у 4 класи. Малина калібрується в 2 або 3 калібру, як зламаний плід малини зроблений з манних камер. Упаковка заморожених фруктів та овочів проводиться на автоматичній пакувальній машині, що працює на ваговій основі.

Зберігання заморожених плодів та овочів, що перевозяться в охолодженому вигляді при температурі від -18 до -22 градусів С. Кислі вишні зберігають при -26 °С.

2.3 Розрахунок виробничої потужності технологічних ліній

Цех із виробництва швидкозаморожених ягід планується проектувати у місті Дніпропетровськ. Чисельність населення перспективу визначаємо

$$T_1 = T(1 + \frac{E}{100})^n$$

де T_1 – чисельність населення;

E – коефіцієнт природного приросту 2-3%;

n – перспектива років, 5 років.

$$T_1 = 523000(1 + \frac{2}{100})^5 = 577500$$

Виробничу потужність цеху визначаємо за формулою

$$M = \frac{n_x(T_1 - T)}{K_m 1000}$$

де n_x – норма споживання виробів душу населення (приймаємо 70 кг плодів та ягід на рік);

K_m – коефіцієнт резерву потужності (приймаємо 0,8).

$$M = \frac{70(577500-523000)}{0{,}8\times1000} = 4769 \text{ т/год} = 13 \text{ т/сут.}$$

Проектування цеху з виробництва швидкозаморожених ягід потужністю 13 т/добу є економічно та технічно доцільним.

Цех працює 4000 годин на рік, режим роботи двозмінний, зміна 12 годин, отже, цех випустить 13 тон продукції на добу, 6,5 тон заморожених виробів за одну зміну та 4769 тон виробів за 1 рік.

Важливим етапом при виробництві замороженої ягідної сировини є контроль його якості, тому що при заморожуванні сировина втрачає у вазі. Втрати ваги також відбуваються на підготовчих стадіях, коли із маси сировини вибраковуються некондиційні екземпляри ягід.

З метою визначення втрат сировини, раз на тиждень кожна зміна відбирає три середньозважених проби сировини вагою 1 кг від кожної партії продукту, метод відбору – точковий.

В отриманій пробі визначають:

– частку відходів;

– відсоток сухих речовин;

– вологість;

– наявність домішок, шкідників.

Вихід готового продукту та витрати сировини на 1 г продукту можна визначити за формулою

$$A = \frac{100C_2}{(100-P)C_1}$$

де А – Витрата сировини на 1 т готового продукту (в т);

C_1 – вміст сухих речовин, у сировину (в %);

C_2 – вміст сухих речовин, у готовому продукті (в %);

Р – відходи та втрати в пробі при очищенні, миття та інших операціях (В%).

Визначимо витрати сировини в тонах на 1 т готового продукту при вміст вологи у свіжих ягодах не менше 90 %, втрат 10 % (плодоніжки), вміст сухих речовин у сировині – 35%.

$$A = 100*10/(100-35)*10 = 1,5 \text{ т.}$$

Тобто для виробництва 6,5 тон готової продукції на зміну потрібно сировини:

– вишня – 3 т/зміну;

– полуниця – 3 т/зміну;

– журавлина – 3 т/зміну;

– смородина чорна – 0,75 т/зміну.

2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного та холодильного обладнання

Технологічне обладнання можна поділити на три групи: безперервної дії; періодичної дії; для транспортування та обробка сировини.

Розрахунок необхідної кількості одиниць технологічного обладнання безперервної дії зробимо за формулою

$$m = \frac{A}{T \times g},$$

де А – кількість основної сировини за видами, що переробляється на даному апараті, кг/см;

Т – тривалість зміни, год;

g – середня годинна продуктивність апарату машини, кг.

Для виробництва заморожених ягід приймаємо 1 приймальний бункер, що в порядку черги надходитимуть свіжі ягоди.

Для миття ягід вибираємо барботажну мийну машину Normit Wash WAIR, яка відноситься до мийного обладнання безперервного/періодичної дії вентиляторного типу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості мийних машин

Продукт	Кількість за зміну, кг	Машина	Продуктивність, кг/ч	Кількість одиниць обладнання	
				Розрахункова	Прин.
Вишня	2000	Normit Wash W AIR	1000	0,25	1
Полуниця	2000	Normit Wash W AIR	1000	0,25	
Журавлина	2000	Normit Wash W AIR	1000	0,25	
Смородина	500	Normit Wash W AIR	1000	0,18	

Мийна машина призначена для ефективної високопродуктивної миття овочів, фруктів, ягід, у тому числі, з ніжною структурою та листових. Очищення продукту здійснюється за допомогою делікатного впливу бульбашок повітря, інтенсивно генерованих спеціальною барботажною системою. Механічні миючі елементи відсутні. Приймаємо одну мийну машину, технічні характеристики якої представлені у табл. 2.1.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики барботажної мийної машини Normit Wash WAIR

Технічні характеристики	Показники
Продуктивність кг/год	1000
Встановлена потужність, кВт	2,8
Габаритні розміри, мм	1600x3000x1150
маса, кг	230

Рисунок 2.3 – Барботажна мийна машина Normit Wash WAIR

Приймаємо 1 інспекційний конвеєр, швидкість руху якого регулюється вручну та автоматично.

Морозильна камера використовується для заморожування всіх видів їжі, включаючи плодово-ягідну сировину. У морозильній камері є компресор, який є ефективними, енергозберігаючими та малошумними. Випарник може вирівнювати температуру в морозильній шафі та подовжувати час консервації. У той же час інтелектуальна багатофункціональна система контролю температури здатна досягти точного регулювання [4].

Перевага машин швидкого заморожування:

– машина швидкого заморожування виготовлена із нержавіючої сталі з високою корозійною стійкістю та високою щільністю;

– видкозаморожуючий верстат використовує мікроелектронний контроль температури та індивідуальний вентилятор, який легко заморожувати та зупиняти при низьких температурах, тобто -20°C ~ -40°C;

– оснащена випарником та конденсатором з високою ефективністю режимів охолодження – повітряне охолодження, а охолодний ефект – швидкий.

– холодоагент є високоефективним екологічно чистим

– безпечний та надійний режим роботи ємності з універсальним колесом легко переміщати.

Розрахуємо необхідну кількість камер заморозки, табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок кількості камер заморозки

Продукт	Кількість за зміну, кг	Обраний вид машини	Продуктивність камери, кг/ч	Кількість одиниць облад.	
				Розрах.	Прин.
Вишня	2000	Hicold W40KGNR	1200	0,2	1
Полуниця	2000	Hicold W40KGNR	1200	0,2	
Журавлина	2000	Hicold W40KGNR	1200	0,2	
Смородина	500	Hicold W40KGNR	1200	0,07	

Приймаємо одну камеру заморозки Hicold W40KGNR, яка здатна миттєво заморожувати фрукти, овочі, ягоди, має автоматичну систему терморегуляції та збереження холоду під час відкриття камери.

Технічні характеристики морозильної камери представлені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики камери заморозки Hicold W40KGNR

Технічні характеристики	Показники
Продуктивність кг/год	1200
Встановлена потужність, кВт	3,6
Габаритні розміри, мм	1400x1300x2340
маса, кг	310

Приймаємо 4 елеватори К6-ФПЗ-1 (елеваторами оснащені мийна машина, інспекційний конвеєр, камера заморозки, фасувальна стрічка.

Рисунок 2.3 – Морозильна камера Hicold W40KGNR

Технічні характеристики елеватора представлені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика елеватора марки К6-ФПЗ-1

Технічні характеристики	Показники
Вантажопідйомність	400
Швидкість підйому, м/хв	8,2
Висота вивантаження, що регулюється в межах мм	1000-2000
Потужність двигуна, кВт	2,2
Габаритні розміри	1400х1300х3035
Маса	430

Для зважування сировини потрібні ваги. Приймаємо ваги монорейкові електронні ВМЕ-600 з класом точності «Середній» зважування сировини прийому з накопичувальної камери.

Технічні характеристики ваг представлені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика монорейкових ваг

Технічні характеристики	Показники
Найбільша межа зважування, кг 600	600
Дискретність 200	200
Довжина монорейка, мм 700	700
Маса ваг не більше, кг	35

Розрахуємо кількість формувально-пакувальних машин і представимо дані у табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок кількості формувально-пакувальних машин

Продукт	Кількість за зміну, кг	Обрана машина	Продуктивність машини, кг/ч	Кількість одиниць обладнання	
				Розрах.	Прин.
Вишня	2000	100P2RC	1000	0,25	1
Полуниця	2000	100P2RC	1000	0,25	
Журавлина	2000	100P2RC	1000	0,25	
Смородина	500	100P2RC	1000	0,08	

Приймаємо одну формувально-пакувальну машину, технічні характеристики якої представлені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики формувально-пакувальної машини

Технічні характеристики	Показники
Продуктивність кг/год	1000
Встановлена потужність, кВт	2,8
Габаритні розміри, мм	1600x3400x1200
маса, кг	250

Розрахунок числа одиниць обладнання наведено у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок числа одиниць обладнання

Найменування обладнання, марка	Продуктивність, кг/год	Габаритні розміри, мм	Кількість одиниць обладнання
Барботажна миюча машина Normit Wash W AIR	1000	1600x3000x1150	1
Камера заморозки Hicold W40KGNR	1200	1600x900x1700	1
Елеватор К6-ФПЗ-1	400	1400x1300x3035	4
Конвеєрний стіл	-	2000x1300x850	4
Монорейкові ваги	-	700	1
Інспекційний конвеєр	-	2000x1300x850	1
Приймальний бункер	-	-	1
Формувально-пакувальна машина 100P2RC	1000	1600x3400x1200	1

Таким чином, для виробництва 6,5 т заморожених ягід необхідно 13 одиниць обладнання.

2.5 Принцип дії лінії для швидко заморожених плодово-ягідної сировини

Сировина поставляється в цех у свіжому вигляді, проходить етапи сортування, очищення від домішок та миття. На етапі інспектування видаляються браковані ягоди, перевіряються органолептичні показники сировини. Після підготовки, сировина відправляється до цеху фасування-упаковки і далі – до цеху шокової заморозки.

У цеху підготовки сировини виробляють мийку та очищення сировини, що надходить, в даному випадку ретельне миття ягід, видалення гілочок, плодоніжок тощо.

Цех інспектування працює на різних етапах виробництва та передбачає контроль якості та безпеки сировини, що надходить.

Процес інспектування проходить у кілька стадій, таких як надходження сировини, огляд, відбір та вибракування. У цеху підготовки сировини ягоди, що надійшли на заморозку, промивають, видаляють гілки, плодоніжки, кісточки, шкірку за потреби. Потім піддаю ягоди бланшуванню, охолодженню, сушінню, обдуванню повітряним потоком, щоб забрати зайву вологу.

Рисунок 2.4 – Машина для бланшування фруктів

Для швидкозаморожених овочів та сушених овочів бланшування особливо важливе. Бланшування може зменшити окиснення овочів та фруктів і зробити хлорофіл гідролазу неактивним. Він також може підтримувати зелений та гарний зовнішній вигляд овочів. Бланширувальна машина використовує паровий нагрів для підвищення температури води у всьому резервуарі, і потрібно близько 30 хвилин, щоб температура води піднялася з 0 до більш ніж 90 градусів.

Машина для бланшування овочів є ідеальним обладнанням для обробки бланшуванням, часто необхідним для захисту кольору при обробці фруктів і овочів. Шляхом бланшування та ошпарювання, а також стримування активності ферментів у фруктах та овочах, щоб зберегти початковий свіжий колір та блиск фруктів та овочів, видалити запах з овочів та зберегти природний аромат, пом'якшити фруктові клітини, щоб полегшити випаровування, та закласти гарну основу для подальшого процесу сушіння та зневоднення [4].

Машина для бланшування фруктів здебільшого використовується для бланшування фруктів, коренеплодів та листових овочів, включаючи моркву, спаржу, гриби, фруктові скибочки та інші продукти. Це незамінне обладнання для попередньої обробки харчових продуктів швидкого заморожування, зневоднення та сублімаційного сушіння.

Рисунок 2.5 – Охолоджувальна машина

Для швидкого замороженого плодово-ягідної сировини є потреба в охолоджені, щоб охолодити бланшовану сировину. Через охолоджувач бланшировані фрукти можна швидко охолодити. Перед входом у морозильну камеру для заморозки він заощаджує багато енергії та праці. Після проведених операцій суху та чисту ягоду негайно направляють у морозильний апарат шокової заморозки, де вона моментально заморожується.

Заморожена ягода рухається конвеєром де її інспектують, фасують з пакетів з полімерних матеріалів. Фасовані пакети укладають у картонні коробки, складають у морозильній камері та зберігають до настання термінів реалізації [5]. Важливо підтримувати температуру зберігання камери, щоб не допустити танення ягід.

Виробнича площа цеху визначається на підставі габаритних розмірів обладнання (довжина, ширина), причому розрахунок ведеться на кожну одиницю. Крім того, при розрахунках враховують коефіцієнти прохідності між робочими місцями та вимогами розміщення термічного та холодильного обладнання.

Після заморозки продукція спрямовується на зберігання, розподіл у тару, маркується реалізується.

Якість виробленої для підприємства швидкозамороженої продукції контролюється міждержавним стандартом.

Розглянемо лінію виробництва ягід.

1. Комплекс обладнання для підготовки сировини включає:

– сортувальні машини;

– очищувально-подрібнювальне обладнання;

– чани та ємності;

– мічені машини, барботери;

– ополіскувачі сировини.

2. Обладнання для бланшування:

– бланшувачі безперервної дії, можуть бути паровими, водяними, комбінованими;

– котли дуплікатори

На рис. 2.3 показано машинно-апаратурну схему лінії виробництва заморожених ягід.

Пристрій та принцип дії лінії виробництва заморожених ягід починається з висипання сировини з дерев'яних лотків у приймальний бункер елеватора 1. При цьому із сировини ручним способом видаляються сторонні предмети (гілки, камінці, земля тощо). Елеватором 1 якісні ягоди піднімаються до приймального бункера машини 2 для видалення плодоніжок.

Ягоди, що надійшли в бункер, проходять між роликами, що обертаються, які захоплюють плодоніжки та листя і витягують їх цих плодів. Очищені ягоди продовжують рухатися по похилому майданчику та потрапляють у вихідну вирву, а плодоніжки з водою потрапляють в окрему ємність, розміщену під машиною.

Залежно від якості та кількості плодів з плодоніжками регулюється кут нахилу робочого майданчика. Для обслуговування та регулювання на певний вид продукції призначено платформу 3. Миття плодів здійснюється за допомогою мийної машини-барботера. Після миття ягоди видаляються з ванної окремим елеватором яким розміщені розпилювальні пристрої для ополіскування сировини.

Швидкість стрічки елеватора регулюється в залежності від продуктивності.

При вході тунель 7 безпосередньо над транспортерною стрічкою розміщений вібраційний живильник плодів, який рівномірно їх розподіляє по ширині транспортерної стрічки морозильного тунелю. При виході з морозильного тунелю 7 розміщений бункер із двома виходами: один підключений прямо на фасувальну машину 9, а інший передбачений для подачі продукції в коробки. Елеватором 8 заморожена продукція піднімається в приймальний бункер машини 9 для фасування пакети.

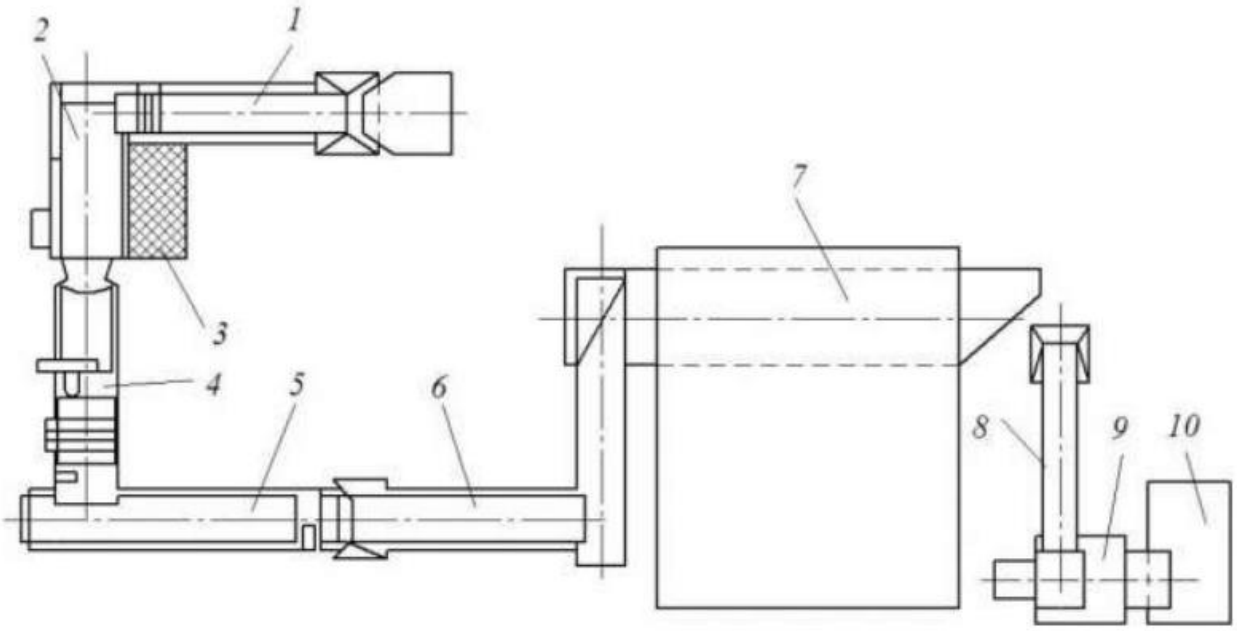


Рисунок 2.6 – Машинно-апаратурна схема лінії виробництва замороженних плодів та ягід

2.6 Розрахунок виробничих приміщень

Підприємство з виробництва швидкозаморожених ягід включає наступні приміщення:

– підготовчий цех;

– цех інспектування (відбору та вибракування) сировини, що надходить на виробництво;

– цех заморожування;

– цех фасування, маркування;

– ділянка утилізації відходів;

– групу складських приміщень;

– групу адміністративних приміщень.

У цеху підготовки сировини виробляють мийку та очищення сировини, що надходить, в даному випадку ретельне миття ягід, видалення гілочок, плодоніжок тощо.

Цех інспектування працює на різних етапах виробництва та передбачає контроль якості та безпеки сировини, що надходить.

Процес інспектування проходить у кілька стадій, таких як надходження сировини, огляд, відбір та вибраковування.

У цеху підготовки сировини ягоди, що надійшли на заморозку, промивають, видаляють гілки, плодоніжки, кісточки, шкірку за потреби. Потім піддаю ягоди бланшуванню, охолодженню, сушінню, обдуванню повітряним потоком, щоб забрати зайву вологу.

Після проведених операцій суху та чисту ягоду негайно направляють у морозильний апарат шокової заморозки, де вона моментально заморожується.

Заморожена ягода рухається конвеєром, де її інспектують, фасують з пакетів з полімерних матеріалів. Фасовані пакети укладають у картонні коробки, складають у морозильній камері та зберігають до настання термінів реалізації. Важливо підтримувати температуру зберігання камери, щоб не допустити танення ягід.

Виробнича площа цеху визначається на підставі габаритних розмірів обладнання (довжина, ширина), причому розрахунок ведеться на кожну одиницю. Крім того, при розрахунках враховують коефіцієнти прохідності між робочими місцями та вимогами розміщення термічного та холодильного обладнання.

Площа під обладнання визначається за формулою

$$S = S_{об} + (S_{об} \cdot K_{исп})$$

де $K_{ісп}$ – коефіцієнт використання обладнання;

$S_{об}$ – площа обладнання, м^2.

Площі виробничих та допоміжних приміщень наведені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Зведена таблиця виробничих та допоміжних приміщень

Найменування цеха	Площа	Площа в будівельних квадратах 6х12
Склад сировини	35	0,5
Цех підготовки сировини	112	1,5
Цех заморожування	34	0,5
Ділянка інспекції	68	0,9
Ділянка фасування та маркування	115	1,5
Ділянка утилізації відходів	35	0,5
Склад готової продукції	56	0,8
Склад зберігання упаковки	72	1
Експедиція	38	0,5
Адміністративно-побутові приміщення	72	1

2.6 Розрахунок та підбір холодильного обладнання для зберігання заморожених ягід

Для початку виробництва необхідно в першу чергу холодильне обладнання, куди надходитимуть свіжі ягоди. Термін зберігання свіжих ягід при кімнатній температурі невеликий, тому для збереження їх якості та

зовнішнього вигляду необхідно обладнати цех необхідною кількістю холодильників чи холодильних камер.

Проектована холодильна камера знаходиться у складі одноповерхового холодильника, розташованого в кліматичній зоні з розрахунковою зовнішньою температурою $t_{нар.}$ = 30 ºС. Добове надходження ягід у камеру становитиме 6,5 т. Камера обладнана автономною холодильною установкою, що працює на заданому холодильному агенті. Система охолодження холодильної камери повітряна, з підвісними охолоджувачами повітря.

Місткість камери зберігання в тонах вантажу визначається за такою формулою

$$Gк = Fстр \times gv \times h_{гр} \times b$$

де $F_{стр}$ – будівельна площа камери, м^2

$$Fстр = B \times L$$

де gv – норма завантаження на 1 м^3 вантажного об'єму камери, приймаємо 0,2 т/м^3.

$h_{гр}$ – вантажна висота штабеля, приймаємо 1,4 м;

b – коефіцієнт займаної площі, приймаємо 0,85 (при завантаженні камери не менше 85%).

$$Gк = 100 \times 0{,}2 \times 1{,}4 \times 0{,}85 = 22{,}4 \text{ т}$$

Таким чином, місткість камери складе 22,4 т при щодобовій потреби сировини 6,5 т, що дозволить робити невеликий запас ягід у камері для подальшого провадження.

За розрахованою холодопродуктивністю вибираємо дві холодильні машини АП – D3DS – 150X, схема її підключення представлена на рис. 2.7. Перша машина забезпечуватиме вироблення холоду в холодильних камерах цеху, друга – резервна. Холодильна машина представлена рис. 2.8, технічні характеристики приведено в табл. 2.11. З машиною використовуються конденсатор MDA 24 – 4 та 2 випарники AC8 – 5L, рис. 2.9.

Таблиця 2.11 – Характеристики холодильної машини

Тип холодильної машини	АП – D3DS – 150X
Холодоагент	R22
Холодопродуктивність, кВт	20
Потужність, що споживається, кВт	8,2
Габарити машини, мм	1600/800/1700
Маса, кг	357

Конденсатор	MDA 24 – 4
Випарник	AC8 – 5L
Внутрішня площа поверхні теплообміну, м^2	16,8

Рисунок 2.7 – Холодильна машина АП – D3DS – 150X

Рисунок 2.8 – Випарник AC8 – 5L

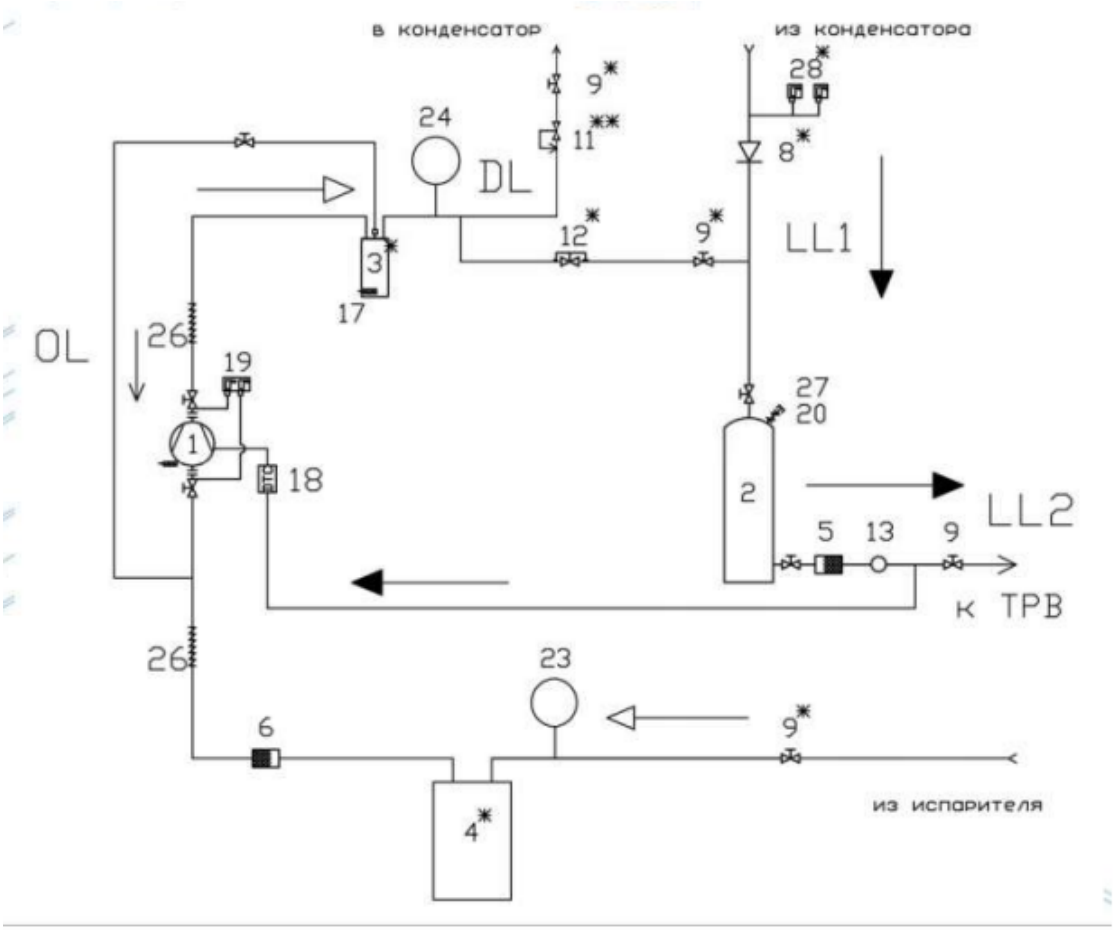


Рисунок 2.8 – Схема підключення АП – D3DS – 150X

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Забезпечення умов безпеки праці на виробництві

Правила безпечного виробництва повинні дотримуватися будь-яких підприємствах, зокрема харчових. Харчові компанії повинні суворо дотримуватися всіх правил техніки безпеки.

На підприємствах харчової промисловості існує низка шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на працівників:

– фізичні, що викликають травми кінцівок, забиття, порізи, тимчасова втрата слух, погіршення або тимчасова втрата зору, наприклад, ріжуче колюче обладнання, елементи, що крутяться, перемішують агрегати, а також шум, вібрація від обладнання, надто яскраве або недостатнє світло;

– хімічні – вплив розчинів для промивання обладнання, передозування препаратів, опіки від дії кислот тощо;

– термічні – опіки від нагрівального обладнання, переохолодження в камерах охолодження та заморозки продукції [13].

– електростатичні – вплив електрика від приладів та обладнання.

Відповідальність за безпеку працівників на харчовому підприємстві несе роботодавець, який забезпечує належний огляд та перевірку обладнання, його технічне обслуговування, вживає заходів щодо забезпечення пожежної та виробничої безпеки, створює відділ по охорони праці з виробництва.

На виробничому підприємстві може працювати цілий штат співробітників з охорони праці на чолі з інженером з техніки безпеки, або позаштатний інженер чи обслуговуюча компанія. У будь-якому випадку, на особу, відповідальну за безпеку працівників, накладаються на певні посадові обов’язки:

– перевірка, контроль технічного обслуговування обладнання;

– забезпечення контролю мікроклімату у приміщеннях згідно нормативним документам (температура та вологість повітря, тиск, освітлення тощо);

– проведення інструктажів з техніки безпеки та пожежної безпеки серед виробничих працівників та адміністративних працівників підприємства.

Існує кілька видів інструктажів з техніки безпеки: вступний, первинний, повторний цільовий та інші.

Найбільш важливим є вступний інструктаж при прийомі співробітника на роботу, первинний інструктаж проводиться під час перекладу працівника на іншу посаду.

Повторний інструктаж проводиться раз на квартал із кожним працівником незалежно від того як давно він проходив якийсь із інструктажів. Цільовий інструктаж проводиться при введенні нових посадових обов'язків працівника або при впровадженні нового обладнання.

Найважливішим завданням забезпечення безпеки на виробництві є своєчасний контроль усіх процесів та швидке якісне усунення всіх неполадок.

3.2. Пожежна безпека

Пожежна безпека підприємства також перебуває у низці найважливіших задач забезпечення охорони праці працівників. Для запобігання загоранням на підприємстві передбачено організацію системи автоматичного оповіщення та система автоматичного гасіння пожежі. При задимленні або замиканні проводів, системи миттєво включає оповіщення та системи спринклерних розбризкувачів у місцях виявлення спалаху. Для працівників передбачено систему евакуації з будівлі, з якої вони ознайомлюються під час проходження інструктажів [14]. Система евакуації включає оповіщувачі, вказівні знаки, звуковий супровід.

Крім сучасних засобів гасіння пожежі, на підприємстві є пожежні рукави, підключені до відокремленої системи водопроводу, вогнегасники, механічні засоби гасіння спалахів. Для припинення горіння за допомогою піни застосовують спеціальні вогнегасники, піногенератори та установки для отримання повітряно-механічної піни [13]. Крім пінних вогнегасників застосовуються газові вогнегасники. До них відносяться вуглекислотні аерозольні та вуглекислотно-брометилові. Вони застосовуються при гасінні різних речовин, а також електроустановок під напругою.

Порошкові вогнегасники застосовують для гасіння невеликих за площею пожеж горючих рідин, газів, електроустановок під напругою до 1000 В.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння у виробничих, складських, допоміжних приміщеннях, будинках, спорудах, а також на території підприємств встановлюються спеціальні пожежні щити, яких знаходяться ті засоби пожежогасіння, які можуть застосовуватися в даному приміщенні, споруді, установці.

Крім виконання технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки на підприємстві обов’язково проводяться організаційні події. До них відносяться: навчання працюючих, розробка та реалізація норм, правил, інструкцій пожежної безпеки, виготовлення та застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки та інше [13, 14]. До обов’язків працівників виробництва входить – дотримання посадових інструкцій, вказівок інструктажів;

– використання засобів індивідуального захисту – спецодягу, взуття, масок, рукавичок тощо;

– знання інструкцій з експлуатації обладнання;

– забезпечення безпеки на робочому місці – відключення приладів, використання приладів за призначенням.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена модернізації холодильного обладнання лінії з виробництва швидкозаморожених ягід. У роботі зазначено, що заморожені продукти – це більше, ніж просто використання морозильного пристрою для заморожування їжі. Швидкозаморожені продукти є відносно унікальним процесом заморожування. У порівнянні із загальним процесом заморожування тунельна морозильна камера може швидко знизити температуру їжі. Оскільки температура швидко падає, вода у їжі утворюватиме дуже маленькі кристали льоду. Кристали льоду не ушкоджують харчові клітини, тим самим зберігаючи поживні речовини їжі значною мірою. У той же час, коли температура падає, активність клітин в їжі переважно припиняється, тим самим продовжуючи термін зберігання їжі.

У першому розділі здійснено аналіз холодильного обладнання для виробництва швидкозаморожених ягід. Для забезпечення населення плодово-ягідною продукцією істотну роль відіграє розширення обсягів виробництва та реалізації швидкозаморожених овочів, фруктів та готової продукції, що є джерелом вітамінів та біологічно активних речовин. Швидке заморожування запобігає втрат від псування і втрат маси свіжої і переробленої продукції, дозволяє довго зберігати її харчову цінність, що забезпечує високий рівень мікробіологічної безпеки. Розглянуто режими заморожування плодово-ягідної сировини, а саме три стадій: *стадія охолодження*, яка полягає в інтенсивному відводі теплоти від продукту, зниження температури до кріоскопічних значень; *стадія кристалізації*, під час якої відбувається зміна стану води, тобто ростуть та обростають формою крижані кристали; *стадія доморозки* під час якої відбувається охолодження до кріоскопічних температур від країв продукту до його центральної частини. Подальший етап зниження температури до -18...-20°С, за якої відбувається інактивація всіх ферментних систем, зупиняються біохімічні процеси у всіх клітинах тканин і настає його консервація.

Зазначено, що індустрія заморожених продуктів зазнає нових викликів та можливостей від наслідків пандемії COVID-19, що сприяло зростаючому попиту на технологічні лінії «без дотику рук». Особливо у міжсезоння наявність заморожених продуктів заповнює прогалину. Безпека харчових продуктів стала безпрецедентно важливою не тільки для замороженого м’яса та морепродуктів, а й для заморожених ягід. Також було розглянуто обладнання для заморожування малини, полуниці тощо.

Другий розділ присвячено технічному оснащенню лінії з виробництва швидкозаморожених ягід. Зазначено, що цех для виробництва швидкозаморожених ягід не великий, потужність виробництва невисока, тому було прийнято одноповерхова будівля.

У роботі розглядається виробництво замороженої плодово-ягідної сировини, а саме: вишня – 2 т/зміна; полуниця – 2 т/зміна; журавлина – 2 т/зміна; смородина чорна – 0,5 т/зміну. За одну зміну роботи цех виробляє 6,5 т продукції, отже, добу – 13 т.

Сировина поставляється в цех у свіжому вигляді, проходить етапи сортування, очищення від домішок та миття. На етапі інспектування видаляються браковані ягоди, перевіряються органолептичні показники сировини. Після підготовки, сировина відправляється в цех фасування-упаковки і далі – в цех шокової заморозки. Після заморожування продукція прямує на зберігання, розподіл у тару, що маркується реалізується. Зберігання заморожених плодів, що перевозяться в охолодженому вигляді відбувається при температурі від -18 до -22 градусів С, кислі вишні зберігають при -26 °С.

Здійснено розрахунок та підбір основного технологічного та холодильного обладнання. Було обрано основне та допоміжне обладнання, що відповідає сучасним вимогам.

Зазначено, що морозильна камера використовується для заморожування всіх видів їжі, включаючи плодово-ягідну сировину. У морозильній камері є компресор, який є ефективними, енергозберігаючими та малошумними. Випарник може вирівнювати температуру в морозильній шафі та подовжувати час консервації. Обрано морозильну камеру для заморозки Hicold W40KGNR. Сконцентровано увагу на тому, що важливими операціями є бланшування, охолодження, сушінню, обдуванню повітряним потоком, щоб забрати зайву вологу.

Машина для бланшування часто є необхідним обладнанням для захисту кольору при обробці фруктів і овочів. Шляхом бланшування та ошпарювання, а також стримування активності ферментів можна зберегти початковий свіжий колір та блиск фруктів, видалити запах з овочів та зберегти природний аромат, пом’якшити фруктові клітини, щоб полегшити випаровування, та закласти гарну основу для подальшого процесу сушіння та зневоднення.

Для швидкого замороженого плодово-ягідної сировини є потреба в охолоджені, щоб охолодити бланшовану сировину. Через охолоджувач бланшировані фрукти можна швидко охолодити. Перед входом у морозильну камеру для заморозки він заощаджує багато енергії та праці. Після проведених операцій суху та чисту ягоду негайно направляють у морозильний апарат шокової заморозки, де вона моментально заморожується. Важливо підтримувати температуру зберігання в холодильній камері, щоб не допустити танення ягід.

Здійснено розрахунок та підбір холодильного обладнання для зберігання заморожених ягід. За розрахованою холодопродуктивністю було обрано дві холодильні машини АП – D3DS – 150X, розглянуто схему її. Перша машина забезпечуватиме вироблення холоду в холодильних камерах цеху, друга – резервна. З машиною використовуються конденсатор MDA 24–4 та 2 випарники AC8 – 5L.

Запропонована схема автоматизації, яка забезпечує стійкість технологічного процесу, що характеризує контроль та регулювання всіх технологічних параметрів та знижує функціональність ручної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів. К.: НУХТ, 2007. 335 с.

2. Камінська, С. В. Сучані технології заморожування плодово-ягідної сировини: переваги та недоліки / С. В. Камінська // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали IX Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 10 грудня 2020 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2020. С. 30-31.

3. Сімахіна, Г. О. Підбір ефективних кріопротекторів для заморожування плодово-ягідної сировини / Г. О. Сімахіна, С. В. Халапсіна // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основнізасади її конкурентоздатності : матеріали III Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 9 вересня 2014 р. К., 2014. С. 60-61.

4. Highly efficient equipment for IQF freezing berries. Режим допуску: https://octofrost.com/food-processing-technology-berries/.

5. Frozen vegetable production line for making frozen peas,sweet corn. Режим допуску: https://www.taizyfoodmachine.com/frozen-peas-production-line.html.

6. Хмельнюк М.Г. Холодильні установки спеціального призначення. Херсон : Вид. Грінь Д.С., 2013. 488 с.

7. Лозовський А.П., Іванов О.М. Основи холодильних технологій. Суми: Університетська книга, 2018. 280 с.

8. Бойко М.М. Експлуатація холодильного та торговельного обладнання. Х.: «Компанія СМІТ», 2001, 120 с.

9. Обладнання та промислові камери шокової заморозки ягід. Режим доступу: https://holodprom.com.ua/ua/oborudovaniye-i-promyshlenniye-kamery-shokovoy-zamorozki-yagod.

10. Шокова заморозка ягід: камери та тунелі для шокової. Режим доступу: https://incools.com/ua/service/frost.

11. Гуртовенко Ю.О. Проектування холодильників. Біла Церква: Технолого-економічний коледж Білоцерківського національного аграрного університету, 2010. 124 с.

12. Cooling of blanched vegetables and fruits for freezing. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/229828016_Cooling_of_blanched_vegetables_and_fruits_for_freezing.

13. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності. Л.: Магнолія 2006, 2007. 499 с.

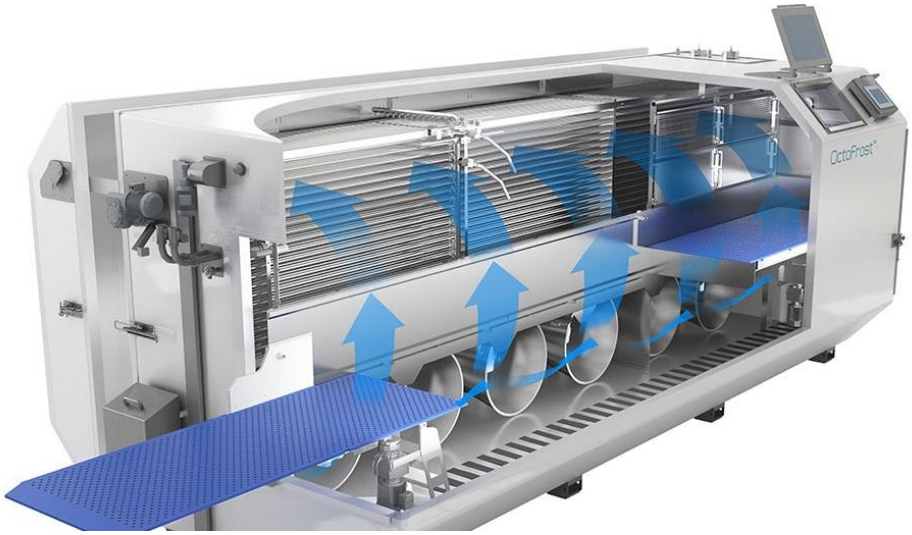
14. Ткачук К.Н. Виробнича санітарія. Рівне: 2012. 443 с.

15. Лозовський А.П. Основи холодильних технологій. Суми: Університетська книга, 2018. 280 с.

16. Мнацаканов Г. К. Основи проектування холодильників. Одеса: Інститут низькотемпературної техніки ОДАХ, 2004. 71 с.

Додаток А

Обладнання для заморожування малини та полуниці



					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Обладнання для заморожування малини та полуниці**	*Літ.*	*Арк.*	*Аркушів*
Перевір.		*Омельченко*					*1*	*51*
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Н. Контр.		*Омельченко*						
Затверд.		*Омельченко*						

Додаток Б

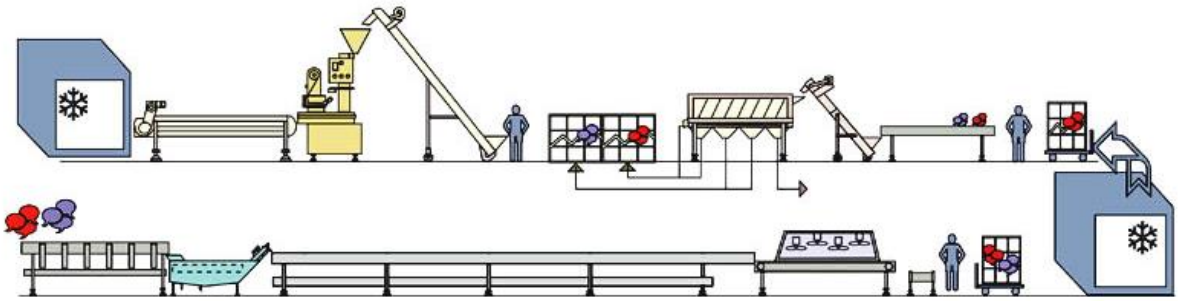
Тунельна конвеєрна машина швидкої заморозки

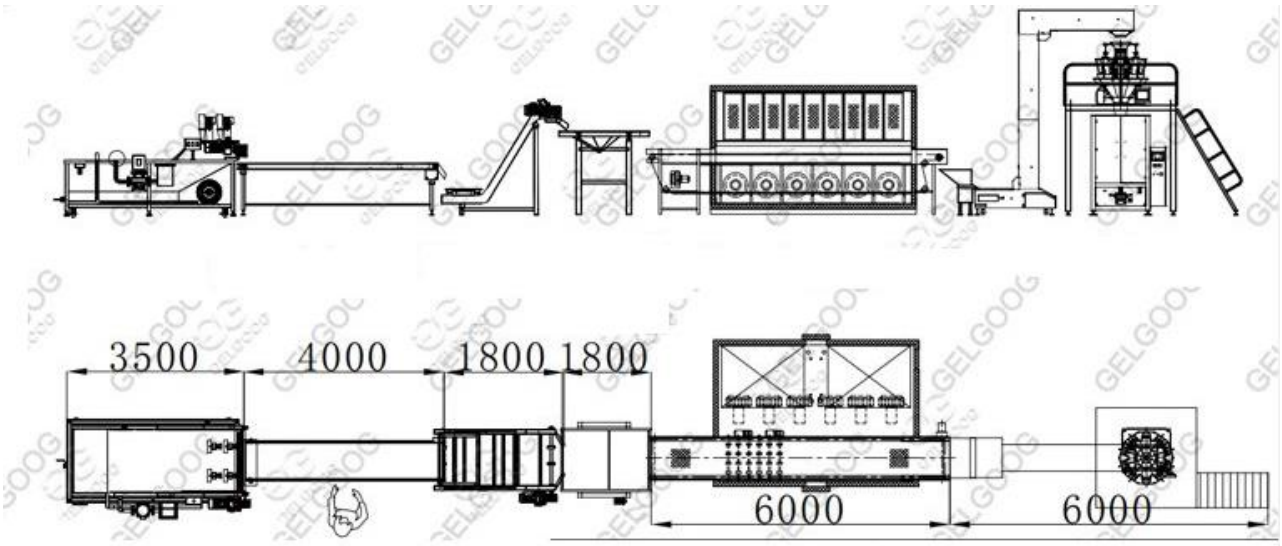
Тунельна морозильна камера з псевдозрідженим шаром

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Тунельна конвеєрна машина швидкої заморозки**	*Літ.*	*Арк.* 1 / *Аркушів* 51
Перевір.		*Омельченко*					
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Н. Контр.		*Омельченко*					
Затверд.		*Омельченко*					

Додаток В

Технологічна лінія заморожування полуниці





					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Технологічна лінія заморожування полуниці**	*Літ.*	*Арк.* 1 / *Аркушів* 51
Перевір.		*Омельченко*					
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Н. Контр.		*Омельченко*					
Затверд.		*Омельченко*					

Додаток Г

Барботажна мийна машина Normit Wash WAIR

Технічні характеристики барботажної мийної машини Normit Wash WAIR

Технічні характеристики	Показники
Продуктивність кг/год	1000
Встановлена потужність, кВт	2,8
Габаритні розміри, мм	1600х3000х1150
маса, кг	230

Додаток Д

Морозильна камера Hicold W40KGNR

Технічні характеристики камери заморозки Hicold W40KGNR

Технічні характеристики	Показники
Продуктивність кг/год	1200
Встановлена потужність, кВт	3,6
Габаритні розміри, мм	1400x1300x2340
маса, кг	310

					ДонНУЕТ.142.ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Морозильна камера Hicold W40KGNR**	*Літ.*	*Арк.* 1 / *Аркушів* 51
Перевір.		*Омельченко*					
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Н. Контр.		*Омельченко*					
Затверд.		*Омельченко*					

Додаток Е

Машина для бланшування фруктів та охолоджувальна машина

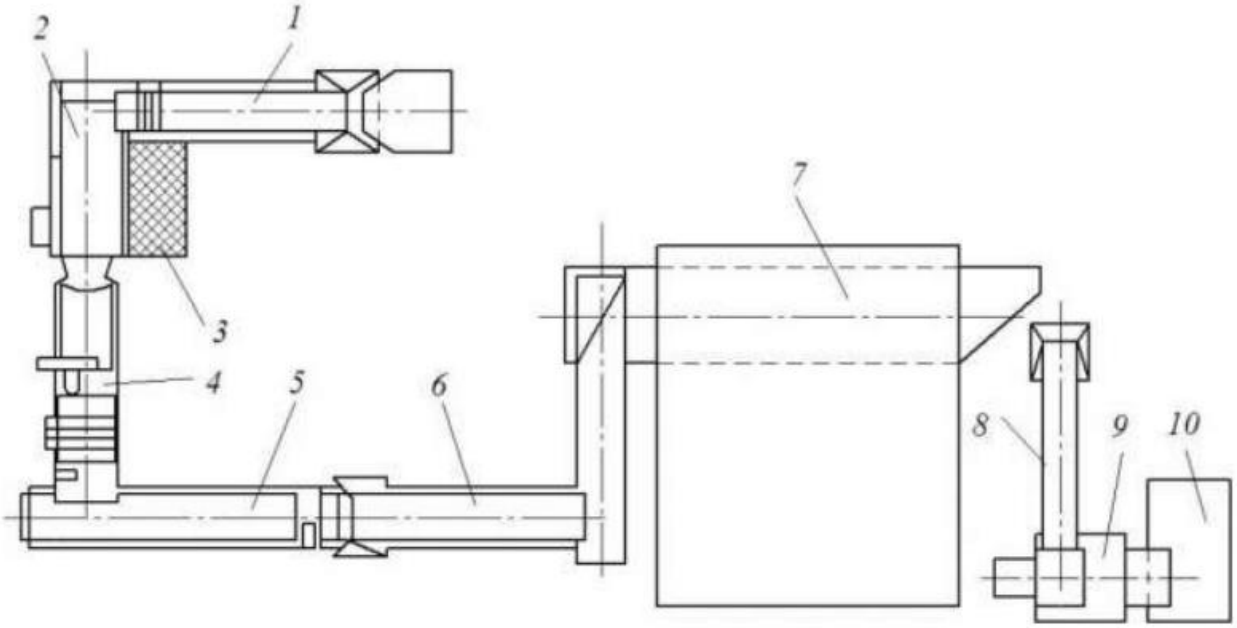
Машина для бланшування фруктів

Охолоджувальна машина

					ДонНУЕТ.142. ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Машина для бланшування фруктів та охолоджувальна машина**	*Літ.*	*Арк.* / *Аркушів*
Перевір.		*Омельченко*					*1* / *51*
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Н. Контр.		*Омельченко*					
Затверд.		*Омельченко*					

Додаток Є

Машинно-апаратурна схема лінії виробництва замороженних плодів та ягід



					ДонНУЕТ.142. ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кощаєв			**Машинно-апаратурна схема лінії виробництва замороженних плодів та ягід**	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 51
Перевір.		Омельченко					
Н. Контр.		Омельченко				**ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО**	
Затверд.		Омельченко					

Додаток Е

Холодильна машина АП – D3DS – 150X та її схема підключення

Технічні характеристики холодильної машини

Тип холодильної машини	АП – D3DS – 150X
Холодоагент	R22
Холодопродуктивність, кВт	20
Потужність, що споживається, кВт	8,2
Габарити машини, мм	1600/800/1700
Маса, кг	357
Конденсатор	MDA 24 – 4
Випарник	AC8 – 5L
Внутрішня площа поверхні теплообміну, м2	16,8

Випарник AC8 – 5L

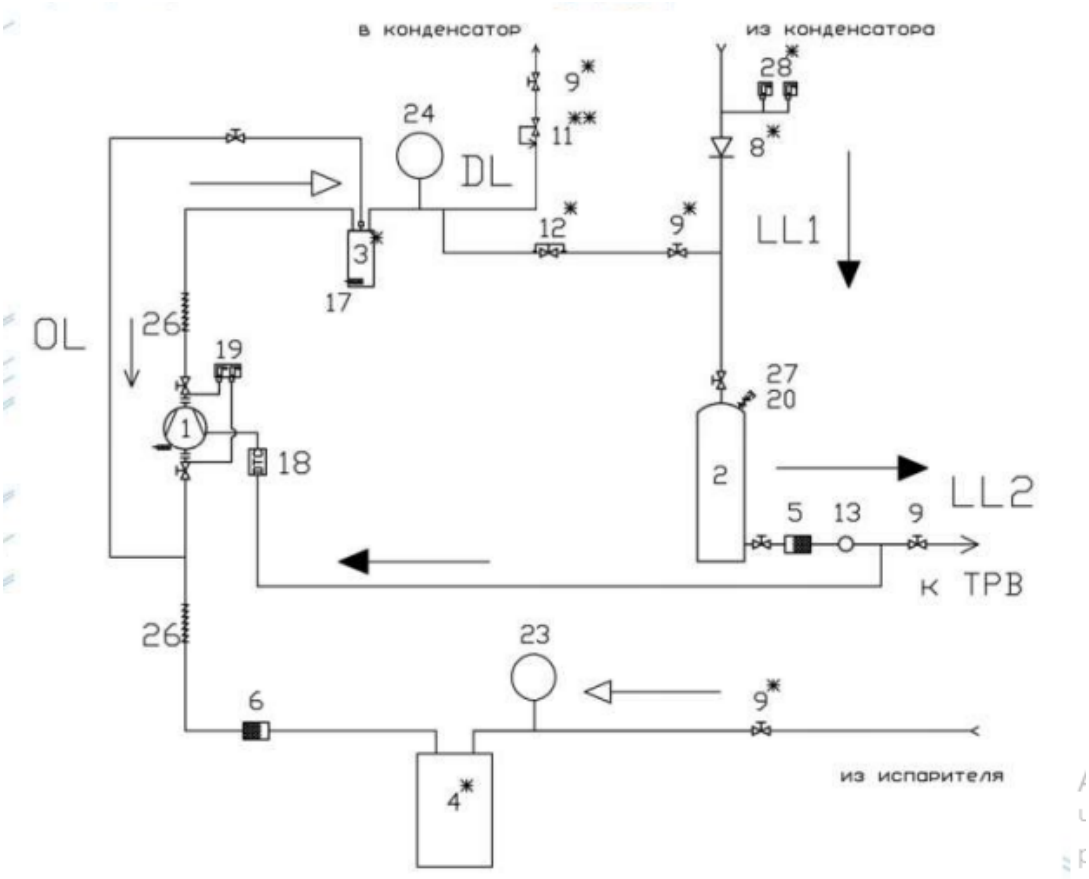


Схема підключення АП – D3DS – 150X

					ДонНУЕТ.142. ЕМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*			
Розроб.		*Кощаєв*			**Холодильна машина АП - D3DS – 150X та її схема підключення**	*Літ.*	*Арк.* / *Аркушів*
Перевір.		*Омельченко*					*2* / *51*
						ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Н. Контр.		*Омельченко*					
Затверд.		*Омельченко*					