

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНА РОБОТА

ОС «Магістр»

Тема „Проектування машини для формування карамельного джгута”

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Спеціалізація Машини і апарати харчових виробництв
Шифр ДПМАХВ 24.07.00.00.000 ПЗ

Студент гр. МАХВ_м-23-1

Керівник роботи

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри ГМА

Деркалюк В.В.

д.т.н., проф. Стечишин М.С.

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

_____ 2024 р.

Хмельницький, 2024р.

ВСТУП

Головним завданням в сучасний період, що стоїть перед харчовою промисловістю є збільшення випуску високоякісних та різноманітних за асортиментом продуктів харчування.

Для вирішення цього завдання необхідне технічне переоснащення підприємства харчової промисловості шляхом забезпечення їх новітніми, модернізованими, високопродуктивним устаткуванням, що забезпечить збільшення об'єктів випуску виробів при зниженні енерговитрат. Необхідно виконати роботи з створення систем машин, які забезпечать перехід до повної механізації та автоматизації виробництва високоякісних виробів.

У загальному комплексі технологічних процесів виробництва харчових продуктів вагоме місце займають процеси формування. Процес формування харчових мас полягає у приданні виробу визначеної форми та розмірів. Устаткування для формування харчових продуктів є ведучою ланкою поточних ліній. Ефективне функціонування виробництва харчових продуктів являється запорукою ритмічної роботи всього підприємства.

Визначення найбільш перспективних способів формування кондитерських мас з великою в'язкістю проведено ще недостатньо. А також замало інформації для науково обґрунтованого підходу до конструювання та розрахунку формуючих та транспортних пристроїв. Цим пояснюється наявність різноманітних за конструкцією формуючих машин, що працюють за одним й тим самим принципом та виконують одні й ті самі функції, видавлювання джгутів кондитерських мас.

До теперішнього часу реологічні характеристики кондитерських мас найчастіше вивчаються у дослідних роботах або в якості показників, що входять в технологічні умови виробництва. В той час як конструювання формуючого устаткування повинно базуватись на знанні процесів

формування з урахуванням фізико-механічних властивостей мас, що переробляються.

Вагомий внесок в освоєння нових видів виробів та впровадження нових видів формуючих машин внесли працівники кондитерських фабрик, працівники науково-дослідних та проектних установ.

Технологічний рівень та надійність роботи нової машини характеризується перш за все тим, наскільки творчо втілюються в її конструкції новітні досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, передовий досвід підприємства. Для створення машини, що відповідає високому сучасному технологічному рівню, важливо вибрати найбільш прогресивний принцип роботи і раціональну схему процесу, правильно виконати розробку самої конструкції.

1 ТЕХНОЛОГІЯ ТА МАШИННО-АПАРАТУРНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА КАРАМЕЛІ

1.1 Технологія виробництва карамелі

Карамель - цукристий виріб, що складається з карамельної маси і начинки або без неї. Карамельна маса аморфної структури, остигла - тверда, склиста, хрустка.

Слово "карамель" прийшло до нас із французької мови, в якій воно зародилось із пізньолатинського терміну саппатеїа - цукрова тростина.

Карамель має приємний смак і аромат, багато видів досить стійкі під час зберігання. Карамель льодяникова, з фруктовими, лікерними, помадними і молочними начинками містить 77,8-83,3 % моно- і дисахаридів і 11,2-13,4 % полісахаридів, завдяки яким енергетична цінність виробів досягає 346-362 ккал/ 100 г [1]. Калорійність карамелі із жирними начинками трохи вища. Часте і тривале споживання карамелі небажане, оскільки повільне її розчинення в ротовій порожнині посилює діяльність мікроорганізмів, продукти життєдіяльності яких негативно впливають на тканини зубів.

За останній час різко зріс попит на карамель функціонального призначення (при кашлі, захворюванні горла, нежиті). В Європі і Близькому Сході вживання льодяникової карамелі різко падає, тому значна увага приділяється освоєнню виробництва м'якої жувальної карамелі. Нову серію льодяникової карамелі з ефектом холодка освоюють підприємства Росії і України.

1.1.1 Формування споживних властивостей карамелі

Споживні властивості карамелі значною мірою формуються підбиранням відповідної сировини. Карамельну масу готують із цукру і патоки у співвідношенні 1 : 0,5 з додаванням кислоти, барвників, ароматизатори. Якість патоки суттєво впливає на процеси приготування і

стійкість карамелі. Декстрини патоки підвищують в'язкість цукрового сиропу і утруднюють кристалізацію цукрози, а редукуючі цукри, крім запобігання зацукрюванню карамелі, сприяють збереженню вологості, її гігроскопічності. Із зменшенням глюкози в патоці стійкість карамелі під час зберігання підвищується. Тому найбільш цінною для виробництва карамелі є низькоцукрена патока кислотного-ферментативного гідролізу крохмалю. Небажаними в патоці є азотисті сполуки, які внаслідок неферментативних реакцій підвищують кольоровість карамелі. Висока зольність патоки несприятливо впливає на якість карамелі. Підвищена кислотність патоки може сприяти інверсії цукрози під час варіння маси.

На формування споживних властивостей карамелі впливають майже всі технологічні операції: утворення карамельного сиропу, його виварювання і одержання карамельної маси, охолодження, утворення карамельного батону, калібрування карамельного джгута, формування карамелі, охолодження, загортання, пакування.

Карамельний сироп технологи намагаються приготувати так, щоб не відбувся глибокий розклад цукрів, а утворилися тільки первинні продукти розкладання і продукти їх конденсації (реверсії). Ці сполуки є антикристалізаторами, не гігроскопічні і не погіршують якість карамелі.

Для одержання карамельної маси сироп уварюють у вакуум-апаратах з кінцевим тиском 0,086-0,093 МПа, що дозволяє швидко і за більш низьких температур виділити вологу. Це запобігає розкладанню цукрів, а карамельна маса виходить світлою, стійкою у зберіганні. У деяких країнах для цього використовують плівкові апарати, які характеризуються високою інтенсивністю теплообміну, його короткою терміновістю. Вміст сухих речовин у готовій карамельній масі становить 96-99 %. Завдяки підвищеному вмісту сухих речовин карамель довше зберігає свої амфотерні властивості, але ускладнюється її обробка, особливо у виготовленні карамелі з начинками, перешарованими карамельною масою.

Рідку карамельну масу швидко охолоджують до температури 85-90°C і вона переходить у в'язко-пластичний стан. Внаслідок підвищення в'язкості маси можливість кристалізації цукрози швидко знижується. Одночасно карамельну масу підфарбовують, підкислюють і ароматизують. Серед кислот кращою вважають лимонну, яка має невисоку температуру плавлення (70-75°C) і добре розподіляється в масі, слабку інверсійну властивість, нелетка, добре розчинна у воді. Залежно від кількості введеної лимонної кислоти вміст інвертного цукру в карамельній масі збільшується на 0,5-1,0 %.

Виготовлення прозорих видів карамелі передбачає проминання маси після охолодження з метою рівномірного розподілу в ній смакових, ароматичних речовин і барвників, видалення з маси великих пухирців повітря, вирівнювання температури в усій масі. Якщо в масі залишаються бульбашки повітря, то вони утворюють у готовій продукції пухирці і раковини. За нерівномірної температури маса нерівно витягується у джгут, а карамель виходить неоднакової форми і з нерівномірним розподілом начинки.

Для частини виробів карамельну масу витягують у вигляді стрічки, потім складають і знову витягують, але зберігають напрям витягування. Внаслідок цього в карамельну масу потрапляє повітря, яке утворює в ній повітряні прошарки і тоненькі капіляри, заповнені повітрям. Маса втрачає прозорість, стає шовковистою, більш крихкою, набуває ніжної структури. Густина карамельної маси знижується з 1500 до 1200 кг/м³. Вона стає більш гігроскопічною, оскільки має більшу поверхню дотику з повітрям. Адсорбована волога швидко дифундує у внутрішні шари. Поверхня карамелі вкривається кірочкою із мікроскопічних кристаликів цукру, які захищають її від подальшого намокання і зберігають у відносно сухому і не липкому стані. Внаслідок рівномірного розподілу вологи в усій товщині тягнутої карамелі кристали поступово утворюються у всіх шарах карамелі. Тому здатність до кристалізації у тягнутої карамелі значно вища, ніж для атласної, але не може перевищувати 7 хв., оскільки це приводить до підвищення густини і

погіршення її зовнішнього вигляду. Одночасно в масі рівномірно розподіляються внесені добавки.

Альтернативною технологією отримання карамельної маси вважається термопластична екструзія, завдяки якій відносно рівномірно розподіляються складові рецептури протягом невеликого відрізка часу. Розроблена технологія передбачає обробіток сировини в екструдері, де вона пластифікується і отримується однорідна розплавлена маса, яку піддають структуруванню, охолодженню і формуванню. Сировиною служить суха порошкоподібна патока, отримана розпилювальним сушінням. Її змішують з цукровою пудрою у співвідношенні 1:2. Така карамельна маса має однорідну аморфну структуру, стійку до кристалізації, а готова продукція - кремовий колір, блискучу прозору поверхню. Під час виготовлення маси термопластичною екструзією температура в шнековій камері повинна складати 160-180°C, вміст редуруючих речовин - 16,5- 21,5 %, а сухих - 98,2 %.

Більшість видів карамелі з начинкою виготовляють механізованим способом утворення карамельного батону і калібрування джгута. Для цього використовують спеціальну карамелепідкачувальну машину, в центрі якої проходить трубка з начинкою наповнювача. Кількість начинки, що подається залежить від виду карамелі і регулюється ходом плунжерного насоса. Відповідного перетину карамельного джгута досягають на джгуто-витягвальній калібрувальній машині (рис.1.1)

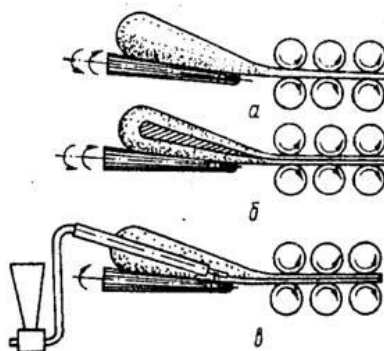


Рис. 1.1. Способи формування джгута для карамелі:

а - льодяникової, б - з густою начинкою, в - з начинкою середньої густини

1.1.2 Способи формування джгута для карамелі

Карамель з шоколадною, праліноювою, масляно-цукровою, а часом і іншими начинками готується з перешаровуванням карамельною масою. Оброблену карамельну масу ділять на дві частини: для зовнішньої оболонки беруть близько 60 %, а для внутрішньої - 40 %. Із внутрішньої оболонки готують карамельний пиріг, закладаючи начинку, і закривають його. Потім надають йому циліндричної форми, розтягують і складають по ширині, далі знову розтягують і складають. Продовжують витягувати і складати 6-7 разів, дістаючи 64-128 складок, що забезпечує одержання тонкостінної рівномірної карамельної соломки, яка під час розкушування розсипається.

Формування забезпечує одержання карамельних виробів відповідної форми і розмірів, а для деяких сортів і малюнку. Воно здійснюється переважно на ланцюгових ріжучих, штампувальних і ротаційних машинах. На ланцюгових машинах одержують вироби в основному прямокутної форми (рис.1.2).

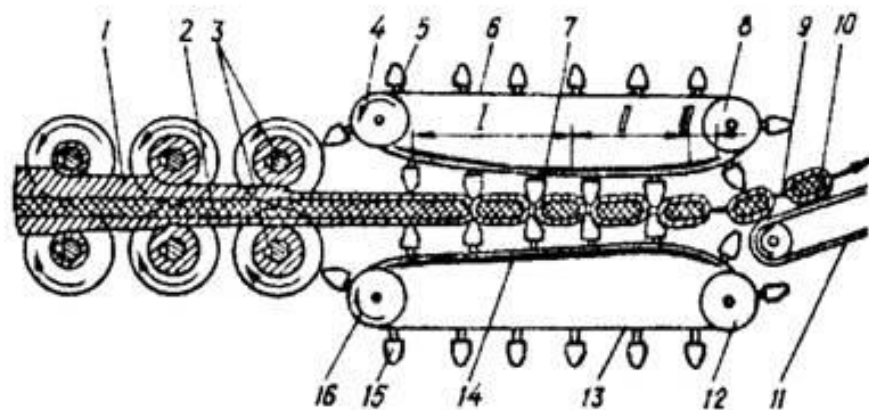


Рис. 1.2. Схема формування карамелі:

1 - карамельна оболонка, 2- начинка карамелі, 3 - джутовитягувальна машина або калібрувальні ролики, 4, 8, 12 і 16 - ролики, 6, 13 - верхній і нижній ланцюги, 5, 15 - тожі, 7, 14 - нап'ячуючі, 9 - столучні перемички карамелі, 10 - відформовані вироби, 11 - стріча конвеєру

Якщо швидкість руху ланцюгів і стрічки транспортера не збігаються, порушується форма і розмір готової карамелі. Карамелештампувальна машина формує вироби різної форми (кулястої, овальної та ін.), розмірів і з відповідним малюнком, який вивіруваний на штампі. Для формування дуже важливо підтримувати задану температуру карамельної маси (близько 80°C) і начинки (60-68°C). Переохолоджена начинка перешкоджає склеюванню карамельної маси у місцях надрізу карамельного джгута, внаслідок чого одержують карамель з відкритим швом, з якого витікає начинка. Використання недостатньо охолодженої карамельної маси і гарячої начинки призводить до деформації карамелі з переходом її на охолоджуючий транспортер.

Відформована карамель має температуру 65-70°C, за якої вона зберігає пластичні властивості і може деформуватись. Тому її обдувають охолоджувальним повітрям з відносною вологістю не вище як 60 %. За низької температури охолоджуючого повітря (нижче від 10°C) поверхневий шар карамелі переохолоджується, внаслідок чого можуть з'явитись тріщини.

Розроблена технологія карамелі з використанням цукрозамінника ізомальта. Його використовують для виробництва різних груп карамелі. Особливостями технології є те, що під час приготування розчину суміш ізомальту з водою нагрівають приблизно до 100°C, щоб не допустити неконтрольовану рекристалізацію на наступних етапах виробництва. Водночас враховують також те, що розчинність ізомальта нижча, ніж цукру.

Для забезпечення тривалого зберігання виробів варку карамельного сиропу і маси здійснюють до кінцевої вологості 2 %. Внесення і рівномірний розподіл смакових добавок та ароматизаторів здійснюють під час безперервного процесу з використанням міксера. Охолодження карамельної маси на основі ізомальта до досягнення пластичності, яка необхідна для формування, займає більше часу, ніж охолодження маси на основі цукру. Тому важливо забезпечити рівномірне і не занадто швидке зниження температури.

Робоча температура екструдера повинна бути від 60 до 80°C залежно від складу карамельної маси, тоді як штампування проводять за температури маси від 60 до 70°C.

Виготовлена карамель гігроскопічна і тому для збереження якості протягом тривалого періоду карамель пакують або обробляють, щоб не було доступу вологи повітря до її поверхні. Для цього загортають кожен або декілька карамельок у вологонепроникну етикетку, фасують у герметичну тару, обробляють поверхню карамелі нанесенням на неї шару, що складається з харчових негігроскопічних речовин та ізолює поверхню карамелі від безпосереднього контакту з повітрям (рис 1.3).

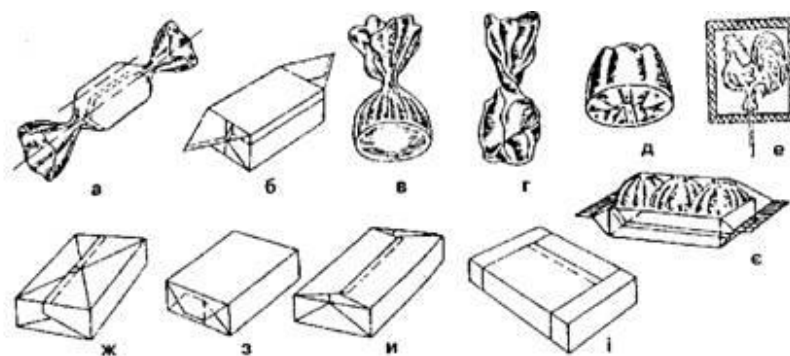


Рис. 1.3. Види загортки кондитерських виробів:

а - у перегортку; б - "в носок"; в - в зтяжку; г - в "саше"; д - в обтяжку;
е, є - темосклеюванням; ж - із загорткою кінців етикетки в кутик;
з - з загорткою кінців етикетки із зрізаними кутками на торцях; и - в
конверті; і - бандероллю

Карамель загортають у підгортку та етикетку. Підгорткою служить парафінований папір, а для кращих видів інколи використовують фольгу. Етикеткою може служити парафінований папір різної товщини, з маркуванням, лакований целофан або інші полімерні матеріали. Загортання карамелі здійснюють декількома способами: "у перегортку" - кінці етикетки закручують на 1- 2 обороти; "у односторонню перекрутку"; "у замок", "у

носок", "у хвостик" - захвачують виріб з чотирьох сторін, а по торцях продукту складають у вигляді кутків ("замків"); "в тюбики" - карамель в таблетках набрана в купки, загорнута в обгортковий матеріал, кінці якого на торцях перекручують.

Карамель, що надходить на загортання повинна бути з сухою, не липкою поверхнею певного типового розміру, без деформацій, відкритих швів і прилиплених крихт. Етикетка і підгортка не повинні прилипати до поверхні карамелі. Допускається зміщення фольги і підгортки відносно етикетки з виступом з-під неї не більш як 2 мм.

Глянсування - це покриття виробів жиром-восковим шаром, внаслідок чого підвищується стійкість карамелі проти зволоження. Внаслідок глянсування в основному зберігається первинний вигляд карамелі, а тому глянсують переважно карамель приємного забарвлення, особливо дрібну і круглої форми. Тьмянний глянс одержують, якщо наносять його на сиру або гарячу карамель, а також у недостатній або надлишковій кількості.

Обсипання поверхні карамелі цукром базується на підвищеній стійкості цукру-піску до зволоження порівняно з карамельною масою. Споживні властивості виробів підвищують обсипанням поверхні карамелі негіроскопічними сумішами какао-порошку і цукрової пудри, подрібненим горіхом, кунжутним насінням або глянсуванням деяких видів карамелі шоколадною чи жирною глазур'ю.

Розроблені поліпшені технології отримання відповідних карамельних мас. З метою виготовлення збитої карамельної суміші карамельну масу (1-40 ч.) з температурою 80-130°C змішують із збитим яєчним білком (1 ч.). Карамель містить також 5-10 % сухого молока. З карамельної суміші готують глазурировані вироби.

З метою підвищення швидкості приготування карамельної маси запропонований спосіб обробітку цукру у малому прошарку між ротором і статором роторного апарату. За рахунок використання енергії кавітаційних

пухирців можна отримати карамельну масу зі зниженим вмістом редуруючих речовин.

Запропонований спосіб виробництва льодяникової карамелі з використанням заміни цукру - суміші сорбіту з желатином у співвідношенні 98:2. Виварювання карамельної маси ведуть до вмісту сухих речовин 88-92 %.

Розроблена карамель без цукру на основі підсолоджувального складу, що містить 10-40 % розгалужених мальтодекстринів. Мальтодекстрини або їх частина гідрогенізовані. У підсолоджу-вальний склад також додають ізомальт. Ізомальт надає карамелі приємного солодкого смаку, не викликає карієсу, вироби з ним можуть споживатись хворими на цукровий діабет, оскільки зумовлюють лише незначне підвищення рівня цукру та інсуліну в крові. Енергетична цінність ізомальту становить всього 2,4 ккал/г. Він запобігає злипанню карамелі і тому її можна випускати без загортання.

Запропонована без цукру карамель на основі розгалужених мальтодекстринів (0,5-75 %), які мають 15-35 % глюкозидних зв'язків 1-6 і містять менше 13,5-20 % редуруючих речовин у поєднанні з багатоатомним спиртом (13,5 %) із групи, що включає еритрин, маніт, ізомальт, лактит і мальтит. Всі або частина мальтодекстринів є гідрогенізованими. Додатково до складу виробів включають жир і желатин.

Розроблена технологія отримання карамелі льодяникової методом випресовування. Завдяки встановленню закономірностей структуроутворення карамелі м'якої і жувальної, можна регулювати її аморфну або аморфно-кристалічну структуру.

Розроблено покриття карамелі, яке включає шар цукрового сиропу. На другому етапі карамель завантажують в етиловий спирт, а на третьому - покривають сумішшю гліцерину і сорбіту, які взяті у співвідношенні 1:1-1:1,5. Така карамель більш стійка під час зберігання.

Карамель з модифікованою поверхнею готують за допомогою поверхнево-активного засобу, вибраного із моно- і дигліцериду

високомолекулярних жирних кислот, ефірів, отриманих з використанням цих гліцеридів.

З метою підвищення стійкості утримання карамеллю запаху свіжої м'яти і стабільності забарвлення спиртовий розчин ментолу і водний розчин барвника вводять послідовно в охолоджену до 85-95°C карамельну масу і щоразу ведуть механічне її перемішування протягом 5-10 хв.

Запропонований спосіб отримання м'якої карамелі, для чого змішують і виварюють солодкі речовини, пластифікатор, емульгатор і структуроутворювач. Останніми служить суміш розчинної солі багатоосновної кислоти і препарату, який отримують шляхом послідовного екстрагування біомаси мікроміцету *Saprolegnia parasitica*.

Карамель "м'яка" містить 48 % помадної маси, 8 % патоки і 5 % кокосової олії (у відношенні до карамельної маси).

Для отримання м'якої карамелі змішують фруктовো-ягідне пюре або сік з водою і патокою. Потім суміш нагрівають до 60- 70°C, послідовно вводять структуроутворювач із кислих поліцукридів і цукор. Суміш виварюють, додають до неї пластифікатор, емульгатор і консервант. Виварену масу витримують за 95- 105°C, охолоджують до 80°C, додають лимонну кислоту, охолоджують до 65-70°C, додають ароматизатор, а потім перемішують, формують і фасують.

Розроблений спосіб отримання карамельної маси на основі висушування сиропу із бурякового соку і патоки у співвідношенні 9:1 гарячим повітрям з температурою 120-125°C. Формування отриманого порошкоподібного напівфабрикату з вологістю 3- 3,5 % і дисперсністю 20-30 мкм здійснюють за температури 120-130°C.

Запропоновані варіанти виробництва м'якої карамельної маси, для якої використовують в якості структуроутворювача суміш кислих поліцукридів і основних білків або суміш кислих поліцукридів і розчинної харчової солі полівалентного металу. Структуроутворювачами також можуть

бути суміш розчинної харчової солі багатоосновної кислоти з основними білками, або з високоетерифікованим пектином.

М'яка карамель відноситься до дитячого асортименту, характеризується різною твердістю завдяки використанню відповідної сировини. Ці вироби відрізняються пониженим вмістом цукру і підвищеною харчовою цінністю. Під час створення нової технології важливим моментом є управління процесом кристалізації карамельної маси для збереження її пластичності на період формування. Це досягається внаслідок уварювання карамельної маси до масової частки сухих речовин 97-98,5 % і наступного її змішання з помадним наповнювачем у співвідношенні 1,3:1 протягом 4-5 хв. Наповнювачем буває суміш помадної маси з вмістом сухих речовин 89-93 %, патоки і кокосової олії у співвідношенні 11,5:2,5:1, температурою 70-750С. Потім масу охолоджують на барабанній машині до 35-400 °С і формують на ірисо-формульній машині з температурою 30-350 °С. На кристалізацію під час структуроутворення карамелі м'якої суттєво впливають добавки. Із збільшенням масової частки кокосової олії зростає пластичність маси і знижується її адгезія до формуючих елементів. Від вмісту патоки значною мірою залежить кінетика кристалізації, оскільки з її підвищенням зростає в'язкість маси, зменшується швидкість утворення і ріст кристалів цукрози.

Після 6 міс зберігання м'якої карамелі розмір кристалів цукрози зростає до 19 мкм, а частка її досягає 17 %. Карамель м'яка, яка містила 48 % помадної маси, 8 % патоки і 5 % кокосової олії (відносно карамельної маси) мала високі органолептичні показники і достатню формоуиримуючу здатність. У літній період тортову олію рекомендують замінювати кондитерським жиром, який має більш високу температуру застигання. Формування карамелі проводять з примусовим охолодженням карамельного джгута до 30-350С повітрям температурою 16-18 °С.

Карамель пориста з амфорною структурою насичена газом, що надає їй приємний присмак. За розробленою рецептурою можливе збільшення об'єму виробів в 1,5-2 рази порівняно з тягнутою карамеллю.

Пориста карамель порівняно швидко і ефективно засвоюється. З метою отримання кондитерських виробів з пористою структурою, політшеними механічними показниками і збільшеним строком придатності розроблена технологія виробництва карамелі, що являє собою застиглу скловидну піну. Карамель з такою структурою можна отримати шляхом спеціальної хімічної модифікації, розплаву карамельної маси та стадії формування. Початковий цукро-патоковий сироп виварюють до 1500 °С, отриману карамельну масу охолоджують до відповідної температури і піддають фізико-хімічній модифікації. Найбільш висока інтегральна оцінка якості (рівень відповідає категорії "відмінно" - понад 24 бали) у виробів з додаванням 2-5 % сухої суміші. Така карамель, відформована за 130 °С, була непрозорою, мала правильну форму, кремовий колір рівномірний об'єм, пористу, однорідну, тверду структуру, темний кисло-солодкий смак з переважанням вершкового присмаку, властивий для явно меланоїдинів ароматів.

Описана технологія виробництва пористої карамелі нового виду з аморфною структурою насиченої газом, що надає їй приємний присмак. Згідно неї можливе збільшення об'єму виробів у 1,5-2 рази порівняно з тягнутою карамеллю.

Даний спосіб виробництва збитих кристалізованих карамельних виробів, що не містить цукор. Він передбачає варку сиропу, що містить не менше 60 % гідрогенізованого дицукриду, з метою отримання утфелю. Збивання утфелю до його охолодження, перемішування маси, її формування, витримання до затвердження, примусова кристалізація у вологому середовищі для отримання кристалізованих карамельних виробів. Гідрогенізований дицукрид вибирається із групи, що включає мальтит, лактат, ізомальт та їх суміші.

1.2 Машинно-апаратурна схема виробництва карамелі

На аркуші зображено машинно-апаратурну схему виробництва карамелі з начинкою. На схемі виділено чотири стадії:

I – приготування сиропу;

II – приготування начинки;

III – охолодження карамельної маси і формування з неї виробів;

IV – обгартування карамелі і її упакування.

Процес виробництва карамелі з начинкою відбувається у наступній послідовності.

Цукор і сік подається в просіювач 17, де із сировини видаляємо, неорганічні, шкідливі домішки. Через дозатор 18, очищений цукор надходить в змішувач 19. В цей же змішувач з ємності 14, дозатором 15, подається вода, яка за своїми фізико-хімічними властивостями відповідає усім вимогам і нормам положення «Вода питна»

Патока зливається в металевий резервуар 1, де вона підігрівається за допомогою змішувача 2. Підігріта патока передається до резервуару 16, де її температура підвищується до 90 °С. Далі патоку за допомогою плунжерного насоса-дозатора передаємо у змішувач 19.

Із змішувача 19 одержана суміш нагнітається в змієподібну колону 20. Після уварювання суміші подається в збірник 22, через фільтр 21. Подальше уварювання суміші відбувається у вакуум-апараті 23 та вакуум-камері 24. Далі карамельна маса (150-155 °С) подається в приймальну ємність охолоджувальної машини 25.

В'язка маса подається до карамелеобкатуючої машини 27 з машини 26. В машині 26 відбувається перетягування карамельної маси, що забезпечує перемішування із фарбувальними та ароматизуючими добавками, які

попередньо було внесено на охолоджуючій машині 25. Також при перетягуванні карамельної маси забезпечуються її насичення бульбашками повітря, що змінює колір та органолептичні показники карамелі.

Наповнювачем вже підготовлена начинка нагнітається по гнучкому рукаві та трубі в середину карамельного батона, що формується у вигляді конуса на карамелеобкатуючій машині 27.

Від машини 27 карамельний батон із начинкою всередині направляється на калібрування до джуготовитягуючої машини 28. Відкалібрований карамельний джгут надходить до карамелеформуючої машини 29, де відбувається формування, розділення та нанесення малюнка на окремі вироби.

Відформована карамель, що з'єднана одна з одною лише тонкою перепонкою, має температуру 60-65 °С.

Подальше охолодження карамелі відбувається на відкритому конвеєрі 30 та закритій охолоджуючій шафі 31.

Охолодженні карамельні вироби (40-45 °С) потрапляють на розподільчий конвеєр 32, вздовж якого розташовано обгортуючі автомати 33.

Під розподільчим конвеєром розташовано стрічковий конвеєр 34, до якого потрапляють вже обгорнуті карамельні вироби. На вазі 35 відбувається зважування карамельних цукерок та їх пакування у картонні ящики 36, які запаковують на пакувальній машині 37.

Отже машина, що проектується займає вагоме місце в поточній лінії виробництва карамелі та забезпечує підвищення якості виробів, шляхом збільшення точності геометричних розмірів карамельного джгута.

Від безвідмовної та високопродуктивної роботи джуготовитягуючої машини 28 залежить ефективна робота всієї лінії з виробництва карамелі.

1.3 Обладнання для виготовлення карамелі

- Охолоджуюча машина К-5

Технічна характеристика	
Продуктивність, кг/год	630-850
Сумарна охолоджувальна поверхня, м ²	0,6
Потужність електродвигуна, кВт	1
Витрати охолоджуючої води, м ³ /год	1
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	2100
Ширина	1040
Висота	1780

- Перетягуюча машина УТМ-53

Технічна характеристика	
Продуктивність, кг/год	до 750
Число обертів планет арки, хв.-1	32-35
Максимальне навантаження, кг	до 30кг
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	1045
Ширина	800
Висота	960
Вага	400

- Карамелеобкаточна машина Б4-ШМП-1

Технічна характеристика	
Продуктивність, т/год	1,1
Частота обертання веретен, с-1	4,5
Діаметр карамельного батона біля основи, мм	200...350
Діаметр джгута на виході, мм	50...70
Потужність електродвигуна, кВт	1,1
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	2300
Ширина	800

Висота	1480
Вага машини,кг	500

- Джуготовитягуюча машина ТП-1

Технічна характеристика	
Продуктивність, кг/год	580-700
Діаметр джгута на виході, мм	50...65
Кількість пар калібрувальних валиків	3
Діаметр отворів пар валиків,мм:	
Приймальної	42
Середньої	28
Вихідної	16
Споживана потужність,кВт	0,5

- Карамелеформуєча машина Ш-3

Технічна характеристика	
Продуктивність,кг/год	580-830
Швидкість штампуєчи ланцюгів,м/хв.	44-64
Споживана потужність,кВт	1,7
Габаритні розміри,мм:	
Довжина	1250
Ширина	750
Висота	830

- Охолоджуючий конвеєр

Технічна характеристика	
Продуктивність, кг/год	600-1000
Ширина транспортної стрічки, мм	60-100
Довжина транспортеру, м	8
Швидкість руху стрічки, м/хв.	50-70

- Охолоджуюча шафа АОК

Технічна характеристика

Продуктивність, т/год	800-1000
Ас охолодження, сек	105-120
Температура охолоджуючого повітря, С	0-3
Температура карамелі, С	
Початкова	65-70
Кінцева	25-30
Витрати повітря, м ³ /год	8500
Витрати холоду, ккал/год	18000-20000
Потужність, кВт	5,6
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	8000
Ширина	1300
Висота	1345

- Обгортуючий автомат ЗКЦА

Технічна характеристика

Продуктивність, шт./год	160
Розміри виробів, мм	
Довжина	38...40
Ширина	20
Висота	14...16
Встановлена потужність, кВт	1,22
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	2200
Ширина	1170
Висота	1780
Вага, кг	610

- Автоматична вага ГОМ-1

Технічна характеристика

Вантажопідйомність, кг	до18
Продуктивність, зважень за хв.	8 по 7,5кг
Місткість верхньої чаші, л	12
Похибка зважування 1-2 карамелі	
Потужність привода транспортера ,кВт	0,15
Габаритні розміри,мм:	
Довжина	1480
Ширина	900
Висота	2070

- Пакувальна машина

Технічні характеристики

Продуктивність,ящиків за год	400
Споживана потужність, кВт	0,6
Габаритні розміри,мм:	
Довжина	4000
Ширина	1500
Висота	1800

2 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Патентний пошук

2.1.1 Джгутовитягувальна машина SU 1296096

На листі представлений пристрій для формування та калібрування карамельного джгута (рис.1), винахід SU 1296096. Винахід належить до кондитерської промисловості, а саме до приладів для отримання джгутів із високов'язких, склоподібних мас. Метою винаходу є покращення якості продукції шляхом підвищення точності калібрування карамельного джгута.

В пристрій вертикально обточена машина 1 та джгутовитягувач 5 розміщені на одній осі із можливістю регулювання віддалі між ними, а конічні валки 2 створюють конічну воронку, що обертається, в якій концентрується карамельна маса.

Привід валків здійснюється від електродигуна 7 через редуктор 8, зубчасту передачу 9, одним із коліс якої є вінець 10, закріплений на обоймі 11. Обойма 11 містить опори 12 конічних валків 2 та опирається на набір кульок 13, що знаходяться у нерухомій опорі 14. Обкаточна машина 1 встановлена з можливістю регулювання висоти розміщення за допомогою стійок 15.

Джгутовитягувач 5 знаходиться на рухомій станині 16, та містить декілька пар роликів 6, які утворюють калібри. Діаметр калібрів зменшується від входу до виходу із пристрою.

Ролики 6 двох сусідніх калібрів розміщені так, щоб площини їх торців були перпендикулярні один до іншого. Труба 17 з'єднана з баком 18. За допомогою труби 17 начинка із бака 18 надходить до карамельного батону.

2.1.2 Джгутовитягувальна машина SU 1169591

На рис.2 представлена кінематична схема пристрою для калібрування карамельного джгута. Пристрій містить декілька пар роликів ,які встановлені з можливістю регулювання віддалі між калібрами.

На шлицьовому валу 1 встановлені рухомі конічні шестерні 2 і 3. Конічні шестерні передають крутний момент на ролики 5, які утворюють замкнуті калібри. Привід роликів, які утворюють калібри I і III здійснюється від конічних шестерень 2 і 3 через зубчасту передачу 4, а привід калібрів III і IV здійснюється від конічних шестерень 3 через ланцюгову передачу 6 і зубчасту 7. Кожен калібр зі своїм приводом має можливість переміщуватись по шлицьовому валу. Таке переміщення, з подальшою фіксацією відносно шлицьового валу, дає можливість змінювати віддаль між калібрами.

2.1.3 Джгутовитягувальна машина АС 919650

На рис 3 схематично зображено пристрій калібрування карамельного джгута.

Пристрій працює наступним чином. Некалібрований карамельний джгут великого діаметру потрапляє в пристрій переріз А, захоплюється роликами 3 та транспортерами 1 на вході і продовжує стискатись робочими поверхнями стрічок які транспортують його до виходу. На виході ролики 4 надають карамельному джгуту необхідні розміри.

Простір між двома сусідніми калібруючими ми роликами за допомогою калібруючи стрічок перетворюється із зони витягування джгута в зону вальцювання 2 в одному калібрувальному пристрої без збільшення його габаритів по відношенню до аналогів дозволяє більш ефективно зменшувати діаметр карамельного джгута до розмірів які необхідні для формовочних машин. А також зводить до мінімуму ділянки витягування карамельного джгута, що підвищує точність його калібрування.

Розміщення роликів попарно на вході та виході з вальцевої зони 2 при точному розрахунку частоти обертання роликів дозволяє зменшити тиск в зоні вальцювання між стрічками та збільшити швидкість вальцювання, тобто продуктивність ділянки формування карамельних виробів.

2.1.4 Висновки до підрозділу

Отже розглянуті винаходи спрямовані на підвищення точності калібрування карамельного джгута, що добре впливає на подальше оброблення.

При високій точності готової продукції за масою та розмірами, з'являється передумови для збільшення продуктивності обгортувальних пристроїв та зменшення їх кількості.

Із збільшенням продуктивності джгутовитягувальних машин та встановлення відповідного карамелеформуєчого пристрою дозволяє також без розширення виробничих площ збільшити продуктивність праці на ділянці формування, тобто підвищити ефективність роботи всієї лінії по виробництву карамелі.

Пристрої для калібрування карамельного джгута схожі між собою за конструкцією та спрямовані на покращення роботи шляхом регулювання віддалі між калібруючими роликками. А пристрій АС 919650 (рис.3) передбачає застосування нескінченної стрічки для покращення процесу калібрування.

2.2 Передумови модернізації джгутовитягуючої машини

Після проведення патентного пошуку та детальнішого вивчення будови та принципу дії джгутовитягуючої машини можна зробити висновок, що найкращим будуть ті кроки модернізації, які будуть спрямовані на підвищення якості та точності калібрування карамельного джгута, що дасть змогу покращити продуктивність всієї лінії, за рахунок підвищення продуктивності роботи на ділянці обгартування. Де проявляється «вузьке місце» у поточній лінії з виробництва карамелі. Саме від точності геометричних розмірів карамельних виробів залежить продуктивність обгортуючих автоматів.

При збільшенні кількості пар калібрувальних валиків з трьох до чотирьох, отримаємо поліпшення карамельного джгута. Із збільшенням

кількості зон калібрування, через які має проходити карамельний джгут, ми зменшимо величину різниці діаметрів джгута(до калібрування і після калібрування на кожній,окремо взятій парі роликів). Також із збільшенням площі зачеплення робочих органів машини та карамельного джгута, з'являється передумови для збільшення швидкості руху джгута, тобто підвищення продуктивності.

Для реалізації запропонованої ідеї необхідно внести зміни до кінематичної схеми машини-прототипу. А саме, модернізувати підтримуючий ролик 10 (ДПМАХВ 19.02.00.00.000 К3), додавши ще один ролик з відповідним елементом приводу, для забезпечення обертання створеної пари у протилежні сторони з необхідною швидкістю.

Для зручності керування та покращення візуального спостереження за роботою джгутовитягуючої машини розміщуємо пульт управління у доступному місці.

У спеціально виконаній коробці, розташованою над машиною, у місці віддаленому від рухомих органів з метою запобігання травматизму та покращення умов техніки безпеки.

2.3. Характеристика машини

Джгутовитягуюча машина застосовується для витягування наповненого або ненаповненого джгута м'якої та твердої карамелі. Машина працює за безперервним принципом дії та включає наступні операції:

- а) приймання карамельного джгута від обкатууючої машини;
- б) калібрування джгута;
- в) передача джгута до карамелеформууючої машини.

Джгутовитягуюча машина з вертикальним розміщенням роликів калібрує та витягує джгут, який надходить від обкатууючої машини.

Основними робочими органами машини є чотири пари калібруючих роликів 9, які розміщено на передній стінці коробки. На ділянках між роликами встановлено направляючі пластини 10. До боковини 3 прикріплено

приймальне деко 5, до якого надходить карамельна маса від обкатуючої машини.

Витягування та калібрування карамельного джгута забезпечується різницею перепусних отворів та різними швидкостями обертання пари формовочних валиків. (рис.2.1).

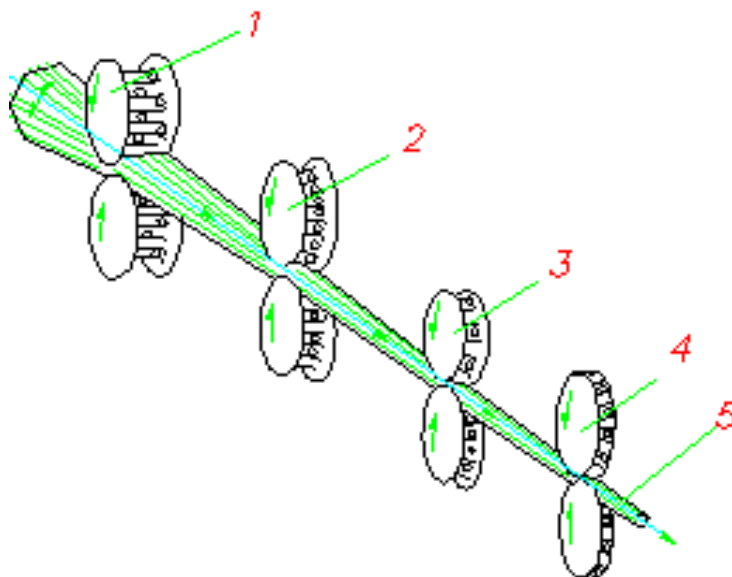


Рис. 2.1 – Схема калібрування карамельного джгута

Відформований карамельний джгут підводиться до формуючої машини через вихідний лоток 7, який за допомогою ручки 8 має можливість складуватись, що зменшує габарити машини при транспортуванні. Ручкою 4 відбувається регулювання отворів між калібруючими роликками, за допомогою ексцентрика. Отже, лише одним комплектом формовочних роликків обробляється велика ділянка формату. З метою забезпечення безпечних умов експлуатації, рухомі робочі органи закриті прозорим кожухом 12. Підключається машина до електромережі у коробі 15.

Обертаючий момент від електродвигуна до калібруючих валиків передається через клинопасову передачу, ланцюговий варіатор, ланцюгову передачу та редуктор.

Регулювання швидкості обертання робочих органів машини, здійснюється за допомогою ланцюгового варіатора. Колова швидкість роликів (IV) налагоджується таким чином, щоб вона співпала із швидкістю руху ланцюга в штампуючій машині.

1. Пара калібруючих валиків - I
2. Пара калібруючих валиків - I I
3. Пара калібруючих валиків – I I I
4. Пара калібруючих валиків – IV
5. Карамельний джгут.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок потужності машини

$$P = Fv\rho_{cp}, \quad (3.1)$$

де v – швидкість руху джгута; $v=0.5$ м/с;

F - площа поперечного січення карамельного джгута, м²; $F=0,785 d^2$;

$d=0,016$ м – зовнішній діаметр джгута, що виходить з машини,

$$F = 0.785 \cdot 0.016^2 = 2.54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

ρ_{cp} - середня густина джгута, кг/м³.

$$\rho_{cp} = \frac{y+1}{y/\rho_H + y/\rho_k}, \quad (3.2)$$

де $y = m_H / m_k = 0.502$ [1,с.72] – співвідношення кількості начинки та карамельної маси в одному виробі;

$\rho_H = 1375$ кг/м³ [1,с74] – густина начинки;

$\rho_k = 1475$ кг/м³ [1,с74] – густина карамельної маси;

$$\rho_{cp} = \frac{0.502+1}{0.502/1375+1/1475} = 1440 \text{ кг/м}^3$$

Тоді:

$$P = 2,54 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 1440 = 0,183 \text{ кг/с} = 11 \text{ кг/хв} = 660 \text{ кг/год}.$$

3.2. Енергетичний розрахунок

3.2.1. Розрахунок потужності, яка витрачається на калібрування

Розпірне зусилля

$$T = \frac{2\eta Av R_1 \pi}{f \sigma} \left[\frac{4R_1}{3} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \right) - \left(\frac{R_1}{R_0} \right)^* \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^4 + 1 \right] - 2 \right], \quad (3.3)$$

де $\eta = 3 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot \text{с}$ [2., с.125] – в'язкість маси;

$\nu = 0.5 \text{ м/с}$ [3, с.140] - колова швидкість валка;

R_1 – радіус контуру нейтрального перерізу джгута, м;

$$R_1 = R_H R_0 \left(\frac{2}{R_0^4 + R^4} \right)^{1/4} \quad (3.4)$$

де $R_H = 0.056/2 = 0.028 \text{ м}$ – початковий радіус джгута;

$R_0 = 0.046/2 = 0.023 \text{ м}$ - радіус калібруючого отвору;

$R = (R_H + R_0)/2 = (0.028 + 0.023)/2 = 0.0255 \text{ м}$ - середнє значення радіуса,

$$R_1 = 0.028 \cdot 0.023 \left(\frac{2}{0.023^4 + 0.0255^4} \right)^{1/4} = 0.027 \text{ м}$$

$f = 0.3$ [4, с.45] - коефіцієнт тертя поверхні ролика по джгуту;

$A = 1.6(1 - R_0/R) = 1.6(0.023/0.0255) = 0.157$ - коефіцієнт

$\sigma = \omega^2 R b$ – параметр, де $\omega = \nu/Rb$

Rb - радіус валка, $\omega = 0.5/0.0675 = 7.4 \text{ с}^{-1}$

Тоді $\sigma = 7.4^2 \cdot 0.0675 = 3.7$.

Маємо

$$T = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 0.157 \cdot 0.5 \cdot 0.027 \cdot 3.14}{0.3 \cdot 3.7} \cdot \left[\frac{4 \cdot 0.027}{3} \left(\frac{1}{0.0255} + \frac{1}{0.023} \right) - \left(\frac{0.027}{0.023} \right)^4 \cdot \left[\left(\frac{0.023}{0.0255} \right)^4 + 1 \right] - 2 \right] = -783 \text{ Н}$$

Розпірне зусилля для карамелі з начинкою

$$T' = T \xi \quad (3.5)$$

де $\xi = 2\delta/R - (\delta/R)^2$ - коефіцієнт,

$\delta = 0.0006 \text{ м}$ - товщина стінки джгута,

$\xi = 2 \cdot 0.0006/0.0255 - (0.0006/0.0255)^2 = 0.42$

Тоді

$$T' = -783 \cdot 0.42 = -329 \text{ Н}$$

Момент на валу одного ролика

$$M = |T'| D f, \quad (3.6)$$

де $D = 0,135 \text{ м}$ – діаметр ролика

$$M = |329| 0.135 \cdot 0.3 = 13.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність, яка витрачається на формування карамельного джгута

$$P = k M \omega, \quad (3.7)$$

де $k = 8$ - кількість формуючих роликів;

$\omega = 7.4 \text{ с}^{-1}$ - частота обертання роликів;

$$P = 13.3 \cdot 8 \cdot 7.4 = 790 \text{ Вт} = 0,79 \text{ кВт.}$$

3.2.2. Потужність електродвигуна приводу

Загальний коефіцієнт корисної дії приводу

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4^8 \eta_5^9 \quad (3.8)$$

де $\eta_1 = 0,95$ (5, табл. 6.3, с. 122) – коефіцієнт корисної дії клинопасовою передачі;

$\eta_2 = 0,9$ (5, табл. 6.3, с. 122) – коефіцієнт корисної дії ланцюгового варіатора;

$\eta_3 = 0,9$ (5, табл. 6.3, с. 122) – коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі;

$\eta_4 = 0,94$ (5, табл. 6.3, с. 122) – коефіцієнт корисної дії зубчатої передачі;

$\eta_5 = 0,99$ (5, табл. 6.3, с. 122) – коефіцієнт корисної дії пари підшипників кочення,

$$\eta_{заг} = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,94^8 \cdot 0,99^9 = 0,43$$

Розрахункова потужність електродвигуна

$$P_{el}^p = \frac{P}{\eta_{заг}} = \frac{0,79}{0,43} = 1,84 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

Вибір електродвигуна приводу.

Взято двигун АО 2-31-4 (5, табл. 6.1, с. 118); $n_{ел.} = 1470 \text{ хв}^{-1}$, Рел = 2,2 кВт

3.3. Механічний розрахунок

3.3.1. Розрахунок клинопасової передачі.

Розрахуємо відкриту клинопасову передачу від асинхронного двигуна потужністю Рел = 2,2 кВт, частотою обертання $n_1 = 1470 \text{ хв} \dots$ до ланцюгового варіатора. Передаточне відношення $u_1 = 1,55$.

Вибрано пас січення А (5, рис. 7.5, с. 92)

$d_1 = 90 \text{ мм}$ (5, табл. 7.3, с. 105) – діаметр ведучого шківів;

$T_0 = 8 \text{ мм}$ (5, табл. 7.1, с. 102) – товщина паса;

$A_1 = 81 \text{ мм}^2$ (5, табл. 7.1, с. 102) – площа перерізу паса.

Діаметр веденого шківів

$$d_2^p = d_1 \cdot u_1 = 90 \cdot 1,55 = 139,5 \text{ мм} \quad (3.10)$$

Прийнято $d_2 = 140 \text{ мм}$ (5, табл. 7.3, с. 105)

Уточнене передаточне відношення

$$\Delta U = \frac{U_\phi - U_1}{U_\phi} \cdot 100\% \quad (3.11)$$

де U_ϕ - фактичне значення передаточного числа клинопасової передачі,

$$U_{\phi} = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)}, \quad (3.12)$$

де $\xi = 0,02$ (6, с. 90) – коефіцієнт проковзування у клинопасовій передачі

$$U_{\phi} = \frac{140}{90(1-0.02)} = 1.587$$

тоді

$$\Delta U = \frac{1.587 - 1.55}{1.587} \cdot 100\% = 2.3\%$$

Що є в межах умов розрахунку

Остаточню прийнято $d_1 = 90$ мм. $d_2 = 140$ мм (5, табл. 7.3, с. 105)

Міжосьова віддаль

$$a = (0.8...2)(d_1 + d_2) \quad (3.13)$$

$$a = (0,8...2) (90+140) = 184...460 \text{ мм}$$

Прийнято $a = 300$ мм.

Розрахунок довжини паса

$$L^p = 2a + 0.5\pi(d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / u_a \quad (3.14)$$

обраховано $L^p = 2 \cdot 300 + 0.5 \cdot 3.14(90 + 140) + (140 - 90)^2 / 300 = 963.2$

Прийнято $L^p = 1000$ мм [5, табл. 7, 1, с. 102]

Уточнене значення міжосьової відстані

$$a = 0.25[(L^m - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 8y}], \quad (3.15)$$

де $\omega = 0,5 \cdot \pi(90 + 140) = 361$ мм;

$$y = 0,25(d_2 - d_1) = 0,25(140 - 90) = 625 \text{ мм},$$

тоді $a = 0.25[(1000 - 361) + \sqrt{(1000 - 361)^2 - 8 \cdot 625}] = 318 \text{ мм}$

Кут охоплення меншого шківів

$$\alpha = 180^\circ - 57,3(140 - 90)/318 = 171^\circ$$

Умова $\alpha > \alpha_{\min}$ виконується.

Число пробігу пасу по шківів

$$v = v/L, \quad (3.16)$$

де v – швидкість пасу, м/с.

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 90 \cdot 1470}{60 \cdot 1000} = 6.92 \text{ м/с},$$

тоді $v = 6.92/1 = 6.92 \text{ с}^{-1}$.

Умова $v < [v]$ виконується, $6,92 < 10$

Допустиме корисне напруження

$$[K] = K_0 C_0 C_\alpha C_v C_p, \quad (3.17)$$

де $K_0 = 1,5 \text{ Н/мм}^2$ [7, табл. 8.17, с. 195] – початкове корисне напруження;

$C_0 = 1,0$ (7, табл. 8.9, с. 191) – коефіцієнт, що враховує спосіб натягу пасу і нахил лінії осі обертання;

$C_\alpha = 0,98$ (7, табл. 8.10, с. 192) – коефіцієнт кута охоплення, що враховує зменшення тягової здатності передачі із зменшенням кута;

$C_v = 1,04$ (7, табл. 8.11, с. 192) – швидкісний коефіцієнт, який враховує вплив відцентрових сил на зчеплення пасу з шківівом;

$C_p = 1,0$ (7, табл. 8.12, с. 192) – коефіцієнт, який залежить від режиму роботи та виду навантаження.

$$[K] = 1.5 \cdot 1.0 \cdot 0.98 \cdot 1.04 \cdot 1.0 = 1.53 \text{ МПа}$$

Кількість пасів

$$Z = \frac{F_t}{[K]A_1}, \quad (3.18)$$

де F_t – колове зусилля, Н,

$$F_t = \frac{1000P_{en}}{v} = \frac{1000 \cdot 2.2}{6.92} = 318 \text{ Н},$$

тоді
$$Z = \frac{318}{1.53 \cdot 81} = 2.57$$

Прийнято, $Z = 3$

Проектування веденого шківa

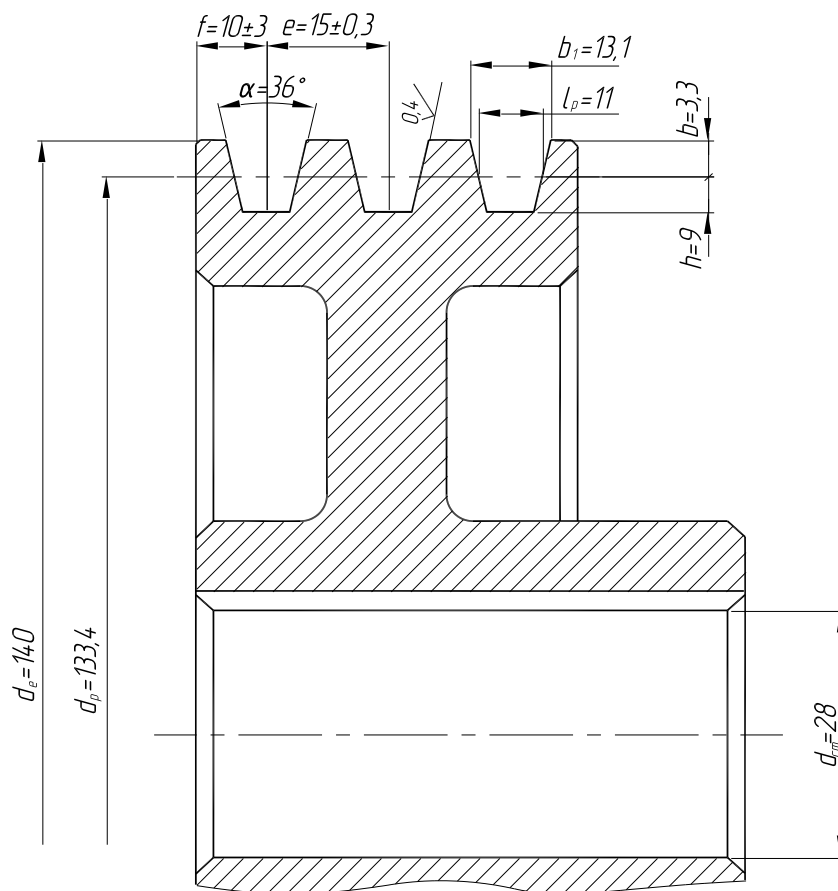


Рис.3.1 Ескіз веденого шківa

Прийнято, шків з диском (9, табл. 2.23, с. 31) т.к. $d_2=d_e=140$ мм;
 $d_{em}=28$ мм.

Розрахунковий діаметр $d_p = d_e - 2b$, де $b, l_p, h, e, f, r, \alpha$ взято (10, табл. 4.10, с. 87)

$$d_p = 140 - 6.6 = 133.4 \text{ мм.}$$

3.4 Розрахунок кінематичної схеми

3.4.1 Опис кінематичної схеми

На листі (ДПМАХВ 23.07.00.00.000 С3) зображено кінематичну схему джгутовитягуючої машини .

Від електродвигуна 1 крутний момент передається на клинопасову передачу зі шівами 2 та 3. Далі крутний момент передається через ланцюговий варіатор 4 який служить для плавного пуску та регулювання швидкості обертання робочих органів машини у певному діапазоні даючи можливість регулювання продуктивності машини. Діапазон варіація якого становить: $i=4$. Обертовий момент на виході із ланцюгового варіатора передається на вал I через ланцюгову передачу (яка складається із зірочок 5 і 7 і натяжної 6).

Крутний момент із валу I на вал II передається зірочками 8 і 9. На вал III – зірочками 10 та 11.

З валу III на вал IV , зірочками 12 та 15. На валах I V та III закріплені вали 14 та 16, які утворюють першу пару формовочних валків.

На валу V встановлено зубчасте колесо 17 за допомогою якого обертовий момент з валу III та жорстко закріпленому на ньому зубчастому колесі 13, передається на колесо 18, що з'єднане з валом VII.

Далі з валу VII через зубчасту передачу, що утворюється зубчастими колесами 15 та 18, на вал VI, на якому встановлено валик 22.

З шестерні 23 через додаткове колесо 24 на зубчасте колесо 25, яке жорстко закріплене на валу X. З валу X через зубчасту пару 26 та 29 на вал IX на кінці якого консольно закріплений валик 30. З шестерні 27 через

додаткове колесо 31 на зубчасте колесо 32. З колеса 33 на колесо 35, що жорстко з'єднано з валом XII де закріплений валик 36. На валах XII та XIII встановлено валики 36 та 34, які утворюють першу пару формовочних валиків.

Вали IV, VI, IX, та XII закріплені у корпусі з ексцентриситетом, що дає можливість регулювання віддалі між валиками які розташовані в одній парі.

3.4.2 Розрахунок частоти обертання формовочних валків

Оптимальна частота обертання на виході ланцюгового варіатора має значення $n_{\min} = 500 \text{ хв}^{-1}$.

Розрахунок проводимо за найменшим значеннями:

На третьому валу:

$$n_{III} = n_{14} = n_{\min} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_6}{z_7} \cdot \frac{z_8}{z_9} \cdot \frac{z_{10}}{z_{11}} = 500 \cdot \frac{18}{14} \cdot \frac{14}{42} \cdot \frac{30}{60} = 53,57 \text{ хв}^{-1}$$

На четвертому валу:

$$n_{IV} = n_{16} = n_{III} \cdot \frac{z_{12}}{z_{15}} = 53,57 \cdot \frac{25}{25} = 53,57 \text{ хв}^{-1}$$

На шостому валу:

$$n_{IV} = n_{22} = n_{VII} \cdot \frac{z_{19}}{z_{15}} = 28,46 \cdot \frac{25}{25} = 28,46 \text{ хв}^{-1}$$

На сьомому валу:

$$n_{VII} = n_{20} = n_{III} \cdot \frac{z_{13}}{z_{17}} \cdot \frac{z_{17}}{z_{18}} = 53,57 \cdot \frac{34}{31} \cdot \frac{31}{64} = 28,46 \text{ хв}^{-1}$$

На десятому валу:

$$n_X = n_{28} = n_{VII} \cdot \frac{z_{23}}{z_{24}} \cdot \frac{z_{24}}{z_{25}} = 28,46 \cdot \frac{32}{52} \cdot \frac{52}{64} = 14,23 \text{ хв}^{-1}$$

На дев'ятому валу:

$$n_{IX} = n_{30} = n_X \cdot \frac{z_{26}}{z_{29}} = 14,23 \cdot \frac{19}{19} = 14,23 \text{ хв}^{-1}$$

На тринадцятому валу:

$$n_{XIII} = n_{34} = n_X \cdot \frac{z_{27}}{z_{31}} \cdot \frac{z_{31}}{z_{32}} = 14,23 \cdot \frac{25}{48} \cdot \frac{48}{39} = 9,21 \text{ хв}^{-1}$$

На дванадцятому валу:

$$n_{XII} = n_{36} = n_{XIII} \cdot \frac{z_{33}}{z_{35}} = 9,21 \cdot \frac{15}{15} = 9,21 \text{ хв}^{-1}$$

3.4.3 Розрахунок швидкості формування

Швидкість обертання

$$V = \frac{\pi d n}{1000} \quad (3.19)$$

Розрахунок за оптимальним значеннями:

$$V_{16} = V_{14} = \frac{\pi d_{14} n_{14}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 53,57}{1000} = 22,7 \text{ м / хв}$$

$$V_{20} = V_{22} = \frac{\pi d_{22} n_{22}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 28,46}{1000} = 11,6 \text{ м / хв}$$

$$V_{30} = V_{28} = \frac{\pi d_{28} n_{28}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 14,23}{1000} = 5,63 \text{ м / хв}$$

$$V_{36} = V_{34} = \frac{\pi d_{34} n_{34}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 118 \cdot 9,12}{1000} = 3,38 \text{ м / хв}$$

3.5 Розрахунок вала

Базуючись на розрахунках кінематичної схеми яка зображена на листі (ДП ОХВ 15.02.00.00.000 С3) частота обертання вала IV та валика 16 становить $n_{IV} = n_{16} = 53,57 \text{ хв}^{-1}$

3.5.1 Потужність на валу (валах)

На валу I:

$$P_1 = P_{el}^{розр} = 2 \text{ кВт}$$

На валу II

$$P_2 = P_1 \eta_1 \quad (3.20)$$

де $\eta_1 = 0,95$ - к.к.д зубчастої передачі [5, табл..6.3, с.122]

$$P_2 = 2 \cdot 0,95 = 1,9 \text{ кВт}$$

На валу III

$$P_3 = P_2 \eta_2, \quad (3.21)$$

де $\eta_2 = 0,95$ - к.к.д зубчастої передачі [5, табл..6.3, с.122]

$$P_3 = 1,9 \cdot 0,95 = 1,71 \text{ кВт}$$

$$P_4 = P_3 = P_4 \eta_3, \quad (3.22)$$

де $\eta_3 = 0,95$ - к.к.д зубчастої передачі [5, табл..6.3, с.122]

$$P_4 = 1,71 \cdot 0,95 = 1,54 \text{ кВт}$$

На валу IV

$$P_{II} = P_5 = P_4 \eta_4 \quad (3.23)$$

де $\eta_4 = 0,95$ - к.к.д зубчастої передачі [5, табл.6.3, с.122]

$$P_5 = 1,54 \cdot 0,95 = 1,45 \text{кВт}$$

$$P_{III} = P_5 \cdot \eta_4 = 1,45 \cdot 0,95 = 1,36 \text{кВт}$$

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_4 = 1,36 \cdot 0,94 = 1,28 \text{кВт}$$

3.5.2 Крутні моменти на валу

$$T_{\kappa} = 9550 \frac{P_{IV}}{n_{\min}} = 9550 \frac{1,28}{53,57} = 228,2 \text{Н} \cdot \text{м} \quad (3.24)$$

3.5.3 Колова сила

$$F_t = \frac{2 \cdot T_{\kappa \min}}{d} = \frac{2 \cdot 228,2 \cdot 10^3}{15} = 3042,7 \text{Н} \quad (3.25)$$

де $d = mz = 6 \cdot 25 = 150 \text{мм}$

3.5.4 Радіальна сила

$$F_r = F_t \frac{\text{tg} \alpha}{\cos \beta} = 3042,7 \cdot \text{tg} 20^\circ = 1107,5 \text{Н} \quad (3.26)$$

де $\alpha = 20^\circ$ - кут зачеплення; $\beta = 0^\circ$ - кут нахилу зубів

3.5.5 Розрахунок опорних реакцій у вертикальній площині

$$\sum M_{AY}; F_{\text{розн}} \cdot l_1 - F_r(l_2 + l_3) + R_{by} \cdot l_2 = 0$$

$$R_{by} = \frac{F_{\text{розн}} \cdot l_1 + F_r(l_2 + l_3)}{l_2} = \frac{185 \cdot 0,027 + 1107,5(0,137)}{0,087} = 1686,6 \text{Н}$$

$$\sum M_{BY} ; -F_r \cdot l_3 + F_{\delta i \dot{c} i} (l_1 + l_2) - R_{AY} \cdot l_2 = 0$$

$$R_{ay} = \frac{-F_r \cdot l_3 + F_r (l_1 + l_2)}{l_2} = \frac{-1107,5 \cdot 0,050 + 185(0,114)}{0,87} = -394H$$

Перевірка: $\sum F_y = -F_{\delta i \dot{c} i} + R_{ay} + R_{by} - F_r = 0$

$$\sum F_y = -185 - 394 + 1686,6 - 1107,6 = 0$$

3.5.6 Розрахунок опорних реакцій в горизонтальній площині

$$\sum M_{AX} ; -R_{bx} \cdot l_2 + F_t (l_2 + l_3) = 0$$

$$R_{bx} = \frac{F_t (l_2 + l_3)}{l_2} = 4791,4H$$

$$\sum M_{BX} ; F_t \cdot l_3 - R_{AX} \cdot l_2 = 0$$

$$R_{ax} = \frac{F_t \cdot l_3}{l_2} = 1748,7H$$

Перевірка: $\sum F_x = R_{ax} + F_t - R_{bx} = 0$

$$\sum F_x = 1748,7 + 1107,5 - 4791,2 = 0$$

3.5.7 Розрахунок еквівалентних моментів

$$M_{екв} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + T^2} \quad (3.27)$$

$$M_{сум} = \sqrt{M_Y^2 + M_x^2} \quad (3.28)$$

$$M_{сум}^A = \sqrt{M_Y^2 + M_x^2} = \sqrt{0^2 + 5^2} = 5H \cdot m$$

$$M_{\text{сум}}^B = \sqrt{M_Y^2 + M_x^2} = \sqrt{55,4^2 + 152,1^2} = 162 \text{ H} \cdot \text{м}$$

Небезпечним є переріз в точці *B*

$$M_{\text{екв}}^A = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + T_{\text{кр}}^2} = \sqrt{5^2 + 228,2^2} = 228,2 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{екв}}^B = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + T_{\text{кр}}^2} = \sqrt{162^2 + 228,2^2} = 280 \text{ H} \cdot \text{м}$$

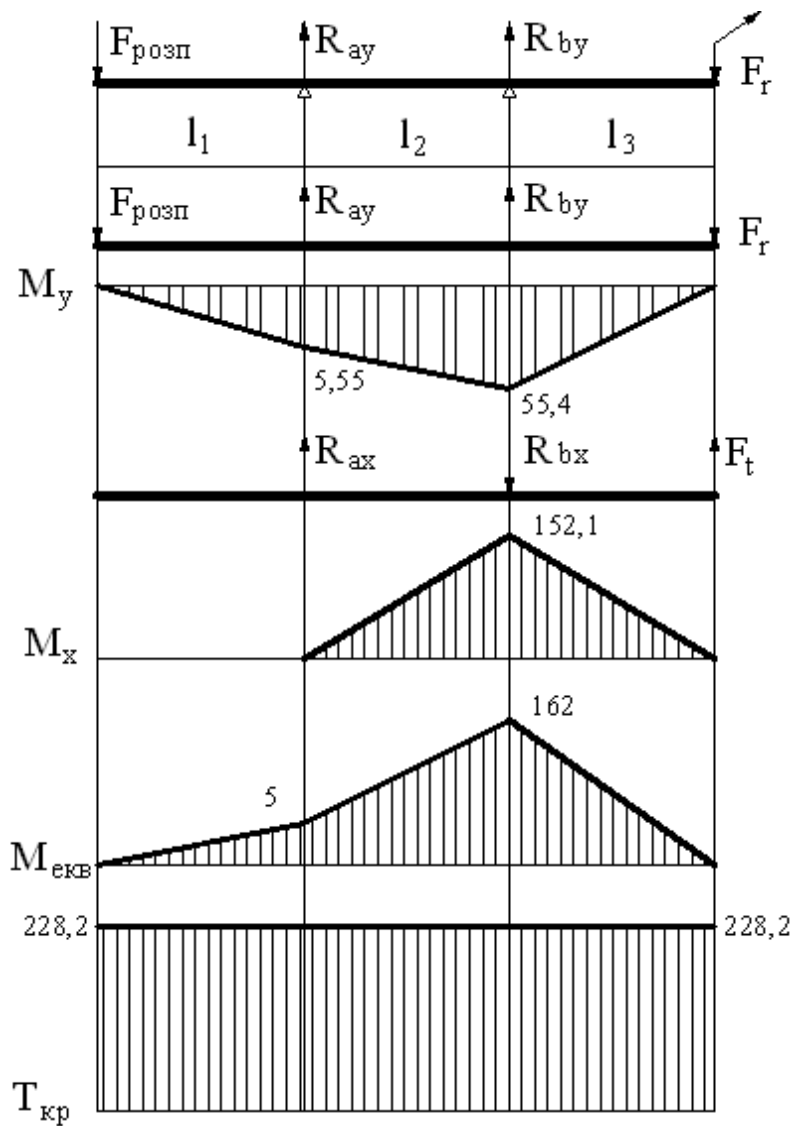


Рис. 3.2 Епюра крутних моментів

3.5.8 Визначення коефіцієнтів запасу міцності

Розрахунок запасу міцності проводиться для перерізі, в яких можлива концентрація напружень. Для схеми наведеної на рис.3.2 небезпечний переріз знаходиться під опорою В.

Діаметр в небезпечному січенні

$$d_g = 10^3 \sqrt[3]{\frac{T_k}{0,2[\tau_k]}}, \quad (3.29)$$

де $[\tau_g]=30\dots35$ МПа [9, табл. 13.8, с.283] – допустимі напруження для валу

$$d = 10^3 \sqrt[3]{\frac{228,2}{0,2 \cdot 35}} = 31,4 \text{ мм}$$

Приймаємо: $d = 32 \text{ мм}$

$$d_n = 1,1 \cdot d_g = 1,1 \cdot 32 = 35 \text{ мм}$$

$$d_g = d_n + 10 = 35 + 10 = 45 \text{ мм}$$

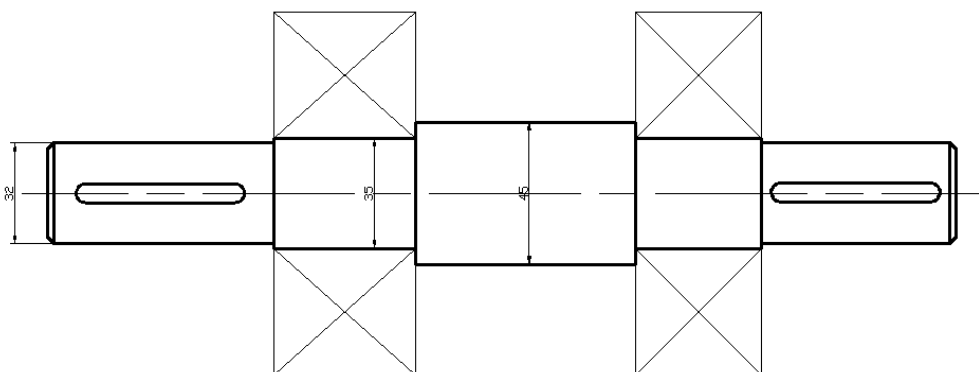


Рис.3.3 Ескіз вала

3.6. Техніко-технологічний розрахунок

Перевірочний розрахунок обладнання за продуктивністю

На схематичному зображенні плану карамельного цеху зображено ділянки:

- охолодження карамельної маси;
- формування карамельних виробів;

- охолодження карамельних виробів;
- обгартування карамелі;
- упакування карамелі

Позиція 2. Охолоджуюча машина К-5

Продуктивність $P = 630 - 850$ кг/год., що є в необхідних межах,
 $P^{розр} = 660$ кг/год.

Позиція 4. Тянульна машина УТМ – 53.

Продуктивність машини до 750 кг/год.

Позиція 5. Карамелеобкаточна машина Б4 – ШМП – 1.

Продуктивність, $P = 1100$ кг/год.

Позиція 6. Джгутовитягуюча машина.

Розрахункова продуктивність $P^{розр} = 660$ кг/год.

Позиція 7. Карамелеформуєча машина Ш - 3.

Продуктивність, $P = 580-830$, що є в необхідних межах.

Позиція 9. Охолоджуюча шафа АОК.

Продуктивність, $P = 800 - 1000$ кг/год., що задовольняє лінію, яка проектується.

Позиція 11. Обгортуючий автомат ЗКЦА.

Продуктивність штучна $P_{шт} = 160$ шт/хв. = 9600 шт/год.

Продуктивність масова $P = P_{шт} \cdot m_i = 9600 \cdot 0.014 = 137$ кг/год.

Необхідна кількість автоматів $N_{зкца} = P^{розр} / P = 660 / 137 = 4,8$ шт

Прийнято $N_{зкца} = 6$ шт.

Позиція 13. Автоматична вага ГОМ – 1.

Паспортна продуктивність, вісім зважень по 7,5 кг. За хвилину.

$P = 8 \cdot 7,5 \cdot 60 = 3600$ кг/год

Що є достатнім для роботи у запропонованій схемі.

Позиція 15. Пакувальна машина.

Продуктивність, 400 ящиків/год.

Проаналізувавши діапазон продуктивності існуючого обладнання по кожній машині, можемо зробити висновок, що модернізована джутовитягуюча машина 6 може працювати у даній технологічній лінії. Та забезпечувати продуктивність лінії у межах 650 – 660 кг/год., а загальна продуктивність становитиме 1950 – 1980 кг/год.

Після упакування карамельних виробів у картонні ящики, виготовлена продукція подається до складських приміщень для зберігання із подальшою реалізацією.

3.6.2. Проектування кондитерського підприємства

Кондитерські підприємства розміщуються в крупних промислових центрах та містах обласного значення, що обумовлює підвищенні вимоги до об'ємно-планувальних рішень при проектуванні.

Кондитерські фабрики можуть розташовуватися незалежно від житлових кварталів та впливати на формування міських магістралей, тому що є безпечними у санітарному відношенні промисловими підприємствами. В зв'язку з цим найекономічнішою є багатоповерхова забудова, яка не суперечить також і технологічним вимогам при проектуванні універсальних(асортиментних) кондитерських фабрик.

У складі універсальних кондитерських фабрик деякі виробничі цехи з технологічних міркувань доцільно розміщувати в ізольованих приміщеннях. Найбільш часто на практиці проектування застосовується розміщення виробничих цехів по поверхах, з розміщенням загальних складських приміщень на нижніх поверхах.

У теперішній час при проектуванні кондитерських підприємств найбільш поширеним об'ємно-планувальним рішенням для універсальних підприємств є багатоповерхова прямокутна в плані будова.

Багатоповерхові кондитерські фабрики повинні мати ширину не більше 24 метрів для забезпечення нормального природного освітлення в усіх приміщеннях фабрики. Для забезпечення міцності та жорсткості конструкції-

сітку колон виконують із розмірами 6*6 метрів. В усіх випадках при проектуванні кондитерських підприємств слід дотримуватись типових конструкторських схем, що дозволяє використовувати нормалізовані конструкторські елементи та типові деталі індустріального виготовлення.

В нашому випадку передбачено розміщення підвального поверху під усією будовою фабрики, що може застосовуватись під склади сировини та допоміжних матеріалів, а також для інших підсобно-допоміжних приміщень (бойлерна, компресорна, встановлення кондиціонерів, тощо)

На першому поверсі фабрики розміщені карамельний, ірисний та пастило-мармеладний цехи з загальним варочним відділом. Головний вхід запропоновано з торцевої сторони будівлі. Також на першому поверсі розміщено лабораторії, медичний пункт, буфет і кімната, для прийому їжі, жіночі та чоловічі роздягальні, душові.

На другому поверсі розміщені цех по виготовленню різноманітних сортів цукерок з варочним відділом, картонажний цех, приміщення для зберігання та підготовки мари.

3.7 Принцип влаштування та роботи електросхеми

Електрична схема управління джгутовитягуючої машини живиться від трьохфазної мережі з напругою 380 В., частотою 50 Гц.

За допомогою чотирьохдротового силового кабеля з перерізом 2.5 см² який обшитий захисним манжетом, для запобігання ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу.

Вмикання і вимикання напруги здійснюється за допомогою пакетного вимикача, який розташований на боковій стінці електрошафи. При цьому на дверці електрошафи тана пульта керування загоряється сигнальна лампа «МЕРЕЖА».

Електроустаткування машини складається з:

а. Електродвигуна – приводу машини.

б. Апаратури управління та захисту, що розташовано на панелі електрошафи.

в. Кнопок управління сигнальної лампи, які розташовані на пульті управління.

Перед початком роботи повинні бути увімкнені: пакетний вимикач QS та вимикач автоматичний QF.

Пуск та зупинка електродвигуна машини здійснюється кнопками SB2 та SB1. Аварійна зупинка двигуна здійснюється кнопкою SB1, яка виготовлена у вигляді червоного штовхача грипоподібної форми. Захист електродвигуна від короткого замикання та перевантаження здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF.

Запобіжники FV1 та FV2 здійснюють захист ланцюгів управління від короткого замикання. Ланцюги управління живляться від спеціального трансформатора, який підтримує напругу 36В з частотою 50 ГЦ.

4 ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МАШИНИ

4.1 Вимоги охорони праці до умов праці, на об'єкті (№2)

Умови праці працівників організацій повинні відповідати умовам діючих нормативних документів у сфері гігієни праці, затверджених в установленому порядку. В усіх організаціях створюються необхідні умови для виконання правил особистої гігієни персоналу (наявність мила, рушників, туалетного паперу і т.п.). Показники мікроклімату промислових приміщень та приміщень для відвідувачів повинні відповідати гігієнічним вимогам, пред'явленими до мікроклімату промислових приміщень.

Системи вентиляції і опалення підприємств і цехів, в тому числі які виготовляють кондитерські вироби з кремом, повинні відповідати вимогам СНіП 2.04.05-86, специфіці галузі і забезпечувати наявність допустимого рівня шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень відповідно до ГОСТ 12.01.005-88 та ОСТ Ш 29-85.

При використанні систем кондиціонування повітря параметри мікроклімату в промислових приміщеннях повинні відповідати оптимальним значенням санітарних норм. При наявності систем вентиляції з механічним або природнім спонуканням параметри повинні відповідати допустимим нормам.

Промислові, допоміжні та санітарно-побутові приміщення оснащуються припливно-витяжною механічною вентиляцією у відповідності до вимог діючих норм та правил.

В приміщеннях по оздобленню кондитерських виробів припливна система вентиляції виконується з протипиловим та бактерицидним фільтром, забезпечуючи підтримання чистого повітря в цьому приміщенні.

Отвори вентиляційних систем закриваються дрібною полімерною сіткою. Побутові приміщення (туалети, перед душові, кімнати гігієни

жінок) оснащуються автономними системами витяжної вентиляції, головним чином з природною стимуляцією.

В системах механічної припливної вентиляції рекомендовано передбачити очищення повітря, що подається ззовні та його підігрів в холодну пору року. Забір повітря для припливної вентиляції здійснюється в зоні найменшого забруднення на висоті не менше 2м від поверхні землі.

Приміщення завантажувальної, експедиції, вестибюлів рекомендовано оснастити тепловими завісами для запобігання потрапляння повітря ззовні в холодну пору року. Устаткування та ванни для миття, що є джерелами підвищених виділень вологи, тепла, газів, оснащуються локальними витяжними системами з витяжкою, головним чином, в зоні максимального забруднення.

Облаштування та організація викидів систем місцевої витяжної вентиляції не повинна впливати на погіршення умов проживання та перебування людей в житлових будинках, приміщеннях та будівлях іншого призначення.

Система витяжної вентиляції організацій, розміщених в будівлях іншого призначення, оснащується окремо від системи вентиляцій цих будівель. Шахти витяжної вентиляції виступають над гребенем покрівлі чи поверхнею пласкої покрівлі на висоту не менше 1м.

В організації забезпечується повітряно-тепловий баланс приміщень.

Підтримка припливного повітря припадає на найбільш чисті приміщення. Для зниження аеродинамічного супротиву руху повітря в вентиляційних системах повітроводи виконуються з мінімальною кількістю повторів. При використанні систем кондиціонування повітря параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях повинні відповідати оптимальним величинам санітарних норм.

Інтенсивність інфрачервоної радіації від теплового обладнання не повинна перевищувати 70 Вт/кв. м. Для запобігання несприятливого впливу інфрачервоного випромінювання на організм кухарів, кондитерів слід:

- використовувати секційно-модульне обладнання;
- максимально заповнювати посудом робочу поверхню плит;
- своєчасно вимикати секції електроплит або перемикачі на меншу потужність;
- на робочих місцях біля печей, плит, шаф для смаження та іншого обладнання, працюючого з підігрівом, використовувати повітряне душення;
- регламентувати внутрішні змінні режими праці та відпочинку працівників.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони промислових приміщень не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Для запобігання утворення та потрапляння в повітря промислових приміщень шкідливих речовин необхідно:

- суворо дотримуватись технологічних процесів приготування страв;
- при експлуатації газових плит забезпечувати повне згорання палива;
- операції пов'язані з просіюванням борошна, цукрової пудри та інших сипучих продуктів, виконувати на робочому місці, оснащеному місцевою витяжною вентиляцією;
- усі роботи проводити лише при ввімкненій припливно-витяжній чи місцевій витяжній вентиляції.

Промислові, допоміжні приміщення та приміщення для відвідувачів забезпечуються опаленням (водяним або іншими видами) у відповідності до санітарних вимог, пред'явлених до опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. В організаціях громадського харчування та кондитерських цехах краще передбачати системи водяного опалення. Пристрої-нагрівачі слід регулярно очищувати від пилуки та забруднення та не розміщувати поряд із охолоджувальним устаткуванням.

Природне та штучне освітлення в усіх промислових, складових, санітарно-побутових, та адміністративно-господарських приміщеннях

повинно відповідати вимогам, що пред'являються до природного та штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»). При цьому максимально використовується природне освітлення.

Світлові прорізи не повинні загроможуватись виробничим обладнанням, тарою, готовими виробами та напівфабрикатами як всередині, так і поза будівлею, забороняється також заміна засклення фанерою, картоном.

Склади, а також умивальні, душові, санвузли, гардеробні при наявності припливно-витяжної вентиляції можуть розміщуватись без природного освітлення.

Електроосвітлювальну арматуру в міру забруднення, але не рідше одного разу на місяць, необхідно очищати від пилу та кіптяви. Внутрішнє віконне та фонарне оскління, рами миють і протирають не рідше одного разу на тиждень. Із зовнішнього боку - не рідше двох разів на рік, а в теплу пору року - у міру забруднення.

Розбите скло у вікнах необхідно негайно замінювати. Встановлювати у вікнах складене скло забороняється.

Для загального освітлення виробничих приміщень слід застосовувати світильники, які мають захисну арматуру у вибухобезпечному виконанні.

В кондитерських цехах, де здійснюється приготування крему та виготовлення тортів та тістечок, при з'єднанні проекту передбачається північно-західна орієнтація, а також використання пристроїв для захисту від інсоляції (жалюзі, спеціальне скло та інші пристрої, що відбивають теплове випромінювання).

Для освітлення промислових приміщень та складів використовуються світильники у волого пилозахисному режимі. На робочих місцях не повинно створюватись тьмяне освітлення. Люмінесцентні світильники, розташовані в приміщеннях з устаткуванням, що обертається (універсальні приводи, кремозбивалки, тістоміси, дискові ножі), повинні мати лампи, встановлені протифазово.

Світильники загального освітлення розміщуються рівномірно по приміщенню. Світильники не розташовуються над плитами, технічним устаткуванням, столами для оздоблення. При необхідності робочі місця оснащуються додатковими джерелами освітлення. Показники освітлюваності для промислових приміщень повинні відповідати встановленим нормам.

Освітлювальні пристрої, арматура, засклені поверхні вікон та отворів утримуються в чистоті та очищуються по мірі забруднення.

Для огляду внутрішніх поверхонь апаратів та місткостей допускається використання переносних ламп напругою не вище 12 Вт. Електричні лампи повинні бути вміщені в захисні сітки.

У холодних складах та холодильних камерах слід застосовувати світильники, дозволені для використання при низьких температурах. Світильники повинні мати захисні плафони із металевою сіткою для охорони їх від пошкодження і попадання скла в сировину та готову продукцію. У разі зміни призначення виробничого приміщення, а також при переміщенні або зміні одного обладнання на інше, освітлювальні установки повинні бути відповідним чином переобладнані і пристосовані до нових умов без відхилень від норм освітленості.

Для фарбування стін, перегородок, конструкцій і обладнання повинна використовуватись фарба світлих кольорів з метою підвищення освітленості робочих місць. Наявність елекроламп та світильників реєструється в спеціальному журналі.

Рівень освітленості робочих місць, призначених для перевірки якості сировини, напівфабрикатів, оздоблень готових виробів, повинен контролюватися закладами держсаннагляду не рідше одного разу на квартал.

Для знезаражування повітря виробничих приміщень, поверхонь обладнання, тари, пакувальних матеріалів в оздоблювальних цехах, мийних цехового інвентарю та обладнання, відділеннях виготовлення кремів повинні бути встановлені бактерицидні лампи.

Установки УФ-опромінення повітря комплектуються із розрахунку 2 - 2,5 Вт на 1 куб. м (одна лампа БУВ-60 забезпечує опромінення приміщення об'ємом від 24 до 30 куб. м).

Знезаражування повітря та оброблюваних поверхонь досягається безперервним опромінюванням протягом 2 - 3-х годин з подальшими перервами на 1 годину. В сумі час опромінювання на добу повинен складати 6 - 8 годин.

При наявності у приміщенні робітників лампи повинні бути оснащені нижніми відбивачами і підвішені на рівні не менше 2 - 2,5 м від підлоги.

Можна використовувати неекрановані лампи, включаючи їх у відсутності робітників (в нічний час, у проміжках між змінами, під час спеціальних перерв).

При збільшенні кількості ламп на одній площі опромінення (із розрахунку 4 Вт на 1 куб. м) час опромінювання скорочується в 2 рази.

Бактерицидні лампи включаються за допомогою тих же приладів включення, що і освітлювальні люмінесцентні лампи. Спостереження за станом експлуатації освітлювальних установок повинно бути покладено на технічно підготовлених осіб.

Всі виробничі та допоміжні приміщення підприємств, за винятком холодних складів, трансформаторної підстанції, повинні опалюватися. Влаштування системи опалення повинно відповідати вимогам діючих нормативних документів. Всі нагрівальні прилади повинні бути доступні для очищення від пилу. Обладнання, сироповарильні котли, паропроводи, трубопроводи гарячої води та інші джерела значних виділень конвекційного та променевого тепла повинні мати теплоізоляцію, на поверхні якої температура не повинна перевищувати 45 град. °С. Обладнання, в процесі експлуатації якого виділяється волога, пил, повинно бути герметизоване або обладнане місцевими вентиляційними пристроями. Робочі місця коло печей повинні мати пристрої та пристосування для ефективного захисту від гарячих газів та пари, що виходять із гарячих печей (повітряна завіса, щити та інші).

Порядок експлуатації та догляду за вентиляційними пристроями повинен бути встановлений відповідно до спеціальних інструкцій, розроблених на підприємствах. Контроль за експлуатацією вентиляційних установок покладається на технічно підготовлених осіб.

Рівень шуму у виробничих приміщеннях повинен знаходитись в межах норм, встановлених "Санитарними нормами допустимих урвней шума на робочих местах" № 3223-85. Оптимальні еквівалентні рівні непостійного звуку не повинні перевищувати 70 дБА. При проектуванні, реконструкції та експлуатації виробничих приміщень, в яких розташовується обладнання, що генерує шум та вібрацію, повинні вживатись заходи щодо захисту працюючих від його шкідливого впливу:

- оснащення приміщень звукопоглинаючими матеріалами;
- встановлення електродвигунів на амортизатори з використання звукопоглинаючих кожухів, встановлення устаткування на вібропоглинаючі фундаменти;
- своєчасне усунення несправностей, що збільшує шум при роботі устаткування ;
- постійний контроль над кріпленням частин машин та механізмів, що рухаються, перевірка стану амортизаційних прокладок, змащування і т.д.;
- своєчасна профілактика та ремонт устаткування;
- експлуатація устаткування в режимах, вказаних в паспорті заводу-виробника;
- розміщення робочих місць, машин та механізмів таким чином, щоб вплив шуму на працівників був мінімальним;
- розміщення робочих місць офіціантів, барменів, буфетників в залах для обідів в найменш шумних місцях, віддалених від естради, акустичних систем;
- обмеження вихідної потужності музичного оформлення у приміщеннях для відвідувачів;

- організація місць короткочасного відпочинку працівників у приміщеннях, оснащених засобами звукоізоляції та звукопоглинання;
- облаштування в гарячих цехах підвісних стель на відстані 40 – 50 см від перекриття.

Загальна тривалість робочого часу (зміни) в організаціях встановлюється відповідно до діючого законодавства про працю.

Усі трудомісткі операції, пов'язані з підніманням та переміщенням тягарів, механізуються.

Вагітних, працюючих біля плит, кондитерських печей, шаф для смаження, слід переводити за висновком лікаря на роботу, не пов'язану з інтенсивною тепловою взаємодією та перенесенням вантажів вручну.

4.2 Надання першої допомоги при отруєнні чадним газом (№19)

Отруєння чадним газом (від просторічного «учадіти») — вкрай небезпечний стан людини, яке може спричинити за собою навіть летальний результат. Згідно зі статистикою, серед основних причин побутових нещасних випадків отруєння СО — одна з найпоширеніших.

Отруєння чадним газом може відбутися:

- під час пожежі;
- в умовах виробництва, на якому використовують для синтезу органічних речовин: ацетон, метиловий спирту, фенол та ін;
- у гаражах, тунелях, інших приміщеннях з поганою вентиляцією — від працюючого двигуна внутрішнього згорання;
- при тривалому знаходженні поблизу рухливої автостради;
- у разі передчасного закриття пічної заслінки, засмічення димоходу або якщо у печі є тріщини;
- при використанні дихального апарату з неякісним повітрям.

Чадний газ дійсно дуже небезпечний. Він не має запаху і при цьому утворюється скрізь, де може відбуватися процес горіння в умовах нестачі

кисню. Чадний газ заміщує собою вуглекислий газ, тому отруєння відбувається абсолютно непомітно.

Потрапляючи в кров людини в процесі дихання, СО пов'язує клітини гемоглобіну і утворює карбоксигемоглобін. Зв'язаний гемоглобін виявляється не здатним переносити кисень до тканинних клітин.

Зі зменшенням в крові кількості «працюючого» гемоглобіну зменшується і кількість кисню, необхідного організму для нормального функціонування. Настає гіпоксія, або задуха, виникає головний біль, відбувається помутніння або втрата свідомості. Якщо вчасно не надати людині першу допомогу, летальний результат від отруєння чадним газом неминучий.

4.2.1 Симптоми отруєння чадним газом

При отруєнні чадним газом послідовно виникають такі симптоми:

- м'язова слабкість;
- шум у вухах і стукіт у скронях;
- запаморочення;
- болі в грудях, нудота і блювання;
- сонливість або, навпаки, підвищена рухова активність;
- розлад координації рухів;
- маячня, слухові і зорові галюцинації;
- втрата свідомості;
- судоми;
- розширення зіниць при ослабленій реакції на джерело світла;
- мимовільне відходження сечі й калу;
- кома і смерть від зупинки дихання або припинення серцевої діяльності.

Ступінь шкоди, що завдається організму безпосередньо залежить від концентрації СО у повітрі:

- 0,08% викликають задуху і головний біль;
- 0,32% призводять до паралічу і втрати свідомості;
- 1,2% втрата свідомості настає лише після 2-3 вдихів, смерть — через 2-3 хвилини.

У разі виходу зі стану коми можливі важкі ускладнення, так як клітини гемоглобіну відновлюються і очищаються ще досить довго. Саме тому вкрай важливо вчасно і правильно надати першу допомогу при отруєнні чадним газом.

4.2.2 Перша допомога при отруєнні чадним

Перша допомога при отруєнні чадним газом передбачає наступні заходи:

1. необхідно усунути надходження СО (відключити джерело), при цьому самому дихати через марлю або хустинку, щоб не стати жертвою отруєння;
2. потерпілого слід терміново вивести або винести на чисте повітря;
3. якщо ступінь отруєння не велика — протерти оцтом, обличчя і груди, дати розчин харчової соди (1 чайна ложка на 1 склянку води), запропонувати гарячої кави або чаю;
4. якщо потерпілий отримав велику дозу, але знаходиться у свідомості, його треба укласти і забезпечити йому спокій;
5. потерпілого у несвідомому стані необхідно піднести до носа (відстань — не більше 1 см!) вату з нашатирним спиртом, на груди і голову потрібно покласти ємність з холодною водою або льодом, а ступні, навпаки, зігріти;
6. якщо людина не приходить до тями, то до прибуття «швидкої» можливо, необхідно буде зробити потерпілому закритий масаж серця і штучне дихання.

Потрібно пам'ятати: вплив СО на організм людини може мати незворотні наслідки, тому правильне надання першої допомоги при отруєнні чадним газом є обов'язковою.

4.3 Розрахунок штучного освітлення

Згідно завдання до розділу «Охорона праці» приймаємо метод освітлення (метод світлового потоку) – люмінесцентні лампи.

Лінія з виробництва карамелі розміщена на першому поверсі будівлі, тому висоту будівлі приймаємо як висоту поверху – 3,6 м.

Загальні розміри будівлі наступні:

Довжина приміщення – 23,74(59 м).

Ширина – 5,75 м

Висота – 3,6 м

4.3.1 Розряд зорових робіт

Для виробничих приміщень розряд зорових робіт знаходиться в межах III-VIII. Для цеху з виготовлення карамелі розряд зорових робіт приймаємо IVб згідно [12, табл. А1 с.28].

4.3.2 Нормоване значення освітленості на робочих місцях

$E_n = 3\%$ згідно [12, табл.. А1 с.28]

4.3.3 Вибір типу світильника люмінесцентних ламп

Освітлювати цех планується за допомогою світильників з люмінесцентними лампами.

Згідно з [13] обираємо світильник ПВЛМ-ДР-2×40. Даний тип світильника застосовується для освітлення таких приміщень як гаражі, підвали, цехи харчових підприємств, столові тощо. Висота розташування світильників над робочою поверхнею $H_p=2,3$ м. Коефіцієнт відбиття стелі $\rho_n = 30\%$. Коефіцієнт відбиття стін $\rho_c = 10\%$; Коефіцієнт відбиття робочої поверхні $\rho_p = 10\%$.

4.3.4 Показник приміщення і розраховують за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B)H_p}; \quad (4.1)$$

де A, B – довжина і ширина приміщення, м .

H_p - висота розташування світильників над робочою поверхнею,

м.

$$i = \frac{23,74 \cdot 5,75}{(23,74 + 5,75) \cdot 2,3} = 2,01$$

4.3.5 Кількість світильників N_p розраховуємо за формулою :

$$N_p = \frac{E_n \cdot S \cdot K \cdot z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}; \quad (4.2)$$

де E_n -нормоване значення освітленості; $E_n = 200$ лк;

S - площа приміщення $S = A \cdot B = 23,74 \cdot 5,75 = 136,505$ м²;

K - коефіцієнт запасу, $K = 1,3$;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, при люмінесцентних лампах-1,1;

n - кількість ламп у світильнику – 2;

Φ_l - розрахунковий світловий потік, $\Phi_l = 1995$ лм;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,51$.

$$N_p = \frac{200 \cdot 136,505 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{2 \cdot 1995 \cdot 0,51} = 19,19 \text{ шт.}$$

Прийнято 20 світильників.

4.3.6 Перевірка умов рівномірності освітлення:

$$0,9 \leq \frac{E_{\phi}}{E_m} = \frac{N_{\phi}}{N_p} \leq 1,2 \quad (4.3)$$

$\frac{20}{19,19} = 1,04$ - умова рівномірності освітлення виконана.

4.3.7 Фактичне значення освітленості

$$E_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{N_p} \cdot E_m = 1,04 \cdot 200 = 208 \text{ лк.} \quad (4.4)$$

4.3.8 Визначаємо питому потужність ламп :

$$P = \frac{p_l \cdot N_{\phi} \cdot n}{S} = \frac{40 \cdot 20 \cdot 2}{136,505} = 11,72 \text{ Вт/м}^2. \quad (4.5)$$

4.3.9 Викреслюємо у масштабі схему розташування світильників на плані приміщення:

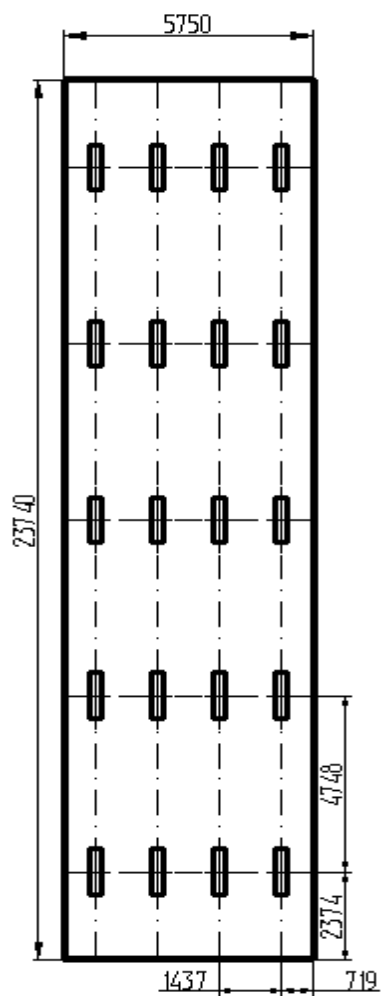


Рис.4.1 План розміщення ламп у одній половині приміщення

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАТРАТИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ МАШИНИ

5.1 Вступ

Метою даної роботи є проведення техніко-економічного аналізу розробки, виготовлення та використання нового виробу, порівняння техніко-економічних показників нового виробу з відповідними показниками базового виробу, визначення економічної ефективності нового виробу при його виготовленні та експлуатації та визначення на основі проведених розрахунків доцільності впровадження даного пристрою у виробництво і експлуатацію.

Спроектований в даному дипломному проєкті автоматизований пристрій призначений для витягування та формування карамельного джгута.

В даному економічному розрахунку за базовий прийнятий прилад, який має аналогічний принцип роботи, але на відміну від спроектованого процес роботи в ньому не автоматизований.

5.2 Планування технічної підготовки виробництва спроектованого пристрою

5.2.1 Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва

Величина трудових затрат розраховується в розрізі етапів конструкторської підготовки виробництва. Перелік етапів конструкторської підготовки виробництва регламентується ГОСТ 2.103-68.

Трудомісткість виконання окремого етапу конструкторської підготовки визначається за формулою:

$$T_{ki} = N_{чк} \cdot O_{п} \cdot K_c \cdot K_r \cdot K_{ф}, \quad (5.1)$$

де $N_{чк}$ - норма часу на одну облікову одиницю конструкторської підготовки в розрахунку на одну деталь і-го вузла в залежності від

ступеня складності і новизни цього вузла, приймаємо по [18, додатки 2-6];

K_c - коефіцієнт серійності виробництва спроектованих виробів;

K_r - коефіцієнти габаритності в залежності від маси конструкцій, що проектуються);

K_ϕ - поправочний коефіцієнт при невідповідності фактичних і нормативних форматів технічної документації.

Розрахуємо трудомісткість проектування робочих креслень деталей 1-ої групи складності для розробленого пристрою. Для цієї групи вищеназвані параметри мають наступні значення:

- $N_{чк} = 2,6$ люд/год, [14, додаток 6];
- $K_n = 1$ - коефіцієнт переводу в умовні деталі для оригінальних деталей, для уніфікованих деталей $K_n = 0,3$ [14, с.7];
- $K_c = 1,2$ - коефіцієнт серійності для дрібносерійного виробництва, [14, додаток 7];
- $K_r = 1$, [14, додаток 8];
- $K_\phi = 1$, [14, додаток 9];
- O_n - об'єкт конструкторської підготовки виробництва визначається кількістю умовних деталей по формулі:

$$D_{ум} = \Sigma (D \cdot K_n) = 5 \cdot 1 + 11 \cdot 0,3 = 8,3, \quad (5.2)$$

де $D' = 5$ - кількість оригінальних деталей 1-ої групи складності, $D'' = 11$ - кількість уніфікованих деталей.

Тоді трудомісткість загального обсягу робіт по даному етапу конструкторської підготовки складає:

$$T_{ki} = 2,6 \cdot 8,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 25,8 \text{ люд/год}$$

Результати обчислень для інших етапів конструкторської підготовки виробництва зводимо в таблицю 5.1.

Результати обчислень конструкторської підготовки

Назва конструкторської документацій	Стадії проектування	К-сть обл. одиниць	Норма часу на 1 обл. один., люд.-год.	Труд-сть заг.обсягу робіт, люд.-год	Кваліфікац. виконавців
1	2	3	4	5	6
Технічне завдання	технічне завдання	1	36,5	36,5	ведуч.інж.-конструк.
Робочі креслення деталей 1-ї групи складності	робочий проект	8,3	2,6	25,8	інж.-кон. III катег.
Робочі креслення деталей 2-ї групи складності	робочий проект	7,5	3,1	23,2	інж.-кон. III катег.
Робочі креслення деталей 3-ї групи складності	-//-	3	4,2	15,1	інж.-кон. III катег.
Робочі креслення деталей 4-ї групи складності	-//-	1,1	6,0	6	інж.-кон. II-катег.
Складальні креслення вузлів 2-ї групи складності	-//-	1,2	3,1	5,4	інж.-кон. II-катег.
Складальні креслення вузлів 3-ї групи складності	-//-	1,6	4,2	6,5	інж.-кон. II-катег.
Складальні креслення пристрою	-//-	1	9	9	інж.-кон. II-катег.
Технічний паспорт на пристрій	-//-	1	48	48	ведуч.інж.-конструк.
Електричні схеми	-//-	1	10,7	10,7	інж.-кон. I-катег.

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Участь у відладці дослідного збірця		-	6% Нч роб.пр.	13,3	інж.-кон. II-катег.
Коректування технічної документації		-	14% Нч доб.роб.	31,5	інж.-кон. III-катег.
Копірувально-монтажні роботи		-	9% Нч кон.роб.	20,2	кепіру- вальники

5.2.2 Визначення трудомісткості та обсягу робіт технологічної підготовки виробництва

У відповідності з ЄСТПВ встановлені такі етапи технологічної підготовки виробництва: технологічний контроль креслень (враховано при визначенні трудомісткості конструкторської підготовки), складання міжцехових технологічних маршрутів, розробка технологічних процесів, проектування та виготовлення технологічного оснащення, наладка і впровадження технологічних процесів.

Трудомісткість окремих етапів технологічної підготовки визначається за формулою:

$$T_{mi} = H_{чт} \cdot N_d, \quad (5.3)$$

де $H_{чт}$ - норма часу на проектування технологічного процесу виготовлення однієї деталі, приймаємо по [18, додаток 10];

N_d - кількість облікових одиниць (найменувань деталей).

Результати обрахунку трудомісткості технологічної підготовки зводимо в таблицю 6.2.

Результати розрахунків трудомісткості

Етапи технологічної підготовки	К-сть облікових одиниць	Норма часу на 1 обл.один., люд.-год	Трудоміст. загал.обс. робіт, люд.-год	Кваліфікація викон.
Розробка маршрутної технології для деталей 1-ї групи складності	7	0,9	6,6	інж.-техн. III катег.
Розробка маршрутної технології:				інж.-техн. III катег.
-деталей 2-ї групи складності	7	1,8	12,6	III катег.
-деталей 3-ї групи складності	10	3,2	9,6	III катег.
-деталей 4-ї групи складності	2	5,7	11,4	II катег.
Розробка операційної технології:				інж.-техн. IV катег.
-деталей 1-ї групи складності	7	0,8	5,6	IV катег.
-деталей 2-ї групи складності	7	16,8	117,6	IV катег.
-деталей 3-ї групи складності	3	27,6	82,8	III катег.
-деталей 4-ї групи складності	2	43,6	81,2	III катег.
Розробка операційної технології складання:				Ведуч.
-вузлів 2-ї групи складності	2	8,4	16,8	інж.-техн.
-вузлів 3-ї групи складності	2	13,8	27,6	
-пристрою	1	13,8	13,8	
ВСЬОГО			304,4 люд.-год	

5.3 Визначення економічної ефективності нового приладу

5.3.1 Розрахунок затрат на виготовлення і використання нового приладу

Розрахунок затрат на виготовлення нового приладу

Затрати на виробництво нового приладу включають в себе наступні статті:

- сировина і матеріали (за мінусом повернутих відходів);
- куповані напівфабрикати і комплектуючі прилади;
- паливо і енергія на технологічні цілі;
- основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників;
- нарахування на зарплату (органам соціального страхування, в фонд зайнятості);
- витрати на підготовку і освоєння виробництва;
- витрати на експлуатацію і утримання обладнання;
- цехові (загальновиробничі) витрати;
- заводські (загальногосподарські) витрати;
- інші виробничі витрати;
- позавиробничі витрати.

Затрати на сировину і матеріали розраховуються на основі норм їх витрат і відповідних оптових цін за формулою:

$$M_3 = \sum H_{Mi} \cdot C_{oi}, \quad (5.3)$$

де H_{Mi} - норма i -х затрат сировини і матеріалу на прилад;

C_{oi} - оптова ціна за одиницю i -го матеріалу;

n - кількість найменувань сировини і матеріалу.

Із визначеної суми затрат вираховуємо величину повернутих відходів (2-3% від затрат сировини і матеріалів). До отриманого результату додаємо транспортно-заготівельні затрати на рівні 10% преїскурантної вартості.

Результати розрахунку затрат на сировину і матеріали зводимо в табл. 6.4.

Таблиця 5.3.

Затрати на сировину

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниці виміру	Норма витрат на виг. прил.	Ціна за одиницю, грн.	Затрати матер. грн.	Величина відход. грн.	Затрати матер. без від., грн.	Транс.-загот. витрати, грн.	Витрати на 1 прип. грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Лист 0,5мм, Ст.3	Кг	1,3	11,62	20,1	0,06 3	20,04	0,12	2,24
2.	Лист 1,5мм, Ст.3	Кг	9	11,58	14,2	0,43	13,77	1,37	15,14
3.	Лист 14мм,	Кг	30	11,52	45,6	11,3	44,23	4,42	48,65
4.	Круг d5мм, 40XB	Кг	0,5	14,05	2,02	0,06	1,96	0,196	2,16
5.	Кругd30мм, Ст.3	Кг	5,2	11,5	7,8	0,23	7,57	0,76	8,33
6.	Асбест	Кг	3,5	16,2	21,7	0,65	21,05	2,1	23,16
7.	Кутник	м	20	15,6	112	-	112	11,2	123,2
8.	Трубка	М/п	4	11,2	4,8	-	4,8	0,48	5,28
9.	Емаль МЛ12	Кг	0,04	13,67	0,147	-	0,147	0,015	0,162
	ВСЬОГО	-	-	-	210,3	2,8	20,7	20,75	228,05

Розраховуємо вартість купованих напівфабрикатів і виробів.

Розраховану вартість збільшуємо на величину транспортно-заготівельних витрат в розмірі 10% від прејскурантної вартості. Результати зводимо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4.

Вартість купованих напівфабрикатів

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниці виміру	Кі-сть виробів на вигот. 1 приладу	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.	Транс.-загот. витрати грн.	Загал. сума витрат на 1 пр. грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Датчики	Шт	3	48,1	144,3	14,43	158,7
2.	Штуцер	Шт	2	2,7	5,4	0,54	5,94
3.	Магніт	Шт	3	5,3	15,9	1,59	17,44
4.	Електродвигун 1.5Квт	Шт	1	61	122	12,2	134,2
5.	Гвинт М4	шт	56	0,05	2,8	0,28	3,08
6.	Гвинт М6	шт	12	0,10	1,2	0,12	1,32
7.	Болт М8	Шт	18	0,15	2,7	0,27	2,97
8.	Гайка М4	Шт	8	0,05	0,4	0,04	0,44

Затрати на паливо на технологічні цілі в даному пристрої відсутні.

Затрати на електроенергію розраховуємо за формулою:

$$Z_{em} = H_e \cdot T_e, \quad (5.5)$$

де H_e - норма витрат електроенергії на одиницю виробу, кВт · год;

$T_e = 0,18$ грн. - тариф за 1 кВт · год на момент виробництва.

$$Z_{ет} = 132 \cdot 3,6 = 230,76 \text{ грн.}$$

Затрати на основну заробітну плату виробничих робітників, що зайняті у виготовленні пристрою, визначаються на основі даних про трудомісткість виготовлення всіх деталей по видах робіт, величину тарифних ставок

відповідних розрядів та процент доплат, що входять до основної зарплати робітників за формулою:

$$Z_o = \sum T_i \cdot T_{ci} \cdot K_d (i = 1 \text{ до } n), \quad (5.6)$$

де: Z_o - затрати на основну зарплату;

T_i - трудомісткість i -х видів робіт по виготовленню пристрою;

T_{ci} - величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові i -х видів робіт; K_d - коефіцієнти доплат, що входять до основної заробітної плати (премії, доплати за роботу в нічний час, доплати незвільненим бригадирам і т.п.);

n - кількість видів робіт.

Величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові i -х видів робіт визначається за формулою:

$$T_{ci} = T_{c1} \cdot T_{kc}, \quad (6.7)$$

де: T_{c1} - величина тарифної ставки 1-го розряду;

T_{kc} - середній тарифний коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$T_{kc} = \sum (K_i \cdot T_{ij}) / \sum T_{ij} (i = 1 \text{ до } p), \quad (6.8)$$

де: K_i - тарифні коефіцієнти i -х розрядів;

T_{ij} - трудомісткість i -х робіт j -х розрядів;

Результати розрахунку трудомісткості робіт по виготовленню приладу зводимо в таблицю 5.5.

Коефіцієнт доплат, що входять до основної зарплати приймаємо рівним 1,35.

Додаткова зарплата виробничих робітників розраховується в процентах до основної зарплати. Приймаємо її рівною 10% від основної.

Таблиця 5.5.

Трудомісткість по виготовленні пристрою

№ п/п	Перелік деталей та вуз-лів, що виготовляються	Трудомісткість робіт, нормо-год							
		Загот.	Мех.	Гальв.	Терм.	Слюс.- склад.	Елект. монт.	Фар- бу- ван ня.	Регу- люв.
1.	Основи, шасі, кронштейни, планки, пластини	2,4	33	3,12	2,03	-	-	-	-
2.	Осі, валики, стержні	3,1	5	2,08	4,4	-	-	-	-
3.	Шайби, гвинти, гайки, прокладки	2,5	8,4	1,16	1,4	-	-	-	-
4.	Корпус	2,65	28,1 5	3,03	3,5	-	-	0,4	-
5.	Механізм закатування	-	-	-	-	16	-	-	2,5
6.	БОІ	-	-	-	-	8,5	15,1	-	5,5
8.	Вузол діагностики	-	-	-	-	1,12	2,15	-	0,35
	ВСЬОГО нормо-год	10,65	84,55	9,39	11,33	24,5	15,1	0,4	8,3

Розрахунок затрат на зарплату основних робітників зводимо в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6.

Затрати на зарплату

№ п/ п	Види робіт та розряди	Труд- сть робіт, нор.- год	Год. тар. став- ка відп. роз., грн.	Вели- чина тар. зарп- лати, грн.	Кое- ент допла ти	Основ- на зарплат а., грн.	Кое-ент додатк. зарплат и	Додат кова зарп лата, грн.	Сума осн. і додат. зарпл. грн
1.	Заготівельні 3-й розряд	10,65	2,01	21,40	х	х	х	х	х

Продовження таблиці 5.6.

2.	Механічні	84,55	-	188,8					
	1-й розряд	21,85	1,77	38,67	x	x	x	x	x
	3-й розряд	20,2	1,13	43,02					
	4-й розряд	42,5	2,52	107,1					
3.	Гальванічні	9,39		20,56					
	4-й розряд	9,39	2,19	20,56	x	x	x	x	x
4.	Термо- обробка	11,33	-	20,73	x	x	x	x	x
	3-й розряд	11,33	1,83	20,73					
5.	Слюсарно- складальні	24,5	-	47,04	x	x	x	x	x
	3-й розряд	24,5	1,92	47,04					
6.	Електромонтажні								
	3-й розряд	15,1	-	31,26	x	x	x	x	x
		15,1	2,07	31,26					
7.	Фарбуваль- ні	0,40	-	0,69	x	x	x	x	x
	2-й розряд	0,40	1,74	0,69					
8.	Регулюваль-ні								
	5-й розряд	8,0	-	22,32	x	x	x	x	x
		8,0	2,79	22,32					
	ВСЬОГО	152,6	x	352,8	1,35	476,3	0,1	47,63	523,9

Затрати на підготовку і освоєння виробництва розраховуємо по основній і додатковій зарплаті працівників, зайнятих ТПВ.

Визначаємо чисельність працівників по професіях і кваліфікації за формулою:

$$ЧП_{mi} = T_{mni} / B_{ч} \cdot K_{вн} \quad (5.9)$$

де: T_{mni} – трудомісткість і-го етапу технічної підготовки (беремо із таблиць 5.1 і 5.2);

$B_{ч}$ - плановий річний бюджет часу одного працівника;

$K_{вн} = 1,05$ - коефіцієнт виконання норм часу працівниками.

Чисельність конструкторів III категорії:

$$Ч_{кIII} = 95,6/1860 \cdot 1,05 = 0,048.$$

Чисельність конструкторів II категорії:

$$Ч_{кII} = 40,2/1860 \cdot 1,05 = 0,02.$$

Чисельність конструкторів I категорії:

$$Ч_{кI} = 10,7/1860 \cdot 1,05 = 0,0055.$$

Ведучих конструкторів:

$$Ч_{вк} = 84,5/1860 \cdot 1,05 = 0,043.$$

Чисельність технологів III категорії:

$$Ч_{тIII} = 234,8/1860 \cdot 1,05 = 0,12.$$

Чисельність технологів II категорії:

$$Ч_{тII} = 98,6/1860 \cdot 1,05 = 0,055.$$

Ведучих технологів:

$$Ч_{вт} = 58,2/1860 \cdot 1,05 = 0,0299.$$

Копірувальників:

$$Ч_{кп} = 20,2/1860 \cdot 1,05 = 0,01.$$

Розраховуємо суму зарплати працівників за окладами:

$$Зn_o = \sum O_i \cdot Ч_{nmi} \cdot 12 \quad (i = 1 \text{ до } p), \quad (5.10)$$

де O_i - розмір місячних окладів i -ї категорії працівників.

$$Зn_o = (145 \cdot 0,048 + 165 \cdot 0,02 + 180 \cdot 0,0055 + 200 \cdot 0,043 + 140 \cdot 0,12 + 160 \cdot 0,055 +$$

$$+195 \cdot 0,0299 + 100 \cdot 0,01) \cdot 12 = 1623,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину основної і додаткової зарплати працівників:

$$Zn_{od} = Zn_o \cdot (1 + K_d) = 1623,8 \cdot (1 + 0,15) = 1717,47 \text{ грн.}$$

Знаючи питому вагу (процентне співвідношення) основної і додаткової зарплати в зарплатах на підготовку і освоєння приладу-аналога, величина затрат на підготовку і виробництво нового приладу визначається за формулою:

$$Zn_o = Zn_{od} \cdot 100 / Z_{зв} = 1717,47 \cdot 100 / 55 = 3122,5 \text{ грн.}$$

Затрати на експлуатацію обладнання приймаємо на рівні 200% від основної зарплати робітників.

Аналогічно: цехові затрати - 160%; загальнозаводські затрати - 210%. Інші виробничі затрати приймаємо на рівні 2% від заводської собівартості, позавиробничі затрати - 1% цієї собівартості. Відрахування соцстраху 37% від суми основної і додаткової зарплати, в фонд Чорнобиля 12%, фонд зайнятості 3%. Розрахунок поточних затрат на виготовлення приладу зводимо у таблицю 6.7.

Таблиця 6.7

Поточні затрати на виготовлення приладу

№ п/п	Калькуляційні статті	Сума затрат по варіантах, грн.	
		базовий варіант	Проектний варіант
1.	Сировина і матеріали за мінусом відходів	112,1	207,5
2.	Куповані напівфабрикати і комплектуючі вироби	293,2	468,82
3.	Енергія на технологічні цілі	18,24	23,76
4.	Основна і додаткова зарплата виробничих робітників	430,2	523,89
5.	Нарахування на зарплату	1172	120955

Продовження таблиці 6.7.

6.	Витрати на підготовку і освоєння виробництва	11125,5	11304,5
7.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	1823,2	1952,54
8.	Цехові витрати	656,2	762,03
9.	Загальнозаводські витрати	861,4	1000,16
10.	Інші виробничі витрати	113,12	135,94
11.	Позавиробничі витрати	56,56	67,9
	ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	14660,7	15656,6

Лімітна ціна - це максимальна оптова ціна, яка відповідає певним техніко-економічним параметрам нового виробу, відображає покращення його споживчих властивостей в порівнянні із зразками, що замінюються і зацікавлює споживача в його використанні. Вона розраховується за формулою:

$$C_{л} = C_{мп} + P_{н}, \quad (5.11)$$

де $C_{мп}$ - максимальний рівень повної собівартості нового приладу;

$P_{н}$ - нормативна величина прибутку.

Приймаємо $P_{н} = 0,15 \cdot C_{пн}$, де $C_{пн}$ - повна собівартість нового приладу.

Максимальний рівень повної собівартості нового приладу дорівнює:

$$C_{мп} = 0,85 \cdot C_{па} \cdot P_{к}, \quad (5.12)$$

де $C_{па}$ - повна собівартість приладу-взірця, що замінюється новим;

0,85 - нормативний коефіцієнт відносного здешевлення нового приладу.

Лімітна ціна нового приладу складе:

$$C_{л} = C_{мп} + P_{н} = 0,85 \cdot C_{па} \cdot P_{к} + 0,15 \cdot C_{пн}$$

де $P_{к} = 1,35$ - комплексний показник якості нового приладу.

Тоді отримаємо:

$$Ц_l = 0,85 \cdot 4660,7 \cdot 1,35 + 0,15 \cdot 5656,6 = 6196,6 \text{ грн.}$$

Визначаємо затрати на експлуатацію за один рік його експлуатації за формулою:

$$З_{en} = ПЗ_{ев} + K_t - Л_t, \quad (5.13)$$

де $ПЗ_{ев}$ – поточні затрати по експлуатації пристрою за 1 рік;

K_t – разові (капітальні) затрати при використанні пристрою за цей же період, ці затрати складаються з його оптової ціни з врахуванням затрат на доставку і монтаж в розмірі 10%;

-для базового приладу:

$$Ц_{\bar{o}} = C_{na} + 0,15 \cdot C_{na} = 4660,7 + 1,15 \cdot 4660,7 = 5359,8 \text{ грн.}$$

$$K_t^{\bar{o}} = 1,1 \cdot Ц_{\bar{o}} = 1,1 \cdot 5359,8 = 5895,8 \text{ грн.}$$

- для нового приладу:

$$Ц_n = C_{nn} + 0,15 \cdot C_{nn} = 5656,6 + 1,15 \cdot 5656,6 = 6505,09 \text{ грн.}$$

$$K_t^n = 1,1 \cdot Ц_n = 1,1 \cdot 6505,09 = 7155,6 \text{ грн.}$$

$Л_t$ – залишкова вартість приладу на кінець першого року експлуатації:

- для базового варіанту:

$Л_t^{\bar{o}} = Ц_{\bar{o}} - K_a \cdot Ц_{\bar{o}}$, де $K_a = 9\%$, [14, додаток 11] – норма амортизаційних відрахувань на прилади, $Л_t^{\bar{o}} = 5359,8 - 0,9 \cdot 5359,8 = 4877,4 \text{ грн.}$

- для нового приладу:

$$Л_t^n = 6505,09 - 0,9 \cdot 6505,09 = 5919,6 \text{ грн.}$$

Величина поточних експлуатаційних затрат за рік служби приладу складається з таких статей:

$$ПЗ_{ев} = З_{мо} + З_{мд} + З_{зн} + З_e + З_p + З_i + З_б + З_n + З_{ун}, \quad (5.14)$$

- де $З_{мо}$ - затрати на основні матеріали за рік;
 $З_{мд}$ - затрати на допоміжні матеріали;
 $З_{зн}$ - затрати на основну і додаткову зарплату з нарахуванням;
 $З_e$ - затрати по всіх видах енергії як пристрою, так і технологічного процесу, де застосовується пристрій;
 $З_p$ - затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання, якщо використання приладу вплинуло на виробничий процес;
 $З_i$ - затрати на інструмент, використаний для обробки і вимірювання;
 $З_б$ - затрати від браку на першому році експлуатації;
 $З_n$ - затрати на періодичні перевірки і наладку приладу;
 $З_{ун}$ - умовно-постійні затрати на перший рік експлуатації приладу.

При розрахунку поточних затрат по експлуатації приладу враховуємо наступні фактори:

1. У зв'язку з тим, що затрати на основні та допоміжні матеріали в базовому і проектному варіантах не відрізняються, ці затрати при розрахунку не визначаємо.

2. Визначаємо затрати на основну і додаткову зарплату для базового приладу по формулі:

$$З_{зн}^{\bar{}} = (t_1'/60) \cdot TC_i \cdot (1+K_{до}) \cdot (1+K_{дд}) \cdot (1+K_{вз}) \cdot П_1, \quad (5.15)$$

де t_1' = 3,5 год – максимальний час дослідження зразка в базовому одномісному приладі, $t_1'' = (t_{\text{вимір.}} + t_{\text{охолодж.}}) = (1,89 + 1,4) / 3 = 1,09$ год – максимальний час дослідження і охолодження одного зразка в спроектованому пристрої (див. циклограму роботи пристрою);

$TC_i = 0,84$ грн. - годинна тарифна ставка оператора IV розряду;

$K_{до} = 0,4$ - коефіцієнт доплат до основної зарплати;

$K_{дд} = 0,11$ - коефіцієнт додаткової зарплати;

$K_{вз} = 0,52$ - сума відрахувань від основної зарплати;

$\Pi_1' = 520$ шт/рік - річна програма дослідження зразків при використанні базового приладу; $\Pi_1'' = 1600$ шт/рік - річна програма дослідження зразків при використанні нового пристрою.

Тоді для базового варіанту отримуємо:

$$Z_{zn}^{\bar{o}} = 3,5 \cdot 0,84 \cdot (1+0,4) \cdot (1+0,11) \cdot (1+0,52) \cdot 520 = 3254,78 \text{ грн.}$$

Для проектного варіанту отримуємо:

$$Z_{zn}^n = 1,09 \cdot 0,84 \cdot (1+0,4) \cdot (1+0,11) \cdot (1+0,52) \cdot 1600 = 3118,87 \text{ грн.}$$

3. Розраховуємо затрати на електроенергію за формулою:

$$Z_e = M_1 \cdot (t_1/60) \cdot \Pi_1 \cdot E_e, \quad (5.16)$$

де $M_1 = 1.16$ кВт - потужність, яку споживає базовий прилад ($M_2 = 1.16$ кВт - потужність, яку споживає новий прилад);

$t_1 = 1,83$ год – час нагріву в базовому приладі ($t_2 = 1,83/3=0,61$ год - час нагріву в новому пристрої).

Для базового приладу:

$$Z_e^{\bar{o}} = 1.16 \cdot 1,83 \cdot 520 \cdot 3,18 = 1428,22 \text{ грн.}$$

Для нового приладу:

$$Z_e^n = 1.16 \cdot 0,61 \cdot 1600 \cdot 0,18 = 1509,4 \text{ грн.}$$

4. Затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання обраховуються за формулою:

$$Z_p = Z_{pn} + Z_{po}, \quad (5.17)$$

де Z_{pn} – затрати на ремонт приладу;

Z_{po} – затрати на ремонт технологічного обладнання, оскільки новий пристрій експлуатується автономно, то ці затрати не враховуються.

Затрати на ремонт базового приладу приймаємо в процентах від його оптової ціни:

$$Z_p^{\sigma} = 0,09 \cdot C_b = 0,09 \cdot 5359,8 = 1482,4 \text{ грн.}$$

Для базового приладу:

$$Z_{pn}^{\sigma} = Z_p^{\sigma} \cdot P_2/P_1 \cdot K_{nn} \cdot K_{ef}, \quad (5.18)$$

де K_{nn} – коефіцієнт, що характеризує зростання продуктивності робочого процесу, в якому використані нові прилади підвищеної надійності, $K_{nn} = 1,2$;

$K_{ef} = 1,1$ – коефіцієнт, який характеризує долю зменшення затрат на ремонт нового приладу при підвищенні його надійності.

$$Z_{pn}^{\sigma} = 1482,4 \cdot 1600/520 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1959,2 \text{ грн.}$$

Для нового пристрою:

$$Z_{pn}^{\sigma} = 0,09 \cdot C_n = 0,09 \cdot 6505,09 = 525,4 \text{ грн.}$$

5. Затрати на обробний і вимірювальний інструмент в обох варіантах однакові, тому їх не розраховуємо.

6. Новий і базовий прилади працюють практично без браку, тому розрахунок втрат на брак не виконуємо.

7. Затрати на періодичні перевірки пристрою визначаємо на основі преїскуранту повірочних робіт Держстандарту.

- для базового приладу:

$$Z_n^{\sigma} = H_n \cdot Z_{nn}^{\sigma} \cdot P_2/P_1 = 1 \cdot 15,8 \cdot 1600/520 = 48,6 \text{ грн.,}$$

де H_n – кількість перевірок на рік;

$Z_{\text{пн}}^{\bar{0}}$ – затрати на одну повірку приладу.

- для нового приладу:

$$Z_n^H = H_n \cdot Z_{\text{пн}}^H = 1 \cdot 22,34 = 22,34 \text{ грн.}$$

8. Величина умовно-постійних затрат з врахуванням зростання продуктивності нового приладу визначається за формулою:

- для базового приладу:

$$Z_n^{\bar{0}} = Z_{\text{уп}}' \cdot (P_2/P_1 - (P_2/P_1 - 1) \cdot K_{\text{уп}}), \quad (5.19)$$

де $Z_{\text{уп}}'$ – величина умовно-постійних затрат без врахування приросту продуктивності нового приладу;

$K_{\text{уп}}$ – коефіцієнт, який враховує долю приросту умовно-постійних затрат на 1% приросту продуктивності нового приладу.

$$Z_n^{\bar{0}} = 84,6 \cdot (1600/520 - (1600/520 - 1) \cdot 0,6) = 104,12 \text{ грн.}$$

- для нового приладу:

$$Z_n^{\bar{0}} = Z_{\text{уп}}' = 68,4 \text{ грн.}$$

Визначаємо сумарні поточні затрати на експлуатацію приладу, сумуючи величини, розраховані в п.п.1-8 даного підрозділу:

- для базового варіанту:

$$PZ_{\text{ев}}^{\bar{0}} = 3254,78 + 428,22 + 1959,2 + 48,6 + 104,12 = 5814,92 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$PZ_{\text{ев}}^H = 3118,87 + 509,4 + 525,4 + 22,34 + 84,6 = 4260,6 \text{ грн.}$$

З врахуванням разових капітальних затрат за мінусом залишкової вартості, одержимо:

- для базового приладу:

$$Z_{en}^{\bar{}} = 5814,92 + 5895,8 - 4877,4 = 6833,3 \text{ грн.}$$

- для проектного приладу:

$$Z_{en}^H = 4260,6 + 7155,6 - 5919,6 = 5496,6 \text{ грн.}$$

5.3.2 Розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу

Економічний ефект від виготовлення приладу розраховуємо за формулою:

$$E_e = (Ц_H - Z_{нв}) - (Ц_{\bar{}} - Z_{\bar{e}}) = (6505,9 - 5656,6) - (5359,8 - 4660,7) = 149,3 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від експлуатації приладу

Економічний ефект від експлуатації приладу визначаємо за формулою:

$$E_e = Z_{en}^{\bar{}} \cdot T_{C1} / T_{C2} - Z_{en}^H, \quad (5.20)$$

де T_{C1}, T_{C2} – строки служби відповідно базового і нового приладів.

Строк служби приладу визначається за формулою:

$$T_c = 100 \cdot (P_b + B_d - L_b) / P_b \cdot H_a, \quad (5.21)$$

де P_b – початкова вартість приладу, яка визначається оптовою ціною з включенням до неї затрат на доставку і монтаж в розмірі 10% від ціни:

$$P_b^{\bar{}} = 5359,8 \cdot 1,1 = 5895,78 \text{ грн. і } P_b^H = 6505,09 \cdot 1,1 = 7155,6 \text{ грн.};$$

B_d - вартість демонтажу (приймаємо 1% від оптової ціни):

$$B_d^{\bar{}} = 5359,8 \cdot 0,01 = 53,6 \text{ грн. і } B_d^H = 6505,09 \cdot 0,01 = 65,05 \text{ грн.};$$

L_b - ліквідаційна вартість (2% від оптової ціни):

$$L_b^{\bar{}} = 5359,8 \cdot 0,02 = 107,2 \text{ грн. і } L_b^H = 6505,09 \cdot 0,02 = 130,1 \text{ грн.};$$

$H_a = 9\%$ – норма амортизації.

Тоді отримаємо:

$$T_{C1} = 100 \cdot (5895,78 + 53,6 - 107,2) / 5895,78 \cdot 9 = 11 \text{ років.}$$

$$T_{C2} = 100 \cdot (7155,6 + 65,05 - 130,1) / 7155,6 \cdot 9 = 11,01 \text{ років.}$$

Економічний ефект від експлуатації приладу складає:

$$E_e = 16833,3 \cdot 11/11,01 - 5496,6 = 11336,7 \text{ грн}$$

Загальний економічний ефект від виробництва і експлуатації приладу становить:

$$E_{ee} = E_v + E_e = 149,3 + 11336,7 = 11486 \text{ грн.}$$

5.4 Техніко-економічні показники порівнюваних варіантів

Результати розрахунків зводимо в таблицю 5.9.

Таблиця 5.8.

Результати досліджень

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Показники		Результат +/-
			базовий	проектний	
1.	Строк служби	Років	11	11	+
2.	Комплексний показник якості	-	1	1,35	+
3.	Оптова ціна	грн.	15359,8	16505,09	+
4.	Затрати на виготовлення	грн.	14660,7	15656,6	+
5.	Поточні експлуатаційні затрати	грн.	6833,3	5496,6	-
6.	Капітальні затрати	грн.	5895,8	7155,6	+
7.	Залишкова вартість	грн.	4877,4	5919,6	+
8.	Економічний ефект	грн.	-	1486	+

5.5 Висновки і пропозиції

Проведений техніко-економічний аналіз проектування, виготовлення та експлуатації нового пристрою для закатування банок жерстяними кришками можна зробити такі висновки:

1. Затрати на технічну підготовку і освоєння нового пристрою вищі, ніж у базовому варіанті.
2. Собівартість нового приладу вища, ніж у базовому варіанті, по причині більших затрат на ТПВ.
3. Економічний ефект від виробництва нового пристрою дуже незначний ($E_B = 149,3$ грн.).

4. Основну частину економічного ефекту ($E_e = 11336,7$ грн.) отримуємо при експлуатації нового пристрою за рахунок підвищення його продуктивності у 1.2 рази.

Виконані техніко-економічні розрахунки дають можливість зробити висновок про доцільність розробки та впровадження нового пристрою у виробництво і експлуатацію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомоліва В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: - Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Закалов О.В., Закалов І.О. Технологічне обладнання харчових виробництво: – Тернопіль., 2000, – 406 с.
3. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов, В.Г. Мирончук та ін. Вінниця.: Нова книга. 2001. – 576 с.
4. Розрахунки обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. -К.: Основа -2002. – 319с.
5. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / За ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
6. Мирончук В.Г., Орлов Л.О. та інші. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – Вінниця, 2004. – 282с.
7. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / За ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
8. Бернік П.С. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва. / П.С. Бернік, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук та ін. Львів “Львівська політехніка”. 2004.–336с.
9. Петько В.Ф., Гапонюк О.І., Петько Є.В., Ульяницький А.В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерських виробництв. Підручник. / За ред. О.І. Гапонька – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 432 с.
10. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посібник. К.: “Кафедра”, “Центр учбової літератури”, 2012.

11. Розрахунок технологічного обладнання харчових виробництв : навч. посібник / укл. : О. І. Черевко, В. М. Михайлов, Л. В. Кіптела, О. Є. Загорулько, Б.В. Ляшенко, А. М. Загорулько. – Х. : ХДУХТ, 2018. – 305 с.
12. Розв'язання задач з охорони праці в дипломних проектах / О. В. Снозик, В. А. Кирилков, А. П. Білик. – Хмельницький: ХНУ, 2009. – 50 с.
13. Методичні вказівки по виконанню курсової роботи з організації, планування і управління виробництва та організаційно-економічної частини дипломних проектів конструкторського характеру для студентів приладобудівних спеціальностей.-Тернопіль: ТДТУ, 1996. - 40с.

ДОДАТКИ