

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

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми «Галузеве
машинобудування»
Цвіркун Л.О.
«___» _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
за освітньою програмою «Галузеве машинобудування»

на тему: **«ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ МІНІ-ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА
ПІЦЦІ»**

Виконав:

здобувач вищої освіти

Хлівна Оксана Аркадіївна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник:

д.т.н., професор Дейниченко Г.В.

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

_____ (підпис)

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

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Кривий Ріг
2022

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти денна

Ступінь бакалавр

Галузь знань Механічна інженерія

Освітня програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант освітньої програми «Галузеве
машинобудування»

Цвіркун Л.О.

« » 2022 року

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

Хлівній Оксані Аркадіївні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технічне оснащення міні-лінії
з виробництва піци

Керівник роботи Дейниченко Григорій Вікторович, д.т.н., професор

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

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від «19» листопада 2021 р. №414-с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи « 06 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Міні-лінія з виробництва піци.
2. Сучасне обладнання вітчизняного та іноземного виробництва.
3. Результати експериментальних та наукових досліджень.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.
2. Загальна частина.
3. Проектно-конструкторська частина.
4. Охорона праці.
5. Висновки.
6. Список використаних джерел

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

1. Схема міні-лінії з виробництва піци – 1 аркуш А1.
2. Механізм для просіювання борошна МПП II-I – 1 аркуш А1.
3. Машина тістомісильна ТММ-60М – 1 аркуш А1.
4. Механізм для протирання МОП II-I – 1 аркуш А1.
5. Електропіч кондитерська ЕВХБ-К-7,5-380 – 1 аркуш А1.

6. Дата видачі завдання «23» листопада 2021 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання
1	Вступ. Аналіз сучасного стану об'єкту досліджень	31.01.2022 – 15.02.2022
2	Загальна частина	16.02.2022 – 10.03.2022
3	Проектно-конструкторська частина	11.03.2022 – 15.04.2022
4	Охорона праці	16.04.2022 – 30.04.2022
5	Висновки по роботі	01.05.2022 – 12.05.2022
6	Оформлення роботи і подання до захисту	16.05.2022 – 05.06.2022

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Хлівна О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дейниченко Г.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Загальна кількість в роботі:
сторінок 65, рисунків 1, таблиць 12, додатків 5,
графічного матеріалу 5 аркушів, використаних джерел 18.

Об'єкт проекту – міні-лінія з виробництва піци.

Предмет проекту – розрахунок обладнання для оснащення цеху.

Мета проекту – технічне оснащення міні-лінії з виробництва піци з розрахунком окремих видів технологічного обладнання.

Основні висновки та рекомендації.

У процесі виконання роботи було виконано опис технологічного процесу виробництва піци, розраховано кількість сировини на виробничу кількість виробів, складено виробничу програму підприємства, виконано розрахунок і підбір окремих видів устаткування.

Проведені технологічні та конструктивні розрахунки машин для оснащення лінії – просіювача, овочерізальної машини тощо, наведені правила експлуатації технічного обладнання.

Область використання – цехи невеликої потужності, які мають на меті впроваджувати сучасні технологічні рішення для розширення асортименту продукції, що випускається, та підвищення її якості.

Ключові слова: ПІЦА, ТІСТО, БОРОШНО, ПРОСІЮВАЧ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ УСТАТКУВАННЯ

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	5
1. Загальна частина.....	7
1.1. Техніко-економічне обґрунтування.....	7
1.2. Аналіз існуючих технологій.....	8
1.3. Розрахунок і характеристика сировини для виробництва піци...	11
1.4. Підбор устаткування та компонування міні лінії по виробництву піци.....	13
2. Проектно-конструкторська частина.....	24
2.1. Розрахунок потужності електродвигуна машини тістомісильної	24
2.2. Розрахунок теоретичної продуктивності просіювача.....	27
2.3. Розрахунок потужності електродвигуна просіювача.....	29
2.4. Тепловий розрахунок електропечі кондитерської ЕВХБ-К-7,5/380.....	31
2.5. Розрахунок теоретичної продуктивності дискової овочерізки....	39
2.6. Розрахунок потрібної потужності та підбір електродвигуна.....	40
2.7. Кінематичний розрахунок.....	42
2.8. Розрахунок деталей на міцність.....	46
3. Охорона праці.....	49
Висновки.....	62
Список використаної літератури.....	63
Додатки.....	65

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Хлівна О.А.,			Технічне оснащення міні-лінії з виробництва піци	Літ.	Арк.
Перевір.		Дейниченко Г.В.				у	4
							1
Н. контр.		Омельченко О.В.				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
Затверд.		Цвіркун Л.О.					

ВСТУП

Здолавши мовні перепони та культурні відмінності, піца стала першим, дійсно всесвітньо розповсюдженим продуктом харчування. Світове визначення зробило піцу інтернаціональною стравою. Піцерії упевнено прижилися і в Україні. Треба зауважити, що ринок піцерій постійно зростає, тому що поглинання піци останнім часом швидко збільшилось.

Піца – одна з найдавніших страв. Ледве навчившись керувати багаттям та використовувати в їжу хлібні злаки, людина почала випікати на гарячому камінні красти. Їх посипати кропом, маком, додавати трави. Вважається, що батьківщина піци – Італія. В давньому Римі випікали гарячу страву – фокаччо. Коржі, що складали його основу носили назву «пічеа». Згодом це слово трансформувалось в «піцца», яке відомо більше тисячоліття. Спочатку піца була їжею простолюдинів. У 18 сторіччі, коли в Італії з'явилися томати, завезені з Перу, виникла ідея прикрасити прісне тісто червоними помідорами, білим сиром і зеленими травами. Піцу продавали на вулиці, порції відрізали від великого коржа, що випікався на очах у покупців. Розповсюджувачами піци були дзвінкоголосі молоді неаполітанці, які доставляли товар прямо до рук покупців. Саме піці зобов'язана служба доставки їжі. Швидкість приготування та придатність до транспортування зробили піцу лідером серед страв цього виду сервісу.

З ростом популярності піци її асортимент став розширюватись.

Винаходились багато численні варіанти начинки. З'явилися піцерії, де люди збирались, щоб вести бесіди, випити келих вина, поїсти.

На сьогодні піцерії зайняли проміжну ланку між ресторанами та фастфудами. Такі підприємства від ресторанів перейняли високий рівень приготування страв та обслуговування. Вплив фастфуда проявляється в зменшенні позиції меню, більш демократичних цінах. Особливості в таких закладах в тому, що вони задовольняють потребам різних верст населення.

Люди з високим рівнем достатку знаходять в них альтернативу фастфудів, ті у кого доходи нижчі, дивляться на піцерію в якості доступного для них відпочинку поза домівкою.

Зараз велика кількість підприємств торгівлі різного формату – від супермаркетів до «магазинів по сусідству», будують на своїй базі виробництва. Особливо популярними, останнім часом, стало будівництво піцерій. Це пов'язано перш за все з високою рентабельністю такого виробництва, адже покупці перш усього йдуть в ті супермаркети, які мають змогу пропонувати їм повний комплекс послуг, що включає не тільки покупку традиційних товарів. Тут можливо перекусити за столиком,

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП				
Розроб.		Хлівна О.А.							
Перевір.		Дейниченко Г.В.							
Н. контр.		Омельченко О.В.							
Затверд.		Цвіркун Л.О.			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				
					Літ.	Арк.	Аркушів		
					у	5	2		

захопити своє замовлення додому або в офіс, можна придбати заготовку для піци (в т.ч. і заморожену), яку можна приготувати в домашніх умовах. Для більшого комфорту пропонується продаж піци слайдами (порціями).

Зважаючи на вищесказане і зробивши відповідні висновки щодо актуальності такого виду виробництва, високої рентабельності, постійно зростаючого попиту на даний вид виробництва та відносно незаповнений сегмент ринку, вирішення цих питань пропонується на розгляд в кваліфікаційній роботі.

При виконанні кваліфікаційної роботи необхідно вирішити наступні завдання:

- провести детальний критичний аналіз стану питання;
- проаналізувати технологічні процеси виробництва харчових продуктів в умовах підприємств роздрібної торгівлі;
- виконати необхідні розрахунки: теплові, конструктивні;
- оформити відповідно до вимог і стандартів розрахунково-пояснювальну записку та графічну частину кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр».

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Техніко-економічне обґрунтування

Ефективність будь якого виробництва залежить у першу чергу від попиту на готову продукцію, що буде визначати обсяги збуту.

Останнім часом більшість підприємств торгівлі різних форматів створюють на своїй базі власні виробництва. Особливо популярними є піцерії. Це зумовлено, перш за все, високою рентабельністю такого виробництва, та тим, що піца на українському ринку продовжує набувати популярність у різних верст населення.

В Україні в останні роки віддається перевага невеликим харчовим виробництвам. Швидко зростає їхня кількість. До теперішнього часу в Україні велику роль у харчовому виробництві відігравали великі виробництва. Але підприємства малої потужності, які випускають до 500 кг виробів на добу, достатньо мобільні в організації випуску різноманітного асортименту харчових виробів.

Проаналізувавши підприємства торгівлі й харчування Автозаводського району м. Кременчука, бачимо, що виробництво піци актуально. Пропонується виготовлену продукцію реалізовувати через кулінарію супермаркету та в замороженому вигляді в якості напівфабрикату. Постачати напівфабрикати до інших підприємств харчування.

Міні-лінію по виробництву піци пропонується розмістити на виробничих площах супермаркету «Маркетопт», м. Кременчук.

Постачання сировиною передбачається закуповувати на оптових базах м. Кременчука, а також робити закупівлі сировини в одноосібних господарствах Полтавської області.

Підприємство планується забезпечити централізованим постачанням електричної енергії, підведенням гарячої й холодної води, відводом каналізації, достатньою кількістю складських та виробничих площ, що відповідатимуть санітарним і протипожежним вимогам.

До підприємства є зручні під'їзди з основних автошляхів для завезення сировини й вивозу готової продукції. Для установки міні-лінії по виробництву піци досить мати приміщення площею не менше 20м² під виробничі процеси, та не менше 8м² для складських та допоміжних приміщень, число обслуговуючого персоналу в кількості 4 чоловік.

Пропонується оснастити лінію наступним комплексом технологічного устаткування:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Хлівна О.А.			ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дейниченко Г.В.					у	7	17
							ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Н. контр.		Омельченко О.В.							
Затверд.		Цвіркун Л.О.							

- приводом зі змінними механізмами (просіював, овочерізка, механізм для протирання);
- тістомісильною машиною;
- слайсером;
- тісторозкачувальною машиною;
- плитою кухонною;
- піччю кондитерською;
- низькотемпературною шафою;
- пакувальною машиною.

Технологічне устаткування виготовляється вітчизняними та закордонними виробниками, доступно кожному підприємцеві.

З огляду на постійний попит, строки зберігання, використовуючи високоякісну сировину, можливо налагодити випуск оригінальної продукції, що має одночасно сучасний вид та вікову історію. А це значить, що в цієї продукції є всі шанси зайняти свою нішу в ринковому сегменті. Тому, що забезпечення підприємств торгівлі й харчування даною продукцією є перспективним, завдання актуальним.

Дана тема пропонується до розгляду в кваліфікаційній роботі.

1.2. Аналіз існуючих технологій

На сьогоднішній день тільки в Італії нараховується більше двох тисяч різних найменувань піц. В світі, в різних країнах піцу готують, враховуючи особливості та пріоритети національної кухні. Принципи класифікації піци можуть бути різноманітними – форма, рецептура, місце виникнення.

Слід відмітити декілька основних:

класична неаполітанська піца;

італійська піца;

кальсоне (закрита піца);

піца на тонкому тісті;

фокачо;

солодка піца;

національна піца (американська, французька та ін.)

Справжня неаполітанська піца – піца, що виготовлена за визначною технологією з традиційних інгредієнтів: один з двох сортів сира моцарелла, оливкова олія, томати спеціального сорту SanMarzano та традиційна пряність орегано. Крім цього, ця піца повинна бути виготовлена вручну та спечена в пічці на дровах. Тільки той продукт може називатися класичною неаполітанською піцею, при приготуванні якого дотримані усі вимоги.

У італійської піци є свої відмінні риси, по яких її можна визначити. По-перше, це тонкий краст, чи основа піци, по-друге – моцарелла, по-третє – спеціальний томатний соус і в-четвертих – прянощі, орегано чи базилік. В італійській піці як начинку (не враховуючи моцареллу, соус і прянощі)

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

використовують один чи кілька інгредієнтів, але їх кількість частіше за все не перевищує п'ять компонентів. Тільки так можна оцінити смак кожного з них.

Особливо можна виділити піцу кальсоне – закриту піцу. Начинка укладена між двома коржами, що запобігає її звітрюванню та вистиганню.

Солодкі чи десертні піци – це особливий вид піц. Їхньою батьківщиною, мабуть, теж можна назвати Італію. Особливе місце серед таких піц займає кадова піца. До її появи кава додавалась тільки в начинку. Перспективним стало додавання кави в тісто. Додавання 10% кави в розрахунку на 1кг борошна додає особливий смак красту піци. Вперше кадова піца була представлена споживачам у 1984 році на міжнародному чемпіонаті світу з піци. З того часу кадова піца стала улюбленими ласощами для відвідувачів італійських піцерій.

Для одержання дійсно смачної піци необхідно дотримуватись наступних кулінарних правил: необхідно використовувати високоякісні інгредієнти, тільки фільтровану воду, а також пресовані дріжджі; вода, що використовується на заміс тіста, повинна бути холодною; тісто перед формуванням необхідно поділити на шматочки відповідної маси; тістові заготовки, що йдуть на формування, повинні бути вибродженими, інакше в процесі випічки на поверхні піци утворюються пухирці; випікати тістову заготовку треба як найшвидше, тому що волога з начинки може просочитись у середину краста, що несприятливо позначиться на його якості, а в окремих випадках буде здаватися, що основа з тіста просто не пропечена.

Великий вплив на якість піци має вода, використовувана для замісу тіста, тому що неї пред'являються визначні вимоги. Так, вода не повинна мати стороннього запаху і смаку. Вона не повинна бути дуже жорсткою, інакше це несприятливо відіб'ється на властивостях тіста, а згодом на якості піци.

Дуже важливо, щоб кислотність води складала 5-6 рН, тому що більш високий рівень кислотності приводить до збільшення термінів дозрівання тіста через слабку активність дріжджів. Італійські піцамейкери використовують ледве теплу воду з температурою +280С, що відповідає атмосферній вологості, сприяє досягненню оптимальних властивостей, зокрема, еластичності тіста.[8]

Заміс тіста. Для отримання високоякісного краста піци важливо, щоб тістомісильна машина відповідала визначеним вимогам. Це можуть бути машини як із стаціонарною, так і зі з'ємною діжею, зі спіральним робочим органом, який обладнаний відсікачем.

За рахунок спіральної форми органа, що перемішує забезпечується опти-мальна структура тіста при нетривалому замісі.[20]

Поділ. Після бродіння тісто необхідно розділити на невеликі шматки. Це можна зробити за допомогою ножа та електронних ваг, або використати тістороздільну машину.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

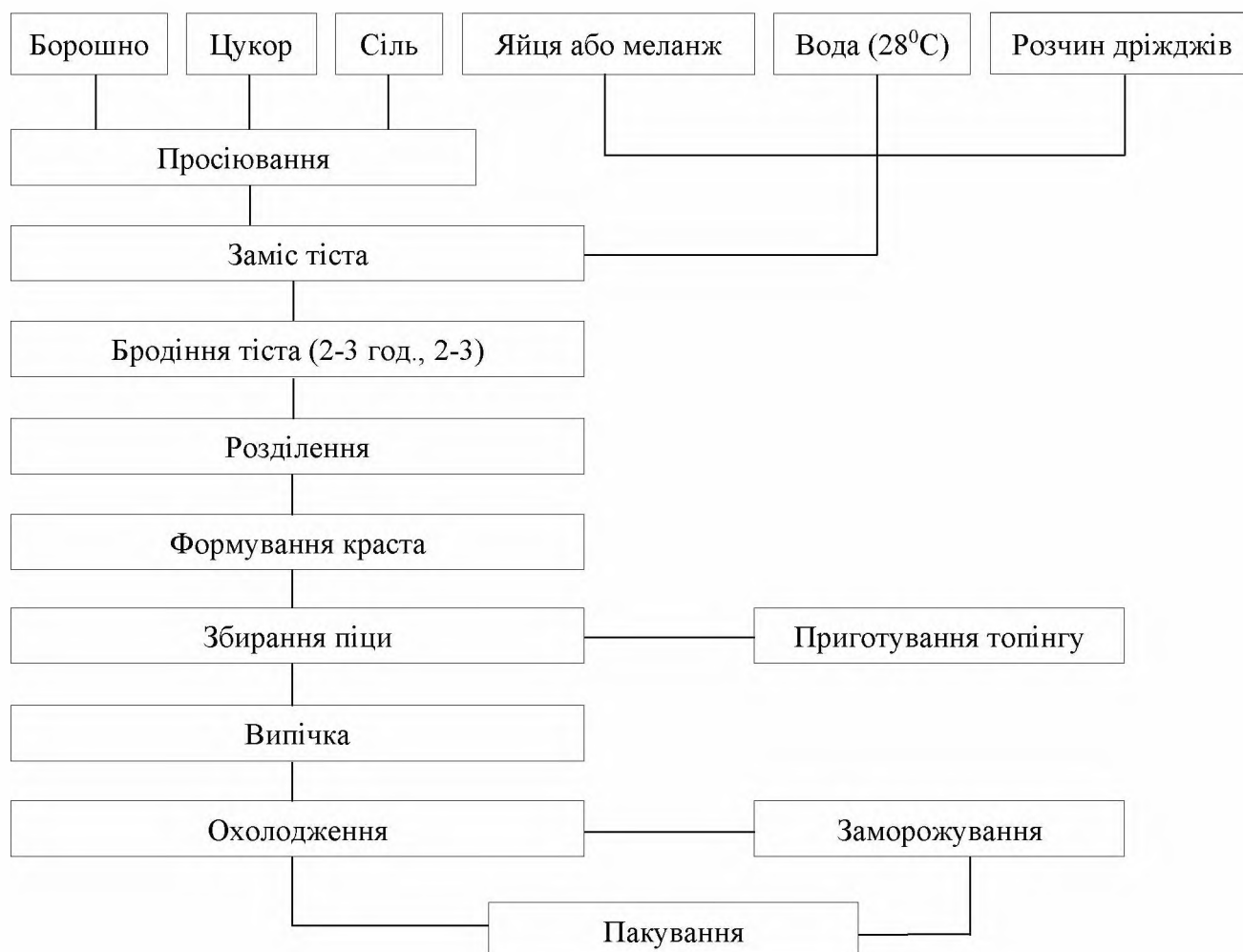


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва піци

Формування. На етапі формування можлива організація процесу трьома способами: механічний, напівмеханічний та ручний. Процес формування ручним способом використовується на невеликих виробництвах. Шматочок тіста шароподібної форми кладуть на стіл для збору піци; натискаючи долонею, додають йому форму кружка, потім розтягують отриману форму від центра до країв.

При механічній формовці використовують тісторозкачувальні машини та преси. Преси поділяються на преси з підпіканням (термопреси) та преси холодної формовки. Розкатка може здійснюватися на тісторозкачувальних машинах при подвійному пропусканні заготовки або на машинах, що забезпечують розкатку у взаємно перпендикулярних напрямках. Змінюючи зазор між валками машини можна мати заготовку різного діаметра та товщини.

Випічка. Піцу випікають в електричних багатофункціональних або конвеєрних печах. При температурі 250...3000C, на протязі 10-15 хвилин. Зібрану заготовку розміщують на листах та загружають у прогріту до необхідної температури піч. Температура заготовок не повинна

перевищувати 350С, завдяки різниці температур заготовки та камери печі тісто починає інтенсивно прогріватись. Однак в середині заготовки на протязі всього періоду випічки температура не перевищує 1000С. випарювання молекул води з поверхні краста забезпечує стабілізацію форми піци та утворення хрумкої скоринки на її поверхні, та одночасно її можна згорнути у формі трубки.

Упаковка та зберігання. Готову піцу, за можливістю, необхідно реалізовувати до її вистигання. Для збереження піци в гарячому вигляді використовують теплові вітрини, лінії роздачі з тепловими модулями, теплові шафи, тощо. При необхідності транспортування гарячої піци використовують термоконтейнери. Заморожену піцу упаковують в поліетиленову плівку та коробку з картону.

Зберігають та транспортують заморожену піцу у морозильних камерах та рефрижераторах.[1].

Основними продуктами для приготування піци є: борошно, вода, дріжджі, яйце (яйцепродукти), помідори, сир, олія, часник. Також продукти для виготовлення начинки: цибуля, шинка, болгарський перець інші овочі. Для придання особливої пікантності та аромату додають базилік, орегано, імбир тощо.

1.3. Розрахунок і характеристика сировини для виробництва піци

Борошно. При виготовленні піци використовується борошно вищого ґатунку. Якість борошна характеризується наступними показниками: кольоровістю, змістом білкових речовин, вуглеводів, жиру, ферментів, мінеральних речовин, наявністю шкідливих та металевих домішок. У борошні втримується: білків 12,5...14,5%, крохмалю – до 80%, вологість допускається не вище – 15%.

Яйцепродукти. Яйце складається з білка – 58,5%, жовтка – 30%, шкарлупи – 11,5%. Суха речовина яйця (без шкарлупи) майже повністю складається з білкових речовин і жиру, відсотковий склад яких приблизно однаковий. До продуктів переробки яєць відносять морожені і сухі яєчні продукти, що являють собою яйце в цілому, або окремо білок та жовток. Ці продукти більш транспортабельні і стійки при зберіганні, ніж яйця.

Олія оливкова. Олію оливкову виготовляють з м'якушевої частини плодів олив, у якій міститься до 55% жиру, і з ядра, що містить 12 -13% жиру, холодним пресуванням, тільки рафіновану.

Сичугові сири. Сичугові сири – це високопоживні харчові продукти, які виготовляють шляхом ферментативного згортання білків молока, з подальшою обробкою і дозріванням виділеної сирної маси. Сири поділяються на натуральні і переробні. До натуральних належать: тверді, напівтверді, м'які і розсільні.[18]

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Шинка та шинкові вироби. Ці вироби являють собою частини туші тварин, піддані засолу і термічній обробці. Шинка варена в оболонці – шматки м'язової тканини масою до 400мм зі змістом жирових тканин не більш 30% з тазостегнової, плечолопаткової, спинопоперекової і шийної частини, посолені, наповнені в оболонку діаметром 120-140мм, витримані 2-3 доби при 2-4⁰С, обсмажені гарячим димом та вареними до готовності. Батони прямої, злегка вигнутої форми, довжиною до 50см.[17]

Томати. Томати чи помідори походять з Південної Америки. Плід томата – ягода, що складається зі шкірки, тонкого слою під шкіркою, м'якоті та сім'яних камер. Томати містять 0,13-0,23% пектинових речовин.

Морква. Морква – коренеплід, зустрічається двох видів: столова та кормова. Столова морква має червоний, помаранчевий або жовтий колір, соковиту м'якоть, відносно насичену цукром.

Селера. Селера – коренеплід, зустрічається трьох видів: кореневий, листовий, черешковий. Коренева селера утворює коренеплоди діаметром до 100мм і більше плоско-округлої форми, має сірий, а іноді з червоними прожилками колір. М'якоть біла та тверда.

Базилік. Базилік або рейган – однорічна теплолюбива рослина сімейства губоквіткових. В їжу використовують листя та верхню частину молодих пагонів які зрізають до цвітіння. В листі міститься 0,3-0,4% ефірної олії.

Цибуля ріпчаста. Цибуля ріпчаста – дворічна трав'яна рослина із своєрідним запахом та різким смаком. Вміст ефірної олії від 12 до 162мг на 100г сирової маси.

Часник. Часник – рослина сімейства цибульних. Головку часнику утворюють дрібні цибулини – зубки. Гострий смак та специфічний запах зумовлені вмістом ефірних олій в кількості 0,25 – 0,38%.[18]

Табл. 1.1 – Розрахунок кількості сировини

Сировина	Найменування виробу				Разом на 300кг (кг)
	Піца «4 пори року»		Піца «Овочева»		
	На 1кг (г)	На 200кг (кг)	На 1кг (г)	На 100кг (кг)	
Борошно	440	88	440	44	132
Цукор	10	2	10	1	3
Олія оливкова	20	4	35	3,5	7,5
Сіль	13	2,6	10	1	3,6
Дріжджі	10	2	10	1	3
Вода	250	50	250	25	75
Яйця	180	36	180	18	54
Перець болгарський	300	60	-	-	60
Сир	250	50	-	-	50
Шинка	200	40	-	-	40
Помідори протерті	200	40	-	-	40

Продовження табл. 1.1					
Орегано тертий	3	0,6	-	-	0,6
Базилік	2	0,4	-	-	0,4
Кукурудза солодка	100	20	-	-	20
Помідори свіжі	200	40	200	20	60
Картопля	-	-	300	30	30
Морква	-	-	80	8	8
Цибуля ріпчаста	-	-	150	15	15
Сельдерей	-	-	65	6,5	6,5
Часник	-	-	3	0,3	0,3
Імбир мелений	-	-	2	0,2	0,2

1.4 Підбір устаткування та компоновання міні-лінії з виробництву піци

Підбор устаткування та компоновання міні-лінії з виробництву піци здійснюється згідно до технологічної схеми виробництва. Технологічний процес виготовлення включає:

- підготовку рецептурних компонентів;
- заміс тіста;
- бродіння тіста;
- поділ тіста;
- приготування топінгу;
- формування краста;
- збирання піци;
- випічка;
- упаковка;
- реалізація.

Підготовка сировини до виробництва полягає у механічній обробці продуктів, призначених до готування. Просіювання борошна, цукру, солі необхідно для видалення механічних домішок, інших речовин та аерації і розпушування борошна для інтенсивного бродіння тіста. Просіювач підбирається по кількості борошна, цукру і солі.

Загальна кількість продуктів – 140кг.

Тривалість роботи просіювача визначається по формулі:

$$t = \frac{Q}{G}, \quad (1.1)$$

де t – тривалість роботи, години;

Q – кількість сировини, кг;

G – продуктивність просіювача, кг/години

$$t = \frac{140}{300} = 0.47$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Коефіцієнт використання просіювача розраховуємо по формулі:

$$K = \frac{t}{T}, \quad (1.2)$$

де T – тривалість зміни, год.

Приймаємо: $T=8$ год.

$$K = \frac{0,47}{8} = 0.058$$

Ці процеси пропонується здійснювати на просіювачі МПП-II-I.

Просіювач є змінним виконавчим механізмом універсального привода П-II. Складається з корпусу, конічного редуктора із хвостовиком, барабана й бункера із прикріпленням до нього відсікачем. Бункер кріпиться до корпусу редуктора засувками. На робочий вал редуктора насаджується барабан.

У комплект механізму входять три змінних барабани з різними розмірами отворів сита. Від універсального привода через конічний редуктор обертання передається барабану, що обертається. Борошно під дією власної ваги надходить в обертовий барабан, де завдяки відцентровій силі й наявності відсікача з ребрами просівається і зсипається через патрубок у тару. Домішки залишаються усередині барабана й видаляються вручну.

Табл. 1.2 – Технічна характеристика просіювача МПП-II-I.

Продуктивність кг/год:	300
Частота обертання сита, с ⁻¹	12,1
Потужність електродвигуна, кВт	1,1
Частота обертання вала електродвигуна, с ⁻¹	23,2
Напруга	380/220
Габаритні розміри, мм:	
довжина	820
ширина	750
висота	1470
Маса, не більше, кг	160

Заміс тіста пропонується здійснювати у тістомісильній машині ТММ-60М. Машина використовується для замісу тіста різної консистенції, у тому числі і крутого тіста. Вона складається з корпусу, що представляє собою зварну раму, закриту змінними металічними кришками, місильного важеля, змінної діжі та привода.

Обертання діжі з диском та рух місильного важеля приводиться в дію від електродвигуна через клинопову передачу та одноступінчасті черв'ячні редуктори з міжосьовою відстанню 80 та передаточним числом 40. Черв'ячний редуктор привода місильного важеля приєднаний болтами до рами машини нерухомо. На кінці тихохідного вала редуктора встановлено

кривошип, з'єднаний пальцем з шатуном, який в свою з'єднаний пальцем з вилкою повзуном. В нижній та верхній головках шатуна встановлені вольниці. Повзун переміщується у втулці запресованій в корпус. Жорсткість положення повзуна забезпечується запресованим у корпус направляючим пальцем, по якому переміщується важіль, з'єднаний з повзуном за допомогою штифта. Місильна головка призначена для фіксації робочого і не робочого положення місильного важеля. Вона складається з корпусу, у якому розміщені: вісь місильного важеля, ексцентрик з контргайкою для регулювання зазору між місильним важелем та діжею, фіксатора з пружиною і важеля перемикач. Для регулювання необхідно звільнити контргайку, потім повернути викруткою ексцентрик і встановити необхідний зазор між днищем, стінкою діжі і місильним важелем, після чого варто затягти контргайку. Повзун місильного механізму вставлений верхнім кінцем у хвостовик корпусу місильної головки і закріплений там за допомогою штифта. Шарнірний замок фіксує місильний важіль у двох положеннях: нижньому (робочий) і верхньому (неробочий). Звільнення фіксатора в обох положеннях місильного важеля використовується поворотом важеля перемикач. Фіксація місильного важеля в тому чи іншому положенні здійснюється пружиною. При встановленні діжі на диск приводу необхідно місильний важіль підняти у верхнє положення, для цього потрібно однією рукою натиснути на важіль, а другою рукою повернути місильний важіль догори. Важіль можна опустити після початку обертання місильного важеля. Місильний важіль у верхньому положенні фіксується пружиною. Діжа встановлюється кільцем на поворотний диск і повертається проти годинникової стрілки до входу штифтів кільця діжі в похилі пази диска до упору. Після установки діжі місильний важіль переводиться в робоче положення.

Табл. 1.3 – Технічна характеристика тістомісильної машини ТММ-60М

Продуктивність за тістом вологістю 40%, не менше, кг/год	150
Макс. маса замісу тіста вологістю 33...38%, не більше, кг/год	20
Макс. маса замісу тіста вологістю 39...54%, не більше, кг/год	30
Час замісу тіста, хв.	6...10
Геометрична місткість діжі, дм ³	60
Номинальна напруга, В	380
Потужність електродвигуна приводу місильного органа, кВт	1,5
Струм в сітці живлення, Гц	змінний
Габаритні розміри, мм:	
довжина	830
ширина	520
висота	1050
Маса без діжі, не більше, кг	150
Маса діжі, не більше, кг	14

Живлення електродвигуна здійснюється силовим проводом з чотирьохполосним штепсельним розломом.

Машина оснащена реле часу, за допомогою якого встановлюється тривалість замісу (до 6 хвилин).

Приготування топінгу, а саме нарізання овочів та інших продуктів здійснюється овочерізкою МОП-II-I. Механізм приєднується до універсальної кухонної машини з приводом П-II. Призначено механізм для нарізання сирих і варених овочів, а також для протирання вареної картоплі. Механізм складається з конічного редуктора, змінних пристроїв, а також набору робочих органів. Між фланцями хвостовика встановлена прокладка для регулювання зазору між конічними шестернями. На нарізку робочого вала нагвинчено скидувач готової продукції. Положення скидувача регулюється гайкою та стаканом. Овочерізка складається з корпусу, кронштейна та штовхача. Змінними робочими органами служать дискові і комбіновані ножі, що у робочому положенні жорстко фіксуються на робочому валу.

Під ножі в розточки корпусу при необхідності встановлюють ножові решітки. Пристосування закріплюють на корпусі за допомогою відкидних гвинтів.

Комплектується механізм двома дисковими ножами, призначеними для нарізки овочів скибочками, кружечками і брусочками товщиною 2 і 6 мм; ножовими решітками, що у сполученні з дисковим ножем служать для нарізки овочів кубиками з розмірами сторін 10×10 і 15×15мм; тертковим диском для нарізки овочів соломкою діаметром 3мм і комбінованим ножем для нарізки овочів соломкою і брусочками.

Дисковий ніж складається з литого корпусу і двох плоских ножів з криволінійними ріжучими кромками. Ножові решітки виконані у вигляді набору ножів. Ножі вставлені в пази литого корпусу і закріплені обоймою та втулкою.

Тертковий диск являє собою литий корпус, до якого кріпиться тертка, що має отвори з відігнутими та загостреними краями. Комбінований ніж складається з литого корпусу, на якому укріплені два відрізи ножа і дві складальні гребінки. Конструкція гребінки дозволяє її розбирати для заміни і заточення ножів. Механізм також комплектується прочищенням (для очищення ножових решіток від залишків продукту), шаблоном (для контролю правильності установки опорної площини стакана) і легко знімним щитком (для запобігання розкидання продукту при його вивантаженні).

Принцип дії механізму. Обертання від валу приводу через конічні шестерні передається робочому валу. При нарізці продукт завантажується в один з отворів пристосування і штовхачем притискається до обертового робочого органу. При цьому від продукту відрізається скибочка визначеної товщини і форми. Нарізаний продукт скидачем направляється в підготовлену тару.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для забезпечення безпечної роботи в машині передбачений блокуючий вимикач, котрий розриває ланцюг живлення електродвигуна, коли вивантажувальний пристрій знятий.

Рух від приводу кухонної машини до вихідного вала овочерізки, на якому кріпляться робочі органи, передається через підвищуючу конічну передачу. Вхідний і вихідний вали овочерізки встановлюються на конічних роликівих вольницях. Для завантаження продуктів використовуються три отвори: два – круглої форми з розмірами 50 і 80мм і один – серповидної форми.

Табл. 1.4 – Технічна характеристика овочерізального механізму МОП-II-I

Продуктивність, кг/год:	
сирі овочі	160...300
варені овочі	100...200
Потужність електродвигуна привода, кВт	0,85
Частота обертання:	
ножа, хв. ⁻¹	475
вала, хв. ⁻¹	330
Габаритні розміри, мм:	
довжина	410
ширина	295
висота	400
Маса, кг	7

Протирання помідорів, що необхідні для приготування соусу піци здійснюється механізмом для протирання. Механізм входить до складу овочерізально-протирного механізму МОП-II-I. Складається він з редуктора, воронки протиральної та набору робочих органів, та допоміжних засобів. В процесі протирання під воронку вставляють протиральний диск та лопатку для протирання. Ротор, що необхідний для протирання продукту, складається з втулки та двох лопатей, які притискають продукт до сита. На втулці є паз для встановлення ротора на вал механізму. Протиральний диск складається з корпуса та сита, що до нього приєднано.

Табл. 1.5 – Технічна характеристика механізму для протирання МОП-II-I

Продуктивність кг/год:		150...200
Частота обертання робочого органу, хв. ⁻¹		475
Потужність електродвигуна, кВт		0,85
Габаритні розміри, мм:		
довжина		320
ширина		316
висота		426
Маса, не більше, кг		14

Механізм працює за наступним принципом. Зі завантажуючої воронки продукт потрапляє в робочу камеру для обробки, де притискається робочими лопатками до сита та продавлюється через нього. Викидання продукту здійснюється в підставлену тару.

Механізми, за допомогою яких виконується процеси просіювання борошна та інших сипучих продуктів, процес нарізання овочів, процес протирання помідорів, приводяться в дію від приводу універсальної кухонної машини П-П. Привід складається з двоступінчастого зубчатого редуктора, двошвидкісного двигуна, кожуха, пульта керування та змінних виконавчих механізмів. Електродвигун циліндричним пасом центрується в корпусі редуктора і кріпиться до нього. Днищем редуктора служить картер, котрий одночасно є й опорою приводу. На корпусі встановлений магнітний пускач з тепловим реле. У корпусі маються два отвори для заповнення редуктора мастилом і зливу його. З зовнішньої сторони, на картері, встановлений болт заземлення.

В горловині приводу міститься привідний вал зі спеціальним фігурним пазом для приєднання змінних механізмів. На зовнішній стороні горловини розташована рукоятка з кулачком. Вісь кулачка потрібна для правильної орієнтації і кріплення змінних механізмів. Перемикач швидкостей електродвигуна, кнопка запуску та кнопка теплового реле змонтовані на пульті керування.

Частота обертання привідного вала привода, об/хв. – 170 та 330.[9]

Для формування краста піци передбачається включити до міні лінії тісторозкачувальну машину Італійського виробництва CADET 500. Машина призначена для розкачування тіста різноманітного виду та складності. Машина може встановлюватись як на виробничому столі, так і на спеціальній пересувній підставці, яка дозволяє легко її пересувати.

Деталі машини виконані зі сталі, нержавіючої сталі та алюмінієвого сплаву. Колесо редуктора виконано з бронзи та фіксується сталевим гвинтом.

Розкочувальні валки виготовленні з хромової сталі, їх діаметр – 88 мм, довжина – 520 мм. Пластини зовнішнього валка не потребують розбирання для чищення, пластини внутрішнього валка легко знімаються та монтуються.

Зазор між внутрішніми та зовнішніми валками регулюються в межах від 1 до 30мм.

Також в тісторозкачувальній машині передбачені:

- захисні решітки;
- моментальна зупинка при попаданні в робочу зону сторонніх предметів;
- можливість регулювання процесу розкачування тіста.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Табл. 1.6 – Технічна характеристика тісторозкачувальної машини CADET 500

Потужність електродвигуна, кВт	0,37
Швидкість обертання валків, об/хв	1500
Напруга, В	380/220
Габаритні розміри, мм:	
довжина	920
ширина	760
висота	770
Маса, кг	80

Для нарізання продуктів, що необхідні для приготування топінгу, передбачене введення до лінії слайсера CELME-220 італійського виробництва. Слайсер використовується для нарізання твердого сиру, вареного та сирого м'яса, ковбас, риби та інших продуктів.

Корпус слайсера виготовлено методом лиття під тиском з алюмінієвого сплаву з анодованим покриттям для забезпечення безпечного контакту з харчовими продуктами. Ніж виготовлено з високоякісної нержавіючої легованої сталі. Дана модель є слайсером з ручною подачею продукту в зону нарізання.

Слайсер комплектується вбудованим пристроєм для загострення ножа. При нормальних умовах роботи заточка ножа проводиться не частіше двох раз на рік.[6]

Табл. 1.7 – Технічна характеристика слайсера CALME-220

Потужність електродвигуна, кВт	0,15
Швидкість обертання ножа, об/хв.	300
Діаметр ножа, мм	220
Товщина нарізки, мм	1...15
Напруга, В	380/220
Габаритні розміри, мм:	
довжина	430
ширина	380

При приготуванні топінгу виникає необхідність попередньої теплової обробки деяких продуктів. Для цього пропонується встановити плиту електричну ПЕ-2.

Плита ПЕ-2 має дві конфорки. Призначена для приготування кулінарних продуктів в наплитному посуді. Плита облицьована високоякісною нержавіючою сталлю, яка надає привабливий вигляд та полегшує санітарну обробку. Конфорка плити оснащена перемикачем потужності та сигнальною лампою.[5]

Табл. 1.8 – Технічна характеристика плити електричної ПЕ–2

Номинальна потужність конфорок, кВт	6
Кількість конфорок, шт.	2
Напруга, В	380
Габаритні розміри, мм:	
довжина	700
ширина	730
висота	820

Процес збирання піци не потребує спеціалізованого обладнання, висока якість продукції забезпечується вмістом ручної праці на цій стадії виробництва, здійснюється персоналом виробничого цеху.

Випікання є одним з найважливіших процесів виробництва та безпосередньо впливає на якість готової продукції. Випічка здійснюється в конвекційній електропечі ЕВХБ – К – 7,5/380.

Розрахунок і підбір печі кондитерської

Продуктивність печі визначається за формулою:

$$Q = \frac{n_1 \cdot g \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot 60}{t} \quad (1.3)$$

де n_1 – кількість виробів на одному листі, шт.;

g – маса однієї одиниці виробу, кг;

n_2 – кількість листів, що перебувають одночасно в камері печі, шт.;

n_3 – кількість камер у печі, шт.;

t – час подорожжя, дорівнює сумі часу посадки, випічки й вивантаження виробів, хв.

$n_1=6$; $g=0,25$; $n_2=6$; $n_3=1$; $t=15$ хвилин.

$$Q = \frac{6 \cdot 0.25 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 60}{15} = 30 \text{ кг/год}$$

Час роботи печі 5 годин (150/30).

Так як фактичний коефіцієнт використання менше умовного (0,6...0,8), то достатньо та доцільно встановити одну піч.

Електропіч виконана у вигляді прямокутної металевої шафи. Простір між зовнішнім і внутрішнім кожухом заповнено теплоізоляцією. В середині робочої камери встановлені напрямні для встановлення шести листів для кондитерських виробів. Потоки гарячого повітря створюються за рахунок нагрівачів і вентиляторів. Повітря нагрівається до заданої температури за допомогою тенів. Вентилятори приводяться до руху ремінним приводом. На задній стінці шафи за кожухом розташований пристрій пароутворення, для

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

зволоження виробу, що виготовляється, у процесі випічки. Вода в пристрій пароутворення подається з бачка за допомогою електромагнітного клапана самоплином.

У верхній частині електропечі розташований пульт керування та витяжний парасоль із встановленим у ньому вентилятором.

На задній стінці з лівого боку встановлений загальний вимикач електромережі.

Піч має «етажну будову» і складається з робочої камери та розстійного модуля (електрошафа).

Така будова дозволяє знизити трудомісткість, що пов'язана з переміщенням листів з розстійної шафи до печі, та зменшити площу.

Термостійке скло та освітлення внутрішнього об'єму печі дозволяє візуально наглядати за процесом випікання.

Модуль розстойки (електрошафа) використовується для кінцевої розстойки тістових заготівель кондитерських виробів. В електрошафі автоматично підтримується мікроклімат з температурою $+35...+40^{\circ}\text{C}$ та відносною вологістю 75...80%, що добре позначається на якості виробів. Електрошафи мають електронні пульти керування та таймер із звуковим сигналом.[5]

Табл. 1.9 – Технічні характеристики печі ЕВХБ – К-7,5/380

Кількість листів розміром 360×500мм, шт.	6
Максимальна температура в робочій камері, $^{\circ}\text{C}$	300
Діапазон регулювання температури, $^{\circ}\text{C}$	120...300
Напруга мережі змінного струму, В	380
Число фаз	3
Частота струму, Гц	50
Максимально споживана потужність, кВт	7.5
Ємність бачка не більше, дм^3	3
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1100
ширина	700
висота	1100
Маса, не більше, кг	150

Наступним етапом виробництва є пакування та реалізація. Передбачається реалізувати продукцію наступним шляхом:

- в гарячому вигляді у відділку кулінарних виробів супермаркету;
- у вигляді заморожених напівфабрикатів.

Готову гарячу піцу пакують у спеціальні картонні коробки без допомоги обладнання. Заморожені напівфабрикати пакують спочатку в стрейч-плівку, а потім у картонні коробки.

Заморожування піци проводиться після її охолодження та упакування стрейч-плівкою. Упакову стрейч-плівкою пропонується виконувати на пакувальному апараті «Міністреч».

Корпус апарата виконаний з нержавіючої сталі. Основними елементами конструкції апарата є пластина, що нагрівається, та ріжуча планка, вал для регулювання плівки, панель керування і контролю. Міністреч оснащений пристроєм для заземлення, терморегулятором нагріву плівки. Для того, щоб встановити пакувальну плівку, необхідно підняти кришку машини, потягнути на гору вал регулювання так, щоб утворилась щілина для її встановлення, а потім встановити плівку, повернути вал у робоче положення і опустити кришку.

Регулювання натягу плівки відбувається вручну.

На панелі керування апарата міститься червона лампа. Після включення машини в мережу лампа загоряється, починається нагрів пластины. Процес пакування можна починати через кілька секунд після включення машини. Оптимальний режим регулювання температури нагрівання для різної товщини плівки досягається дослідним шляхом.

Табл. 1.10 – Технічні характеристики апарата «Міністреч»

Продуктивність, пакувань/хв.	12
Товщина плівки, мкм	8...40
Потужність, кВт	0,5
Напруга, В	220
Габаритні розміри, мм:	
довжина	700
ширина	730
висота	515
Маса, кг	58

Процес заморожування піци відбувається у низькотемпературній камері КХН-2-6м. Панелі камери складаються з дерев'яних рам, що мають гідроізоляційне покриття, з зовнішньої сторони облицьовані металопластом, а з внутрішньої – алюмінієвими листами. В панелях є теплоізоляція з полістирольного пінопласту ПСБ-С марки 25. Панелі камери з'єднані за допомогою клинового вузла. В лівій панелі вісь сталеві планки розміщена в дерев'яному брусі. В отвір дерев'яного бруса і планки правої панелі встановлюється сталевий клин і забивається до повного притиснення панелей.

Камера обслуговується холодильною машиною, до складу якої входять два холодильних агрегати і двосекційний повітроохолоджувач. Холодильні агрегати, що працюють на холодоагенті R22, встановлюють у камері в машинному відділенні, а повітроохолоджувач – у куті камери. Подача холодоагенту R22 у кожен секцію регулюються за допомогою терморегулювального вентиля 22TPB-0,6В.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Роботою холодильної машини керує реле температури ТР-1-02Х. Відтавання повітроохолоджувача автоматизоване. Один чи два рази на добу (у залежності від умов експлуатації) реле часу і температури РВТ12/24 вмикає електромагнітні вентилі КСФ-6. Нагріті під тиском компресора пари холодоагенту R22 нагнітаються в повітроохолоджувач, минаючи ТРВ. При цьому в нижню секцію повітроохолоджувача пари холодоагенту надходять через трубку, розміщену в піддоні для зливу поталої води, щоб запобігти її замерзання. Пари R22 нагрівають повітроохолоджувач та частково конденсуються. Холодоагент потрапляє в компресор через віддільник рідини. При нагріванні повітроохолоджувача до 5⁰С, що гарантує повне відтавання, температурний датчик реле часу і температури вмикає електромагнітні вентилі і машина переключається на режим охолодження. Потала вода стікає в піддон повітроохолоджувача і через трубку, що проходить через панель камери, зливається в судину, що розміщена зовні камери. Камера обладнана полицями для продуктів.

Табл. 1.11 – Технічні характеристики низькотемпературної камери КХН-2-6м

Температура охолоджуючого об'єму, °С	13
Температура навколишнього повітря, °С	10...32
Встановлена потужність, кВт	0,8
Номинальний внутрішній об'єм, м ³	6
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1930
ширина	2006
висота	2250
Маса (без агрегатів), кг	700

2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок потужності електродвигуна машини тістомісильної

Потужність електродвигуна тістомісильної машини визначається по формулі:

$$N = N_1 + N_2 \quad (2.1)$$

де N_1 – потужність, необхідна для замісу тіста лопаттю, Вт;
 N_2 – потужність, необхідна для обертання діжі, Вт.

Потужність, необхідну для роботи місильного важеля з лопаттю визначаємо по формулі:

$$N = \frac{N_1^1 + N_2^1}{\eta_1}, \quad (2.2)$$

де N_1^1 – потужність, що залежить від лобового опору при впровадженні лопаті у тісто, Вт;

N_2^1 – потужність, необхідна для підйому якогось тіста при виході лопаті з тіста, Вт.

Потужність, що залежить від лобового опору при впровадженні лопаті у тісто, визначаємо по формулі:

$$N_1^1 = C_0 \cdot F_L \cdot R_{вр} \cdot \omega_L \quad (2.3)$$

де C_0 – питомий тиск лопаті на тісто в процесі замісу, $C_0 = 10 \times 10^4$ Н/м²;

F_L – площа лопаті, приймаємо $0,7 \times 10^{-2}$ м²;

$R_{вр}$ – радіус окружності, по якій рухається лопать, $R_{вр} = 0,16$ м;

ω_L – кутова швидкість обертання лопаті, $\omega_L = 4,7$ с⁻¹.

$$N_1^1 = 10 \cdot 10^4 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,16 \cdot 4,7 = 526,4 \text{ Вт}$$

Потужність, необхідну для підйому тіста при виході лопаті з тіста, визначаємо по формулі:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА		
Розроб.		Хлівна О.А.					
Перевір.		Дейниченко Г.В.					
Н. контр.		Омельченко О.В.					
Затверд.		Цвіркун Л.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					у	24	25
					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		

$$N_2^1 = (G_T + G_L) \cdot R_{вр} \cdot \omega_L \quad (2.4)$$

де G_T – маса тіста захоплюваного лопаттю при підйомі нагору, Н;
 G_L – маса лопаті, $G_L=10Н$.

Маса тіста, захоплюваного лопаттю при підйомі нагору, визначаємо по формулі:

$$G_T = k \times \lambda \times F_L \times H \times \rho \times g, \quad (2.5)$$

де k – коефіцієнт лобового опору, $k=5$;
 λ – коефіцієнт захвата тіста лопаттю, залежить від в'язкості й липкості тіста, $\lambda=1,25$;
 F_L – площа лопаті, $F_L=0,7 \times 10^{-2} \text{ м}^2$;
 H – висота підйому тіста лопаттю, дорівнює радіусу обертання лопаті, $H=0,16\text{м}$;
 ρ – насипна маса тіста, $\rho=1204\text{кг/м}^3$;
 g – прискорення сили ваги, $g=9,8\text{м/с}$.

$$G_T = 5 \times 1,25 \times 0,7 \times 10^{-2} \times 1204 \times 9,8 = 10,4\text{Н};$$

$$N_2^1 = (10,4 + 10) \times 0,16 \times 4,7 = 11,3\text{Вт};$$

Коефіцієнт корисної дії передавального механізму місильного важеля з лопаттю визначаємо по формулі:

$$\eta_1 = \eta_{\Pi} \times \eta_{ск} \times \eta_{ц.п}, \quad (2.6)$$

де η_{Π} – к.к.д. підшипників кочення, $\eta_{\Pi}=0,995$;
 $\eta_{ск}$ – к.к.д. підшипників ковзання місильного важеля, $\eta_{ск}=0,985$;
 $\eta_{ц.п}$ – к.к.д. ланцюгової передачі, $\eta_{ц.п}=0,985$; [13]

$$\eta_1 = 0,995^2 \times 0,985^2 \times 0,97 = 0,93$$

$$N_1 = (526 + 11,3) / 0,93 = 577,7 \text{ Вт}$$

Потужність для обертання діжі, визначаємо по формулі:

$$N_2 = \frac{N_3^1 + N_4^1}{\eta_2}, \quad (2.7)$$

де N_3^1 – потужність, необхідна для подолання сил тертя в опорах діжі;
 N_4^1 – потужність, необхідна для подолання сил опору тісту руху діжі, Вт;
 η_2 – коефіцієнт корисної дії привода діжі.

Потужність, необхідну для подолання сил тертя в опорах діжі, визначаємо по формулі:

$$N_3^1 = (G_{т.д.} + G_{д.}) \times f_{уп} \times R_{уп} \times \omega_{д.}, \quad (2.8)$$

де $G_{т.д.}$, $G_{д.}$ – відповідно маса тіста в діжі й маса діжі, $G_{т.д.} + G_{д.} = 736$ кг;

$f_{уп}$ – коефіцієнт тертя в опорі діжі, $f_{уп} = 0,01$;

$R_{уп}$ – радіус цапфи вала діжі, $R_{уп} = 0,01$ м;

$\omega_{д.}$ – кутова швидкість діжі, $\omega_{д.} = 0,58 \text{ с}^{-1}$.

$$N_3^1 = 736 \times 0,01 \times 0,01 \times 0,58 = 0,04 \text{ Вт}$$

Потужність, необхідну для подолання сил опору тіста руху діжі, визначаємо по формулі:

$$N_4^1 = C_0 \times F_{л.} \times R_{пр} \times \omega_{д.}, \quad (2.9)$$

де $R_{пр}$ – наведений радіус опору руху лопаті щодо поздовжньої осі діжі при замісі тіста, $R_{пр} = 0,15$ м.

$$N_4^1 = 10 \times 10^4 \times 0,7 \times 10^{-2} \times 0,15 \times 0,58 = 42 \text{ Вт}$$

$$P = C_0 \times F_{л.}, \quad (2.10)$$

$$P = 10 \times 10^4 \times 0,7 \times 10^{-2} = 700 \text{ Н}$$

Коефіцієнт корисної дії привода діжі визначаємо по формулі:

$$\eta_2 = \eta_{уп.} \times \eta_{чрд.} \times \eta_{п.}, \quad (2.11)$$

де $\eta_{уп.}$ – к.к.д. упорного підшипника діжі;

$\eta_{п.}$ – к.к.д. підшипників черв'ячного вала;

$\eta_{чрд.}$ – к.к.д. редуктора.

Коефіцієнт корисної дії редуктора (черв'ячна передача) визначаємо по формулі:

$$\eta_{чрд.} = \eta_{зп.} \times \eta_{вп.}, \quad (2.12)$$

де $\eta_{зп.}$ – к.к.д. зубчастого зачеплення, $\eta_{зп.} = 0,96$;

$\eta_{вп.}$ – к.к.д. гвинтової пари.

Коефіцієнт корисної дії гвинтової пари визначаємо по формулі:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$\eta_{\text{вп}} = \frac{t \times g \times \gamma_d}{t \times g (\gamma_d + \rho_d)}, \quad (2.13)$$

де γ_d - кут підйому гвинтової лінії черв'яка, $\gamma_d = 9,5^\circ$
 ρ_d - кут тертя в черв'ячній парі, $\rho_d = 5^\circ$.

$$\begin{aligned} \eta_{\text{вп}} &= \frac{t \times g \times 9,5^\circ}{t \times g (9,5^\circ + 5^\circ)} = 0,65 \\ \eta_{\text{чрд}} &= 0,96 \times 0,65 = 0,63 \\ \eta_2 &= 0,995 \times 0,63 \times 0,995^2 = 0,615 \\ N_2 &= \frac{42 + 0,04}{0,615} = 68,3 \text{ Вт} \\ N &= 577,7 + 68,3 = 646 \text{ Вт} \end{aligned} \quad (2.14)$$

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta}, \quad (2.15)$$

де η – к.к.д. електродвигуна.

$$N_{\text{дв}} = 646 / 0,98 = 647 \text{ Вт.}$$

2.2 Розрахунок теоретичної продуктивності просіювача

Визначення продуктивності просіювача з обертовим ситом може бути виконане за загальною методикою розрахунку теоретичної продуктивності машин безперервної дії з урахуванням особливостей їхньої роботи, і фізико-механічних властивостей сипучих продуктів.

Розрахунок просіювача здійснюється по формулі:

$$Q = F_0 \times N_2 \times \varphi \times \rho, \quad (2.16)$$

де Q – теоретична продуктивність, кг/годин;

F_0 – сумарна площа отворів сита, м^2 ;

N_2 – швидкість проходження часток продукту крізь сито, м/с ;

φ – коефіцієнт використання поверхні сита;

ρ – насипна маса продуктів, що просіюються, кг/м^3 .

Сумарна площа отворів сита залежить від розміру осередків і їхньої кількості:

$$F_0 = K_c \times \pi \times D \times H, \quad (2.17)$$

де D – діаметр сита, м ;

H – висота циліндра сита (у більшості випадків приймаємо залежно від конструкції просіювача), $H = (0,75 \dots 1,1)D$, м ;

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_c – коефіцієнт живого перетину сітки, залежить від товщини нитки й розмірів осередків:

$$K_c = \frac{S_o}{S} \times 100\%, \quad (2.18)$$

де S_o – площа перетину отворів сита, m^2 ;

S – площа всього сита, m^2 .

У процесі використовуються сита, що мають $K_c=0,6...0,7$

Швидкість проходження частинок продукту крізь отвори сита в просіювачі з обертовим ситом визначається, як нормальна складова швидкості руху у вихровому потоці, під впливом відцентрової сили при механічному видаленні часток продукту від осі обертання.

На швидкості проходження часток крізь сито впливає коефіцієнт подачі, що характеризує зниження швидкості обертання при русі у вихровому потоці повітря в робочій камері просіювача.

З урахуванням коефіцієнта подачі, швидкість проходження часток продукту крізь отвори сита може бути визначена по формулі:

$$N_2 = \frac{D \times n_c}{4\pi} (1 - K_{пр})^2, \quad (2.19)$$

де n_c – частота обертання сита (при розрахунках можна використовувати $n_c=12...13c^{-1}$);

$(1 - K_{пр})$ – коефіцієнт подачі;

$K_{пр}$ - коефіцієнт проковзування продукту по поверхні сита.

За експериментальними даними $K_{пр} = 0,7...0,8$.

Діаметр сита:

$$D = \frac{F_o}{K_c \times \pi \times H}, \quad (2.20)$$

$$F_o = \frac{Q}{V \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.21)$$

Підставимо у формулу:

$$D = \frac{Q}{K_c \times \pi \times H \times V \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.22)$$

По формулі:

$$D = \frac{Q \times 4\pi}{K_c \times \pi \times H \times D \times n_c \times (1 - K_{пр})^2 \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.23)$$

$$D^2 = \frac{4 \times Q}{K_c \times H \times n_c \times (1 - K_{пр})^2 \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.24)$$

Підставимо $H=0,75D$:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$D^2 = \frac{4 \times Q}{0,75 \times K_c \times D \times n_c \times (1 - K_{пр}) 2 \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.25)$$

$$D^3 = \frac{4 \times Q}{0,75 \times K_c \times n_c \times (1 - K_{пр}) 2 \times \rho \times \varphi \times 3600}, \quad (2.26)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times Q}{0,75 \times K_c \times n_c \times (1 - K_{пр}) 2 \times \rho \times \varphi \times 3600}}, \quad (2.27)$$

де $Q=300$ кг/год;
 $K_c=0,6$;
 $N_c=12\text{с}^{-1}$;
 $K_{пр}=0,8$;
 $\varphi=0,3$ (для борошна);
 $\rho=575$ кг/м³ (для борошна найвищого гатунку)[13].

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 300}{0,75 \times 0,6 \times 12 \times (1 - 0,8)^2 \times 0,3 \times 575 \times 3600}} = 0,21\text{м}$$

Діаметр барабана сита дорівнює 210мм.

Знаходимо висоту барабана сита:

$$H = 0,75 \times 0,21 = 0,16\text{м}$$

Висота барабана сита дорівнює 160мм.

2.3 Розрахунок потужності електродвигуна просіювача

Розрахунок необхідної потужності електродвигуна просіювача робимо після визначення його конструктивних особливостей (аналогічно відомим конструкціям).

Просіювач конструктивно виконаємо у вигляді універсальної кухонної машини.

Кухонна машина складається з універсального привода й декількох змінних механізмів, кожний з яких призначений для виконання певних операцій, у нашій випадку просіванні.

Застосування універсальних приводів, особливо на невеликих закладах ресторанного господарства, значно знижує капітальні витрати й збільшує коефіцієнт використання приводів.

Просіювач має конічний редуктор без масляної ванни, і чотири опори з підшипниками кочення.

Універсальний привод має двоступінчастий циліндричний редуктор у масляній ванні й чотири опори на підшипниках кочення.

Необхідну потужність електродвигуна розраховуємо по формулі:

$$N_0 = \frac{N_1 + N_2}{1000 \times \eta}, \quad (2.28)$$

де N_1 – потужність, що необхідна для подолання сили тертя продукту о поверхню барабана, Вт;

N_2 – потужність, що необхідна для барабана сита із продуктом із заданою швидкістю, Вт;

η – коефіцієнт корисної дії привода.

N_1 розраховуємо по формулі:

$$N_1 = m_{\text{пр}} \times g \times \frac{D}{2} \times f \times \omega_c, \quad (2.29)$$

де $m_{\text{пр}}$ – маса продукту, що завантажується в барабан-сито, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/сек²;

f – коефіцієнт тертя ковзання продукту по барабані (залежить від виду продукту й конструкції барабана-сита), для плетених сит приймаємо $f=1,1 \dots 1,4$; [12]

ω_c – умовна швидкість обертання барабана-сита, радий/сек.

Маса продукту, що завантажується в барабан розраховуємо по формулі:

$$m_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H \times \rho \times \varphi_3, \quad (2.30)$$

де φ_3 – коефіцієнт завантаження барабана продуктом (приймаємо $\varphi_3=0,3 \dots 0,5$)

Кутова швидкість обертання по формулі:

$$\omega_c = 2\pi \times n_c, \quad (2.31)$$

де n_c – швидкість обертання барабана, $n_c=12 \text{сек}^{-1}$.

$$\omega_c = 2 \times 3,14 \times 12 = 75,36 \text{рад/сек.}$$

Визначаємо масу продукту, що завантажується:

$D=0,21 \text{м}$; $H=0,15 \text{м}$; $\rho=575 \text{кг/м}^3$; приймаємо $\varphi_3=0,4$.

$$m_{\text{пр}} = \frac{3,14 \times 0,21^2}{4} \times 0,16 \times 575 \times 0,4 = 1,274 \text{кг}$$

Знаходимо значення N_1 :

$$N_1 = 1,274 \times 9,8 \times \frac{0,21}{2} \times 1,25 \times 75,36 = 123,5 \text{Вт}$$

Величину потужності N_2 розраховуємо по формулі:

$$N_2 = (m_{\text{пр}} + m_c) g \times \frac{D}{4} \omega_c, \quad (2.32)$$

де m_c – маса барабана-сита, кг.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо масу барабана-сита:

$$m_c = V_c \times \rho_c, \quad (2.33)$$

де V_c – конструктивний обсяг барабана, m^3 ;
 ρ_c – щільність матеріалу сита, $кг/м^3$ (сито виготовлене зі сталі, приймаємо $\rho_c = 7000 кг/м^3$).

Конструктивний обсяг барабана – сита визначаємо по формулі:

$$V_c = \pi \times D \times H (1 - K_c) \times \delta_c + \frac{\pi \times D^2}{4} \delta_{дн}, \quad (2.34)$$

де δ_c – товщина дроту плетеного сита (вибираємо $\delta_c = 0,001$), $м$;
 $\delta_{дн}$ – товщина дна барабана-сита (приймаємо $\delta_{дн} = 0,0015$), $м$.

$$V_c = 3,14 \times 0,21 \times 0,16 \times (1 - 0,6) \times 0,001 + 3,14 \times 0,21^2 / 4 \times 0,0015 = 941 \times 10^{-7} м^3$$

Визначаємо коефіцієнт корисної дії всього механізму:

$$\eta = \eta_{кз} \times \eta_{цз}^2 \times \eta_{пк}^8, \quad (2.35)$$

де $\eta_{кз}$ – к.к.д. конічної зубчатої передачі (вибираємо $\eta_{кз} = 0,93$);
 $\eta_{цз}$ – к.к.д. циліндричної зубчатої передачі дві ступені (приймаємо $\eta_{цз} = 0,96$);
 $\eta_{пк}$ – к.к.д. підшипниками кочення циліндричної зубчатої передачі (чотири опори просіювала та чотири опори привода, приймаємо $\eta_{пк} = 0,9925$); [12]

$$\eta = 0,93 \times 0,96^2 \times 0,9925^8 = 0,81$$

$$N_o = \frac{123 + 75}{1000 \times 0,81} = 246 Вт$$

Вибираємо електродвигун 4А63А ДСТУ 19523-81

- потужність – 0,25 кВт;
- частота обертання ротора – 1500 об/хв.

2.4 Тепловий розрахунок електропечі кондитерської ЕВХБ-К-7,5/380

Основною метою теплового розрахунку є визначення складу теплового балансу, площі поверхні теплообміну, а також потужність апарата та його коефіцієнт корисної дії. Аналіз рівняння теплового балансу надає можливість визначити непродуктивні витрати (збитки) теплоти та запропонувати найбільш раціональні режими експлуатації теплового устаткування.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Годинна продуктивність печі визначається за формулою:

$$M=60 \times m \times n \times \frac{a}{\tau}, \quad (2.36)$$

де M – годинна продуктивність камери печі, кг/год;

a – кількість виробів на листі, шт.;

m – маса виробу, кг ($m=0,25$);

n – кількість листів в камері, шт ($n=6$ шт.)

Визначаємо:

$$M=60 \times 0,25 \times 5 \times \frac{6}{15}=30 \text{ кг/год}$$

Час роботи печі за зміну дорівнює:

$$T_{\text{раб}}=150/30=5 \text{ год.}$$

Тепловий баланс камери печі складається на 1кг продукції у гарячому стані. Це пов'язано з тим, що охолоджуючись готова продукція залежно від асортименту, часу та способу зберігання значно змінює свою вагу.

Рівняння теплового балансу для камери печі має наступний вигляд:

$$q=q_1+q_3+q_4+q_5+q_6, \quad (2.37)$$

де q – загальна кількість теплоти, що передається в камеру на 1кг гарячої продукції, кДж/кг;

q_1 – корисна теплота, яка необхідна на випікання 1кг виробів, кДж/кг;

q_3 – корисна теплота на нагрів вентиляційного повітря, кДж/кг;

q_4 – втрати теплоти на нагрів листів, кДж/кг;

q_5 – втрати теплоти зовнішнім огороженням та через двері камери до навколишнього середовища, кДж/кг;

q_6 – втрати теплоти на нагрів конструкції камери, кДж/кг.[2]

Корисна теплота на випіканні виробів розраховується тільки для стаціонарного режиму роботи пічі. Під час випікання теплота витрачається на нагрів тіста до оптимальної температури, на випаровування води і тіста, і подальший нагрів пари до температури повітря камери, а також на створення кірочки.

Корисна теплота на випікання 1кг виробів визначається за формулою:

$$q_1=W_n(i_n-i_B)+g_k \times c_k(t_k-t_T)+(g_M \times c_M+W_M \times c_B) \times (t_M-t_T), \quad (2.38)$$

де W_n – кількість води, яка випаровується з тістової заготівлі під час випікання (упікання), $W_n=15\%$;

i_n – ентальпія перегрітої пари при атмосферному тиску та температурі середовища камери на виході з неї, кДж/кг. Визначається по I-S діаграмі водяної пари ($i_n=2835,3$ кДж/кг);

i_B – ентальпія води у тісті при температурі тіста під час завантаження його до камери, кДж/кг, при температурі 30°C ($i_B=125,6$ кДж/кг);

g_k – вміст кірочки в 1 кг виробу, приймають від 0,05 до 0,17 кг/кг (5-17%) залежно від виду виробу ($g_k=16\%$);

c_k – питома теплоємність кірочки, кДж/кг $^\circ\text{K}$, приймається як теплоємність сухих речовин ($c_k=1,675$);

t_k – середня температура кірочки вивантаження виробу, $^\circ\text{C}$, приймаємо $t_k=130^\circ\text{C}$;

t_T – температура тіста, що завантажено у пекарську камеру, $^\circ\text{C}$, $t_T=20^\circ\text{C}$;

g_M – вміст сухої речовини м'якішу на 1 кг виробу, % ($g_M=84\%$); [8]

c_M – питома теплоємність сухої речовини м'якішу, кДж/кг $^\circ\text{K}$, приймається $c_M=1,67$; [3]

W_M – вміст води 1 кг м'якішу під час вивантаження з камери, кг/кг, ($W_M=42\%$); [15]

c_B – питома теплоємність води виробів, кДж/кг $^\circ\text{K}$, $c_B=4,19$ кДж/кг $^\circ\text{K}$; [3]

t_M – середня температура м'якішу у гарячих виробках, $^\circ\text{C}$, приймається в межах $(95...98)^\circ\text{C}$.

Вміст сухих речовин у м'якішу:

$$\begin{aligned} g_M &= 1 - (W_M + g_k), \\ g_M &= 1 - (0,25 + 0,16) = 0,59 \text{ кг/кг} \end{aligned} \quad (2.39)$$

Звідси знаходимо

$$q_1 = 0,15(2835,3 - 125,6) + 0,16 \times 1,675 \times (130 - 20) + (0,59 \times 1,256 + 0,25 \times 4,19) \times (98 - 20) = 575 \text{ кДж/кг}.$$

Втрати теплоти на нагрів вентиляційного повітря визначається за формулою:

$$q_3 = \left(\frac{W_n - W_y}{d_b - d_n} \right) \times c_p \times \Delta t, \quad (2.40)$$

де W_n – кількість пари, яка утворюється при випіканні, за рахунок випаровування води з виробу, кг/кг, приймаємо $W_n=15\%$;

W_y – кількість пари, яка подається до камери, кг/кг, у нашому випадку $W_y=0$;

c_p – середня вагова питома теплоємність повітря, кДж/кг $^\circ\text{K}$, $c_p=1,005$ кДж/кг $^\circ\text{K}$;

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Δt – різниця температур вологого повітря на виході з камери (t_B) та повітря, що поступає до камери (t_n), $^{\circ}\text{C}$ ($t_B=180^{\circ}\text{C}$; $t_n=20^{\circ}\text{C}$);

d_b, d_n - вологовміст повітря, що виходить з камери та вологовміст повітря цеху, кг/кг приймаємо $d_b=0,418\text{кг/кг}$, $d_n=0,01\text{кг/кг}$.

$$Q_3 = \left(\frac{0,15 \times 1,005}{0,418 - 0,01} \right) \times (180 - 20) = 59,1 \text{ кДж/кг}$$

Витрати теплоти на нагрів кондитерських листів визначається за формулою:

$$q_4 = g_k \times c_m \times (t_1 - t_2), \quad (2.41)$$

де g_k – вага кондитерських листів, яка приходить на 1кг продукту, кг/кг;

c_m – середня теплоємність металу, кДж/кг $^{\circ}\text{C}$, $c_m=0,5\text{кДж/кг}^{\circ}\text{C}$;

t_1 – середня температура листів на виході з камери, $^{\circ}\text{C}$ (приймаємо $t_1=115^{\circ}\text{C}$);

t_2 – середня температура листів, що поступають до камери, $^{\circ}\text{C}$ (приймаємо $t_2=30^{\circ}\text{C}$).

$$q_4 = 0,5 \times 0,5(115 - 30) = 21,25 \text{ кДж/кг}$$

Визначення втрат тепла до навколишнього середовища через зовнішні огороження та через двері камери.

При складанні витрат тепла стінками камери Q_5 , та годинної продуктивності камери M , витрат тепла до навколишнього середовища, віднесені до 1кг готової продукції, дорівнюють:

$$q_5 = Q_5 / M, \quad (2.42)$$

Якщо відома середня температура зовнішньої поверхні камери t_c , температура навколишнього середовища t_B та площа поверхні стінок камери F_c , то витрати теплоти до навколишнього середовища визначаються за формулою:

$$Q_5 = \alpha \times F_c (t_c - t_B), \quad (2.43)$$

де α – сумарний коефіцієнт тепловіддачі від поверхні стінки, Вт/м 2 $^{\circ}\text{C}$.

Для нашого прикладу розрахунку жарильно-пекарської шафи, витрати стінками камери в навколишнє середовище будуть знайдені при:

- годинна продуктивність камери, кг/год, (30кг/год);
- габаритні розміри - 909×758×550мм;
- середня температура вертикальних поверхонь, 50 $^{\circ}\text{C}$;
- втрата теплоти донизу виключено, адже працює нижня камера.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Сумарні витрати теплоти в навколишнє середовище складаються з витрат чотирма вертикальними стінками та одною верхньою горизонтальною стінкою камери.

Для зручності розрахунку визначаємо питому тепловіддачу однієї вертикальної та горизонтальної стінки за формулою:

$$q_c = \alpha_c \times (t_c - t_b) + \varepsilon \times C_0 [(0,01T_c)^4 - (0,01T_b)^4], \text{ кДж/м}^2\text{год}^0\text{C}, \quad (2.44)$$

де α_c – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, $\text{кДж/м}^2\text{год}^0\text{C}$;
 t_c – температура зовнішньої стінки камери, ^0C ($t_c=50$);
 t_b – повітря цеху, ^0C ($t_b=25$);
 ε – ступінь чорноти зовнішньої стінки камери, визначається по таблиці, ($\varepsilon=0,93$); [14]
 C_0 – коефіцієнт випромінювання чорного тіла, ($C_0=5,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^0\text{K}$); [13]
 T_c – абсолютна температура зовнішньої стінки камери;
 T_b – абсолютна температура зовнішньої поверхні цеха.

Спочатку коефіцієнт тепловіддачі конвекцією розраховується для верти-кальної стінки (α_K^B).

Визначаємо розрахункову температуру:

$$t_m = 0,5(t_c + t_b), ^0\text{C}; \quad (2.45)$$

$$t_m = 0,5(50 + 25) = 37,5^0\text{C}$$

Розраховуємо критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{\beta \times l^3 \times g \times \Delta t}{\nu^2}, \quad (2.46)$$

Gr – критерій Грасгофа, який характеризує інтенсивність конвективних потоків у робочому тілі.

За довідковою таблицею знаходимо фізичні параметри повітря:

$$\lambda = 2,68 \times 10^{-2} \text{ Вт/м}^0\text{K}; \nu = 15,7 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}; Pr = 0,722; \beta = 1/310,5; [13]$$

де λ – коефіцієнт теплоправдності повітря при температурі 25^0C ;
 ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 Pr – критерій Прандтля;
 β – коефіцієнт об'ємного розширення повітря;
 $l = H_{\text{зов}} = 0,55 \text{ м}$ – висота зовнішньої стінки камери;
 g – прискорення сили ваги, м/с^2 ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
 Δt – різниця температур стінки та повітря цеху, ^0C ($\Delta t = 25^0\text{C}$);

$$Gr = \frac{0,55^3 \times 9,81 \times 25}{310,5 \times 15,7^2 \times 10^{-12}} = 5,3 \times 10^8$$

$$Gr \times Pr = 5,3 \times 10^8 \times 0,722 = 3,8 \times 10^8$$

Визначення коефіцієнту c , n

$C=0,135$ та $n=1/3$; [13]

де c – ступінь функції, який залежить від режиму руху теплоносія.

Критерій Нусельта містить шукану величину коефіцієнта тепловіддачі і подібності. Визначається зі формули:

$$Nu = c(Gr \times Pr)^n, \quad (2.47)$$

$$Nu = 0,135 \times (5,3 \times 10^8 \times 0,722)^{1/3} = 91$$

Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від вертикальних стінок, визначається за формулою:

$$\alpha_c^B = \frac{Nu \times \lambda}{l}, \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{K)} \quad (2.48)$$

$$\alpha_c^B = 91 \times 2,68 \times 10^{-2} / 0,55 = 4,43 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{K)}$$

Аналогічно знаходимо коефіцієнт тепловіддачі конвекцією горизонтальної стінки камери α_l^r :

$$t_m = 0,5(60 + 25) = 42,5^\circ\text{C};$$

$$\lambda = 2,76 \times 10^{-2} \text{ Вт/м}^0\text{K}; \nu = 17,85 \times 10^{-6} \text{ м}^2\text{/с}; Pr = 0,72; \beta = 1/355,5; [13]$$

$$Gr = \frac{0,758^3 \times 9,81 \times 35}{355,5 \times 17,85^2 \times 10^{-12}} = 1,11 \times 10^{11}$$

$$Gr \times Pr = 1,11 \times 10^{11} \times 0,72 = 0,7992 \times 10^{11};$$

$$Nu = c(Gr \times Pr)^n = 0,135 \times (0,7992 \times 10^{11})^{1/3} = 271$$

$$\alpha_c^r = \frac{Nu \times \lambda}{l} = \frac{271 \times 2,76 \times 10^{-2}}{0,758} = 9,9 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{K)}$$

Підставляючи числові значення в розрахункову формулу, знайдемо питому теплоємність вертикальними стінками:

$$q_c^B = \alpha_c^B(t_c - t_b) + \varepsilon \times C_0[(0,01T_c)^4 - (0,01T_b)^4] =$$

$$4,43 \times (50 - 25) + 0,93 \times 5,7 \times [(0,01 \times 323)^4 - (0,01 \times 298)^4] = 269,64 \text{ кДж/м}^2 \text{ год}$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Годинна тепловіддача вертикальними стінками камери в навколишнє середовище:

$$Q_c^B = q_c^B = 269,64(2 \times 0,55 \times 0,9 + 2 \times 0,55 \times 0,758) = 491,7 \text{ кДж/год.}$$

Аналогічно для горизонтальної стінки:

$$q_c^r = 9,9(60 - 25) + 0,93 \times 5,7 \times [(0,01 \times 333)^4 - (0,01 \times 298)^4] = 580 \text{ кДж/м}^2 \text{ год;}$$

$$Q_c^r = q_c^r \times F_c^r = 580(0,9 \times 0,758) = 395,6 \text{ кДж/год} \quad (2.49)$$

Сумарні втрати теплоти зовнішніми стінками камери в навколишнє середовище:

$$Q_c = Q_c^B + Q_c^r = 491,7 + 395,6 = 887,3 \text{ кДж/год} \quad (2.50)$$

Шукану витрату теплоти визначаємо по формулі:

$$Q_5 = 887,3 / 30 = 29,5 \text{ кДж/кг.}$$

Втрати теплоти випромінюванням крізь дверцята

При відкритті дверцят шафи, мають місце витрати випромінюванням. Втрати випромінюванням крізь відкриті двері розраховуємо за формулою:

$$Q_B = \varepsilon \times C_o \times F \times \varphi \times \tau \times [(0,01 T_{\text{п}})^4 - (0,01 T_{\text{в}})^4], \text{ кДж/год} \quad (2.51)$$

де ε – ступінь чорноти випромінювання отвору, $\varepsilon = 1$; [13]

C_o – коефіцієнт випромінювання чорного тіла, $C_o = 5,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{К}$; [13]

$T_{\text{п}}$ – абсолютна температура середовища камери шафи, К ($T_{\text{п}} = 573 \text{ К}$);

$T_{\text{в}}$ – абсолютна температура в цеху, К ($T_{\text{в}} = 298 \text{ К}$);

φ – кутовий коефіцієнт випромінювання, приймається $\varphi = 0,76$

τ – час, на протязі якого відкриті дверцята, год ($\tau = 0,1 \text{ год}$);

F – площа отвору, м^2 ($F = 0,3 \times 0,55 = 0,165 \text{ м}^2$).

$$Q_B = 1 \times 5,7 \times 0,165 \times 0,76 \times 0,1 \times [(0,01 \times 573)^4 - (0,01 \times 298)^4] = 86,6 \text{ кДж/год}$$

Втрати теплоти внаслідок випромінювання крізь отвір дверцят, віднесені до 1 кг гарячої продукції:

$$q^n = Q_B / M = 86,6 / 30 = 2,8 \text{ кДж/кг;}$$

$$q_5 = q_5 + q^n = 29,5 + 2,8 = 32,3 \text{ кДж/кг}$$

Втрати теплоти на експлуатацію апарата

$$Q_6 = c_1 \times G_1(t_{k1} - t_{n1}) + c_2 \times G_2(t_{k2} - t_{n2}), \text{ кДж} \quad (2.52)$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

де c_1 – коефіцієнт теплоємності сталевих конструкцій печі, кДж/кг⁰К,
 $c_1=0,5$ кДж/кг⁰К;

G_1 – вага сталевих конструкцій камери, кг, $G_1=108$ кг;

t_{k1} – середня температура нагріву сталевих конструкцій камери, °С,
 $t_{k1}=180$ °С;

t_{n1} – температура сталевих конструкцій камери, °С, $t_{n1}=20$ °С;

c_2 – коефіцієнт теплоємності теплоізоляції камери печі, кДж/кг⁰К,
 $c_2 = 0,2$ кДж/кг⁰К;[11]

G_2 – вага фольги, витраченої на теплоізоляцію, кг, $G_2=10$ кг;

t_{k2} – середня температура нагріву теплоізоляції, °С, $t_{k2}=120$ °С;

t_{n2} – температура теплоізоляції до нагріву, °С, $t_{n2}=20$ °С.

$$Q_6=0,5 \times 108(180-20)+0,2 \times 10(120-20)=8840 \text{ кДж}$$

Втрати теплоти на акумуляцію, віднесені до 1кг гарячої продукції:

$$q_6=8840/30=294,6 \text{ кДж/кг.}$$

Тепловий баланс камери на 1кг продукції

Маючи складові частини теплового балансу, знайдемо витрати теплоти на 1кг гарячої продукції:

$$q_{\text{затр}} = q_1 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

$$q_{\text{затр}} = 575 + 59,1 + 21,25 + 32,3 + 294,6 = 982,25 \text{ кДж/кг}$$

Для не стаціонарного режиму роботи, коли нема витрат тепла на акумуляцію апаратом, тепловий баланс камери на 1кг продукції має вигляд:

$$q_{\text{затр}}^{\text{н}} = q_1 + q_3 + q_4 + q_5 = 575 + 59,1 + 21,25 + 32,3 = 687,6 \text{ кДж/кг.}$$

Годинна витрата тепла в камері

Годинна витрата тепла камерою визначається з формули:

$$Q = q \times M, \text{ кДж/год}$$

$$Q = 687,6 \times 30 = 20629,5 \text{ кДж/год.}$$

У перший період роботи відбувається розігрів конструкції камери, втрати тепла стінками:

$$q_1 = q_5 + q_6, \text{ кДж/год}$$

$$q_1 = 32,3 + 294,6 = 326,9 \text{ кДж/год.}$$

У цей період годинні витрати тепла становлять:

$$Q_1 = q_1 \times M = 326,9 \times 30 = 9807 \text{ кДж/год.}$$

Така витрата тепла потребує електричну потужність нагрівальної камери:

$$P_1 = Q_1 / 3600, \text{ кВт} \quad (2.53)$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$P_1=9807/3600=2,72 \text{ кВт.}$$

Розігрів камери відбувається звичайно за 20...30хвилин, що досягаються при питомій потужності 39 Вт/дм³.

Для цієї камери об'ємом (7×5,5×3)=115,3 дм³, сумарна потужність ТЕНів дорівнює:

$$\begin{aligned} P &= W \times V, \text{ Вт} \\ P &= 39 \times 115,5 = 1504 \text{ Вт.} \end{aligned} \quad (2.54)$$

Потрібна потужність для періоду випічки:

$$P_n = Q/3600 = 20629,5/3600 = 5,7 \text{ кВт.}$$

Потужність кожного нагрівача дорівнює:

$$\begin{aligned} P_c &= P/n, \text{ Вт} \\ P_c &= 5700/6 = 950 \text{ Вт.} \end{aligned} \quad (2.55)$$

2.5 Розрахунок теоретичної продуктивності дискової овочерізки

Продуктивність дискової овочерізки можна розрахувати за формулою для визначення продуктивності машин безперервної дії:

$$Q = F_0 \times V_0 \times \rho \times \varphi, \quad (2.56)$$

де Q – продуктивність машини, кг/с;

F_0 – робоча площа опорного диска, м²;

V_0 – середня швидкість пересування продукту у напрямку, перпендикулярному поверхні диска, м/с;

ρ – насипна маса продукту, кг/м³;

φ – коефіцієнт використання робочої площі опорного диска.

Для овочерізок з горизонтальним розміщенням опорного диска та притисканням продукту штовхачем:

$$F_0 = \frac{\pi \times D_0^2}{4}, \quad (2.57)$$

де D_0 – діаметр завантажувального отвору, м.

$$V_0 = \frac{h \times n \times Z_E}{60}, \quad (2.58)$$

де h – товщина скибочок, що відрізаються, м;

n – частота обертання опорного диска, хв⁻¹;

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Z_p - кількість ножів, розташованих паралельно поверхні опорного дис-ка.[9]

Для овочерізки МОП-П-1:

$\Phi=0,3...0,4$; $\rho=700\text{кг/м}^3$; $D_0=0,1\text{м}$; $Z_p=2$; $h=0,006\text{м}$; $n=170\text{ хв}^{-1}$.

$$F_0 = \frac{3,14 \times 0,1^2}{4} = 0,0078\text{ м}^2$$

$$V_0 = \frac{0,006 \times 170 \times 2}{60} = 0,034\text{ м/с},$$

$$Q = 0,0078 \times 0,034 \times 700 \times 0,3 \times 3600 = 202\text{ кг/г}$$

2.6 Розрахунок потрібної потужності та підбір електродвигуна

Потужність дискових овочерізок при здійсненні нарізання на скибочки витрачається на розрізання продукту ножами, паралельними опорному диску, на відгинання скибок, на переборення тертя продукту об робочу та опорну грані ножів і опорний диск.

При нарізанні брусочками, крім того потужність необхідна на розрізання продукту ножами, перпендикулярними площі опорного диска, і на переборення тертя продукту об ножі.

$$N = M_{\text{ін}} \times \omega = \frac{P_{\text{ін}} \times r_{\text{сер}} \times \omega \times Z_p}{\eta}, \quad (2.59)$$

де $M_{\text{ін}}$ – момент опору обертанню робочого інструмента, $\text{Н} \times \text{м}$;

$P_{\text{ін}}$ - проекція результуючого зусилля, прикладеного до ножа з боку продукту, на площу опорного диска, Н .

При нарізці продукту скибочками:

$$r_{\text{сер}} = \frac{r_{\text{max}} + r_{\text{min}}}{2}, \quad (2.60)$$

де $r_{\text{сер}}$ - середній радіус ножа, м ;

ω – кутова швидкість опорного диска з ножами, рад/с ;

Z_p – кількість одночасно працюючих ножів, паралельних опорному диску;

η - ККД передачі.

$$P_{\text{інл}} = P_1 + P_2(\sin\alpha + f \times \cos\alpha) + P_3 \times f, \quad (2.61)$$

де P_1 - зусилля на розрізання продукту ножами, розташованими паралельно площині опорного диска, Н ;

P_2 - зусилля на відгинання скибочки, яка відрізається, Н ;

α – кут загострення ножа, рад ;

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

f – коефіцієнт тертя продукту на робочу та опорну грані ножів;
 P_3 - зусилля притискання продукту до опорної грані ножа, Н.

$$P_1 = q_v(r_{max} - r_{min})\varphi_n, \quad (2.62)$$

де q_v – питомий опір різання на одиницю довжини леза, Н/м;
 φ_n – коефіцієнт використання довжини леза ($\varphi_n < 1$).

$$P_2 = \frac{5}{6} \alpha \times G \times h(r_{max} - r_{min}) \varphi_n, \quad (2.63)$$

де G – модуль зсуву (для картоплі $G = 0,7 \times 10^6 \dots 10^6$ Па, моркви $1,8 \times 10^6 \dots 2,1 \times 10^6$ Па). [9]

Для овочерізок з горизонтальним розташуванням опорного диска зусилля притискання P_{3r} визначається за формулою:

$$P_{3r} = \frac{1}{\tan \Theta - f} (P_1 + a P_2 + G_1 \times \tan \Theta), \quad (2.64)$$

де Θ – кут заклинювання.

При нарізці продукту брусочками:

$$P_{інб} = P_1 + P_2(\sin \alpha + f \times \cos \alpha) + P_3 \times f + P_{ін}^*, \quad (2.65)$$

$$\Theta \leq \arccos \left(1 - \frac{2h}{d} \right), \quad (2.66)$$

де d - діаметр бульби, мм;

$$Z_n = \frac{r_{max} - r_{min}}{a_1},$$

де Z_n - кількість ножів в одній гребінці;

a_1 - крок між вертикальними ножами, м;

$P_{ін}^*$ - зусилля, діюче на ножі гребінки, Н.

$$P_{ін}^* = P_1^* + P_4^*, \quad (2.67)$$

де P_1^* - зусилля на розрізання продукту ножами гребінки, Н.

$$P_1^* = q_v \times h \times Z_n \times \varphi_n, \quad (2.68)$$

де P_4^* - зусилля на переборення тертя продукту об ножі гребінки, Н.

$$P_4^* = 2 \times \frac{\delta}{a_1} E \times b^* \times f \times h \times Z_p \times \varphi_n, \quad (2.69)$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

де δ - товщина ножів гребінки, м;
 b^* - горизонтальних ножів, м;
 E – модуль пружності для різних продуктів: картопля – $2,1 \times 10^6 \dots 2,5 \times 10^6 \text{ Па}$, морква – $5,4 \times 10^6 \dots 6,1 \times 10^6 \text{ Па}$.

$$\Theta = \arccos\left(1 - \frac{0,012}{0,06}\right) = 36^\circ 52'$$

Приймаємо $\Theta = 36^\circ$.

$$Z_H = \frac{0,094 - 0,014}{0,006} = 13.$$

$$P_1 = 700(0,094 - 0,014) \times 0,7 = 39 \text{ Н}$$

$$P_2 = \frac{5}{6} \times \frac{15}{57,3} \times 10^6 \times 0,006(0,094 - 0,014) \times 0,7 = 73 \text{ Н}$$

$$P_{3r} = \frac{1}{0,726 - 0,25} (39 + 73 \times 1,15 + 10 \times 0,726) = 185 \text{ Н}$$

де $a = \sin\alpha + f \times \cos\alpha + \cos\alpha \times \operatorname{tg}\theta - f \times \sin\alpha \times \operatorname{tg}\theta$;

$$a = 0,259 + 0,25 \times 0,966 + 0,966 \times 0,726 - 0,25 \times 0,259 \times 0,726 = 1,15$$

$$P_1^* = 700 \times 0,006 \times 13 \times 0,7 = 39,2 \text{ Н}$$

$$P_4^* = \frac{2 \times 2,5 \times 10^6 \times 0,001 \times 0,006 \times 0,005}{0,006} = 57 \text{ Н}$$

$$P_{\text{інб}} = 39 + 73(0,259 + 0,25 \times 0,966) + 279 \times 0,25 + 39,2 + 57 = 228,5 \text{ Н}$$

$$r_{\text{сер}} = 0,054 \text{ м}$$

$$M = 228,5 \times 0,054 = 12,3 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Потужність електродвигуна складає:

$$N = \frac{12,3 \times 17,8 \times 2}{1000 \times 0,9} = 0,48 \text{ кВт}$$

Для овочерізки потужність електродвигуна привода універсальної кухонної машини 0,6 кВт припустима.

2.7 Кінематичний розрахунок

Будь-який кінематичний ланцюг складається з таких частин: двигун, який перетворює електричний струм в механічний обертовий рух передаточних механізмів, що розподіляють обертальний рух і завдають потрібні швидкості; виконуючих механізмів, початкове кільце яких з'єднано з передаточним механізмом, а кінцеве відоме – з робочими органами.

Для проведення кінематичного розрахунку необхідна кінематична схема машини, на якій відповідно з ГОСТ 2.770-68 (СТ СЄВ 2519-80) відображені всі елементи привода, починаючи з електродвигуна до робочих органів, їх з'єднання і взаємне розташування, спрямоване на здійснення передачі руху.

Кінематичний розрахунок привода машини передбачає визначення всіх основних кінематичних параметрів її привода.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Механізм призначений для передачі обертального руху від одного валу до іншого за допомогою зубчастих коліс, які знаходяться у зачепленні, називають зубчастою парою.

Переваги зубчастих передач:

- можливість передачі практично будь-яких потужностей (до 50000кВт і більше) при широкому діапазоні окружних швидкостей;
- постійність передаточного відношення;
- компактність, надійність і висока довговічність;
- високий ККД(0,97...0,99);
- відносно невеликі сили тиску на вали та їх опори;
- передача може бути виготовлена з різноманітних матеріалів.

Для передачі руху при валах з висями, що перетинаються, використовується конічні зубчасті передачі.

Визначимо передаточне відношення і кут поділяючого конуса шестерні δ_1 і колеса δ_2 :

$$u = \frac{n_1}{n_2}, \quad (2.70)$$

$$u = 970/320 = 3,03$$

Визначене передаточне число узгоджуємо з ГОСТ 12289-76.

До значення $u=3,03$ зі стандартного ряду ближче за все $u=3,15$, який приймаємо до розрахунків.

$$u = \tan \delta_2 \quad \delta_1 + P_2 = \Sigma = 90^\circ, \quad (2.71)$$

$$\delta_2 = \arctg u = \arctg 3,15 = 72^\circ 23'$$

$$\delta_1 = \Sigma - \delta_2 = 90^\circ - 72^\circ 23' = 17^\circ 37'$$

Визначаємо потужність на швидкохідному валу передачі, що проектується.

Для конічних зубчастих передач при нормальній експлуатації і догляді дбайливому зачепленні $\eta = 0,95 \dots 0,98$, приймаємо $\eta_1 = 0,96$. Для одної пари підшипників кочення $\eta_2 = 0,99$.

Загальний ККД

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \times \eta_2^2, \quad (2.72)$$

$$\eta_{\text{заг}} = 0,96 \times 0,99^2 = 0,94$$

Таким чином

$$P_1 = 166/0,94 = 176,8 \text{ кВт}$$

Визначаємо обертальний момент на шестерні.

$$T_1 = 9,55 \frac{P_1}{\eta_1}, \quad (2.73)$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$T_1 = 9,55 \times \frac{176,8}{970} = 1740 \text{ Нм}$$

Визначаємо марку матеріалу і хімічно-термічну обробку зуб'їв, а також допустимі напруги.

Для виготовлення зубів коліс призначаємо сталь 40X, HRC 60...65, азотування.

Для такої сталі $\sigma_{HP} = 950 \text{ МПа}$; $N = 14 \times 10^7$; $\sigma_{FP} = 215 \text{ МПа}$; $N_{FO} = 4 \times 10^6$.

Призначаємо радіус передачі $t_1 \geq 10^4$ і знаходимо число циклів напруги:

$$N_{HE} = N_{FE} = 60 \times t_r \times n_2$$

$$N_{HE} = 60 \times 10^4 \times 320 = 19,2 \times 10^7.$$

Якщо $N_{HE} > N_{NO}$ $N_{FE} > N_{FO}$, то значення коефіцієнтів довговічності задовільні.

Допустимі напруження на контактну витривалість, а також витривалість зуб'їв при вигині:

$$\sigma_{HP} = \sigma_{HP}^0 \times K_{HL}, \quad (2.74)$$

$$\sigma_{FP} = \sigma_{FP}^0 \times K_{FL}, \quad (2.75)$$

$$\sigma_{HP} = 950 \times 1 = 950 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{FP} = 215 \times 1 = 215 \text{ МПа}$$

Визначаємо параметри передачі.

Проектний розрахунок починаємо з визначення модуля. Знаходимо число зубів та коефіцієнти, які входять до формули:

$$m_{im} \geq 1,45 \sqrt[3]{\frac{\varphi_F \times K_{F\beta} \times T_1}{z_1^2 \times \psi_{bd} \times \sigma_{FP}}}, \quad (2.76)$$

Із $z_1 = 18 \dots 30$ приймаємо $z_1 = 22$.

$$z_2 = u \times z_1$$

$$z_2 = 3,15 \times 22 = 69,3.$$

Приймаємо $z_2 = 69$, $K_{\beta e} = 0,285$

$$K_{\beta e} \times \frac{u}{(2 - K_{\beta e})} = 0,285 \times 3,15 / 2 - 0,285 = 0,523$$

$$K_{F\beta} = 1,41.$$

Коефіцієнт форми зуба знаходимо по еквівалентному числу зубів колеса

$$z_{v2} = z_2 / \cos \delta_2 = 69 / \cos 72^\circ 23' = 69 / 0,3187 = 216$$

Таким чином $\varphi_F = 3,77$.

Коефіцієнт ширини вінця зуба обчислюємо за формулою:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_{ml}} = \frac{K_{be}}{[(2-K_{be}) \times \sin \delta_1]^2} \quad (2.77)$$

$$\psi_{bd} = 0,285 / 1,725 \times 0,301 = 0,556$$

Середній окружний модуль дорівнює:

$$m_{im} \geq 1,45 \sqrt[3]{\frac{3,77 \times 1,41 \times 1740}{22^2 \times 0,556 \times 215 \times 10^6}} = 6,88 \times 10^{-3} \text{ м} = 6,88 \text{ мм},$$

Середній поділяючий діаметр шестерні:

$$d_{ml} = m_{im} \times z_1, \quad (2.78)$$

$$d_{ml} = 6,88 \times 22 = 151 \text{ мм}$$

Ширина вінця зуба:

$$b = \psi_{bd} \times d_{ml}, \quad (2.79)$$

$$b = 0,556 \times 151 = 84 \text{ мм}$$

Зовнішній окружний модуль:

$$m_{te} = m_{im} + \left(\frac{b}{z_1} \right) \times \sin \delta_1, \quad (2.80)$$

$$m_{te} = 6,88 + (84/22) \times 0,301 = 8,03 \text{ мм}$$

Із СТ СЄВ 310-76 приймаємо $m_{tm} = 8 \text{ мм}$.

Уточнюємо значення m_{tm} :

$$m_{tm} = m_{te} - \frac{b \times \sin \delta_1}{z_1}, \quad (2.81)$$

$$m_{tm} = 8 - 1,15 = 6,85 \text{ мм}$$

$$d_{m1} = m_{tm} \times z_1; \quad d_{m2} = m_{tm} \times z_2$$

$$d_{m1} = 6,85 \times 22 = 150,2 \text{ мм};$$

$$d_{m2} = 6,85 \times 69 = 472,65 \text{ мм}.$$

Визначаємо зовнішню конусну відстань і уточнюємо значення коефіцієнта:

$$R_e = 0,5 \times m_{te} \times z_1 \sqrt{u^2 + 1}, \quad (2.82)$$

$$R_e = 0,5 \times 8 \times 22 \times 3,3 = 291 \text{ мм}$$

$$K_{be} = \frac{b}{R_e}, \quad (2.83)$$

$K_{be} = 84/291 = 0,289$. Приймаємо $K_{be} = 0,285$.

Визначаємо зовнішній поділяючий діаметр, середній поділяючий діаметр, діаметр вершин і западин зубів шестерні і колеса.

Для шестерні:

$$d_{el} = m_{te} \times z_1$$

$$d_{el} = 8 \times 22 = 176 \text{ мм}$$

$$d_{ml} = m_{tm} \times z_1$$

$$d_{ml} = 6,857 \times 22 = 151 \text{ мм}$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Для колеса:

$$\begin{aligned}d_{e2} &= m_{te} \times Z_2 \\d_{e2} &= 560 \text{ мм} \\d_{m2} &= m_{tm} \times Z_2 \\d_{m2} &= 6,857 \times 70 = 480 \text{ мм}\end{aligned}$$

Призначаємо ступінь точності передачі. Швидкість точки на середньому поділяючому діаметрі шестерні:

$$V_m = \frac{\pi \times d_{m1} \times n_1}{60}, \quad (2.84)$$
$$V_m = 3,14 \times 151 \times 10^{-3} \times 970 / 60 = 7,66 \text{ м/с}$$

При $V_m = 7,66 \text{ м/с}$ приймаємо сьому ступінь точності передачі.

Визначаємо сили, діючі у зачепленні. Окружна сила на середньому поділяючому діаметрі:

$$F_t = \frac{P_1}{V_m}, \quad (2.85)$$
$$F_t = 176,8 \times 10^3 / 7,66 = 23,1 \times 10^3 \text{ Н} = 23,1 \text{ кН}.$$

Вістова сила для шестерні і радіальна для колеса:

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \times \operatorname{tg} \alpha \times \sin \delta_1, \quad (2.86)$$
$$F_{a1} = F_{r2} = 23,1 \times 0,364 \times 0,3 = 2,53 \text{ кН}.$$

Радіальна сила для шестерні і вістова для колеса:

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \times \operatorname{tg} \alpha \times \cos \delta_1, \quad (2.87)$$
$$F_{r1} = F_{a2} = 23,1 \times 0,364 \times 0,954 = 8,02 \text{ кН}.$$

2.8 Розрахунок деталей на міцність.

При проектуванні будь-якої машини або апарата розраховують різні механічні передачі, роз'ємні і нероз'ємні з'єднання, муфти, вали, вісі, вольниці тощо.

Такі розрахунки виконують з метою визначення оптимальних конструктивних розмірів різних вузлів і деталей машин або апаратів, які б забезпечували мінімальні витрати матеріалів, міцність, надійність, довговічність конструкції.

Важливим показником досконалості конструкції є умова рівномірності і рівної довговічності елементів. Наявність у конструкції хоча б одного недостатньо міцного або недостатньо довговічного елемента знижує надійність конструкції в цілому.

Розрахунок конічної передачі на контактну та вигинну витривалість.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Досвід експлуатації конічних передач вказує, що при однакових матеріалах і термообробці зубчастих колес, їх рівній довжині зуба тощо, конічні передачі передають навантаження яке дорівнює 0,85 від допустимого навантаження еквівалентної циліндричної передачі.

Перевірочний розрахунок на контактну витривалість виконують за формулою:

$$\sigma_H = Z_H \times Z_m \times Z_e \times \sqrt{\frac{K_H \times F_t \times \sqrt{u^2 + 1}}{0,85 \times u \times b \times d_{m1}}} \leq \sigma_{HP}, \quad (2.88)$$

На витривалість зубів при вигині:

$$\sigma_F = y_F \times K_F \times F_1 / 0,85b \times m_{tm} \leq \sigma_{FP}, \quad (2.89)$$

де $m_{tm} = 6,88$ мм

$m_{te} = 8$ мм

K_H – коефіцієнт навантаження.

$$K_H = K_{H\beta} \times K_{H\nu}, \quad (2.90)$$

$$K_F = K_{F\beta} \times K_{F\nu}, \quad (2.91)$$

де K_H , $K_{F\beta}$ – коефіцієнти, які враховують розподіл навантаження по ширині вінця конічного колеса відповідно при розрахунку на контактну та вигину витривалість зубів.

Вони залежать від відносної ширина колеса, розташування опор і твердості робочих поверхонь НВ.

$K_{H\nu}$ і $K_{F\nu}$ – коефіцієнти, які враховують динамічне навантаження, що виникає у зачепленні.

Вказані коефіцієнти залежать від ступеню точності передачі, твердості зуба колеса і окружної швидкості.

y_F – коефіцієнт форми зуба у залежності від еквівалентного числа зубів.

$$Z_v = \frac{z}{\cos \delta}, \quad (2.92)$$

де z - число зубів шестерні або колеса;

Z_H – коефіцієнт, що враховує форму сполучених поверх зубів, $Z_H = 1,76$;

Z_m – коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів сполучених коліс;

Z_e – коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній.

$$Z_e = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_a}{3}}, \quad (2.93)$$

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$\varepsilon_a = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) \right] \times \cos \beta, \quad (2.94)$$

$\beta_0=0$ для прямозубих передач.

Допустимі напруги σ_{FP} і σ_{HP} визначаємо по формулам:

$$\sigma_{HP} = \sigma_{HP}^0 \times K_{HL}, \quad (2.95)$$

де σ_{HP} - допустима контактна напруга, що відповідає базі іспитів N_H ;
 K_{HL} – коефіцієнт циклічної довговічності.

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_H}{N_{HE}}}, \quad (2.96)$$

де N_H - база іспитів напруг, яка відповідає довготривалій межі витривалості;

N_{HE} - відносне еквівалентне число циклів напруг.

$$N_{HE} = 60 \times t_r \times n, \quad (2.97)$$

де t_r – ресурс передачі, тобто сумарна кількість часу її роботи за розрахований строк служби, $K_{HL}=1$.

Допускаємо напруга σ_{FP} при розрахунку на витривалість зубів при вигині, яке відповідає базі іспитів напруг, визначаємо за залежністю:

$$\sigma_{FP} = \sigma_{FP}^0 \times K_{FL}, \quad (2.98)$$

де σ_{FP} - допустима напруга при розрахунку на витривалість зубів при вигині, яка відповідає базі іспитів напруг N_{F0} .

K_{FL} – коефіцієнт циклічної довговічності.

$$K_{FL} = \sqrt[m_F]{\frac{N_{F0}}{N_{FE}}}, \quad (2.99)$$

$m_F=9$; $K_{FL}=2,08[17]$.

Виконуємо перевірочний розрахунок:

$z_H=1,76$; $z_m=209 \times 10^3 \text{Па}^{0,5}$; $z_e=0,88$

$\varepsilon_a=1,88-3,2(1/22+1/94)=1,88-3,2(0,045+0,012)=1,7$

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Основні принципи державної політики охорони праці

Закон «Про охорону праці» розповсюджується на всі підприємства, установи та організації незалежно від форми власності та видів їх діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також залучені до роботи на цих підприємствах. В законі враховано основні вимоги конвенцій і рекомендацій Міжнародної Організації Праці щодо безпеки і гігієни праці та виробничого середовища, досвід охорони праці в передових промислово розвинених країнах та в Україні в попередні роки. Згідно з законом, охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі праці. Це визначення є основою курсу «Охорона праці», що визначається у навчальних закладах. Законодавство про охорону праці складається з цього закону, Кодексу законів про працю України та інших нормативних актів. Найважливішими принципами державної політики в галузі охорони праці є: пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства, повна відповідальність власника за створення безпечних та нешкідливих умов праці, соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань. При укладанні трудового договору громадянин має бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, а також про його права на пільги і комплектації за роботу в таких умовах згідно з законодавством та колективним договором. Нормальна тривалість робочого дня працівників не може перевищувати 40 годин на тиждень. Згідно з законів про працю України, скорочена тривалість робочого часу встановлюється: не більше 36 годин на тиждень – для працівників, зайнятих на роботах із шкідливими умовами праці; 36 годин на тиждень – для працівників віком від 16 до 18 років; 24 години на тиждень – для осіб віком від 15 до 16 років, а також учнів віком від 14 до 15 років, які працюють у період канікул. Надурочні роботи та робота у вихідні дні, як правило, не допускаються.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, роботи машин, механізмів, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовується працівником, а також санітарно-побутові

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розроб.		Хлівна О.А.					
Перевір.		Дейниченко Г.В.					
Н. контр.		Омельченко О.В.					
Затверд.		Цвіркун Л.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					у	49	13
					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		

умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища. Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо власник не виконує законодавство про охорону праці, умови колективного договору з цих питань. У цьому випадку працівникові виплачується вихідна допомога у розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку. Згідно з Законом, усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню власником, від нещасних випадків і професійних захворювань. Джерелом фінансування за обов'язковим соціальним страхуванням від нещасних випадків і професійних захворювань є внески власників(підприємств), обчисленні від витрат на оплату праці та включені у собівартість продукції (необхідні витрати по відтворенню робочої сили). Власник зобов'язаний повернути зазначені суми до фонду соціального страхування, якщо нещасний випадок або професійне захворювання сталися з його вини.

Предбачено право працівників на пільги і компенсації за важкі, шкідливі та небезпечні умови праці, умови підвищеного ризику для здоров'я.

Робота у нічний час оплачується у підвищеному розмірі, встановленою тарифною угодою та колективним договором, але не нижче 20 відсотків тарифної ставки (окладу) за кожну годину роботи у нічний час.

У повній відповідності з міжнародними нормами знаходяться статті закону, що стосуються охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів.

Забороняється застосування праці жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також залучення жінок до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми. Граничні норми підймання і переміщення важких речей жінками: 10кг – при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів на годину), 7кг – постійно протягом робочої зміни. Сумарна маса вантажу, який переміщується жінкою протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати: 350кг – при переміщенні вантажу з робочої поверхні, 175кг – з підлоги. При переміщенні вантажу на візках або у контейнерах докладене жінкою зусилля не повинне перевищувати 10кг. Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітніх дітей, регулюється чинним законодавством.

Відповідно до закону України «Про відпуски», всі громадяни України (однаково як і працюючі іноземці, особи без громадянства), які знаходяться в трудових відносинах з підприємствами, установами і організаціями, незалежно від форм власності і видів діяльності, а також працюючи за трудовим договором у фізичної особи, мають право на відпустку. При цьому встановлюється такі види відпусток: щорічна основна і додаткова, додаткова у зв'язку з навчанням, творча, соціальна і без збереження заробітної платні. Тривалість щорічної основної відпустки складає не менше 24 календарних днів без урахування святкових і робочих днів. Неповнолітнім працівникам

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

гарантована – 31денна відпустка. Для окремих категорій мінімальна тривалість відпустки збільшена з урахуванням особливостей роботи. Так, керівникам, педагогічним працівникам системи освіти та науковим працівникам надається відпустка тривалістю не менше 56 днів. Інвалідам І і ІІ груп гарантується щорічна відпустка тривалістю не менше 30днів, а інвалідам ІІІ групи – не менше 26днів.

Додаткова щорічна відпустка надається зверх основної відпустки за шкідливі та важкі умови праці і за особливий характер роботи. При цьому загальна тривалість щорічної відпустки не повинна перевищувати 59днів, а для робітників, зайнятих на підземних та гірничих роботах – 69днів.

Згідно з Законом, право на відпустку за перший рік роботи настає по закінченню 6 місяців безперервної роботи на підприємстві, в установі чи організації. Передбачено можливість надання відпустки працівникові й до закінчення шестимісячного строку роботи. На прохання працівника відпустка може бути розділена на частини будь-якої тривалості, за умови, що головна частина складає не менше 14 днів.

Невикористана частина відпустки повина бути надана працівникові не пізніше 12 місяців після закінчення робочого року, за який надається відпустка. Ненадання щорічних відпусток повної тривалості протягом двох тижнів підряд не допускається.

Перенесення відпустки за ініціативою власника можливе лише за письмовою згодою працівника та згодою профкому, а відклик з відпустки допускається тільки за згодою працівника і тільки у визначених законом випадках.

Закон надає право зручного часу відпустки значній категорії осіб: неповнолітнім, інвалідам, жінкам перед відпусткою по вагітності та родам або після неї, жінкам, що мають двох або більше дітей у віці до 15 років або дитину-інваліда, одиноким матерям (батькам), які виховують дитину, жінкам (чоловікам) військовослужбовців, ветеранам війни і праці та іншим.

За бажанням працівника частина щорічної відпустки може бути замінена грошовою компенсацією за умови, що тривалість наданих робітникові основної та додаткової відпусток не менше 24 днів. На неповнолітніх це правило не розповсюджується.

3.2 Аналіз шкідливих виробничих факторів виробництва піци та методи їх усунення.

До шкідливих виробничих факторів, які виникають при виробництві піци можна віднести наступні явища: метеорологічні умови у приміщенні цеху, виробничі випромінювання, наявність шкідливих речовин, шум та вібрації.

Метеорологічні умови у приміщенні. Одним з видів взаємодії організму людини з навколишнім середовищем є теплообмін. Віддача теплоти організмом людини здійснюється в основному шляхом конвекції,

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

випаровування та випромінювання. Вид та рівень тепловіддачі залежить від фізичної напруги та метеорологічних умов навколишнього середовища. Організм людини може пристосовуватись до цих умов та зберігати свою температуру постійною. Ця властивість організму називається терморегуляцією. Можливість терморегуляції не безмежна. При підвищеній температурі повітря віддача теплоти відбувається переважно шляхом випаровування, при зниженні – шляхом конвекції. Тривале перебування людини в умовах з підвищеною температурою навколишнього середовища може призвести до теплового удару, зі зниженою – до переохолодження. Дія на організм людини як високої, так і низької температури створює небезпеку гострих та хронічних захворювань. При відносній вологості повітря менше 20% пересихають слизові оболонки дихальних шляхів, при відносній вологості більше 85% ускладнюється теплообмін шляхом випаровування. Вельми несприятливе для людини навколишнє середовище з високими значеннями температури та відносної вологості повітря. Збільшення швидкості руху повітря інтенсифікує процеси теплообміну. Для теплового самопочуття людини мають значення певні поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря.

На тепловий стан організму людини істотно впливають теплові випромінювання сонця та різних технологічних апаратів.

Оптимальна температура повітря у холодний період року при виконанні легкої роботи категорії 1а складає 22...24⁰С, важкої (категорія III) – складає 16...18⁰С. Допустиму температуру повітря на постійних робочих місцях у цих умовах при виконанні вказаних робіт встановлюють відповідно 21...25⁰С та 13...19⁰С. Якщо при виконанні легкої роботи категорії 1а оптимальна та допустима швидкість руху повітря приймається не більше 0, 1м/с, то при виконанні важкої роботи оптимальна швидкість руху повітря встановлюється не більше 0, 3м/с та допустима – не більше 0, 5м/с. У теплий період року оптимально допустимі норми температури та швидкості руху повітря дещо вищі, ніж у холодний період. Підвищення норм температури повітря у теплий період компенсується збільшенням швидкості його руху. Так, якщо при виконанні легкої роботи категорії 1б у холодний період року оптимальна температура повітря складає 21...23⁰С, оптимальна швидкість його руху не більше 0,1м/с, то при виконанні цієї ж роботи у теплий період року оптимальна температура 22...24⁰С, оптимальна швидкість не більше 0,2м/с.

Як у холодний, так і у теплий період року оптимально вважається відносна вологість повітря у межах 40...60%. У холодний період року відносна вологість повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати 75%. У теплий період року допустиме значення вологості повітря залежить від категорії роботи.

Значні відхилення параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях від допустимих значень призводить до порушення терморегуляції організму працівників, до гострих та хронічних захворювань.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Оскільки, лінія що проектується містить теплове обладнання(піч кондитерська та плита електрична), холодильну камеру, то необхідно забезпечити виробництво приладами контролю та регулювання мікроклімату середовища цеху. Розмістити технологічне обладнання таким чином, щоб максимально зменшити вплив випромінювання на робітників. Для вимірювання параметрів мікроклімату використовуються прилади: ртутні та спиртові термометри, психрометри, анемометри та кататетри. За допомогою приладу АИСТ-3м можна виміряти одночасно швидкість руху повітря та його температуру.

Шкідливі речовини. Згідно з ГОСТ12.1.007-76. «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», шкідливою речовиною є така речовина, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, які виявляються сучасними методами як в процесі роботи, так і в віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь.

За фізіологічним впливом на організм людини всі шкідливі речовини можна поділити на такі групи: подразнюючі (аміак, сірчастий газ, хлор та інші); задушливі(оксид вуглецю, сірководень та ін.); наркотичні(ацетилен, ацетон, бензин, дихлоретан, хладони та ін.); соматичні(метиловий спирт, миш'як та його сполуки, ртуть, свинець та ін.); пил декількох видів: органічний – рослинного або тваринного походження(борошно, цукор, тютюн та ін.) хімічних сполук (нафталін та ін.); неорганічний (металевий); мінеральний (гіпс, тальк, цемент та ін.).

При тепловій обробці харчової продукції у повітря робочої зони виділяються продукти її термічної деструкції (акролеїн, оксид вуглецю, диоксиди вуглецю та ін.), пари масел та жирів. При несправностях у холодильних установках у навколишнє середовище можуть виділятися холодоагенти(аміак або хладон). Процеси просіювання та розфасовки сипучих харчових продуктів(крохмалю, борошна, цукру та ін.) супроводжуються пилоутворенням. У повітря деяких приміщень торговельних підприємств може міститись пил луб'яний, бавовняний, лляний, шовковий.

Для уникнення гострих та хронічних професійних отруєнь та захворювань встановлені гранично допустимі концентрації(ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це концентрації, які при щоденній(крім вихідних днів) роботі на протязі 8годин або іншої тривалості, але не більше 41години на тиждень, за час всього робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень стану здоров'я, які виявляються сучасними методами досліджень, у процесі роботи або у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь.

За ступенем небезпеки для організму людини всі шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- I – надзвичайно небезпечні ($ГДК < 0, 1 \text{ мг/м}^3$);
- II – високо небезпечні ($ГДК = 0, 1 \dots 1, 0 \text{ мг/м}^3$);
- III – помірно небезпечні ($ГДК = 1, 1 \dots 10, 0 \text{ мг/м}^3$);
- IV – малонебезпечні ($ГДК > 10, 0 \text{ мг/м}^3$).

Фактичний вміст шкідливої речовини у повітрі робочої зони не повинен перевищувати його ГДК. При одночасній наявності у повітрі декількох шкідливих речовин односпрямованої дії сума відношень фактичних концентрацій кожного з них їх ГДК не повинна перевищувати одиниці.

При виробництві піци присутні процеси просіювання борошна та цукру, що спричиняє виникнення борошняного пилу. Борошняний пил підпадає до класифікації шкідливих речовин і належить до IV класу безпеки, величина $ГДК = 6 \text{ мг/м}^3$. Концентрацію пилу у повітрі визначають безпосередньо у робочій зоні за допомогою фото пиломіру. Процес випікання піци супроводжується утворенням продуктів термічної деструкції та оксиду вуглецю. Оксид вуглецю належить до IV класу безпеки, величина $ГДК = 20 \text{ мг/м}^3$. Для видалення оксиду вуглецю з повітря робочої зони передбачається встановлення витяжки та під'єднання її до системи вентиляції.

Шум та вібрація.

Шум – звуковий процес, несприятливий для сприйняття та негативно впливаючий на організм людини і являє собою коливання у твердих тілах, рідких та газоподібних середовищах у діапазоні частот $20 \dots 20000 \text{ Гц}$. коливання з частота-ми нижче 20 Гц (інфразвук) не виключають слухових відчуттів, але чинять біологічний вплив на організм людини.

При тривалому впливі шуму на людину у неї знижується гострота слуху, змінюється кров'яний тиск, послаблюється увага, погіршується зір, відбуваються зміни у дихальних центрах. Під дією шуму можливе зниження у працівників слуху аж до повної його втрати, а також виникнення шумової хвороби, що проявляється в загальному захворюванні всього організму. Шум є нерідко непрямою причиною виробничого травматизму.

Допустимі значення рівня звуку та еквівалентного рівня звуку наведені у ГОСТ 12.1.003-83. На постійних робочих місцях та у робочих зонах виробничих приміщень, на території підприємств рівень звуку та еквівалентний рівень звуку не повинні перевищувати норми шуму наведені у таблиці 3.1.

Рівень шуму на робочих місцях необхідно контролювати не менше одного разу на рік. Вимірювання шуму на робочих місцях здійснюється шумовимірювачами та аналізаторами спектру шуму згідно з ГОСТ 12.1.050-86. «ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах».

У шумовимірювачеві (Шум-1м та ін.) звук, що сприймається мікрофоном, перетворюється на електричні коливання, які після посилення, коректування та вирівнювання реєструються стрілочним приладом.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Табл. 3.1 Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на постійних робочих місцях(ГОСТ12.1.003-83) та у громадських будівлях(ГОСТ12.1.036-81).

Приміщення, робочі місця та робочі зони	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середніми частотами(Гц)								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБа
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення програмістів обчислювальних машин, приймання хворих у травмпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях та на території підприємства	99	92	86	83	80	78	76	74	85
Зали кафе, ресторанів, їдальнь (вдень)	75	66	59	54	50	47	45	43	55
Торгові зали підприємств торгівлі	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Вібрація – процес поширення в пружних тілах механічних коливань амплитудою 0, 003...0, 5мм. Вібрація приводить у коливальний рух тіло людини. Особливо шкідливими для людини є коливання з резонансними частотами 6...9Гц. Розрізняють вібрацію загальну та місцеву. Загальна вібрація викликає струс усього тіла людини, місцева –залучає до коливального руху тільки окремі частини тіла(руки, передпліччя, ноги). Систематичний вплив на людину загальних вібрацій може бути причиною вібраційної хвороби. Локальні вібрації викликають деформацію та зменшення рухомості суглобів.

3.3 Санітарно-гігієнічні норми виробництва.

Вентиляція – це заміна повітря у приміщеннях зовнішнім чистим повітрям з метою створення сприятливого для здоров'я людей середовища.

На підприємствах торгівлі вентиляція призначена для видалення з торговельних залів, виробничих, складських та інших приміщень теплонадлишків, шкідливих газів, парів та пилу, а також подачі до них чистого повітря та створення потрібних мікрокліматичних умов.

Вентиляція підрозділяється: за способом повітряобміну – природну, примусову та змішану; за характером дії – на припливну, витяжну, припливно-витяжну; за місцем дії – на загально обмінну та місцеву; за призначенням – на робочу та аварійну.

При виділенні у приміщеннях шкідливих речовин повітряобмін розраховують, виходячи з необхідності проведення їх до гранично допустимих концентрацій. При цьому повітря, що надходить у приміщення, вважається чистим, якщо концентрація в ньому шкідливої речовини, за якою здійснюється розрахунок, не перевищує 0, 3ГКД.

Повітря, що надходить до приміщення, очищується від пилу за допомогою фільтрів та, у холодний період року, підігрівається. Повітря, що видаляється з робочих приміщень, повинне бути очищене фільтрами від пилу та шкідливих речовин. Очищення повітря, що містить горючий пил та інші горючі відходи, здійснюється до надходження його у витяжний вентилятор за допомогою гідрофільтрів, сухихи фільтрів, циклонів та інших пристроїв.

Температура повітря, що подається у робочу зону, повинна бути у холодний період року не вище +25⁰С та не нижче +16⁰С.

На підприємствах може здійснюватися кондиціонування повітря – створення та автоматичне підтримання у приміщеннях постійних або змінюваних за ви-значеною програмою температури, вологості, чистоти та швидкості руху повітря, найбільш сприятливих для перебування людей. У приміщеннях будь-якого призначення з постійним або тривалим(більш 2год.) перебування людей передбачається система опалювання, яка повинна забезпечувати достатнє, постійне та рівномірне нагрівання повітря у приміщеннях у холодний період року та бути при експлуатації пожежо- та вибухобезпечною. Для уникнення пригорання пилу температура поверхні нагрівальних приладів не повинна перевищувати 95⁰С.

Захист від виробничих випромінювань. На практиці зниження інтенсивності теплового випромінювання на робочих місцях досягається застосуванням: різних екранів(водяні завіси, скло із спеціальним покриттям, сітки, ланцюжки), теплоізоляційних матеріалів(азбест, скловата, комбіновані екрани), водоповітряного душіювання при інтенсивності випромінювання понад 0, 36кВт/м², індивідуальних засобів захисту(окуляри, костюми з відбіленої тканини і т.п.). При постійній температурі нагрітого тіла послабити дію теплового випромінювання на працюючих можна шляхом

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

зменшення площі випромінюючої поверхні та збільшення відстані між джерелом випромінювання та робочим місцем.

У гарячих цехах підприємств громадського харчування проблема захисту працівників від інфрачервоних випромінювань вельми актуальна в зв'язку з використанням у технологічних процесах плит з відкритою жаровою поверхнею. З метою зниження тепловтрат та обмеження інтенсивності інфрачервоних випромінювань у робочій зоні жарова поверхня плит повинна бути максимально завантажена наплитним посудом. Для забезпечення приємного теплового само-почуття працівників слід передбачити повітряне душення робочої зони. Добрим засобом індивідуального захисту працівників від випромінювань є халат з відбіленої тканини. Проте кисті рук та обличчя працівників знаходяться іноді у зоні інтенсивного тепловипромінювання.

Захист від шуму та вібрацій. Зниження шуму, що створюється на робочих місцях та проникає ззовні досягається використанням таких методів: зменшення шуму у джерелі, зменшення шуму на шляху його поширення, акустична обробка приміщень, раціональне планування підприємств, раціональна організація робіт.

Зменшення шуму у джерелі забезпечується, наприклад, застосуванням у машинах та механізмах неметалевих деталей, малошумного металу, звукоізолюючих кожухів. Зменшити шум на шляху його поширення можна за допомогою акустичних екранів та різноманітних огорож.

Для зниження загального шуму у приміщеннях здійснюється їх акустична обробка, що полягає, у облицюванні стін та стель звукопоглинаючими матеріалами (деревинно-волокнистими плитами, мінеральною ватою, капроновим волокном та ін.). Зниження шуму у приміщеннях досягається використанням підвішуваних до стелі об'ємних поглиначів звуку.

Вібробезпечні умови праці забезпечуються: зниженням вібрації у джерелі виникнення, запобіганням режиму резонансу, вібродемпфіруванням, динамічним гасінням коливань, віброізоляцією. Найбільш розповсюдженими інженерними методами захисту від вібрацій є віброгасіння та вібродемпфірування. Вібруючі машини(вентилятори, насоси, агрегати) встановлюються на окремі фундаменти. Між фундаментами під обладнанням та стінами будинку повинні бути розриви. Джерела коливань ізолюють від опорних поверхонь гумовими, пружинними або комбінованими віброізоляторами. Вентилятори приєднують до повітроводу за допомогою гнучких вставок.

Освітлення виробничих приміщень. Можливість орієнтуватись у просторі, здійснювати фізіологічні функції, виконувати різні види робіт залив від виду та якості освітлення навколишнього середовища. До освітлення ставляться певні гігієнічні вимоги. Освітлення повинно бути рівномірним та достатнім для швидкого та легкого розрізнення об'єктів,

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечувати деяку контрастність між об'єктом та фоном. Джерело світла не повинне освітлювати людину та створювати відблиски на об'єкті розгляду.

Рациональне освітлення робочих місць та приміщень створює у працівників певний психологічний тонус, попереджує зорову та загальну втому, сприяє високопродуктивній праці. Оптимальним вважається таке освітлення, при якому втома органів зору найменша. Недостатнє освітлення робочих місць може бути прямою причиною нещасних випадків на виробництві.

Для освітлення приміщень та робочих місць не допускається використання відкритих ламп. Застосовуються з цією метою світильники – прилади, що складаються з джерела світла(лампи) та арматури.

Залежно від умов виробничого середовища, чистку ламп та освітлювальної арматури здійснюють з періодичністю від одного разу на бмісяців до двох разів на місяць.

На підприємствах не менше одного разу на рік перевіряють рівень освітленості у контрольних точках та рівень освітленості приміщень штучним світлом. При гігієнічній оцінці освітленості приміщень природним та штучним світлом використовують об'єктивні люксметри типу Ю-16.

3.4 Техніка безпеки при роботі з технологічним обладнанням.

Техніка безпеки – це система організаційних заходів та технічних засобів, що запобігають діянню на працюючих небезпечних виробничих факторів.

У небезпечних зонах постійно діють, або періодично виникають фактори, небезпечні для життя та здоров'я людини. Постійно діючі небезпечні виробничі фактори зумовлені наявністю у працюючих машинах, механізмах та устаткуванні рухомих частин, передаючих пристроїв, неізолюваних проводів, джерел випромінювань та високої температури, підвищеного тиску.

Забезпечення безпеки виробничого обладнання. Виробниче обладнання повинне бути безпечним під час монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування, при використанні окремо або у складі комплексів і технологічних систем протягом усього строку експлуатації.

Безпека виробничого обладнання – це властивість виробничого обладнання зберігати відповідність вимогам безпеки праці при виконанні заданих функцій в умовах, встановлених нормативно-технічною документацією.

Для захисту людей від небезпечних виробничих факторів використовують огорожі, запобіжні захисні засоби, слабкі вставки, блокуючі пристрої, сигналізацію, дистанційне керування.

Огорожі бувають стаціонарні, рухомі(відкидні, розсувні, знімні) переносні. Конструктивно вони виконуються у вигляді камер, кожухів, щитів, ґрат, сіток.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні робочих параметрів(температури, тиску, величини струму, тощо) від допустимих значень. Як запобіжні захисні засоби використовуються електроконтактні термометри, запобіжні клапани, гальмівні пристрої, кінцеві вимикачі, реле захисту від струмів великих величин та ін.

Слабі вставки, що використовуються у конструкції технологічного устаткування, розраховані на спрацювання при аварійних режимах з метою виключення поломок, руйнувань і, як наслідок, виробничого травматизму. До слабких вставок належать різні штифти, фрикційні муфти, плавкі та запобігачі.

Блокуючі пристрої виключають можливість включену роботу, технологічного устаткування при наявності вільного доступу до його небезпечних зон.

Сигналізуючі пристрої – це засоби інформації про роботу технологічного устаткування і виникаючі при цьому небезпечні і шкідливі виробничі фактори. За призначенням сигналізація буває оперативна, запобіжна і розпізнавальна, за засобами інформації – звукова, візуальна, комбінована.

Потрібний рівень безпеки виробничого обладнання забезпечується також технічними і організаційними заходами: на підприємствах здійснюється атестація робочих місць, контроль за станом і експлуатацією обладнання, передбачається проведення згідно з графіком планово-запобіжних ремонтів машин та апаратів; виробниче устаткування закріплюється за окремими працівниками; технічне обслуговування і ремонт обладнання здійснюють за договором механіки ремонтно-монтажних комбінатів та сервісних організацій; стан обладнання враховується в журналах підприємств.

Захист від електричного струму. Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є: забезпечення недоступності частин, що проводять струм, для випадкового дотику, застосування електроенергії з безпечними величинами напруги; усунення небезпеки ураження людей струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електрострумом.

Захисні заземлення, занулення та відключення – основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання. Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею або еквівалентом металевих частин, що не проводять струм, які можуть опинитись під напругою.

Правила безпечної експлуатації окремих видів обладнання. У механізма МОП-П дисковий ніж і передавальний механізм, що закриті захисним кожухом. Для заточення дискового ножа є заточувальне пристосування, яке встановлене у верхній частині корпусу і закрите огорожею.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпечна експлуатація машини МОП-II забезпечується за виконанні таких вимог: необхідно надійно закріплювати нарізаючі продукти затискним пристроєм, не можна втручатись у процес різання при працюючому електродвигуні, не можна тримати руки у зоні знімача і скидача, здійснювати завантаження продуктами при зупиненому електродвигуні, не допускається використовувати машину при відсутності захисного кожуха. Очищення ножа здійснюють при знятій огорожі за допомогою спеціального очищувача. Дисковий ніж можна знімати тільки спеціальним знімником.

Універсальний привід – це пристрій, у якому конструктивно об'єднані електродвигун і редуктор. Призначення його – приводити у дію змінні робочі механізми: м'ясорубки, овочерізки та ін. Універсальні приводи бувають стаціонарні та пересувні. Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан приводу та надійність його кріплення до кришки стола або станини-підставки. Якщо привід встановлений на візку, то необхідно зафіксувати наявний на його колесах гальмовий пристрій. Потім перевіряється справність заземлення приводу та правильність обертання робочого валу. Потім встановлюють потрібний виконавчий механізм і міцно закріплюють його у гнізді(горловині) приводу за-жимом або гвинтами. Після випробування роботи машини на холостому ході вмикають привід і завантажують у неї підготовлені продукти. Встановлювати і знімати виконавчі механізми дозволяється тільки при вимкненому електродвигуні.

При експлуатації тістомісильної машини ТММ-60М захист працівників від місильного важеля, що рухається, забезпечує корпус діжі. На фундаментній плиті фіксується трьома циліндричними штирями. Заради уникнення викидання тіста з діжі при його замішуванні передбачені спеціальні огорожуючі щити. У момент замісу, щити опускаються вниз і щільно охоплюють діжу. При піднятті огорожі система блокування відключає електропривід.

Для теплової обробки продуктів використовують електричну плиту з відкритою жаровою поверхнею ПЕ-0,51. З урахуванням вимог пожежної безпеки та зниження небезпекі опіків по периметру плити встановлюються на кронштейнах металеві поручні. Жарова поверхня повинна бути рівною, гладкою, без тріщин і знаходитись на одному рівні з бортовою поверхнею. Інтенсивність та температура нагрівання конфорок регулюються пакетними перемикачами.

Холодильні установки призначенні для підтримання визначеної температури у холодильних камерах. У зв'язку з наявністю у холодильних установках холодоагентів – аміаку або хладонів, що знаходяться під значним тиском, мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних умов. При розгерметизації холодильної установки в навколишнє середовище може виділитись одночасно велика маса холодоагенту і масла, що являє собою реальну небезпеку для людей і навколишнього природного середовища.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

На кожному підприємстві або в об'єднанні підприємств, де використовуються установки, наказом призначаються з числа інженерно-технічних працівників відповідальні особи за справний стан, правильну і безпечну дію апаратів(посудин), трубопроводів і пристроїв холодильної установки і повного нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки. Перевірка знань з питань охорони праці у керівників та інженерно-технічних працівників, пов'язаних з експлуатацією холодильних установок, здійснюється перед призначенням їх на посаду і періодично не рідше одного разу на три роки.

3.5 Пожежна безпека підприємства.

Верховна Рада України прийняла 17 грудня 1993р. постанову про введення у дію закону «Про пожежну безпеку» з дня його опублікування. Цей закон опублікований 29 січня 1994р., визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних та фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Згідно з цим законом Міністерство внутрішніх справ України забезпечує здійснення державного пожежного нагляду, пожежної охорони населених пунктів і об'єктів координує діяльність міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади з питань удосконалення пожежної охорони. Рішення МВС України з питань пожежної безпеки є обов'язковими для органів державної виконавчої влади, а також підприємств, організацій та громадян.

На підприємстві, в установі, організації повинен бути пакет документів що-до забезпечення пожежної безпеки: наказ про заходи щодо виконання закону України «Про пожежну безпеку» та виданих на його основі підзаконних актів; типові обов'язки працівників, призначених наказом керівника відповідальними за забезпечення пожежної безпеки об'єкта; порядок навчання керівників, головних фахівців, інженерно-технічного персоналу та робітників, зайнятих на роботах з підвищеною пожежною небезпекою; типова інструкція про порядок повідомлень щодо пожеж та інших надзвичайних ситуацій, службового розслідування та обліку пожеж.

Пожежна безпека будь-якого об'єкта повинна забезпечуватись системами запобігання пожеж та протипожежного захисту. Система запобігання пожежі являє собою комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на виключення умов виникнення пожежі. Система протипожежного захисту – сукупність організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання дії на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальної шкоди від неї. Протипожежний захист забезпечується, наприклад, запобіганням розповсюдження пожежі за межі вогнища, евакуацію людей, використанням засобів пожежогасіння та засобів пожежної сигналізації.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було підбрано устаткування міні-лінії з виробництва піци при супермаркеті. За допомогою проведених розрахунків було доведено теоретична продуктивність міні-лінії й основні конструктивні характеристики та особливості технологічного устаткування.

У загальній частині наведена характеристика сировини й продукту, класифікація виробів, а також технологічний процес виробництва, всі його основні стадії виробництва. Було розглянуто устаткування для виробництва піци та зроблено підбір розроблювального технологічного устаткування. Було розраховано кількість сировини на виробничу кількість виробів. Описано технологічне устаткування, що входять у міні-лінію по виробництву піци. Наведено технічні характеристики апаратів. У проектно-конструкторській частині розраховані продуктивність і потужність електродвигунів просіювача та овочерізальної машини. Зроблено тепловий розрахунок печі. Розрахунок деталей овочерізки на міцність.

Також у роботі представлено розділ з охорони.

Зважаючи на те, що устаткування вітчизняного виробництва, можна відзначити його відносно невелику вартість, а значить високу рентабельність. Міні-лінія займає незначну площу, що також є важливим фактором.

Дана робота вказує на перспективність розвитку даної сфери, а також те, що виробництво піци є актуальне і завойовує ринок держави великими темпами.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Хлівна О.А.			ВИСНОВКИ		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дейниченко Г.В.					у	62	1
							ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Н. контр.		Омельченко О.В.							
Затверд.		Цвіркун Л.О.							

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дипломне проектування: навч. посіб. / за ред. проф. Г.В. Дейниченка.- К.: Фірма «ІНКОС», 2015.- 470 с.
2. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв: метод. рекомендації щодо виконання та оформлення дипломного проекту зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОКР: спеціаліст / О.О. Удовенко, О.Є.Мельник, О.В.Омельченко; – М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. ЗІД та обладнання – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2016. – 88 с
3. Ботов М.И., Елхина В.А., Голованов О.М. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания. – М.: Издательский центр «Академия», 2002.-464с.
4. Дейниченко Г.В., Ефимова В.А., Постнов Г.М. Оборудование предприятий питания. Справочник. Ч.І.-Харьков: Мир техники и технологий, 2002.-256с.
5. Дейниченко Г.В., Ефимова В.А., Постнов Г.М. Оборудование предприятий питания. Справочник. Ч.ІІ.-Харьков: Мир техники и технологий, 2003.-380с.
6. Дейниченко Г.В., Ефимова В.А., Постнов Г.М. Оборудование предприятий питания. Справочник. Ч.ІІІ.-Харьков: Мир техники и технологий, 2005.-456с.
7. Дорохін В.О., Герман Н.В., Шеляков О.П. Теплове обладнання підприємств харчування: Підручник.-Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004.-583с.
8. Елхина В.Д., Богачев М.К., Проничкина Л.П. и др. Механическое оборудование предприятий общественного питания. Т.1.-М.: Экономика, 1987.-448с.
9. Кіптела Л.В. Автоматизація виробничих процесів: Навч.посібник / Харк. держ.академія технолог.та орг.харчування – Харків, 2002.-133с.:іл.
- 10.Кирпичников В.П., Леенсон Г.Х. Справочник механика.-М.: Экономика,1990.-382с.
- 11.Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.- Изд.2-е.- М.:Энергия, 1977.-344с.
- 12.Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: Підручник / за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
- 13.Одарченко М.С. Охорона праці: підручник / Харк. держ. ун-т. харч. та торгівлі. – Харків, 2005. – 448 с.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		
Розроб.		Хлівна О.А.					
Перевір.		Дейниченко Г.В.					
Н. контр.		Омельченко О.В.					
Затверд.		Цвіркун Л.О.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					у	63	2
					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		

- 14.Осокін В.В., Сорока І.В., Жидков В.В. Охорона праці у торгівлі.-К.-Донецьк, 1999.-192с.
- 15.Сирохман І.В., Задорожній І.М., Пономарьов П.Х. Товарознавство продовольчих товарів. Київ: Лібра,1997.-632с.
- 16.Справочник товароведов продовольственных товаров: В 2-х т.:Т1 / Б.В.Адрест, И.Л.Волкинд, В.З.Гарнецков и др./2-е изд.,перераб.-М.:Экономика,1987.-368с.
- 17.Талейсник М.А. и др. Технология мучных кондитерских изделий. – М.:Агропромиздат, 1986.-224с.:ил.-(Учебники и учеб.пособия для подготовки кадров массовых профессий).
- 18.Черевко О.І. та ін. Процеси та апарати жаріння харчових продуктів: Навч. Посібник / О.І.Черевко, В.М.Михайлов, І.В.Бабкіна / Харк.держ.акад.технол. та орг.харчування.-Харків, 2000.-332с.

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64