

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»
протокол № 272-С
від «03» червня 2025 року
Зав. кафедрою ОПХВ
д.т.н, професор
 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг харчових і переробних
виробництв»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Вдосконалення конструкції мішалки в умовах Мелітопольського району
Запорізької області

19ХВД.6169181.06.25ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, 21С (МС) ГМ групи


(підпис)

Ілля КСЬОНЗ
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., ст. викладач
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Олександр КОВАЛЬОВ
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП: к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент: д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Дмитро ЖУРАВЕЛЬ
(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

«28» березня 2025р.

Лист 6* – Охорона праці

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
IV	к.т.н., доцент Зоря М.В.	31.03.2025	

6. Дата видачі завдання 31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	травень	
Розділ 2. Вдосконалення конструкції машини	травень	
Розділ 3. Розрахунок вдосконаленої машини	травень	
Розділ 4. Охорона праці	червень	
Розділ 5. Економічне обґрунтування проекту	червень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	червень	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	червень	

Студент


(підпис)

Ілля КСЬОНЗ
(ініціали та прізвище)

**Керівник роботи
КОВАЛЬОВ**


(підпис)

Олександр
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему “Вдосконалення конструкції мішалки в умовах Мелітопольського району Запорізької області” с складається з 60 сторінок розрахунково-пояснювальної записки, яка містить 5 розділів, 5 таблиць у записці та графічної частини і 7 аркушів формату А1.

При написанні проекту використано 28 джерел літератури.

Конструкторська розробка включає модернізацію мішалки для приготування дріжджового розчину, що підвищить ефективність її роботи.

Вдосконалення машини дозволяє знизити металоємкість машини, витрати часу її обслуговування, знизити собівартість виробничої продукції.

Було розглянуто організацію робіт з охорони праці при роботі з машиною, а також проаналізовано небезпечні ситуації при роботі потоково-технологічної лінії.

Відповідно до оцінки технічного рівня модернізації зроблено економічне обґрунтування роботи.

ХЛІБ, ДРІЖДЖІ, ЗМІШУВАЧ, ЛОПАТЕВА МІШАЛКА,
ПЕРЕМІШУВАННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІКА.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		5

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1 Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Огляд технології виробництва продукції	10
1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика	14
Розробка проектного завдання	17
2 Вдосконалення конструкції машини	18
2.1 Опис конструкції і принципу дії машини	18
2.2 Вимоги до класу машин	19
2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини	20
2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення	23
Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення	29
3 Розрахунок вдосконаленої машини	30
3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини	30
3.2 Енергетичний розрахунок машини	32
3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	34
Висновки за розділом	36
4 Охорона праці	37
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	37
4.2 Аналіз небезпек	38
4.3 Планування заходів з охорони праці	39
4.4 Інженерні розрахунки з охорони праці	42
Висновки за розділом	45
5 Економічне обґрунтування проекту	46
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	46

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого

обладнання 49

Висновки за розділом 55

Висновки за проектом 56

Список літератури 58

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Хліб – корисний біологічний продукт, який містить велику кількість речовин, необхідних для організму людини. Це білки, білкові сполуки, високомолекулярні жири, крохмаль, а також вітаміни. Особливо в хлібі міститься багато вітамінів групи В, необхідних для нормального функціонування нервової системи людини.

Процес виробництва хліба досить гнучкий, складний і трудомісткий. Для того, щоб буханець хліба вийшла з печі, необхідно, щоб він пройшов через безліч машин і технологічних агрегатів. Процес виробництва може тривати понад 12 годин.

Механічне перемішування виробляється з метою: створення однорідних розчинів, емульсій і суспензій; інтенсифікації процесів теплообміну; інтенсифікації процесів масообміну (чисто фізичного або в сполученні з хімічною реакцією).

Особливо чисельна третя група процесів, оскільки вони можуть протікати в різних неоднорідних системах, таких як рідина-рідина, рідина-газ або рідина-тверде тіло. У цих випадках інтенсивність процесу може бути продиктована умовами створення двофазної системи — емульсії або суспензії.

З метою створення нового високоефективного і конкурентоспроможного обладнання харчових технологій необхідне подальше глибоке вивчення процесів, що лежать у їх основі, зокрема такого процесу як перемішування - дуже розповсюдженого процесу у хімічній і суміжних з нею галузях промисловості, а також у повсякденному житті.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕГІОНУ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

Загальна чисельність населення Мелітопольського регіону має тенденцію до збільшення за рахунок збільшення чисельності дітей. Чисельність працездатних змінюється незначно у бік збільшення. Середньорічна кількість працюючих з кожним роком трохи збільшується. Це пов'язано з збільшенням об'єму виробництва продукції рослинництва переробних виробництв.

ВАТ "Мелітопольський хлібокомбінат" знаходиться у зоні центрального засушливого степу України. Кліматичні умови цієї зони характеризуються достатньою кількістю опадів, але нерівномірністю їх розподілення по періодам року, високими температурними умовами, низькою відносною вологістю повітря, сильними вітрами.

Територія ВАТ розташована на Приазовській височині. Загальний характер рельєфу – рівнинно-слабо-хвилястий. Тут головним чином поширені чорноземні ґрунти: чорноземи звичайні, лехкоглиністі, середньосуглиністі.

Основний вид продукції:

– хлібобулочні та кондитерські вироби (хліб, булочні вироби (з маком, повидлом, арахісом і т.д.), вівсяне печиво тощо.

ВАТ "Мелітопольський хлібокомбінат" створено в жовтні 2001 року. Воно забезпечує хлібом та хлібобулочними виробами місто та район.

Асортимент продукції складає:

- 10 найменувань хліба, в т.ч. пшеничний, житньо-пшеничний, житній, як формовий, так і подовий ;

- 20 найменувань булочних виробів (з маком, повидлом, згущеним молоком, арахісом, родзинками, кунжутом);

Крім хліба і кондитерських виробів, товариство почало виготовляти нові види хліба, вівсяне печиво, сухарики з приправами до пива (з беконом, грибами, паприкою, раками), макаронні вироби.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Середньооблікова чисельність працівників -50 чол. Підприємство планує збільшити кількість робочих місць.

Для виробництва продукції підприємством використовується обладнання вітчизняних виробників (Київпродмаш, Житомирхарчмаш), а також імпортне обладнання („Матадор" Німеччина, ППЦ Чехія).

Щорічно в натуральному виразі виробляється 1204 тон хліба і хлібобулочних виробів і 5 тон кондитерських виробів. Підприємство має можливість вдвічі збільшити обсяги випускаємої продукції, але конкуренцію складають пекарні, які випускають 13,9% виробів із загального обсягу.

З кожним роком підприємство розширює свій асортимент новими видами продукції. Область збуту становить Схід і Південь України.

1.2 Огляд технології виробництва продукції

На рисунку 1.1 приводиться технологічна схема виробництва подового хліба.

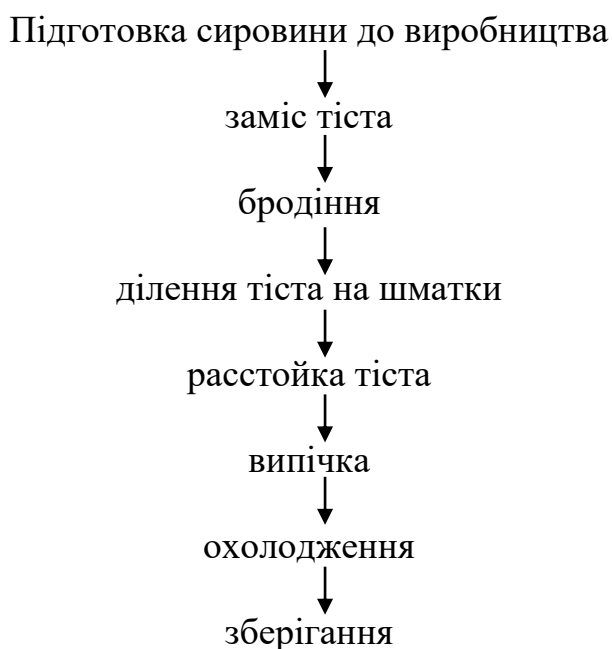


Рисунок 1.1 - Схема технологічна

Виробництво хліба полягає у виконанні технологічних операцій за схемою представленою нижче [1,2,3,4].

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Підготовка сировини до виробництва. Ця операція включає просіювання борошна, змішування, вилучення з нього металодомішок. Воду підігрівають або охолоджують до необхідної температури. При підготовці допоміжних матеріалів (сіль, дріжджі, цукор та інша сировина) роблять розфасовку відповідно до рецептури.

Готування опари. Якість готової продукції при роботі на рідких опарах тим краще, ніж більша частина всього борошна, що переробляється, міститься в опарах. Максимально можливий вміст борошна в опарі спостерігається при внесенні у неї всієї кількості води, що йде для готування тіста. У цьому випадку при вологості опар 65, 75 і 80% вміст борошна в них складає відповідно близько 40, 30 і 16% від усієї кількості борошна, що переробляється. У зв'язку з цим бажано, щоб вологість опар була якомога меншою, але не перешкоджаючи вільному їх транспортуванню по трубах. Оптимальний режим готування рідких опар: вологість близько 70%, вміст у них усієї чи більшої частини води, що витрачається для готування тіста, і максимально можливої кількості борошна при даній вологості опари. Температура опари 28–30°C, однак, підвищення її до 35°C не відображається негативно на якості готової продукції на відміну від густих опар, підвищення температури яке приводить до погіршення якості виробів. Витрата дріжджів така ж, як і при роботі на густих опарах. Тривалість шумування опар 4–5 год. Одна опара може служити для готування тіста для різних сортів виробів з даного сорту борошна.

Рідкі опари замішуються в даний час на пекарні в машинах ХЗМ-300. Потім перекачуються насосами в стаціонарно встановлені з нержавіючої сталі чани для шумування протягом 4–5 год. Готові опари цілком витрачаються для замісу тіста. Вони, таким чином, готуються порціонно, періодично [5,6,7].

Готування тіста на рідких опарах: тривалість шумування (з огляду на менший уміст борошна в опарах у порівнянні з густими) скорочується внаслідок більшої активності мікрофлори, що культивується у рідкому середовищі. Тривалість шумування тіста тим менше, чим більше борошна знаходиться в опарі, тому що при даній вологості обсяг її більше і з нею вноситься в тісто більша кількість дріжджів.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Тісто готується опарним способом (таблиця 1.1) [8,9].

Таблиця 1.1 – Рецептатура на 100 кг борошна (в кг) і режим виготовлення тіста

Рецептура і режим	Опара	Тісто	
		з борошна І г.	з борошна в/г
Борошно	45 – 60	53 – 38	53 – 38
Вода	30 – 35	по розрахунку	
Дріжджі пресовані	0,7 – 1	-	-
Сіль	-	1,3	1,25
Початкова температура (°C)	28 – 30	29 – 31	29 – 31
Тривалість бродіння (в год, хв)	3,30 – 4,30	1,15 – 1,45	1,15 – 1,45
Кінцева кислотність (в °C)	3 – 4,5	3 – 3,5	3 – 3,5

Поділ тіста на шматки виконується з таким розрахунком, щоб вага готових виробів даного гатунку була однаковою. Допуск відхилень від установленної ваги штучних виробів вказаних стандартами для кожного гатунку окремо. Відхилення від встановленої ваги для вагових виробів повинна бути не більше 10%.

На розділення тіста витрачається до 2% борошна. Вистоювання 40 – 60 хв.

При поділу тіста на шматки необхідно враховувати втрати у вазі під час випічки – упік та під час охолодження випеченого хліба – усушка.

Округлення, формування додає тісту необхідну форму; при цьому на поверхні утвориться газонепроникна плівка, що затримує при розстойці вуглекислий газ.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						12
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Попередня розстойка полягає у витримці тіста протягом 3–5 хв., при якій тісто після механічного впливу знову стає однорідним. При цьому кондиціонування навколишнього повітря не передбачається.

Остаточна розстойка служить для шумування тіста перед посадкою в піч, вона повинна проводитись при температурі 35–40°C у зволоженому повітряному середовищі з відносною вологістю не менш 75–80°C.

В приміщенні, де виробляється розстойка тіста, не повинно бути протягів, що приведуть до завітрювання і висихання поверхні виробів.

Тривалість розстойки встановлюється для кожного виробу окремо, тому що залежить від багатьох причин, розважування (чим більше розважування, тим менше тривалість розстойки), газоутворюючої здатності борошна, кількості і якості дріжджів, температури і відносної вологості повітря (чим вони вище, тим коротше розстойка), консистенції тіста (слабке тісто вимагає менше тривалості розстойки), способу випічки (на поду або у формах).

Змазування форм, листів та обладнання.

Для змазування хлібних форм застосовують рослинну олію. Витрата олії на обжарку форм входить у норму витрати рослинної олії на змазування їхній і складає на однократну обжарку нових форм 4 г на форму, а колишніх у вживанні – 5 г. При випічці інших хлібобулочних виробів для змазування листів застосовується рослинна олія в кількості, передбаченій рецептурою.

Для змазування діж, тістомісильних, тістоділильних і інших технологічних машин, круглих форм для розстойки й інвентарю витрата рослинної олії іноді складає на механізованих підприємствах до 0,1%

Випічка хліба.

Хліб випікають у печах, тривалість випічки у зволоженій камері 25 – 40 хв. при температурі 220 – 240°C [10,11].

Охолодження хліба.

Хліб охолоджується на лотках в приміщенні з температурою 15 – 25°C.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		13

1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика

Для виробництва хлібобулочних виробів на даному підприємстві використовують таке обладнання. [4, 5]

Борошно зберігають в силосах, які представляють собою вертикальну циліндричну ємкість з конусним днищем. В циліндричній частині силосу передбачені герметизовані люки для чистки і ремонту, а в кришці – отвір для однокамерного фільтру, призначений для очищення транспортуючого повітря від борошняної пилі.

З зовнішньої сторони конуса вварений патрубок для подачі повітря від вентилятора високого тиску. Днище силосу закінчується круглим випуклим отвором діаметром 500 мм, до якого кріпиться патрубок борошняного дозатору.

Дозатор ДМ-20 має продуктивність 0,5-2,0 т/год. Дозування борошна засновано на тому, що живильний шнек зупиняється в момент, коли кількість борошна досягає заданої маси. По мірі наповнення ківш опускається і заслінка поступово закривається. При цьому борошно поступає в вузьку щілину і настає режим досипання. По мірі приближення маси порції борошна до заданої ківш опускається ще нижче. При досягненні тій масі днище відкривається, ківш перекидається, після чого знову підіймається і днище закривається.

Для подачі борошна до просіювача на підприємстві використовують живильник М-116, який призначений для транспортування борошна.

Просіювач П2-П використовують для просіювання, розрихлення і аерації борошна. Просіювач складається зі станини, завантажувального бункеру з запобіжною решіткою і кришкою, вертикальної труби зі шнеком, просіювальної головки, магнітного апарату і приводу.

Борошно засипають в приймальний бункер, звідти спіральними лопатями і вертикальним шнеком вона подається в просіювальну головку, де під дією відцентрових сил два рази просіюється .

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Просіяне борошно попадає в канал магнітного апарату, в якому відділяється феромагнітні суміші, а потім направляється через рукав до змішувача-дозатора борошна.

Пропорційний змішувач-дозатор МС-2 використовується для змішування борошна різних гатунків і сортів. Змішувач складається із металевого закрому, двох дозуючих шнеків з регулюючою частотою обертання і змішуючого шнека.

Металевий закром розділений на два відсіки. В нижній частині кожного відсіка розташований дозуючі шнеки, які подають борошно в змішуючий шнек. Цей шнек змішує борошно різних партій і переміщує його до нижньої головки норії.

Робота машини складається із засипання в кожний відсік відповідну партію борошна і установки цівочного зачеплення для кожного дозуючого шнеку на потрібну частоту обертання.

Недолік цього змішувача-дозатора МС-2 являється те, що його продуктивність залежить від відношення складальних частин суміші.

Для приготування дріжджового розчину використовують пропелерну мішалку Х-14. Машина складається із баку, в центрі якого встановлений вал. На нижньому кінці вала закріплені гвинтові лопаті, які надають таке направлення обертання, щоб рідина підіймалась вгору.

Цукро- і жиророзчинники використовують для приготування розчинів цукру і жиру. Для приготування розчинів використовують установку Х-15. Установка складається із бака з паровою сорочкою. В центрі бака встановлений вал з конусним пропелером.

Для розчинення жиру в бачок завантажують через завантажувальний отвір невеликими кусками. Розчинений жир чи цукор випускають через пробний кран і шаровий клапан в бачок постійного рівня.

Для замісу тіста на підприємстві використовують тістомісильну машину Т1-ХТ2А.

Опара замішується в тістомісильній машині і шнековим насосом подається в бункер для бродіння. Бункер періодично обертається навкруги

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						15
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

вертикальної осі, і під навантаження піддається наступна секція бункера. Бункер розвантажується із секції, в якій опара вибродила, через отвір на дні бункера. Із бункера опара попадає в шнековий насос, передається до другої тістомісильної машини для замісу тіста, звідти подається в збільшену воронку тістоділильної машини.

Ділильно-посадочний автомат ДПА призначений для ділення житнього і пшеничного тіста на куски заданої маси і укладки їх в форми.

Ділильно-посадочний автомат складається із стаціонарно встановленого тістоділителя з ділильною головкою, періодично пересуваючої вздовж розстійної люльки ланцюгового ківшового конвеєра з механізмом опрокидування ковшів і загального приводу.

Для розстійки тістових заготівок використовують конструкції люлечних шаф з багатониточним ланцюговим конвеєром А2-ХАС.

Розсійник завантажується тістовими заготівками за допомогою спеціального живильника, який дозволяє приймати тістові заготівки, поступаючи із ділильника, і подавати їх в люльки розстійного конвеєра рядами. розвантаження відбувається опрокидуванням люльок.

Піч ХПА-4 призначена для випічки формового хлібу із житнього борошна.

В пекарній камері печі розміщений чотирьохярусний конвеєр із пластинчато-роликових ланцюгів. На конвеєр між ланцюгами підвищені люльки .

Обігрів пекарної печі змішаний: в середній частині камери обігрівається пароводяними трубами, в нижній – двома цегловими каналами і верхній – дев'ятьма димогарними трубами.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						16
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробка проектного завдання

Описане місце розташування підприємства ВАТ «Мелітопольський хлібокомбінат», напрямок виробництва, асортимент продукції, описана типова технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів. Надана коротка характеристика кожній машині лінії.

Визначено, що приготування дріжджового розчину – відповідальна частина приготування опари, від якій в значній мірі залежить якість готового тіста. Для здійснення цієї операції використовують застарілу пропелерну мішалку, якість перемішування в якій невисока. Тому машина для змішування дріжджового розчину потребує модернізації.

Враховуючи аналіз виробничої діяльності переробного підприємства, асортимент випускаємої на ньому продукції, а також існуючі на підприємстві технології та технологічні процеси по виробництву заданої продукції та машини і обладнання, які забезпечують даний технологічний процес, пропонуються рішення наступних завдань.

Провести аналіз існуючих конструкцій машин і обладнання, які приймають участь у виконанні обраної операції. Визначити переваги та недоліки аналізу ємних конструкцій.

Переглянути патенти та авторські свідоцтва розглядаємих машин у напрямку вдосконалення їх конструкції.

На базі перших двох пунктів обрати прототип машини, яка буде вдосконалюватися. Дати їй технічну характеристику і опис принципу її дії.

Спроекувати основні напрямки вдосконалення прийнятої машини або її вузлів, робочого органу, приводу.

Розрахувати: експлуатаційні параметри машини; енергетичні та кінематичні параметри приводу; міцність відповідальних деталей.

Розробити технологію виготовлення відповідальної деталі і розрахувати технологічні операції і переходи.

Спроекувати заходи з поліпшення умов праці робітників та зменшення дії технічного прогресу на довкілля.

Провести оцінку технічного рівня удосконаленої машини та визначити економічну ефективність використання удосконаленого обладнання.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						17
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Опис конструкції і принципу дії машини

Пропелерна мішалка марки Х-14 призначена для приготування дріжджових розчинів на хлібокомбінатах в лініях виробництва хлібу і приведена на рисунку 2.1.

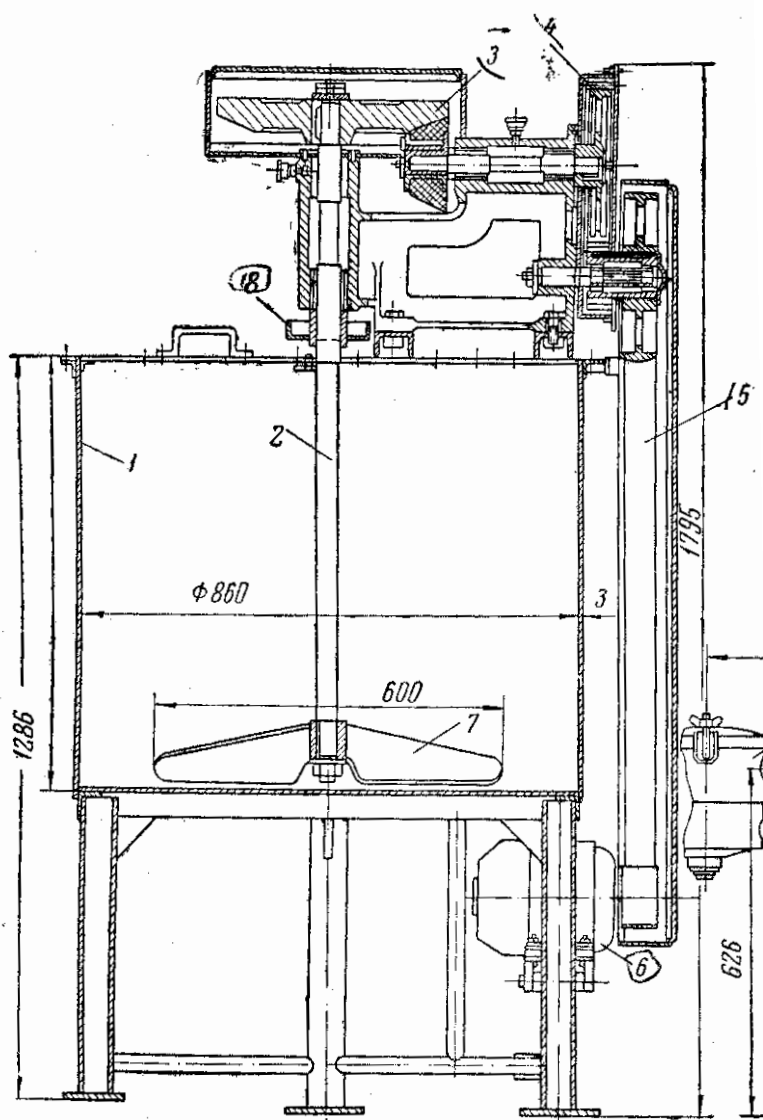


Рисунок 2.1 – Мішалка Х - 14

Аналогічні по конструкції мішалки застосовують для готування цукрових розчинів.

Технічна характеристика:

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		18

– продуктивність	5,45 м ³ /год
– частота обертання барабану	153 об/хв.
– потужність електродвигуна	2,2 кВт
– маса	400 кг

Машина являє собою бак 1, у центрі якого установлений вал 2, що приводиться в рух через фрикційну конічну, циліндричну і пасову передачі 3, 4 і 5 від електродвигуна 6. На нижньому кінці вала закріплені гвинтоподібні лопати 7, яким повідомляється такий напрямок обертання, щоб рідина піднімалася ними нагору.

Щоб уникнути влучення змащення з підшипників по валу, у масу, що розміщується, на валові закріплена чашка; у ній змащення збирається і з неї вона періодично віддається. Приготовлений розчин випускається з бака через корковий кран і фільтри. Труби призначені для промивання бака водою.

2.2 Вимоги до класу машин

– При виборі матеріалу для органів машини необхідно виходити із наступного: [15,16]

– а) матеріали, із яких виготовлені робочі органи машини, не повинні утворювати шкідливих продуктів зносу;

– б) не повинні вступати в реакцію з продуктами;

– в) не повинні вступати в реакцію з миючими та дезінфікуючими речовинами;

– Конструкція обладнання повинна забезпечувати можливість, ефективність його санітарної обробки;

– Зовнішні поверхні обладнання зафарбовують фарбою, яка не містить шкідливих домішок;

– Машини і обладнання в приміщеннях повинні розміщуватись так, щоб не порушувалися параметри навколишнього середовища;

– Машина повинна забезпечувати високу техніко-економічну ефективність, володіти низькою енергоємністю технологічного процесу

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		19

виробництва продукції;

- Технологічний процес машини повинен бути безпечним для обслуговуючого персоналу;

- В машині не допустима наявність зон застою;

- Машина повинна забезпечувати необхідну швидкість переміщення сировини і продукту;

- Щільність потоку має бути оптимальною і постійною в часі;

- Тиск витікання повинен забезпечувати необхідне наповнення робочої ємності рідиною;

- При виборі машини необхідно враховувати:

- вид і сорт виробів;

- технологію виготовлення даного виду виробів;

- Робочі органи машини при повній їх продуктивності повинні вказувати на продукт, що обробляється оптимальною механічною дією;

- Машина повинна мати низьку металоємність;

- Робочі органи повинні володіти високою зносостійкістю;

- Машина повинна бути надійна, безпечна, безвідмовна, довговічна, ремонтпридатна;

- Машина повинна бути здатна працювати в системах автоматизованого управління;

- Машина повинна бути зручна для очистки, миття і дезінфекції;

Машина не повинна створювати шкідливий вплив на навколишнє середовище і має бути безпечною для обслуговуючого персоналу.

2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини

Механічне перемішування провадиться в апаратах, що носять загальну назву апаратів із мішалками. У окремих випадках ці апарати можуть називатися реактором, автоклавом або, більш спеціально, нітратором, сульфатором і т.п. [3, 6].

Апарати , що перемішують , класифікуються:

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						20
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

- за призначенням: [12]
- для змішування,
- розчинення,
- темперування і т.д.;
- за розташуванням апарата:
- вертикальні,
- горизонтальні,
- похилі,
- спеціальні;
- за характером обробки робочого середовища:
- змішування одночасно у всьому об'ємі,
- у частині об'єму
- плівкове змішування;
- за характером прямування рідини в апараті:
- радіальне,
- осьове,
- тангенціальне
- змішане;
- за принципом дії:
- механічні,
- пневматичні,
- ежекторні,
- циркуляційні
- спеціальні;
- за відношенням до теплових процесів:
- із тепловою поверхнею теплообміну,
- із зануреною поверхнею теплообміну
- без використання теплових процесів.

Розглянемо типову конструкцію промислового змішувача.

Мішалка РЗ–ПІМ–20

Призначена для перемішування рідких компонентів, зокрема для утворення запасу вапняного молока, перемішування, вирівнювання щільності та його дозрівання.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						21
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Використовується на цукрових і хлібних заводах [13,14].

Мішалка складається з корпусу 13, перемішуючого пристрою 12, підшипника 1, приводу 7 (рисунок 2.2).

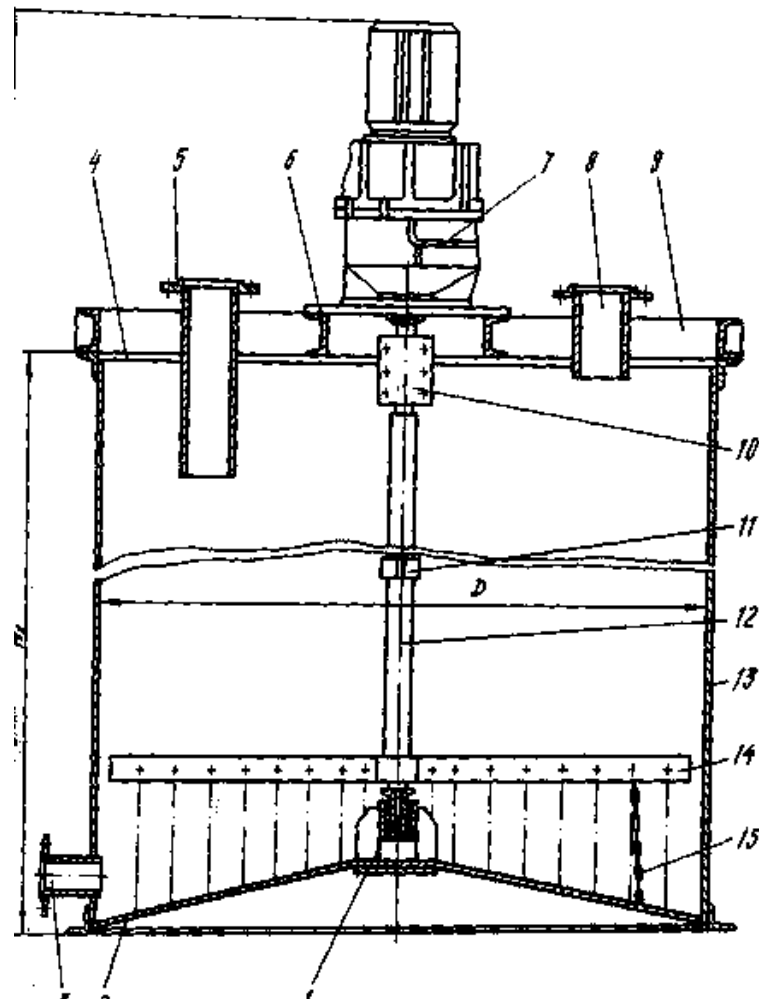


Рисунок 2.2 – Мішалка РЗ-ПІМ.

Корпус мішалки циліндричної форми з верхнім 4 та нижнім 2 днищем. На верхній кришці змонтована рама 9 з опорною плиткою 6 для встановлення приводу 7, який складається з мотор редуктору. Вихідний вал мотор-редуктора за допомогою повздовжньо-свертної муфти 10 з'єднується з перемішуючим пристроєм, яке представляє собою вал з двома парами лопатей – верхня 11 та нижня 14. нижній кінець валу обертається у підшипнику.

Мішалка працює наступним чином. Продукт крізь патрубків 5 подається до мішалки та перемішується за допомогою перемішуючого пристрою. Для підняття осаду на нижній парі лопатей кріпляться у шаховому порядку ланцюги

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		22

15. Рівномірною концентрацією розчину досягається обертанням верхньої пари лопатей.

Відбирання продукту з мішалки відбувається через патрубок 3, газу відводяться через патрубок 8.

Технічна характеристика.

Продуктивність, т/добу	3000
Ємність, м ³	5,5
Частота обертання перемішувача, с ⁻¹	0,3
Потужність електродвигуна, кВт	3
Габаритні розміри, мм	
—.....діаметр	2000
—.....висота (Н ₁)	2000
—.....висота (Н)	2930
Маса, т	1,19

2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення

Проаналізувавши конструкції машин дослідженого класу, оглянемо авторські свідчення та патенти, які спрямовані на вдосконалення мішалок у напрямку покращення якості та зниження енерговитрат.

Пат. 3576 Мішалка 29.05.2009 26.10.2009 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р. (72) Мікульонюк Ігор Олегович (73) Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

(57) 1. Мішалка, що містить закріплену на вертикальному валу оболонку обертання у вигляді зрізаного конуса, яка відрізняється тим, що з боку меншої основи оболонка виконана з наскрізними отворами і споряджена відбортовкою для закріплення на валу, при цьому мішалка містить додаткову оболонку, аналогічну основній оболонці, а оболонки закріплені на валу більшими або меншими основами одна до одної.

2. Мішалка за п. 1, яка відрізняється тим, що оболонки розміщені на валу

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		23

більшими основами одна до одної, а в проміжку між ними на валу закріплено диск, розташований у горизонтальній площині.

3. Мішалка за п. 2, яка відрізняється тим, що на диску виконано дискретні виступи, розміщені по концентричних колах і спрямовані по черзі в протилежні сторони.

В основу вдосконалення покладено задачу вдосконалення мішалки, в якій її нове конструктивне виконання суттєво спрощує монтаж робочого органу на валу, а також усуває осьове зусилля, яке діє з боку робочого органу на вал, що суттєво покращує умови експлуатації мішалки.

Поставлена задача досягається тим, що в мішалці, що містить закріплену на вертикальному валу оболонку обертання у вигляді зрізаного конуса, згідно з корисною моделлю, що пропонується, новим є те, що з боку меншої основи оболонка виконана з наскрізними отворами і споряджена відбортковою для закріплення на валу, при цьому мішалка містить додаткову оболонку, аналогічну основній оболонці, а оболонки закріплені на валу більшими або меншими основами одна до одної.

У найприйнятніших прикладах виконання мішалки оболонки розміщені на валу більшими основами одна до одної, в проміжку між ними на валу закріплено розташований у горизонтальній площині диск, а на диску виконано дискретні виступи, розміщені по концентричних колах і спрямовані по черзі в протилежні сторони.

Спорядження мішалки додатковою оболонкою обертання із зазначеними відмітними ознаками компенсує осьове зусилля, що виникає під час обертання основної оболонки і таким чином суттєво розвантажує підшипники вала: замість складних опорно-упорних або упорних підшипників можна застосувати більш прості й дешеві опорні підшипники. Виконання же кожної оболонки з боку їх меншої основи з наскрізними отворами і спорядження відбортковою для закріплення на валу суттєво спрощує монтаж оболонок на валу та їх стабілізацію під час роботи мішалки. Все це суттєво підвищує надійність мішалки в цілому.

Розміщення оболонок на валу більшими основами одна до одної та встановлення в проміжку між ними на валу розташованого в горизонтальній

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						24
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

площині диска унеможливорює активний взаємний вплив потоків рідини, які циркулюють під дією обох оболонок, один на одний, що підвищує ефективність роботи мішалки. Виконання же на диску дискретних виступів, розміщених по концентричних колах і спрямованих по черзі в протилежні сторони, забезпечує додатковий змішувально-диспергувальний ефект під час оброблення рідини.

Суть вдосконалення пояснюється кресленнями, на яких зображено: на рисунку 2.3 а - загальний вигляд мішалки, приклад розміщення оболонок меншими основами одна до одної; на рисунку 2.3 б - загальний вигляд мішалки, приклад розміщення оболонок більшими основами одна до одної; на рисунку 2.3 в - те саме, приклад розміщення між оболонками диска; на рисунку 2.3 г - вид А на рисунку 2.3 а; на рисунку 2.3 д - поперечний розріз диска, спорядженого дискретними виступами.

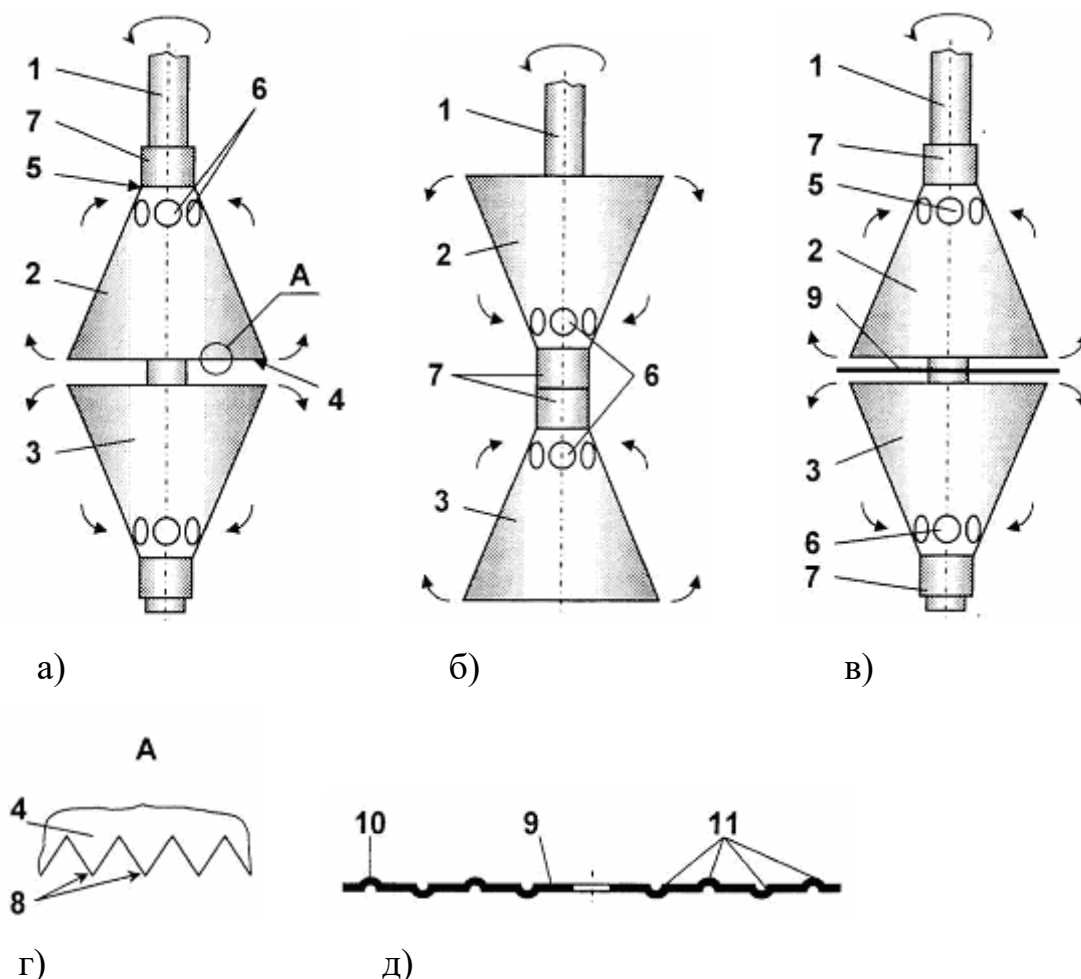


Рисунок 2.3 – Схема вдосконалення

Мішалка містить закріплені на вертикальному валу 1 дві аналогічні оболонки обертання (основну 2 і додаткову 3) у вигляді зрізаних конусів

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		25

(рисунку 2.3 а-3), розміщених одна відносно одної більшими 4 (рисунку 2.3 а,в) або меншими 5 (рисунку 2.3 б) основами, при цьому з боку меншої основи 5 оболонки 2 і 3 виконані з наскрізними отворами 6 і споряджені відбортовкою 7 для закріплення на валу 1 (рисунку 2.3 а-в). На торці більшої основи 4 кожної з оболонок 2 і 3 для підвищення диспергувально-змішувального ефекту можуть бути виконані зубці 8 (рисунку 2.3 г).

У разі розміщення оболонок 2 і 3 більшими основами 4 одна до одної, в проміжку між ними на валу 1 може бути встановлено розташований у горизонтальній площині диск 9 (рисунку 2.3 в), на якому виконано дискретні виступи 10, розміщені по концентричних колах 11 і спрямовані по черзі в протилежні сторони (рисунку 2.3 д). На периферії диска 9 можуть бути виконані зубці (не показані), аналогічні зубцям 8 оболонок 2 і 3.

Мішалка працює в такий спосіб.

Залежно від параметрів і властивостей апарата, в якому встановлено мішалку, а також переміщуваного середовища оболонки 2 і 3 установлюють на валу 1 певним чином (більшою 4 або меншою 5 основою одна до одної) і забезпечують потрібну відстань між ними. Закріплення кожної оболонки при цьому може бути здійснене радіальними болтами, що проходять крізь відбортовку 7, або двома гайками, що фіксують відбортовку 7 на валу 1 (не показані).

Під час роботи мішалки відцентрова сила, що виникає при обертанні оболонок 2 і 3 приводить до осьового руху оброблюваної рідини всередині кожної оболонки в бік її більшої основи 4. Внаслідок нерозривності потоку рідини здійснюється її підсмоктування крізь наскрізні отвори 6 і таким чином відбувається циркуляція рідини в апараті.

Виконання мішалки у вигляді двох різноспрямованих зрізаних конусів сприяє усуненню осьової сили, що діє на вал мішалки, та її самостабілізації при виникненні коливань вала мішалки за рахунок опору переміщуваної рідини на оболонки 2 і 3. Це значно спрощує експлуатацію мішалки й не ставить жорстких вимог щодо її балансування (статичного й динамічного), а також дає можливість відмовитись від нижньої опори вала (підп'ятника), виготовлення та

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		26

особливо обслуговування якого пов'язано з певними труднощами.

05.05-38.40П. Змішувач. Vorrichtung zum Mischen von Flüssigkeiten: Заявка 10231213 Німеччина, МПК7 В 01 F 3/08, В 01 F 5/04. 1:1 Prototyping Herbdk GmbH, Herbdk Zsolt (Mayer Frank und Schon, 75173 Pforzheim). № 10231213.3; Заява 11.07.2002; Опубл. 29.01.2004. Нім.

Запропонований змішувач використовується при виробництві напоїв. Змішувач є центральною трубою, в яку через 2 введення подаються компоненти. В змішувачі є поршень, який виштовхує один з компонентів або обидва компоненти в центральну трубу Ил. 10. В.А.Попов

05.05-38.41 П. змішувач для рідини. Dispositif Я motorise de mise en circulation d'un fluide a l'intérieur d'une enceinte Vet utilisation: Заявка 2809777 Франція, МПК7 F 04 D 29/04, IF 16 C 32/04. Jeumont Ind. SA, Lepine Michel, Cueini Dominique, Bertrand Jean Guy (Cabinet lavoix). М 0006940 Заявл. 30.05.2000; Опубл. 07.12.2001. Фр.

Пропонований змішувач призначений для перемішування рідини, всередині закритої камери, що знаходиться. Камера має стінку, на якій фіксується робочий елемент, забезпечений привідним двигуном, що має статор, закріплений на цій стінці, і ротор з елементами ротора, поворотний змонтованими на валу, що не обертається, жорстко пов'язаному із статором. Ротор на цьому валу, що не обертається, обертається за допомогою магнітного підшипника, що має перший постійний магніт, жорстко пов'язаний з валом, що не обертається. Другий постійний магніт встановлений коксіально першому магніту і жорстко пов'язаний з опорою ротора. Усередині камери можуть здійснюватися хімічні або теплообмінні реакції, що досягається за наявності в корпусі циркулюючої рідини. Камера ущільнена для запобігання від забруднень пилом або іншими частинками, що є в навколишньому середовищі. Ил. 3 Г. С. Вильнер.

05.04-38.31 П. Змішувач. Mixing device and method for mixing products applying such a mixing device: Заявка 1452223 ЕПВ, МПК7 В 01 F 5/02, В 01 F 15/02. Edemin N. V., Vercammen Jan M. L. (Donne, Eddy Bureau M. F. J. Bockstael

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						27
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

nv Arenbergstraat 13 2000 Antwerpen (BE)). № 04075579.5; Заявл, 24.02.2004; Опубл. 01.09.2004; Приор. 24.02.2003, № 200300121 (Бельгія). Англ.

Пропонований змішувач використовується для змішування порошкоподібних або гранульованих продуктів з рідиною. Змішувач включає конічну місткість для продукту, конічний затвор, регулюючий подачу продукту і з'єднання двох трубопроводів для продукту і рідини. Затвор встановлюється в місці звуження місткості і має зворотний зв'язок з регулюючим органом змішувача. Змішувач від аналогів відрізняється більшою точністю співвідношення змішаного продукту, і рідини.

07.03-38.23 П. Змішувач. Mélangeur a outils de melange e.itraînes par la rotation de la cuve: Заявка 2881969 Франція, МПК8 В 01 F 9/22. VMI SA, Fisson Gerard, Ricard Pascal, Jaunet Laurent, Vannier Ouillaume (Breese Derambure Majerowicz) .№ 0501516; Заявл. 15.02.2005; Опубл. 18.08,2006. Фр.

В пропонованому змішувачі є не менше два робочі органи, чаша для змішуваних продуктів і двигун, призначений для обертання чаші і робочих органів. Дно чаші жорстко сполучено з валом, приєднаним до пристрою, пов'язаного з двигуном, для обертання чаші. Обертання чаші приводить до обертання робочих органів. Такий змішувач може бути використаний для замісу тіста, змішування порошкоподібних продуктів. Ил.6. Г.С. Вильнер.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		28

Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення

Виконаємо вдосконалення машини за патентом № 3576.

В основу вдосконалення покладено задачу вдосконалення мішалки, в якій спрощується монтаж робочого органу на валу, а також усуває осьове зусилля, яке діє з боку робочого органу на вал, що суттєво покращує умови експлуатації мішалки.

Мішалка працює в такий спосіб.

Залежно від параметрів і властивостей апарата, в якому встановлено мішалку, а також переміщуваного середовища оболонки і установлюють на валу певним чином (більшою або меншою основою одна до одної) і забезпечують потрібну відстань між ними.

Під час роботи мішалки відцентрова сила, що виникає при обертанні оболонок і приводить до осьового руху оброблюваної рідини всередині кожної оболонки в бік її більшої основи. Внаслідок нерозривності потоку рідини здійснюється її підсмоктування крізь наскрізні отвори і таким чином відбувається циркуляція рідини в апараті.

Виконання мішалки у вигляді двох різноспрямованих зрізаних конусів сприяє усуненню осьової сили, що діє на вал мішалки, та її самостабілізації при виникненні коливань вала мішалки за рахунок опору переміщуваної рідини на оболонки. Це значно спрощує експлуатацію мішалки й не ставить жорстких вимог щодо її балансування (статичного й динамічного), а також дає можливість відмовитись від нижньої опори вала (підп'ятника), виготовлення та особливо обслуговування якого пов'язано з певними труднощами.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						29
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини

Вихідні дані до розрахунку

D – діаметр апарату, м	1,0;
V – об'єм рідини, м ³	0,5;
v – колова швидкість лопаті, м/с	4,0;
Z – число пар лопатей	2
d_z - діаметр зливного отвору, м	0,08
m – кратність обробки рідини	4 [9]

Рівень рідини в спокійному стані в апараті h , м

$$h = \frac{4V}{\pi \cdot D^2} . \quad (3.1)$$

$$h = \frac{4 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 1,0^2} = 0,64 \text{ м.}$$

Висоту апарата знайдемо з вираження

$$H = h \cdot k . \quad (3.2)$$

де k - коефіцієнт запасу ємності для турбінних мішалок до = 1,3...1,4[3]

$$H = 0,64 \cdot 1,3 = 0,85 \text{ м}$$

Якщо для перемішування рідини в апараті необхідно m раз пропустити рідину через робочі органи мішалки при витраті часу T , то продуктивність Q , м³/с буде

$$Q = \frac{V \cdot m}{T} . \quad (3.3)$$

де m - кратність обробки ;

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

T - час, с

$$T = t_3 + t_0 + t_b, \quad (3.4)$$

де t_3 - час завантаження рідини в апарат, с; t_3 приймають у межах 1 м³ за 1 хв;

t_0 - час обробки рідини, с; $t_0 = 20 \dots 30$ хв;

t_b - час розвантаження рідини з апарата, с

Час розвантаження рідини t_b , с визначимо з вираження

$$t_b = \frac{2V}{F \cdot v}. \quad (3.5)$$

де F - площа перетину зливу, м².

Площа перетину зливу при діаметрі зливного патрубку d_3 дорівнює

$$F = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}. \quad (3.6)$$

Швидкість витікання рідини з ємкості при висоті H буде

$$v = \mu \sqrt{2gH}. \quad (3.7)$$

де μ - коефіцієнт витрати, $\mu = 0,7 \dots 0,9$.

Тоді продуктивність мішалки

$$Q = \frac{V \cdot m}{t_3 + t_0 + t_b}. \quad (3.8)$$

$$v = 0,8 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,85} = 3,26 \text{ м/с.}$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,005 \text{ м}^2.$$

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						31
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$t_b = \frac{2 \cdot 0,5}{3,26 \cdot 0,005} = 61 \text{ с або } 1,0 \text{ хв.}$$

$$T = 1,0 + 20 + 1,0 = 22 \text{ хв.}$$

$$Q = \frac{0,5 \cdot 4}{22} = 0,091 \text{ м}^3/\text{хв. або } 5,45 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З урахуванням вимог, що перелічені у розділі 3.3 знаходимо основні параметри конуса, діаметр d та висоту конуса b

$$d = 0,42 D, \quad (3.9)$$

де D – діаметр апарату, м.

$$d = 0,42 \cdot 1,0 = 0,42 \text{ м.}$$

$$b = 0,1 D . \quad (3.10)$$

$$b = 0,27 \cdot 0,85 = 0,234 \text{ м.}$$

3.2 Енергетичний розрахунок машини

При обертанні лопаті елементарна площадка $df = b dx$ надає руху в одну секунду елементарний обсяг рідини dV , $\text{м}^3/\text{с}$ рівний (рисунок 3.7).

$$dV = \psi \cdot v \cdot df \quad (3.11)$$

де ψ -коефіцієнт, що враховує збільшення площі перетину струміні рідини стосовно розміру площадки, що залежить від значення r/b , де r -радіус лопастті, м; b -висота лопаті, м; ψ приймається в межах $\psi = 1,1 \dots 1,4$ [2];

v -окружна швидкість елементарної площадки, м/с.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						32
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

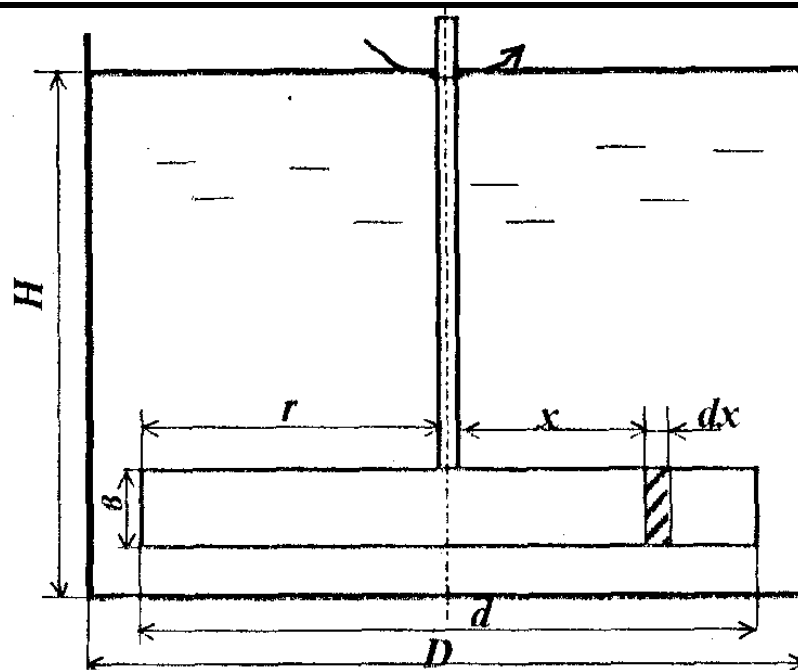


Рисунок 3.7 – Розрахункова схема лопатевої мішалки

Елементарна робота в секунду, що витрачається на приведення елементарного обсягу рідини dV у рух, може бути підрахована як кінетична енергія

$$dN_n = \frac{dm \cdot v^2}{2}, \quad (3.12)$$

Якщо $dm = \rho dV$, де ρ - щільність робочої рідини, кг/м^3 , то

$$dN_n = \frac{dV \rho v^2}{2}. \quad (3.13)$$

Окружна швидкість елементарної площадки дорівнює $v = 2\pi n x$ м/с

де n - частота обертання валу мішалки, с^{-1} .

Підставляючи значення dV , v и df в dN_n маємо

$$dN_n = 0,5 \psi b \rho (2\pi)^3 n^3 x^3 dx, \quad (3.14)$$

де n - частота обертання лопаті, об/хв

$$n = \frac{1,8 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot d}. \quad (3.15)$$

$$n = \frac{1,8 \cdot 60 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,5} = 280 \text{ об/хв.}$$

Так як x змінюється від 0 до r , інтегруючи рівняння (14) у межах від $x=0$ до $x=r$, одержимо потужність необхідну на перемішування рідини лопатю

$$N = \frac{(2\pi)^3 \psi \rho \cdot n^3 b r^4}{2 \cdot 4} . \quad (3.16)$$

Підставляя замість $r=d/2$, після множення на z пар лопатей одержимо потрібну пускову потужність N_n , кВт

$$N = 0,0019 \cdot \psi \cdot n^3 \rho \cdot b \cdot d^4 z . \quad (3.17)$$

$$N = 0,0019 \cdot 1,4 \cdot 153^3 \cdot 800 \cdot 0,1 \cdot 0,5^4 \cdot 2 = 0,95 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна приводу вала лопатевої мішалки N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_n \cdot k_3}{\eta} \quad (3.18)$$

де k_3 - коефіцієнт запасу потужності ($k_3 = 1,1 \dots 1,2$);

η - загальний ККД приводу ($\eta = 0,82 \dots 0,94$) [3]

$$N_e = \frac{0,95 \cdot 1,2}{0,82} = 1,39 \text{ кВт.}$$

Отже для приводу барабанного змішувача обираємо мотор-редуктор з електродвигуном асинхронним 4А80А28У3 з номінальною частотою обертання вихідного валу 280 об/хв., номінальною потужністю 1,5 кВт ГОСТ 19523–81 [10].

3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Перевірка на міцність вала

Матеріал валу – сталь 12Х18Н9Т. Нормалізована, з характеристикою: короткочасний опір розриву $\sigma_{\text{в}}$ = 900 МПа, границя міцності при

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						34
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

симетричному циклі напруги вигину $\sigma_1 = 420$ МПа, границя витримки при симетричному циклі напруги обертання $\tau-1 = 250$ МПа [20].

Перевіряємо діаметр валу в опарному перерізі між опорами верхньої втулки ($d = 38$ мм) по напруженні кручення

$$\tau = \frac{T}{0,2 \cdot d^3} \leq [\tau], \quad (3.19)$$

T - момент на приводному валу, Н·м;

$$T = \frac{N}{\omega}, \quad (3.20)$$

де ω - кутова швидкість вала, рад/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_p}{30}. \quad (3.21)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 280}{30} = 29,3 \text{ рад / с.}$$

$$T = \frac{1500}{29,3} = 51 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Приймаємо $[\tau] = (12 \dots 15)$ МПа.

$$\tau = \frac{51 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 38^3} \approx 9,3 \text{ МПа} < 12 \text{ МПа}.$$

Міцність по напрузі обертання валу забезпечена.

Вибір муфти

Муфту вибираємо в залежності від розрахункового моменту T_p , Н·м, який визначається за формулою

$$T_p = \kappa_k \cdot T, \quad (3.22)$$

де κ_k – коефіцієнт запасу, $\kappa_k = 1 \dots 1,5$.

$$T_p = 1,2 \cdot 51 = 61,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вибираємо муфту втулично-пальцеву, конструкції **МУВП** з моментом, що крутить, **86 Н·м** марки МУВП 25х25 виконання II.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

Вдосконалена мішалка працює в такий спосіб. Залежно від параметрів і властивостей апарата, в якому встановлено мішалку, а також переміщуваного середовища оболонки і устанавлюють на валу певним чином (більшою або меншою основою одна до одної) і забезпечують потрібну відстань між ними.

Під час роботи мішалки відцентрова сила, що виникає при обертанні оболонок і приводить до осьового руху оброблюваної рідини всередині кожної оболонки в бік її більшої основи. Внаслідок нерозривності потоку рідини здійснюється її підсмоктування крізь наскрізні отвори і таким чином відбувається циркуляція рідини в апараті.

Виконання мішалки у вигляді двох різноспрямованих зрізаних конусів сприяє усуненню осьової сили, що діє на вал мішалки, та її самостабілізації при виникненні коливань вала мішалки за рахунок опору переміщуваної рідини на оболонки. Це значно спрощує експлуатацію мішалки й не ставить жорстких вимог щодо її балансування (статичного й динамічного), а також дає можливість відмовитись від нижньої опори вала (підп'ятника), виготовлення та особливо обслуговування якого пов'язано з певними труднощами.

В результаті проведення технологічних, конструкторських, кінематичних та енергетичних розрахунків визначено основні параметри вдосконаленої машини.

Повністю перероблена і спрощена схема приводу мішалки. Потужність після вдосконалення знизилась з 2,2 до 1,5 кВт.

Розрахований вал на міцність вал мішалки в небезпечному перетині і вибрана муфта типу МУВП.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						36
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

Усі посадові особи, що відповідають за дотримання вимог охорони праці, у своїй діяльності керуються чинними нормативними актами, які регламентують виконання технологічних процесів.

Наведемо перелік основних документів, які регламентують безпечну організацію праці:

- Закон України «Про охорону праці»
- ДНАОП 2.00-1.01-00 — Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві
- НАОП 1.9.70-2.01-80 — Типовий стандарт безпеки праці для хлібопекарських підприємств. Вимоги до нестандартного виробничого обладнання
- НАОП 1.8.10-1.12-74 — Вимоги з техніки безпеки та виробничої санітарії для дріжджових підприємств
- НАОП 1.8.10-2.08-85 / ОСТ 18-440-85 — Виробництво сухих кормових та пресованих дріжджів. Вимоги безпеки
- НАОП 1.8.20-1.01-78 — Правила техніки безпеки та виробничої санітарії у хлібобулочній промисловості
- НАОП 1.8.20-1.02-77 — Вимоги безпеки при експлуатації об'єктів водопостачання та каналізації
- НАОП 1.8.20-1.03-84 — Правила охорони праці працівників хлібопекарських підприємств
- НАОП 1.8.20-2.01-85 / ОСТ 49-215-85 — Загальні вимоги безпеки для хлібобулочного та кондитерського виробництва
- НАОП 1.8.20-2.27-81 / ОСТ 49-185-81 — Засоби індивідуального захисту працівників хлібопекарської галузі. Основні вимоги та класифікація
- НАОП 2.0.00-2.03-84 / ОСТ 46.0.175-84 — Штучне та природне освітлення робочих зон у виробничих приміщеннях. Загальні вимоги

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						37
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

– Інструкції з пожежної безпеки, розроблені для цеху та підприємства загалом

До початку роботи цеху необхідно завчасно придбати зазначені нормативні документи у потрібній кількості та провести ознайомлення працівників з їх змістом.

4.2 Аналіз небезпек

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які будуть виникати у робітників під час технологічного процесу подані у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Шкідливі та небезпечні виробничі фактори при виробництві хліба

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори	Приймання	Зберігання	Бродіння	Змішування	Ділення тіста	Округлювання	Розстійка попередня	Формування	Розстійка кінцева	Випікання	Пакування	Зберігання
Підвищена запиленість повітря (більш 6 м ² /м ³)	+	+	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+
Підвищений рівень вібрації (понад 0,1 мм)	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–
Небезпечний рівень напруги в мережі (380 В)	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–
Підвищений рівень статичної електрики	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–
Недостатня кількість природнього світла, (КПО менш 1,5)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–

Суворе дотримання встановлених правил техніки безпеки та санітарних норм дає змогу усунути або мінімізувати шкідливі й небезпечні чинники під час виконання відповідних виробничих операцій.

4.3 Планування заходів з охорони праці

Види інструктажів

За чинним трудовим законодавством жоден робітник не може бути допущений до роботи на підприємство без проходження інструктажу по техніці безпеки. Проведення інструктажу по техніці безпеки покладається на адміністрацію підприємства. Ввідний інструктаж проходять усі особи, що приходять на роботу, а також що проходять практику. На цьому інструктажі розповідають про основні правила техніки безпеки, санітарії, з правилами внутрішнього розпорядку, а також з порядком надання допомоги при нещасних випадках.

Інструктаж на робочому місці проходять особи, що приходять на роботу на підприємство, на практику, працівники, що перекладаються з однієї роботи на іншу, навіть якщо переклад тимчасовий. Працівникам роз'яснюють пристрій устаткування, його експлуатацію, раціональну організацію робочого місця. Працівники не пройшли цей інструктаж до роботи не допускаються. Періодичний (повторний) інструктаж проводиться для перевірки знань по техніці безпеки. Такий інструктаж проводять один раз в три місяці. Позаплановий інструктаж проводить при порушенні техніки безпеки, при нещасних випадках, при установці нового устаткування.

Заходи по попередженню нещасних випадків включають:

Модернізацію технічного, підйомно-транспортного і іншого устаткування, а також різних пристосувань, інструментів відповідно до техніки безпеки;

Установка обгороджувальних, додаткових, запобіжних, захисних пристосувань і автоблокувань;

Удосконалення захисних заземлень, відключень;

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						39
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Рациональне розставляння устаткування спрямоване на забезпечення безпечної праці і полегшення умови праці;

Механізація прибирання виробничих приміщень;

Пристрої простих пристосувань по підйому і переміщенню вантажу.

Заходи по попередженню захворювань на виробництві включають:

Пристрої і конструкції вентиляційних систем і теплових завіс;

Удосконалення герметизації устаткування пов'язаного з виділеннями газу, пари і надмірного тепла;

Посилення дії опалювальних установок;

Утеплення підлог;

Пристрій на робочих місцях, сидінь для короткочасного відпочинку робітників;

Пристрій тамбурів і різних пристосувань в цілях боротьби з протягами.

Заходи по поліпшенню умов праці:

Рациональне використання природного і штучного освітлення.

Пристрій по конструкції і переобладнання душових, гардеробних, умивальних кімнат для їди і інших санітарно-побутових приміщень.

Устаткування кабінетів, куточків, виставок по охороні праці.

Придбання наочних посібників з питань охорони праці.

Заходи по попередженню електротравматизму

Включають:

Пристрої захисного обгороджування струмоведучих частин заземлення;

Проведення інструктажів і навчання працівників правилам електробезпеки;

Допуск до обслуговування електроустановок дозволяється тим особам, що мають відповідну кваліфікацію;

Застосування засобів індивідуального захисту;

При вологому прибиранні приміщень на електродвигун і струмоведучі пристрої, забороняється: лити воду, класти вологий спецодяг, металеві предмети.

Забороняється замість плавких запобіжників вставляти жучки.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Заходи пожежної безпеки

Пожежі виникають в результаті порушень або незнань правил пожежної безпеки. Для попередження пожеж проводять інструктаж про захід пожежної безпеки. Територію підприємства необхідно тримати в чистоті і порядку, до усіх будівель забезпечують вільний підхід. Виробничі і складські приміщення після роботи оглядають, відключають електроустаткування, освітлення, газове устаткування. Горищні приміщення мають бути закриті і триматися в чистоті. Забороняється в них зберігати різні матеріали.

Проходи, виходи, коридори, сходи, тамбури тримати в чистоті, не захаращуючи тарою. Виробничі і складські приміщення забезпечуються первинними і вторинними засобами пожежогасінні. Димарі вогневого і газового устаткування регулярно очищають від сажі.

Несправності в електроустановках викликають коротке замикання, нагрівання дротів або іскріння, негайно усувають. Установку нового електроустаткування, електричних і електроосвітлювальних приладів роблять з урахуванням допустимих навантажень на електромережу. Монтаж устаткування і електроремонт електромереж здійснюють електрики. У виробничих приміщеннях передбачають не менше двох виходів, при цьому двері у них повинні відкриватися у бік виходу.

На підприємствах головними причинами пожежі можуть бути:

Необережне поводження з вогнем;

Незадовільний технічний стан електроустаткування і електропроводки;

Утворення вибухонебезпечних сумішей, суміш газів з повітрям.

Відсутність або несправність газозахисту;

Відповідальність за безпеку покладається на адміністрацію.

Правила експлуатації і заходу безпеки при роботі на агрегатах включають:

Перед початком роботи перевірити заземлення, технічну справність, санітарний стан агрегату;

Процес бродіння регулюється від 3-4 годин за допомогою хронового механізму;

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Кількість борошна і рідких компонентів встановлюється лабораторією підприємства.

При роботі необхідно стежити за правильністю дозування.

Стежити за своєчасний подачі з підготовчого відділення рідких компонентів, дозуючої станції;

Синтетично очищати внутрішню поверхню від наявності тіста;

Після закінчення зміни робити чистку зовнішньої поверхні.

Правила обслуговування машин тістомісильних з підкатними діжами.

Перед початком роботи, робітники повинні пройти інструктаж за правилами обслуговування т/м машин.

Перевірити технічну справність машини, заземлення, обгороджування частин, що обертають, санітарний стан машини. Завантажуємо в діжу рідкі компоненти. Діжа накочується на фундаментальну плиту до упору. Перевіряємо надійність закріплення діжі. Натискаємо кнопку «Вниз», діжа закривається кришкою. Через отвір в кришці роблять завантаження діжі борошном. Натисненням кнопки «Пуск» включається електродвигун (автоматично) приводу місильного органу, який здійснює планомірний рух, роблять заміс. Після витікання заданим часом електродвигун автоматично відключається, відкривається кришка діжі, місильний важіль виходить з діжі.

Важіль і краї діжі зачищають скребком, змащують рослинною олією і відкочують діжу на бродіння.

4.4 Інженерні розрахунки

Вихідні дані:

Площа пекарської шафи, м ²	1,248
Кількість шаф, шт.	3
Температура видаляє мого повітря, °C	+42

Розрахунок

Визначаємо кількість видаляемого повітря (повітряобмін):

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		42

$$W = K \frac{Q \cdot n}{C \cdot \gamma \cdot (t_e - t_n)}; \quad (4.1)$$

де W – необхідний повітряобмін, м³/год.

Q – виділення в приміщенні тепла, ккал/год. $Q = 2500$.

C – теплоємність повітря, $C = 0,24$ ккал/кг;

t_b та t_n – температура видаляемого та приточного повітря, °С;

γ – густина повітря, кг/м³. $\gamma = 1,149$;

n – кількість шаф, шт.;

K – коефіцієнт, що враховує тепловидалення від технологічного обладнання. $K = 0,8$.

$$W = 0,8 \cdot \frac{3 \cdot 2500}{0,24 \cdot 1,149 \cdot (42 - 29)} = 1073 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Визначаємо швидкість повітря

$$v = \frac{W}{3600 \cdot F}; \quad (4.2)$$

де F – площа перерізу каналу, м². $F = 0,04$.

$$v = \frac{1073}{3600 \cdot 0,04} = 7,45 \text{ м} / \text{год}.$$

Визначаємо продуктивність вентилятора

$$L_v = K_z \cdot W; \quad (4.3)$$

де L_v – продуктивність вентилятора, м³/год;

K_z – коефіцієнт запаса, $K_z = 1,3 \dots 2$.

$$L_v = 1073 \cdot 1,3 = 1395 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Втрати повітря на прямолінійних ділянках

$$H_{en} = \frac{\psi_m \cdot l_m \cdot \gamma_n \cdot v^2}{2d_{mp}}; \quad (4.4)$$

де H_{en} – втрати на прямолінійних ділянках, Па;

ψ_T – коефіцієнт опору трубопровода, $\psi_T = 0,02$;

γ_T – густина повітря при 42 °С, кг/м³, $\gamma_T = 1,12$;

d_{tr} – еквівалентний діаметр трубопровода, мм, $d_{tr} = 225$.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		43

$$H_{en} = \frac{0,02 \cdot 5 \cdot 1,12 \cdot 7,45^2}{2 \cdot 225} = 0,01 \text{ Па.}$$

Місцеві втрати

$$H_m = 0,5 \cdot \psi_m \cdot v^2 \cdot \gamma_n; \quad (4.5)$$

де H_m – місцеві втрати, Па;

ψ_m – коефіцієнт місцевих втрат, $\psi_m = 0,5 \dots 3$.

$$H_m = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 7,45^2 \cdot 1,12 = 16 \text{ Па.}$$

Сумарні витрати

$$H_{yc} = H_{nn} + H_m; \quad (4.6)$$

$$H_{yc} = 16 + 0,01 = 16,01 \text{ Па.}$$

Знаючи величину втрат, вибираємо вентилятор за номограмою.

Вентилятор № 4, $n = 915$ об/хв.

Електродвигун 4А71А643, $N = 0,37$ кВт, $n = 915$ об/хв.

Розрахунок блискавкозахисту

Визначаємо радіус зони захисту, м.[15]

$$r = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} \quad (4.7)$$

де: a, b – довжина та ширина будівлі, $a = 30$ м, $b = 20$ м.

$$r = \sqrt{\left(\frac{30}{2}\right)^2 + \left(\frac{20}{2}\right)^2} = 18,02 \text{ м}$$

Визначаємо висоту блискавковідводу, м:

$$h = \frac{r + 1,875 \cdot h_x}{1,5} \quad (4.2)$$

де: h_x – висота зони захисту, $h_x = 6$ м;

$$h = \frac{18,02 + 1,875 \cdot 6}{1,5} = 19,5 \text{ м.}$$

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

В цьому розділі були розглянуті питання стану охорони праці на підприємстві та підвищення його рівня.

Наведений перелік нормативних актів, які необхідні підприємству. Приведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації потоково-технологічної лінії виробництва хлібу та складені вимоги безпеки до виробничого обладнання.

Також розроблені міри до вибору оптимальних параметрів витяжної вентиляції цеху та розраховані параметри блискавкозахисту.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Оцінка технічного рішення модернізації машини

У процесі створення нових машин та обладнання, а також під час удосконалення наявних конструкцій необхідно здійснювати оцінювання їхнього технічного рівня на основі єдиних підходів, які застосовуються на всіх етапах проектування та модернізації [33].

Основою для такої оцінки є порівняння ключових показників технічних характеристик розроблюваної машини з найкращими аналогами як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва.

Процедуру оцінювання виконують у два послідовні етапи: експертний та розрахунковий [33].

Перший етап – експертне оцінювання технічного рівня оновленої машини – полягає в аналізі й зіставленні основних технічних параметрів нової розробки з відповідними показниками відомих зразків.

Для цього визначають основні критерії оцінки технічного рівня мішалки та систематизують їх у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні технічні показники мішалки.

Основні показники машин	Модернізована машина	Машина-аналог (мішалка Х-14)
Продуктивність, м ³ /год	5,45	5,45
Потужність на привод	1,5	2,2
Площа машини, м ²	2,26	2,26
Маса, кг	300	400

Експертний етап оцінки найчастіше не дозволяє зробити однозначний висновок про ступінь відповідності розробленої (модернізованої) машини кращим зразкам-аналогам. Тому приводять розрахунковий етап оцінки [33].

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини здійснюємо за відносними показниками [33]

$$K_i = \frac{P_{ip}}{P_{ia}}, \quad (5.1)$$

де P_{ip} – абсолютне значення i -го показника розрахункової машини, яку оцінюють;

P_{ia} – абсолютне значення i -го показника аналога;

i – кількість порівняних показників.

Узагальнений показник ступеня відповідності модернізованої машини кращим зразкам-аналогам розраховуємо по формулі [33]

$$K_{my} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (5.2)$$

Переважає чиним для оцінки машини користуються такими показниками, як продуктивність, потужність і маса машини, то економічну оцінку технічного удосконалення проводимо за такими п'ятьма відносними показниками [33].

Відносний показник продуктивності k_Q , визначимо за формулою

$$k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}, \quad (5.3)$$

де Q_p і Q_a – відповідно продуктивність розробленої машини й аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_Q \geq 1,25$ [33].

$$k_Q = \frac{5,45}{5,45} = 1,00.$$

Умова $k_Q \geq 1,25$ не виконана.

Відносний показник енергоспоживання k_N визначимо за формулою

$$k_N = \frac{N_a}{N_p}, \quad (5.4)$$

де N_p і N_a – відповідно потужність на привід розробленої машини і аналога.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

При цьому повинно бути враховано, що $k_N < 0,85$ [33].

$$k_N = \frac{1,5}{2,2} = 0,68.$$

Умова $k_N < 0,85$ виконана.

Відносний показник матеріалоемності k_m , визначаємо за формулою

$$k_m = \frac{M_a}{M_p} \quad (5.5)$$

де M_p і M_a – відповідно маса розробленої машини і аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_m < 0,85$ [33].

$$k_m = \frac{300}{400} = 0,75.$$

Умова $k_m < 0,85$ виконана.

Відносний показник енергоемності k_E визначаємо за формулою

$$k_E = k_N \cdot k_m, \quad (5.6)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_E \geq 1,25$ [33].

$$k_E = \frac{1}{0,68 \cdot 0,75} = 1,47.$$

Умова $k_E \geq 1,25$ виконана.

Інтегральний показник (витрати енергії і металу (матеріалу) на одиницю продукції) k_u , визначаємо за формулою

$$k_u = \frac{Q_p \cdot N_a \cdot M_a}{Q_a \cdot N_p \cdot M_p}, \quad (5.7)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_u \geq 1,25$ [33].

$$k_u = \frac{5,45 \cdot 2,2 \cdot 300}{5,45 \cdot 1,5 \cdot 400} = 1,47.$$

Умова $k_u \geq 1,25$ виконана.

Коефіцієнт технічного удосконалення, k_{my} , визначимо за формулою

$$k_{my} = \frac{k_Q + k_N + k_m + k_E + k_u}{5}, \quad (5.8)$$

Модернізована машина економічно вигідна, її технічне рішення відповідає кращім зразкам-аналогам, перспективно та економічно вигідна,

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

якщо $k_{my} > 1$ [33].

$$k_{my} = \frac{1,00 + 0,68 + 0,75 + 1,47 + 1,47}{5} = 1,28.$$

$k_{my} > 1$, значить модернізована мішалка перспективна і економічно вигідна.

Результати зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники технічного рівня модернізованої мішалки

Показник	Значення	Результат
1. $k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}$	1,00	виконана
2. $k_N = \frac{N_a}{N_p}$,	0,68	виконана
3. $k_M = \frac{M_p}{M_a}$	0,75	виконана
4. $k_E = \frac{1}{k_N \cdot k_M}$	1,47	виконана
5. $k_U = k_Q \cdot k_E$	1,47	виконана
6. $k_{TY} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}$	1,28	виконана

5.2 Економічна ефективності використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою

$$E_e = (N_n - N_v) T \cdot n \cdot D \cdot B_{кВт}, \quad (5.10)$$

де N_n , N_v – відповідно потужність на привід аналога та вдосконаленої машини;

T – час роботи машини у зміну, год;

n – кількість змін, одна;

D - кількість робочих змін в рік, $D=300$;

$B_{кВт}$ – вартість одного кВт.

$$E_e = (2,2 - 1,5) 8 \cdot 1 \cdot 300 \cdot 10 = 18740 \text{ грн.}$$

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		49

Енергоємність $E_{уд}$, кВт год/кг, визначимо з вираження

$$E_{уд} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{G}, \quad (5.11)$$

де $\sum_{i=1}^n E$ - споживана електроенергія, кВт/год.

При цьому споживана енергія $\sum_{i=1}^n E$, кВт/год, визначиться з вираження

$$\sum_{i=1}^n E = E_{см} \cdot D, \quad (5.12)$$

де $E_{см}$ - електроенергія, споживана при виробництві продукції за один день, кВт/год.;

G - обсяг переробленої продукції, $G = 13080$ т.

Тоді для аналога $\sum_{i=1}^n E = 2,2 \cdot 8 \cdot 300 = 5280$;

Для модернізованої машини $\sum_{i=1}^n E = 1,5 \cdot 8 \cdot 300 = 3600$.

Відповідно, енергоємність переробки для аналога

$$E_{уд.ан} = \frac{5280}{13080} = 0,40 \text{ кВт год/т}$$

і модернізованої мішалки

$$E_{уд.мод} = \frac{3600}{13080} = 0,28 \text{ кВт год/т.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік} = 18740 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення деталей модернізованого вузла мішалки за формулою

$$C_m = C_k + C_{дм} + C_{пд} + C_{сб} + C_{цн}, \quad (5.13)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{дм}$ – витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках, грн.;

$C_{пд}$ – ціна куплених деталей по прейскуранту, грн.;

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$C_{сб}$ – заробітна плата виробничих робітників по збиранню пристрою, грн.;

$C_{цн}$ – цехові накладні на виготовлення пристрою, грн..

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою

$$C_K = Q_K \cdot C_{ед} \quad (5.14)$$

де Q_K – маса заготовок для виготовлення, кг;

$C_{ед}$ – середня вартість 1 кг готових деталей, грн.;

Вартість виготовлення корпусних деталей дорівнює нулю, так як корпусних деталей немає в даному вдосконаленні. $C_K = 0$.

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначається за формулою

$$C_{дм} = C_{при} + C_M \quad (5.15)$$

де $C_{при}$ – заробітна плата виробничих працівників, зайнятих на виробництві деталей, грн.;

C_M – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

$$C_{при} = C_{осн} + C_{доп} + C_{соц} + C_{ч} + C_{прем} \quad (5.16)$$

де $C_{осн}$ – основна зарплата робочих, грн.;

$C_{доп}$ – додаткова заробітна плата працівників, грн.;

$C_{соц}$ – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$C_{ч}$ – відрахування до фонду постраждалих від аварії на ЧАЕС, грн.;

$C_{прем}$ – відрахування на премії, грн.

$$C_{осн} = t_1 \cdot C_{год} \cdot K_t \quad (5.17)$$

де t_1 – середня працеемність на виготовлення деталей на металоріжучих станках; $t_1 = 5,1$ люд·год;

K_t – коефіцієнт, який враховує доплати до основної зарплати; $K_t = 1.5$

$C_{год}$ – годинна ставка робочих; $C_{год} = 6,4$ грн.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						51
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$C_{oc} = 5,1 \cdot 6,4 \cdot 1,5 = 52 \text{ грн}$$

$$C_{дон} = \frac{15C_{осн}}{100}$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 52}{100} = 7,8 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30C_{осн}}{100}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 52}{100} = 15,6 \text{ грн}$$

$$C_q = \frac{12C_{осн}}{100}$$

$$C_q = \frac{12 \cdot 52}{100} = 6,2 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30C_{осн}}{100}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 52}{100} = 15,6 \text{ грн}$$

Тоді $C_{при} = 52 + 7,8 + 15,6 + 6,2 + 15,6 = 972$ грн.;

$$C_m = Q_3 \cdot C_1 \quad (5.18)$$

де C_1 – ціна 1 кг заготівлі; $C_1 = 14,2$ грн.;

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3 = 5,2$ кг.

$$C_m = 5,2 \cdot 14,2 = 738,4 \text{ грн.}$$

Тоді $C_{дм} = 972 + 738,4 = 1710,4$ грн.

Ціна куплених деталей складає $C_{пд} = 6$ грн (гвинти для фіксації деталей).

Заробітна платня робочих, зайнятих на збиранні конструкції, визначається аналогічно заробітній платі робочих, зайнятих на виготовленні деталей на металорізючих станках.

Таким чином, основна зарплата, при працеемності на збирання конструкції $T_{сб} = 3,5$ люд·год, буде рівна (годинна ставка 4,5 грн.).

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		52

$$C_{осн} = 3,5 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 236 \text{ грн};$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 23,6}{100} = 35,4 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 23,6}{100} = 70,8 \text{ грн};$$

$$C_{ч} = \frac{12 \cdot 23,6}{100} = 28 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 23,6}{100} = 70,8 \text{ грн}$$

Тоді $C_{сб} = 236 + 35,4 + 70,8 + 28,0 + 70,8 = 441$ грн.

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.19)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн} = 250\%$.

$$C_{пр} = 972 + 441 = 1413 \text{ грн.}$$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.20)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн} = 250\%$.

$$C_{цн} = \frac{1413 \cdot 250}{100} = 1252,5 \text{ грн.}$$

Відповідно вартість модернізації модернізованого вузла мішалки буде дорівнювати

$$C_{м} = 1710,4 + 60 + 441 + 1252,5 = 6463,9 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень на модернізацію мішалки $T_{рік}$, років, визначають по формулі

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						53
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_{\text{рік}} = \frac{C_{\text{м}}}{E_{\text{рік}}} \quad (5.21)$$

$$T_{\text{рік}} = \frac{6463,9}{18704} = 0,35 \text{ років.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Економічна оцінка конструкторської розробки машини

Показники	Значення показника	
	Модернізована машина	Машина-прототип
Річний об'єм переробки, т	13080	
Енергоємність переробки, кВт · год/т	0,28	0,40
Витрати на модернізацію, грн.	6463,9	
Прибуток від модернізації, грн/рік	18704	
Термін окупності вкладень на модернізацію, років	0,35	

Висновки за розділом

Приведені розрахунки з економічного обґрунтування проекту методом порівняння показників з машиною-прототипом та оцінкою ефективності використання розробленого обладнання. Коефіцієнт технічного удосконалення, що дорівнює 1,28 показує, що машина є ефективною, та перевищує за своїми показниками машину-прототип. Прибуток від модернізації дозволить окупити матеріальні вкладення за 4 місяці.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

Описане місце розташування підприємства ВАТ «Мелітопольський хлівокомбінат», напрямок виробництва, асортимент продукції, описана типова технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів. Надана коротка характеристика кожній машині лінії.

Визначено, що приготування дріжджового розчину – відповідальна частина приготування опари, від якій в значній мірі залежить якість готового тіста. Для здійснення цієї операції використовують застарілу пропелерну мішалку, якість перемішування в якій невисока. Тому машина для змішування дріжджового розчину потребує модернізації.

На основі проведеного аналізу існуючих способів змішування рідких компонентів для вдосконалення обрана мішалка Х-14. З патентного пошуку виділено як найбільш перспективне вдосконалення за патентом № 3576.

В основу вдосконалення покладено задачу вдосконалення мішалки, в якій спрощується монтаж робочого органу на валу, а також усуває осьове зусилля, яке діє з боку робочого органу на вал, що суттєво покращує умови експлуатації мішалки.

Вдосконалена мішалка працює в такий спосіб. Залежно від параметрів і властивостей апарата, в якому встановлено мішалку, а також перемішуваного середовища оболонки і установлюють на валу певним чином (більшою або меншою основою одна до одної) і забезпечують потрібну відстань між ними.

Під час роботи мішалки відцентрова сила, що виникає при обертанні оболонок і приводить до осьового руху оброблюваної рідини всередині кожної оболонки в бік її більшої основи. Внаслідок нерозривності потоку рідини здійснюється її підсмоктування крізь наскрізні отвори і таким чином відбувається циркуляція рідини в апараті.

Виконання мішалки у вигляді двох різноспрямованих зрізаних конусів сприяє усуненню осьової сили, що діє на вал мішалки, та її самостабілізації при виникненні коливань вала мішалки за рахунок опору переміщуваної рідини на оболонки. Це значно спрощує експлуатацію мішалки й не ставить жорстких вимог щодо її балансування (статичного й динамічного), а також дає можливість

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		56

відмовитись від нижньої опори вала (підп'ятника), виготовлення та особливо обслуговування якого пов'язано з певними труднощами.

В результаті проведення технологічних, конструкторських, кінематичних та енергетичних розрахунків визначено основні параметри вдосконаленої машини.

Повністю перероблена і спрощена схема приводу мішалки. Потужність після вдосконалення знизилась з 2,2 до 1,5 кВт.

Розрахований на міцність вал мішалки в небезпечному перетині і вибрана муфта типу МУВП. Розроблені карти виготовлення валу.

В цьому розділі були розглянуті питання стану охорони праці на підприємстві та підвищення його рівня.

Наведений перелік нормативних актів, які необхідні підприємству. Приведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації потоково-технологічної лінії виробництва хлібу та складені вимоги безпеки до виробничого обладнання.

Також розроблені міри до вибору оптимальних параметрів витяжної вентиляції цеху та розраховані параметри блискавкозахисту.

Приведені розрахунки з економічного обґрунтування проекту методом порівняння показників з машиною-прототипом та оцінкою ефективності використання розробленого обладнання. Коефіцієнт технічного удосконалення, що дорівнює 1,28 показує, що машина є ефективною, та перевищує за своїми показниками машину-прототип. Прибуток від модернізації дозволить окупити матеріальні вкладення за 4 місяці.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхованцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 277 с.

2. Гвоздєв О.В. Машини та обладнання для хлібопекарського виробництва: Підручник/О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. – 312 с.

3. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. – 196 с.

4. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник.–Вінниця: Нова книга, 2008.–488 с.

5. Hoseney R.C., Fenney P.L. Mixing a contrary view Baker's Pijest. — 1974. — 48. — P.22-28.

6. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. / А.М. Поперечний, О.І.Черевко. - Київ. Центр учбової літератури., 2007. – 304 с.

7. Shulerud A. Ein Zusammenhand zwischen Knetgeschwindigkeit und optimaler Kneitzet bei Weizenge. // Back-Brot und Geback. — 1970. — №7. — S.150-151.

8. Бойко В.С. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, О.П. Ломейко. – Мелітополь: видавничо поліграфічний центр «Lux» 2020.- 329 с.

9. Шейко В.М. Організація та методика науково – дослідницької діяльності/ В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. К.: Знання-Прес, 2003. – 295 с.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

10. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. Підручник для студентів. – К.: "Здоров'я", 2000. – 335 с.

11. Машина та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник/ О.В.Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко.–Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010.–312 с.: іл.

12. Ялпачик В.Ф. Машина, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздев, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.

13. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник/ О.В.Дацишин, О.В.Гвоздев, Ф.Ю.Ялпачик, Ю.П.Рогач. – К.: Мета, 2003.-288 с.

14. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: за ред. Самойчука К.О. – К : ПрофКнига, 2020. – 428с.

15. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій для студентів спеціальності «Обладнання переробних і харчових виробництв» – Таврійський державний агротехнологічний університет, 2015. – 109 с.

16. Ялпачик В.Ф. Розрахунки обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. / В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко, Ф.Ю. Ялпачик, О.В. Гвоздев та ін. - Мелітополь. Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2014. - 264 с.

17. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв/ О.Т. Лисовенко, О.А. Руденко – Грицюк, І.М. Литовченко та ін.. К.: Наукова думка. 2000. – 283 с

18. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 2016-07-01– Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с

19. Годик Є. І. Технічне креслення. — К.: Вища шк., 1971. — 248 с.

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		59

20. Михайленко В. Е., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підруч. для студ. вищих закл. освіти / За редакцією В. Е. Михайленка. — К.: 2003. — 344 с.

21. Бутко Д.А. та ін. Організація охорони праці в сільському господарстві: навчальний посібник/ Д.А.Бутко, В.П.Луценков. — Сімферополь:Бізнес-Інформ, 1998. 368с.

22. Луценков В.Л. та ін. Виробнича санітарія/ В.Л.Луценков, Д.А.Бутко, С.Д.Лехман, О.Є.Гайовий, О.С.Пащенко. — К.: Урожай, 1996. 336с.

23. Луценков В.П. та ін. Критерії оцінки виробничих небезпек: Навчальний посібник/ В.П.Луценков, Д.А.Бутко, М.Т.Воїнов, С.Д.Лехман, С.Д.Мазілін. — Сім-ферополь: Бізнес-Інформ, 1996. 224с.

24. Луценков В.Л. Критерії оцінки виробничих небезпек / В.Л. Луценков, Д.А. Бутко, М.Т. Воїнов, С.Д. Лехман, С.Д. Мазілін // Навчальний посібник. — Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1996. 224 с.

25. Бутко Д.А. Вимоги санітарії і гігієни праці при переробці м'яса і м'ясних продуктів / Д.А. Бутко, Ю.П. Рогач, В.Д. Бутко, С.В. Головін // Навчальний посібник. — Мелітополь, 2011. 280 с.

26. ДСТУ 4163-2003 Вимоги до оформлювання документів. — Чинний від 01.09.2003

27. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. — Чинний від 2017-07-01 — Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. 26 с

28. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів. — Чинний від 2017-02-0101 — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 65 с

					19ХВД.6169181.06.25ПЗ	Аркуш
						60
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		