

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. акад. І.С. Гулого**

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Сергій Блаженко

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Олександр Гавва

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності «133 Галузеве машинобудування»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв

на тему: Дослідження процесу охолодження хлібобулочних виробів із
розробкою

обладнання для періодичного способу виробництва

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗОХ-2-2М

Бойченко Андрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Керівник :

Десик Микола Григорович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незгодової допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет): Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь: «магістр»

Спеціальність: «133 Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг харчових виробництв»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бойченка Андрія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження процесу охолодження хлібобулочних виробів із розробкою обладнання для періодичного способу виробництва

керівник роботи: Десик Микола Григорович, доцент кандидат технічних наук,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання здобувачем роботи 10 лютого 2022

3. Вихідні дані до роботи

Продуктивність вакуумного охолоджувача 162 кг/год, креслення обладнання, навчальна нормативна та спеціальна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідити процес охолодження готових виробів в умовах розрідження, розглянути способи та обладнання для охолодження хлібних виробів, розробити вакуумний охолоджувач для батону.

5. Перелік графічного матеріалу

3D – модель вакуумного охолоджувача, , установка для досліджень вакуумного охолодження хлібопекарських виробів, графік охолодження батону з регулюванням зміни тиску, автоматичний пенетрометр АТ-1, графік залежності зміни швидкості охолодження від часу, графік охолодження батону із регулюванням зміни тиску, схема принципу роботи вакуумного охолоджувача.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі представлені результати наукових досліджень впливу параметрів процесу вакуумного охолодження батону «Нива» на його інтенсивність та якісні показники.

Досліджено процес охолодження готових виробів в умовах розрідження. Розглянуто способи та обладнання для охолодження хлібних виробів.

Об'єктом дослідження є процес охолодження хлібних виробів перед нарізанням і пакуванням. Досліди проводились на фізичній установці в лабораторних умовах і промислових умовах.

У даній роботі розглянуто спосіб охолодження хлібопекарських виробів в умовах вакууму. Проведені дослідження процесу охолодження батону. Встановлено залежність кількості вологи, що видаляється від величин розрідження. Досліджено зміну фізичних показників, якості готового виробу, із використанням вакуумного охолодження, порівняно з іншими способами. Залежності представлені у вигляді графіків. Розроблено вакуумний охолоджувач для батону. Проведені розрахунки продуктивності охолоджувача, витрат пароповітряної суміші, витрат охолоджувальної води, розрахунок конденсатора та вакуумного насоса.

Ключові слова: вакуумне охолодження, вакуумування, охолоджувач, камера охолодження, хліб.

SUMMARY

The qualification work presents the results of scientific research on the influence of the parameters of the process of vacuum cooling of the loaf “Niva” on its intensity and quality indicators.

The process of cooling of finished products in the conditions of rarefaction is investigated. Methods and equipment for cooling bread products are considered.

The object of research is the process of cooling bread products before cutting and packaging. The experiments were performed on a physical installation in laboratory and industrial conditions.

This paper considers a method of cooling bakery products in a vacuum. Experiments of the process of cooling the loaf were carried out. The dependence of the amount of moisture removed from the rarefaction values is established. The change of physical indicators, quality of the finished product, using vacuum cooling, in comparison with other methods is investigated. Dependencies are presented in the form of graphs. A vacuum cooler for the loaf has been developed. Calculations of cooler productivity, steam-air mixture consumption, cooling water consumption, calculation of condenser and vacuum pump are performed.

Key words: vacuum cooling, vacuuming, cooler, cooling chamber, bread

ЗМІСТ

ВСТУП

1. Процес охолодження батону в умовах періодичного способу виробництва.....	11
1.1 Суть процесу охолодження батону, аналіз обладнання та способів охолодження.....	14
1.2 Суть та теорія вакуумної технології охолодження хліба.....	26
1.3 Обґрунтування актуальності дослідження, формування мети і завдання роботи.....	29
2. Експериментальна установка та метод проведення дослідження	
2.1. Будова і принцип роботи установки.....	32
2.2. Методика проведення досліджень.....	35
3. Дослідження процесу вакуумного охолодження батону «Нива»	
3.1. Вплив вакуумного охолодження на фізико-механічні властивості батону.....	38
3.2. Вплив вакуумного охолодження на якість та геометричні параметри батону «Особливий».....	39
4. Розробка вакуумного охолоджувача для батону.....	42
5. Технічні розрахунки	
5.1 Розрахунок продуктивності охолоджувача.....	45
5.2 Розрахунок витрат пароповітряної суміші.....	45
5.3 Розрахунок витрати охолоджувальної води.....	48
5.4 Розрахунок конденсатора.....	48
5.5 Розрахунок вакуум-насоса.....	50

					201989.ДП.01.000.ПЗ		
Зм	Арк.	№ док.	Підпи	Да			
Розроб.	Бойченко				Літ	Арк.	Арк.міс
Перевір.	Десик М.Г.					7	71
Реценз.					НУХТ		
Н.					30X2 1M		
Затверд.	Десик М.Г.				ЗМІСТ		

6. Розроблення схеми та технологічного маршруту складання виробу..	53
7. Основні заходи с охорони праці та технічні вимоги.....	59
Висновки.....	65
Використана література.....	67
Додатки.....	70

					<i>ЗМІСТ</i>	<i>Арж</i>
<i>З.м</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>8</i>

ВСТУП

Одною з провідних галузей харчової промисловості України є хлібопекарська галузь, яка забезпечує безперебійне виробництво хлібопекарських виробів. Щорічно в Україні випікається приблизно 1,8 млн. тонн хліба та хлібопекарських виробів, понад 35 % від загального обсягу виробів складають батони. По технології виробництва завершальним етапом є процес охолодження, який характеризується обладнанням та способами.

Останніми роками стрімкого розвитку набуває дослідження процесів охолодження продуктів. Під час виробництва батону багато часу та додаткової роботи витрачається на охолодження продукції, що несе за собою деякі незручності. Такими незручностями є: габаритне обладнання для охолодження, яке займає великі площі у виробничих приміщеннях; час охолодження, який в свою чергу впливає на свіжість та доставку у торгові мережі.

З метою усунення таких незручностей проводимо дослідження охолодження батону «Особливий » масою 0,5 кг в умовах періодичного способу виробництва.

Правильне охолодження хліба необхідно з двох причин:

- для правильного зрізу температура повинна бути нижче 35 С. Інакше панелі знову злипнуться.
- щоб уникнути мікробіологічного погіршення.

Основною причиною мікробіологічного псування хліба є висока вологість у складському приміщенні та утворення конденсату при неконтрольованій температурі. Усі приміщення для зберігання хліба повинні утримуватися в чистоті, підтримуватися необхідний склад повітря та без сторонніх запахів. Повітря, що надходить у зону охолодження, необхідно очистити.

					201989.ДП.01.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ док.	Підпи.	Да.	Вступ	Літ.	Арк.	Архивів
Розроб.	Бойченко						9	71
Перевір.	Десик М.Г.					НУХТ 30X2 1М		
Реценз.								
Н.								
Затверд.	Десик М.Г.							

РОЗДІЛ 1

ПРОЦЕС ОХОЛОДЖЕННЯ БАТОНУ В УМОВАХ ПЕРІОДИЧНОГО СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Невже хліб – це просто вода з борошном? Звісно, ні. Якби це справді було так, то наші блочні крамниці виглядали б досить скромно. На щастя, в світі існують сотні й тисячі рецептів хліба з різною щільністю, смаком, формою, розмірами. Хліб їдять майже в усіх країнах світу. Навіть у тих місцях, де пшениця не росте – борошно роблять з інших інгредієнтів, наприклад кукурудзи, жита або рису, а далі використовують його для виготовлення простих і поживних страв, які еквівалентні хлібові.

В перше хліб з'явився на Землі ще 15 тисяч років тому. Життя наших предків у ті далекі часи було геть нелегким. Головною турботою була турбота про їжу. У пошуках їжі вони і звернули увагу на злакові рослини. Довгий час люди вживали в їжу зерна в сирому вигляді, потім навчилися розтирати їх між каменями, отримуючи крупу, й варити її. Так і з'явилися перші жорна, перше борошно, перший хліб....

На сьогоднішній день виробництво хліба є дуже важливим для людства. Оскільки хліб має багато поживних речовин, тому його вважають продуктом життя. Як говорив француз Антуан Огюст: «Хліб є великодушним подарунком природи, такою їжею, яку не можна замінити нічим іншим». Мабуть не кожен хто споживає цей продукт, замислюється над тим, яке ж складне його виробництво. Щоденно ми його споживаємо і хочемо, щоб він був якісним і відповідав стандартам, тому його щодня виготовляють на хлібозаводах, і швидко доставляють у торгові мережі.

Батон – один з найвідоміших і популярних хлібобулочних виробів, який має французьке походження. У перекладі з французької "bâton" означає брусок або палиця.

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арж.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Да</i>	<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арж.</i>	<i>Аржшів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Бойченко</i>						<i>11</i>	<i>71</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Десик М.Г.</i>					<i>НУХТ</i>		
<i>Реценз.</i>						<i>30X2 1M</i>		
<i>Н.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Десик М.Г.</i>							

Пов'язано це з тим, що найперші в світі батони, подібно багету, мали невелику товщину і довгу, довгасту форму. Через деякий час виробники почали випускати більш товсті батони, які практично нічим не відрізняються від тих, які представлені в широкому асортименті в сучасних хлібних магазинах. У Франції епохи Середньовіччя терміном «bâton» називали ще один виріб - це був пряник. Його було прийнято готувати з дуже крутого тіста з додаванням горіхів, сухофруктів і натурального меду.

Як же ситуація з батонем йде в даний час? Сучасний батон – це білий хліб з поліпшеними смаковими характеристиками і довгастої формою. Існує кілька різних видів і сортів батона, які, в першу чергу, залежать від використовуваного сорту і виду борошна. Значною популярністю користуються батони, приготовані з ніжного і повітряного тіста, в яке додають родзинки або шматочки кураги для додання певного смаку. Такий смачний і солодкий батон з рум'яною хрусткою скоринкою є чудовим доповненням до ароматного міцного чаю.

Сьогодні існують деякі інші види батонів. Наприклад, підмосковні, столичні, студентські, столові і особливі. Найбільш калорійними визнані саме столові батони. У продажу присутні батони як нарізні, так і цілісні батони, як в упаковці, так і без неї. Розмір, форма і вага батонів можуть варіюватися. Як правило, довжина батона становить від 17 до 72 сантиметрів, а його ширина - від 6 до 14. Вага батонів, представлених в сучасних магазинах, може становити 250, 300, 400, 450, а також 500 грам. Форма батонів також може мати відчутні відмінності між собою - кінчики цих борошняних виробів бувають як закругленими, так і загостреними.

Склад готового батона повністю визначає його смакові характеристики, а також рівень калорійності. Кількість цукру на один кілограм борошна може становити від п'яти до п'ятдесяти грамів в залежності від рецептури. До речі, батони бувають не тільки солодкими, але також солоними або зовсім прісними.

Батон «Особливий » готується з борошна пшеничного вищого сорту, масою 0,5 кг. Габаритні розміри якого становлять: висота - 31.3 см; глибина -

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арх</i>
<i>Зм</i>	<i>Арх</i>	<i>№ доклм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>12</i>

8.0 см; ширина - 14.0 см; вага бруто - 0.515 кг. Ціна у продажі на сьогоднішній день становить 19.30 грн. Виробник ТОВ "Українсько-словенське спільне підприємство"Київський обласний хлібопекарський комплекс". Адреса виробничої потужності Комплекс будівель та споруд №3, територія Крушинської сільської ради Васильківського району Київської області, Україна.



Рис.1.1. Батон нарізний скибками

Таблиця 1.1. Живильні характеристики

Назва компоненту	Кількість
Жири,г/100г	1,4
Білки, г/100г	8,1
Вуглеводи,г/100г	53,5
Калорійність,кДж/100г	1105
ккал/100г	264

Таблиця 1.2. Умови зберігання

Назва умови	Кількість
-------------	-----------

					Процес охолодження батону в умовах періодичного способу	Арж 13
Зм	Арж	№ докм.	Підпис	Да		

Термін придатності, год	48
Мін. температура, °С	6
Відносна вологість, до, %	75
Температура зберігання, від, °С	6
Термін придатності, днів	2

1.1. Суть процесу охолодження батону, аналіз обладнання та способів охолодження

З технологічної точки зору охолодження батону – завершальний етап виробництва, який займає 50% технологічного процесу виробництва. Основною метою охолодження батона є зниження температури з 93-97 °С при виході з печі до 31-36 °С. Це дозволяє готовому продукту досягти оптимальної якості збереження. Охолодження хліба є масо-теплообмінним процесом. Під час охолодження хліб, що випікається втрачає вологу. Час охолодження хліба залежить від розмірів та форми.

У процесі охолодження між кіркою і м'якушою спостерігається значний температурний градієнт. З часом цей градієнт прагне до нуля. З іншого боку, градієнт вологості між кіркою і м'якушем швидко наближається до нуля і практично не змінюється під час охолодження та зберігання хліба. Перешкодою для втрати вологи в процесі охолодження є повітряний прикордонний шар, який утримується зовнішньою поверхнею хліба. Цей тонкий шар запобігає вільній дифузії вологи в атмосферу.

Недостатнє охолодження хліба може негативно позначитися на якості готового продукту-хліба.

Ефекти надмірного або недостатнього охолодження включають:

Надмірне охолодження (переохолодження):

- температура занадто низька;
- продукт більш сухий і твердий, з крихкими, суворими харчовими якостями (розсипчастим);

					Процес охолодження батону в умовах періодичного способу	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		14

- втрата вологи сприяє швидкому черствінню хліба;

Недостатнє охолодження:

- сторони хліба будуть слабкими і можуть зруйнуватися при проходженні через різак;
- надлишок вологи через конденсацію в обгортці, ти самим стимулюючи ріст цвілі.

Сьогодні на усіх виробництвах хліб охолоджують кількома способами: природним охолодженням або кондиціонованим повітрям. В загальному випадку це займає багато часу на охолодження.

Природне охолодження - дешевий і простий метод, що вимагає значної витрати часу та виділення спеціальних площ. Такий спосіб охолодження спричиняє втрати маси від усихання, а також черствіння хліба. Що до способу **кондиціонованим повітрям**, він швидше скорочує процес охолодження хлібопекарських виробів. Цей процес відбувається за технологією рециркуляції двома паралельними потоками. Цей спосіб дозволяє покращити інтенсивність охолодження та знизити усихання хліба. Недоліком цього способу є те, що обладнання яке використовують є дуже дороге і габаритне. Останніми роками стрімко почався розвиватися ще один спосіб – **вакуумне охолодження**, технологію якого використовують в Європі, США та в Україні. Вакуумне охолодження – один з найшвидших і ефективніших способів охолодження. За допомогою цього способу можливо зменшити час на охолодження та зберегти свіжість готової продукції. Такий процес охолодження займає 10-15 хвилин.

Для кожного виду готових виробів важливо визначити оптимальний період охолодження. Особливо важливо враховувати цей параметр під час упаковки. Упаковка гарячої продукції можлива поява вологи всередині упаковки, що призведе до намокання кірки, а хлібний виріб втратить товарний вигляд. У той же час абсолютно холодний хліб уже залишився без вологи в процесі усушки і після упаковки досить швидко зачерствіє.

Природне охолодження

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		
						<i>15</i>

Процес природного охолодження хліба відбувається під час його випікання, а саме після виходу з печі. Температура якого сягає 92-100 °С, при цьому хліб охолоджується до температури навколишнього середовища у виробничому цеху 18-22 °С. Для даного процесу використовується конвективний метод, який являє собою природну циркуляцію повітря.

Даний процес охолодження має певні недоліки:

- ❖ тривалість процесу (вплив на виробничу продуктивність);
- ❖ необхідність постійно контролювати параметри процесу охолодження (температура, вологість та час охолодження);
- ❖ можливість бактеріальної забрудненості поверхні хліба.

Охолодження хліба за допомогою кондиціонованого повітря

Охолодження *кондиціонованим* повітрям зменшує час процесу охолодження хліба на 2-3 год., ніж природне охолодження. Цей процес відбувається за допомогою технології рециркуляції двома потоками.

Процес охолодження здійснюється у 2 етапи:

- охолодження на підйомній частині конвеєрного пристрою. *Природно циркулююче повітря* в середині приміщення охолоджує готову продукцію;
- охолодження в *холодильній камері* з визначеними температурними параметрами і найбільш оптимальною швидкістю руху повітря. Це забезпечує ефективне охолодження, але дозволяє запобігти надлишковій усушці.

Вакуумне охолодження

Вакуумне охолодження – найшвидший та ефективний спосіб для охолодження продуктів, за допомогою якого зберігається свіжість готового продукту, має дві основні характеристики (швидкість і ефективність), який триває на протязі декількох хвилин, в залежності від виду та форми продукту.

Даний метод охолодження використовується на протязі багатьох років в харчовій і квітковій індустрії. Вакуумне охолодження не може застосовуватися

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>16</i>

для будь-якого продукту. Найбільш підходять продукти, які мають більше відношення маси до поверхні, або мають рослинне походження. Це фрукти, овочі, зрізані квіти і трава.

При такому способі продукт охолоджується внаслідок адіабатного кипіння вологи, що знаходиться у продукті, як різке зниження температури цього продукту, при зниженні тиску. При нормальному атмосферному тиску (101.325 кПа), вода починає випаровуватись при температурі 100 °С, а при тиску рівному 0.61 кПа, вода буде випаровуватись при 0 °С.

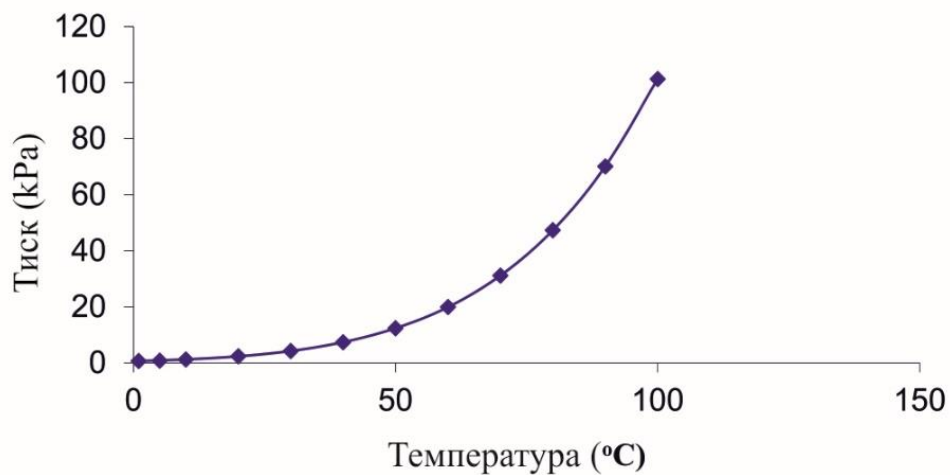


Рис.1.2. Зміна температури кипіння води від тиску

Переваги вакуумного охолодження при охолодженні хлібобулочних виробів:

- можливість виробляти продукцію на живих дріжджах, без застосування розпушувачів, та інших хімічних інгредієнтів;
- можливість закупівлі великої партії хліба і хлібобулочних виробів, особливо це актуально для торгових мереж, лікарень, здравниць, підприємств громадського харчування, які, закупивши велику партію хліба, можуть просто розігріти потрібну партію виробів перед тим, як її продати або подати до столу;
- зберігання виробів при температурі +5 градусів до 12 діб, що дозволяє оптимізувати логістичну систему підприємства;

- збільшення термінів зберігання через зниження мікробіологічного навантаження;
- збільшення обсягу виробів до 20%, значне поліпшення смакових властивостей і структури м'якушки;
- скорочення термінів випічки виробів;
- скорочення часу охолодження продукції.

Обладнання для охолодження батону



Рис.1.3 Колисковий кулер марки КЛ – 1

Призначений для охолодження батонів вагою 0.5 кг протягом 55-60 хв., в кількості 2400 шт. Батон випікається в тунельній печі. Ширина поду складає 3 м. Після охолодження батони подаються на установку упаковки або різання-упаковки. Кулер розміщують над піччю або в іншому зручному місці, що дозволяє організувати безперервний технологічний процес і спрощує логістичну схему подачі продукції на охолодження і далі на нарізку і упаковку

Основні вузли КЛ-1:

- Головний конвеєр кулера, що представляє собою нескінченний ланцюговий конвеєр з підвішеними на ньому спеціальними люльками.
- Несучі опори на колісках виготовлені з харчової нержавіючого дроту.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>18</i>

- На конвеєрі розташовуються 260 колисок, що рухаються в циклічному режимі.
- Ланцюги автоматично змащуються в процесі роботи системою змащення.
- Проміжний конвеєр, призначений для знімання батонів з конвеєра печі і транспортування їх до вантажно-розвантажувального вузла конвеєра.
- Вантажно-розвантажувальний модуль, що забезпечує за допомогою пневматики завантаження колисок конвеєра кулера випеченим батонами, а також розвантаження охолоджених батонів на вертикальний навантажувач.

Каркас кулера складається зі збірних металоконструкцій, що монтуються на опори в проміжку між вільної верхньою частиною печі і стелею пекарського залу. Каркас забезпечує установку всередині основних вузлів кулера, конвеєра, а також має елементи для кріплення зовнішньої обшивки. Система вентиляції складається з оцинкованих повітроводів. Внутрішня вентиляція кулера забезпечує рівномірний розподіл охолодженого повітря, а також збір нагрітого повітря в результаті охолодження батонів. Система кондиціонування та охолодження призначена для забезпечення необхідних температурних параметрів для охолодження батонів - повітря з температурою 16-17 ° С.

Характеристики:

Час охолодження хлібобулочних виробів, хв. 60-70;

Кількість батонів на люльці, шт. 9;

Температура в камері °С , 20;

Довжина, мм 14 900

Ширина, мм 4 900

Висота, мм 7 700

Встановлена потужність, кВт 32,3

Кількість робочих колисок, шт. 260

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>19</i>

Найбільшою популярністю при охолодженні хліба користуються охолоджувачі конвеєрні спірального типу. Вони відправляють вироби після випічки на порізку та упаковку та паралельно охолоджують.



Рис. 1.4. Спіральний конвеєр для охолодження хліба

Спіральний конвеєр для охолодження хліба призначений для швидкого та якісного охолодження хлібобулочних виробів, має компактні розміри та високу енергоефективність.

За допомогою допоміжних транспортерів хліб збирається на виході з печі. Крім того, є автоматична подача на подвійний спіральний конвеєр.

Охолодження відбувається в 2 етапи:

Охолодження відбувається на підйомній частині конвеєра. Природно циркулююче кімнатне повітря охолоджує готовий продукт.

Охолодження відбувається в холодильній камері з певними температурними параметрами та оптимальною швидкістю повітря. Це забезпечує ефективне охолодження, дозволяє уникнути надмірної усадки.

Після етапу охолодження випічка транспортується на зони розкрою та пакування за допомогою конвеєрних стрічок.

Конструкція та технічні особливості мискової годівниці:

Конвеєрна система включає подвійний спіральний конвеєр, холодильну камеру, блок охолодження та допоміжний конвеєр. Приводом конвеєра керує

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>20</i>

частотний перетворювач, що дозволяє безступінчасто регулювати швидкість. Це впливає на точність керування продуктивністю системи та ступінь охолодження.

Переваги спірального конвеєра для охолодження хліба після випікання:

- швидке і якісне охолодження випічки після випікання;
- можливість впровадження автоматизованого виробничого процесу;
- можливість охолодження різних продуктів без переналаштування системи;
- можливість одночасного охолодження декількох видів продукції;
- компактні розміри в порівнянні з іншими типами конвеєрів.



Рис. 1.5. Спіральний кулер марки КВЛ-1

Призначений для природного охолодження батонів та хлібобулочних виробів.

Кулер марки КВЛ-1 оснащений:

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>21</i>

- системою транспортерів (прямих і кутових) для забезпечення подачі хлібобулочних виробів від печей на кулер і далі на упаковку;
- транспортерної сіткою з нержавіючої, харчової сталі з тяговими елементами пластинчастого типу, контроль над її натягом здійснюють тензометричні датчики;
- натяжним мотором-редуктором, що дозволяє сітці рухатися з постійною швидкістю, виключаючи можливість появи ривків, тим самим збільшуючи її довговічність;
- приводним мотором-редуктором, що приводить в рух барабан і транспортерну сітку;
- системою автоматизованого управління з елементною базою "SIEMENS" (Німеччина), що відрізняється простотою в управлінні, надійністю в експлуатації, веденням архівів аварійних подій

Характеристики:

Продуктивність -1500 шт/год.;

Тип конвеєра - вертикальний, гвинтовий;

Число робочих витків - 21,5

Робочий діаметр приводного барабана - 2 766 мм.

Максимальний час охолодження хлібобулочних виробів – 108 хв.;

Оптимальний час охолодження – 66 хв.;

Довжина - 6 500 мм.;

Ширина - 6 500 мм.;

Висота - 5 000 мм.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>22</i>

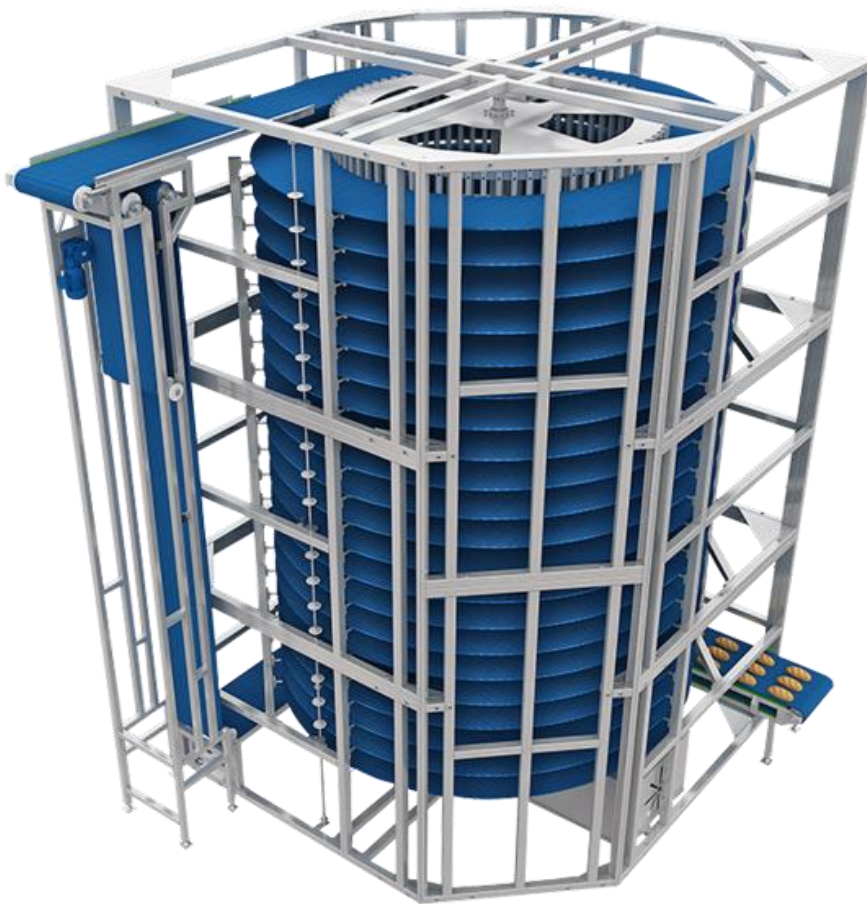


Рис. 1.6. Спіральна охолоджувальна вежа KUMKAUA

Спіральна охолоджувальна вежа призначена для того, щоб механізувати і прискорити процес охолодження хлібобулочних і кондитерських виробів. Установка спіральної охолоджувальної вежі дозволяє уникнути необхідності займання простору пекарні стелажми і візками з продукцією яка охолоджується. Спіральна охолоджувальна вежа дозволить швидко охолодити продукцію, перш ніж приступити до її нарізання або упаковки. Таке обладнання істотно скорочує час, необхідний для повного охолодження виробів.

Корпус вежі виготовляється з нержавіючої харчової сталі. Охолоджувані продукти укладаються на модульну стрічку транспортера, яка приводиться в рух обертовим барабаном. Швидкість руху конвеєра можна регулювати. В якості матеріалу для стрічки використаний харчовий пластик. Стрічку дуже легко зняти і замінити. У разі перенапруги стрічки система безпеки заблокує її, таким чином, попереджається псування полотна. В кожному окремому випадку габарити устаткування визначаються індивідуально з урахуванням потреб

замовника та особливостей приміщення. Охолоджувальна вежа встановлюється до тунельних печей або інтегрується в автоматичну хлібопекарську лінію.

Установка спіральної охолоджувальної вежі має переваги:

- Раціональне використання виробничих приміщень;
- Рівномірне охолодження продукції;
- Продукція не пересихає, втрата маси мінімальна;
- Повна або часткова автоматизація виробництва;
- Можливість якісно охолоджувати будь-які вироби без пере настроювання.

Вакуумне обладнання

Саме обладнання представляє собою **вакуумну охолоджувальну камеру**. Оскільки процес вакуумування батону складається з випічки і процесу охолодження, тому за конструкцією охолоджувальна камера подібна до ярусної, або ротаційної печі періодичної дії. Конструктивний огляд і аналіз обладнання, та схем створення вакууму у робочій охолоджувальній камері для проведення вакуумного випарного охолодження хлібобулочних виробів представляє на сьогоднішній виробників як Aston Foods International AG, Revent, CELTIC COOLING, та інші, які займаються виготовленням камер періодичної дії для вакуумного охолодження хліба та інших хлібобулочних виробів. Виробник із Данії Revent, який є виробником ротаційних печей №1 у світі, розробив свою вакуумну камеру для охолодження кондитерських виробів. Час на охолодження займає від 2 до 6 хв. Продукт охолоджується до температури 20-30 °С.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ доклм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>24</i>



Рис.1.7. Камера вакуумного охолодження Revent

Вакуумне охолодження Revent підходить для будь-якого виду хліба. Випічка та охолодження йдуть паралельно. Але кожен сорт випічки має відмінні криві обігріву та охолодження. Revent – це камери вакуумного охолодження нового покоління. Раніше вже використовувалася ця ідея, але в нинішньому виконанні вона отримала інноваційні доробки, що дозволяють добитися випуску кращого хліба, ніж при традиційних технологіях.

Переваги:

- Вакуум забезпечує рівномірний розподіл начинки. Можлива відмова від стабілізаторів.
- Економить час доведення хліба до готовності на 30%. За деякими видами продукції процес може бути скорочений до 15 хвилин. Це економить енергію, працю, дозволяє скоротити площу, займану візками.
- Хліб випечений з використанням технології вакуумного охолодження, смачніша скоринка, більший обсяг м'якушки, довший термін зберігання, ніж у виробів з традиційною технологією випічки.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i> 25
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		

- Завдяки кращій структурі м'якушки і скоринки, хліб нарізується без крихт, рівно, тонкими скибками.

До додаткових плюсів продукту, виробленого з використанням камер вакуумного охолодження, відноситься простота упаковки. Транспортні витрати також зменшуються, оскільки термін зберігання готової продукції більше, ніж у традиційних хлібобулочних виробів.

Недоліком даного обладнання є лише те, що обладнання не забезпечує потоковість виробництва. Правда в тім, що час на охолодження скорочується, але кількість роботи без втручання людини не зменшується.

Наприкінці минулого року компанія Aston Foods. представила концепцію вакуумного охолодження. Процес охолодження триває 3 хв, хліб охолоджується після виходу з печі 95 °С до 30 °С.

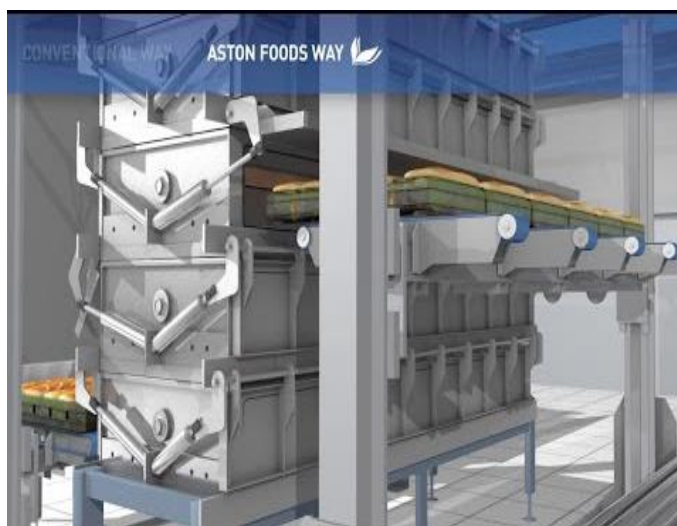


Рис. 1.8. Вакуумні камери для охолодження подового хліба

1.2 Суть та теорія вакуумної технології охолодження хліба

Вакуумне охолодження досліджувалося у XVIII столітті, і було відкрито у Шотландії професором медицини Уільямом Калленом.

У США метод вакуумного охолодження досліджується уже понад 40 років тому, і використовується у всіх галузях виробництва продуктів, а також для

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>26</i>

плодоовочевої сировини. Завдяки цьому способі охолодження було вирішено проблему із швидким псуванням продуктів.

На сьогоднішній день у США цим способом охолоджують овочі, ягоди та гриби. Охолодження відбувається у спеціальних габаритних розмірів контейнерах (рис.1.5.) У які на піддонах завантажують продукт для охолодження.



Рис.1.9. Вакуумний охолоджувач на 4 піддони для овочів / ягід / грибів

У Швейцарії кілька років тому допоміг відродити технологію вакуумного охолодження хліба професійний пекар, кондитер, нині глава швейцарської компанії Aston Foods, Патрік Дюссо (Patrick Duss). Він вважає, що вакуумна випічка придатна для всіх видів хлібобулочних продуктів з вологістю від 5% і більше. Використання методики Aston Foods дає численні переваги: хліб залишається свіжим довше, випікається в більшому обсязі і має більш насичений аромат. На невеликих заводах встановлювати вакуумне обладнання не має сенсу, тому що цей процес і обсяги виробництва не підходять один одному.

Зараз активно почали досліджувати спосіб вакуумного охолодження для хлібопекарської промисловості, в першу чергу користуються бісквітні та хлібні вироби. На основі проведених досліджень були написані статті та наукові роботи. У статті «**Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів**» розглянуто альтернативний спосіб охолодження бісквітних напівфабрикатів в умовах вакууму. Дослідження показали, що

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>27</i>

тривалість охолодження напівфабрикатів суттєво зменшується, а також надає можливості уникнути стадії його вистоювання.

Аналіз фізичних процесів, що відбуваються при вакуумному охолодженні харчових продуктів, дозволив сформулювати такі припущення:

- бісквітний напівфабрикат після випікання розглядається як 28аро проникністю тіло з пористістю 70...80% і високою 28аро проникністю;
- в процесі охолодження в умовах розрідження відбувається перерозподіл вологи в об'ємі заготовки;
- фазові переходи «рідина-пара» відбуваються у всьому об'ємі напівфабрикату одночасно;
- фазовий перехід відбувається за відсутності підведення тепла ззовні за рахунок зменшення внутрішньої енергії виробу і, як наслідок, супроводжується зменшенням температури виробу.

Таким чином, використання вакуумного охолодження для бісквітного напівфабрикату дає змогу суттєво (на 8 год) скоротити технологічний процес його приготування. Крім того, цей спосіб охолодження позитивно впливає на фізико-хімічні показники якості готового напівфабрикату, а саме: збільшує пористість виробу на 2...2,5% порівняно з класичною технологією, дозволяє подовжити термін його зберігання завдяки зменшенню крихкуватості на 9...9,3%. Запропонована технологія охолодження надає можливість розширити асортимент бісквітних напівфабрикатів, у тому числі функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами, та забезпечити кінцевому продукту високі органолептичні та необхідні фізико-хімічні показники.

Особливості виробництва бісквітних напівфабрикатів в умовах закладів ресторанного господарства та міні-виробництв вивчено недостатньо. Своєчасним і актуальним є розроблення прискореної технології бісквітних напівфабрикатів для підприємств з дискретним режимом виробництва, оскільки дозволити собі тривалий процес традиційного охолодження та вистоювання можуть далеко не всі заклади ресторанного господарства, особливо невеликої потужності.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ доклм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>28</i>

1.3 Обґрунтування дослідження, мета та завдання роботи

Батон як і хліб відіграє важливу роль у харчовому раціоні людини. На відмінно від хліба батон також містить поживні речовини – це жири, білки та вуглеводи. Батон являється продуктом, який можна подавати практично до всіх страв. З скибочок батона виходять чудові бутерброди, як солодкі, так і солоні. М'якуш зачерствілого батона, замоченого в молоці, використовують для приготування фаршу та котлет. З батона готують грінки, швидку піцу, вийнявши з нього м'якуш можна зробити форму для других страв. Вживання батона в помірній кількості принесе тільки користь організму, так як він містить безліч вітамінів: групи В, РР, Е. А також в ньому містяться мінерали і мікроелементи: йод, магній, цинк, калій, хлор.

Цей ж батон виготовляли ще з радянських часів, за класичною рецептурою. Сьогодні його печуть хлібокомбінати по всій Україні. Секрет популярності батону полягає у співвідношенні ціна – якість. Що ж батон був і залишається одним із основних продуктів харчування. З роками змінюються рецепти, способи приготування але якість завжди має залишатися на високому рівні. Як відомо самим тривалим процесом виготовлення батона є охолодження, при традиційному способі охолодження це складає близько 50% від загального часу виробництва.

Розглядаючи та аналізуючи всі існуючі способи охолодження можна зробити висновки, що існуюче обладнання має переваги і недоліки. При охолодженні батона звичайним способом, його черствіння відбувається швидше вказаного терміну і саме обладнання для охолодження займає досить багато місця, але забезпечує потоковість виробництва. Охолодження батону у вакуум камерах зменшує час до 10 хв. Дане обладнання займає меншу площу виробничих приміщень, але не забезпечує потоковості виробництва, що і є певним недоліком. На сьогоднішній день погано досліджено вплив вакуумного охолодження на залежність впливу тиску на зміну маси та температуру охолодженого продукту.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>29</i>

На захисті диплому, мною була представлена розробка охолоджувача безперервної дії, для хліба продуктивністю 100 кг/год., поєднує вище перераховані переваги.

Метою дипломної роботи є дослідження процес вакуумного охолодження батону, впливу на фізико – механічні властивості батону, впливу тиску на зміну геометричних параметрів, на зміну температури і тривалості охолодження. Підібрати оптимальний режим для вакуум охолоджувальної установки.

Висновок

Найбільш поширеними є три способи охолодження хлібобулочних виробів:

1. Природне охолодження - дешевий і простий метод, що вимагає значної витрати часу та виділення спеціальних площ. Такий спосіб охолодження спричиняє втрати маси від усихання, а також черствіння хліба.

2. Охолодження кондиціонованим повітрям скорочує час процесу охолодження виробів. Цей процес відбувається за технологією рециркуляції двома паралельними потоками. Цей спосіб дозволяє покращити інтенсивність охолодження та знизити усихання хліба.

3. Вакуумне охолодження - найекономічніший спосіб зберегти свіжість готової продукції. Процес охолодження займає 10-15 хвилин.

Дивлячись на існуюче обладнання для охолодження батону в умовах періодичного способу виробництва, виділяємо таке обладнання: колисковий кулер КЛ-1; спіральний кулер КВЛ-1; спіральна охолоджувальна вежа КУМКАУА. Охарактеризувавши дане обладнання, можна виділити переваги і недоліки, що впливають на якість батону. До недоліків відносимо габаритні розміри, та тривалість процесу, який триває декілька годин. Основною перевагою такого обладнання – забезпечення рівномірного охолодження по всій структурі батону. Технологічне обладнання використовується при охолодженні двома способами: **природне охолодження; кондиціонованим повітрям.**

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i> 30
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ доклм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		

За зміну габаритного обладнання приймаємо новий спосіб вакуумного охолодження- вакуумне охолодження. Для даного способу охолодження надаємо перевагу обладнанню: камера вакуумного охолодження Revent; вакуумні камери Aston Fodds для охолодження подового хліба. За допомогою вакуумного обладнання можна охолоджувати батон лише в умовах періодичного способу виробництва, таким чином це дозволяє зменшити час на охолодження до 80%, дозволить збільшити продуктивність виробництва та дозволить зменшити технологічний процес на 20%.

					<i>Процес охолодження батону в умовах періодичного способу</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>31</i>

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ТА МЕТОД ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

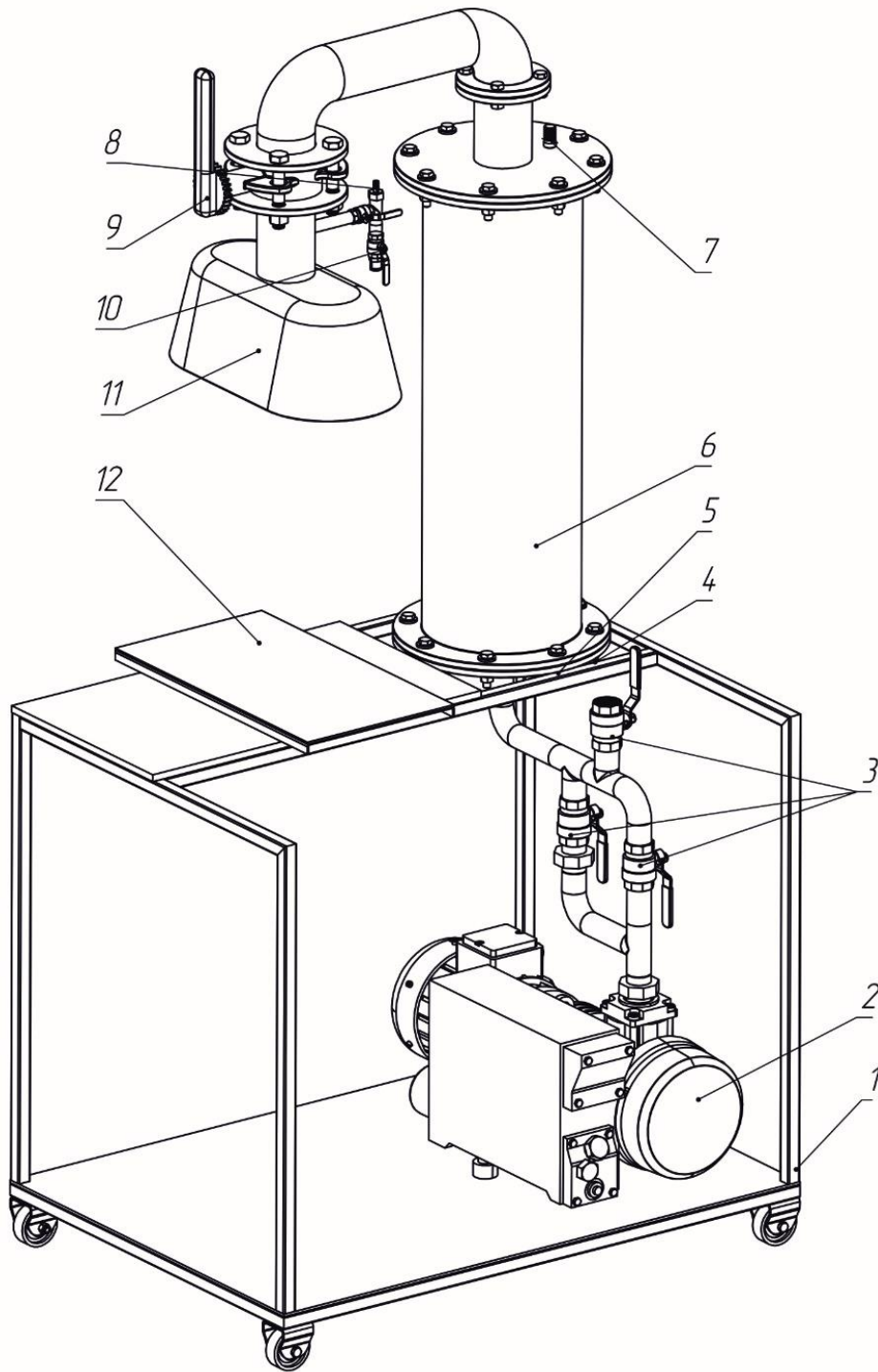
2.1 Будова і принцип роботи установки

Дослідна установка яка призначена для досліджування процесу вакуумного охолодження хлібопекарських виробів, була розроблена на харчову підприємстві, де і була введена в експлуатацію.

Установка для дослідження (рис.2.1) складається з основи – 1, яка являє собою металевий стіл, виготовлений з профільного металу – кутника та металевого листа. До основи за допомогою болтового з'єднання кріпиться конденсатор – 6 з патрубком – 5 для подачі холодної води, патрубком – 7 для відводу води, патрубком – 4 для зливу конденсату. До конденсатора – 6 за допомогою фланцевого з'єднання кріпиться вакуумна камера - 11, з клапаном – 9, клапаном – 10 для вирівнювання тиску, патрубком – 8 для підключення вакуумметра до вакуум системи, та ручним підкладом – 12. Підкладом служить металевий піднос, поверхня якого вкрита харчовою резиною, шаром 5 мм. Оскільки підклад є технологічною поверхнею, яка взаємодіє з продуктом. На нижній частині основи вмонтований вакуум насос – 2 з продуктивністю 25 м³ год, клапанами – 3 для регулювання швидкості вакууму у системі.

Дослідна установка має одну конструктивну особливість, так як основа має чотири опори. Опорами служать 4 поворотні колеса, два з яких мають фіксатори, для фіксації установки. В такому випадку дослідну установку можна перемішувати по приміщенню у будь-якому напрямку. Дана конструктивна особливість надає установці зручності та компактності.

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпи.</i>	<i>Да.</i>	<i>Експериментальна установка та</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Бойченко</i>						<i>32</i>	<i>71</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Десик М.Г.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Десик М.Г.</i>					<i>НУХТ 30X2 1М</i>		



**Рис. 2.1 Установка для дослідження вакуумного охолодження
хлібопекарських виробів**

Принцип роботи установки

Перед початком роботи на дослідній устатці, проводиться перевірка вакуумної системи на щільність. Перевірка системи проводиться з метою

					Експериментальна установка та методи проведення досліджень	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		33

запобігання технічних неполадок установки. Коли установка готова до роботи до неї підключаються вакуумметр. Тоді випечений, гарячий батон, що вийшов із печі зважується на електронній вазі, та за допомогою термопари вимірюється його температура. Далше батон вручну кладеться на підклад – 12, який вручну піднімається і щільно притискається до вакуум камери -11. Після цього вмикається вакуумний насос – 2, і фіксуються показники тиску у вакуум камері.

Під час охолодження батону у камері утворюється пароповітряна суміш, яка відкачується вакуумним насосом - 2 і потрапляє у конденсатор – 6, де більша частина пари конденсується. Для конденсування пари, у конденсатор – 6 через патрубок – 5 подається холодна вода.

Після створення необхідного розрідження у вакуум камері, вакуум насос вимикається, і за допомогою клапана - 10, таким чином у вакуум камері вирівнюється тиск із атмосферним. Підтримуючи за підклад – 12, акуратно його опускаємо разом із охолодженим батоном. Тоді ж знову проводиться вимірювання температури та маси батону.

Для дослідження фізико-механічних властивостей м'якушки батону використовуємо *пенетрометр AP-1* (рис.2.2) з тілом занурення з пластмаси, що має діаметр 25 мм круглої нижньої частини.

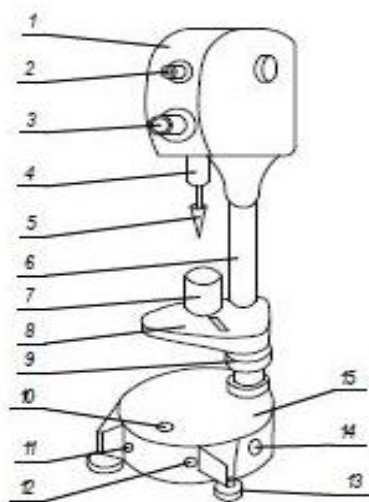


Рис.2.2 Автоматичний пенетрометр AP-1

1 – вимірювальна головка; 2 – сигнальна лампа відліку; 3 – оптичний окуляр; 4 – шток; 5 – індентор; 6 – вертикальна колона; 7 – ємкість; 8 – столик; 9 – підйомний гвинт; 10 – рівень; 11 – вмикач автоматичного регулювання

					Експериментальна установка та методи проведення досліджень	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		34

вимірюваного відліку; 12 – тумблер вмикання мережі; 13 – установочні гвинти; 14 – вмикач для відключення фіксації; 15 – основа; 16 – блок управління.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження проводилось на хлібопекарському підприємстві ТОВ "Українсько-словенське спільне підприємство "Київський обласний хлібопекарський комплекс" у м. Крушинка. Проведення дослідів відбувалось у виробничому цеху, під час технологічного процесу випікання батону.

Об'єктом дослідження є процес вакуумного охолодження батону в умовах періодичного способу виробництва.

Предметом дослідження – хлібопекарський виріб – батон «Особливий».

Випечений, гарячий батон, що вийшов із печі зважуємо на електронній вазі, термопару яка підключена до вольтметра, занурюємо у середину батону, щоб виміряти температуру. Після чого батон залишаємо для звичайного охолодження. На протязі 3 годин, з інтервалом часу 15 хв, знімаємо покази з електронної ваги та вольтметра. Отримавши числові значення, будуємо графік зміни маси та температури батону, порівнявши його з графіком вакуумного охолодження.

Проводячи дослідження охолодження батону при звичайних умовах, паралельно проводимо дослідження вакуумного охолодження. Вимірявши температуру та масу готового випеченого батону, поміщаємо його до вакуумної камери, тоді вмикаємо вакуумний насос та секундомір. Секундоміром фіксуємо час, за який охолodиться батон.

Досягнувши достатнього розрідження у вакуумній камері 97 кПа, вмикаємо вакуумний насос і одразу ж проводимо вимірювання температури та маси охолодженого батону. Батон охолodився до температури 30 °С, що вказує на позитивний результат. Подекуди температура охолодження сягала в межах 29-44 °С. При охолодженні було виявлено недолік – скоринка батону пересихає і стає дуже твердою, що призводить до розтріскування верхньої скоринки батону. Для усунення цього недоліку під час охолодження у вакуум камеру подавали пару для зволоження скоринки. За таких умов провели декілька

					Експериментальна установка та методи проведення досліджень	Арж
Зм	Арж	№ док.им.	Підпис	Да		35

експериментів. Експерименти показали, що температура зростає на поверхні скоринки, яка швидко охолоджується при кімнатних умовах.

Зробивши висновки було прийнято рішення даний процес інтенсифікувати, за допомогою створення швидкого вакууму у камері. За методикою попередніх дослідів проводимо наступні досліди з поступовим зменшенням часу. При зменшенні часу до 30с, батон почав руйнуватись, підриваючи верхню та нижню скоринку. Щоб визначити при яких умовах батон починає руйнуватися вирішили дослідження вакуумного охолодження поділити на етапи.

На першому етапі час охолодження становить 5с. на максимальній швидкості вакуум насоса. На другому етапі, час вакуумування збільшився на 5 с. Дослідження тривали, доки протягом одного досліду батон не охолodиться до необхідної температури для нарізання, а саме 25-30 °С. Дане рішення не принесло результату, тому вирішили змінити дослід, а саме зменшити швидкість створювання вакууму. Впродовж перших 5 секунд зменшували швидкість охолодження доки хліб не перестав руйнуватись. Наступним етапом збільшили тривалість експерименту до 10 секунд, при сталій швидкості вакуумування і отримали позитивний результат, хліб не зруйнувався. Після даного результату провели експеримент зі збільшенням швидкості вакуумування після 5 секунди роботи і завершили його на 10 с. За такою методикою проводились досліди охолодження хліба до його кінцевої температури 30 °С.

Визначення фізико-механічних властивостей батону

Із батону вирізуємо скибку (пробу м'якушки) товщиною $H = 40$ мм. Площини зрізів мають бути чітко паралельними. За кілька хвилин (10-15 хв) до початку визначень вмикаємо пенетрометр в електромережу. Безпосередньо перед аналізом систему занурення підіймаємо у вертикальне положення. При цьому нуль проекції шкали штока занурення повинен знаходитись напроти контрольної риски матового скла оглядового віконця. Систему занурення закріплюють у верхньому вихідному положенні – риска поділки встановлена на

					<i>Експериментальна установка та методи проведення досліджень</i>	<i>Арж</i> 36
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		

0. На тіло занурення встановлюємо змінний вантаж, загальна маса системи занурення повинна дорівнювати G_1 . На піднімальний столик пенетрометра укладаємо гладку підставку. Пробу батону укладаємо на плоску поверхню гладкої підставки, розміщеній на піднімальному столику пенетрометра, який піднімаємо штурвалом до тих пір, поки тіло занурення доторкнеться до поверхні проби (скибки) батону.

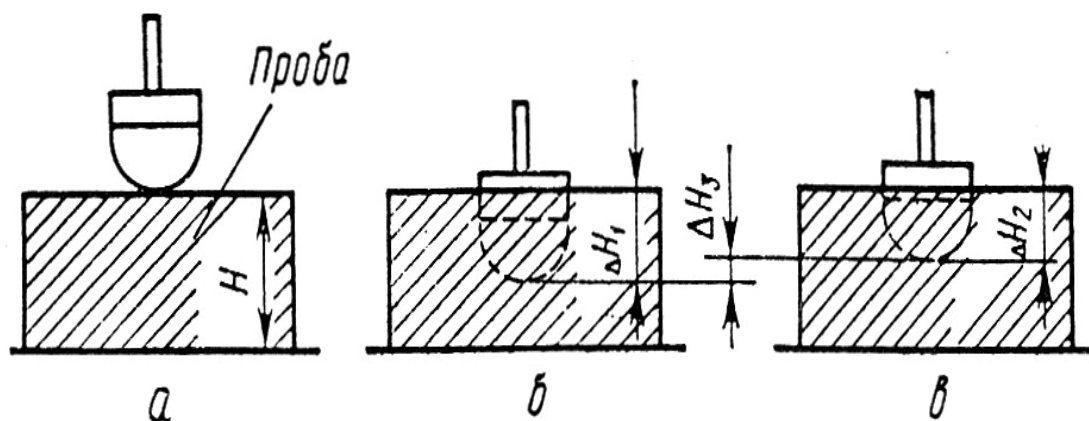


Рис.3.3 Схематичне положення тіла занурення і проби хліба під час визначення його структурно-механічних властивостей: а – на початку визначення; б – на кінець першого етапу визначення; в – на кінець другого етапу визначення.

Після зняття змінного вантажу маса системи становить G_2 , що менше, ніж G_1 , тому проба м'якушки внаслідок пружних властивостей частково відновлює свою висоту і глибина занурення при цьому досягає значення H_2 . На цей момент система знову гальмується, і на шкалі приладу фіксується значення H_2 , воно менше за H_1 . Різницю між цими показниками позначають H_3 .

$$H_{пр} = H_3 = H_1 - H_2$$

Де: H_1 – це показник загальної деформації стиснення м'якушки, її позначають як $H_{заг}$;

H_2 – характеризує залишкову деформацію м'якушки або її пластичність, що позначається як $H_{пл}$;

Різниця між цими величинами характеризує пружність м'якушки і позначається як $H_{пр}$.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БАТОНУ «ОСОБЛИВИЙ»

3.1 Вплив вакуумного охолодження на фізико-механічні властивості батону

Для проведення пенетрації беремо 4 зразки батону, але перед початком заміряємо його масу та геометричні розміри. Результати заносимо до табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Результати вимірювання.

№ Дослід	Маса	Час	Температура	Діаметр	Висота	Довжина
1. ЗБ	459	12	24	143	83	313
2. ЗБ	461	24	26	138	80	310
3. ЗБ	456	12	24	141	85	308
4. ЗБ	458	24	25	139	81	311

Досліджуємо структурно-механічні властивості м'якушки батонів, що зберігається протягом 12, 24, 36 і 48 год в звичайних умовах. Результати досліджень заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Результати дослідження пенетрації

1. ЗБ	Н1			2. ЗБ	Н1			3.ЗБ	Н1			4. ЗБ	Н1		
	Н2	ΔН	Н2		ΔН	Н2	ΔН		Н2	ΔН					
12 год	56	45	11	24 год	42	34	8	12 год	77	65	12	24 год	55	50	5
	46	40	6		32	28	4		56	45	11		56	49	7
	59	49	10		48	44	4		79	67	12		51	43	8
	56	44	12		73	64	9		61	47	14		51	48	9
36 год	42	38	4	36 год	53	47	6	36 год	50	45	5	36 год	38	32	6
	56	27	5		43	39	4		46	40	6		36	30	6
	45	42	3		54	48	6		53	48	5		51	45	6
	34	29	5		40	34	6		52	46	6		37	32	5
48 год	35	28	7	48 год	34	27	7	48 год	37	31	6	48 год	35	30	5
	38	33	5		28	26	2		43	40	3		41	36	5
	39	35	4		39	32	7		76	72	4		39	31	8
	30	26	4		37	31	6		30	25	5		25	21	4

					201989.ДП.01.000.ПЗ							
Зм	Арк.	№ док.м.	Підпи	Да	Дослідження процесу			Літ	Арк.	Арк.шлів		
Розроб.	Бойченко									38	71	
Перевір.	Десик М.Г.							НУХТ 30X2 1М				
Реценз.												
Н.												
Затверд.	Десик М.Г.											

Провівши дослідження структурно – механічних властивостей (пружна і пластична деформація) м'якушки батону «Особливий» у 4 зразках з термінами зберігання 12, 24, 36, 48 годин у звичайних умовах, можна сказати, що черствіння батону почнеться пізніше заданих термінів зберігання. Оскільки пружна і пластична деформація м'якушки батону задовільна. Цим же підтверджується перевага вакуумного охолодження – збільшення терміну зберігання батону.

3.2 Вплив вакуумного охолодження на якість та геометричні параметри батону «Особливий»

Провівши охолодження батону способом вакуумного охолодження, досліди показали, що при швидкому охолодженні батону до температури 30 °С за 40 с. батон руйнується. На рис.3.1 зображено приклади руйнування батону.



Рис. 3.1 Руйнування батону

Під час досліду виявлено, що після охолодження скоринка батону дуже суха і твердіша, ніж при природному способі охолодження. Причиною руйнування батону є швидке випаровування вологи із батону. На початку охолодження тиск починає швидко знижуватися, що зумовлює випаровування води, м'якуш батону з найбільшим вмістом вологи починає її активно випаровувати, скоринка яка більш тверда, не здатна пропустити через себе ту кількість пари яка виділяється із вологи. Така поява залишає вологу в середині батону. Як відомо кругло - подібна форма батону легше витримує та краще

					<i>Дослідження процесу вакуумного охолодження батону</i>	Арж.
						39
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		

розподіляє внутрішні навантаження. Тому батон маючи форму кола, через внутрішні зусилля, які спричиненні випаровуванням великої кількості вологи, змінює свою форму до округлої, що спричиняє підривання м'якуша від скоринки.

Технологічну проблему підривання і тріскання батону, можна вирішити за допомогою зменшення швидкості вакуумування. Зробивши ще декілька дослідів було встановлено, що підривання батону відбувається на початку охолодження. Для уникнення цього явища потрібно зменшити швидкість вакуумування на початку процесу охолодження. На графіку 3.3 видно що швидкість вакуумування в перші секунди найбільша і зменшується в процесі роботи, це зумовлено роботою вакуумного насоса і випаровуванням пари. Продуктивність вакуум насоса залежить від створюваного вакууму. На початку роботи насоса у вакуумній камері відсутнє розрідження і його продуктивність максимальна.

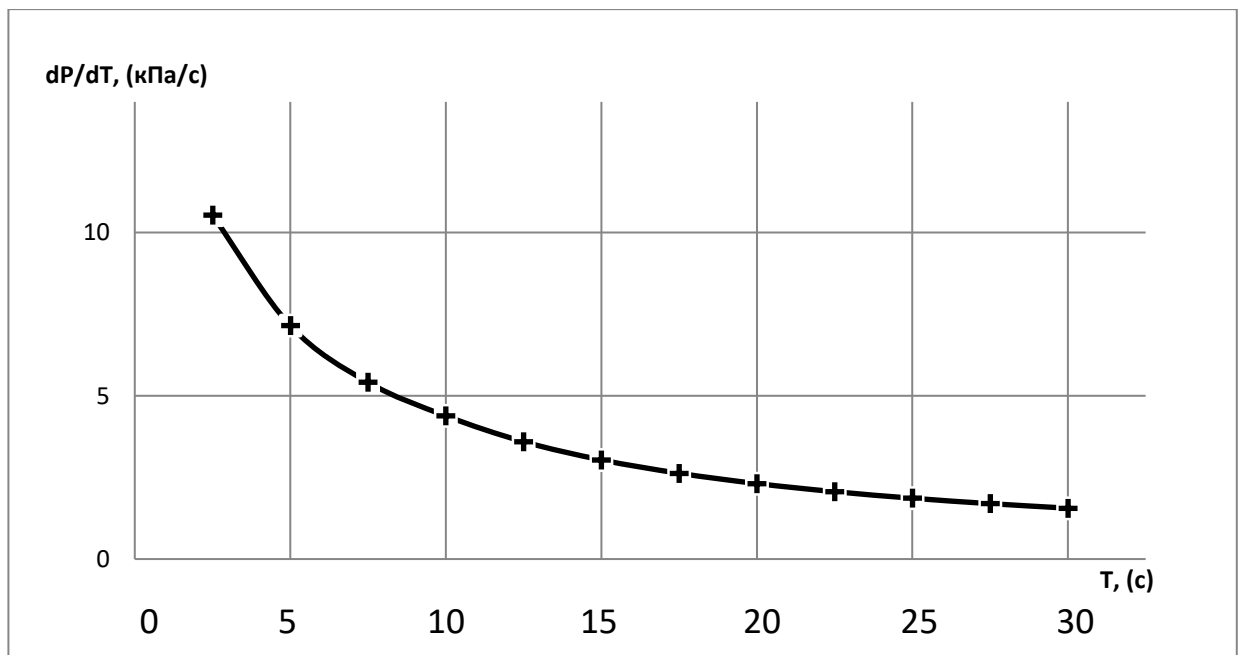


Рис. 3.2 Графік залежності зміни швидкості охолодження від часу

При збільшенні вакууму у робочій камері його продуктивність падає. Також коли в камері знижується тиск вода починає випаровуватися. При вакуумному охолодженні батон втрачає до 23 грам води, це $V=0,33$ м³ пари. Отже насос для створення необхідного вакууму окрім відкачування повітря, потрібно відкачувати ще і пару, а це негативно впливає на його продуктивність.

					<i>Дослідження процесу вакуумного охолодження батону</i>	Арж.
						40
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		

На графіку 3.3 зображено процес охолодження хліба. Крива 1 характеризує охолодження без регулювання на максимальній продуктивності установки, при такому режимі руйнується структура батона. Крива 2 описує підібраний експериментальним шляхом, вакуумне охолодження із регулюванням швидкості вакуумування, такий режим забезпечує чудову якість батону після охолодження.

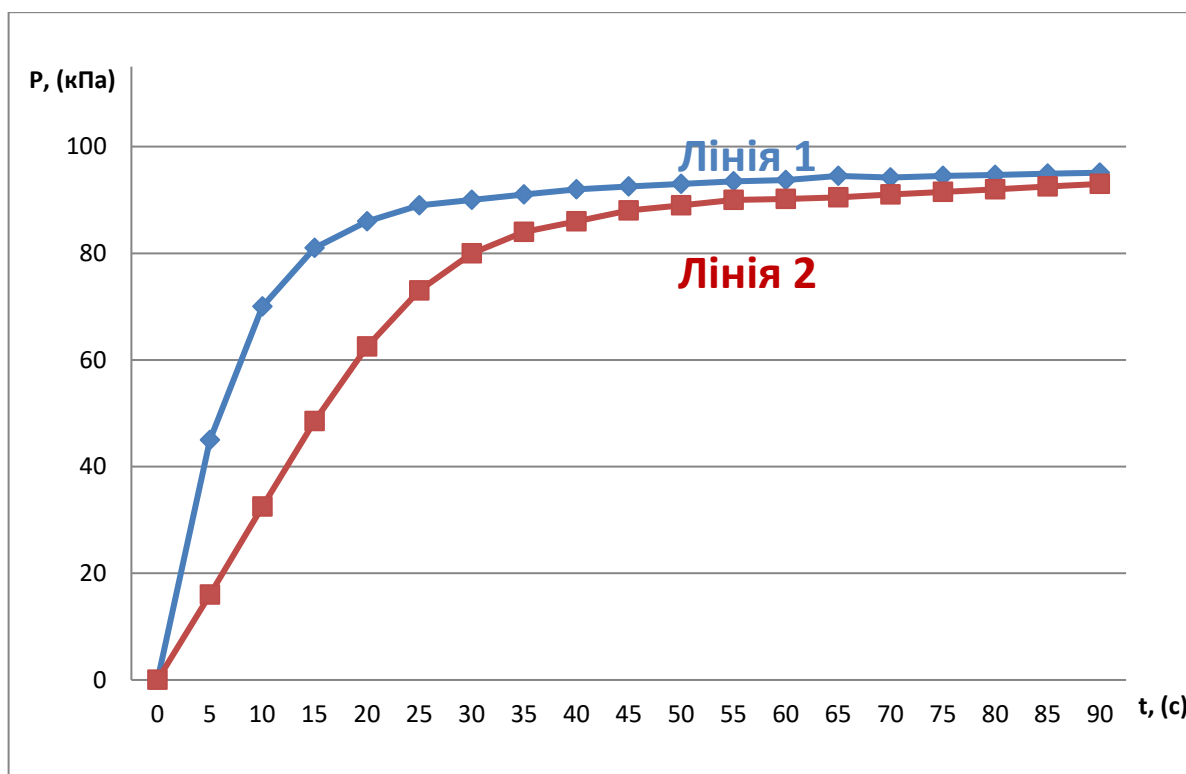


Рис. 3.3 Охолодження батону із регулюванням зміни тиску

Проведення даних повторних дослідів показує, що при збільшенні часу вакуумування з 40 с. до 90 с., дозволяє запобігти руйнуванню батона, при цьому ж отримати якісний охолоджений продукт.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБЛЕННЯ ОХОЛОДЖУВАЧА ДЛЯ БАТОНУ

Охолодження бетону в умовах періодичного способу виробництва вакуумним охолодженням, дає змогу зменшити кількість працюючого персоналу та площу у виробничих цехах. Розробивши охолоджувач (рис. 4.1), продуктивністю 160 кг/год, маємо можливість збільшити продуктивність виробництва бетону.

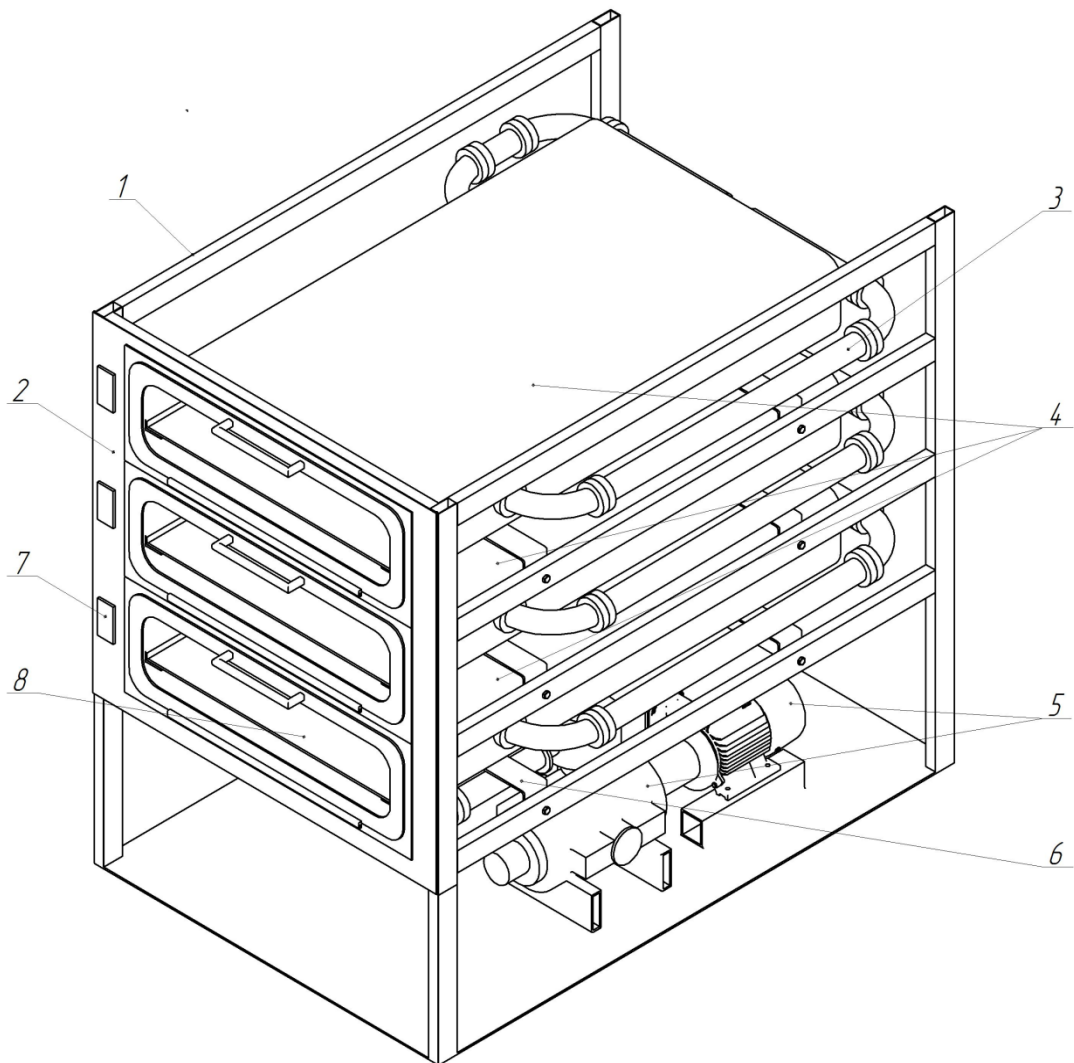


Рис.4.1. Вакуумний охолоджувач для бетону

					201989.ДП.01.000.ПЗ
Зм	Арк.	№ док.	Підпи	Да	Розроблення охолоджувача
Розроб.	Бойченко				
Перевір.	Десик М.Г.				
Реценз.					
Н.					
Затверд.	Десик М.Г.				Літ. Арк. Архивів 42 71 НУХТ 30X2 1М

Принцип роботи вакуумного охолоджувача полягає в тому що випечений батон подається у вакуум камеру, за допомогою завантажувально-піднімального пристрою, далі в робочих камерах охолоджувача створюється вакуум ($\sim 3 \times 10^3$ Па). Після охолодження, батони вивантажуються з камери охолодження для подальшого нарізання і пакування.

Вакуумний охолоджувач рисунок 4.1 призначений для охолодження батону та інших хлібопекарських виробів. Охолоджувач складається: 1-металевий каркас, який виготовлений з профільної труби 30*60*2. До каркасу, за допомогою кріплення – 6 кріпляться вакуумні камери – 4. На нижній частині охолоджувача розташований блок вакуумної системи, яка складається з конденсатора та вакуумного насосу -5, і трубопроводів – 3. На передній панелі охолоджувача з лівої сторони розташований блок управління – 2. Кожна вакуумна камера оснащено цифровим екраном керування – 7.

Розглянемо детальніше принцип роботи вакуумного охолоджувача. Він фактично миттєво охолоджує гарячу випічку, що дозволяє відразу нарізати її і спакувати. Це дає змогу зменшити кількість ручної праці і прискорити процес охолодження.

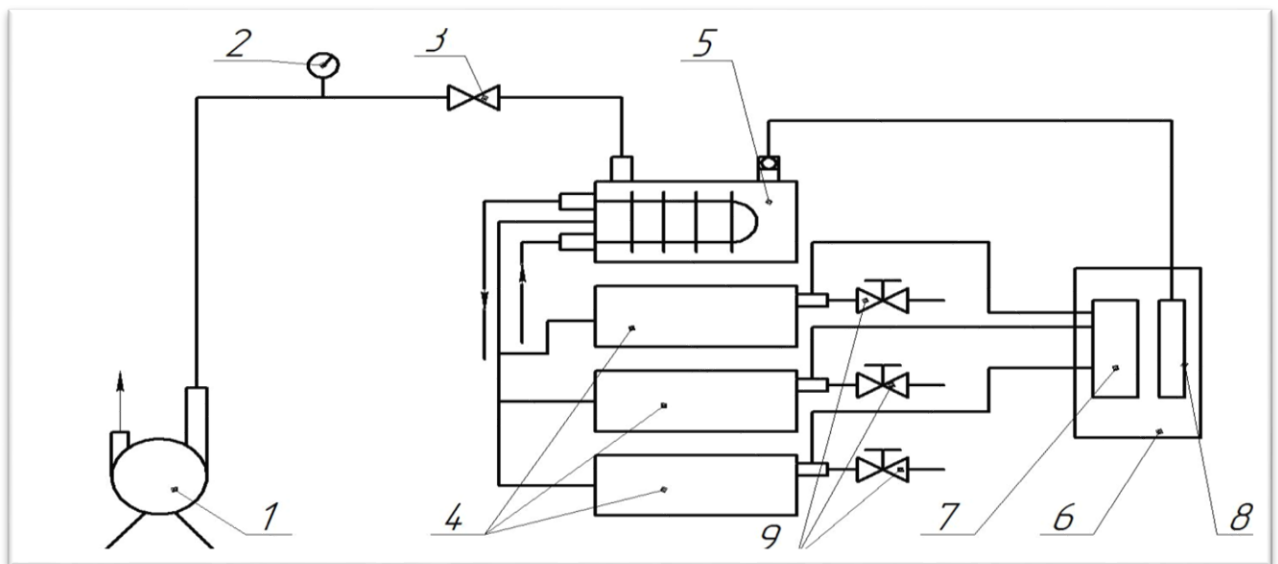


Рис. 4.2 Принцип роботи вакуумного охолоджувача

					Розроблення охолоджувача батону	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Да		43

1 - вакуумний насос; 2 – манометр; 3 – клапан; 4 – вакуумні камери; 5 – конденсатор; 6 – панель управління; 7 – індикатор температури; 8 – індикатор тиску.

Як тільки гарячий батон завантажується у вакуум камери, вмикається вакуумний насос та створює необхідне розрідження 97.7 кПа. Коли батон охолодився перекривається клапан 3, (щоб забезпечити збереження вакууму у всій системі, крім робочого об'єму), клапан - 9 запускає повітря, та урівнює тиск в середині камери із атмосферним. Потім вакуум насос вимикається, охолоджений батон вивантажується, і далі ділиться на наступні операції – різання і пакування. Його місце займає новий гарячий батон, клапан - 9 закривається, клапан 3 відкривається, і технологічний процес охолодження повторюється.

Основною технологічною особливістю вакуумного охолоджувача є не тільки охолоджувати батон, але й інші хлібопекарські особливості в періодичному потоці. Охолодження здійснюється за рахунок відбору теплоти від продукту, при випаровуванні вологи. Випаровування вологи здійснюється за рахунок зниженням тиску і це призводить до створення вакууму. Основною властивістю вакуумного охолодження є простота регулювання зміни швидкості процесу.

					<i>Розроблення охолоджувача батону</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докми</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>44</i>

РОЗДІЛ 5
ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ
5.1 Визначення продуктивності охолоджувача

Продуктивність охолоджувача залежить від кількості камер, які розташовуються зверху одна над одною. Визначимо продуктивність охолоджувача для батона «Особливий» масою 0,5 кг з борошна пшеничного вищого сорту. Розміри пекарної камери з площею поду 3,36 м²: довжина $L_{ок} = 1400$ мм, ширина $B = 800$ мм. Розміри батона: довжина $l = 313$ мм, ширинна $b = 80$ мм, зазор між виробами 25-50 мм, тривалість охолодження 13 хв. Продуктивність охолоджувача визначаємо за формулою:

$$P_c = \frac{N \cdot n \cdot g}{\tau \cdot 60}, \text{ кг/с}$$

Кількість рядів виробів по довжині пекарної камери:

$$N = \frac{L_{ок} - a}{b + a} = \frac{1400 - 40}{300 + 40} = 4 \text{ шт}$$

Приймаємо $N = 4$ ряди.

Кількість виробів в ряду по ширині пекарної камери:

$$n = \frac{B - a}{b + a} = \frac{800 - 40}{100 + 40} = 5.92 \text{ шт}$$

Приймаємо $n = 6$ шт.

Продуктивність охолоджувача дорівнює:

$$P_c = \frac{6 \cdot 4 \cdot 0.5}{13 \cdot 60} = 0.015 \text{ кг/с}$$

$$P_{год} = 54 \text{ кг}$$

$$P_{год} = \frac{54 \cdot 23}{1000} = 1,24 \text{ тон/добу}$$

$$P_{заг} = 3 \cdot 54 = 162 \text{ кг/год}$$

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арж.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпи.</i>	<i>Да.</i>	Техніко- економічний					
<i>Розроб.</i>		<i>Бойченко</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арж.</i>	<i>Арж.шів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Десик М.Г.</i>							45	71
<i>Решенз.</i>								НУХТ		
<i>Н.</i>								30X2 1M		
<i>Затверд.</i>		<i>Десик М.Г.</i>								

5.2 Розрахунок витрат пароповітряної суміші

1. Розраховуємо кількість вологи, випареної із 1 кг випеченої продукції

$$w = \frac{q}{r}$$

де: кількість теплоти, що буде витрачатися на фазовий перехід води в пару (адіабатне кипіння) при охолодженні заготовки з 98 до 32°C, кДж/кг:

$$\begin{aligned} q &= (C_{\text{ср}} \cdot g_{\text{ср}} + C_{\text{в}} \cdot g_{\text{в.с}}) \cdot (t_{\text{м}} - t_{\text{хол.хліба}}) + C_{\text{ск}} \cdot g_{\text{ск}} (t_{\text{ск}} - t_{\text{м}}) = \\ &= (1,67 \cdot 0,58 + 4,19 \cdot 0,42) \cdot (98 - 32) + 0,08 \cdot 1,67 \cdot (130 - 98) \\ &= 185,79 \text{ кДж/кг} \end{aligned}$$

де: q – кількість теплоти на охолодження одиниці маси хліба, кДж/кг;

$C_{\text{ср}}$ – питома теплоємність сухої речовини хліба, кДж/(кг · °C).

$g_{\text{ср}}$ – вміст сухої речовини в хлібі (тісті) визначаємо за формулою:

$$g_{\text{ср}} = \frac{100 - W_{\text{x}}}{100} = \frac{100 - 42}{100} = 0,58.$$

W_{x} – вологість гарячого хліба, приймається, %. Приймаємо 42%;

$C_{\text{в}}$ – питома теплоємність води, $C_{\text{в}} = 4,19$ кДж/(кг · °C);

$g_{\text{ск}}$ – маса скоринки, і визначається за формулою:

$$g_{\text{ск}} = \frac{g_{\text{уп}} \cdot g_{\text{ср}}}{g_{\text{вх}}} = \frac{0,06 \cdot 0,58}{0,42} = 0,08 \text{ кг}$$

$g_{\text{уп}}$ – кількість вологи з хліба, яка випарилася при випіканні, кг;

$t_{\text{м}}$ – температура м'якуша гарячого хліба, °C;

$t_{\text{хол.хліба}}$ – температура охолоджених заготовок, °C,;

$t_{\text{ск}}$ – середня температура скоринки, приймається як середнє арифметичне з температур по товщині скоринки, °C;

$$t_{\text{ск}} = \frac{t_{\text{ск}} \cdot 100}{2} = \frac{160 \cdot 100}{2} = 130 \text{ °C}$$

r – середня теплота фазового переходу, що залежить від тиску (температури):

$$r = \frac{r_{98} + r_{32}}{2} = \frac{2262,6 + 2425,5}{2} = 2344,05 \text{ кДж/кг}$$

При 98 °C $r = 2262,6$ кДж/кг

При 32 °C $r = 2425,5$ кДж/кг

					Техніко-економічний розрахунок	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		46

Отже кількість вологи, яка буде випаровуватись із 1 кг готової продукції

$$w = \frac{q}{r} = \frac{185,79}{2344,05} = 0,079 \text{ кг пари/кг гот. хліба}$$

Розрахунок кількості вологи, яка буде випаровуватись з 1-ї порції випеченої продукції, кг:

$$W = w \cdot n \cdot m = 0,079 \cdot 6 \cdot 0,5 = 0,237 \text{ кг}$$

де: n – кількість заготовок в одному ряді виробів по ширині печі, 6 шт;

m - маса однієї заготовки, 0,5 кг.

3. Розрахунок, об'ємної кількості вологи, яка буде випаровуватись з однієї випеченої продукції, м^3

Для спрощення розрахунку об'єму випареної вологи, припустимо, що на зниження температури на 1°C витрачається:

$$q_i = \frac{q}{\Delta t} = \frac{185,79}{66} = 2,815 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

Тоді при зміні температури заготовки на 1°C , кількість випареної вологи знаходимо за формулою:

$$m_i = \frac{q_i}{r_i} = \frac{2,815}{2344,05} = 0,079 \text{ кг}$$

та відповідний об'єм, який займає випарена волога:

$$V_i = m_i \cdot V_i''$$

$$V_{32} = 0,079 \cdot 29,57 = 2,34 \text{ м}^3$$

$$V_{98} = 0,079 \cdot 1,79 = 0,14 \text{ м}^3$$

Повний об'єм пари, що випаровується з 1 ряду заготовок:

$$V = \sum V_i \cdot n \cdot m = 0,3 \cdot 24 \cdot 0,5 = 1,56 \text{ м}^3$$

Отже загальний об'єм вологи, яка випаровується з 1-ї порції з 24 заготовок масою 0,5 кг при їх охолодженні від 98 до 32 за рахунок зниження тиску від 97,7 кПа до 4,2 кПа, складає $V = 7,81 \text{ м}^3$. Результати див. додаток 1.

Знаходимо об'єм повітря, що знаходиться в початковий момент у вакуум камері та трубопроводах:

					Техніко-економічний розрахунок	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		47

$$V_{\text{пов}} = V_{\text{о.к}} \cdot k \cdot V_{\text{труб}}$$

Де об'єм пекарної камери:

$$V_{\text{о.к}} = b \cdot h \cdot l = 0,21 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,2352 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм повітря в трубопроводах

$$V_{\text{труб}} = 1 \text{ м}^3$$

Отже об'єм повітря буде дорівнювати:

$$V_{\text{пов}} = 0,2352 \cdot 12 + 1 = 3,824 \text{ м}^3$$

Отже загальний об'єм газів, які відкачуються з охолоджувальної камери:

$$V = V_{\text{пов}} + V_{\text{пари}} = 3,824 + 7,81 = 11,63 \text{ м}^3$$

5.3 Розрахунок витрати охолоджувальної води

Витрату охолоджувальної води $G_{\text{води}}$ на повну конденсацію пари з 1-ї порції виробів W визначаємо з рівняння теплового балансу:

$$W = (i_{\text{пари}} - C_{\text{води}} \cdot t_{\text{конд}}) = G_{\text{води}} \cdot C_{\text{води}} (t_{\text{конд}} - t_{\text{ох.води}})$$

$$G_{\text{води}} = \frac{W \cdot (i_{\text{пари}} - C_{\text{води}} \cdot t_{\text{конд}})}{C_{\text{води}} (t_{\text{конд}} - t_{\text{ох.води}})}, \text{ кг/цикл}$$

Де: W – кількість випареної вологи з однієї порції виробів за час охолодження $t_{\text{вак}}$; $i_{\text{пари}}$ – ентальпія пари при відповідних тисках середовища, кДж/кг; $C_{\text{води}}$ – 4,19 кДж/(кг·К) – середня теплоємність води при температурах конденсату; $t_{\text{конд}}$; $t_{\text{ох.води}} = 10$ °С - початкова температура охолоджувальної води.

Визначаємо кінцеву температуру конденсату:

$$\begin{aligned} t_{\text{конд}} &= t_{\text{пари}} - t = \\ &= 35 - 3 = 32 \text{ °С} \end{aligned}$$

Де: температуру пари $t_{\text{пари}}$ приймаємо рівній кінцевій температурі насичення при відповідно тиску, а саме 35 °С; $t = 3...4$ °С або приймається виходячи з практичних даних.

$$G_{\text{води}} = \frac{0,861 \cdot (2612,77 - 4,19 \cdot 32)}{4,19 \cdot (32 - 10)} = 21,94 \text{ кг/цикл при } 35 \text{ °С;}$$

					Техніко-економічний розрахунок	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		48

5.4 Розрахунок конденсатора

З рівняння витрат води за один цикл знаходимо внутрішній діаметр конденсатора:

При охолодженні до температури 35°C:

$$d_{б.конд} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\rho \cdot \pi \cdot \omega \cdot t_{вак}}} =$$
$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,861}{0,105 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 13}} = 0,20044 \text{ м}$$

Де: ω - швидкість пари у вільному перерізі корпусу конденсатора, яка дорівнює 15...22 м/с, приймаємо $\omega = 20$ м/с; ρ – середня густина пари при (охолодженні до вказаної температури) заданому тиску кг/м³.

Приймаємо внутрішній діаметр конденсатора $d_{б.конд} = 200$ мм.

Визначаємо швидкість води в барометричній трубі з урахуванням середньої густини води $\rho_{в} = 997,7$ кг/м³ при охолодженні до температури 35 °С.

$$\omega_{бар.труби} = \frac{4 \cdot (G_{води} + W)}{\rho_{в} \cdot \pi \cdot d_{бар.труби} \cdot t_{вак}} =$$
$$= \frac{4 \cdot (21,94 + 0,861)}{997,7 \cdot \pi \cdot 0,1^2 \cdot 13} = 0,022 \text{ м/с}$$

Діаметр барометричної труби приймаємо $d_{бар.труби} = 0,1$ м.

Отримане значення менше 1 м/с, отже залишаємо стандартний розмір труби 0,1 м.

Висоту барометричної труби визначаємо за формулою:

$$H = H_1 + H_2 + 0,5$$

Де: H_1 - висота напору, яка необхідна для врівноваження атмосферного тиску; H_2 - висота напору, яка необхідна для подолання гідравлічних опорів і надання воді швидкості $\omega_{бар.труби}$, м/с; 0,5 – запас висоти труби, м.

					Техніко-економічний розрахунок	Арк
Зм	Арк	№ док.м.	Підпис	Да		49

$$H_1 = \frac{P_{\text{вак}}}{\rho_{\text{води}} \cdot g} = \frac{P_{\text{атм}} - P_{\text{вак}}}{\rho_{\text{води}} \cdot g}$$

$$H_2 = \left(\lambda \cdot \frac{H_{\text{бар.труби}}}{d_{\text{бар.труби}}} + \sum \xi + 1 \right) \cdot \frac{\omega_{\text{бар.труби}}^2}{2 \cdot g}$$

Де: $\sum \xi = 1,5$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів: при в ході в трубу $\xi_1 = 0,5$, при виході з труби $\xi_2 = 1$, λ - коефіцієнт тертя, який приймають в межах $\lambda = 0.02 \dots 0.3$ або розраховують за відповідними формулами з гідравліки.

Величину H в попередньо приймають як $H_{\text{бар.труби}} = (H_1 + 1,05)$, м.

При охолодженні до температури $35 \text{ }^\circ\text{C}$ висота барометричної труби дорівнює:

$$H = \frac{P_{\text{атм}} - P_{\text{вак}}}{\rho_{\text{води}} \cdot g} + \left(\lambda \cdot \frac{H_{\text{бар.труби}}}{d_{\text{бар.труби}}} + \sum \xi + 1 \right) \cdot \frac{\omega_{\text{бар.труби}}^2}{2 \cdot g} + 0,5 =$$

$$= \frac{101300 - 5620}{997,7 \cdot 9,81} + \left(0,02 \cdot \frac{9,92 + 1,05}{0,1} + 1,5 + 1 \right) \cdot \frac{0,022^2}{2 \cdot 9,81} + 0,5 = 10,28 \text{ м}$$

5.5 Розрахунок вакуум-насоса

Вакуумні насоси призначені для відсмоктування з конденсатора неконденсованих газів - повітря, та для підтримки в ньому заданого робочого тиску. Одночасно з газом відсмоктується і водяний пар, який знаходиться над вільною поверхнею охолоджуючої води в верхньому перерізі конденсатора. Таким чином, вакуумні насоси видаляють з конденсатора парогазову суміш.

Маса не конденсаційного газу (повітря) G_T (кг/с) в парогазовій суміші яка відкачується, визначається як сума двох основних складових. Перша відображає десорбцію газів (в основному з охолоджувальної води). Аналіз сучасних змішувальних конденсаторів показав, що з кожної тони такої суміші охолоджуючої води та конденсату виділяється приблизно $0,025$ кг газів, які не приймають участь у конденсації. Друга складова – повітря, яке всмоктується в конденсатор змішується крізь нещільності - оцінюється наближено:

					<i>Техніко-економічний розрахунок</i>	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		50

приймається, що в розрахунку на тонну отриманої вторинної пари всмоктується до 10 кг повітря. Таким чином, масовий потік неконденсованих газів складає:

$$G_{\Gamma} = \frac{(0,025 \cdot G_{\text{води}} + W) + 10 \cdot W \cdot 10^{-3}}{t_{\text{вак}}} \text{ кг/с}$$

Також на початку процесу з вакуум системи необхідно відкачати повітря, що знаходиться в початковий момент вакуум камері та трубопроводах, $V_{\text{пов}} = 0,06896 \text{ м}^3$.

$$m_{\text{пов}} = V_{\text{пов}} \cdot \rho_{\text{пов}}$$

Тоді масова продуктивність вакуум – насоса для відкачування початкових газів:

$$G_{\text{поч.пов}} = \frac{m_{\text{пов}}}{t_{\text{вак}}} \text{ кг/с}$$

Масова продуктивність вакуум – насоса для відкачування початкових газів та не сконденсованих газів:

$$G_{\text{вак.нас}} = G_{\text{поч.пов}} + G_{\Gamma} = \frac{m_{\text{пов}}}{t_{\text{вак}}} + \frac{(0,025 \cdot G_{\text{води}} + W) + 10 \cdot W \cdot 10^{-3}}{t_{\text{вак}}} \text{ кг/с}$$

Об'єм повітря розраховують за рівнянням:

$$V_{\text{вак.нас}} = \frac{R \cdot (273 + t_{\text{пов}}) \cdot G_{\text{вак.нас}}}{M_{\text{пов}} \cdot P_{\text{пов}}}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Де: $R = 8310$ – універсальна газова для повітря, Дж/ кмоль К;

$M_{\text{пов}}$ - молярна маса повітря;

$P_{\text{пов}}$ – парціальний тиск повітря, Па;

$$P_{\text{пов}} = P_{\text{вак}} - P_{\text{парц.пов}}, \quad \text{Па}$$

$P_{\text{парц.пов}}$ - парціальний тиск пари, що дорівнює тиску насиченої пари при температурі повітря $t_{\text{пов}}$, Па; $P_{\text{вак}}$ - тиск в конденсаторі, Па.

Температуру не сконденсованих газів визначаємо за емпіричною формулою (при охолодженні до температури $35 \text{ }^\circ\text{C} =$):

$$t_{\text{пов}} = t_{\text{п}} + 4 + 0,1 \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{п}}) =$$

					<i>Техніко-економічний розрахунок</i>	Арж 51
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		

$$= 10 + 4 + 0,1 \cdot (32 - 10) = 16,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$G_{\text{вак.нас}} = G_{\text{поч.пов}} + G_{\text{г}} =$$

$$= \frac{m_{\text{пов}}}{t_{\text{вак}}} + \frac{(0,025 \cdot G_{\text{води}} + W) + 10 \cdot W \cdot 10^{-3}}{t_{\text{вак}}} =$$

$$= \frac{0,084}{13} + \frac{(0,025 \cdot 21,94 + 0,861) + 10 \cdot 0,861 \cdot 10^{-3}}{13} = 0,0098 \text{ кг/с}$$

$$V_{\text{вак.нас}} = \frac{R \cdot (273 + t_{\text{пов}}) \cdot G_{\text{вак.нас}}}{M_{\text{пов}} \cdot P_{\text{пов}}} =$$

$$= \frac{8310 \cdot (273 + 16,2) \cdot 0,00982}{29 \cdot 2440} = 0,333 \text{ м}^3/\text{с}$$

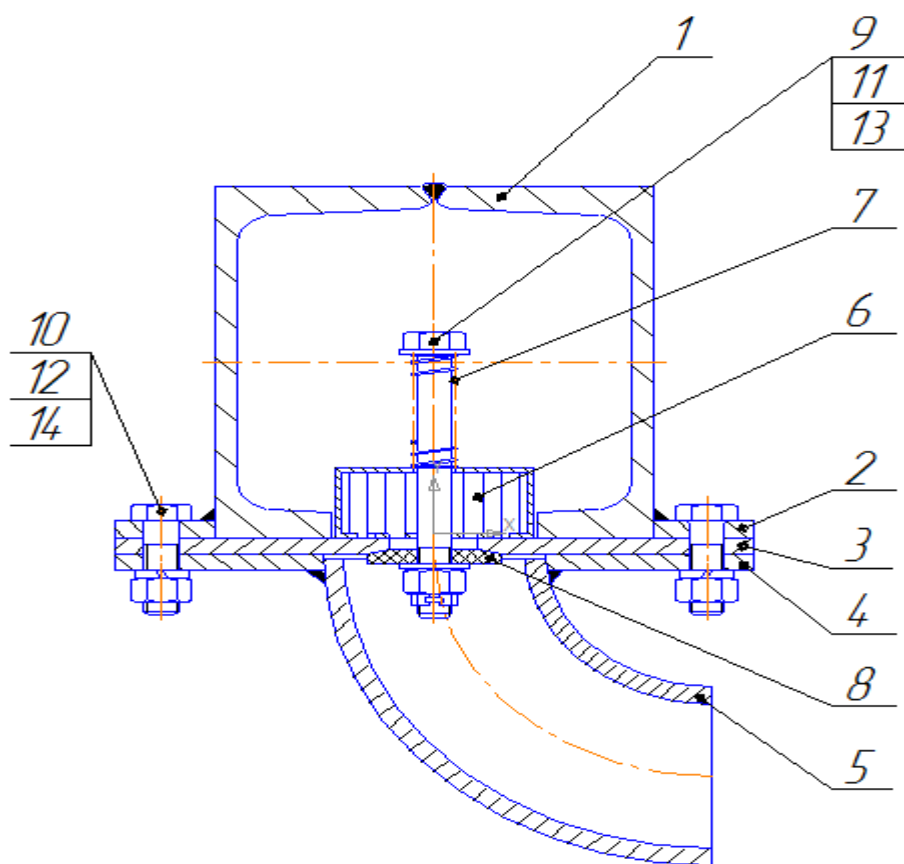
Приймаємо вакуум – насос ВВН – 1.5.

					<i>Техніко-економічний розрахунок</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		52

Розділ 6

Розроблення схеми складання та технологічного маршруту складального вузла

Як виріб машинобудівного виробництва було вибрано складальний вузол, який застосовують для подання тиску у вакуум камеру у певній, необхідній для технологічного процесу, кількості. Складається з корпусу 1, в якому розміщується клапан 6 і пружини 7, за допомогою яких відбувається процес подачі тиску. Подача тиску в корпус здійснюється через коліно 5. З'єднання



деталей між собою здійснюється за рахунок болтів 10 і гайок 11.

Рис.9.1 Загальний вигляд складального вузла

					201989.ДП.01.000.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпи.	Да.	Розроблення схеми складання та					
Розроб.	Бойченко							Літ.	Арк.	Архивів
Перевір.	Десик М.Г.								53	71
Реценз.								НУХТ		
Н.								30X2 1M		
Затверд.	Десик М.Г.									

Подетальний склад вузла Таблиця 9.1.

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей	Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Корпус	1	8	Спец. шайба	1
2	Фланець	1	9	Болт М12х115	1
3	Пластина	1	10	Болт М12х40	8
4	Фланець	1	11	Гайка М12	1
5	Коліно	1	12	Гайка М12	8
6	Клапан	1	13	Шайба 12	2
7	Пружина	1	14	Шайба 12Г	8

З аналізу конструкції привода (рис.1) необхідно виділити складальні одиниці 1-го порядку, а саме: СК.1 – корпус, СК.2 – клапан, СК.3 – вхідний патрубок, а також окремі деталі – болтів 10, гайок 12 і шайб 14.

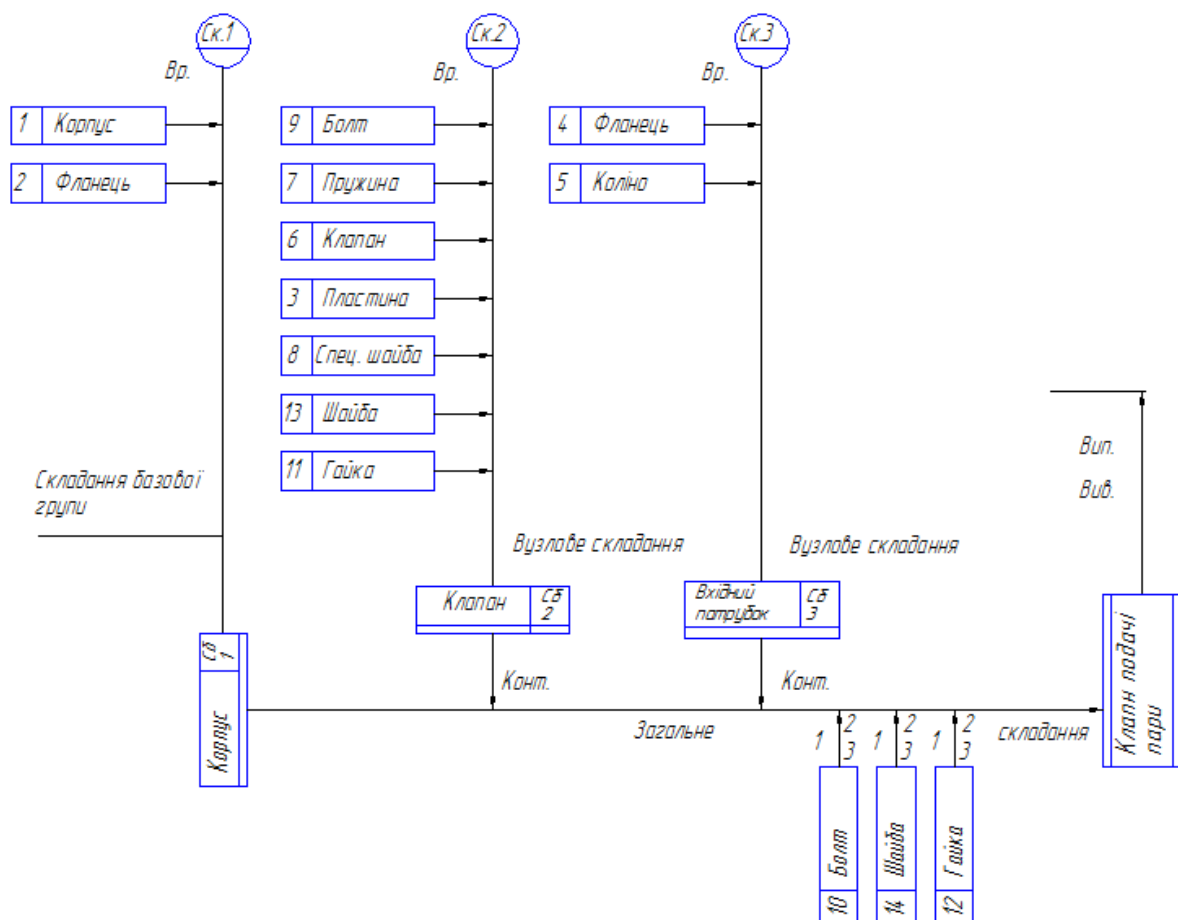


Рис.9.2 Технологічна схема складального вузла

Технологічний маршруту складального вузла

Таблиця 9.2.

№ операції	№ переходу, зміст переходу
10. Складання корпусу (Ск. 1)	10.1 Установити корпус на верстаті 10.2. Приварити фланець до корпусу
20. Складання клапана (Ск. 2)	20.1 Установити болт М12х15 на верстаті 20.2. Вставити пружину 20.3. Вставити клапан 20.4. Встановити пластину 20.5. Надіти спец. шайбу 20.6. Встановити шайбу 20.7. Прижати все за допомогою гайки М12
30. Складання вхідного патрубку (Ск.3)	30.1. Встановити фланець 30.2. Приварити коліно до фланця 30.(3-10) встановити болт М12х40 для з'єднання складальних вузлів «корпус Ск.1», «клапан Ск.2» та «вхідний патрубок Ск.3» між собою 30.(11-18). Встановити шайби 12Г 30.(19-26). Закрутити гайки М12
40. Контрольна	30.1. Проконтролювати роботу привода
50. Фарбування	40.1 Пофарбувати виріб
60. Консервація	50.1. Нанести захисне покриття

					Розроблення схеми складання та	Арк
Зм	Арк	№ док.м.	Підпис	Да		55

Розрахунок розмірного ланцюга складальної одиниці

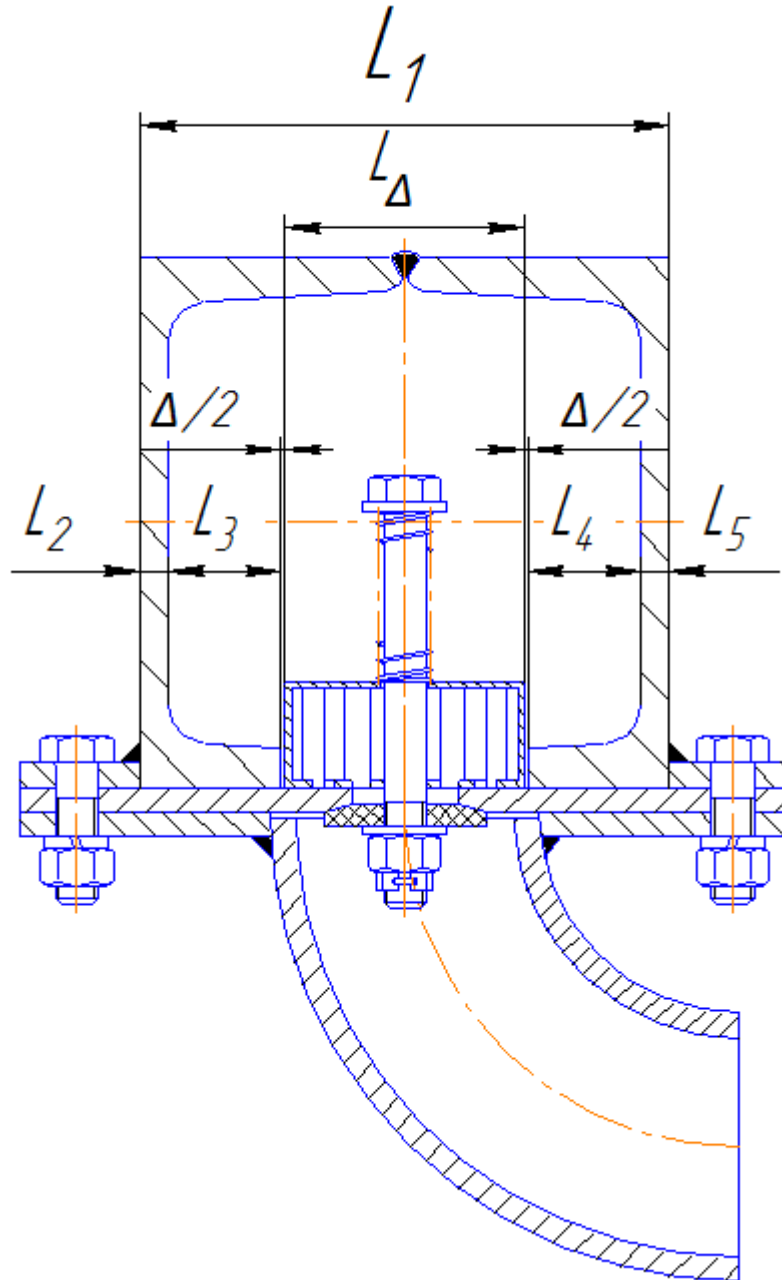


Рис.9.3 Схема ланцюга

Для забезпечення можливості нормальної роботи клапану подачі пари, необхідно щоб між клапаном і корпусом був витриманий зазор. З врахуванням умов роботи такої складальної одиниці зазор між корпусом і клапаном приймаємо у : $\Delta = 0,5...1,0$ мм.

Для розрахунку приймаємо його середнє значення $\Delta = 0,75$ мм.

					Розроблення схеми складання та	Арк
Зм	Арк	№ докми.	Підпис	Да		56

З врахуванням допусків на розміри деталей, що входять в розмірний ланцюг

$$\delta_{l_1} = +0,3; \delta_{l_2} = -0,12; \delta_{l_3} = -0,18; \delta_{l_4} = -0,18; \delta_{l_5} = -0,12; \delta_{\Delta} = -0,25.$$

визначимо розміри всіх деталей (рис. 3.):

$$l_1 = 75^{+0,3}; l_2 = 4_{-0,12}; l_3 = 16_{-0,18}; l_4 = 16_{-0,18}; l_5 = 4_{-0,12} \quad K = 34_{-0,25}.$$

Розмір клапана необхідно скорегувати на величину значення компенсації, яке визначається за формулою:

$$\delta_k = \left[\sum_{i=1}^{m-1} \delta_i \right] - \delta_{\Delta},$$

де δ_i - величина допуску i -ої складової ланки; m - кількість ланок розмірного ланцюга, враховуючи замикаючий ланцюг (зазор); δ_{Δ} - розмір замикаючої ланки.

Тоді максимальна величина значення компенсації визначається:

$$\delta_k = (\delta_{l_1} + \delta_{l_2} + \delta_{l_3} + \delta_{l_4} + \delta_{l_5} + \delta_{\Delta}) - \Delta;$$

$$\delta_k = (0,3 + 0,12 + 0,18 + 0,18 + 0,12 + 0,25) - 0,75 = 0,4 \text{ мм.}$$

У межах визначеної величини $\delta_k = 0,4$ мм знаходимо кількість та розміри клапана, що необхідні для забезпечення нормальної експлуатації вузла з врахуванням прийнятого зазору $\Delta = 0,75$ мм:

$$n = \frac{\delta_k}{\delta_{\Delta}} + 1 = \frac{0,4}{0,75} + 1 \approx 2.$$

Приймаємо розмір клапана :

$$K_1 = 34,2_{-0,25}; K_2 = 34,4_{-0,25}$$

Розробленню структурної схем сертифікації болта М12х115

Як об'єкт сертифікації вибираємо болт.

Аналізуючи технічну документацію на деталь відзначаємо наступне:

допуски на виготовлення $\varnothing 12h9$;

матеріал виготовлення деталі – Сталь 12Х18Н10Т;

					Розроблення схеми складання та	Арк
Зм	Арк	№ док.м.	Підпис	Да		57

різьби – М12-6g.

Для сертифікації валу вибираємо схему сертифікації одиничних виробів.

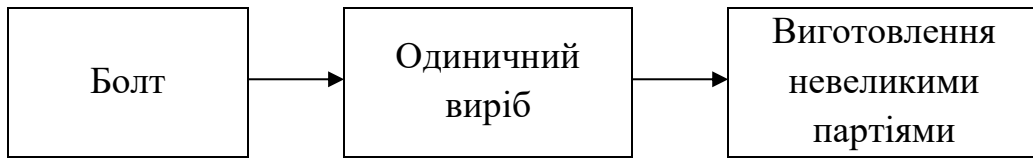
Основні технічні вимоги, які необхідно підтвердити сертифікацією: допуски на виготовлення, розміри болта та контроль різьб.

Діючі нормативи необхідні для сертифікації: ГОСТ 23360-78 "Основні норми взаємозамінності. Допуски і посадки", ГОСТ 8724-81 "Різьба метрична.

Діаметри і кроки".

Для контролю різьби використовують калібр-кільце для метричних різьб G01B3/40, для визначення лінійних параметрів (діаметрів) застосовують мікрометр гладкий цифровий МКЦ 125з діапазоном вимірювання 100...125мм і ціною поділки шкали 0,001 м та штангенциркуль цифровий VERNIER 150 з діапазоном вимірювання 0...150 ммі кроком виміру 0,01 мм. Для обґрунтування допусків користуються, наприклад, ДСТУ ISO 286-1; 2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів.

					<i>Розроблення схеми складання та</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докми</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>58</i>



Заявка на проведення сертифікації; лист про відношення Заявника до виробника; ідентифікаційна декларація; документ виробника про відповідність продукції чинним вимогам (сертифікат якості); накладна про одержання продукції або документ, що підтверджує походження продукції.

Робоче креслення, технічне завдання, технічні умови

Твердоміри HRA-1,
мікрометр гладкий
цифровий МКЦ 125,
штангенциркуль
цифровий VERNIER
150

Допуски на
виготовлення, розміри
болта та контроль різьб

ГОСТ 23360-78,
ГОСТ 8724-81.

Болт є придатним для використання і відповідає всім технічним вимогам

РОЗДІЛ 7

ОСНОВНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ

Охорона праці – це сукупність соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Дана система затверджена Законом України. Закон України «Про охорону праці» — Закон України, що визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом (далі — власник) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Прийнятий 14 жовтня 1992 р.; закон діє у редакції від 21 листопада 2002 р. із наступними змінами.

Охорона праці передбачає такі види інструктажів:

- *вступний інструктаж* проводиться з усіма працівниками які прийняті на роботу. Інструктаж проводить інженер по ОП або інша людина, призначена наказом(розпорядженням) для проведення цієї роботи.
- *первинний інструктаж* проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу. Проводить майстер чи керівник.
- *періодичний інструктаж* проводять на робочому місці із усіма працівниками.

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпи</i>	<i>Да</i>	<i>Основні заходи з охорони праці та</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Бойченко</i>						<i>60</i>	<i>71</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Десик М.Г.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Десик М.Г.</i>							<i>НУХТ 30X2 1М</i>

- *позаплановий інструктаж* проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці: при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про ОП; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування; при перерві в роботі більше ніж на 30 діб; при порушенні працівником нормативних актів;
- *цільовий інструктаж* проводять з працівниками : при виконанні разових робіт, при виконанні робіт, що оформляються нарядом-допуском, при ліквідації наслідків аварії;

Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у місці розташування охолоджувача

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників проаналізуємо роботу обладнання для охолодження розміщеного в цеху, для виробництва батону «Особливий». Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: швидкості руху, температури і відносної вологості. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату, які наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Метрологічні умови

Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С на робочих місцях				Віднос -на вологі сть φ,%	Швидкість руху повітря, м/с
		Верхня границя		Нижня границя			
		постійних	непостійних	постійних	непостійних		
Оператор вакуум - камери	Па	Холодна пора року					
		25	26	22	20	75	Не більше 0,3
		Тепла пора року					
		26	28	25	22	65(при 26°С)	0,2-0,4

					<i>Основні заходи з охорони праці та</i>	Арж
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		
						61

Нормовані параметри мікроклімату встановлюються з урахуванням наявних теплових надлишків залежно від періоду року і категорії робіт за енерговитратами. У виробничих приміщеннях передбачено вологе прибирання.

Загазованість

Під час роботи вакуум-камери, а саме під час досушування і охолодження виробів крізь вихідний отвір камери виділяється деяка кількість водяної пари, але концентрація її незначна, тому загазованість не нормується.

Запиленість

Під час роботи вакуум-камери в повітря пил не потрапляє.

Шум

Шум в цеху дільниці не перевищує нормативний. Перевірка вібрації та шуму на робочих місцях повинна проводитись не рідше одного разу на рік, постійних робочих місць і робочих зон у виробничих приміщеннях становить 80 дБ.

Випромінювання

Вакуум-камера не являється джерелом будь-якого випромінювання.

Освітлення

На території ділянки з вакуум-камерою використовується два типи освітлення природне (комбіноване) і штучне. Освітлення відповідає вимогам "Державних будівельних норм" ДБН В.2.5-28-2006.

Природне освітлення забезпечується через великі вікна. З часом через запиленість і забрудненість скла ефективність природного освітлення знижується до 25...35%. Також велике значення для природного освітлення мають кольорове оздоблення і чистота стін та стелі приміщення. Тому необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло і один раз на рік білити стіни і стелю.

Штучне освітлення утворюється за допомогою штучних джерел світла і розподіляється на робоче, аварійне та охоронне. Типи світильників вибрані у відповідності з призначенням і характеристикою приміщень. Розміщення

					<i>Основні заходи з охорони праці та</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		
						<i>62</i>

світильників рівномірно по всій площині цеху.

Очищення світильників повинен робити електрик 1 раз на місяць. Контроль за освітленістю повинен проводитися не рідше ніж один раз на три місяці. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлене люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць. Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк. На території дільниці також передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. Для проведення ремонтних робіт проведено мережу ремонтного освітлення. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В. Живлення здійснюється від понижуючих трансформаторів.

Електробезпека

Дільниця вакуум-камери по небезпеці ураження людини електричним струмом та залежно від стану виробничого середовища за "Правилами улаштування електроустановок" (ПУЕ) відноситься до категорії з підвищеною небезпекою.

Відповідно проводиться вибір типу і виконання електрообладнання та параметри його роботи.

Основними заходами електробезпеки є

- недоступність основних струмоведучих частин;
- заземлення всіх елементів електрообладнання;
- швидкодіюче автоматично-захисне відключення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;
- захисне розділення мережі;
- блокувально-попереджувальна сигналізація з написами і плакатами;
- використання захисних засобів і пристроїв;
- проведення ППР та профілактичних випробувань електричного обладнання;
- проведення організаційних мір по підприємстві (навчання, інструктажі,

					Основні заходи з охорони праці та	Арж
Зм	Арж	№ док.м.	Підпис	Да		
						63

атестація);

- ремонт та профілактика машини здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

Пожежна безпека

1. Територія дільниці де розміщена вакуум-камера, що входить до складу цеху по виробництву сухариків, по вибухо-пожежній безпеці відноситься до категорії "В" згідно з нормами технологічного проектування НАПБ Б.03.002-2007.

2. Ступінь вогнестійкості будівлі для основних цехів не повинен бути нижче III згідно зі "Державними будівельними нормами" ДБН В 1.1-7-2002.

3. Згідно з ПУЕ клас приміщення та зони вибухо-пожежної небезпеки - В-Па.

4. Для своєчасного оповіщення про пожежу в цеху передбачена автоматична пожежна сигналізація. В якості автоматичних оповіщувачів прийняті теплові пожежні оповіщувачі ДСП-038. Для ліквідації пожежі в цеху є первинні засоби пожежогасіння. Це пожежні стволи разом з пожежними рукавами, внутрішні пожежні трубопроводи, вогнегасники, лопати, відра, сухий пісок, азбестові ковдри, а також інструменти для розбирання будівельних конструкцій.

Пропозиції щодо покращення умов праці

1. Передбачити додаткові огорожі біля небезпечних рухомих частин обладнання.
2. Впровадження технічних засобів захисту від ураження електрострумом.
3. Впровадження централізованого контролю, систем колективного захисту, дозволить зменшити причини виникнення будь-яких травматичних ситуацій на виробництві.
4. Забезпечення оптимального мікроклімату приміщення, за допомогою введення додаткових систем кондиціонування в цеху.
- 5.

					<i>Основні заходи з охорони праці та</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		

ВИСНОВОК

Сучасні торговельні мережі вимагають від виробника якісної, добре розробленої продукції з тривалим терміном служби. Попит на фасовану продукцію значно зріс і постійно зростає.

Для нарізки та пакування готові продукти після випікання необхідно охолодити. Більшість продуктів охолоджують до 25-35 °С в корпусі продукту

Випічку зазвичай випікають при температурі пароповітряного середовища 200-290 °С. При виході з духовки температура м'якуша становить близько 90-98°С. Температура центру м'якуша не піднімається вище цього значення, оскільки в м'якуші міститься багато вологи, а тепло, що підводиться до нього, використовується не для нагрівання маси, а для її випаровування. Температура на поверхні(кірки)зазвичай становить 140- 180°С. Проходячи через відкриту ділянку подової сітки або приймального конвеєру для вивантаження з форм, температура кірки швидко падає до 105- 90°С. Висока температура випеченого хліба викликає випаровування частини вологи і, як наслідок, зниження її вологості та втрати ваги. При природному охолодженні при температурі 25 °С втрата ваги більша в перші 3-4 години, коли температура крихти ще значно вище кімнатної. Щоб уникнути сильної втрати ваги, після виходу з печі хліб рекомендується якомога швидше охолодити. При цьому рівень відносної вологості помітно не впливає на інтенсивність випаровування вологи з поверхні хліба.

В роботі досліджено процес охолодження батону «Особливий» масою 0,5 кг в умовах періодичного виробництва. При дослідженні був використаний спосіб вакуумного охолодження. Визначено вплив даного охолодження на фізико – механічні властивості батону, також вплив на геометричні параметри та якість.

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпи</i>	<i>Да</i>	<i>Висновки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркшів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Бойченко</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Десик М.Г.</i>					<i>65</i>	<i>71</i>
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н.</i>						<i>30X2 1M</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Десик М.Г.</i>						

Під час охолодження було виявлено негативні ефекти: тріскання скоринки, підривання і злипання м'якуша батона. Отримано графік зміни швидкості вакуумного охолодження. Негативні ефекти усунено, в результаті чого було підібрано оптимальний і максимально швидкий режим охолодження без руйнування продукції.

На основі проведеного дослідження та отриманих даних, розроблено вакуумний охолоджувач періодичної дії. Розробка якого полягає у зменшенні часу на охолодження хлібопекарських виробів. Доцільність впровадження у виробництво вакуумного охолоджувача на 55% ефективніше, у порівнянні з іншими, і ефективніше технологічного обладнання – кулера.

					<i>Висновки</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докл.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>66</i>

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Лісовенко О.Т., та ін.. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. / О.Т. Лісовенко, О.А. Руденко-Грицюк, І.М. Литовченко // - К.: «Наукова думка», 2000. – 281 с.
2. Охлаждение сухарных изделий в условиях разрежения / Н. Десик, А. Щербина, Ю. Теличкун, В. Теличкун // Ангел Кънчев : Научни трудове на русенски университет. – 2013. – Т. 52. – С. 139-142. - (серия 10.2 Биотехнологии и хранителни технологии: г. Разград.)
3. Драчева Л. В. Вакуумное охлаждение – инновационная технология / Л.В.Драчева // Кондитерское производство. – 2011. – №6. – С.33.
4. Лисовенко А.Т. Тепло- и влагоперенос в зоне испарения выпекаемого изделия/ А.Т. Лисовенко, С.И. Сидоренко// Пищевая технология, 1973 - №2, с.84-87.
5. Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik, O. Kravchenko, A. Marchenko, A. Birsa, S. Stefanov. (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies, 2(2), pp 67-70.
6. McDonald, K. The formation of pores and their effects in a cooked beef product on the efficiency of vacuum cooling / K. McDonald // Journal of Food Engineering. – 2001. – № 7. – P. 175–183.
7. Драчева Л. В. Вакуумное охлаждение – инновационная технология / Л.В.Драчева // Кондитерское производство. – 2011. – №6. – С.33.
8. Bradshaw, W. Modulated vacuum cooling for bakery products / W. Bradshaw // Bakers Digest. – 1998. – № 5 – P. 26–31.

					<i>201989.ДП.01.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докл.</i>	<i>Підпи</i>	<i>Да</i>	<i>Використана література</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Бойченко</i>						<i>67</i>	<i>71</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Десик М.Г.</i>					<i>НУХТ</i>		
<i>Реценз.</i>						<i>30X2 1M</i>		
<i>Н.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Десик М.Г.</i>							

9. Пучкова Л.И. Технология хлеба / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева – СПб.: Гиорд, 2005.- 557 с., Матц С.А. Структура и консистенция пищевых продуктов.– М.: Пищевая промышленность, 1972.- 237 с.

10. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О.О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. -456 с.

11. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості/ В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко; за ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

12. Мирончук В.Г., Люлька Д.М., Єщенко О.А., Свідерська О.І. Монтаж та технічний сервіс обладнання/ В.Г. Мирончук, Д.М. Люлька, О.А. Єщенко, О.І. Свідерська. Практикум: навч.посіб. / За ред. В.Г.Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.

13. Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв // П.В. Гурський, Ф.В. Перцевий, І.С. Гулий. Практикум. Навч.посібник. – Харків: 2001. – 230 с.

14. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: Навчальний посібник для студентів механічних фахів. – Одеса:Астропринт, 2001. – 320с.

15.Казаков, Н. Ф. Технология пищевого машиностроения: Учебник для ВУЗов по специальности ”Машины и аппараты пищевых производств“ [Текст] / Н. Ф. Казаков, Г. А. Мартынов. — М. : Машиностроение, 1982. — 296 с.

16. Застосування вакууму для інтенсифікації процесу сушіння сухарних виробів/ Щербина О.С., Десик М.Г., Теличкун В.І.// Наукові здобутки молоді-вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: програма і матеріали 80-наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 10-11 квітня 2014 . – К.: НУХТ, 2014 – с. 53-55.

					<i>Використана література</i>	<i>Арж</i>
<i>Зм</i>	<i>Арж</i>	<i>№ докми</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да</i>		<i>68</i>

17. Research of the influence of vacuum on dried rusks/ Shcherbyna Oleksii, Chebakov Denys, Mykola Desyk// International conference for students – “Student in Bucovina” -7-9 May 2015. p. 12.

18. Трегуб, В. Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств [Текст] / В. Г. Трегуб, А. П. Ладанюк. — М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 362 с.

19. Гатилин Н. Ф. Проектирование хлебзаводов. – М. : Агропромиздат, 1975. – 376 с.

20. Горошко М. К. Основы теории и расчета машин-автоматов и автоматических линий хлебопекарной пром-сти. – М. : Пищ. Пром-сть, 1977. – 312 с.

21. Верховна Рада України; Закон від 14.10.1992 № 2694-ХІІ «Про охорону праці» (поточна редакція від 12.03.2011 на підставі 3038-17), чинний.

22. Десик М.Г. Шляхи економії енергоресурсів при виробництві сухарних виробів/ М.Г. Десик, В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, І.В. Житнецький// Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. - № 11-12. – 13-15.

23. Михалевич І.А. Аналіз витрат енергоресурсів при випіканні хлібобулочних виробів/ І.А. Михалевич, А.В. Телішко,, М.Г. Десик, В.І. Теличкун// Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв: зб. тез. міжнар. студ. наук. практ. конф. Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. – с.34-35.

24. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий / Ю. П. Головань и др. — М. : Агропромиздат, 1988. – 382 с.

25. Російсько-український словник технічних термінів у хлібопекарному, кондитерському та макаронному виробництвах / Уклад. О. А. Руденко-Грицюк. – К. : Наук, думка 2000. – 282 с.

26. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств / А. А. Михалев, Н. М. Ицкович, М. Н. Сигал и др. А. В. Володарський. — М. : Пищ. Пром-сть, 1979. – 326 с.

					Використана література	Арж
Зм	Арж	№ докмм	Підпис	Да		69

Додаток 1. Результати розрахунків загального об'єму пари.

t, °C	V', мЗ/кг	г, кДж/кг	Qi	Δm	V, мЗ	Заг. Об'єм, мЗ
32	29,572	2425,5	2,815	0,001103	0,032626	0,371937852
33	28,042	2423,2	2,815	0,001104	0,030967	0,352029246
34	26,602	2420,8	2,815	0,001105	0,29406	0,335232676
35	25,246	2418,4	2,815	0,001107	0,027935	0,318460376
36	23,968	2416,1	2,815	0,001108	0,026546	0,302627124
37	22,764	2413,7	2,815	0,001109	0,025238	0,287710855
38	21,629	2411,3	2,815	0,00111	0,024003	0,273637841
39	20,558	2408,9	2,815	0,001111	0,022837	0,260347283
40	19,548	2406,5	2,815	0,001112	0,021737	0,247803494
41	18,594	2404,2	2,815	0,001113	0,020696	0,235935447
42	17,694	2401,8	2,815	0,001114	0,019714	0,224739879
43	16,843	2399,4	2,815	0,001115	0,018785	0,214144909
44	16,039	2396,9	2,815	0,001116	0,017907	0,204135404
45	15,278	2394,5	2,815	0,001118	0,017074	0,194644719
46	14,559	2392,2	2,815	0,001119	0,016286	0,185662853
47	13,879	2389,8	2,815	0,00112	0,015541	0,177168937
48	13,236	2387,4	2,815	0,001121	0,014836	0,169130732
49	12,626	2385	2,815	0,001122	0,014167	0,161498451
50	12,048	2382,5	2,815	0,001123	0,013532	0,154266991
51	11,501	2380,2	2,815	0,001124	0,01293	0,147405305
52	10,982	2377,8	2,815	0,001125	0,012359	0,140895485
53	10,49	2375,4	2,815	0,001127	0,11817	0,134719262
54	10,024	2372,9	2,815	0,001128	0,011304	0,128870224
55	9,5812	2370,5	2,815	0,001129	0,010816	0,123302223
56	0,1609	2368,1	2,815	0,00113	0,010352	0,118012787
57	8,7618	2365,7	2,815	0,001131	0,009911	0,112985998
58	8,3831	2363,3	2,815	0,001132	0,009492	0,108212331
59	8,0229	2360,8	2,815	0,001134	0,009094	0,103672398
60	7,6807	2358,4	2,815	0,001135	0,008715	0,09935147
61	7,3554	2355,9	2,815	0,001136	0,008355	0,095244609
62	7,0458	2353,5	2,815	0,001137	0,008011	0,091328657
63	6,7512	2351,1	2,815	0,001138	0,007684	0,08759934
64	6,4711	2348,6	2,815	0,001139	0,007373	0,084054315
65	6,2042	2346,2	2,815	0,001141	0,007076	0,080669937
66	6,9502	2343,7	2,815	0,001142	0,006794	0,077449836

Продовження додатку 1.

67	5,7082	2341,2	2,815	0,001143	0,006524	0,074379221
68	5,4775	2338,7	2,815	0,001144	0,006267	0,07144944
69	5,2576	2336,3	2,815	0,001145	0,006022	0,068651478
70	5,0479	2333,8	2,815	0,001147	0,005788	0,065983913
71	4,8481	2331,3	2,815	0,001148	0,005565	0,063440174
72	4,6574	2328,8	2,815	0,001149	0,005352	0,06101018
73	4,4753	2326,3	2,815	0,00115	0,005148	0,058687741
74	4,3015	2323,9	2,815	0,001152	0,004953	0,056466836
75	4,1356	2321,4	2,815	0,001153	0,004767	0,054347492
76	3,9771	2318,9	2,815	0,001154	0,00459	0,05232093
77	3,8257	2316,4	2,815	0,001155	0,00442	0,050383498
78	3,6811	2313,9	2,815	0,001156	0,004257	0,048531531
79	3,5427	2311,4	2,815	0,001158	0,004102	0,046757387
80	3,4104	2308,9	2,815	0,001159	0,003953	0,045059997
81	3,2839	2306,3	2,815	0,00116	0,00381	0,043437526
82	3,1629	2303,8	2,815	0,001162	0,003674	0,041882408
83	3,0471	2301,3	2,815	0,001163	0,003543	0,040292844
84	2,9362	2298,7	2,815	0,001164	0,003418	0,03896676
85	2,83	2296,2	2,815	0,001165	0,003298	0,037598255
86	2,7284	2293,6	2,815	0,001167	0,003183	0,036289528
87	2,6309	2291,1	2,815	0,001168	0,003073	0,035030897
88	2,5376	2288,5	2,815	0,001169	0,002967	0,033826979
89	2,4482	2286	2,815	0,001171	0,002866	0,03267094
90	2,3624	2283,4	2,815	0,001172	0,002769	0,031561846
91	2,2801	2280,7	2,815	0,001173	0,002675	0,030498374
92	2,2012	2278,1	2,815	0,001175	0,002586	0,02947662
93	2,1256	2275,6	2,815	0,001176	0,0025	0,028495519
94	2,0529	2273	2,815	0,001177	0,002417	0,027552393
95	1,9832	2270,4	2,815	0,001179	0,002337	0,026647416
96	1,9163	2267,8	2,815	0,00118	0,002261	0,025778029
97	1,852	2265,2	2,815	0,001181	0,002188	0,024941662
98	1,7902	2262,6	2,815	0,001183	0,002117	0,02413708
			188,61	0,08	1,1	7,81