

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Магістр

Рівень вищої освіти

Реконструкція лінії виробництва батона нарізного з удосконаленням
шафи вистою


Назва теми

Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Машини і апарати харчових виробництв»

Шифр ДП МАХВМ 24.16.00.00.000

Виконав студент 2 курсу, група МАХВм-23-1,  Муляр О.Е.

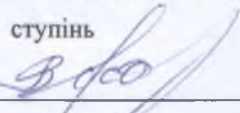
Підпис Прізвище

Нормоконтролер

Керівник від кафедри

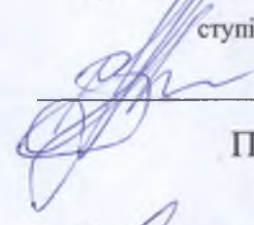
Федорів В.М., доц., к.т.н.

Прізвище, ініціали, посада, науковий
ступінь



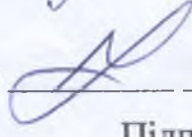
Підпис

Прізвище, ініціали, посада, науковий
ступінь



Підпис

До захисту допускаю: зав. кафедрою



Мартинюк А.В.

Підпис

Прізвище

Хмельницький 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1.ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ	8
1.1. Обґрунтування способів приготування тіста	8
1.2. Зберігання і підготовка сировини до виробництва	12
1.3. Продуктовий розрахунок	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	333
3.1. Техніко- економічне обґрунтування. Ошибка! Закладка не определена.	3
3.2. Будова та принцип дії.....	43
3.3. Технологічний розрахунок	50
3.4. Кінематичний розрахунок.....	53
3.5. Розрахунок на міцність	Ошибка! Закладка не определена.
3.6. Тепловий розрахунок	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	86
ВИСНОВКИ.....	88
ДОДАТКИ.....	89

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Муляр О.Е.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Федорів В.М.</i>			4	89	
<i>Реценз.</i>					ХНУ, МАХВМ-23-1		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк</i>					

ВСТУП

Хліб в Україні завжди був символом гостинності, добробуту, сімейної злагоди, взаємної любові, поваги і щастя. Дорогих гостей господарі завжди зустрічали хлібом і сіллю, з хлібом ходили у свята до поважних людей. На заручинах молодих благословляють хлібом, а бажаючи щастя та добробуту, і зараз кажуть: «Нехай у кожній родині і в будні і в свята буде хліб і до хліба!». До речі, хліб – єдиний продукт, в якому містяться майже всі поживні речовини та мікроелементи, які потрібні людині.

В Україні, а також у багатьох народів інших країн світу хліб належить до основних продуктів харчування. В різних країнах його споживають від 90 до 400 г на добу або 32–146 кг на рік залежно від економічних факторів, характеру праці, національних особливостей.

Хлібопекарська промисловість України є однією з основних галузей харчової промисловості, яка за виробничими потужностями, механізацією технологічних процесів, асортиментом спроможна забезпечити населення різними видами хлібних виробів, що має важливе значення для підтримки соціальної стабільності в суспільстві.

З розвитком ринкових відносин у суспільстві відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі, виникла велика кількість пекарень, відроджується домашнє хлібопечення.

У цих умовах набуває першочергового значення виготовлення конкурентоздатної продукції, виробництво якої можуть забезпечити прогресивні ресурсозберігаючі технології.

Останнім часом спостерігається зростання питомої ваги продукції, що виробляють потужні підприємства. Це пов'язане з вищою якістю і конкурентноздатною ціною на вироби цих підприємств.

Зниження загального виробництва і споживання хліба населенням в Україні пояснюється погіршенням його економічного становища, підвищенням цін на хліб, раціональним використанням хліба (він використовується лише для харчування), розвитком домашнього хлібопечення і міні-пекарень.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відбулися зміни і в асортименті хлібних виробів. У 2023 році в загальному об'ємі виробництва хліб із суміші житнього обдирного і пшеничного сортового борошна складав 38, із пшеничного борошна I сорту – 29, булочні та здобні вироби – 11, бубличні вироби – 0,5; сухарні – 0,1; інші – 0,6 %. Децю розширюється випуск заварних видів хліба. Значно зменшилось виробництво здобних, бубличних, сухарних виробів, хоча асортимент їх розширився за рахунок розроблення нових видів з поліпшеним складом рецептури.

Зникає необхідність у великій кількості потужних підприємств з комплексно-механізованими лініями і безперервним виробничим процесом. В умовах роботи цих підприємств важко оперативно змінювати асортимент, своєчасно реагувати на потреби ринку.

Підприємства переходять на порційні способи приготування тіста, організовують при заводах пекарні, укомплектовані імпортом обладнанням, що дозволяє значно розширити асортимент виробів. Впроваджуються прискорені технології виробництва хліба.

За останні роки відбулось роздержавлення і реструктуризація хлібопекарської галузі. На базі хлібопекарських підприємств утворені відкриті акціонерні товариства, колективні підприємства. Розвивається власна торговельна мережа, що знижує транспортні витрати.

Хліб у всі часи є одним із основних масових продуктів харчування, тому удосконалення технології його виробництва, асортименту виробів, покращання їх якості, зменшення собівартості має постійно знаходитись у полі зору науковців і практиків.

Проблема збереження нації поставила перед наукою та практикою задачі пошуку оптимальних шляхів захисту людини від шкідливих факторів зовнішнього середовища. Природним і ефективним способом підтримання здоров'я населення є збагачення харчових продуктів біологічно-активними сполуками. Оскільки хлібні вироби – це продукти повсякденного вживання, виникає доцільність і необхідність надання їм оздоровчих властивостей.

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ				

В теперішній час у державі гострою стають проблеми забезпечення хлібопекарських підприємств борошном з оптимальними хлібопекарськими властивостями. Звертаючи увагу на стан економічної обстановки в нашій країні та в усьому світі слід приділити особливу увагу визначенню нешкідливості харчових продуктів, в тому числі і хлібобулочних виробів.

Що стосується надання преференцій бізнесу, то тут має бути баланс підтримки як малого, так і великого бізнесу, адже Україні сьогодні не обійтись і без крупних холдингів. «Якщо холдинг готовий брати великі земельні ділянки, готовий платити за них орендну плату, створювати нові робочі місця, інвестувати у продукцію переробки, в елеватори – чому би і ні!? Великі агрохолдинги, маючи свій фінансовий ресурс, можуть робити і великі фінансові вкладення, що створює більші можливості для підтримки села. Тому немає необхідності втручатись у нормальний бізнес, чи то великий, чи то середній, чи малий», – зауважують фахівці агропромислового комплексу.

У зв'язку з вище зазначеними проблемами та їх причинами, даний дипломний проєкт пропонує технічні рішення для удосконалення окремого виду обладнання, яке широко використовується на підприємствах хлібопекарської промисловості, а саме шафи вистою.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ

1.1. Обґрунтування способів приготування тіста

Приготування тіста для хлібобулочних виробів відбувається двохфазним способом з використанням рідких напівфабрикатів.

Тісто для батона «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,5 кг готують безопарним способом з використанням пропіоновокислої закваски. Цей спосіб відноситься до заквасок направленої дії.

Пропілновокисла закваска готується на пропіоновокислих бактеріях штаму ВКМ – 103. Живильним середовищем для її приготування є борошняна заварка. Пропіоновокислі бактерії накопичують у живильному середовищі пропіонову і мурашину кислоти, які є ефективними інгібіторами розвитку спорових бактерій і пліснявих грибів. Поряд з цим у заквасці накопичується вітамін В₁₂. Кислотність цієї закваски 12-16 град., вологість 68 – 72 % . Пропіоновокисла закваска застосовується з метою попередження розвитку картопляної хвороби хліба, з метою інтенсифікації технологічного процесу, покращення мікробіологічної чистоти хліба, пригнічення розвитку в хлібі мікрофлори, що виникає пліснявіння.

При використанні підкислюючих заквасок тісто збагачується не лише кислотами, але й водорозчинними білками, вуглеводами, а також ароматичними сполуками, що сприяє покращенню стану мякушки хліба, його смакових якостей.

Тісто для хліба білого формового з борошна пшеничного першого сорту масою 0,75 кг готують на рідкій солений опарі (PCO). Опарний спосіб складається з двох технологічних операцій: приготування опари і приготування тіста на ній. Опару готують із частини всього борошна, солі, води та всіх дріжджів згідно рецептури. До вибродженої опари додають решту борошна, солі, воду і замішують тісто. Метою приготування опари є: адаптація дріжджів до життєдіяльності в анаеробних умовах борошняного середовища, активація їх і розмноження; накопичення кислот, водорозчинних і ароматичних сполук. З метою створення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори опару

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готують рідкої консистенції. РСО готують вологістю від 65 до 75%. Для виробництва хліба високої якості необхідно, щоб якомога більша кількість борошна була зброжена у першій фазі. Максимально можливий вміст борошна у рідкій опарі досягається при внесенні до неї всієї кількості води, передбаченої на приготування тіста, тому тісто на РСО готують без заливу води. Дріжджеві клітини у рідких опарах мають кращу бродильну активність, ніж у густих, кращі умови для накопичення більшої кількості біомаси. Оптимальна температура для дозрівання РСО від 28 до 32⁰С, тривалість бродіння від 3,5 до 5 год залежно від вологості опари, сорту борошна, якості дріжджів, температури бродіння, до кінцевої кислотності від 5 до 6 градусів для борошна першого сорту при виробництві хліба білого.

Для зниження в'язкості опар, зменшення піноутворення, стабілізації кислотності в опару додають частину солі від 0,3 до 0,5 % до маси борошна в тісті. Сіль у РСО у меншій мірі пригнічує дріжджі, ніж у густих опарах, оскільки концентрація солі у РСО у 1,5 рази нижча, ніж у густих опарах, при однаковому дозуванні. Сіль у РСО затримує протеоліз білкових речовин, покращує газотримуючу здатність тіста. Але додавати усю передбачену рецептурою сіль у РСО недоцільно, бо пригнічується діяльність мікрофлори і сповільнюється процес вистоювання тістових заготовок. Оптимальна кількість солі, що додається у РСО, становить 50% від усієї маси солі, передбаченої рецептурою.

Основною перевагою РСО є їх універсальність. На їх основі можна готувати різні вироби, змінюючи рецептуру під час замішування тіста, що сприяє раціональній організації праці в тістоприготувальному відділенні хлібозаводу. При опарному способі приготування тіста легко здійснити оптимальний технологічний режим з врахуванням хлібопекарських властивостей борошна. Змінюючи співвідношення борошна і води у опарі і в тісті, температуру і тривалість бродіння, можна підібрати найбільш раціональний режим для переробки борошна різної якості, в тому числі і для борошна слабкого чи дефектного. При роботі на РСО легко регулювати

						ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
							9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

речовин в рідких заквасках зменшується на 0,6 – 0,7 % ; краще працювати при переривах на роботі.

В виробничому циклі періодично відбирають на заміс тіста 50% спілої закваски, поповнюючи відбір такою ж самою масою живлення. Параметри приготування закваски впливають на становище бродильної мікрофлори і на якість закваски. Вологість заквасок, що використовуються для приготування хліба коливаються в межах 70 – 83%. Температура рідких заквасок впливає на життєдіяльність дріжджів і молочнокислих бактерій. Підвищення початкової температури від 30 до 34 °С пригнічує дріжджі, але стимулює розвиток молочнокислих бактерій. Підвищена температура до 31 – 32 °С активує молочнокислі бактерії і зрівнює становище обох видів бродильної мікрофлори. Кислотність рідких заквасок в кінці бродіння повинна бути 10 – 13 град.

Основним недоліком використання РЗ є швидке переокисання напівфабриката. При високій кислотності середовища тіста гальмується дія амілолітичних ферментів і обмежується ферментативний розклад білкових речовин. Якщо не прийняти заходів для підвищення кислотності житнього тіста, то клейстеризований крохмаль буде легко розкладений при випіканні активною α – амілазою з утворенням великої кількості декстринів і м'якуш хліба буде таким, що заминається і липким на дотик.

Тісто для хліба хотинського подового масою 0,7 кг готують із застосуванням концентрованої молочнокислої закваски (КМКЗ). Цей спосіб відноситься до однофазних прискорених способів приготування тіста. КМКЗ містить чисті культури молочнокислих бактерій *L.plantarum* – 30, *L.brevis* – 1, *L.casei* – 26. Ця закваска готується вологістю 63-66%, бродить 8-9 год до кінцевої кислотності 14-18 град. У виробничому циклі частину КМКЗ використовують для її оновлення, а решту – для приготування тіста (найчастіше це ½ всієї закваски).

Внесення КМКЗ у тісто спрямоване на інтенсифікацію біохімічних, мікробіологічних і колоїдних процесів, які обумовлюють дозрівання тіста. Тісто приготовлене на КМКЗ дозріває швидше, ніж тісто, приготовлене

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

традиційним безопарним способом. Крім того, внесення КМКЗ у тісто підвищує кислотність тіста, а це необхідно при переробці борошна з високою автолітичною активністю, виробленого з пророслого зерна для зниження активності α – амілази, а також при переробці борошна з короткорваною клейковиною для покращення набухання білків. При використанні КМКЗ тісто збагачується не лише кислотами але й водорозчинними білками, вуглеводами, ароматичними сполуками, що сприяє покращенню стану м'якушки хліба, його смакових властивостей. Крім того, КМКЗ зручно зберігати, вони самоконсервуються, завдяки значній вологості їх легко транспортувати.

У порівнянні з традиційним безопарним способом застосування КМКЗ вимагає додаткового обладнання. Прискоренні способи технологічно не гнучкі, їх важче коректувати, короткий технологічний цикл не завжди забезпечує необхідну якість виробів.

1.2. Зберігання і підготовка сировини до виробництва

Борошно пшеничне ДСТУ 2900:2006 і житнє обдирне ДСТУ 8791:2018 на хлібо завод доставляється безтарним способом в автоборошновозах і зберігається в силосах ХЕ-160А. Облік борошна на хлібо заводі ведеться шляхом зважування автоборошновоза до і після розвантажування. Для розвантаження автоборошновоз під'їжджає до приймального щитка ХЩП-1, з яким з'єднується за допомогою гнучкого шлангу до трубопроводу щитка. Вмикається компресорна станція борошновоза і борошно перекачується за допомогою повітря в силос ХЕ-160А. Протягом семидобового зберігання борошна проходить такий процес як визрівання або відлежування борошна. Для того, щоб стимулювати цей процес в складі безтарного зберігання борошна повинна підтримуватись температура повітря в межах 15-25⁰С, відносна вологість не повинна перевищувати 70 %. Борошно поступає в силос через патрубок зверху для виділення повітря, яке транспортувало борошно в верхній частині силоса встановлений фільтр. З силоса борошно подається пружиною системою. Завдяки якому борошно відділяється від повітря і подається на просіювання. Просіювання борошна відбувається на просіювачах ПТ-1500.

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Після цього борошно зважується і подається у виробничий бункер ХЄ-112, звідки шнеком подається на приготування напівфабрикатів.

Дріжджі хлібопекарські пресовані ТУУ. 56.1.18002-2001 зберігаються при температурі 0-4⁰С запас на підприємстві здійснюється на три доби. Охолоджені дріжджі знаходяться в стані анабіозу, тому процеси життєдіяльності в них протікають повільно. При зберіганні в теплому приміщенні дріжджі швидко підлягають автолізу, так як в них багато вологи 75% і ферментів. При цьому білки гідролізуються, дріжджі розріджуються, набуваючи при цьому неприємний смак, запах, під'ємна сила різко погіршується. Кислотність дріжджів повинна бути не більше 120 мг оцтової кислоти, підймальна сила не більше 70 хв., вологість не більше 75%. При підготовці пресованих дріжджів для замісу напівфабрикатів їх розводять водою в дріжджемішалках Х-14 додаючи на 1 частину дріжджів 3 частини води з температурою 29–32⁰С. Перед подачею на виробництво дріжджеву суспензію пропускають крізь сито з розміром отворів не більше 2,5мм. Дріжджова суспензія відцентровим насосом перекачується в виробничий збірник ХЄ-47, з якого самотечією поступає на виробництво.

Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583-97) доставляється на хлібозавод автотранспортом. Запас солі на складі передбачено на 15 діб.

Сіль з самоскидів зсипається в приймальний відсік ємкості Т1-ХСБ потім по трубопроводу в ємкість подається вода в кількості 50% до маси солі. Через барботер від повітредувки поступає стиснуте повітря, яке поліпшує перемішування солі і прискорює її розчинення. При досягненні густини розчину 1,2г/см³, оператор подає розчин через фільтр і за допомогою насосу перекачує в збірну ємкість ХЄ-48 звідки він поступає в дозатори.

Цукор-пісок (ДСТУ 2316-93) доставляється на підприємство автотранспортом, розфасованим у мішки масою 50 кг. Зберігають цукор-пісок в приміщенні з постійною відносною вологістю повітря не більше 65 %. Мішки з цукром складаються на стелажі у штабелі по 8

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

рядів у висоту. На заміс тіста цукор-пісок використовують у вигляді розчину, який готують у цукро-жиророзчиннику А2-ХРЦ. Розчин готують густиною 1230 кг/м³. Вода для приготування розчину з температурою 50-60°С дозується за допомогою водомірного бачка АВБ-100. Приготовлений розчин через кран із сітчастим фільтром насосом по трубопроводу перекачують у збірник ХЕ-47, з якого розчин самотечею поступає на дозування.

Маргарин столовий (ТУУ561.8008-2001) на хлібозавод доставляють автотранспортом і зберігають тарним способом. Маргарин, розфасований у ящики або пачки, зберігають у холодильній камері при температурі від 0 до 4°С без доступу сонячного світла. Запас маргарину передбачено на 5 діб. Перед використанням маргарин розтоплюють. Для цього використовують цукро-жиророзчинник А2-ХРЦ, облаштований мішалкою і водяною сорочкою. В сорочку подається гаряча вода температурою, яка забезпечує температуру в середині маси 40-45°С. При такій температурі маргарин не розшаровується. Перед розтопленням маргарин звільняють від упаковки, оглядають, при необхідності зачищають поверхню, ріжуть і завантажують у бак цукрожиророзчинника. Розтоплений маргарин перекачують відцентровим насосом у виробничий збірник ХЕ-48, який облаштований водяною сорочкою. З виробничого збірника по термоізолюваному трубопроводу маргарин подається на виробництво у дозатори.

Вода (ДСТУ 7525:2006) на хлібозавод подається з місцевої водомережі. Для забезпечення безперервного технологічного циклу виробництва, створення необхідного запасу і постійного тиску холодної води та гарячої води у найвищій точці корпусу хлібозаводу передбачено приміщення де встановленні баки гарячої і холодної води . Запас холодної води здійснюється на 4 години, гарячої що отримують шляхом підігріву паром за допомогою змієвика – на 8 годин. Температура гарячої води 70°С. Заповнення бака гарячої води холодною водою здійснюється регулюючим вентилем. Для подачі пари, що йде на

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

обслуговування обладнання на підприємстві встановлено котельну установку, що працює по циркуляційному принципу. Холодна вода, що надходить з водомережі, проходить крізь катіонітові фільтри і поступає в деаератор де вона частково звільняється від кисню. Потім вода за допомогою відцентрового насоса подається в котел.

Конденсат що утворюється, збирається в збірнику конденсату , звідки відцентровим насосом подається в деаератор, а потім в паровий котел Е 1/9Г.

1.3. Продуктовий розрахунок

Вихідні дані для розрахунку приведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для виробів

Назва показників, одиниці вимірювання	Умовні позначення	Значення показників для виробів			
		Хліб білий формовий з борошна пшеничного першого сорту масою 0,75 кг	Хліб кминний формовий, масою 0,9 кг	Хліб хотинський подовий масою 0,7 кг	Батон «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту, масою 0,5 кг
1	2	3	4	5	6
Стандарт на готові вироби		ДСТУ 2900:2006	ТУУ 46.22.60-95	ТУУ. 46.22.022-95	ТУУ. 46.22.066-96
Показники якості виробів:					
Вологість, %, не більше	W	45	49	43	43
Кислотність, град, не більше	K	3	9	4	2,5
Пористість, % не менше	П	70	59	64	69
Рецептура на 100 кг борошна, кг					
Борошно житнє обдирне	G _б	-	60	-	-
Борошно пшеничне другого сорту	G _б	-	-	50	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

15

Борошно пшеничне першого сорту	G_b	100	40	50	-
Борошно пшеничне вищого сорту	G_b	-	-	-	100
Дріжджі пресовані	G_d	1,5	0,5	1,5	1,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Сіль кухонна	G_c	1,3	1,5	1,5	1,3
Цукор	$G_{\text{ц}}$	-	-	-	2,5
Кмин	G_k	-	1	-	-
Маргарин	G_m	-	-	-	2,5
Разом	G_c	102,8	103,0	103,0	107,8
Технологічний режим					
Спосіб приготування тіста		Р0	Р3	КМКЗ	БО з викор. пропіоновокислої закваски
Вологість тіста, %	W_m	45,5	50	43,5	43,5
Вологість першої фази, %	$W_{\text{ф}}$	70	70	65	65
Тривалість бродіння першої фази, год	$T_{\text{бр}}$	240	210	480	480
Тривалість бродіння тіста, хв.	$T_{\text{бр.}}$	40	90	110	90
Тривалість вистоювання, хв.	$T_{\text{вис}}$	40	45	40	40
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	45	55	40	21
Концентрація розчину солі, %	$C_{\text{р.с}}$	26	26	26	26
Кратність розведення дріжджів водою	n	3	3	3	3
Технологічні втрати і затрати:					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

16

$$G_{em} = G_m - G_c. \quad (1.2)$$

$$G_{em} = 160 - 102,8 = 57,2 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{dp.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{dp.c} = G_{dp} + n \cdot G_{dp}. \quad (1.3)$$

$$G_{dp.c} = 1,5 + 3 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{в.dp.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.dp.c} = G_{dp.c} - G_{dp}. \quad (1.4)$$

$$G_{в.dp.c} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{dp.c}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{dp.c} = (1,5 \cdot 75 + 3 \cdot 100) / 4,5 = 93,75\%.$$

Маса розчину солі $G_{p.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{p.c} = G_b \cdot G_c / C_{p.c}, \quad (1.5)$$

де $C_{p.c}$ – концентрація розчину солі, %.

$$G_{p.c} = 100 \cdot 1,3 / 26 = 5,2 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.p.c}$, в кілограмах, за формулою (4.4):

$$G_{в.p.c} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг.}$$

Маса води в опарі, $G_{вр.o}$, в кілограмах, за формулою (4.4):

$$G_{вр.o} = 57,2 - 1,95 = 55,25 \text{ кг.}$$

Маса борошна в рідкій солоній опарі в кілограмах, за формулою:

$$G_{BO} = [55,25(100 - 70) + 1,5(75 - 70) + 0,65(3 - 70)] / (70 - 14,5) = 29,2 \text{ кг}$$

Маса опари в кілограмах за формулою:

$$G_o = G_{б.o} + G_{в.o} + G_{dp.c} + G'_{p.c} \quad (1.6)$$

$$G_o = 29,2 + 50,3 + 4,5 + 2,6 = 86,6 \text{ кг}$$

Маса борошна на замішування тіста в кілограмах за формулою:

$$G_{б.m} = G_b - G_{б.o} \quad (1.7)$$

$$G_{б.m} = 100 - 29,2 = 70,8 \text{ кг}$$

Перевірка вологості тіста W_T , у відсотках, за формулою :

$$W_T = (70,8 \cdot 14,5 + 86,6 \cdot 70 + 2,6 \cdot 75) / (70,8 + 86,6 + 2,6) = 45,5\%$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Температура води на замішування опари t_o^o , в градусах Цельсія, за формулою:

$$t_o^o = t_o + G_{e.o} \cdot C_o(t_o - t_o) / (G_e \cdot C_e), \quad (1.8)$$

де t_o , t_o – температура відповідно опари та борошна, ^oC ;

C_e , C_o – теплоємність відповідно води та борошна, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^o\text{C})$;

n – коефіцієнт зміни температури оточуючого середовища

$$t_o^3 = 30 + 29,2 \cdot 2,1(30 - 18) / (55,25 \cdot 4,2) + 1 = 34^o\text{C}.$$

Пофазна рецептура для хліба білого масою 0,75 кг приведена в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Пофазна рецептура для хліба білого масою 0,75 кг

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Фаза технологічного процесу	
		опара, кг	тісто, кг
Борошно пшеничне 1-го сорту	100	29,2	70,8
Дріжджева суспензія	6,0	6,0	-
Розчин солі	5,2	2,6	2,6
Вода	50,3	50,3	-
Опара	-	-	86,6
Разом	160,0	86,6	160,0

Розрахунок пофазної рецептури для хліба кминного формового масою 0,9 кг.

Вихід тіста з 100 кг борошна, G_T , розраховуємо в кілограмах за формулою (1.1):

$$G_T = 103,0 \cdot (100 - 14,5) / (100 - 50) = 174,16 \text{ кг}$$

Маса води в тісті, G_{em} , в кілограмах, за формулою (1.2):

$$G_{em} = 174,16 - 102 = 72,16 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{dp.c}$, в кілограмах, за формулою (1.3):

$$G_{dp.c} = 0,5 + 3 \cdot 0,5 = 2 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{e.dp.c}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{e.dp.c} = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ кг.}$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вологість дріжджової суспензії $W_{др.с}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{др.с} = (0,5 \cdot 75 + 1,5 \cdot 100) / 2 = 93,75\%.$$

Маса розчину солі $G_{р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.5):

$$G_{р.с} = 100 \cdot 1,5 / 26 = 5,77 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.р.с} = 5,77 - 1,5 = 4,27 \text{ кг.}$$

Маса борошна у рідкій заквасці, $G_{бр.з}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{бр.з} = G_з (100 - W_з) / (100 - W_б). \quad (1.9)$$

$$G_{бр.з} = 80 \cdot (100 - 70) / (100 - 14,5) = 28,1 \text{ кг.}$$

Маса води в заквасці, $G_{вр.з}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{вр.з} = 80 - 28,1 = 51,9 \text{ кг.}$$

Маса води в напівфабрикаті та в розчинах сировини, $G'_в$, в кілограмах, за формулою:

$$G'_в = G_{вз} + G_{в.др.с} + G_{в.р.с}. \quad (1.10)$$

$$G'_в = 51,9 + 1,5 + 4,27 = 57,67 \text{ кг.}$$

Маса води в тісто, за винятком води у розчинах та у заквасці, $G_{в.т}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.т} = 72,16 - 57,67 = 14,49 \text{ кг.}$$

Маса борошна в тісті, $G_{б.т}$, в кілограмах, за формулою (1.7):

$$G_{б.т} = 100 - 28,1 = 71,9 \text{ кг.}$$

Перевірка вологості тіста W_T , у відсотках, за формулою:

$$W_T = (71,9 \cdot 14,5 + 80 \cdot 70 + 2 \cdot 93,75 + 5,77 \cdot 72,16 + 16,33 \cdot 100) / (71,9 + 80 + 2 + 5,77 + 14,49) = 50\%$$

Температура води на замішування закваски $t_в^3$, в градусах Цельсія, за формулою:

$$t_в^3 = t_з + M_{в.з} \cdot C_б (t_з - t_б) / (M_в \cdot C_в), \quad (1.11)$$

де $t_з$, $t_б$ – температура відповідно закваски та борошна, $^{\circ}\text{C}$;

$C_в$, $C_б$ – теплоємність відповідно води та борошна, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n – коефіцієнт зміни температури оточуючого середовища

$$t_e^3 = 30 + 28,1 \cdot 2,1(30 - 18) / (51,9 \cdot 4,2) + 1 = 34,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Пофазна рецептура для хліба кминного формового масою 0,9 кг. приведена в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Пофазна рецептура для хліба кминного формового

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Фаза технологічного процесу	
		Закваска	Тісто
Борошно житнє обдирне	60	28,1	31,9
Борошно пшеничне 2-го сорту	40	-	40
Дріжджова суспензія	2,0	-	2,0
Розчин солі	5,77	-	5,77
Закваска	-	-	80
Кмин	1,0	-	1,0
Вода	66,32	51,9	14,49
Разом	175,16	80	175,16

Розрахунок пофазної рецептури на хліб хотинський подовий, масою 0,7 кг.

Вихід тіста з 100 кг борошна, G_T , розраховуємо в кілограмах за формулою (1.1):

$$G_T = 103,0 \cdot (100 - 14,5) / (100 - 43,5) = 154,6 \text{ кг}$$

Маса води в тісті, $G_{вт}$, в кілограмах, за формулою (1.2):

$$G_{вт} = 154,6 - 103 = 51,6 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{др.с}$, в кілограмах, за формулою (1.3)

$$G_{др.с} = 1,5 + 3 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{в.др.с}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.др.с} = G_{др.с} - G_{др.}$$

$$G_{в.др.с} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{др.с}$, у відсотках, за формулою:

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{др.с} = (1,5 \cdot 75 + 3 \cdot 100) / 4,5 = 93,75\%$$

Маса розчину солі $G_{р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.3)

$$G_{р.с} = 100 \cdot 1,5 / 26 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.р.с} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Маса борошна на приготування концентрованої молочнокислої закваски $G_{б.кМКЗ}$, в кілограмах за формулою (1.8):

$$G_{б.з} = 10(100-65) / 100 - 14,5 = 4,1 \text{ кг}$$

Маса води в КМКЗ, $G_{вкМКЗ}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{вкМКЗ} = 10 - 4,1 = 5,9 \text{ кг.}$$

Маса води в напівфабрикаті та в розчинах сировини, $G'_в$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G'_в = 4,5 + 3 + 5,9 = 13,4 \text{ кг.}$$

Маса води, що дозується у тісто, $G'_в$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G'_в = 51,6 - 13,4 = 38,2 \text{ кг.}$$

Температура води на приготування концентрованої молочнокислої закваски, $t_{в.кМКЗ}$, в градусах Цельсія, за формулою:

$$t_{в.кМКЗ} = t_{кМКЗ} + (M_{б.кМКЗ}^{XB} \cdot C_б \cdot (t_{кМКЗ} - t_б) / (M_{в.кМКЗ} \cdot C_в) + n; \quad (1.12)$$

де $t_з$ – температурва КМКЗ, $^{\circ}\text{C}$

$t_б$ – температура борошна, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{в.кМКЗ} = 32 + (4,1 \cdot 2,1(32 \cdot 18) / 5,9 \cdot 4,2) + 1 = 38^{\circ}\text{C}$$

Теплоємкість концентрованої молочнокислої закваски за формулою:

$$C_{кМКЗ} = (4,1 \cdot 2,1 + 5,9 \cdot 4,2) / 4,1 + 5,9 = 3,3 \text{ кДж/кг } ^{\circ}\text{K}$$

Температура води на замішування тіста $t_в^T$, за формулою (1.8):

$$t_в^T = 30 + (95,9 \cdot 2,1(30-18) + 10 \cdot 3,3(30-32) / 38,2 \cdot 4,2) + 1 = 45^{\circ}\text{C}$$

Вологість тіста W_t , у відсотках за формулою(1.4.):

$$W_m = (95,9 \cdot 14,5 + 10 \cdot 65 + 6,0 \cdot 75 + 6,0 \cdot 93,75 + 38,2 \cdot 100) / (95,9 + 10 + 6 + 4,5 + 38,2) = 43,5\%$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Пофазна рецептура для хліба хотинського подового масою 0,7 кг приведена в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Пофазна рецептура для хліба хотинського

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Фаза технологічного процесу	
		КМКЗ, кг	тісто, кг
Борошно пшеничне 1-го сорту	50	4,1	45,9
Борошно пшеничне 2-го сорту	50	-	50
Дріжджева суспензія	6,0	-	6,0
Розчин солі	6	-	6
Вода	44,1	5,9	38,2
КМКЗ	-	-	10
Разом	154,6	10	154,6

Розрахунок пофазної рецептури для батона «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,5 кг

Вихід тіста з 100 кг борошна, G_T , розраховуємо в кілограмах за формулою (1.1):

$$G_T = 107,8 \cdot (100 - 14,5) / (100 - 43,5) = 162,3 \text{ кг}$$

Маса води в тісті, $G_{вт}$, в кілограмах, за формулою (1.2):

$$G_{вт} = 162,3 - 107,8 = 54,5 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{др.с}$, в кілограмах, за формулою (1.3)

$$G_{др.с} = 1,5 + 3 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{в.др.с}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.др.с} = G_{др.с} - G_{др.}$$

$$G_{в.др.с} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{др.с}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{др.с} = (1,3 \cdot 75 + 4,5 \cdot 100) / 6,0 = 91,25 \%$$

Маса розчину солі $G_{р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.5)

$$G_{р.с} = 100 \cdot 1,3 / 26 = 5,0 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.р.с}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{в.р.с} = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ кг.}$$

Маса розчину цукру $G_{р.ц}$, в кілограмах, за формулою (1.5)

$$G_{р.ц} = 100 \cdot 2,5 / 65 = 3,8 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині цукру $G_{в.р.ц}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.р.ц} = 3,8 - 2,5 = 1,3 \text{ кг.}$$

Витрата борошна на розробку $G_{б.р.}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{б.р} = G_{б} \cdot q_p / 100 \quad (1.13)$$

$$G_{б.р} = 100 \cdot 0,6 / 100 = 0,6 \text{ кг}$$

Маса пропіоновокислої закваски, що дозується у тісто, $G_{пкз}$, в кілограмах, становить 10% від маси борошна, отже $G_{пкз} = 10 \text{ кг}$.

Маса борошна на приготування пропіоновокислої закваски $G_{б.пкз.}$, в кілограмах за формулою (1.9):

$$G_{б.пкз} = 10(100-72) / 100 - 14,5 = 3,2 \text{ кг}$$

Маса води в ПКЗ, $G_{впкз}$, в кілограмах, за формулою (1.10):

$$G_{впкз} = 10 - 3,2 = 6,8 \text{ кг.}$$

Маса борошна в заварку $G_{б.з}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{б.з} = G_{вкмкз} \cdot 10 / 100 \quad (1.14)$$

$$G_{б.з} = 3,2 \cdot 10 / 100 = 0,32 \text{ кг}$$

Маса води в заварку $G_{в.з}$, якщо співвідношення становить 1:3 в кілограмах за формулою (1.10)

$$G_{в.з} = 0,32 \cdot 3 = 0,96 \text{ кг}$$

Маса заварки $G_{зав}$, в кілограмах за формулою (1.10) :

$$G_{зав} = 0,32 + 0,96 = 1,28 \text{ кг}$$

Маса борошна на приготування закваски $G_{б.закв.}$, в кілограмах за формулою (1.14):

$$G_{б.пкз} = 3,2 - 0,32 = 3,2 \text{ кг}$$

Маса води в закваску, $G_{взак}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G_{в.зак} = 6,8 - 0,96 = 5,84 \text{ кг}$$

Маса води, що дозується у тісто, $G'_{в}$, в кілограмах, за формулою (1.4):

$$G'_{в} = 54,5 - 4,5 - 3,7 - 1,3 - 0,96 - 5,84 = 38,2 \text{ кг.}$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса борошна в тісто, $G_{\text{бт}}$, в кілограмах за формулою (1.7):

$$G_{\text{бт}} = 100 - 0,32 - 2,88 = 96,8 \text{ кг}$$

Температура води на приготування пропіоновокислої закваски, $t_{\text{в.пкз}}$, в градусах Цельсія, і температура води на замішування тіста $t_{\text{в}}^{\text{T}}$, приймаємо з попереднього розрахунку для хліба хотинського подового:

для замісу ПКЗ $t_{\text{в.пкз}} = 38^{\circ}\text{C}$

для замісу тіста $t_{\text{в}}^{\text{T}} = 45^{\circ}\text{C}$

Вологість тіста $W_{\text{т}}$, у відсотках за формулою:

$$W_{\text{т}} = (95,3 \cdot 14,5 + 10 \cdot 65 + 6,0 \cdot 75 + 1,5 \cdot 91,7 + 40,8 \cdot 100) / (95,3 + 10 + 6 + 1,5 + 40,8) = 43,5\%$$

Пофазна рецептура для батона «Нива» з борошна пшеничного першого сорту масою 0,5 кг приведена в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Пофазна рецептура для батона «Нива»

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Заварка, кг	Закваска, кг	Тісто, кг	На розроблення, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100	0,32	2,88	96,2	0,6
Дріжджева суспензія	6	-	-	6	-
Розчин солі	2	-	-	5	-
Розчин цукру	3,8	-	-	3,8	-
Маргарин	2,5	-	-	2,5	-
Заварка	-	-	1,28	-	-
Вода	45	0,96	5,84	38,2	-
Закваска	-	-	-	10	-
Разом	162,3	1,28	10	162,3	

1.3.2. Розрахунок виробничої рецептури для батона «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,5 кг.

Маса борошна для завантаження діжі, $G_6^{\text{д}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_6^{\text{д}} = V \cdot q / 100 \quad (1.15)$$

де V – об'єм діжі, л

					<i>ДП. МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

q – питоме завантаження борошном діжі, кг/л

$$G_{\delta}^{\delta} = 330 \cdot 35 / 100 = 115,5 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку витрат сировини на заміс, K , за формулою:

$$K_n = G_n^{\text{зод}} / 100 \quad (1.16)$$

$$K = \frac{115,5}{100} = 1,155$$

Маса тістової заготовки $G_{mз}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{T.з} = 0,5 \cdot 100 \cdot 100 / (100 - 11,5)(100 - 4,0) = 0,588 \text{ кг}$$

Перерахунок сировини на один заміс закваски.

Маса закваски за хвилину, $G_{\text{закв}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{закв}} = 10 \cdot 314,3 / 60 \cdot 100 = 0,52 \text{ кг}$$

Кількість закваски, що знаходиться на бродінні $G_{\text{закв}}^{\text{бр}}$, у кілограмах за формулою:

$$G_{\text{закв}}^{\text{бр}} = 0,52 \cdot 480(1 + 50/50) = 499,2 \text{ кг}$$

Кількість закваски, що відбирається, $G_{\text{закв}}^{\text{відб}}$, у кілограмах за формулою:

$$G_{\text{закв}}^{\text{відб}} = 499,2 / (1 + 50/50) = 249,6 \text{ кг}$$

Кількість замісів для завантаження одного відбору, $n_з$, за формулою:

$$n_з = 249,6 / 250 = 1$$

Кількість заварки, що замішується за один заміс, $G_{\text{пс}}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{\text{пс}} = 249,6 / 1 = 249,6 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку витрати сировини за один заміс закваски, K_n , за формулою:

$$K_n = 249,6 / 10 = 24,9$$

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування тіста для батона «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,5 кг, приведені в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 – Виробнича рецептура для батона «Нива»

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Назва сировини, напівфабрикатів та режим приготування	Заварка на 1 заміс, кг	Закваска на 1 заміс, кг	Тісто на 1 заміс, кг	Розробка за 1 заміс
Борошно пшеничне вищого сорту	7,9	71,7	111,1	0,7
Дріжджева суспензія	-	-	6,93	-
Розчин солі	-	-	5,77	-
Розчин цукру	-	-	4,38	-
Маргарин	-	-	2,88	-
Закваска	-	249,6	11,55	-
Вода	23,9	145,4	44,1	-
Вологість, %		72	43,5	-
Початкова температура, °С		32	30	-
Кінцева кислотність, град		16	3	-
Тривалість бродіння, год, хв.		480	90	-
Маса тістової заготовки, кг		-	0,57	-
Тривалість вистійки, хв.		-	40	-
Тривалість випікання, хв.		-	21	-

1.3.3. Розрахунок витрат і запасу сировини

Витрати борошна за годину, G_6^{zod} , в кілограмах, за формулою:

$$G_6^{zod} = P_n^{zod} \cdot 100 / B_x, \quad (1.17)$$

де B_x – розрахований вихід виробу, %

для хліба білого формового масою 0,75 кг:

$$G_6^{zod} = 624 \cdot 100 / 136,7 = 456,5 \text{ кг},$$

для хліба кминного формового, масою 0,9 кг:

$$G_6^{zod} = 612,6 \cdot 100 / 146 = 419,6 \text{ кг},$$

в тому числі борошна житнього обдирного:

$$G_6^{жс} = 419,6 \cdot 60 / 100 = 251,7 \text{ кг},$$

для хліба хотинського подового, масою 0,7 кг:

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_b^{zod} = 201,5 \cdot 100 / 132,1 = 152,6 \text{ кг.}$$

для батонів «Нива», масою 0,5 кг:

$$G_b^{zod} = 411,4 \cdot 100 / 133,9 = 307,3 \text{ кг.}$$

Витрати інших видів сировини за годину, G_c^{zod} , в кілограмах за формулою:

$$G_c^{zod} = G_b^{zod} \cdot G_{cup} / 100, \quad (1.18)$$

де G_{cup} – маса сировини відповідно рецептур на 100 кг борошна для виробів, кг.

Витрата сировини на 1 тону готових виробів G_c^{num} , в кілограмах, за формулою:

$$G_c^{num} = 1000 \cdot G_{cup} / B_x. \quad (1.19)$$

Питома витрата сировини і витрата сировини за годину, приведена в таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Питома витрата сировини і витрата сировини за годину

Назва сировини	Хліб білий формовий з борона пшеничного першого сорту масою 0,75 кг				Хліб кминний формовий, масою 0,9 кг			
	на 1 тону виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі, год	за добу, кг	на 1 тону виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі, год	за добу, кг
Борошно житнє обдирне	-	-	-	-	410,9	251,7	23	5789,1
Борошно пшеничне першого сорту	731,5	456,5	23	10499,5	273,9	167,9	23	3861,7
Дріжджі пресовані	10,9	6,85	23	157,55	3,42	209	23	48,04
Сіль поварена харчова	9,5	5,94	23	136,62	10,2	6,3	23	144,9
Кмин	-	-	-	-	6,8	4,2	23	96,60

Таблиця 1.8 – Питома витрата сировини і витрата сировини за годину

Назва сировини	Батон «Нива» з борошна пшеничного вищого сорту, масою 0,5 кг	Хліб хотинський подовий масою 0,7 кг
----------------	--	--------------------------------------

	на 1 тонну виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі, год	за добу, кг	на 1 тонну виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі, год	за добу, кг
Борошно пшеничне першого сорту	-	-	-	-	378,5	76,3	15,32	1168,9
Борошно пшеничне другого сорту	-	-	-	-	378,5	76,3	15,32	1168,9
Борошно пшеничне вищого сорту	746,8	307,3	7,66	2353,9	-	-	-	-
Дріжджі пресовані	11,2	4,6	7,66	35,2	11,36	2,3	15,32	35,2
Цукор - пісок	18,6	7,6	7,66	58,2	-	-	-	-
Маргарин	18,6	7,6	7,66	58,2	-	-	-	-
Сіль поварена харчова	9,7	3,4	7,66	26	11,36	2,3	15,32	35,2

Витрата сировини за добу, запас сировини для зберігання, площі складів приведені в таблиці 1.9

Таблиця 1.9 – Витрата сировини, запас сировини і площа складів

Назва сировини	Витрата сировини за добу, кг	Тривалість зберігання сировини, діб	Запас сировини, кг	Норма складування, кг/м ²	Площа складу м ²
Борошно житнє обдирне	5789,1	7	40523,7	БЗБ	-
Борошно пшеничне першого сорту	11668,4	7	81678,8	БЗБ	-
Борошно пшеничне другого сорту	1168,9	7	8182,3	БЗБ	-
Борошно пшеничне вищого сорту	2353,9	7	16477,3	БЗБ	-
Дріжджі пресовані	276,0	5	1380,0	250	5,5

Сіль поварена					
харчова	342,72	15	5141,8	БЗС	-
Кмин	96,60	15	1449,0	540	2,7
Цукор	58,2	15	873,0	800	1,09
Маргарин	58,2	5	291,0	900	0,32

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Вистоювання тістової заготовки супроводжується бродінням тіста, накопиченням газів, під їх дією заготовка росте – збільшує об'єм.

У технологічній схемі виробництва хлібобулочних виробів процес вистоювання відбувається перед випіканням, він повинен забезпечувати набуття тістовою заготовкою певної форми і структури. В процесі вистоювання об'єм заготовки збільшується в 1,5 рази, поверхня стає рівною і гладкою.

Вистоювання поділяється на попереднє та кінцеве. Попередньому вистоюванню піддаються заготовки, вироблені із сортового борошна. Тривалість його в межах 5–15 хв, воно проводиться після округлення заготовок, перед наданням їм остаточної форми. Під час попереднього вистоювання йде зняття внутрішніх напружень в заготовці, отриманих при поділі та округленні. Воно може виконуватися безпосередньо на транспортері під час руху від однієї машини до іншої або в спеціальних механізованих шафах. Витримувати спеціальні параметри середовища в цьому разі не обов'язково. Кінцеве вистоювання проводиться при температурі середовища 35–40 °С, відносній вологості 75–80 %, тривалість вистоювання визначається органоліптично і знаходиться в межах 30–60 хв.

Борошно по трубопроводу через приймальний щиток ХЩП (8) подається в силос ХЕ-160 (10). З силосу борошно за допомогою живильника (11) та стиснутого повітря поступає в циклон розвантажувач (12) де повітря відділяється від борошна та борошно подається на просіювання в просіювач ПБ-1,5 (13) де борошно просіюється та звільняється від металодомішок, та одразу поступає на зважування в автоваги АВ-50-НК (17).

Зважене та просіяне борошно по трубопроводу поступає у виробничий бункер ХЕ-112 (21), з якого шнеком транспортується у барабанний дозатор тістомісильної машини А2-ХТТ (20), в якій замішується опара. За допомогою дозувальної станції Ш2-ХДМ (19) в опару дозуються рідкі компоненти, такі як дріжджова суспензія і вода. Вологість замішаної опари – 44%, температура 28⁰С. З тістомісильної машини опара по трубопроводу лопатевим насосом (22)

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

поступає на бродіння у корито корито для бродіння І8-ХТА12/6 (23), де воно бродить 3 год. Закінчення процесу бродіння визначається органолептично і за показником загальної кислотності. Кислотність повинна становити 3,0 град. Виброджена опара по трубопроводу лопатевим насосом (22) дозується у тістомісильну машину.

Заміс тіста відбувається безперервно у тістомісильній машині А2-ХТТ (20), в яку борошно поступає із виробничого бункера ХЕ-112 (21) шнеком і дозується автоматично. Туди ж за допомогою дозувальної станції Ш2-ХДМ (19) дозується вода, а також розчин солі, цукру і розтоплений маргарин. Замішане тісто по трубопроводу лопатевим насосом (22) поступає у корито для бродіння тіста І8-ХТА12/6 (23), де воно бродить 90хв.

Виброджене тісто, з корита самотечією поступає у приймальну лійку тістодільника А2-ХТН (24) де тісто ділиться на шматки відповідної маси, які округлюються у тістоокруглювачі Т1-ХТН (26). Для зняття напруг, які виникли при округлені і надання їм певних структурно механічних властивостей, тістові заготовки поступають на стрічковий транспортер для попередньої вистійки (27). З транспортера тістові заготовки поступають в тістозакатувальну машину І8-ХТЗ (28), де набувають форми батона вручну зі столу (29) вкладаються на листи та подаються в шафу остаточного вистою РЗ-ШРТЗ (30), де вистоюються протягом 60хв при температурі 35–40⁰С і відносній вологості повітря 75–80%. Після вистоювання листи за вручну пересаджуються на під тунельної печі ППЦ (31). Батони випікаються на протязі 22–28 хв.

Випечені вироби стрічковим транспортером (32) транспортуються на циркуляційний стіл А2-ХСК (33). Потім вироби вручну вкладаються на лотки вагонетки ВП (34). Складені вироби направляються в експедицію, а далі в торгову мережу.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Техніко-економічне обґрунтування

Вистоювання тістової заготовки супроводжується бродінням тіста, накопиченням газів, під їх дією заготовка росте – збільшує об'єм.

У технологічній схемі виробництва хлібобулочних виробів процес вистоювання відбувається перед випіканням, він повинен забезпечувати набуття тістовою заготовкою певної форми і структури. В процесі вистоювання об'єм заготовки збільшується в 1,5 рази, поверхня стає рівною і гладкою.

Вистоювання поділяється на попереднє та кінцеве. Попередньому вистоюванню піддаються заготовки, вироблені із сортового борошна. Тривалість його в межах 5–15 хв, воно проводиться після округлення заготовок, перед наданням їм остаточної форми. Під час попереднього вистоювання йде зняття внутрішніх напружень в заготовці, отриманих при поділі та округленні. Воно може виконуватися безпосередньо на транспортері під час руху від однієї машини до іншої або в спеціальних механізованих шафах. Витримувати спеціальні параметри середовища в цьому разі не обов'язково. Кінцеве вистоювання проводиться при температурі середовища 35–40 °С, відносній вологості 75–80 %, тривалість вистоювання визначається органоліптично і знаходиться в межах 30–60 хв.

Класифікація конструкцій шаф вистою базується на таких характерних ознаках:

- за напрямком розміщення робочої частини ланцюгового конвеєра – на вертикальні, горизонтальні, комбіновані;
- по зовнішній формі шафи вистою – на П-, Т-, Г-подібні;
- залежно від асортименту виробів – на шафи для широкого асортименту і спеціальні, наприклад тільки для батоноподібних заготовок;
- по способу завантаження та розвантаження тістових заготовок – на механізовані та ручні (в останньому випадку можливе використання багатоповерхових колісок).

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

На тривалість вистоювання суттєво впливають відносна вологість в камері, температура та деякі конструктивні фактори.

Науково-дослідні роботи по вистоюванню проводились у багатьох країнах світу. У Франції розроблена шафа, яка з метою зменшення площі має циліндричну форму з вертикальною віссю. Тістові заготовки розміщені на гнучкій транспортерній стрічці, яка рухається по просторовій спіралі, одночасно переміщаються навколо вертикальної осі та по висоті.

В безперервнодіючих шафах заготовки укладені на колиски, що закріплені між двома ланцюгами, можуть також заготовки пересуватись на лотках, які не мають жорсткого з'єднання з приводом, а періодично сполучаються з ним за допомогою захватів: виступів чи кронштейнів. У французькій вистійній шафі змонтовані спеціальні канали, по яких повітря подається індивідуально до кожної полиці, з тістовими заготовками. У США побудована вистійна шафа, рух лотків в якій відбувається по замкненому контуру, що складається з двох горизонтальних та двох вертикальних ділянок.

Параметри температури та вологості повітря витримуються постійними по всьому простору шафи вистою.

Багато вітчизняних конструкцій шаф вистою для нагрівання повітря використовують теплоту, що йде від печі. На хлібозаводах Німеччини використовується шафа, для якої гаряче повітря відбирається безпосередньо з топочної камери печі. Спеціальними каналами воно розподілюється по шафі вистою та крізь отвори подається до кожного листа із заготовками.

Для того щоб тістові заготовки одразу після попадання в шафу набували потрібної температури у США розроблена шафа, в якій є три зони: у першій заготовки піддаються мікрохвильовому нагріванню, у другій тісто не нагрівається, і температурні поля в середині нього вирівнюються; у третій зоні знову використовується мікрохвильове нагрівання. Вистоювання відбувається якісно та в короткий термін.

В разі відхилення параметрів повітря у шафі вистою відбувається погіршення якості процесу. Поверхня тістової заготовки висихає та

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

завітряється, заготівка може швидко перестоятись та почати опадати. Для створення спеціального режиму у США, Німеччині та інших країнах працюють шафи де заготівки вміщуються у попередньо нагріті форми, розташовані на конвеєрі. Потім ці форми закриваються кришками. Таким чином заготівки опиняються в замкненому теплому середовищі, де обмежені втрати вологи з поверхні. У такому вигляді вони йдуть і в піч. Процес випікання відбувається при значно менших втратах маси заготівки на упікання. На останній стадії перебування заготівки в печі пластини відходять від форм, на відкритих поверхнях хліба утворюється скоринка.

Розглянемо конструкції універсальних шаф вистоювання, які використовуються на вітчизняних хлібозаводах. У них забезпечується процес вистоювання тістових заготовок широкого асортименту – від хлібу до булочок різних форм — круглої, видовженої тощо.

Шафа вистою Т1-ХР-2А. Конвеєрна шафа Т1-ХР-2А призначена для вистоювання широкого асортименту заготовок хлібобулочних виробів і випускається трьох типорозмірів Т1-ХР-2А-30, Т1-ХР-2А-48, Т1-ХР-2А-72, які розраховані на роботу відповідно з трьома типами тунельних печей: з площею поду 16, 25, 40 м² або з тупиковими люлечними печами, що мають довжину коліски 1,9–2,1 м.

Виходячи з продуктивності печі визначена і кількість робочих люльок в шафі – 80, 120 або 140. Вистійна шафа має Г-подібну форму (див. рис.3.1.).

Конвеєр шафи вистою приводиться до руху приводом 5 через зірочку 1. Конвеєр 2 виконано з пластинчасто - каткових ланцюгів кроком 100 мм, на яких є спеціальні пальці для підвішування колісок 4. Основний напрямок руху колісок горизонтальний. Крок їх підвіски 500 мм. Для натяжки ланцюгів використовується зірочка 3.

Коліска являє собою двоповерхову конструкцію, яка передбачає ручне завантаження та розвантаження. Подові тістові заготівки розміщуються на листах, на яких будуть в подальшому випікатись. Верхня полиця при

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

прямокутну раму, на якій закріплена тканина. Тканина прогинається під масою тістової заготовки, формуючи профіль її верхньої поверхні.

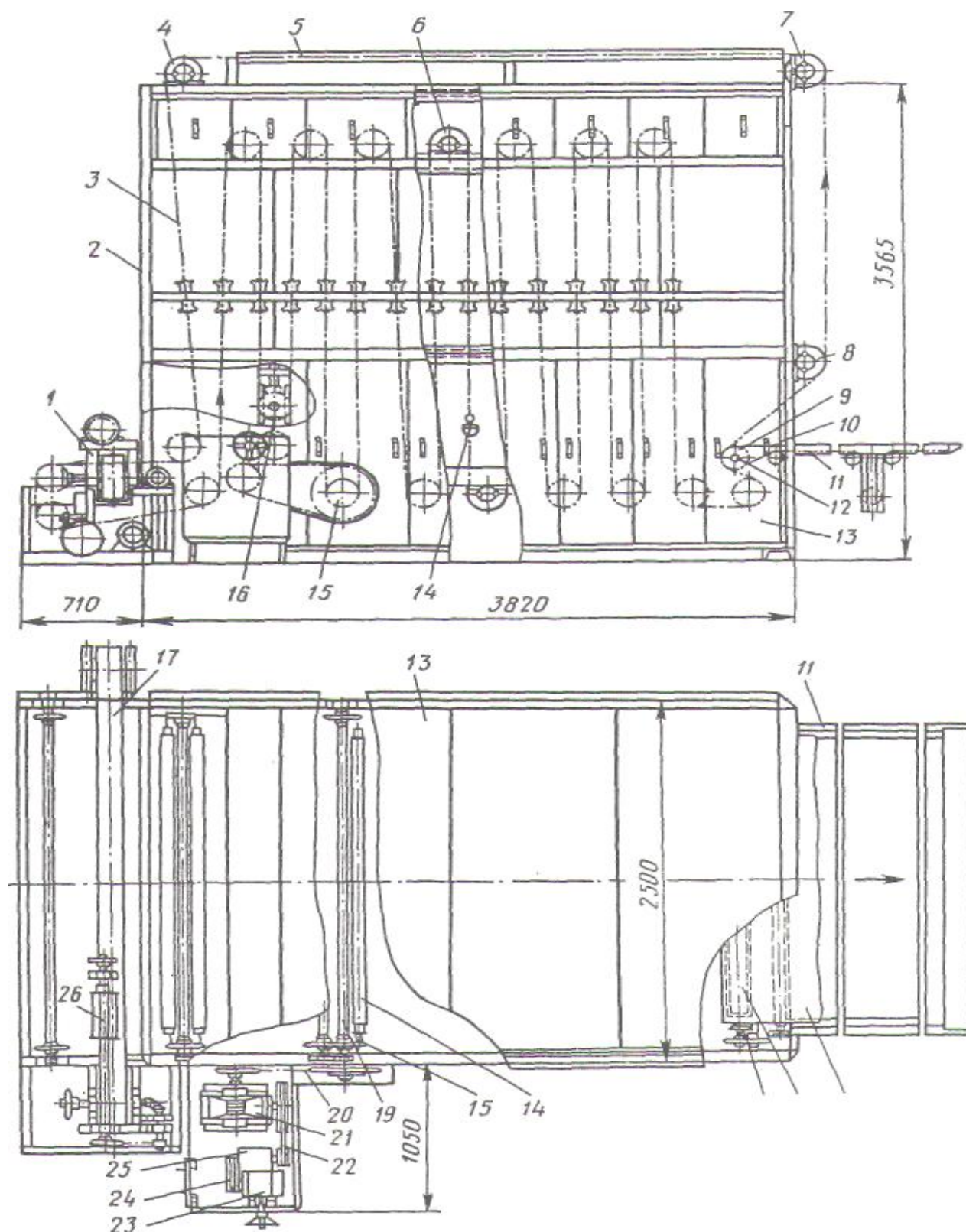


Рис.3.2. Шафа вистою РШВ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

37

Зірочки 15 закріплені на приводному валу 19. Для натяжки конвеєра використовується натяжна станція 16. Зворотна гілка конвеєра 5 розташована ззовні шафи та спирається на зірочки 4,7,8. Під час руху порожніх колисок в зону завантаження 1 вони підсушуються. Розвантаження колисок відбувається на барабані 9 стрічкового транспортера 10, який переносить їх на під печі.

Робота шафи відбувається в такому порядку. Заготовки подаються стрічковим транспортером на роторно-стрічковий посадчик в кишені ротора 26, який рівномірно обертається. Коли кишеня опиняється внизу, заготовка випадає на стрічку укладального транспортера 17, який рухається вздовж коліски. Завдяки цьому крок між заготовками витримується постійними. Коли на транспортері накопичиться повний ряд заготовок, стрічка його зупиняється і транспортер нахиляється так, що заготовки падають у колиску вистійної шафи. Після цього стрічковий транспортер повертається в попереднє положення та цикл роботи повторюється.

Шафа вистою має спеціальний керуючий пристрій, за допомогою якого узгоджується переміщення колисок, робота укладальника та тістоподільника.

Для розвантаження шафи та пересадки тістових заготовок на под печі використовується спеціальний транспортер 9. Коли стрічка обходить барабан 12, вона опиняється безпосередньо поруч з траєкторією коліски. Остання рухаючись вгору притискається до стрічки, причому швидкості їх збігаються. В момент виходу коліски на горизонтальну дільницю вона перевертається, заготовка м'яко перекладається на стрічку, а спорожнена коліска рухається вгору.

Шафа вистою тістових заготовок Г4-РШВ. Напрямок руху гілок ланцюгового конвеєра в цій шафі (рис.3.3) вертикальний. Це дає можливість зменшити габарити шафи, повністю механізувати операції завантаження та розвантаження колисок. За рахунок зміни кількості гілок розміри шафи можна узгоджувати з тунельними печами з площею поду 16...30 м².

Шафа має каркасну будову. З боків та згори шафа закрита з'ємним огороженням. В середині шафи розташовані 23 пари зірочок, на які натягнуті ланцюги конвеєра, що містить коліски для тістових заготовок. Коліски

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

підвішені через кожні дві ланки ланцюга. Вони являють собою прямокутну раму, на якій закріплена тканина. Тканина прогинається під масою тістової заготовки, формуючи профіль її верхньої поверхні. Для натяжки конвеєра використовується натяжна станція. Під час руху порожніх кошиків на холостій вітті в зону завантаження вони підсушуються. Розвантаження кошиків відбувається на барабані стрічкового транспортера, який переносить їх на під печі.

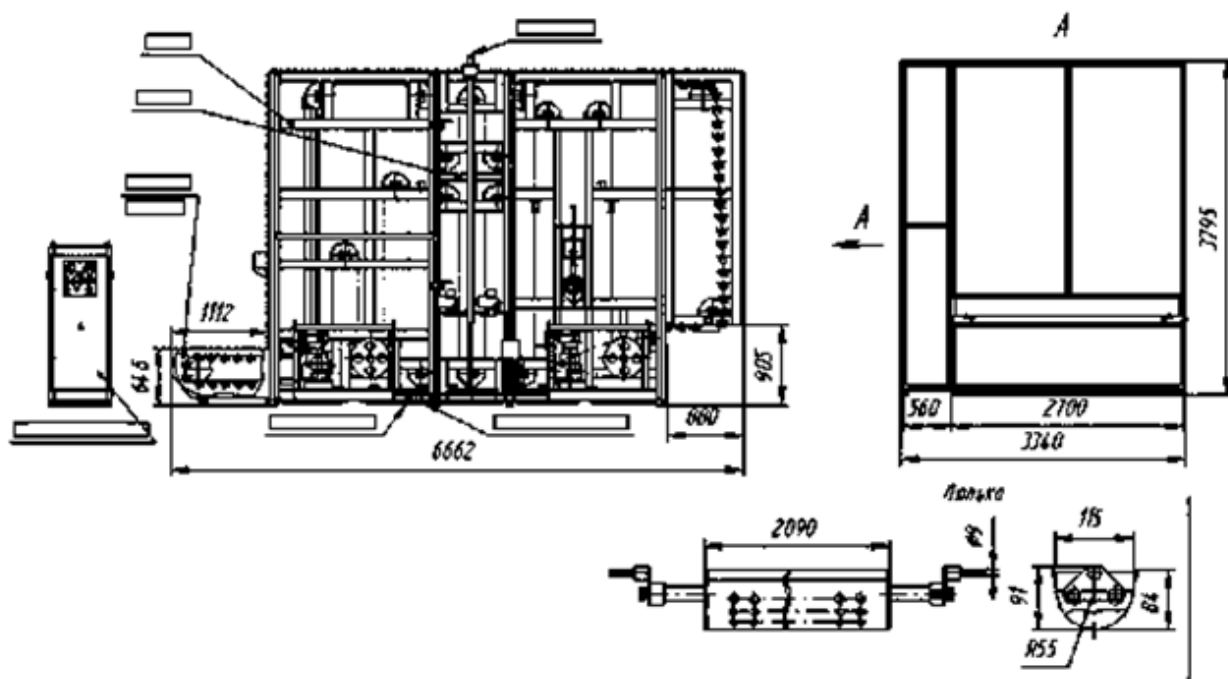


Рис.1.3. Шафа вистою тістових заготовок Г4-РШВ

Технічна характеристика:

Час вистоювання, хв.	40–50
Кількість люльок	313
Крок ланцюга, мм	76,2
Крок посадки тістових заготовок на під печі, мм	162,4
Крок підвіски люльок	152,4
Розмір люльок (жолоб: Д×Ш×В), мм	2090×125×85
Ширина підвіски люльок, мм	2344
Кількість заготовок в люльці	6
Крок заготовок на люльці	345±5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

Розміри з приводом, мм

6652×3340×3945

Маса, кг

6000

Робота шафи відбувається в такому порядку. Заготовки подаються стрічковим транспортером на роторно-стрічковий посадчик в кишені ротора, який рівномірно обертається. Коли кишеня опиняється внизу, заготовка випадає на стрічку укладального транспортера, який рухається вздовж колиски. Завдяки цьому крок між заготовками витримується постійними. Коли на транспортері накопичиться повний ряд заготовок, стрічка його зупиняється і транспортер нахилиється так, що заготовки падають у колиску вистійної шафи. Після цього стрічковий транспортер повертається в попереднє положення та цикл роботи повторюється.

Шафа вистою має спеціальний керуючий пристрій, за допомогою якого узгоджується переміщення колісок, робота укладальника та тістоподільника.

Для розвантаження шафи та пересадки тістових заготовок на под печі використовується спеціальний транспортер. Коли стрічка обходить барабан, вона опиняється безпосередньо поруч з траєкторією коліски. Остання рухаючись вгору притискається до стрічки, причому швидкості їх збігаються. В момент виходу коліски на горизонтальну ділянку вона перевертається, заготовка м'яко перекладається на стрічку, а спорожнена колиска рухається вгору.

Шафа вистою РЗ-ШРТЗ. Шафа (рис.3.4) призначена для вистою батоноподібних тістових заготовок. Шафа встановлюється в механізованій лінії між тістообробним обладнанням і тунельною піччю з шириною поду 3 м.

Шафа складається з каркаса, приводного, натяжного, розвантажувального і проміжних валів, ланцюгового конвеєра. Шафа, крім місць завантаження і розвантаження тістових заготовок, огорожена щитами і дверима. В нижній частині шафи двері прозорі.

Каркас шафи складається із зварних бокових, з'єднаних між собою стяжками на болтах. На каркасі встановлені ведучий, натяжний, розвантажувальний та 14 проміжних валів.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зірочки на валах огинаються тяговими ланцюгами, крок яких 100 мм. На горизонтальних ділянках конвеєра ланцюги підтримуються направляючими. Вистоювання тістових заготовок здійснюється в люльках, які на пальцях підвішені між двома гілками конвеєра. Розвантаження люльок на сітчатий під печі механізоване.

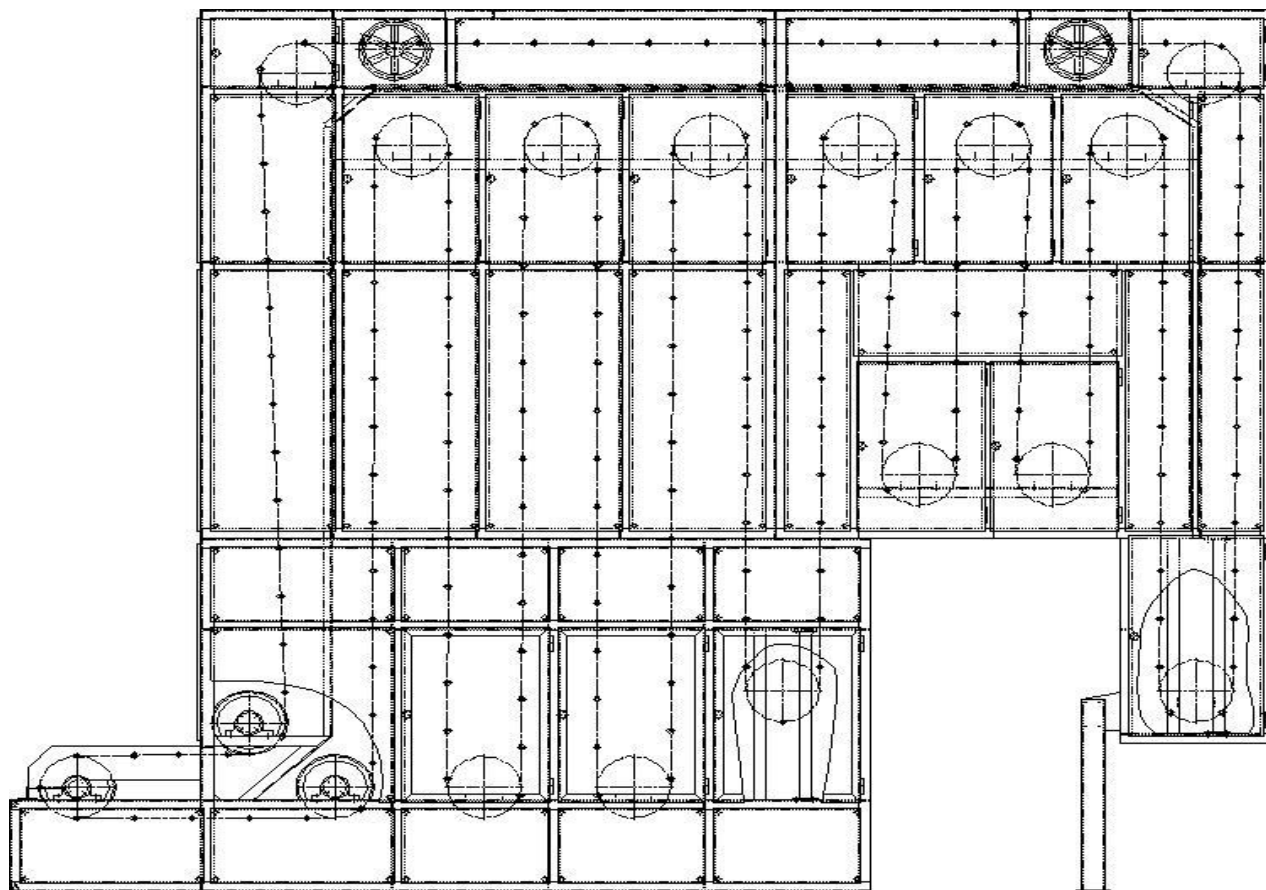


Рис.3.4. Шафа вистою РЗ-ШРТЗ

Технічна характеристика

1. Кількість люльок в шафі, шт.:

загальна 208

робочих 160

2. Крок ланцюга конвеєра, мм 100

3. Крок підвіски люльок, мм 300

4. Встановлена потужність електродвигуна
привода, кВт 2,2

5. Частота обертання приводного вала, об/хв 3,5

6. Тривалість вистою найбільша, хв 50

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

41

7. Габаритні розміри, мм:

довжина	6600
ширина	3400
висота	5500

Холоста ділянка конвеєра відділена від робочої перегородкою з листової нержавіючої сталі, покладеної на кутники. Підсушка касет відбувається за допомогою чотирьох осьових вентиляторів, а також передбачена установка бактерицидних ламп.

Для періодичного огляду та технічного обслуговування верхньої частини шафи передбачена площадка.

Підтримання відповідної відносної вологості в робочій зоні забезпечується парозволожувачами, а температури - паропідігрівачами.

Боковини каркаса, вали, щити і двері поставляються замовнику в зібраному вигляді. Загальне складання і електромонтаж виконуються на місці. Шафа повинна встановлюватися в приміщенні, яке відповідає санітарним вимогам і технічному процесу, на горизонтальній підготовленій площадці.

Каркас монтується з боковин і стяжок, рама привода кріпиться на фундаменті чотирма анкерними болтами.

Необхідно забезпечити і ретельно перевірити горизонтальність приводного вала. Зірочки проміжних і натяжних валів, які посаджені на шпонці, розташовуються в шахматному порядку.

Перед навішуванням ланцюгів необхідно перевірити відстань між серединами зірочок всіх блоків, яка повинна бути 3140 ± 2 мм, а торцеві поверхні зірочок повинні лежати в одній площині. Довжина обох ланцюгів конвеєра повинна бути однаковою, взаємодія всіх ланок ланцюгів-вільною.

Між двома гілками конвеєра навішуються люльки, які фіксуються шплінтами.

Під час обкатки конвеєра вистоювання ланцюги повинні бути змащені, за рахунок чого досягається плавний легкий хід конвеєра. Натяг ланцюгів

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

встановлюється такий, що не затрудняє їх рух. Механізм розвантаження встановлюється в оптимальному положенні під час наладки.

Враховуючи вище сказане, можна зробити висновок про доцільність та ефективність використання шафи вистою РЗ-ШРТЗ для кінцевого вистоювання тістових заготовок.

3.2. Будова та принцип дії

Модернізована шафа вистою тістових заготовок призначена для вистоювання батоноподібних виробів, для використання разом з тунельною піччю з шириною поду 3м.

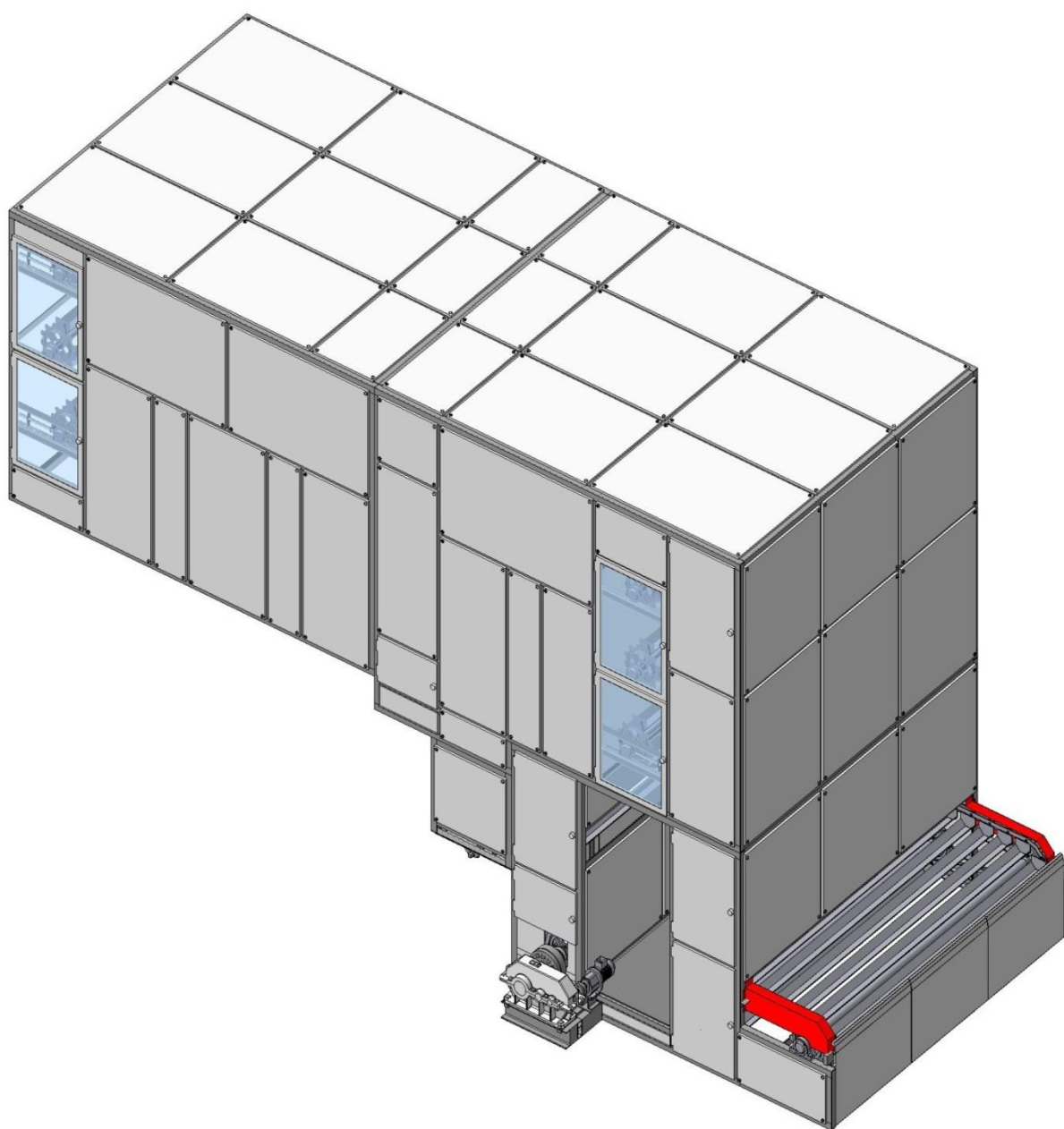


Рис.3.5. Загальний вигляд шафи вистою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

43

Шафа складається з трьох основних секцій (рис.3,6): (1) – це нижня секція, до складу якої входить посадочна секція (4), (2) – це верхня секція, і (3) – це консольна секція. Окремо до них кріпиться розвантажувальна секція (5). Каркас шафи рис.3.7 виготовлений з сталюого прокату (кутник 63×63×6 мм). Він складається з боковин (6) та поперечних стяжок (7). Поперечні стяжки по всій довжині з'єднують ліві та праві боковини каркасу утворюючи конструкцію достатньої жорсткості.

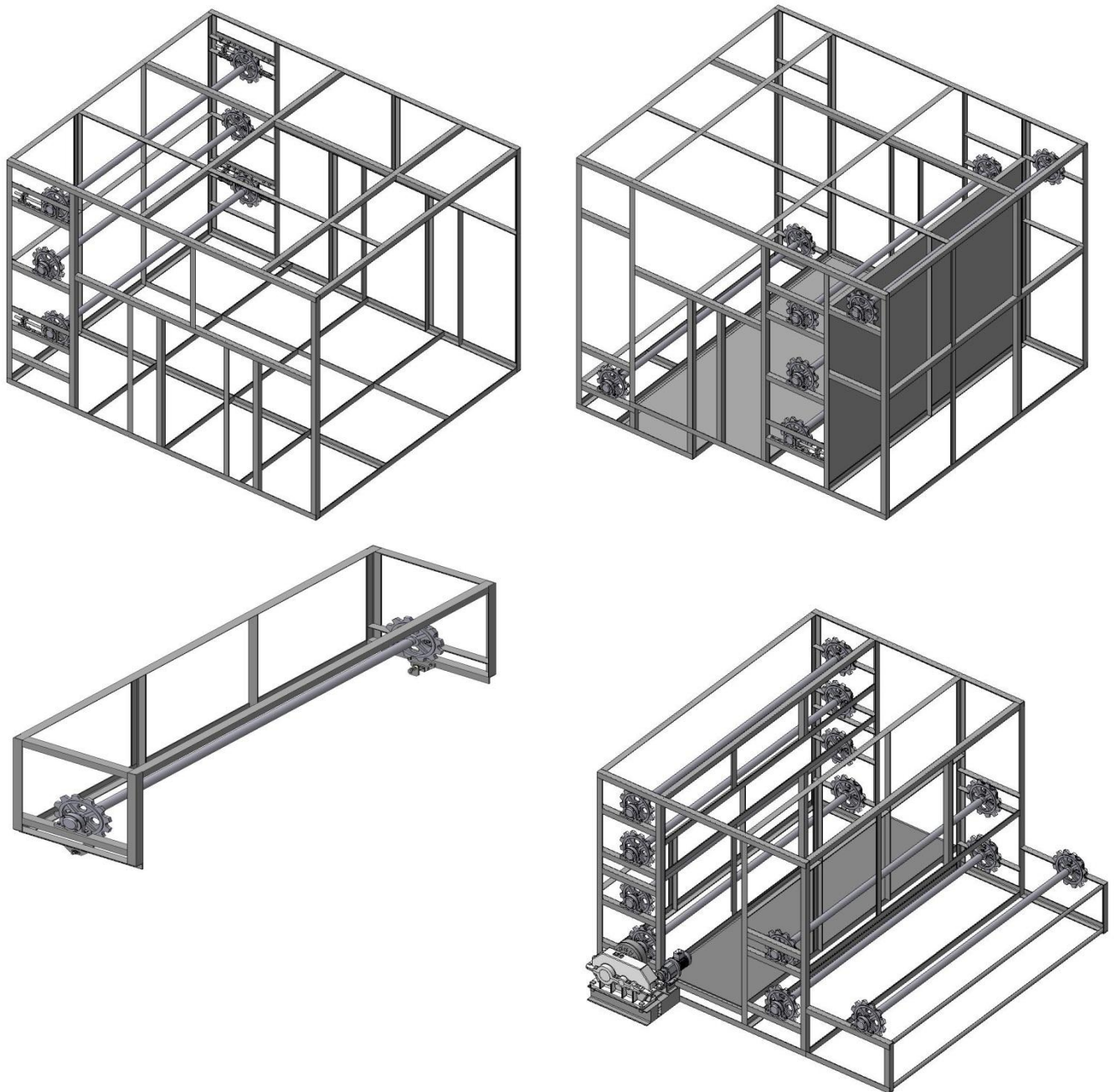


Рис.3.6. Секції каркасу шафи вистою з встановленими валами та приводом

						ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

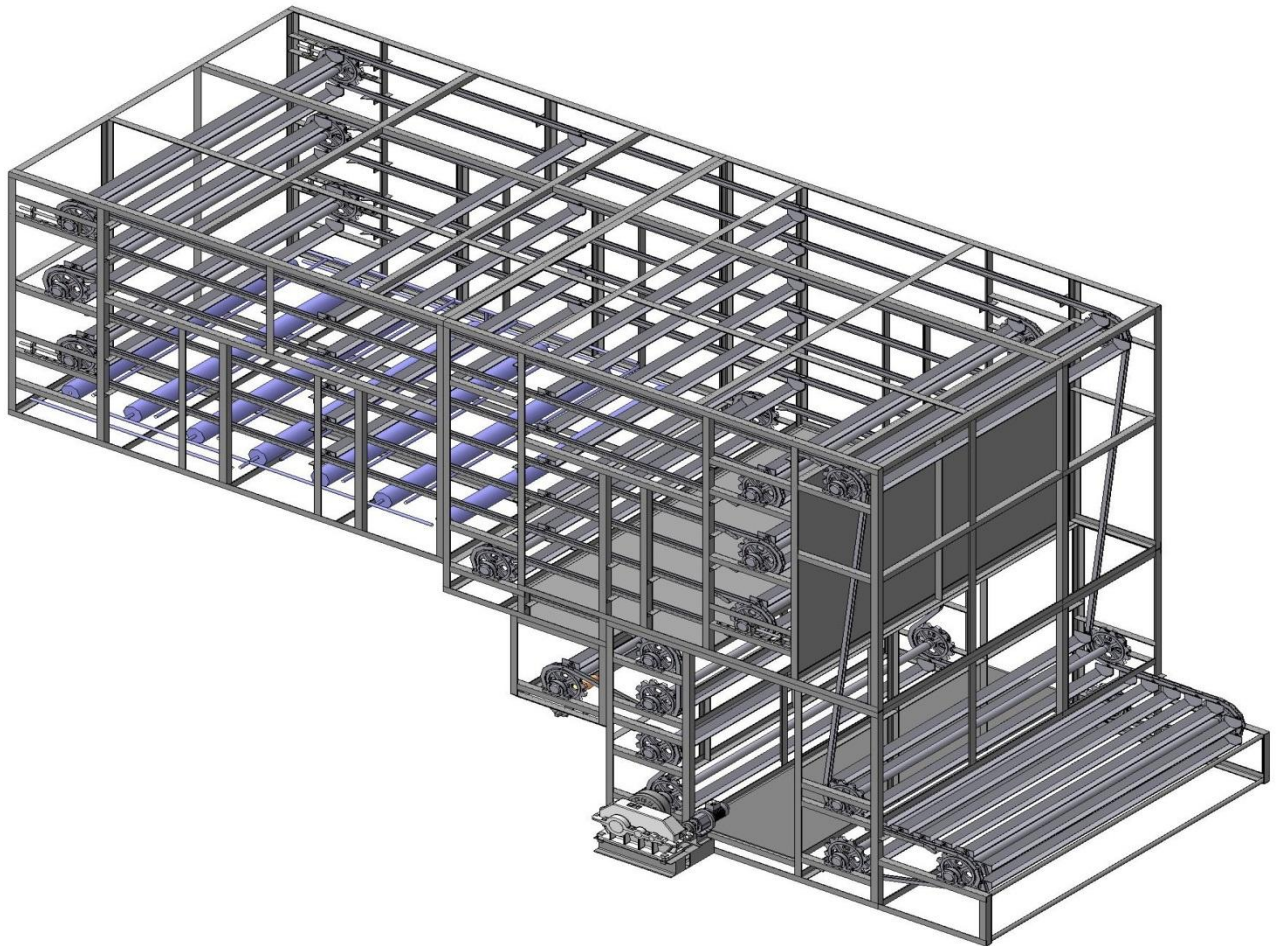


Рис.3.7. Каркас шафи вистою

На каркасі встановлено 16 пар зірочок, одна з яких є приводною (8), вона розташована в нижній секції. Також серед них є три пари натяжних зірочок, дві з яких (9) встановлено в консольній секції та одна (10) в верхній секції. Вони призначені для регулювання натягу ланцюгів конвеєра.

Температуру та відносну вологість повітря в камері шафи вистою регулюють за допомогою семи нагрівних елементів (11) та шістьох парозволожувачів (12). Вони являють собою мережу трубопроводів по яких подається пара, яка надходить з парогенератора встановленого на тунельній печі. В нагрівних елементах пара проходить транзитом, віддаючи частину тепла через стінки труби повітря, а з парозволожувачів пара вприскується безпосередньо в камеру вистоювання, створюючи таким чином необхідне теплове пароводяне середовище. Регулювання температури та вологості виконують шляхом перекриття або відновлення подачі пари до відповідного елемента.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

45

На вали з зірочками встановлені ланцюги (13) конвеєра шафи вистою. Через кожні дві його ланки на ньому підвішені люльки (14). На горизонтальних ділянках траси конвеєра на каркасі закріплені направляючі (15) для підтримання ланцюга з люльками і запобіганню його провисання. Направляючі як і каркас виготовлені зі сталюого прокату (кутик 63×40×4 мм).

Ланцюг (рис.3.8) за своєю будовою складається з внутрішніх пластин (16), зовнішніх пластин (17), порожнистого валка (18), втулки (19) та гладкого катка (20). На торцях люльок (рис.3.9) наварені пальці (21) які вставляються в порожнистий валок ланцюга. Таким чином люльки з ланцюгом утворюють шарнірне з'єднання за рахунок чого люльки можуть вільно обертатися навколо осі яку утворюють пальці.

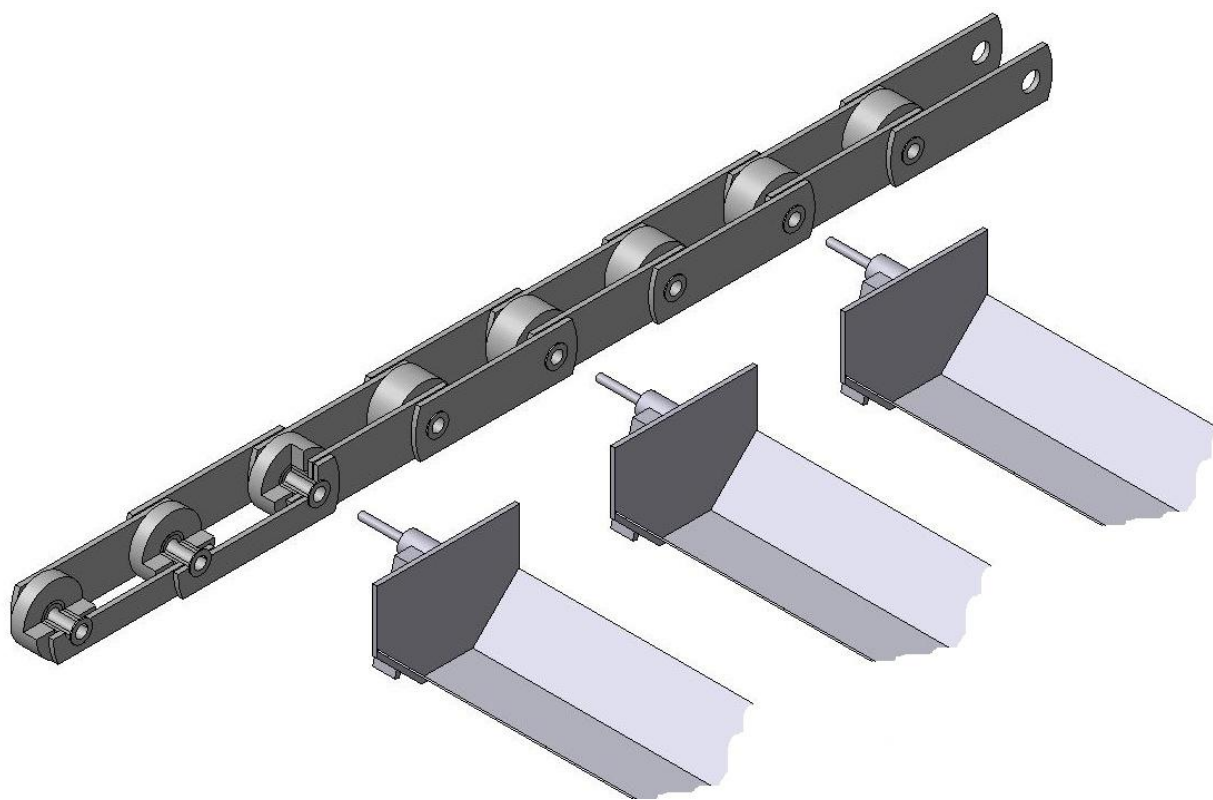


Рис.3.8. Ланцюг та люлька

За допомогою натяжних зірочок (рис.3.9) регулюють натяг ланцюгів конвеєра шафи вистою. Натяг ланцюгів виконують шляхом переміщення повзунів (22), в які встановлені вали, по направляючим (23). Переміщення повзунів здійснюється за рахунок передачі гвинт – гайка (24), роль гвинта виконує шпилька (25). Шпилька кріпиться до повзуна за допомогою штифта

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

повертається навколо осі пальців і бокова поверхня днища люльки утворює похилу поверхню з кутом нахилу 57° до горизонталі.

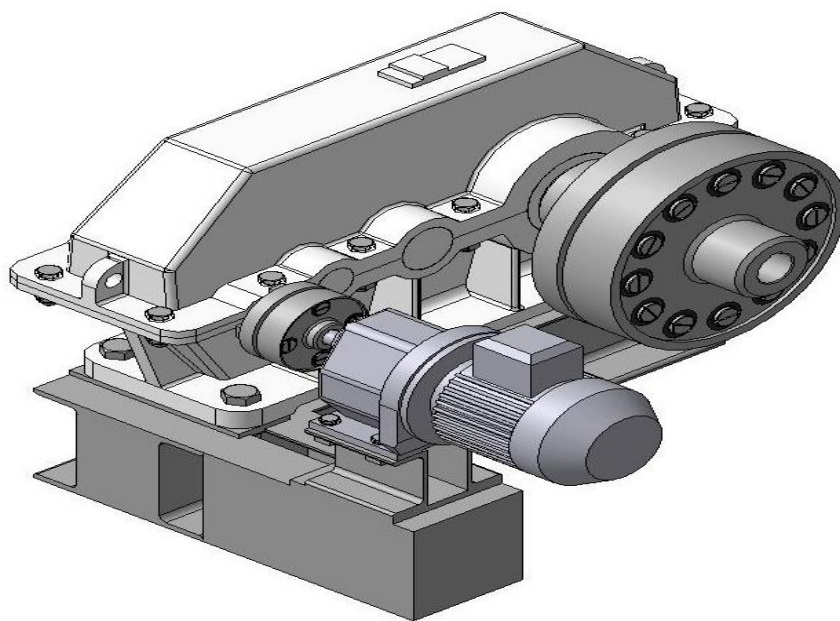


Рис. 3.10. Привод шафи вистою

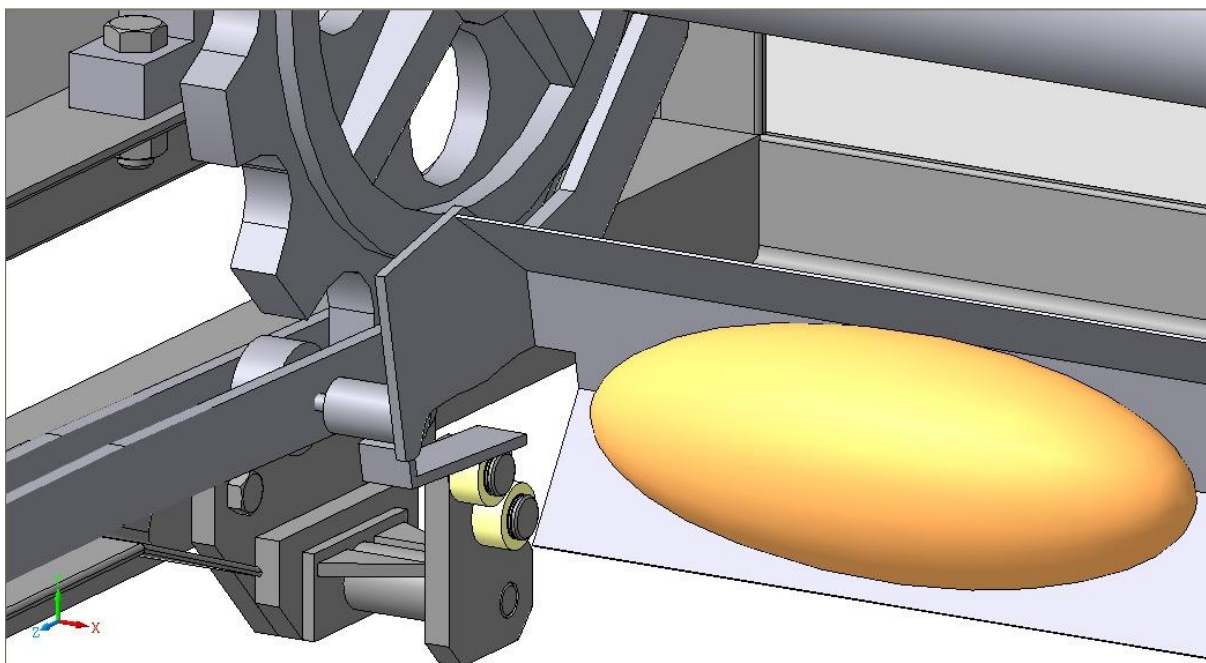


Рис.3.11. Розвантажувальний механізм

За рахунок цього нахилу заготівки скочуються з люльки і падають на сітчастий під печі. Після того як розвантажувальні пластини повністю проходять по втулкам розвантажувача, люльки повертаються в робоче положення і по холостій вітці конвеєра направляються на завантаження.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

48

Ззовні шафи вистою на каркас встановлені захисні щити (36) та двері (37). Двері розміщені біля зірочок. Це забезпечує обслуговуючому персоналу швидкий доступ до найважливіших частин шафи – приводного, натяжних та проміжних валів. Таку ж функцію виконують двері встановлені безпосередньо під кліматичною установкою. Вісім дверей (38) які встановлені в другій та третій секціях мають скляний корпус, що дає змогу візуально спостерігати за роботою механізмів.

Нижня секція шафи має наскрізний прохід (39) передбачений для обслуговуючого персоналу. В ньому виконано отвір (40) для спостереження за вистояними тістовими заготовками, адже в процесі вистоювання деякі заготовки можуть з'єднатися між собою (це можливо через недотримання інтервалу між тістовими заготовками за який відповідає посадчик, або з інших причин), які необхідно видалити з шафи, щоб запобігти потраплянню їх на конвеєр печі, що сприяє зменшенню утворення браку.

Друга секція має три перегородки з листового металу. Одна з них вертикальна (41), вона розділяє шафу на дві зони: зону попереднього вистоювання (I), та зону безпосереднього вистоювання (II). Інші дві це горизонтальні перегородки. Одна з них (42) відділяє зону безпосереднього вистоювання (II) від перехідної зони (III), інша ж (43) необхідна для того щоб відділити перехідну зону (III) від зони вивантаження тістових заготовок.

Процес вистоювання тістових заготовок в даній шафі вистою проходить наступним чином. Після формувальної машини тістова заготовка транспортером подається на стрічковий посадчик. Він укладає ряд з дев'яти тістових заготовок в люльку яка після завантаження потрапляє на підйомну вітку конвеєра. По цій вітці тістова заготовка проходить зону попереднього вистоювання, в якій можливе встановлення нагрівних елементів, які створювали б необхідну температуру без пароводяного середовища. Тут тістові заготовки «відпочивають» після процесу формування. Поступово піднімаючись, вони плавно прогріваються до температури безпосередньо вистоювання, при цьому знімається залишкове напруження в тісті після зміни

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

форми. «Відпочивші» і прогріті заготовки повз перегородку потрапляють в другу зону – безпосередньо вистоювання. В цій зоні конвеєр утворює декілька горизонтальних спадних віток. Друга зона забезпечена кліматичною установкою яка підтримує необхідну температуру вистоювання і створює необхідне пароводяне середовище в зоні. Температура повітря в зоні безпосереднього вистоювання складає 35°C, відносна вологість повітря 75%.

В зоні безпосередньо вистоювання тістові заготовки проходять увесь цикл вистоювання, поступово плавно спускаючись з верхнього, більш теплого середовища в нижнє, менш тепле. Потім видаляються з цієї зони, що сприяє оптимальному режиму вистою, без різкого перепаду температур і відносної вологості середовища.

В третю зону тістові заготовки потрапляють через горизонтальний лабіринт, утворений перегородками. Тут спеціальних пристроїв для утворення мікроклімату непередбачено. В цій зоні розміщена вертикальна спадна вітка конвеєра з позицією пересадки заготовок на під печі. Третя зона являється ніби то перехідною від вистоювання тістових заготовок до випікання виробів. Її виконано закритою, у вигляді ізольованої від зовнішнього середовища секції. Це перешкоджає завітрюванню вистояних тістових заготовок – утворенню «корочки» на їх поверхні і забезпечує нормальне протікання наступної технологічної операції – випіканню високоякісної продукції.

Час вистоювання тістової заготовки в зоні безпосереднього вистоювання складає 37 хв. Час проходження тістової заготовки від моменту завантаження люльок тістовими заготовками до моменту вивантаження їх на під печі складає 45хв.

3.3. Технологічний розрахунок

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Марка печі ППЦ-1381:
 - довжина пекарної камери 27000 мм;
 - ширина поду 3000 мм.
2. Назва виробу, ґатунок – батон «Нива» пш., в/г;

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ					

- довжина 300 мм;
- ширина 110 мм.
- 3. Маса холодного хліба 0,5 кг.
- 4. Тривалість випікання виробу 28 хв.

Проектування шафи вистою будемо виконувати для максимально можливої продуктивності печі для заданого виробу.

Продуктивність печі (годинна) по холодному хлібу визначимо за формулою:

$$P_{\text{год}} = \frac{N \cdot n \cdot m_{\text{ХХ}} \cdot 60}{\tau_{\text{вип}}}, \text{ кг/год}, \quad (3.1)$$

$$P_{\text{год}} = \frac{168 \cdot 9 \cdot 0,5 \cdot 60}{28} = 1620 \text{ кг/год},$$

де N – кількість рядів виробів по довжині поду в пекарній камері тунельної печі, шт.;

n – кількість виробів в ряду по ширині поду тунельної печі, шт.;

$\tau_{\text{вип}}$ – тривалість випікання виробу, хв.

Величина N для тунельної печі визначається розрахунком за формулою:

$$N = \frac{L_{\text{ПК}} - a}{b + a}, \text{ шт}, \quad (3.2)$$

де a – зазор між виробами, мм ($a=30-50$ мм);

b – відповідний розмір виробу, мм; (згідно вибраній схемі укладання виробів на поду); N округлити в менший бік.

$$N = \frac{27000 - 50}{110 + 50} = 168,4 \text{ шт},$$

приймаємо $N=168$ шт.

Кількість виробів в ряду по ширині поду тунельної печі визначається таким чином:

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{доб} = \frac{P_{год} \cdot 23}{1000}, \text{ т/добу}, \quad (3.5)$$

де 23 – термін роботи печі, год/добу.

$$P_{доб} = \frac{1620 \cdot 23}{1000} = 37,26 \text{ т/добу}$$

Продуктивність шафи вистою по тісту:

$$P_{ш.в.} = P_{год}^{г.х.} \cdot K_{уп}, \text{ кг/год}, \quad (3.6)$$

де $K_{уп}$ – коефіцієнт упікання, $K=1,085$

$$P_{ш.в.} = 1684,8 \cdot 1,085 = 1830,6 \text{ кг/год}$$

3.4. Кінематичний розрахунок

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Марка печі ППЦ-1381:
 - довжина пекарної камери 27000 мм.
2. Назва виробу, гатунок – батон «Нива» пш., в/Г:
 - ширина 110 мм.
3. Інтервал між рядами виробів на поду печі 50 мм.
4. Тривалість випікання виробу 28 хв.
5. Тривалість вистоювання виробу 40 хв.
6. Крок підвіски люльок на ланцюзі 200 мм.
7. Діаметр приводних зірочок 0,38637 м.

Швидкість руху сітчатого конвеєра тунельної печі (рух безперервний, без зупинок) визначається як:

$$v_{II} = \frac{L_{ПК}}{60 \cdot \tau_{вип}}, \text{ м/с}; \quad (3.7)$$

де $L_{ПК}$ – довжина пекарної камери, м;

$\tau_{вип}$ – тривалість випікання виробу, хв.

$$v_{II} = \frac{27}{60 \cdot 28} = 0,0161 \text{ м/с}$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки крок підвіски люльок на ланцюзі ми прийняли 200 мм, а крок розташування заготовок на поду печі складає 160 мм, то швидкість руху ланцюгів шафи вистою буде відрізнятися від швидкості руху сітчастого конвеєра печі. Тому необхідно визначити невідому нам швидкість руху конвеєра шафи вистою. Для цього необхідно визначити цикл завантаження сітчастого конвеєра печі, тобто час через який з шафи вистою на под буде вивантажено новий ряд заготовок:

$$T_{Ц} = \frac{a+l}{v_{П}} = \frac{0,05+0,11}{0,0161} = 10 \text{ с}, \quad (3.8)$$

де a – зазор між виробами, м;

l – відповідний розмір виробу, м; (згідно вибраній схемі укладання виробів на поду рис.3.10).

Тоді швидкість руху ланцюгів шафи вистою визначиться як:

$$v_{ш.в.} = \frac{p_{л}}{T_{Ц}} = \frac{0,2}{10} = 0,02 \text{ м/с}, \quad (3.9)$$

де $p_{л}$ – крок підвіски люльок на ланцюзі шафи вистою, м.

Оскільки час вистоювання тістових заготовок можна визначити з формули:

$$T_{вис} = \frac{T_{Ц} \cdot Z_{р.л.}}{60} \text{ хв.}, \quad (3.10)$$

де $T_{вис}$ – час вистою тістових заготовок, хв.

$Z_{р.л.}$ – кількість робочих люльок, шт

Тоді з формули (3.10):

$$Z_{р.л.} = \frac{T_{вис} \cdot 60}{T_{Ц}} = \frac{40 \cdot 60}{10} = 240 \text{ шт.}$$

Довжину робочої вітки конвеєра шафи вистою знайдемо за формулою:

$$L_{вис} = p_{л} \cdot Z_{р.л.} \text{ м}, \quad (3.11)$$

										Арк.
										54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ					

$$L_{вис} = 0,2 \cdot 240 = 48 \text{ м.}$$

Частота обертання приводного валу вистійної шафи:

$$n_{ш.в.} = \frac{v_{ш.в.} \cdot 60}{\pi \cdot D_3} \text{ об/хв.}, \quad (3.12)$$

де $v_{ш.в.}$ – швидкість транспортування люльок вистійної шафи, м/с;

D_3 – діаметр приводної зірочки конвеєра шафи вистою, м.

$$n_{ш.в.} = \frac{0,02 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,38637} = 0,989 \text{ об/хв.}$$

Тепер, визначивши довжину робочої вітки конвеєра можна визначатися з трасою конвеєра. Необхідно зпроектувати новий каркас шафи з перетворенням вертикальних віток конвеєра на горизонтальні. Також намагатимемося використати якнайбільше деталей зі старої шафи, ті деталі які нестимуть навантаження необхідно буде перевірити на міцність, стійкість, жорсткість, втомлюваність та ін.

Після проєктування нового каркасу і траси конвеєра маємо, що довжина вітки конвеєра від точки завантаження до точки розвантаження тістових заготовок складає 54,5 м, довжина холостої вітки 5,5 м. Довжина ланцюгів на старій шафі складала 60,4 м, на модернізованій 60 м. На каркас модернізованої шафи було встановлено такі деталі та вузли старої шафи:

1. Повністю перенесена секція завантаження колісок шафи.
2. Повністю перенесено розвантажувальний механізм.
3. Ланцюги.
4. Приводний вал
5. 12 з 14 проміжних валів.
6. Розвантажувальний вал в якості натяжного валу.
7. Натяжний вал.
8. Проміжний вал в якості натяжного валу.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Перегородки з листового металу.

10. Захисні щити та двері.

На деякі з вищеперерахованих деталей та вузлів діятимуть інші навантаження, ніж ті, що діяли на них на старій шафі. Тому ці деталі та вузли необхідно перевірити на міцність. Це такі деталі та вузли як:

- приводний вал;
- проміжний вал;
- натяжний вал;
- ланцюги

Тяговий розрахунок шафи вистою

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Маса люльки 6,5 кг.
2. Маса тістової заготовки 0,565 кг.
3. Маса погонного метру ланцюга 5,92 кг/м пог.
4. Крок підвіски люльок на ланцюзі 200 мм.
5. Кількість виробів в люльці 9 шт.
6. Схема обходу зірочок ланцюгом.

Визначимо погонні навантаження:

1. Погонна вага люльки:

$$g_L = m_L \cdot g / p_L \text{ Н/м,} \quad (3.13)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

p_L – крок підвіски люльок на ланцюзі, м.

$$g_L = 6,5 \cdot 9,81 / 0,2 = 319 \text{ Н/м}$$

2. Погонна вага вантажу:

$$g_B = m_3 \cdot n \cdot g / p_L \text{ Н/м,} \quad (3.14)$$

де m_3 – маса заготовки, кг;

n – кількість заготовок на люльці, шт.

$$g_B = 0,565 \cdot 9 \cdot 9,81 / 0,2 = 249,4 \text{ Н/м}$$

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ				

3. Погонна вага ланцюга:

$$g_{\text{лан}} = m_{\text{лан}} \cdot g \text{ Н/м}, \quad (3.15)$$

де $m_{\text{лан}}$ – маса погонного метру ланцюга, кг/м

$$g_{\text{лан}} = 5,92 \cdot 9,81 = 58 \text{ Н/м}$$

Загальне погонне навантаження:

$$g_{\text{заг}} = g_{\text{л}} + g_{\text{в}} + 2 \cdot g_{\text{лан}} = 319 + 249,4 + 2 \cdot 58 = 685 \text{ Н/м} \text{ – при завантаженій колісці}$$

$$g_{\text{заг}}^{\text{р}} = g_{\text{л}} + 2 \cdot g_{\text{лан}} = 319 + 2 \cdot 58 = 435 \text{ Н/м} \text{ – при розвантаженій колісці}$$

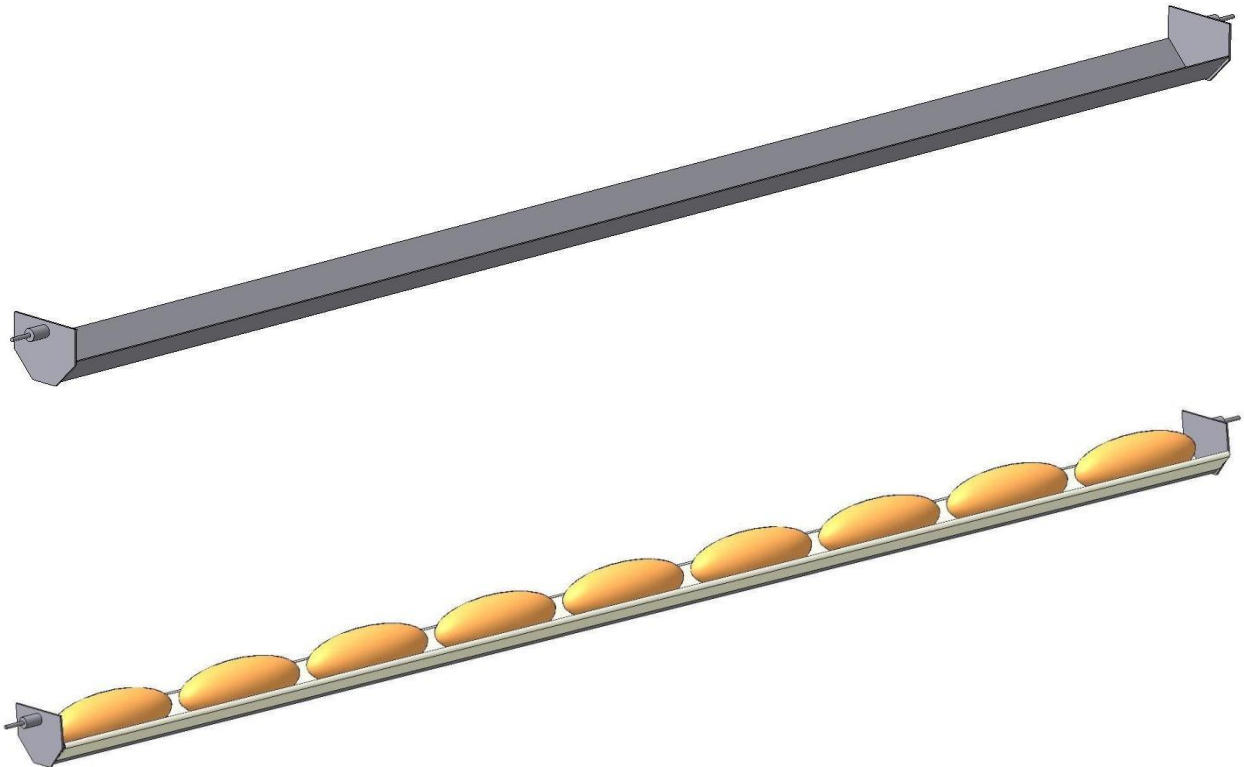


Рис.3.11 Схема розвантаженої та завантаженої люльки

Необхідне тягове зусилля на ланцюзі визначатиметься шляхом додавання зусиль та опорів на окремих ділянках руху стрічки:

$$S_i = S_{i-1} + W_{(i-1)}, \text{ Н}, \quad (3.16)$$

де S_{i-1} – натяг у точці $i - 1$, та S_i – натяг в точці i ;

$W_{(i-1)}$ – опір ділянки між точками.

Для забезпечення надійної роботи конвеєра, що працює в тяжких умовах, приймаємо мінімальний натяг ланцюгів:

$$S_0 = 2000 \text{ Н}.$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Опір на вертикальних ділянках ланцюга визначаємо за формулою:

$$W_{\text{верт}} = g_{\text{заг}} \cdot H, \quad \text{при підйомі вантажу}, \quad (3.17)$$

$$W_{\text{верт}} = -g_{\text{заг}} \cdot H, \quad \text{при спуску вантажу}, \quad (3.18)$$

де H – висота ділянки, м.

Опір на горизонтальних ділянках буде становити:

$$W_{\text{гор}} = g_{\text{заг}} \cdot w \cdot l, \quad (3.19)$$

де $w = 0,045$ – опір руху ланцюга на горизонтальній ділянці, тобто коеф. опору переміщення ланцюгів по направляючих;

l – довжина горизонтальної ділянки, м.

Опір на похилих ділянках буде становити :

$$W_{\text{пох}} = g_{\text{заг}} \cdot (w \cdot l + H), \quad \text{при підйомі вантажу} \quad (3.20)$$

$$W_{\text{пох}} = -g_{\text{заг}} \cdot (w \cdot l + H), \quad \text{при спуску вантажу} \quad (3.21)$$

де $w = 0,045$ – опір руху ланцюга на горизонтальній ділянці;

l – довжина горизонтальної складової ділянки, м;

H – довжина вертикальної складової ділянки, м.

Опір при огинанні зірочок буде становити :

$k_3 = 1,05$ – коеф. огинання зірочок на підшипниках кочення при куті повороту 180° .

На трасі ланцюгового конвеєра присутні ділянки з іншим кутом повороту ланцюга на зірочці. Визначимо коефіцієнти k_3 на цих ділянках:

при куті повороту 15° : $k_3^{15} = 1 + 0,05 \cdot (15/180) = 1,004$;

при куті повороту 165° : $k_3^{165} = 1 + 0,05 \cdot (165/180) = 1,046$;

при куті повороту 95° : $k_3^{95} = 1 + 0,05 \cdot (95/180) = 1,026$;

при куті повороту 90° : $k_3^{90} = 1 + 0,05 \cdot (90/180) = 1,025$;

при куті повороту 103° : $k_3^{103} = 1 + 0,05 \cdot (103/180) = 1,029$;

при куті повороту 193° : $k_3^{193} = 1 + 0,05 \cdot (193/180) = 1,054$;

при куті повороту 126° : $k_3^{126} = 1 + 0,05 \cdot (126/180) = 1,035$.

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Визначаємо натяг в різних точках ланцюгового конвеєра (на зірочках ланцюга) по ходу конвеєра (рис.3.12) із урахуванням того, що попередній натяг на ланцюги становить:

$$S_0 = 2000 \text{ Н.}$$

$$S_1 = S_0 = 2000 \text{ Н}$$

$$S_2 = S_1 + g_{\text{зар}}^P \cdot w \cdot l_1 = 2000 + 435 \cdot 0,045 \cdot 1,624 = 2032 \text{ Н}$$

$$S_3 = S_2 \cdot k_3^{15} = 2032 \cdot 1,004 = 2041 \text{ Н}$$

$$S_4 = S_3 + g_{\text{зар}}^P \cdot (w \cdot l_2 + H_1) = 2041 + 435 \cdot (0,045 \cdot 1,033 + 0,27) = 2180 \text{ Н}$$

$$S_5 = S_4 \cdot k_3^{165} = 2180 \cdot 1,046 = 2280 \text{ Н}$$

$$S_6 = S_5 + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_3 = 2280 + 685 \cdot 0,045 \cdot 1,033 = 2312 \text{ Н}$$

$$S_7 = S_6 \cdot k_3^{95} = 2312 \cdot 1,026 = 2372 \text{ Н}$$

$$S_8 = S_7 + g_{\text{зар}} \cdot H_2 = 2372 + 685 \cdot 3,63 = 4800 \text{ Н}$$

$$S_9 = S_8 \cdot k_3^{95} = 4800 \cdot 1,026 = 4925 \text{ Н}$$

$$S_{10} = S_9 + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_4 = 4925 + 685 \cdot 0,045 \cdot 7,05 = 5142 \text{ Н}$$

$$S_{11} = S_{10} \cdot k_3 = 5142 \cdot 1,05 = 5400 \text{ Н}$$

$$S_{12} = S_{11} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_5 = 5400 + 685 \cdot 0,045 \cdot 6,275 = 5593 \text{ Н}$$

$$S_{13} = S_{12} \cdot k_3 = 5593 \cdot 1,05 = 5873 \text{ Н}$$

$$S_{14} = S_{13} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_6 = 5873 + 685 \cdot 0,045 \cdot 6,387 = 6070 \text{ Н}$$

$$S_{15} = S_{14} \cdot k_3 = 6070 \cdot 1,05 = 6374 \text{ Н}$$

$$S_{16} = S_{15} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_7 = 6374 + 685 \cdot 0,045 \cdot 6,387 = 6571 \text{ Н}$$

$$S_{17} = S_{16} \cdot k_3 = 6571 \cdot 1,05 = 6900 \text{ Н}$$

$$S_{18} = S_{17} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_8 = 6900 + 685 \cdot 0,045 \cdot 6,275 = 7093 \text{ Н}$$

$$S_{19} = S_{18} \cdot k_3 = 7093 \cdot 1,05 = 7448 \text{ Н}$$

$$S_{20} = S_{19} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_9 = 7448 + 685 \cdot 0,045 \cdot 6,2 = 7639 \text{ Н}$$

$$S_{21} = S_{20} \cdot k_3 = 7639 \cdot 1,05 = 8021 \text{ Н}$$

$$S_{22} = S_{21} + g_{\text{зар}} \cdot w \cdot l_{10} = 8021 + 685 \cdot 0,045 \cdot 2,375 = 8094 \text{ Н}$$

$$S_{23} = S_{22} \cdot k_3 = 8094 \cdot 1,05 = 8500 \text{ Н}$$

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{32} = S_{31} - g_{\text{заг}}^p \cdot (w \cdot l_{14} + H_5) = 9632 - 435 \cdot (0,045 \cdot 0,27 + 0,2) = 9540 \text{ Н}$$

Визначення колового і тягового зусиль:

$$W_k = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} = S_{32} - S_1 \text{ Н}, \quad (3.22)$$

$$W_k = 9540 - 2000 = 7540 \text{ Н}$$

Тягове зусилля на приводних зірочках становить:

$$W_T = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} + W_{\text{пр}} = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} + k^* \cdot (S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}}) \text{ Н}, \quad (3.23)$$

$$\text{де } k^* = (k_3^{140} - 1)$$

$$W_T = 9540 - 2000 + (1,035 - 1) \cdot (9540 + 2000) = 7944 \text{ Н}$$

Підбір елементів привода

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Тягове зусилля 7944 Н.
2. Швидкість руху ланцюгів шафи вистою 0,02 м/с.
3. Частота обертання приводного валу вистійної шафи 0,989 об/хв.

Потужність на приводному валу конвеєра вистійної шафи визначимо за формулою:

$$N = K_3 \cdot W_T \cdot v / 1000 \text{ кВт}, \quad (3.24)$$

де $K_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$$N = 1,5 \cdot 7944 \cdot 0,02 / 1000 = 0,24 \text{ кВт}$$

Крутний момент на приводному валу конвеєра вистійної шафи визначимо за формулою:

$$T = 9550 \cdot \frac{N}{n} \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.25)$$

$$T = 9550 \cdot \frac{0,24}{0,989} = 2317 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Тепер необхідно визначитися з приводним механізмом. Оскільки частота обертання приводного валу шафи вистою складає $n_{\text{в.ш.}} = 0,989$ об/хв, тому передаточне число приводного механізму буде складати >500 . Доцільно виконати приводний механізм за допомогою мотор-редуктора та

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

триступінчастого циліндричного редуктора. Кінематична схема привода показана на рис.3.13.

Визначимо потужності на валах.

$$N_1 = N / \eta_{\text{підш.}} = 0,24 / 0,998 = 0,245 \text{ кВт}$$

$$N_2 = N_1 / \eta_{\text{муф.}} = 0,245 / 0,995 = 0,246 \text{ кВт}$$

$$N_3 = N_2 / \eta_{\text{р.}} = 0,246 / 0,96 = 0,256 \text{ кВт}$$

$$N_4 = N_3 / \eta_{\text{муф.}} = 0,256 / 0,995 = 0,257 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна мотор-редуктора:

$$N_e = N_4 / \eta_{\text{р(м.р.)}} = 0,257 / 0,95 = 0,27 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{р(м.р.)}}$ – ККД редуктора в складі мотор-редуктора;

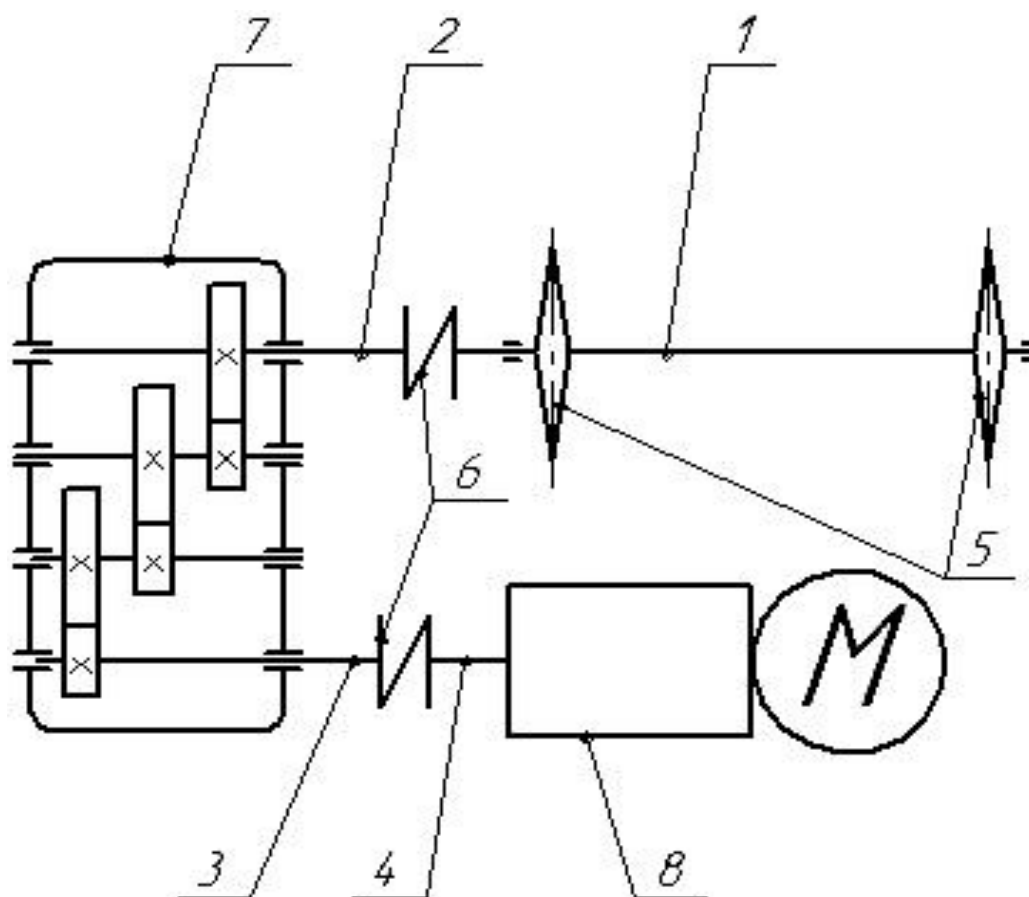


Рис.3.13. Кінематична схема привода шафи вистою

- 1 – приводний вал шафи вистою;
- 2 – вихідний вал триступінчастого циліндричного редуктора;
- 3 – вхідний вал триступінчастого циліндричного редуктора;
- 4 – вихідний вал мотор-редуктора;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

62

5 – приводні зірочки;

6 – муфта, $\eta_{\text{муф}}=0,995$;

7 – триступінчастий циліндричний редуктор, $\eta_{\text{р.}}=0,96$;

8 – мотор-редуктор;

Попередньо обираємо мотор-редуктор марки МЦ2С – 40 – 40 – 0,37 (40 – міжцентрова відстань, мм; 40 – частота обертів вихідного валу, об/хв; 0,37 – потужність електродвигуна, кВт; номінальний крутний момент на вихідному валу 95 Нм). Частота обертання ротора електродвигуна $n_{\text{ел.дв.}}=675\text{об/хв}$, пусковий момент електродвигуна $M_{\text{п}}=1,2 \cdot M_{\text{н}}$.

Визначимо передаточне число триступінчастого циліндричного редуктора:

$$u_{\text{р.}} = n_{\text{м.р.}} / n_{\text{ш.в.}} \quad (3.26)$$

$$u_{\text{р.}} = 40 / 0,989 = 40,4$$

Визначимо крутні моменти на валах за формулою (3.25):

$$T_1=9550 \cdot 0,245 / 0,989=2366 \text{ Нм}$$

$$T_2=9550 \cdot 0,246 / 0,989=2375 \text{ Нм}$$

$$T_3=9550 \cdot 0,256 / 40=61,1 \text{ Нм}$$

$$T_4=9550 \cdot 0,257 / 40=61,4 \text{ Нм}$$

Вал	N, кВт	n, об/хв	T, Нм
1	0,245	0,989	2366
2	0,246	0,989	2375
3	0,256	40	61,1
4	0,257	40	61,4

Попередньо вибираємо триступеневий циліндричний редуктор 1ЦЗУ-200-40 (фактичне передаточне число 40,04; номінальний крутний момент на вихідному валу 2500 Нм).

3.5.Розрахунок на міцність

3.5.1.Перевірка елементів приводу на період пуску конвеєра шафи вистою з повним завантаженням колисок тістовими заготовками

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

1. Колове зусилля 7540 Н.
2. Тягове зусилля 7944 Н.
3. Діаметр приводних зірочок 0,38637 м.
4. Частота обертання валу електродвигуна 675 об/хв.
5. Частота обертання приводного валу шафи вистою 0,989 об/хв.
6. Погонна вага люльки 319 Н/м.
7. Погонна вага вантажу 249,4 Н/м.
8. Погонна вага ланцюга 58 Н/м.
9. Довжина робочої вітки конвеєра 54,5 м.
10. Довжина холостої вітки конвеєра 5,5 м.
11. Швидкість руху ланцюгів шафи вистою 0,02 м/с.
12. Найбільше зусилля натягу ланцюга 9540 Н.

У період пуску на валу мотор-редуктора виникає сумарний крутний момент:

$$T_{\Pi} = T_{\text{ст}} + T_{\text{д}}^{\text{I}} + T_{\text{д}}^{\text{II}} \quad (3.27)$$

де $T_{\text{ст}}$ – статичний момент на валу мотор-редуктора, Нм;

$T_{\text{д}}^{\text{I}}$ – динамічний момент на валу мотор-редуктора, який витрачається на розгін люльок з вантажем та зірочок, Нм;

$T_{\text{д}}^{\text{II}}$ – динамічний момент на валу мотор-редуктора, який витрачається на розгін його ротора і деталей приводного механізму, Нм.

Статичний момент на валу електродвигуна визначимо за формулою:

$$T_{\text{СТ}} = \frac{W_{\text{К}} \cdot D}{2 \cdot i \cdot \eta \cdot \eta_3} \text{ Нм}, \quad (3.28)$$

де $W_{\text{К}}$ – статичне колове зусилля конвеєра в момент пуску, Н;

D – діаметр приводних зірочок, м;

i – передаточне число між валами електродвигуна і приводних зірочок;

$$i = n_{\text{ел.дв.}} / n_{\text{ш.в.}} = 675 / 0,989 = 682,5$$

де η – ккд приводного механізму;

$$\eta = \eta_{\text{р(м.р.)}} \cdot \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{підш.}} = 0,95 \cdot 0,995 \cdot 0,96 \cdot 0,995 \cdot 0,998 = 0,9$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

де η_3 – ккд приводних зірочок;

$$\eta_3 = W_K / W_T = 7540 / 7944 = 0,95$$

Динамічний момент T^I на валу електродвигуна визначимо за формулою:

$$T_{Д}^I = \frac{G_{ВН} \cdot D^2 \cdot \varepsilon}{4 \cdot i^2 \cdot \eta \cdot g} \text{ Нм}, \quad (3.29)$$

де $G_{ВН}$ – сила тяжіння завантажених люльок та ланцюгів, Н;

$$G_{ВН} = G_B + G_L + G_{ЛАН}$$

де G_B – сила тяжіння вантажу розміщеного в люльках, Н;

G_L – сила тяжіння люльок, Н;

$G_{ЛАН}$ – сила тяжіння ланцюгів, Н;

$$G_B = g_B \cdot L_P = 249,4 \cdot 54,5 = 13592 \text{ Н}$$

$$G_L = g_L \cdot (L_P + L_X) = 319 \cdot (54,5 + 5,5) = 19140 \text{ Н}$$

$$G_{ЛАН} = g_{ЛАН} \cdot (L_P + L_X) = 58 \cdot (54,5 + 5,5) = 3480 \text{ Н}$$

де L_P – довжина робочої вітки конвеєра, м;

L_X – довжина холостої вітки конвеєра, м;

$$G_{ВН} = 13592 + 19140 + 3480 = 36212 \text{ Н}$$

ε – кутове прискорення валу двигуна, рад/сек²;

Динамічний момент T^{II} на валу електродвигуна визначимо за формулою:

$$T_{Д}^{II} = \frac{K_M \cdot (G_P \cdot D_P^2) \cdot \varepsilon}{4 \cdot g} \text{ Нм}, \quad (3.30)$$

де K_M – коеф. який враховує момент сил інерції деталей приводного механізму (1,1-1,2);

$G_P \cdot D_P^2$ – маховий момент ротора двигуна, Нм²;

$$G_P \cdot D_P^2 = 10 \text{ Нм}^2$$

Тепер підставимо значення $T_{ст}$, $T_{д}^I$, $T_{д}^{II}$ з рівнянь (3.29) – (3.30) у формулу (3.28), отримаємо:

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ				

$$T_{II} = \frac{W_K \cdot D}{2 \cdot i \cdot \eta \cdot \eta_3} + \frac{G_{BH} \cdot D^2 \cdot \varepsilon}{4 \cdot i^2 \cdot \eta \cdot g} + \frac{K_M \cdot (G_P \cdot D_P^2) \cdot \varepsilon}{4 \cdot g}$$

Розв'яжемо це рівняння відносно ε :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 2 \cdot g \cdot i \cdot \frac{2 \cdot T_{II} \cdot i \cdot \eta \cdot \eta_3 - W_K \cdot D}{G_{BH} D^2 + K_M \cdot (G_P \cdot D_P^2) \cdot i^2 \cdot \eta \cdot \eta_3} = \\ &= 2 \cdot 9,81 \cdot 682,5 \cdot \frac{2 \cdot 6,75 \cdot 682,5 \cdot 0,9 \cdot 0,95 - 7540 \cdot 0,38637}{36212 \cdot 0,38637^2 + 1,2 \cdot 10 \cdot 682,5^2 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 11 \text{ рад/с}^2 \end{aligned}$$

Вираз середнього значення кутового прискорення в момент пуску має вигляд:

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot \tau}, \text{ 1/с}^2, \quad (3.31)$$

де n – частота обертання валу електродвигуна, об/хв;

τ – час розгону, с;

З останнього рівняння (4.31) знаходимо:

$$\tau = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot \varepsilon} = \frac{3,14 \cdot 675}{30 \cdot 11} = 6,4 \text{ с}$$

Електродвигун у складі мотор-редуктора забезпечує швидкий розгін конвеєра. Під час розгону виникає прискорення ходової частини конвеєра:

$$a = \frac{v}{t} = \frac{0,02}{6,4} = 0,003 \text{ м/с}^2, \quad (3.32)$$

а також сила інерції ходової частини і вантажу:

$$P_i = \frac{G_B}{g} \cdot a = \frac{36212}{9,81} \cdot 0,003 = 11 \text{ Н}, \quad (3.33)$$

Отже під час пуску конвеєра шафи вистою натяг ланцюга в точці 32 траси конвеєра повин становити:

$$S_{нп} = S_{32} + P_i = 9540 + 11 = 9551 \text{ Н}, \quad (3.34)$$

											Арк.
											66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ						

Це майже непомітне підвищення натягу (всього на 0,2%), тому воно ні на що не вплине. Тому остаточно приймаємо раніше задану схему привода який складається з мотор-редуктора марки МЦ2С – 40 – 40 – 0,37, а також триступінчастого циліндричного редуктора 1ЦЗУ-200-40.

Оскільки фактичне передаточне число редуктора складає 40,04, виконаємо уточнюючий розрахунок:

$$n_{в.ш.} = n_{м.р.} / u_p.$$

$$n_{в.ш.} = 40/40,04 = 0,999 \text{ об/хв.}$$

З формули маємо:

$$v_{ш.в.} = \frac{n_{ш.в.} \cdot \pi \cdot D_3}{60} = \frac{0,999 \cdot 3,14 \cdot 0,38637}{60} = 0,02 \text{ м/с}$$

Значення швидкості таке саме, тому подальший розрахунок не ведемо.

3.5.2. Розрахунок приводного валу шафи вистою

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Крутний момент на валу 2366 Нм.
2. Тягове зусилля 7944 Н.
3. Відстань між опорами 3330 мм.
4. Відстань між зірочками 3140 мм.
5. Відстань між опорою і зірочкою 95 мм.

Крутний момент який прикладається до приводного валу складає 2366 Нм. Необхідно знайти силу яка буде передаватися на вал від дії сил натягу ланцюгів на вал. Вона визначається так:

$$F = (1,15 \dots 1,2) F_T \text{ Н,} \quad (3.35)$$

де F_T – тягове зусилля на ланцюзі, Н

Тягове зусилля на приводних зірочках становить $W_T = 8026$ Н. Тоді сила яка буде діяти на вал:

$$F = 1,2 \cdot F_T = 1,2 \cdot 7944 = 9532 \text{ Н}$$

Визначимо напрямок дії сили F рис.3.14.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$R_{AY} = \frac{F_{y2} \cdot 0,095 - q \cdot 3,33 \cdot 1,665 + F_{y1} \cdot 3,235}{3,33} = \text{Н}$$

$$= \frac{4271 \cdot 0,095 - 147 \cdot 3,33 \cdot 1,665 + 4271 \cdot 3,235}{3,33} = 4026$$

Площина ХZ:

$$\sum M_A = F_{z1} \cdot 0,095 + F_{z2} \cdot 3,235 - R_{BZ} \cdot 3,33 = 0$$

$$R_{BZ} = \frac{F_{z1} \cdot 0,095 + F_{z2} \cdot 3,235}{3,33} = \frac{8521 \cdot 0,095 + 8521 \cdot 3,235}{3,33} = 8521 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = F_{z2} \cdot 0,095 + F_{z1} \cdot 3,235 - R_{AZ} \cdot 3,33 = 0$$

$$R_{AZ} = \frac{F_{z2} \cdot 0,095 + F_{z1} \cdot 3,235}{3,33} = \frac{8521 \cdot 0,095 + 8521 \cdot 3,235}{3,33} = 8521 \text{ Н}$$

Визначимо згинальні моменти в площині ХУ:

Точка 1: $M_{1Y} = -R_{AY} \cdot 0,095 - q \cdot 0,095 \cdot 0,095/2 = -4026 \cdot 0,095 - 147 \cdot 0,095 \cdot 0,095/2 = -384 \text{ Нм}$

Точка 2: $M_{2Y} = -R_{BY} \cdot 0,095 - q \cdot 0,095 \cdot 0,095/2 = -4026 \cdot 0,095 - 147 \cdot 0,095 \cdot 0,095/2 = -384 \text{ Нм}$

Точка 3: $M_{3Y} = -R_{AY} \cdot 1,665 + F_{Y1} \cdot 1,57 - q \cdot 1,665 \cdot 1,665/2 = -4026 \cdot 1,665 + 4271 \cdot 1,57 - 147 \cdot 1,665 \cdot 1,665/2 = -98 \text{ Нм}$

Визначимо згинальні моменти в площині ХZ:

Точка 1: $M_{1Z} = -R_{AZ} \cdot 0,095 = -8521 \cdot 0,095 = -810 \text{ Нм}$

Точка 2: $M_{2Z} = -R_{BZ} \cdot 0,095 = -8521 \cdot 0,095 = -810 \text{ Нм}$

Точка 3: $M_{3Z} = -810 \text{ Нм}$

Визначимо сумарний згинальний момент:

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$$

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ				

$$\text{Точка 1: } M_{\text{сум1}} = \sqrt{384^2 + 810^2} = 896 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\text{Точка 2: } M_{\text{сум2}} = \sqrt{384^2 + 810^2} = 896 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\text{Точка 3 : } M_{\text{сум3}} = \sqrt{98^2 + 810^2} = 816 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначимо приведений момент:

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + (\alpha \cdot T)^2} \quad (3.36)$$

де α – коефіцієнт, що враховує відмінність в характеристиках циклів напруження згину та кручення. Приймаємо для сталі 45:

$$\alpha = [\sigma_{-1}] / [\sigma_0] = 300 / 900 = 0,33 \quad (3.37)$$

$$\text{Точка 1: } M_{\text{пр1}} = \sqrt{896^2 + (0,33 \cdot 2366)^2} = 1188 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\text{Точка 2: } M_{\text{пр2}} = \sqrt{896^2 + (0,33 \cdot 1183)^2} = 977 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\text{Точка 3: } M_{\text{пр3}} = \sqrt{816^2 + (0,33 \cdot 1183)^2} = 905 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\text{Точка А: } M_{\text{прА}} = \sqrt{0^2 + (0,33 \cdot 2366)^2} = 781 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Тепер, після визначення приведених моментів, перевіримо чи витримає дане навантаження старий приводний вал. Визначимо діаметри валу в місцях посадки підшипників і зірочок, а також діаметр валу де його переріз має форму кільця.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Найбільш навантажений переріз валу в місці посадки підшипника буде в точці А, визначаємо розрахунковий діаметр за формулою:

$$d \geq 3 \sqrt{\frac{M_{\text{ПР}}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} \quad (3.38)$$

$$d_A \geq 3 \sqrt{\frac{781000}{0,1 \cdot 300}} = 30_{\text{мм}}$$

Діаметр валу в даному місці складає 50 мм.

Найбільш навантажений переріз валу в місці посадки зірочки буде в точці 1, визначаємо розрахунковий діаметр за формулою (3.56):

$$d_A \geq 3 \sqrt{\frac{1188000}{0,1 \cdot 300}} = 35_{\text{мм}}$$

Діаметр валу в даному місці складає 64 мм.

Найбільш навантажений переріз валу який має форму кільця приймемо в точці 1. Оскільки даний переріз валу має форму кільця, то розрахунковий діаметр визначаємо за формулою:

$$d_{\text{зов.}} \geq 3 \sqrt{\frac{M_{\text{ПР}}}{0,1 \cdot (1 - \alpha^4) \cdot [\sigma_{-1}]}} \quad (3.39)$$

де $\alpha = d_{\text{вн.}} / d_{\text{зов.}} = 50/70 = 0,714$

$$d_{\text{зов.}} \geq 3 \sqrt{\frac{977000}{0,1 \cdot (1 - 0,714^4) \cdot 300}} = 35_{\text{мм}}$$

Діаметр валу в даному місці складає 70 мм.

3.5.3. Розрахунок проміжного валу шафи вистою

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Крутний момент на валу 0 Нм.
2. Зусилля натягу ланцюга набігу 9306 Н.

						ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
							71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. Зусилля натягу ланцюга збігу 9632Н.
4. Відстань між опорами 3330 мм.
5. Відстань між зірочками 3140 мм.
6. Відстань між опорою і зірочкою 95 мм.

Перевіримо найбільш навантажений проміжний вал на міцність. Найбільш навантаженим буде останній вал по ходу конвеєра (вал перед приводним валом). Сили натягу ланцюга на цьому валу складають 9306 Н і 9632 Н. Необхідно знайти вертикальну і горизонтальну складову сили яка буде передаватися на вал від дії сил натягу ланцюгів (рис.3.16).

Вони визначається так:

Горизонтальна складова буде сумою сили натягу ланцюга набігу S_{30} і горизонтальної складової сили натягу ланцюга збігу F_{zS31} :

$$F_z = S_{30} + F_{zS31} = 9306 + 5741 = 15047 \text{ Н}$$

$$F_{zS31} = S_{31} \cdot \cos\alpha = 9632 \cdot \cos 53^\circ 25' = 5741 \text{ Н}$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

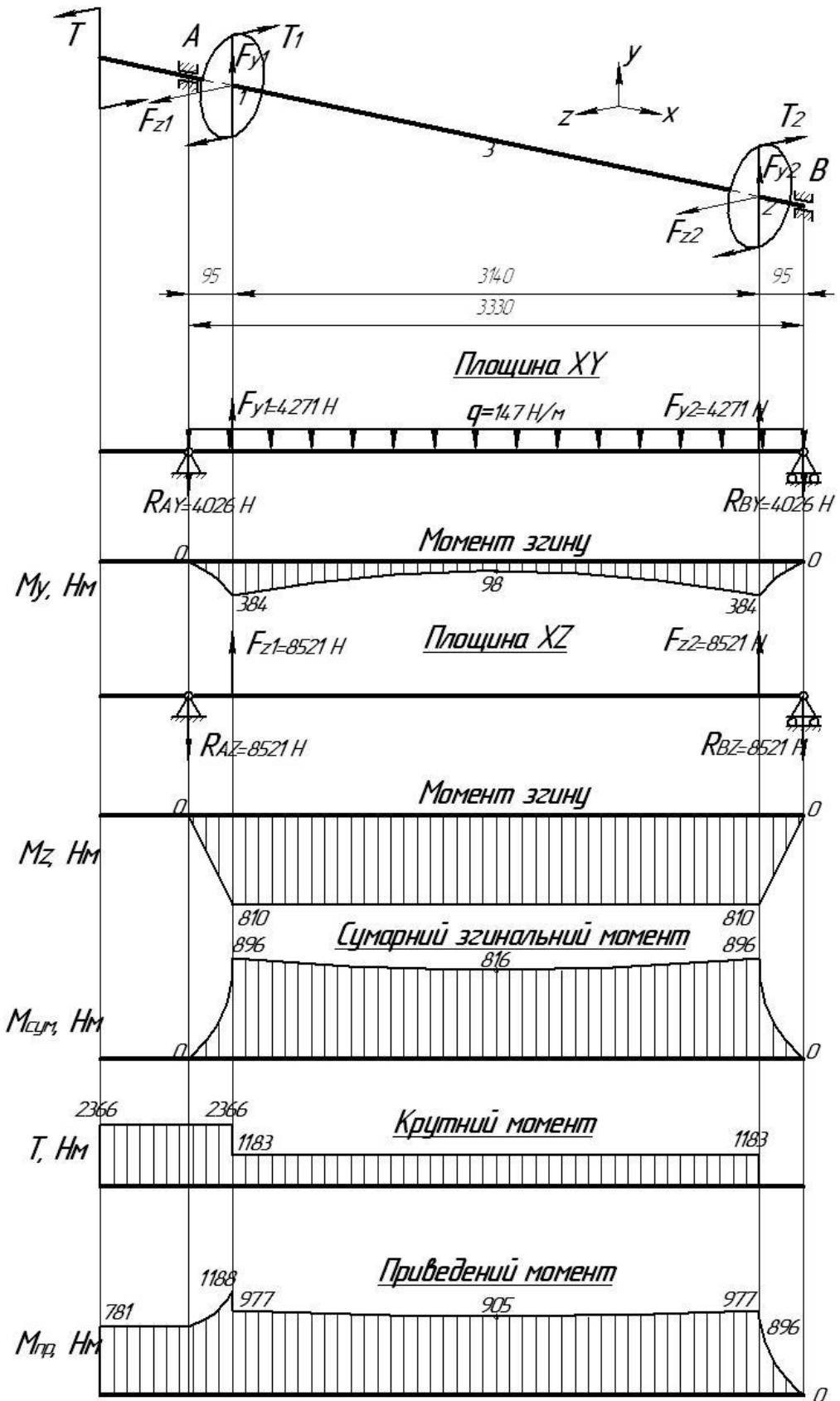


Рис.3.15. Епюри моментів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ

Арк.

73

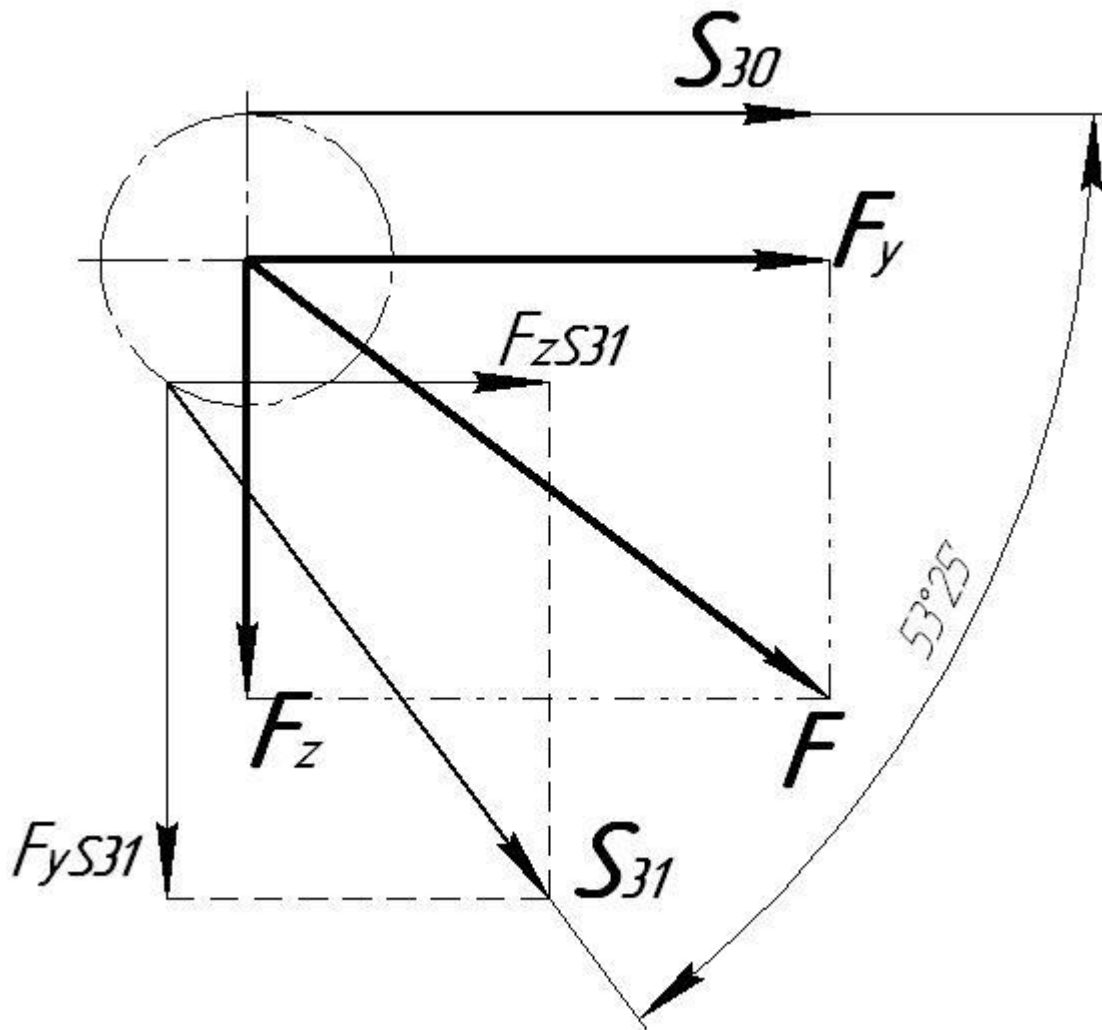


Рис.3.16. Схема дії сил на найбільш навантаженій проміжній зірочці
Вертикальна складова тоді складе:

$$F_y = F_{yS31} = S_{31} \cdot \sin \alpha = 9632 \cdot \sin 53^\circ 25' = 7734 \text{ Н}$$

3.5.4. Перевірка підшипників приводного валу

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Реакції в опорах:
 - Радіальна сила 9532 Н.
 - Осьова сила 0 Н.
2. Частота обертання приводного валу 0,9916 об/хв.
3. Діаметр посадочної поверхні валу 50 мм.
4. Довговічність 25 000 годин.

Перевіримо радіальний сферичний двохрядний шарикопідшипник середньої серії 1310 (DIN 630). Значення базової динамічної радіальної

						ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			74

вантажопідємності для даного підшипника складає $C_r=34,1$ кН та статичної вантажопідйомності $C_{0r}=17,8$ кН . Коефіцієнт $e = 0,24$.

Коефіцієнт обертання кільця $V = 1$ (тобто обертається внутрішнє кільце підшипника). Коефіцієнт безпеки $K_B = 1,5$, температурний коефіцієнт $K_T = 1,2$.

Знаходимо відношення:

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{0}{9532} = 0 < e = 0,18$$

отже коефіцієнти радіального і осьового навантаження $X = 1$, $Y = 0$.

Еквівалентне розрахункове навантаження для підшипників:

$$P_E = (V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_B \cdot K_T \quad (3.40)$$

$$P_E = (1 \cdot 1 \cdot 9532 + 0 \cdot 0) \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 17158 \text{ Н}$$

Визначимо динамічну вантажопідємність підшипника за формулою:

$$C_{TP} = P_E \cdot P \sqrt{\frac{L_{10h} \cdot n \cdot 60}{10^6}} \quad (3.41)$$

$$C_{TP} = 17158 \cdot 3 \sqrt{\frac{25000 \cdot 0,9916 \cdot 60}{10^6}} = 19585$$

Оскільки розрахункова вантажопід'ємність менша за паспортну для даного підшипника ($C_{TP} \leq C_r$, $19585 \leq 34100$), то даний підшипник витримає задане навантаження, з дотриманням заданого строку служби. Тому використовуємо в модернізованій шафі радіальний сферичний двоохрядний шарикопідшипник середньої серії 1310 (DIN 630).

3.5.5. Перевірка шпонок приводного валу

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Діаметр валу 64 мм.
2. Крутний момент на валу 2366 Нм.
3. Діаметр валу 48 мм.

										Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ					

Перевіряємо шпонку на валу діаметром $d=64$ мм для посадки зірочки. Відповідно ДСТУ 24071:2005 це призматична шпонка поперечним перерізом $b=18$ мм; $h=11$ мм. Глибина шпоночного паза $t_1=7$ мм, $t_2=4,4$ мм.

Матеріал з якого виготовляють шпонки це сталь з тимчасовим опором на розтяг не менше 590 МПа. Допустимі напруження на змінання

$$\left[\sigma_{зм} \right] = 80 \dots 150 \text{ МПа}, \left[\tau_{зр} \right] = 50 \dots 60 \text{ МПа}.$$

Найбільш небезпечними напруженнями для шпонок і пазів є змінання граней робочих поверхонь та зріз в перетині А-А (рис.3.17) від крутного моменту. Тому перевіримо шпонку по напруженням змінання і перевіримо її на зріз.

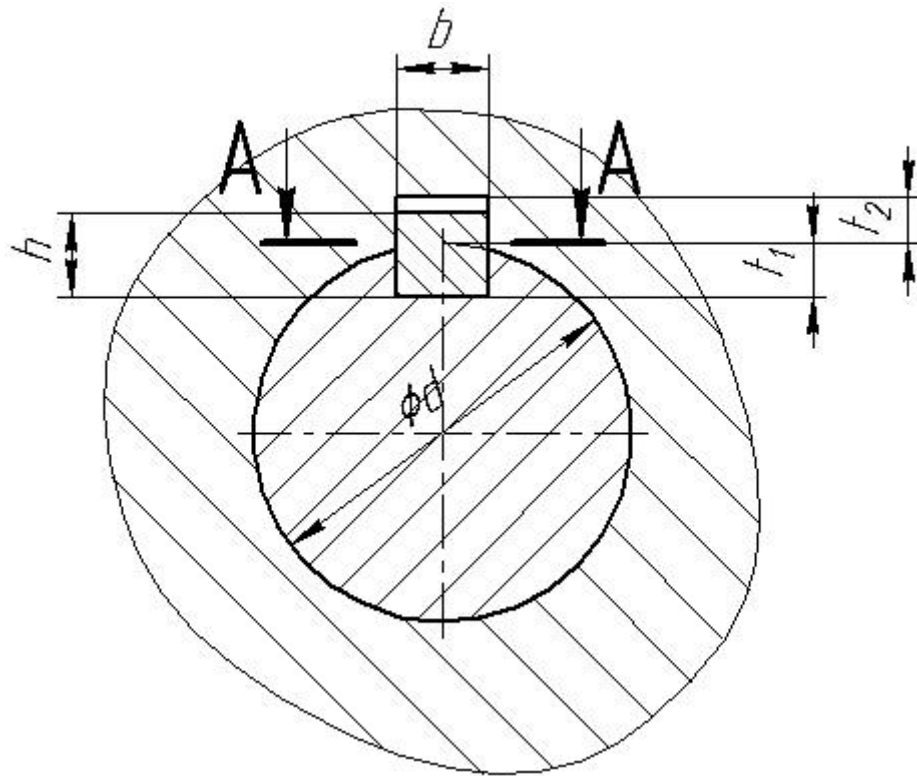


Рис.3.17. Параметри шпоночного з'єднання

Умовою міцності на змінання є:

$$T_{\max} \leq 0,5 \cdot d \cdot K \cdot l_p \cdot [\sigma_{зм}] \quad (3.42)$$

де K – виступ шпонки над шпоночним пазом, мм;

l_p – робоча довжина шпонки, мм.

Тоді з формули маємо:

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$l_p \geq \frac{T_{\max}}{0,5 \cdot d \cdot K \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{2366}{0,5 \cdot 64 \cdot 4 \cdot 150} = 0,052 \text{ м}$$

Шпонка підходить, оскільки її довжина 56 мм. Перевіримо її на зріз.
Умовою міцності на зріз є:

$$T_{\max} \leq 0,5 \cdot (d+K) \cdot b \cdot l_p \cdot [\tau_{зр}] \quad (3.43)$$

Тоді з формули маємо:

$$\frac{T_{\max}}{0,5 \cdot (d+K) \cdot b \cdot l_p} \leq [\tau_{зр}]$$

$$\frac{2366}{0,5 \cdot (64+4) \cdot 18 \cdot 0,056} = 37 \text{ МПа} \leq [\tau_{зр}] = 60 \text{ МПа}$$

Умова для шпонки на зріз виконується. Отже остаточно приймаємо шпонку призматичну ДСТУ 24071:2005 поперечним перерізом $b=18$ мм; $h=11$ мм. Глибина шпоночного паза $t_1=7$ мм, $t_2=4,4$ мм.

Перевіряємо шпонку на валу діаметром $d=48$ мм для посадки муфти. Відповідно ДСТУ 24071:2005 це призматична шпонка поперечним перерізом $b=14$ мм; $h=9$ мм. Глибина шпоночного паза $t_1=5,5$ мм, $t_2=3,8$ мм.

Тоді з формули маємо:

$$l_p \geq \frac{T_{\max}}{0,5 \cdot d \cdot K \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{2366}{0,5 \cdot 48 \cdot 3,5 \cdot 150} = 0,076 \text{ м}$$

Шпонка підходить, оскільки її довжина 80 мм. Перевіримо її на зріз. З формули маємо:

$$\frac{T_{\max}}{0,5 \cdot (d+K) \cdot b \cdot l_p} \leq [\tau_{зр}]$$

$$\frac{2366}{0,5 \cdot (48+3,5) \cdot 14 \cdot 0,08} = 49 \text{ МПа} \leq [\tau_{зр}] = 60 \text{ МПа}$$

						ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			77

Умова для шпонки на зріз виконується. Отже остаточно приймаємо шпонку призматичну ДСТУ 24071:2005 поперечним перерізом $b=14$ мм; $h=9$ мм. Глибина шпоночного паза $t_1=5,5$ мм, $t_2=3,8$ мм.

3.5.6. Розрахунок ланцюга

Вихідні дані, необхідні для розрахунку:

1. Максимальне розрахункове зусилля натягу 9551 Н.
2. Руйнівне зусилля ланцюга МС56-3-100-3: 56 кН.

Допустиме навантаження на розтяг по несучій здатності ланцюга визначають за формулою:

$$S_{Д.Н.} = \frac{S_{P.M} \cdot k_T}{n_H} \geq S_{P.M} /$$

де $S_{Д.Н.}$ – допустиме навантаження на розтяг, Н

$S_{P.M}$ – руйнівне навантаження ланцюга, Н

k_T – коефіцієнт, що показує відношення між межею текучості при розтязі $\sigma_{T.P.}$, і тимчасовим опором на розрив σ_B .

$$k_T = \sigma_{T.P.} / \sigma_B$$

$k_T=0,7$ для незагартованих ланцюгів,

n_H – запас міцності по несучій здатності ланцюга,

$S_{P.M}$ – розрахунковий натяг при максимальному завантаженні, Н

Запас міцності по несучій здатності ланцюга визначається за формулою:

$$n_H = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

де K_1 – коефіцієнт безпечної роботи машини,

$K_1 = 1,3$ – для конвеєрів з важкою трасою,

K_2 – коефіцієнт режиму роботи конвеєра,

$K_2 = 1,4$ – для важкого режиму роботи конвеєра,

K_3 – коефіцієнт ослаблення розрахункового перерізу деталей ланцюга при гранично допустимому зношуванні,

$$K_3 = 1,2 - 1,4,$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

K_4 – коефіцієнт вірогідності розрахункових та навантажувальних даних, $K_4 = 1,1 - 1,3$,

K_5 – коефіцієнт, що характеризує відношення максимального сумарного навантаження в деталях ланцюга на трасі конвеєра від згину та розтягу до навантаження розтягу,

$$K_5 = 1,2 - 2,$$

K_6 – коефіцієнт динамічних навантажень,

$$K_6 = 1,0 - \text{при швидкості конвеєра до } 1 \text{ м/с,}$$

Запас міцності по несучій здатності ланцюга:

$$n_H = 1,3 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,97$$

Допустиме навантаження на розтяг по несучій здатності ланцюга:

$$S_{Д.Н.} = \frac{56000 \cdot 0,7}{3,97} = 9874 \geq S_{Р.М.} = 9551$$

Ланцюг МС56-3-100-3 придатний для використання в модернізованій шафі вистою.

3.6 Тепловий розрахунок

Рівняння теплового балансу шафи вистою має вигляд:

$$Q = Q_{\text{пов.}} + Q_{\text{т.з.}} + Q_{\text{люл.}} + Q_{\text{ст.}}, \text{ Вт} \quad (3.44)$$

де Q – теплота внесена в шафу нагрівниками та парою, Вт

$Q_{\text{пов.}}$ – кількість теплоти, яка витрачається на прогрівання повітря, Вт;

$Q_{\text{т.з.}}$ – кількість теплоти, що йде на прогрівання тістових заготовок, Вт;

$Q_{\text{люл.}}$ – кількість теплоти, що йде на прогрівання люльок, Вт;

$Q_{\text{ст.}}$ – втрати теплоти через стінки, Вт.

1) Кількість теплоти, яка витрачається на прогрівання повітря:

$$Q_{\text{пов.}} = c_{\text{пов.}} \cdot m_{\text{пов.}} \cdot (T_2 - T_1), \text{ кДж} \quad (3.45)$$

де $c_{\text{пов.}}$ – теплоємність повітря, кДж/(кг · град);

$$c_{\text{пов.}} = 1,015 \text{ кДж/(кг · град);}$$

$m_{\text{пов.}}$ – маса повітря в камері, кг;

T_2 – температура повітря в шафі вистою, °С; $T_2 = 35^\circ\text{С}$;

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

T_1 – температура повітря в цеху, °C; $T_1 = 25^\circ\text{C}$.

Визначимо масу повітря в II зоні шафі вистою:

$$m_{\text{пов.}} = \rho_{\text{пов.}} \cdot V_{\text{пов.}} \quad (3.46)$$

де $\rho_{\text{пов.}}$ – густина повітря при температурі 25°C , $\text{кг}/\text{м}^3$;

$$\rho_{\text{пов.}} = 1,11 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$V_{\text{пов.}}$ – об'єм повітря в II зоні шафи вистою, м^3 .

Визначимо об'єм повітря в II зоні шафи вистою:

$$V = L \cdot B \cdot H = 7,2 \cdot 3,4 \cdot 2,8 = 68,544 \text{ м}^3$$

Тоді маса повітря:

$$m_{\text{пов.}} = 1,11 \cdot 68,544 = 76 \text{ кг}$$

Тоді кількість теплоти, яка витрачається на прогрівання повітря:

$$Q_{\text{пов.}} = 1,015 \cdot 76 \cdot (35 - 25) = 771, \text{ кДж}$$

Прийmemo, що час за який необхідно прогріти повітря в шафі вистою $t = 600 \text{ с}$. Тоді кількість теплоти віднесемо до одиниці часу:

$$Q_{\text{пов.}} = 771000 / 600 = 1285 \text{ Вт}$$

2) Визначимо кількість теплоти, що витрачається на нагрівання тістових заготовок. Передача тепла від повітря в шафі вистою до тістових заготовок відбувається шляхом конвекції. Тому запишемо, що:

$$Q_{\text{т.з.}} = \alpha_{\text{т.з.}} \cdot S_{\text{т.з.}} \cdot (T_{\text{пов.}} - T_{\text{т.з.}}), \text{ Вт} \quad (3.47)$$

де $\alpha_{\text{т.з.}}$ – коефіцієнт тепловіддачі тістових заготовок, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$S_{\text{т.з.}}$ – площа поверхні тістових заготовок, м^2 ;

$T_{\text{пов.}}$ – температура повітря, °C; $T_{\text{пов.}} = 35^\circ\text{C}$;

$T_{\text{т.з.}}$ – температура тістової заготовки, °C. $T_{\text{т.з.}} = 25^\circ\text{C}$;

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі тістових заготовок:

$$\alpha_{\text{т.з.}} = \frac{Nu \cdot \lambda}{l_{\text{т.з.}}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град}); \quad (3.48)$$

де Nu – критерій Нуссельта для тістових заготовок;

λ – коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 35°C , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\lambda=0,0276 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$l_{\text{т.з.}}$ – характерний розмір тістових заготовок, м; $l_{\text{т.з.}}=0,3 \text{ м}$;

Визначаємо критерій Нуссельта для тістових заготовок:

$$\text{Nu}=0,216 \cdot \text{Re}^{0,8} \quad (3.49)$$

де Re – критерій Рейнольдса;

Визначаємо критерій Рейнольдса для тістових заготовок:

$$\text{Re}=\frac{v \cdot l_{\text{т.з.}}}{\nu} \quad (3.50)$$

де v – швидкість руху потоку повітря, м/с; $v=0,02 \text{ м/с}$;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при температурі 35°C , ($\text{м}^2/\text{с}$);

$\nu=16,96 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2/\text{с})$;

$$\text{Re}=\frac{0,02 \cdot 0,3}{16,96 \cdot 10^{-6}}=354$$

Тоді критерій Нуссельта для тістових заготовок:

$$\text{Nu}=0,216 \cdot 354^{0,8}=24$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі тістових заготовок:

$$\alpha_{\text{т.з.}}=\frac{24 \cdot 0,0276}{0,3}=2,21 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$$

Визначимо площу поверхні тістових заготовок:

$$S=l \cdot \pi \cdot b \cdot N \cdot n, \text{ м}^2$$

де l – довжина тістової заготовки, м;

$l=0,3 \text{ м}$;

b – ширина тістової заготовки, м;

$b=0,11 \text{ м}$;

N – кількість люльок в II секції вистійної шафи, шт;

$N=222 \text{ шт}$;

n – кількість тістових заготовок в люльці, шт;

$n=9 \text{ шт}$;

$$S=0,3 \cdot 3,14 \cdot 0,11 \cdot 222 \cdot 9=207 \text{ м}^2$$

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Тоді кількість теплоти, що витрачається на нагрівання тістових заготовок:

$$Q_{т.з.} = 2,21 \cdot 207 \cdot (35 - 25) = 4575, \text{ Вт}$$

3) Визначимо кількість теплоти, що витрачається на нагрівання люльок.

Передача тепла від повітря в шафі вистою до люльок відбувається шляхом конвекції. Тому запишемо, що:

$$Q_{\text{люл.}} = \alpha_{\text{люл.}} \cdot S_{\text{люл.}} \cdot (T_{\text{пов.}} - T_{\text{люл.}}), \text{ Вт}$$

де $\alpha_{\text{люл.}}$ – коефіцієнт тепловіддачі поверхні люльок, Вт/(м² · град);

$S_{\text{люл.}}$ – площа поверхні люльок, м²;

$T_{\text{пов.}}$ – температура повітря, °С; $T_{\text{пов.}} = 35^\circ\text{С}$;

$T_{\text{люл.}}$ – температура люльки, °С. $T_{\text{люл.}} = 25^\circ\text{С}$;

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі люльок:

$$\alpha_{\text{люл.}} = \frac{Nu \cdot \lambda}{l_{\text{люл.}}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град);}$$

де Nu – критерій Нуссельта для люльок;

λ – коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 35°С, Вт/(м² · град);

$$\lambda = 0,0276 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град);}$$

$l_{\text{люл.}}$ – характерний розмір люльок, м; $l_{\text{люл.}} = 3 \text{ м}$;

Визначаємо критерій Нуссельта для люльок:

$$Nu = 0,064 \cdot Re^{0,8}$$

де Re – критерій Рейнольдса;

Визначаємо критерій Рейнольдса для люльок:

$$Re = \frac{v \cdot l_{\text{люл.}}}{\nu}$$

де v – швидкість руху потоку повітря, м/с; $v = 0,02 \text{ м/с}$;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при температурі 35°С, (м²/с);

$$\nu = 16,96 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2 \text{/с);}$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

$$Re = \frac{0,02 \cdot 3}{16,96 \cdot 10^{-6}} = 3540$$

Тоді критерій Нуссельта для люльок:

$$Nu = 0,064 \cdot 3540^{0,8} = 45$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі поверхні люльок:

$$\alpha_{\text{люл}} = \frac{45 \cdot 0,0276}{3} = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

Визначимо площу поверхні люльок:

$$S = (b_1 + b_2 + b_3) \cdot l \cdot N, (\text{м}^2)$$

де l – довжина люльки, м; $l = 3$ м;

b_i – розмір по ширині люльки, м;

$b_1 = 0,073$ м; $b_2 = 0,055$ м; $b_3 = 0,073$ м;

N – кількість люльок в II секції вистійної шафи, шт;

$N = 222$ шт ;

$$S = (0,073 + 0,055 + 0,073) \cdot 2 \cdot 3 \cdot 222 = 270, \text{ м}^2$$

Тоді кількість теплоти, що витрачається на нагрівання люльок:

$$Q_{\text{т.з.}} = 0,5 \cdot 270 \cdot (35 - 25) = 1350, \text{ Вт}$$

4) Визначимо втрати теплоти через стінки шафи вистою. Використаємо рівняння теплопередачі через стінку:

$$Q_{\text{ст.}} = k_{\text{ст.}} \cdot S_{\text{ст.}} \cdot (T_{\text{пов.}} - T_{\text{сер.}}), \text{ Вт} \quad (3.51)$$

де $k_{\text{ст.}}$ – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$S_{\text{ст.}}$ – площа поверхні стінок шафи, м^2 ;

$T_{\text{пов.}}$ – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{пов.}} = 35^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{сер.}}$ – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$. $T_{\text{сер.}} = 25^{\circ}\text{C}$;

Визначимо коефіцієнт теплопередачі стінок шафи вистою:

$$k_{\text{ст.}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{ст.}}}{\lambda_{\text{ст.}}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град}); \quad (3.52)$$

					ДП. МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі до внутрішньої поверхні стінки, Вт/(м² · град);

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стінки, Вт/(м² · град);

$\delta_{ст.}$ – товщина стінки шафи, м;

$\delta_{ст.} = 0,002$ м;

$\lambda_{ст.}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки, Вт/(м · град);

$\lambda_{ст.} = 46,5$ Вт/(м · град); (для сталі).

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі до внутрішньої поверхні стінки:

$$\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{l_{ст.}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град);}$$

де Nu – критерій Нуссельта;

λ – коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 35°C, Вт/(м² · град);

$\lambda = 0,0276$ Вт/(м² · град);

$l_{ст.}$ – характерний розмір стінок, м;

$l_{ст.} = 2,8$ м;

Визначаємо критерій Нуссельта:

$$Nu = 0,018 \cdot Re^{0,8}$$

де Re – критерій Рейнольдса;

Визначаємо критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot l_{ст.}}{\nu}$$

де v – швидкість руху потоку повітря, м/с;

$v = 0,02$ м/с;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при температурі 35°C, (м²/с);

$\nu = 16,96 \cdot 10^{-6}$ (м²/с);

$$Re = \frac{0,02 \cdot 2,8}{16,96 \cdot 10^{-6}} = 3301$$

									Арк.
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ				

Тоді критерій Нуссельта:

$$Nu=0,018 \cdot 3301^{0,8}=12$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_1 = \frac{12 \cdot 0,0276}{2,8} = 0,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стінки:

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda}{l_{ст}}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

де Nu – критерій Нуссельта;

λ – коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 25°C , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$;

$$\lambda=0,0226 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

$l_{ст.}$ – характерний розмір стінок, м;

$$l_{ст.}=2,8 \text{ м};$$

Визначаємо критерій Нуссельта:

$$Nu=0,018 \cdot Re^{0,8}$$

де Re – критерій Рейнольдса;

Визначаємо критерій Рейнольдса:

$$Re = \frac{v \cdot l_{ст.}}{\nu}$$

де v – швидкість руху потоку повітря середовища в цеху, м/с;

$$v=0,01 \text{ м}/\text{с};$$

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при температурі 25°C , $(\text{м}^2/\text{с})$;

$$\nu = 16,49 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2/\text{с});$$

$$Re = \frac{0,01 \cdot 2,8}{16,49 \cdot 10^{-6}} = 1697$$

Тоді критерій Нуссельта:

$$Nu=0,018 \cdot 1697^{0,8}=7$$

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Тоді коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_2 = \frac{7 \cdot 0,0226}{2,8} = 0,0565 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі стінок шафи вистою:

$$k_{cm.} = \frac{1}{\frac{1}{0,12} + \frac{0,002}{46,5} + \frac{1}{0,0565}} = 0,4, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град});$$

Визначимо площу поверхні стінок II зони шафи вистою:

$$S = 2,8 \cdot (3,4 + 7,2) \cdot 2 = 59,36 \text{ м}^2$$

Тоді втрати теплоти через стінки шафи вистою:

$$Q_{ct.} = 0,4 \cdot 59,36 \cdot (35 - 25) = 237, \text{ Вт}$$

Кількість теплоти яка вноситься в шафу вистою за рахунок нагрівників та разом з паром:

$$Q = 1285 + 4575 + 1350 + 237 = 7447 \text{ Вт}$$

Тепер визначимо, чи вистачить потужності парогенератора, який встановлени на печі. Відомо, що його продуктивність складає $G=120$ кг/год. Парогенератор видає насичену пару з температурою 105°C . Потужність парогенератора визначимо за формулою:

$$P = G \cdot r / 3600, \text{ Вт}$$

де G – продуктивність парогенератора, кг/год;

r – питома теплота пароутворення води, кДж/кг;

$$r = 2250 \text{ кДж/кг};$$

Тоді потужність парогенератора складе:

$$P = 120 \cdot 2250 / 3600 = 75 \text{ кВт}$$

Оскільки дана кількість температури утвориться тільки при конденсації пари, то в нашому випадку кількість теплоти яка буде передаватись паром складе приблизно 20%, тобто 15000 Вт, що цілком задовольнить наші потреби в теплоті.

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомоліва. –Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості /І.С. Гулий. –Вінниця: Нова книга, 2001. – 575 с.
3. Дацишин О.В. Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов. –К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
4. Дипломне проектування / Г.В. Дейниченко, О.І. Черевко, Н.О. Власова, І.Г. Дейнека. –Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2004. – 256 с.
5. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: Навчальний посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та ін. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
6. Закалов О.В. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, А.І. Бортник.–Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2005. – 105 с.
7. Лісовенко О.Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / О.Т. Лісовенко. –Київ: Наукова думка, 2000. – 282 с.
8. Лисюк Г.М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: Навчальний посібник / Г.М. Лисюк, О.Г. Самохвалова, З.І. Кучерук та ін. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. – 464 с.
9. Лисюк Г.М. Технологічні розрахунки рецептур для хлібобулочних, макаронних, кондитерських і харчоконцентратних виробів [Текст]: Навч. посібник / Г.М. Лисюк, М.В. Артамонова, О.Г. Шидакова-Каменюка. – Х.: ХДУХТ, 2009. – 144 с.
10. Малезик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малезик. –К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
11. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.–648 с.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

12. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

13. Методичні рекомендації до складання технологічних схем хлібопекарського і макаронного виробництв у курсовому і дипломному проектуванні для студ. напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» та спеціальності 7.05170103 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» ден. та заочн. форм навч. / Уклад.: В.Г. Юрчак, В.Ф. Доценко, В.М. Махинько. – К.: НУХТ, 2012. – 44 с.

14. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів -Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2021. – 96с.

15. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, І.А. Зозуляк.– Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 336 с.

16. Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний, О.І.Черевко ,В.Б.Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007. – 304с.

17. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підручник / В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк, Є.В.Петько, А.В. Ульяницький. – К.: ЦНЛ, 2007. – 432с.

18. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навчальний посібник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева. –Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

					<i>ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ВИСНОВОК

В даній роботі розглядається проєкт модернізації вистійно-пічного відділення лінії виробництва батона нарізного, а саме модернізація шафи вистою тістових заготовок.

Під час виконання дипломного проєкту було проведено детальне дослідження шафи вистою тістових заготовок РЗ-ШРТЗ, подано сучасний стан хлібопекарської промисловості, проведений аналіз існуючого обладнання та технології виробництва батона нарізного.

Метою даного проєкту є підвищення рівня матеріально-технічної бази хлібокомбінату.

Модернізація шафи вистою полягає в перетворенні вертикальних віток конвеєра базової шафи РЗ-ШРТЗ на горизонтальні, а також заміну руху конвеєра шафи з зупинками на безперервний рух. Для цього було спроектовано новий каркас шафи вистою на який ми намагалися встановити якнайбільше старих деталей та вузлів. Ті деталі які несуть навантаження ми перевірили на міцність, виконали тяговий, кінематичний, тепловий та ряд інших розрахунків.

Модернізована шафа вистою має більшу продуктивність аніж базова, забезпечує кращий режим вистоювання тістових заготовок, а також має значні переваги в плані конструкції.

Також було проведено ряд розрахунків які підтверджують, що даний проєкт доцільно впроваджувати у виробництво, як такий, що є технічно та економічно ефективним.

Були проведені розрахунки працездатності впровадження та перерахунок продуктивності шафи вистою тістових заготовок. В результаті є зниження питомих характеристик (займана площа, обсяг потужність і т.д.). Перевірочні розрахунки показали працездатність даного проєкту.

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

ДОДАТКИ

					ДП.МАХВМ.24.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90