Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Магістр

Рівень вищої освіти

Реконструкція лінії із замісу тіста з модернізацією тістомісильної машини Л4-ХТ2В

Назва теми

Галузь знань – *13 «Механічна інженерія»*

Спеціальність – *133 «Галузеве машинобудування»*

Освітньо-професійна програма *«Машини і апарати харчових виробництв»*

Шифр ДП МАХВМ 24.18.00.00

Виконав студент 2 курсу, група МАХВм-23-1, _____ Павлига В.В.

Підпис Прізвище

Керівник від кафедри

Федорів В.М., доц., к.т.н.

Прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь

_____

Підпис

Нормоконтролер

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. Зберігання і підготовка сировини до виробництва 8
1.2. Обгрунтування способів приготування тіста і технологічних режимів 13
1.3. Вибір і розрахунок обладнання.....17
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 26
2.1. Опис технологічної схеми виробництва хліба дніпровського подового масою 1,0 кг ..26
2.2. Опис технологічної схеми виробництва хліба юріївського масою 1,0 кг 27
2.3. Опис технологічної схеми виробництва сайок «Діабетичних» масою 0,10 кг 28
2.4. Розрахунок продуктивності печей.....29
2.5. Розрахунок витрати сировини.....33
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА 37
3.1. Техніко-економічне обгрунтування 37
3.2. Будова та принцип дії 43
3.3. Розрахунок і проєктування тістомісильної машини Л4-ХТ2ВМ 47
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА 64
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....72
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 75
ВИСНОВКИ.....77
ДОДАТКИ.....78

					ДП.МАХВМ.24.18.00.00.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Павлига В.В.			Реконструкція лінії із замісу тіста з модернізацією тістомісильної машини Л4-ХТ2В	Літ.	Арк. 4 / Акрушів 78
Перевір.		Федорів В.М.					
Реценз.						ХНУ,МАХВм-23-1	
Н. контр.							
Затверд.		Мартинюк					

ВСТУП

Вирішальне значення для підвищення ефективності виробництва і перш за все для росту продуктивності праці в харчовій промисловості має впровадження нової техніки, сприяючої інтенсифікації технологічних процесів, скорочення тривалості виробничих циклів та зменшенню технологічних витрат сировини.

В умовах ринку кожне підприємство є незалежним товаровиробником. Воно може самостійно приймати будь-які рішення у межах чинного законодавства. В умовах ринкових відносин центр економічної діяльності зміщується в основну ланку економіки – підприємство, де створюється необхідна суспільству продукція, надаються необхідні послуги: вирішуються питання щодо використання і впровадження високопродуктивної техніки, технології, економічного витрачання ресурсів; зниження витрат виробництва; розробки бізнес-плану; використання маркетингу; ефективне управління менеджменту тощо. Життєдіяльність людей супроводжується комплексом потреб. Ці потреби відображають взаємодію людини і навколишнього середовища. Щоб задовольнити потреби люди повинні працювати і створювати матеріальні блага і послуги.

Харчова промисловість являється однією з галузей промисловості України, яка являє собою важливу галузь народного господарства країни. Ведуча роль промисловості обумовлена тим, що вона вносить великий внесок в створення матеріально-технічної бази суспільного виробництва, а також створює велику частину матеріальних цінностей, безпосередньо призначених для задоволення потреб людини.

На харчову промисловість значно вплинув науково-технічний прогрес – це процес безперервного розвитку науки, техніки, технології, вдосконалення існуючих знарядь і предметів праці, форм та методів організації виробництва. Він виступає також як важливий засіб вирішення соціально-економічних завдань, зокрема умов праці, підвищення її змістовності, охорони навколишнього середовища, покращення добробуту населення.

В економіці України одне з найважливіших місць займає харчова промисловість – це комплексна галузь, яка забезпечує Україну продуктами харчування, а також створює певні товарні ресурси для зовнішнього обміну. Значення харчової промисловості зумовлено наступними факторами:

– сприяння підвищенню якості життя населення (економія часу на приготування їжі);

– завдяки промисловій обробці чимало продуктів харчування можна транспортувати на великі відстані (експорт продукції за кордон);

– на підприємстві створюються умови для комплексної переробки сировини (використання відходів).

Завдання , які стоять перед харчовою промисловістю :

1. Удосконалення сировинної бази.

2. Усунення диспропорцій між виробничими потужностями підприємств і сировинною базою (потрібно створювати малі підприємства).

3. Розвиток ннауково–технічних досягненнях (автоматизація виробництва).

4. Впровадження безвідходних технологій.

5. Підвищення якості продукції, асортименту, розширення і удосконалення розфасовки.

Одне з провідних місць в харчовій промисловості займає хлібопекарська промисловість, основними завданнями якої є забезпечення населення хлібобулочними виробами у відповідності з попитом споживачів та на основі науково – обґрунтованих норм споживання на одного споживача: постійне підвищення якості продукції та її удосконалення на основі сучасних досягнень науки та техніки. Виконання цих завдань дасть змогу підприємствам вижити в конкурентній боротьбі за місце на національному ринку та вийти на світовий ринок.

Хлібобулочні вироби займають важливе місце в харчовому раціоні населення. В зв’язку з цим ставиться задача більш повного задоволення потреб населення в цих продуктах, постійного підвищення їх якості, при цьому зробити мінімальними затрати сировини і енергії.

В даному напрямку перспективним є застосування нових тістомісильних машин з підвищеною інтенсивністю механічного впливу на тісто. Застосування таких машин на тістоприготувальних агрегатах робить їх більш компактними і дозволяє комплексно механізувати та автоматизувати процес приготування тіста, а також забезпечити можливість регулювання інтенсивності замісу та тривалості бродіння в залежності від властивостей борошна.

Вдосконалення тістоприготувального обладнання крім того повинно забезпечити можливість його роботи в дві зміни та із зупинками на вихідні дні. При комплектації нових ліній технологічним обладнанням необхідно враховувати можливість переробки борошна із різними хлібопекарськими властивостями.

Специфіка процесів перемішування компонентів борошна, із рідкими компонентами, що містять у собі мікроорганізми (дріжджі, молочнокислі бактерії та інші) та активні ферменти. При замісі крім раціонального механічного впливу необхідно дотримуватись оптимальної температури та структуроутворення, яке повинно забезпечити приток живильних речовин до клітин бактерій та необхідні для бактерій вологу та газообмін.

При ударному та дуже інтенсивному впливі на таку суміш можна травмувати бактеріальну культуру та знизити її активність. Тому вибір та обгрунтування раціональних конструкцій тістомісильних машин та їх робочих параметрів повинні базуватись на глибоких знаннях властивостей оброблювальних сумішей та механізму впливу на них робочих органів машини.

Крім того при розробці тістомісильних машин повинні включатися питання, зв’язані з оптимізацією і регулюванням параметрів змішування при зміні рецептури та якості сировини. Прогресивними в цьому напрямку є конструктивні рішення прийняті на машинах А2-ХТТ, ФТК-1000 а також І8-ХТМ, в якій можливо дистанційно регулювати робочі параметри замісу і продуктивність.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇЗберігання і підготовка сировини до виробництва

Борошно пшеничне вищого сорту (ГСТУ46.004-99), борошно пшеничне першого сорту (ДСТУ 46.004-99) та борошно житнє обдирне (ДСТУ 8791:2018) доставляють на підприємство автоборошновозами К-1040 місткістю від 7 до 8 т. Зберігається борошно безтарним способом в складі, де розміщені силоси марки Spiromatic (5). Для розвантаження автоборошновоз гнучким шлангом під'єднують до приймального щитка ХЩП-1 (17), через який борошно по трубопроводах подається у силос. Транспортується борошно за допомогою стиснутого повітря, яке подається від компресорної станції, яка розташована на шасі автомобіля. Борошно-повітряна суміш поступає у верхню частину силоса.

Борошно, внаслідок власного тяжіння, осідає в середині силосу, а повітря видаляється через фільтр (4), яким облаштовано силос. На підприємстві передбачено семидобовий запас борошна, що дозволяє забезпечити безперебійне забезпечення виробництва, своєчасний контроль якості борошна та відповідність показників вимогам стандарту. Для кожного силоса передбачено свій трубопровід.

Під час зберігання борошна відбувається процес визрівання борошна, що полягає у покращенні хлібопекарських властивостей, підготовки його до виробництва, для запобігання злежування борошна у силосах передбачена його аерація. Повітря для аерації подається вентилятором. З силоса борошно пружиною системою (18), завдяки якій борошно відділяється від повітря, подається на просіювання. Просіювання борошна відбувається на просіювачах ПТ-1500 (6), яке далі подається пружиною системою в виробничий бункер ХЕ-112 (44).

Дріжджі хлібопекарські пресовані (ТУУ 561.18002-2001) на завод доставляються в ящиках розфасованими у пачки по одному кілограму. Зберігаються дріжджі пресовані тарним способом в холодильнику при температурі від 0 до 4°С. Гарантійний термін зберігання в таких умовах

становить 12 діб. Запас дріжджів на хлібозаводі створюють на три доби. На заміс тіста дріжджі подають у вигляді суспензії. Суспензію готують у дріжджемішалці Х-14 (27) .В бак з мішалкою завантажують дріжджі і подають воду за допомогою водомірного бачка АВБ-100М (23) температурою 29-30°С у співвідношенні 1:3, приготовлену суспензію пропускають крізь сітчастий фільтр та кран і за допомогою відцентрового насосу (21) перекачують у виробничий збірник ХЕ-48 (15), з якого суспензія поступає на заміс тіста.

Сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583-97) доставляється на хлібозавод автотранспортом у мішках.

Зберігається сіль тарним способом в складі додаткової сировини. Перед подачею на виробництво сіль розчиняють у воді в солерозчиннику ХСР 3/2 (28). Далі розчин через спеціальний патрубок крізь фільтр відцентровим насосом (21) перекачується у збірник ХЕ-46 (13), з якого самотечією розчин поступає у дозатор. Концентрація розчину солі – 26 %. Запас солі на складі передбачено на 15 діб.

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 %. На заміс тіста цукор-пісок використовують у вигляді розчину, який готують у цукророзчиннику Х-14 (27). Розчин готують концентрацією 60 %. Вода для приготування розчину дозується за допомогою авто водомірного бачка АВБ-100М (23). Приготовлений розчин через кран із сітчастим фільтром насосом (21) перекачують у збірник ХЕ-47 (14) , з якого розчин самотечією поступає на дозування.

Масло вершкове (ДСТУ 4339: 2005) на хлібозавод доставляють автотранспортом і зберігають тарним способом. Масло розфасовано у ящики або пачки, зберігають у холодильній камері при температурі від 0 до 4°С без доступу сонячного світла. Запас масла передбачено на 5 діб.

Перед використанням масло розтоплюють. Для цього використовують жиророзчинник А2-ХРЦ (22) облаштований мішалкою і паровою сорочкою. В сорочку подається гаряча вода температурою, яка забезпечує температуру в середині маси 45-47°С. При такій температурі масло не розшаровується. Перед розтоплюванням масло звільняють від упаковки, оглядають, при необхідності зачищають поверхню, ріжуть і завантажують у бак жиророзчинника. Розтоплене масло перекачують відцентровим насосом у виробничий збірник ХЕ-48 (16), який облаштовано паровою сорочкою. З виробничого збірника по трубопроводу, який облаштовано термоізоляцією, масло подається на дозування.

Кмин (ДСТУ ISO 6465:2003) зберігають у щільно закритій тарі при температурі не вище 20°С. Перед використанням його просіюють через сито із круглими отворами, діаметром 1,5 мм. Перед додаванням у тісто його попередньо дроблять, що сприяє збільшенню або посиленню його запаху. Подрібнення проводять порціями, оскільки при тривалому зберіганні подрібненої маси зникає аромат.

Яйця курячі (ДСТУ 5028: 2008) поступають на завод в ящиках і зберігаються в холодильній камері при температурі -1+2°С. Перед розбиттям дезинфікують для знищення бактерій, головним чином кишкової палички, що є на поверхні. Для цього використовується трьохсекційна ємкість (19). Спочатку яйця занурюють на 5-10 хв у 2%-й розчин гідрокарбонату натрію, потім на 5-10хв у 2%-й розчин хлорного вапна або 0,5%-й розчин хлораміну, після чого промивають під проточною водою протягом 3-5хв.

Продезінфіковані яйця розбивають по 3 – 5 штук в окремий посуд, перевіряють на запах і проціджують крізь сито з отворами не більше 3,0 мм у загальний посуд.

Олія соняшникова (ДСТУ 4492:2017) надходить на підприємство і зберігається безтарно у цистернах в темних приміщеннях з

температурою від 4 до 6 °С. Термін зберігання олії становить 15 діб. При необхідності олію соняшникову відцентровим насосом (21) перекачують у виробничий збірник ХЕ-47 (9).

Молоко незбиране (ДСТУ 3662-97) поставляють і зберігають у танках ТУМ – 1200 (25) при температурі від 2 до 8 °С. Запас молока на заводі становить 1 добу. При підготовці до використання на виробництві молоко проціджують через сито з отворами діаметром до 2 мм, далі подають молоко відцентровим насосом (21) у виробничий збірник ХЕ-48 (10), з якого – на виробництво.

Молоко сухе незбиране (ДСТУ 4273:2003) поступає на завод в фанерно-штампованих бочках. Молоко сухе знежирене в герметичній і негерметичній упаковці зберігають при температурі від 0 до 10 °С і відносній вологості повітря що не перевищує 75 % – в негерметичній тарі; 85 % – у герметичній. В цих умовах сухе молоко в герметичній тарі можна зберігати 8 місяців, у негерметичній – 3 місяці.

Перед використанням його розводять водою у співвідношенні 1:8 у спеціальній ємкості для відновлення молока (24) і проціджують крізь сито з діаметром отворів не менше 1,0 мм.

Сухе молоко при підготовці до виробництва поступово розводять у воді до температури від 28 до 30 °С до вологості натурального молоко (на 100 г сухого молока 700 – 800 мл води) при помішуванні маси у співвідношенні 1:10, після чого його залишають набухати протягом 1 години. Далі розведене сухе молоко через виробничий збірник ХЕ-48 (11) подають на виробництво.

Концентрат квасного сусла. Принципова технологічна схема виробництва концентрату квасного сусла складається з очищення несолодженої сировини, приготування свіжепідросшого житнього солоду (для першого способу), дроблення зернопродуктів, приготування затору, розділення затору, прояснення сусла, концентрування сусла, термообробки концентрату, розливу готового концентрату квасного

сусла. Затирають по режимах, що забезпечує глибоке оцукрення затору та максимальну ступінь використання екстрактивних речовин зернової сировини. Доставляють концентрат квасного сусла в бочках, запас становить 15 діб. Перед подачею на виробництво концентрат квасного сусла за допомогою насоса перекачують у виробничий збірник ХЕ 48 (7).

Сорбіт поступає на завод в мішках і зберігається тарним способом. Дозується в тісто у сухому вигляді, попередньо подрібнений у випадку необхідності. Сорбіт (Е420) солодкість по відношенню до сахарози 0,6. Сорбіт одержують шляхом гідрогенізації D-глюкози.

Вода питна (ДСанПіН 2.2.4-171-10) на підприємство поступає з артезіанської свердловини. Вода питна, що використовується для технологічних потреб повинна бути безпечною та відповідати нормам стандарту, санітарно-гігієнічних і мікробіологічних вимог. Для створення певного запасу води на підприємстві передбачені баки води: холодної (1) і гарячої (3). Ці баки розташовані на четвертому поверсі будівлі хлібозаводу для створення необхідного тиску.

Гаряча вода нагрівається до температури 65°С за допомогою пари, що подається у змійовик.

Пара для підігріву гарячої води та виробничих потреб підприємства виробляється в котлі марки Е-1/9-12 (31). Вода для виробництва пари подається із збірника зворотної води, а також з баку холодної води (1). Вода що поступає в котел проходить попередню очистку на катіонітових фільтрах (29), а також звільняється від пухирців повітря в деаераторі (30). Конденсат, що повертається від системи обігріву води збирається в збірнику конденсату (32) і через деаератор знову подається в котел.

Випікання хліба неможливе без зволоження. Для цього застосовують як пару, так і воду. При цьому її витрати становлять до 220 кг на тонну продукції, в печах із тупиковою пекарною камерою – до 400 кг. До того ж пара має високу температуру – 115–120ºС. Тому з метою збереження

енергоресурсів на печах встановлено парогенератори. Завдання парогенератора – виробництво пари певної кількості та температури. Парогенератор виробляє пару температурою 103–105ºС. Її тиск не перевищує 0,05 атм. Така пара дуже добра для заготовок із тіста, оскільки вона відразу її обгортає.

1.2. Обґрунтування способів приготування тіста і технологічних режимів

Дипломним проєктом передбачено приготування тіста для хліба дніпровського подового масою 1,0 кг на густій опарі.

Опарний спосіб приготування тіста є традиційним для пшеничних сортів хліба. Цей спосіб є універсальним, він надає технологічному процесу певної гнучкості та забезпечує високу якість всіх видів хліба.

Спосіб приготування тіста на густій опарі дозволяє готувати всі види хлібних виробів: хліб, булочні, здобні, бубличні вироби, сухарі. Він забезпечує хорошу якість продукції, високий об’єм, формостійкість, еластичність м’якушки, виражений смак і аромат.

Опарний спосіб складається з двох технологічних операцій – операції приготування опари; операції приготування на ній тіста. Опару готують із частини всього борошна, води і дріжджів. До вибродженої опари додають решту борошна, воду, сіль, іншу сировину і замішують тісто.

При опарному способі витрати дріжджів становлять 0,5 – 1,0 %. Метою приготування опари є адаптація дріжджів до життєдіяльності в анаеробних умовах борошняного середовища, активація їх і розмноження; гідратація і ферментативний гідроліз біополімерів борошна; накопичення кислот, водорозчинних і ароматичних сполук.

З метою створення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори опару готують рідшої консистенції, ніж тісто.

Сіль і цукор в опару не вносять тому, що вони пригнічують життєдіяльність дріжджів. Але при переробці борошна зі слабкою клейковиною, підвищеною автолітичною активністю рекомендується вносити в

опару біля 0,25 % солі для зниження активності ферментів та укріплення клейковини.

Вологість опари вибирають залежно від сорту борошна, його хлібопекарських властивостей, рецептури виробів. При переробці слабкого за силою борошна вологість опари знижують, якщо борошно сильне або містить короткорвану клейковину, опару готують рідшої консистенції для покращення набухання і пептизації білків.

Традиційні густі опари готують із 40 – 55 % всього борошна, вологістю 41 – 45 %, початкова температура бродіння опари 28 – 30 °С, тривалість бродіння опари 3,5 – 4,5 год, залежно від вмісту в ній борошна його сорту, якості, кількості та активності дріжджів, вологості, температури.

Тісто для хліба юр'ївського масою 1,0 кг передбачено готувати на рідкій заквасці з використанням заварки.

Технологія приготування тіста з житнього і житньо-пшеничного борошна базується на створенні високої кислотності тіста з метою зниження активності ферментів, поглиблення набухання білків, пентозанів, оболонкових частинок борошна.

У житньому борошні, на відміну від пшеничного, окрім β-амілази, присутня активна α-амілаза. Крохмаль житнього борошна легше піддається атакуємості ферментами і має приблизно на 10 °С нижчу, ніж пшеничний, температуру клейстеризації. Це сприяє глибокому гідролітичному розкладу крохмалю з утворенням низькомолекулярних декстринів, які погіршують стан м'якушки, надають їй липкості.

Білки житнього борошна у тісті не утворюють клейковинного каркасу. Вони легко набухають, частина їх набухає необмежено, пептизується і переходить у колоїдний розчин. Тому житнє тісто не має пружності та еластичності, для нього не характерні висока газоутримувальна здатність і формостійкість.

У житньому борошні міститься 4,5–7 % на сухі речовини цукрів. Це в основному сахароза, що створює умови для активної життєдіяльності

мікрофлори у процесі дозрівання тіста, обумовлює темне забарвлення скоринки в результаті реакції меланоїдиноутворення.

Пентозани житнього борошна, а їх у ньому міститься 4,2–8,6 % на сухі речовини, набухають і утворюють дуже в’язкі розчини.

Зважаючи на особливості білків і пентозанів житнього борошна, тісто із нього – це в’язкий колоїдний розчин, у якому містяться зерна крохмалю, обмежено набухлі білки і набухлі оболонкові частини. Тому фізичні властивості житнього тіста визначаються структурно-механічними властивостями його в’язкої фази. Для нього характерні в’язкість і пластичність.

Формоутворювальна здатність житнього тіста обумовлюється його в'язкістю, а газоутримувальна – величиною поверхневого натягу.

Виходячи з особливостей вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексів житнього борошна, особливостей фізколоїдної характеристики тіста з нього, для забезпечення якості хліба необхідно створювати умови в тісті для зниження активності а-амілази, для достатньо глибокого набухання і пептизації білків, набухання пентозанів і оболонкових частинок. Це забезпечується при високій кислотності тіста. Зона pH 4-5 є оптимальною для дії протеолітичних ферментів, що сприяє їх набуханню, пептизації, створенню в’язкого колоїдного розчину. При pH 4,2-4,5 і температурі 73-85 °С інактивується α-амілаза. Тому технологія житнього і житньо-пшеничного хліба передбачає приготування тіста на заквасках.

Спосіб приготування тіста на рідких заквасках із житніх сортів борошна і суміші їх з пшеничним широко застосовується у промисловості. В Україні більше 60 % хліба із цих сортів борошна виробляється саме на рідких житніх заквасках. У порівнянні з густими заквасками вони мають низьку в’язкість, гарно транспортуються по трубопроводах, легко дозуються, при їх застосуванні створюються умови для механізації процесу. Рідкі закваски у меншій мірі, ніж густі, схильні до перекисання, піддаються консервуванню, стабільно зберігають якість, завдяки чому немає потреби в оновленні їх мікрофлори протягом довгого часу.

У виробничому циклі закваску готують вологістю 68-75 %. Відбирання вибродженої закваски на виробництво здійснюють через 3-4 год, у залежності від її вологості та сорту борошна. Відбирають 50 % готової закваски до маси, що залишилась у ємкості, додають еквівалентну кількість живильного середовища з борошна і води.

Для перекачування закваски використовують насоси.

Кислотність спілої закваски з обдирного борошна 9-12 град, а з обойного 11-13 град. Підйомна сила – 25-35 хв. Температура бродіння 28-30 °С.

Заварку готують у співвідношенні житнього борошна і води 1: 2,5. Початкова температура заварки має бути 65 °С для забезпечення глибокої клейстеризації крохмалю.

У заквасках із заваркою дріжджові клітини активніші, що призводить до збільшення затрат сухих речовин на бродіння.

Сайки «Діабетичні» масою 0,1 кг передбачено готувати безопарним способом.

При безопарному способі тісто готують із всієї сировини, що передбачена рецептурою, в одну стадію. За цим способом витрати пресованих дріжджів на розпушення тіста становлять 2,0–3,0, а рідких 35–40% від маси борошна в тісті залежно від сорту борошна, рецептури виробів. Тривалість бродіння тіста становить 2,5–3 год при температурі 28–32 °С. Такі великі витрати дріжджів пов'язані з неоптимальними умовами у безопарному тісті для їх життєдіяльності: густе середовище, у якому міститься сіль, а при виробництві цим способом булочних і здобних виробів присутні також значна кількість цукру і жиру.

Підвищене дозування дріжджів необхідне також для розрихлення тіста за порівняно короткий термін.

Готовність тіста визначають за об’ємом, який має збільшитись у 1,5 рази, за кислотністю, що має бути на 0,5 град вищою за передбачену стандартом для хліба.

Практично безопарне тісто при бродінні повільно набирає кислотність. Внаслідок недостатньої інтенсивності та глибини біохімічних,

мікробіологічних, колоїдних процесів у ньому накопичується мало ароматичних і смакових речовин. Тому вироби мають прісний смак і слабо виражений аромат.

З метою інтенсифікації процесів дозрівання тіста, що готується безопарним способом, доцільно застосовувати такі технологічні заходи: збільшувати кількість дріжджів на заміс тіста; проводити активацію дріжджів; використовувати пресовані дріжджі разом з рідкими дріжджами (1,5–2 пресованих і 10–20 % рідких); добавляти при замішуванні мезофільні пшеничні закваски (8–10 % до маси борошна), вносити органічні кислоти, добавляти частину тіста попереднього приготування, застосовувати молочну сироватку; застосовувати інтенсивний або подовжений заміс тіста; підвищувати початкову температуру бродіння тіста на 2–3 °С.

При застосуванні цих заходів тривалість дозрівання тіста скорочується на 30 хв.

Безопарний спосіб приготування тіста рекомендується застосовувати при виробництві булочних і здобних виробів із пшеничного борошна вищого та першого ґатунків, які мають порівняно з хлібом нижчу кислотність, а запах і смакові якості цих виробів забезпечуються наявністю в них цукру і жиру.

Перевагами безперервного способу приготування тіста є: короткий технологічний цикл знижуються втрати сухих речовин, необхідно менше обладнання, ємкостей для бродіння і виробничих площ, збільшується вихід виробів.

1.3. Вибір і розрахунок обладнання

1.3.1. Розрахунок обладнання для зберігання та підготовки сировини до виробництва

Кількість силосів для зберігання борошна, N_c, в штуках розраховуємо за формулою:

$$N_c = G_{бор}^{запас} / G_{бор}^{c}, \quad (1.1)$$

де $G_{бор}^{запас}$ – запас борошна на виробництві, кг;

$G_{бор}^{c}$ – максимальне завантаження силоса, кг

Для борошна пшеничного вищого ґатунку:

$$N_c=187613,72/30000=6,25 \text{ шт}$$

Приймаємо 8 шт

Для борошна пшеничного першого ґатунку:

$$N_c=31617,18/30000=1,0,5 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 шт

Для борошна житнього обдирного:

$$N_c=47425,77/30000=1,5 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 шт

До установки приймаються силоси Spiromatic в кількості 12 шт

Кількість просіювачів для борошна, $N_{пр}$, в штуках розраховуємо за формулою:

$$N_{пр}= G_б^{год} / P^{год} \quad (1.2)$$

де $P^{год}$ – годинна продуктивність просіювала, кг

Для борошна пшеничного вищого ґатунку:

$$N_{пр}=1586,47/2000=0,79 \text{ шт}$$

Для борошна пшеничного першого ґатунку:

$$N_{пр}= 196,38/2000= 0,098 \text{ шт}$$

Для борошна житнього обдирного:

$$N_{пр}=294,57/2000=0,14 \text{ шт}$$

На заводі встановлюємо дві лінії, що складаються з системи Spiromatic та просіювачів ПТ – 1500 та автоваг ДМ – 100-2, кожна.

Кількість виробничих бункерів для борошна, $N_б$, в штуках розраховуємо за формулою:

$$N_б= G_б^{год} \cdot T_з / G_б^б, \quad (1.3)$$

де $T_з$ – час, на який створюється виробничий запас, год;

$G_б^б$ – максимальне завантаження бункера, кг

Для хліба дніпровського подового масою 1,0 кг:

$$N_б=940,68 \cdot 2/1500=1,25 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 шт

Для хліба юріївського масою 1,0 кг:

$$N_б=490,95•2/1500=0,65 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 шт

Для сайок «Діабетичних» масою 0,1 кг:

$$N_б=266,85•2/1500=0,35 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 шт

Приймаємо по одному виробничому бункеру ХЕ-112 біля кожної тістомісильної машини

Збірники виробничого запасу розчинів і суспензій, $V_{зб}$, в метрах кубічних, розраховуємо за формулою:

$$V_{зб}= G_p^з /(\rho•k), \quad (1.4)$$

де $G_p^з$ – маса розчину в збірнику, кг;

ρ – густина розчину, кг/м^3;

k – коефіцієнт запасу

Результати розрахунків і марки збірників приведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Збірники виробничого запасу розчинів і суспензій

Назва розчину	Годинна витрата розчину, кг	Виробничий запас розчину, год	Виробничий запас розчину, кг	Густина розчину, кг/м^3	Об'єм, що займає розчин, м^3	Марка збірника
Розчин солі	102,7	8	821,8	1201	0,68	ХЕ –46
Розчин цукру	57,24	8	457,92	1298	0,35	ХЕ - 47
Дріжджова суспензія	129,08	2	258,16	1060	0,24	ХЕ -48
Масло коров'яче	8	3	24	980	0,02	ХЕ -48
Молоко незбиране	94,06	1	94,06	1030	0,09	ХЕ -48
Розчин сухого молока	72	3	216	1010	0,21	ХЕ-48
Концентрат квасного	44,18	5	220,9	1400	0,157	ХЕ-48

сусла						
Олія соняшникова	36,22	8	289,76	924	0,31	ХЕ - 47

1.3.2. Розрахунок обладнання для приготування напівфабрикатів

Розрахунок обладнання для приготування густих напівфабрикатів

Для замішування тіста для виробництва хліба дніпровського подового масою 1,0 кг, хліба юрївського формового масою 1,0 кг та хліба дніпровського подового масою 1,0 кг приймемо 5 тістомісильних машин безперервної дії А2-ХТТ з максимальною продуктивністю 1300кг/год. Для замішування тіста для виробництва сайок «Діабетичних» масою 0,1 кг приймемо тістомісильну машину періодичної дії Л4-ХТ2В.

Необхідний об'єм ємкості типу ХТР для бродіння тіста або опари $V_{б,}$ в метрах кубічних, за формулою:

$$V_б=G^г_{бор}•10•0T_{бр}•К/e_т•1000, \quad (1.5)$$

де $G^г_{бор}$ – годинна витрата борошна на приготування напівфабрикату, кг;

$T_{бр}$ – тривалість бродіння, год;

$e_т$ – кількість борошна, що завантажується на 100 $дм^3$ об'єму місткості, кг;

Для опари К=0,75, для тіста К=0,9

Для хліба дніпровського подового масою 1,0 кг

Геометричний об'єм ємкості типу ХТР для бродіння густої опари, $V_{б.оп}$, в метрах кубічних за формулою:

$$G_{б.оп.} = G_б^{зод}• G_б\% /100, \quad (1.6)$$

де $G_б$% - маса борошна в опару, %

$$G_{б.оп.} =940,68• 45 /100= 423,3 кг$$

$$V_{б.оп.}= 423,3 •100•4•0,75/26•1000= 4,88 м^3$$

Приймемо корито типу ХТР з місткістю 5 $м^3$ і габаритними розмірами 7000х1000х1400мм.

Геометричний об'єм ємкості типу І8-ХТА-12/6 для бродіння тіста, $V_{б.оп}$, в метрах кубічних за формулою (5.5):

$$V_{б.т.}= 940,68 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 0,9/32 \cdot 1000= 1,0 \text{ м}^3$$

Приймемо корито типу І8-ХТА-12/6 з місткістю 1 м^3 і габаритними розмірами 3100х1060х3220 мм.

Для хліба юрівського масою 1,0 кг

Геометричний об'єм ємкості типу І8-ХТА-12/6 для бродіння тіста, $V_{б.оп}$, в метрах кубічних за формулою (5.5):

$$V_{б.т.}= 490,95 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 0,9/30 \cdot 1000= 0,74 \text{ м}^3$$

Приймемо корито типу І8-ХТА-12/6 з місткістю 1 м^3 і габаритними розмірами 3100х1060х3220 мм

Устаткування для приготування тіста в діжах для сайок «Діабетичних» масою 0,1 кг

Кількість діж за годину, $N_д^{год}$, в штуках, за формулою:

$$N_д^{год}= G_б^{год}/G_{б.д}, \quad (1.7)$$

де $G_{б.д}$ – маса борошна в діжу, кг

$$N_д^{год}=266,85/111,47=2,4 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_д^{год}=3$ шт

Ритм замісу ,R, в хвилинах, за формулою:

$$R=60/ N_д^{год} \quad (1.8)$$

$$R=60/2,4=25 \text{ хв}$$

Кількість діж для приготування тіста, $N_д$, в штуках, за формулою:

$$N_д=(T_{бр}+T_з+T_{п.о})/R, \quad (1.9)$$

де $T_{бр}$, $T_з$, $T_{п.о}$ – відповідно тривалість бродіння, тривалість замісу, тривалість допоміжних операцій, хв

$$N_д=(90+3,5+5)/25=3,94 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_д=4$ шт

До установки приймаємо бродильний діжовий конвеєр Ш2 – ХББ

Кількість тістомісильних машин, $N_м$, в штуках, за формулою:

$$N_м=(T_з+T_о)/R$$

$$N_м=(3,5+5)/25=0,34 \text{ шт} \quad (1.10)$$

Приймаємо до установки одну тістомісильну машину Л4-ХТ2ВМ.

Розрахунок обладнання для приготування рідких напівфабрикатів

Кількість заварювальних машин для приготування закваски, Vзак., в метрах кубічних, розраховуємо за формулою:

$$Nзак.=Gн/фгод.•Тзам•К/ρ•60•Vз.м., \quad (1.11)$$

де Gзак.год. – витрата напівфабрикату за годину, кг;

Т – тривалість приготування напівфабрикату, хв;

К – коефіцієнт, який враховує збільшення об'єму машини, щоб забезпечити перемішування;

Vз.м., – об'єм заварювальної машини, $м^3$

Nзак.= 157,2•1,2 •10/ 1050•60•03=0,1 шт

Приймаємо одну заварювальну машину ХЗ-2М-300

Об'єм чанів для бродіння закваски, Vч, в метрах кубічних, за формулою:

$$Vч= Gн/фгод• Тбр. •К•(1+а1/а2) /ρ, \quad (1.12)$$

де Тбр. – тривалість бродіння закваски,год

Vч.зак.= 157,2• 3 •1,2•(1+50/50) /800=1,41 $м^3$

Кількість чанів для бродіння закваски, Nч, в штуках, за формулою:

$$Nч = Vч.зак./ Vч, \quad (1.13)$$

де Vч – стандартний об'єм чану, $м^3$

Nч = 1,41/ 1=1,41 шт

Приймаємо два чана для бродіння ХЕ-46

Об'єм збірника для закваски, Vзб.зак. , в метрах кубічних, за формулою:

$$Vзб.зак. = Gн/фгод• Тзап. •К• /ρ, \quad (1.14)$$

де Тзап. – тривалість запасу закваски, год

Vзб.зак. = 157,2• 2•1,2• /800=0,47 $м^3$

Кількість збірників для закваски, Nзб, в штуках, за формулою (1.13):

Nзб = 0,47/ 0,55=0,8 шт

Приймаємо один збірник ХЕ-47

Кількість заварювальних машин для приготування заварки, Vзав., в метрах кубічних, за формулою (1.11):

Nзав.=76,2 •10 •1,2/ 0,3•1050•60=0,048 шт

Приймаємо одну заварювальну машину ХЗ-2М-300

Об'єм збірника для заварки, Vзб.зав. , в метрах кубічних, за формулою (1.12):

Vзб.зак. = 76,2• 2•1,2• /800=0,22 м^3

Кількість збірників для заварки, Nзб, в штуках, за формулою (1.13):

Nзб = 0,22/ 0,55=0,4 шт

Приймаємо один збірник ХЕ-47

Розрахунок обладнання для розробки тіста

Кількість тістодільників, $N_{тд}$ в штуках, розраховуємо за формулою:

$$N_{тд}=Q_{год}•k/(G_в•n_в•60) \quad (1.15)$$

Для хліба дніпровського подового:

$$N_{тд}=1287,99•1,05/(1,0•60•60)=0,37 \text{ шт}$$

Приймемо один тістодільник «Восход ТД-2» з масою тістової заготовки 0,1-1,2кг.

Для хліба юрівського:

$$N_{тд}=768•1.05/(1,0•60•60)=0,22 \text{ шт}$$

Приймемо один тістодільник «Восход ТД-2» з масою тістової заготовки 0,1-1,2кг.

Для сайок «Діабетичних»:

$$N_{тд}=384•1,05/(0,1•100•60)=0,67 \text{ шт}$$

До установки приймаємо ділильноокруглювальну машину А2 – ХЛ2 – С9.

Розрахунок шафи для вистійки проводимо шляхом визначення необхідної кількості колисок, $N_{р.к}$, в штуках, за формулою:

$$N_{р.к}=P_{год}•T_в•/(n_в•M_в•60), \quad (1.17)$$

де $T_в$ – тривалість вистоювання, хв.

Для хліба дніпровського подового:

$$N_{р.к}=1287,99•40/(8•1,0•60)=107,33 \text{ шт}$$

До установки приймається шафу кінцевого розстоювання Т1-ХР2-3-120 з кількістю робочих люльок 108 шт.

Для хліба юрівського:

$$N_{р.к}=768•45/(16•1,0•60)=36 \text{ шт}$$

До установки приймається вистійно-пічний агрегат Г4-РПА-15 з кількістю робочих люльок 48 шт.

Для сайок «Діабетичних»:

$$N_{р.к}=384•40/(27•0,1•60)=94,8 \text{ шт}$$

До установки приймаємо шафу А2 – ХР2А –48 двохполичкову.

Розрахунок обладнання для пакування та зберігання готових виробів

Кількість контейнерів для зберігання готової продукції, $N_к$, в штуках, розраховуємо за формулою:

$$N_к= 1,05•P_{год}•T_з/(G_в• N_л\ N_{в.л}), \quad (1.18)$$

де $N_л$ – кількість лотків, шт;

$N_{в.л}$ – кількість виробів на лотку, шт

Для хліба дніпровського подового:

$$N_к=1,05•1287,99•8/(1,0•8•8)=160,9 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_к$=161 шт на дві лінії

Для хліба юрівського:

$$N_к=1,05•768•8/(1,0•8•8)=100,8 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_к$=101 шт

Для сайок «Діабетичних»:

$$N_к=1,05•384•6/(0,1•20•8)=151,2 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_к$=152 шт

Загальна кількість контейнерів, $N_{к.заг}$, в штуках, за формулою:

$$N_к= (161+101+83+152) •5/100=24,85 \text{ шт} \quad (1.19)$$

$$N_{к.заг.} =161+101+83+152+25=522 \text{ шт}$$

Кількість пакувальних автоматів для пакування виробів в полімерну плівку, $N_п$, в штуках за формулою:

$$N_п=P_{год}/(G_в•n_в) \quad (1.20)$$

Для хліба дніпровського подового масою 1,0 кг:

$$N_п=1287,99•1,05/(1,0•900)=1,5 \text{ шт}$$

Для хліба юрівського масою 1,0 кг:

$$N_п=768•1,05/(1,0•900)=0,98 \text{ шт}$$

Загальна кількість пакувальних автоматів $N_{п.заг}$, в штуках, за формулою:

$$N_{п.заг}=1,5+0,98+1,47=3,86 \text{ шт}$$

Приймаємо $N_{п.заг}=4$ шт

Так як на заводі планується упаковка виробів лише за замовленням торгівельних мереж, то передбачено встановити один пакувальний автомат MODULAR 50.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис технологічної схеми виробництва хліба дніпровського подового масою 1,0 кг

Густу опару готують в тістомісильній машині безперервної дії А2-ХТТ (43). В тістомісильну машину А2-ХТТ (43) із дозувальної станції Ш2-ХДМ (41) дозується дріжджова суспензія і вода, а із виробничого бункера ХЕ-112 (7) подається борошно пшеничне вищого сорту. Тривалість замішування густої опари становить від 10 до 15 хв. Вологість опари 41 %, кислотність від 2,5 до 3,5 град. Замішана опара самоплином поступає в корито для бродіння ХТР (53). Тривалість бродіння опари від 3,5 до 4,5 год, температура бродіння опари 28 ^{o}С.

Вибродженa опара шестеренчастим насосом перекачується в тістомісильну машину А2-ХТТ (43), в яку із дозувальної станції Ш2-ХДМ (41) дозується розчин солі, розчин цукру, молоко незбиране, олія соняшникова, вода, з виробничого бункера ХЕ-112 (7) подається борошно. Тривалість замішування тіста становить від 5 до 10 хв. Вологість тіста близько 43,5 %, кислотність 3,5 град. Замішане тісто самоплином поступає в корито для бродіння И8-ХТА-12/6 (44). тривалість бродіння тіста 60 хв, температура бродіння 30 ^{o}С.

Після бродіння тісто поступає у воронку тістодільника «Восход ТД-2» (54), де здійснюється поділ на шматки,які потім округлюються в округлювачі «Восход ТО-5» (55). Округлені шматки рухаються по стрічковому транспортері (56) вкладальником (57) подаються в колиски шафи остаточного вистоювання Т1-ХР2-3-120 (58). Тривалість вистоювання тістових заготовок становить від 45 до 60 хв при температурі від 35 до 40 ^{o}С і відносній вологості повітря від 75 до 85 %. Вистояні заготовки випікаються у печі БН-50 (59) із зволоженням повітря в пекарській камері. Тривалість випікання до 60 хв. Наприкінці випікання, при виході із печі для надання привабливого вигляду і зменшення величини висихання вироби обприскуються холодною

водою. Готові вироби транспортером подаються на охолодження в кулер КВЛ-1 (49), після охолодження вироби поступають на циркуляційний стіл Х-ХГФ (50), де відбувається вибраковка виробів з дефектами. Вироби вкладають на лотки вагонетки А2-ХЛВ (51) по 8 штук на лоток, 8 лотків на вагонетку. Після того як хліб остине, його пакують в полімерну плівку на пакувальному автоматі MODULAR 50 (52). Упаковані вироби вкладають у лотки по 8 штук на лоток , 8 лотків на вагонетку і направляють в роздрібну мережу.

2.2. Опис технологічної схеми виробництва хліба юріївського масою 1,0 кг

Дипломним проєктом передбачено приготування хліба юріївського на рідкій заквасці з використанням заварки.

Для замісу рідкої закваски борошно з виробничого бункера ХЕ-112 (7) поступає в дозатор борошна Ш2-ХДА (34), звідки подається у заварювальну машину ХЗ-3М-300 (35). Автоводомірним бачком АВБ-100 (21) подається вода.

Закваску замішують 15 хвилин, вологість закваски 75%. Замішана закваска перекачується у виробничі збірники ХЕ-4 (39), де бродить 180 хв. Половину виродженої закваску перекачують у виробничий збірник ХЕ-4 (40), звідки вона самотечією подається у дозувальну станцію Ш2-ХДМ (41).

Заварка готується у заварочній машині ХЗ-3М-300 (35) з 5 % борошна з додаванням концентрату квасного сусла, кмину та води. Борошно дозується автоборошноміром Ш2-ХДА (34), вода дозується автоводомірним бачком АВБ-100 (21). температура для заварювання має бути 85 ^{o}С, тривалість заварювання – 1,5 год. До завареної охолодженої до температури від 32 до 33 ^{o}С заварки, додають концентрат квасного сусла та кмин. Готову заварку перекачують у збірник ХЕ-4 (38), звідки через черпаковий дозатор (42) дозують на приготування тіста.

З дозувальної станції Ш2-ХДМ (41) у тістомісильну машину А2–ХТТ (43) дозується розчин солі, розчин цукру, дріжджова суспензія, рідка закваски та заварка, після чого дозується борошно з виробничого бункера ХЕ-112 (7). Заміс триває 3,5хв, вологість тіста 49 %. Бродить тісто в кориті І8-ХТА-12/6 (44) приблизно до 50 хв. Вибродженe тісто самопливом поступає у воронку тістодільника Ш33-ХД-3У (45), де його ділять на шматки масою 1,156 кг, вкаладється на колиски вистійно-пічного агрегату Г4-РПА-15 (46), де вони вистоюються 40хв при температурі 32°С і відносній вологості повітря 85%. Вироби випікаються без парозволоження з обжаркою в першій зоні. Після випікання вироби подаються в кулер КВЛ – 1(49) для охолодження, звідки на циркуляційний стіл (50). Вироби вкладають на лотки вагонетки А2-ХЛВ (51) по 8 штук на лоток, 8 лотків на вагонетку. Після того як хліб остине, його пакують в полімерну плівку на пакувальному автоматі MODULAR 50 (52). Упаковані вироби вкладають у лотки по 8 штук на лоток, 8 лотків на вагонетку і направляють в роздрібну мережу.

2.3. Опис технологічної схеми виробництва сайок «Діабетичних» масою 0,10кг

Дипломним проєктом передбачено приготування сайок «Діабетичних» безопарним способом.

З виробничого бункера ХЕ-112 (7) в дозатор борошна Ш2-ХДА (34) подається борошно. Дозатором рідких компонентів Ш2-ХДБ (33) у тістомісильну машину Л4-ХТ-2ВМ (60) дозується розчин солі, дріжджова суспензія, сорбіт, масло коров’яче, вода, розчин сухого молока, олія, яйці курячі, після чого дозується борошно з дозатора борошна Ш2-ХДА (34). Заміс триває 3,5хв, після чого замішене тісто перекидається в діжу бродильного конвеєра Ш2-ХББ (61), де воно бродить 90хв. Під час бродіння діжа переміщується вздовж ланцюгів і наприкінці бродіння автоматично перекидається над воронкою ділильно-округлювального агрегату А2-ХЛ2-С9 (62), де воно ділиться на шматки

масою 0,111 кг. Для зняття внутрішніх напруг та відновлення клейковинного каркасу тістова заготовка подається у шафу попередньої вистійки (63), де вистоюється впродовж 5 хвилин. Далі тістові заготовки і округлюється на тістоокруглювачі Восход (55) і подаються на формувальний стіл (64), де виробам вручну надають потрібної форми і вкладають на листи. Листи вкладаються на колиски двохполичної вистійної шафи А2-ХР2А-48 (65) по три листа на колиску. Вироби вистоюються 90 хвилин при температурі 32°С і відносній вологості повітря 85%. Наприкінці бродіння вироби пересаджуються на під печі А2-ХПК-25 (66). Вироби випікаються 18 хвилин при трьохзмінному тепловому режимі зі зволоженням пекарної камери. На виході з печі вироби оприскують водою для зменшення усихання та надання їм привабливого вигляду. Готові вироби транспортером (56) подаються на циркуляційний стіл (50), де відбувається вибраковка виробів з дефектами. Вироби вкладають на лотки вагонетки А2-ХЛВ (51) по 20 штук на лоток, 8 лотків на вагонетку. Остиглі вироби поступають в роздрібну мережу.

2.4. Розрахунок продуктивності печей

Вихідні дані

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Найменування показників, одиниці виміру	Умовне позначення	Норми для виробу		
		Хліб дніпровський подовий масою 1,0 кг	Хліб юріївський формовий масою 1,0 кг	Сайки «Діабетичні» масою 0,1 кг
Марка печі		БН – 50	Г4-РПА–15	А2 – ХПК - 25
Ширина черені печі, мм	*B*	2100	–	2100
Довжина черені печі, мм	*L*	12000 24000	–	12000

Довжина листа, мм		–	–	640
Ширина листа, мм		–	–	340
Діаметр виробу, мм	d	230	–	–
Розміри виробу, мм довжина ширина	 l b	 – –	 250 150	 110 80
Відстань між виробами, мм	a	20	30	20
Тривалість остаточного вистоювання, хв	$T_{вист}$	40	40	40
Тривалість випікання, хв	$T_{вип}$	45 – 60	55 – 60	18
Температура випікання, °С	$t_{вип}$	160–240	280–230–180	160–240

Продуктивність печі БН – 50 за годину, $Q_{год}$, в кілограмах при випіканні хліба дніпровського подового масою 1,0 кг за формулою:

$$Q_{год}=N_1 \cdot N_2 \cdot M_в \cdot 60/T_в, \quad (2.1)$$

де N_1 – кількість виробів по довжині черені печі, шт;

N_2 – кількість виробів по ширині черені печі, шт.

$$N_1=(L-a)/(l+a), \quad (2.2)$$

де L – довжина черені печі, мм;

l – довжина виробу, мм;

а – відстань між виробами, мм.

Згідно $T_в$=45хв

приймаємо N_1=46 шт

$$N_2=(B-a)/(b+a), \quad (2.3)$$

де B – ширина черені печі, мм;

b – ширина виробу, мм;

Згідно L =12000 мм, a=20 мм, d=230 мм;

Кількість виробів по довжині черені печі N_1, за формулою (2.2):

N_1=(24000 - 20)/(230+20)=92,19 шт

приймаємо N_1=92 шт

Кількість виробів по ширині черені печі N_2, за формулою (2.3):

N_2=(2100 - 20)/(230+20)=8,32 шт

приймаємо N_2=8 шт

$Q_{год}$ =92•8•1•60/45=858,66 кг

Продуктивність печі вистійно-пічного агрегата Г4-РПА-15 за годину , $Q_{год}$, в кілограмах при випіканні хліба юрївського масою 1,0 кг за формулою:

$$Q_{год}= n\bullet N\bullet M_в\bullet 60/T_{в,} \quad (2.4)$$

де n – кількість колисок в пекарній камері, шт

Згідно n=16, N=48, згідно $T_в$=60 хв

$Q_{год}$= 16•48•1,0•60/60=768 кг

Продуктивність печі А2 – ХПК – 25 за годину, $Q_{год}$, в кілограмах, при випіканні сайок «Діабетичних» за формулою:

$$Q_{год} =N_1\bullet N_2\bullet n\bullet M_в\bullet 60/T_в, \quad (2.5)$$

де N_1 – кількість листів по довжині черені печі, шт;

N_2 – кількість листів по ширині черені печі, шт;

n – кількість виробів на листі, шт.

Кількість листів по довжині черені печі N_1, за формулою (2.2):

N_1=(12000 - 30)/(340+30)=32,35 шт

приймаємо N_1=32 шт

Кількість листів по ширині черені печі N_2, за формулою (2.3):

N_2=(2100 - 30)/(640+30)=3,09 шт

приймаємо N_2=3 шт

Кількість виробів по довжині листа, n_1 в штуках, за формулою (2.2):

n_1=(640 – 20)/(80+20)=6,2 шт

приймаємо n_1=6 шт.

Кількість виробів по ширині листа n_2, в штуках за формулою (2.3):

n_2=(340 - 20)/(110+20)=2,46 шт

приймаємо n_2=2 шт

Кількість виробів на листі n=9 шт

$Q_{год}$ =32•3•6•2•0,1•60/18=384 кг

№ п/п	Марка печі	Час випікання																							
		0	1	3		5		7		9		11		13		15		17		19		21		23	
2	БН – 50																								
3	Г4–РПА–15																								
5	А2–ХПК–25																								

де:

- випікання хліба дніпровського подового масою 1,0 кг

- випікання хліба юрївського масою 1,0 кг

- випікання сайок «Діабетичних»

Рис. 2.1 – Графік завантаження печей

Продуктивність печей за добу приведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Продуктивність печей

№ п/п	Марка печі	Назва виробу	Продуктивність за годину, кг	Тривалість випікання протягом доби, год	Продуктивність за добу, кг	Коефіцієнт перерахунку на умовну продукцію	Продуктивність по житньому хлібу з обойного борошна формового

							масою 1 кг, т/добу
1	БН – 50	Хліб дніпровсь-кий подовий масою 1,0 кг	858,66	23	19749,18	1,3	25673,93
2	Г4–РПА–15	Хліб юріївський масою 1,0 кг	768	23	17664	1,3	22963,2
3	А2–ХПК–25	Сайки «Діабетичні» масою 0,1 кг	384	8	3072	1,5	4608
	Всього		2010,66		40485,18		53245,13

2.5. Розрахунок витрати сировини

Витрата борошна за годину, $G_б^{год}$, в кілограмах за формулою:

$$G_б^{год}=Q_{год}•100/B_x \quad (2.6)$$

Витрата борошна для хліба дніпровського подового масою 1,0 кг:

$$G_б^{год}=858,66•100/136,93=627,08 \text{ кг}$$

Витрата борошна для виробництва хліба юрівського масою 1,0 кг

$$G_б^{год}=768•100/156,43=490,95 \text{ кг}$$

З них борошна пшеничного першого ґатунку:

$$G_б^{год}{}_I=490,95•40/100=196,38 \text{ кг}$$

Борошна житнього обдирного:

$$G_б^{год}{}_ж=490,95•60/100=294,54 \text{ кг}$$

Витрата борошна для виробництва сайок «Діабетичних» масою 0,1 кг:

$$G_б^{год}=384•100/143,9=266,85 \text{ кг}$$

Витрата іншої сировини за годину $G_{сир}^{год}$, в кілограмах розраховується за формулою:

$$G_{сир}^{год} = G_{б}^{год} \bullet G_{сир} / 100, \quad (2.7)$$

де $G_{сир}$ – маса сировини на 100 кг борошна, кг

Питома витрата сировини на 1 тону готових виробів, $G_{сир}^{пит}$, в кілограмах за формулою

$$G_{сир}^{пит} = 1000 \bullet G_{сир} / B_x \quad (2.8)$$

Результати розрахунків питомої витрати сировини приведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Витрата сировини

Назва сировини	Хліб дніпровський подовий масою 1,0 кг		Хліб юр'ївський масою 1,0 кг		Сайки «Діабетичні» масою 0,1 кг	
	на 1 тону	за годину	на 1 тону	за годину	на 1 тону	за годину
Борошно пшеничне вищого ґатунку	730,46	627,08	-	-	694,92	266,85
Борошно пшеничне першого ґатунку	-	-	255,7	196,3	-	-
Борошно житнє обдирне	-	-	383,5	294,5	-	-
Дріжджі хлібопекарські	14,6	18,81	3,19	2,45	13,89	5,33
Сіль	8,76	11,28	10,22	7,85	6,94	2,66
Цукор-пісок	14,6	18,81	12,78	9,81	-	-
Масло коров'яче	-	-	-	-	20,8	8,0
Олія соняшникова	21,9	28,22	-	-	20,8	8,0

Яйця курячі	-	-	-	-	20,8	8,0
Сорбіт	-	-	-	-	34,74	13,34
Молоко незбиране	73,04	94,06	-	-	-	-
Молоко сухе	-	-	-	-	20,8	8,0
Концентрат квасного сусла	-	-	57,53	44,18	-	-
Кмин	-	-	3,83	2,94	-	-

Витрата сировини за добу, а також виробничий запас та площа складів приведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Витрата сировини за добу, а також виробничий запас та площа складів

Назва сировини	Витрата за добу, кг	Запас сировини, діб	Запас сировини, кг	Норма навантаження, кг/м^3	Площа складу
Борошно пшеничне вищого ґатунку	26801,96	7	187813,72	БЗБ	-
Борошно пшеничне першого ґатунку	4516,74	7	31617,18	БЗБ	-
Борошно житнє обдирне	6775,11	7	47425,77	БЗБ	-
Дріжджі хлібопекарські	577,06	3	1731,18	250	6,92
Сіль	500,63	15	7509,45	800	9,38
Цукор-пісок	658,26	15	9873,9	800	12,34
Масло коров’яче	64,0	5	320,0	400	0,8

Олія соняшникова	731,06	15	10965,9	БЗБ	-
Яйця курячі	64,0	5	320,0	300	1,06
Сорбіт	106,74	15	1601,1	800	2,0
Молоко незбиране	2163,68	1	2163,68	БЗБ	-
Молоко сухе	64,0	15	960,0	БЗБ	-
Концентрат квасного сусла	1016,14	15	15242,1	БЗБ	-
Кмин	67,62	15	1014,3	540	1,87

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Техніко-економічне обгрунтування

Хлібопекарні підприємства на сьогоднішній час представляють собою дуже складний комплекс агрегатів та машин різного призначення, маючи специфічні властивості та високі експлуатаційні показники, що дають змогу збільшити продуктивність праці і поліпшити якість продукції, що випускається. В теперішній час з особливою гостротою стоять питання по збільшенню якості випускаємої продукції та збільшенні продуктивності праці. Тому проводиться велика робота по подальшому розвитку та механічному переозброєнні хлібопекарної промисловості, по заміні застарілого обладнання на сучасне та більш прогресивне.

Якість замісу тіста суттєво впливає на структуру і якість тіста, на інтенсивність його бродіння і якість кінцевої продукції – готового хліба.

Заміс в кінцевій стадії повинен мати рівномірне перемішування всіх компонентів, забезпечити потрібні властивості тіста і оптимальні умови для пропікання на наступних за замісом стадіях технологічного процесу: розподілу, вистійки та випікання.

Приготування тіста є одним з основних процесів у технології приготування готових виробів. В практику приготування виробів все ширше входить інтенсифікований заміс тіста та напівфабрикатів. Інтенсифікація замісу прискорює процес тістоведення, підвищує продуктивність праці на цій ділянці, покращує якість продукції, зменшує втрати сухих речовин при бродінні, дає значний економічний ефект. Безперервний заміс ліквідовує важку фізичну працю, сприяє полегшенню праці робітників, а також забезпечує підприємства двозмінним режимом роботи.

Для замісу тіста використовуються різні тістомісильні машини. Кожна тістомісильна машина складається з трьох основних елементів: місткості для замісу тіста, місильного органу та його приводу.

Усі тістомісильні машини за характером роботи поділяються на машини періодичної та безперервної дії; за типом місткості – на машини зі

стаціонарними місткостями та підкатними діжами; за розміщенням та характером руху місильного органу машини бувають з горизонтальною, вертикальною та похилою вісю обертання місильного органу. Залежно від частоти обертання місильного органу машини бувають тихохідні, які мають частоту обертання місильного органу від 15 до 60 об/хв. та швидкохідні – 80-280 об/хв.

Тістомісильні машини періодичної дії з підкатними діжами призначені для замісу опари та тіста з пшеничного та житнього тіста. До цього типу машин відносяться тістомісильні машини ТММ-1М, Т1-ХТ-2А, А2-ХТБ.

Особливістю роботи тістомісильних машин періодичної дії з підкатними діжами є те, що перед замісом в діжу завантажують деяку порцію компонентів, діжу підкочують та фіксують на фундаментній площадці тістомісильної машини.

Після замісу діжу з тістом поміщають в камеру бродіння, де відбувається його дозрівання протягом декількох годин. До місильної машини в цей час підкочується наступна діжа, і цикл повторюється. На одну місильну машину відводиться від 5 до 12 діжей залежно від продуктивності лінії.

Переміщення діжей вимагає вживання фізичної праці, тому в окремих конструкціях тістоприготівельних агрегатів використовуються спеціальні конвеєри (кільцьові, ланцюгові) для механізації переміщення діжей.

Тістомісильна машиа ТММ-1М з підкатною діжею (рис 1.1.) використовується для замісу опари і тіста. Вологістю не менше 39% при виробленні різних сортів здобних булочних виробів на хлібопекарських підприємствах малої потужності і в кондитерських цехах. Машина складається із станини 7, важеля 2 з місильним органом 13 і направляючою лопаткою 17, обгороджування 1 місильного органу і привода. Місильний важіль спирається на шарнірну вилку 3. Хвостовик важеля вставлений в підшипник, укріплений в кривошипі 4, який змонтований на маточині зірочки 5.

Заміс тіста виконується в підкатній діжі ємністю 140 л. Діжа (рис.3.1.б) складається з триколісної каретки 18, на якій встановлена зварна ємність 19. До

днища ємкості приварений шліцьовий фланець 21 з шліцьовою втулкою 20, укріпленою в маточині 23 каретки.

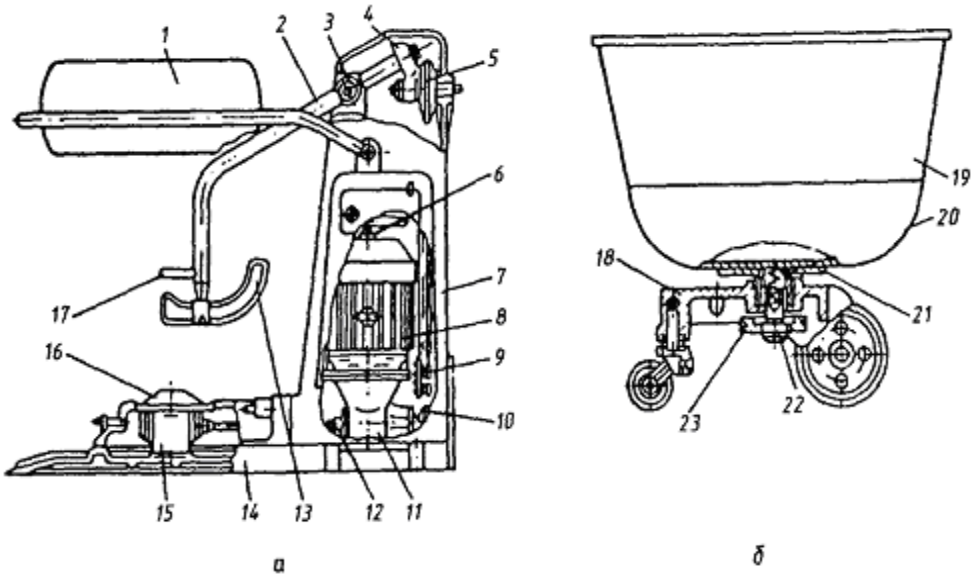

Рис.3.1.Тістомісильна машина ТММ-1М а)загальний вигляд; б)діжа

У цій маточині і розташований шліцьовий валик з квадратним хвостовиком 22. Діжа накочується на майданчик 14 при цьому квадратний хвостовик шліцьового валика діжі входить в квадратне гніздо диска 16. Після автоматичної фіксації в діжу поступають мука і рідкі компоненти. Машина приводиться в рух від електродвигуна 8 через головний редуктор 11. Вал черв’ячного колеса має два вихідних кінця. На одному кінці укріплена зірочка 10 ланцюгової передачі 9, що обертає зірочку 5, яка приводить в рух місильний важіль. Інший кінець валу через муфту і сполучний валик 12 передає рух черв'ячному редуктору 15. На валу черв’ячного редуктора 15 розташований диск 16, на якому обертається діжа. Для провертання місильного важеля в ручну на протилежному кінці валу електродвигуна закріплен маховик 6. Звільнення діжі після замісу виробляється за допомогою спеціальної педалі.

Тістомісильна машина А2-ХТБ (рис.3.2) призначена для порційного замісу напівфабрикатів і тіста в необертальних підкатних діжах у виробництві хлібних і кондитерських виробів.

Поставляється як самостійно, так і у складі комплекту устаткування пекарні малої потужності виробництва батонів і рогаликів з вищого ґатунку.

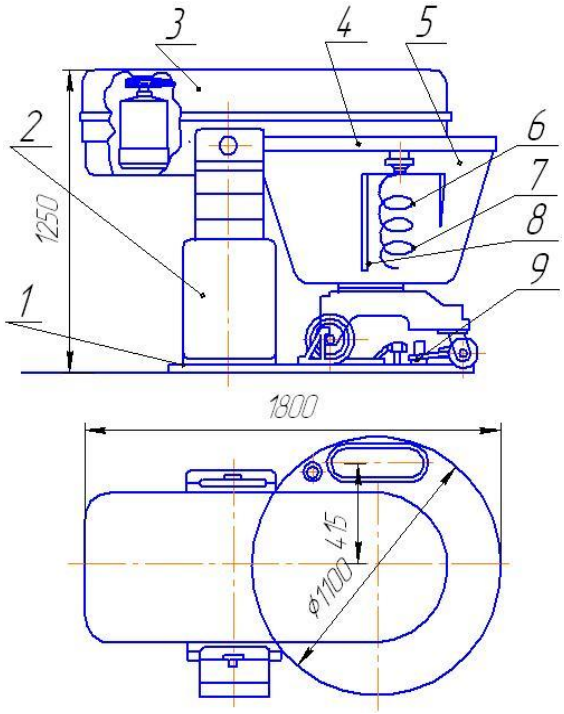

Рис.3.2.Тістомісильна машина А2-ХТБ.

Тістомісильна машина А2-ХТБ встановлюється на фундаментній плиті 1. На станині 2 розміщено привідний електродвигун та поворотна траверса 3, на якій закріплено привідний електродвигун, планетарний редуктор, який забезпечує привід місильного органу, закріпленого на шпинделі. Підкатну діжу 5 накатують на плиту та закріплюють на ній за допомогою фіксатора 9. Перед встановленням діжі траверса повертається на 55° за допомогою гвинтового пристрою та двох поводків. Після установки діжі траверса опускається в горизонтальне положення, а місильний орган 6 в діжу.

Місильний орган має конічний хвостовик, який встановлюється в гніздо вала планетарного редуктора та фіксується болтом. Планетарні рухи місильного органу досягаються під час обкатування рухомої шестерні навколо нерухомої.

В кришці 4 діжі 5 є отвори для подачі борошна та рідких компонентів. На панелі управління є кнопка підйому та опускання траверси. Пуску та зупинки місильного органу, а також автоматичне реле часу, з’єднане з привідним електродвигуном.

Місильний орган являє собою спіралевидний циліндричний шнек 6, навпроти якого за допомогою гвинтів закріплюється ніж для обмеження області

замісу 7 та ніж 8 для зачищення стінок, та разом з місильним органом обертається навколо осі діжі.

Принцип роботи машини полягає в наступному. Діжа накочується на фундаментну плиту та закріплюється на ній. Після натискання кнопки «Вниз» опускається поворотна траверса. За допомогою автоматичного реле часу встановлюється довжина замісу, завантажують в діжу борошно, та необхідні компоненти тіста та вмикають привід машини. Заміс виконується в результаті планетарного руху місильного органу. По закінченню замісу реле часу автоматично відключає привід машини та траверса піднімається вверх. Діжу з тістом відкочують, та підкочують наступну пусту.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика тістомісильних машин

Показники	Тістомісильні машини		
	Т1-ХТ-2А	ТММ-1М	А2-ХТБ
Продуктивність,т/добу	16	7	19
Ємність діжі, $м^3$	0,33	0,14	0,33
Час одного замісу, с	360-600	420-1200	180-480
Число коливань місильного органа, хв	24,2	26,75	-
Частота обертання місильного органа навколо власної вісі, $с^{-1}$ (об/хв)	-	-	6,3(60)
Частота обертання місильного органа навколо вісі діжі, $с^{-1}$ (об/хв)	-	-	1,63(15,6)
Потужність електродвигуна, кВт	3	2,2	6,25
Габаритні розміри , мм	1820х1300х1500	1325х795х1100	1800х1100х1250

Габаритні розміри діжі, мм: діаметр висота	1082 888	795 722	1082 888
Маса машини, кг	800	293	825
Маса діжі, кг	120	65	120

Основним недоліком існуючої на дільниці тістомісильної машини Л4-ХТ-2В є те, що вона з підкатними діжами.

Для вивантаження готового тіста з діжі необхідно застосовувати діжеперекидач, який працює від окремого приводу, тобто це зайві витрати на електроенергію.

Крім того, переміщення діжі заповненої тістом до діжеперекидача відбувається вручну, тому працівникам, що обслуговують тістомісильну машину впродовж всієї зміни необхідно прикладати значні фізичні зусилля. Також через значні маси підкатних діж з тістом підлогу в тістоприготувальному відділенні дільниці необхідно покривати чавунними плитами.

Базова тістомісильна машина має місильний орган у формі спіралі, який в перерізі має форму кола. Це морально застарілий тип місильного органу, котрий не дає можливості за короткий проміжок часу виконати якісний заміс тіста з мінімальними втратами енергії на його нагрівання.

Особливістю проєктованої тістомісильної машини Л4-ХТ-2ВМ є те, що не потрібен привод для перекидання діжі машини під час вивантаження тіста та повернення її у робоче положення. Під час замісу тіста фіксуючий пристрій тримає діжу машини у робочому положенні. Після завершення замісу діжа знімається з фіксуючого пристрою і, під дією власної ваги, перекидається. Після вивантаження тіста привод машини переважує й повертає її в робоче положення.

Місильний орган виконаний у вигляді трилопастного ротора, який складається з двох коротких лопатей і однієї подовженої. Кут атаки лопатей

становить 45°. Лопаті в перерізі мають форму крила літака, що оптимізує процеси перемішування і пластикації та зменшує витрати енергії на нагрівання тіста. Використання місильних лопатей подібних по профілю до крила літака дозволяє організувати високоякісне перемішування і пластикацію компонентів тіста по всьому об'єму робочої камери, а їх зменшене навантаження повністю компенсується малим гальмівним опором, який створюється рифлями на робочій поверхні діжі.

Також, дуже важливим аспектом є те, що конструкція машини передбачає повну механізацію і автоматизацію процесу заміса тіста. Завдяки пропонованій реконструкції буде значно спрощено процес приготування тіста, підвищиться якість замісу тіста, а значить і якість готових виробів.

Тому у якості реконструкції дільниці запропоновано замінити існуючу тістомісильну машину Л4-ХТ-2В з підкатними діжами на нову високоінтенсивну тістомісильну машину Л4-ХТ-2ВМ з автоматичним перекиданням діжі.

Реконструкція дільниці дасть можливість поліпшити якість та полегшить процес випічки хлібобулочних виробів.

Як видно з порівняльної характеристики тістомісильних машин та враховуючи вище сказане, можна зробити висновок про доцільність використання та експлуатації тістомісильної машини Л4-ХТ-2ВМ на підприємствах хлібопекарської промисловості.

3.2. Будова та принцип дії

Тістомісильна машина Л4-ХТ2ВМ дозволяє замішувати густі опари, житнє і пшеничне тісто із рецептурних компонентів, забезпечує високоінтенсивний і високоякісний заміс тіста, а також може бути використана для приготування інших сумішей.

Тістомісильна машина має циліндричну діжу (рис.3.4) зі сферичним днищем і гальмівними рифлями, що виконані у формі спіралі. Діжа консольно на шарнірі кріпиться на станині під кутом 35°. За рахунок нахилу діжі вся

тістова маса концентрується в одному місці, що дає змогу місильному органу з максимальною продуктивністю впливати на тісто.

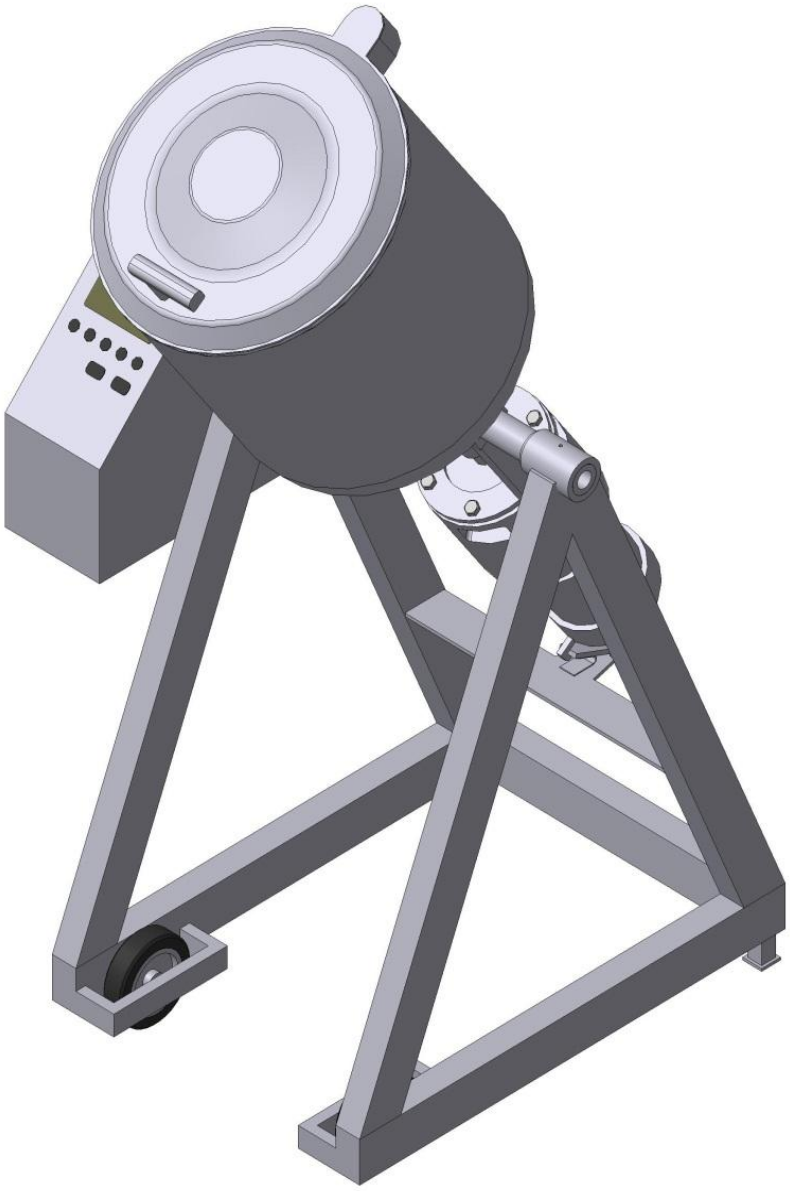

Рис. 3.3. Проєктована тістомісильна машина.

Проєктована тістомісильна машина (рис.3.1) має наступні технічні характеристики:

Об’єм діжі, $м^3$ 0,1

Потужність привода, кВт 2,2

Габарити, мм 1780х875х1080

Маса, кг 225

Рис. 3.4. Діжа тістомісильної машини.

Місильний орган (рис.3.5) виконаний у вигляді трилопастного ротора, який складається з двох коротких лопатей і однієї подовженої. Кут атаки лопатей становить 45°. Всі лопаті в перерізі мають форму крила літака, що оптимізує процеси перемішування і пластикації та зменшує витрати енергії на нагрівання тіста.

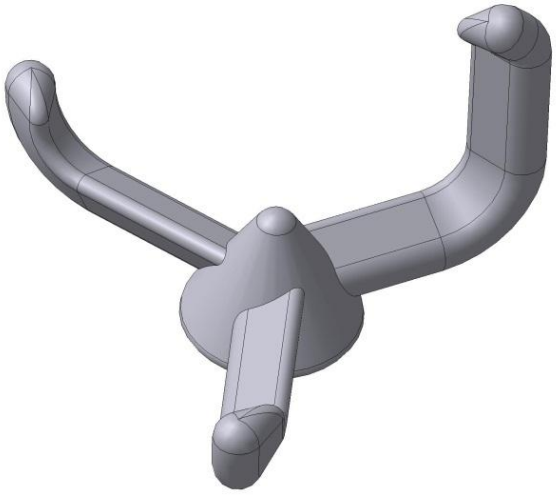

Рис. 3.5. Місильний орган тістомісильної машини.

Всі частини машини, що мають безпосередній контакт з тістом, виготовлено з харчової сталі марки 12Х18Н10Т.

В дію тістомісильна машина приводиться за допомогою планетарного мотор-редуктора МПз2-40 потужністю 2,2 кВт та частотою обертання на

вихідному валу 90 об/хв. Вал мотор-редуктора з'єднується з валом машини втулковою муфтою зі шпонками.

Змінювати частоту обертання валу можна за допомогою частотного перетворювача, який встановлено в блоці керування машини.

Окрім того, за допомогою пристроїв автоматичного керування можна процес замісу розбити на стадії відповідно класичній моделі замісу (перемішування компонентів, безпоседньо заміс, пластифікація).

Принцип роботи

У вихідному положенні (рис.3.3) в робочу камеру завантажують компоненти та закривають кришку і включають привод через систему автоматичного керування.

Замішування виконується внаслідок впливу на тісто трилопастного місильного органу та гальмівних рифлів, що забезпечує інтенсивне перемішування тіста і його раціональне переміщення по поверхні місильних органів.

Використання місильних лопатей подібних по профілю до крила літака дозволяє організувати високоякісне перемішування і пластикацію компонентів тіста по всьому об'єму робочої камери, а їх зменшене навантаження повністю компенсується малим гальмівним опором, який створюється рифлями на робочій поверхні діжі. Це також забезпечує мінімальну тривалість замішування.

Особливістю даної тістомісильної машини є те, що не потрібен привод для перекидання діжі машини (під час вивантаження тіста) та повернення її у робоче положення. Після завершення замісу діжа знімається з фіксуючого пристрою і, під дією власної ваги, нахиляється і фіксується у положенні розвантаження (рис.3.6) – під кутом 125°. Після того, як відкривається кришка, місильний орган виконує декілька повільних обертів з метою саморозвантаження тіста.

Після повного вивантаження тіста діжа знімається з фіксуючого пристрою, привод машини переважує й повертає її в робоче положення.

Рис. 3.6. Тістомісильна машина в положенні розвантаження.

Конструкція машини передбачає повну механізацію і автоматизацію процесів.

3.3. Розрахунок і проєктування тістомісильної машини Л4-ХТ2ВМ

3.3.1. Технологічний розрахунок

Тістомісильна машина повинна забезпечити продуктивність печі по тісту.

Вихідні дані:

Марка печі: БПР-Е1

Назва виробу: рогалики з повидлом

Маса тістової заготовки $m_т$, кг: 0,26

Кількість виробів на листі n, шт: 8

Кількість листів на подвійній вагонетці N, шт: 32

Час випікання $\tau_{вип}$, хв: 23

Продуктивність, печі по тісту:

$$П^{m}_{год}=\frac{N\cdot n\cdot m_{т}\cdot 60}{\tau_{вип}}, \text{ кг/год} \quad (3.1)$$

$$П^{гх}_{год}=\frac{26\cdot 8\cdot 0{,}26\cdot 60}{23}=141{,}08, \text{ кг/год}$$

Фактична продуктивність тістомісильної машини:

$$П=\frac{60\cdot V\cdot \rho\cdot K}{\tau}, \text{ кг/год} \quad (3.2)$$

V – об'єм корита тістомісильної машини, $м^3$: V=0,1;

ρ – густина тіста, $кг/м^3$: ρ=1100;

К – коефіцієнт заповнення корита(0,5…0,7): К=0,6;

τ – тривалість замісу плюс тривалість допоміжних операцій, хв: τ=4+6=10.

$$П=\frac{60\cdot 0{,}1\cdot 1100\cdot 0{,}6}{10}=396, \text{ кг/год}$$

Отже, тістомісильна машина повністю забезпечить тістом встановлену на лінії піч, а при необхідності і обидві печі, що встановлені на дільниці.

3.3.2. Енергетичний розрахунок

Баланс енерговитрат на заміс тіста за один оберт, або цикл місильної лопаті, визначається виразом:

$$A=A_1+A_2+A_3+A_4, \text{ Дж/об} \quad (3.3)$$

A_1 – робота, яка витрачається на перемішування маси без урахування витрат на нагрів маси за рахунок тертя;

A_2 – робота на переміщення лопатей;

A_3 – робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують;

A_4 – робота, яка витрачається на зміну структури тіста.

Враховуючи те, що машина має місильний орган, який складається з двох видів лопатей, розпишемо кожну складову балансу енерговитрат.

Робота, яка витрачається на перемішування маси без урахування витрат на нагрів маси за рахунок тертя:

$$A_1 = A_1^I + A_1^{II} = ab\pi\rho n^2 \sin\alpha(r_2^2 - r_1^2)((1-K)\pi^2(r_2^2 + r_1^2) + \frac{KS^2}{2}) + \\ + a_1 b\pi\rho n^2 \sin\alpha(r_4^2 - r_3^2)((1-K)\pi^2(r_4^2 + r_3^2) + \frac{KS_1^2}{2}); \quad (3.4.)$$

Робота на переміщення лопатей:

$$A_2 = A_2^I + A_2^{II} = 0{,}66ab\delta\rho_{мет}\pi^2 n^2(r_2^3 - r_1^3) + 0{,}66a_1 b\delta\rho_{мет}\pi^2 n^2(r_4^3 - r_3^3); \quad (3.5.)$$

Робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують:

$$A_3 = A_3^I + A_3^{II} = 124a\mu n(\frac{r_2^4 - r_1^4}{l} + \frac{2r_2^3 b\sin\alpha}{f}) + 124a_1\mu n(\frac{r_4^4 - r_3^4}{l_1} + \frac{2r_4^3 b\sin\alpha}{f}); \quad (3.6.)$$

Робота, яка витрачається на зміну структури тіста:

$$A_4 = 0{,}1A_1 \quad (3.7)$$

a, a_1 – кількість місильних лопатей, шт.: a=1; a_1=2;

b – ширина місильних лопатей, м: b=0,057;

δ – товщина місильних лопатей, м: δ≈0,02;

r_1, r_3 – відстань від осі обертання до початку місильної лопаті, м: r_1= r_3=0,05;

r_2, r_4 – відстань від осі обертання до кінця місильної лопаті, м: r_2=0,2; r_4=0,23;

α – кут нахилу місильних лопаей, °: α=45;

S – крок твірної нахилу місильних лопатей, м: S=0,3;

f_1, f_2 – зазор між кінцями лопатей і стінками місильної камери, м: f_1=0,05; f_2=0,02;

n – частота обертання місильного валу, c^{-1}: n=1,5;

K – коефіцієнт подачі тіста для лопатей: K=0,05;

l – відстань від лопаті до днища місильної камери, м: l=0,02;

ρ – густина тіста, кг/м^3: ρ=1100;

$\rho_{мет}$ – густина металевих частин машини, кг/м^3: $\rho_{мет}$=7800;

μ – динамічна в'язкість тіста, Па·с: μ=10.

Підставимо дані значення у формули та отримаємо:

$$A_1 = 1 \cdot 0{,}057 \cdot 3{,}14 \cdot 1100 \cdot 1{,}5^2 \sin 45° (0{,}2^2 - 0{,}05^2) \cdot ((1 - 0{,}05) \cdot 3{,}14^2 \cdot (0{,}2^2 + 0{,}05^2) + \frac{0{,}05 \cdot 0{,}3^2}{2}) +$$

$$+ 2 \cdot 0{,}057 \cdot 3{,}14 \cdot 1100 \cdot 1{,}5^2 \sin 45° (0{,}23^2 - 0{,}05^2) \cdot ((1 - 0{,}03) \cdot 3{,}14^2 \cdot (0{,}23^2 + 0{,}05^2) + \frac{0{,}03 \cdot 0{,}3^2}{2}) =$$

$$= 22{,}67 \text{ Дж/об};$$

$$A_2 = 0{,}66 \cdot 1 \cdot 0{,}057 \cdot 0{,}02 \cdot 7800 \cdot 3{,}14^2 \cdot 1{,}5^2 (0{,}2^3 - 0{,}05^3) +$$

$$+ 0{,}66 \cdot 2 \cdot 0{,}057 \cdot 0{,}02 \cdot 7800 \cdot 3{,}14^2 \cdot 1{,}5^2 (0{,}23^3 - 0{,}05^3) = 4{,}16 \text{ Дж/об};$$

$$A_3 = 124 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 1{,}5 \cdot (\frac{0{,}2^4 - 0{,}05^4}{0{,}02} + \frac{2 \cdot 0{,}2^3 \cdot 0{,}057 \cdot \sin 45°}{0{,}05}) +$$

$$+ 124 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 1{,}5 \cdot (\frac{0{,}23^4 - 0{,}05^4}{0{,}02} + \frac{2 \cdot 0{,}23^3 \cdot 0{,}057 \cdot \sin 45°}{0{,}02}) = 874{,}2 \text{ Дж/об};$$

$$A_4 = 0{,}1 \cdot 22{,}67 = 2{,}27 \text{ Дж/об};$$

За отриманими даними, визначимо значення сумарної роботи за один оберт місильного органу:

$$A = 22{,}67 + 4{,}16 + 874{,}2 + 2{,}27 = 903{,}3 \text{ Дж/об}.$$

3.3.3. Кінематичний розрахунок

Потужність приводу:

$$N_{дв} = \frac{A \cdot n}{\eta_{заг}}, \text{ Вт} \qquad (3.8)$$

$\eta_{заг}$ – загальний коефіцієнт корисної дії;

$$\eta_{заг} = \eta_1 \cdot \eta_2, \qquad (3.9)$$

η_1 – коефіцієнт корисної дії муфти: η_1=0,99;

η_2 – коефіцієнт корисної дії пари підшипників: η_2=0,99;

$$\eta_{заг} = 0{,}99 \cdot 0{,}99 = 0{,}98$$

$$N_{дв}=\frac{903,3\cdot 1,5}{0,98}=1382,6\ \text{Вт}$$

За отриманими даними по таблицям вибираємо мотор–редуктор, який можна кріпити вертикально: МПз2-40; N=2,2кВт; $n_{дв}$=90об/хв.

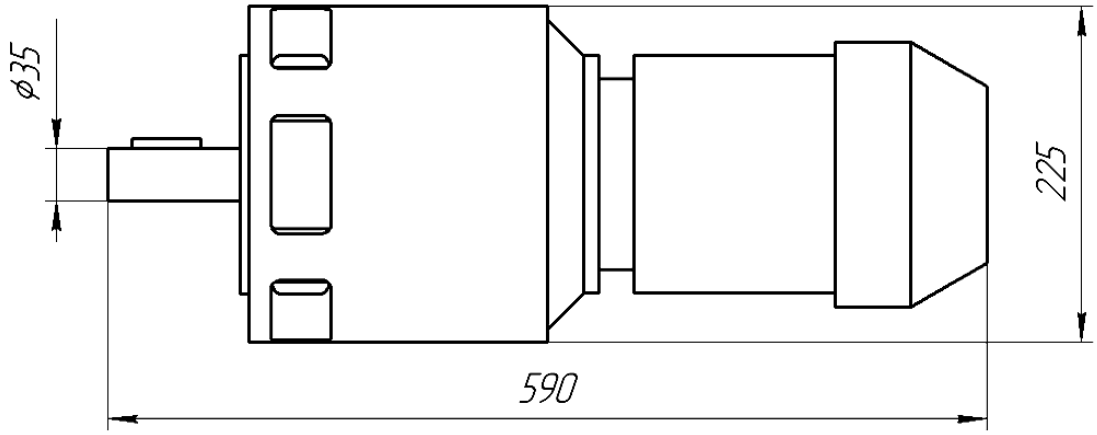

Рис. 3.7. Ескіз мотор-редуктора МПз2-40

Визначення потужності на валах (рис.3.8):

$N_1=2,2$ кВт;

$N_2=N_1\cdot\eta_1=2,2\cdot 0,99=2,178$ кВт;

$N_3=N_2\cdot\eta_2=2,178\cdot 0,99=2,156$ кВт;

Визначення частоти обертання на валах:

$n_1=n_2=n_3=90$ об/хв;

Визначення крутних моментів на валах машини:

$$T=9550\cdot\frac{N}{n},\ \text{Н}\cdot\text{м} \qquad (3.10)$$

$$T_1=9550\cdot\frac{2,2}{90}=233,44,\ \text{Н}\cdot\text{м};$$

$$T_2=9550\cdot\frac{2,178}{90}=231,11,\ \text{Н}\cdot\text{м};$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{2{,}156}{90} = 228{,}78, \text{ Н·м;}$$

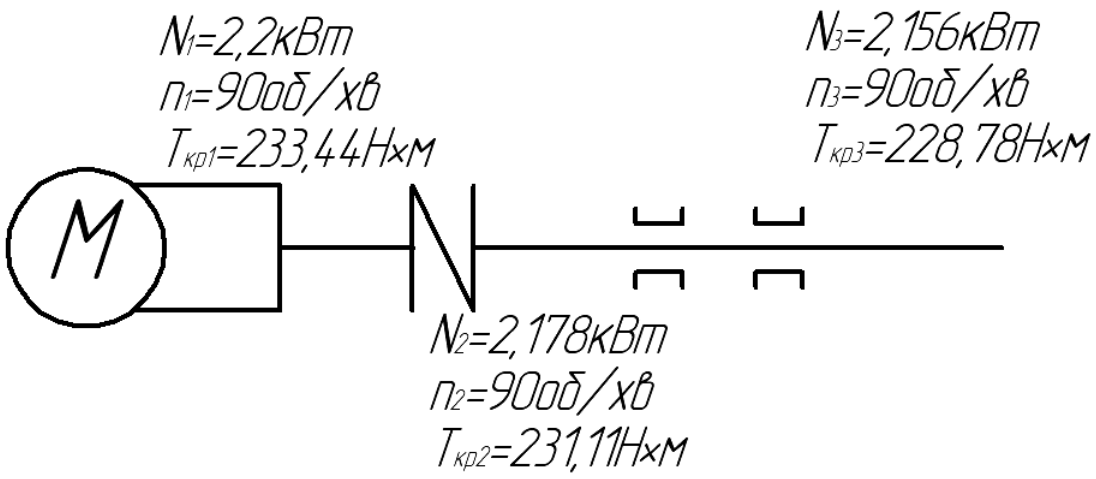

Рис. 3.8. Кінематична схема приводу тістомісильної машини Л4-ХТ2ВМ

3.3.4. Розрахунок балансу рівноваги

Особливістю даної тістомісильної машини є те, що не потрібен привод для перекидання діжі машини під час вивантаження тіста та повернення її у робоче положення. Під час замісу тіста фіксуючий пристрій тримає діжу машини у робочому положенні. Після завершення замісу діжу знімають з фіксуючого пристрою і вона під дією власної ваги перекидається. Після вивантаження тіста привод машини переважує й повертає її в робоче положення.

Щоб машина працювала саме так, необхідно забезпечити наступні умови рівноваги:

$$G_{з.д.} \cdot l_1 > G_{пр} \cdot l_2 \tag{3.11}$$

$$G_{п.д.} \cdot l_1' < G_{пр} \cdot l_2' \tag{3.12}$$

$G_{з.д.}, G_{пр}, G_{п.д.}$ – вага відповідно заповненої діжі, приводу та пустої діжі;

l_1, l_2 – відстані до осі обертання від центрів мас заповненої діжі та приводу (коли діжа в робочому положенні (рис.3.9));

l_1', l_2' – відстані до осі обертання від центрів мас пустої діжі та приводу (коли діжа в положенні вивантаження тіста (рис.3.10)).

Координати центрів мас та відстані від центрів мас до осі обертання було встановлено.

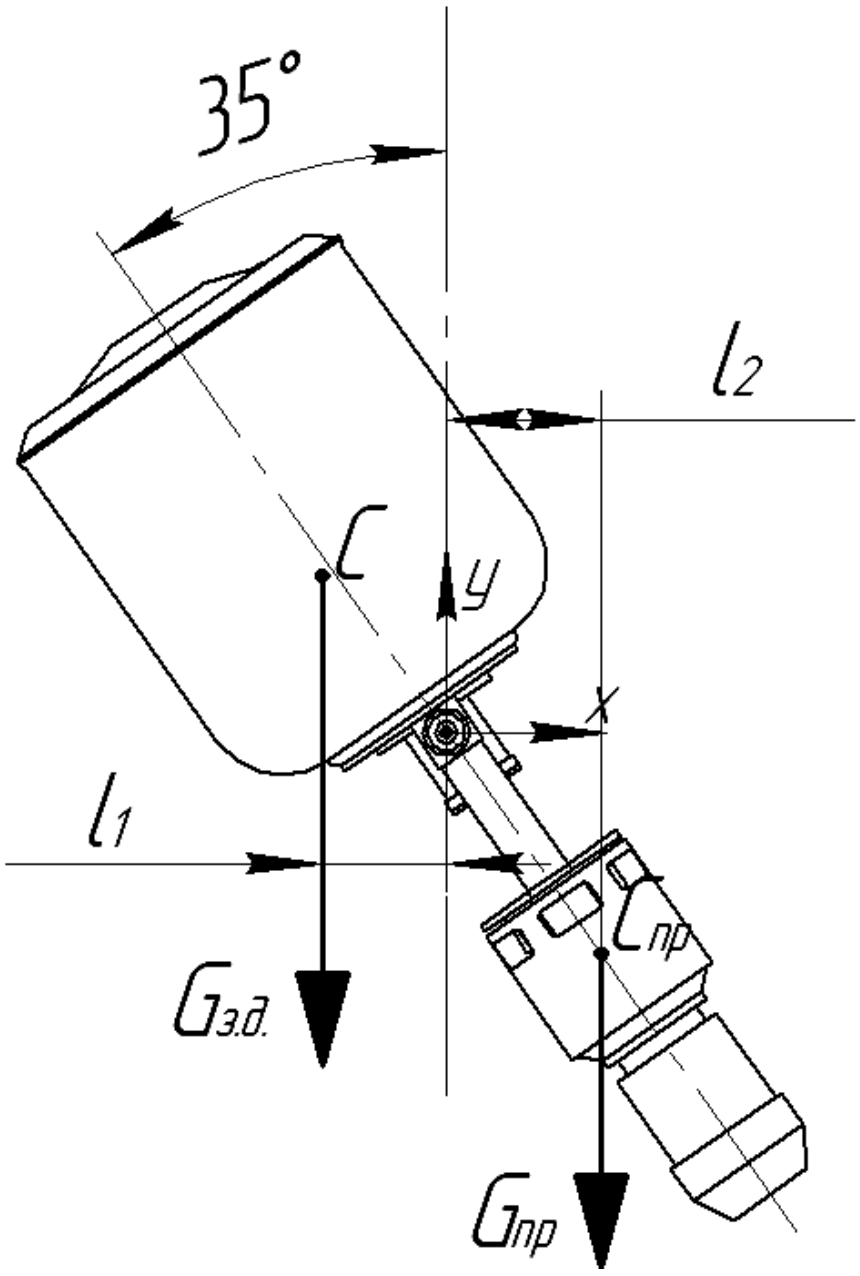

Рис. 3.9. Баланс рівноваги при робочому положенні діжі

Відстані від центрів мас до осі обертання становлять:

$$l_1 = 164\,\text{мм}; l_2 = 205\,\text{мм}; l_1' = 228\,\text{мм}; l_2' = 293\,\text{мм}.$$

Вагу можна знайти за формулою:

$$G = m \cdot g \tag{3.13}$$

m – маса, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2.

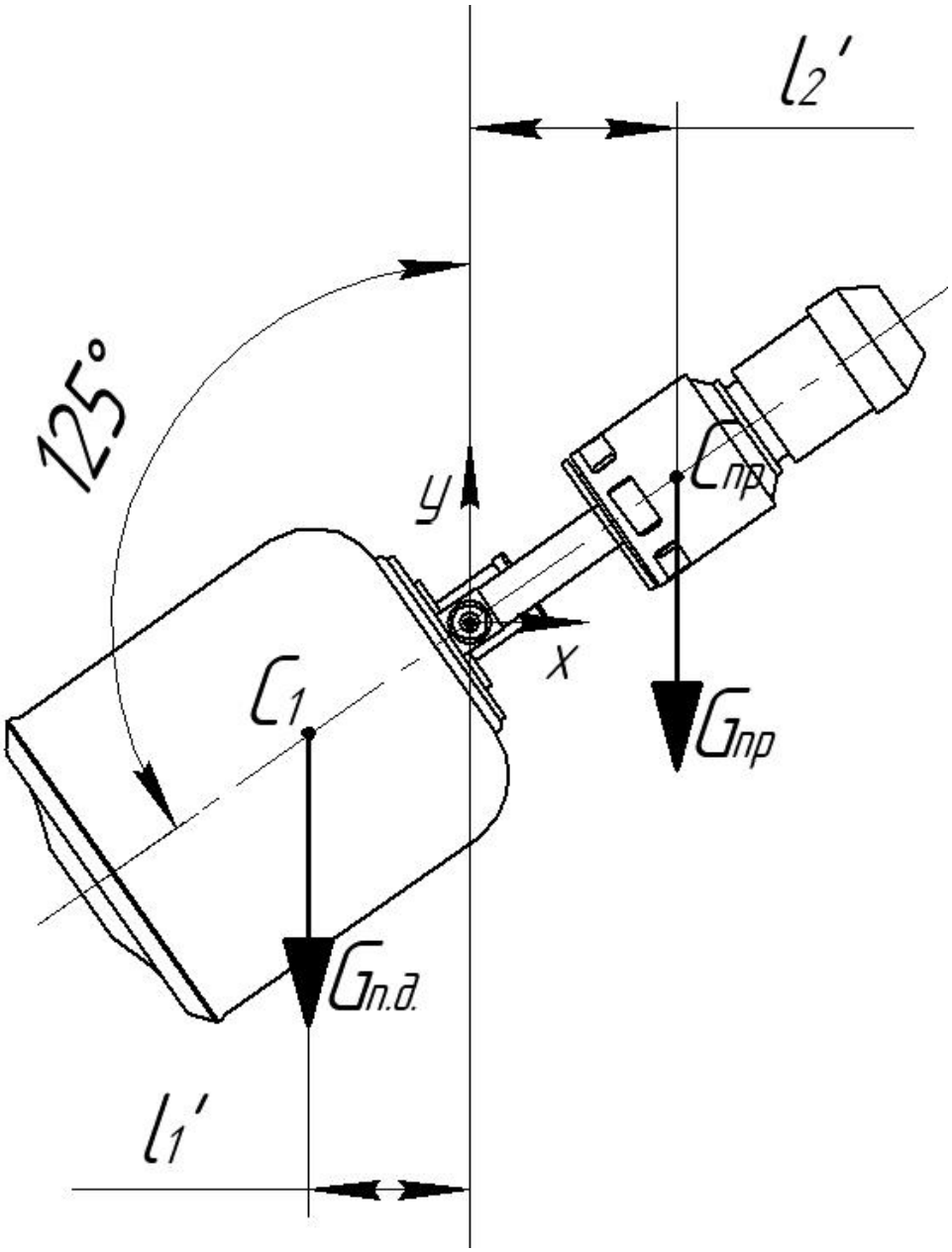

Рис. 3.10. Баланс рівноваги при положенні діжі під час розвантаження

За допомогою технічної характеристики тістомісильної машини були встановлені маси заповненої діжі, пустої діжі та приводу:

$m_{з.д.}=140$ кг; $m_{п.д.}=74$кг; $m_{пр.}=70$ кг.

Звідси:

$G_{з.д.}=140\cdot9{,}81=1373{,}4$ Н;

$G_{п.д.}=74\cdot9{,}81=725{,}94$ Н;

$G_{пр}=70\cdot9{,}81=686{,}7$ Н.

$G_{з.д.}\cdot l_1=1373{,}4\cdot0{,}164=225{,}24$ Н·м;

$G_{п.д.}\cdot l_1'=725{,}94\cdot0{,}228=165{,}51$ Н·м;

$G_{пр}\cdot l_2'=686{,}7\cdot0{,}293=201{,}2$ Н·м;

Знайдені значення підставляємо в нерівності (3.11) та (3.12):

$225{,}24$ Н·м$>140{,}77$ Н·м; $165{,}51$ Н·м$<201{,}2$ Н·м.

Умови, необхідні для правильної роботи машини, виконані.

3.3.5. Розрахунок вала

Крутний момент на валу становить $T_{кр}=231{,}11$Н·м.

Знайдемо зусилля, що будуть виникати на лопатях під час замісу:

$$P=\frac{T_{кр}}{R}, \text{ Н;} \qquad (3.14)$$

R – плече сили (середній радіус лопаті), м: R=0,14.

$$P=\frac{231{,}11}{0{,}14}=1650{,}79 \text{ Н.}$$

Виходячи з того, що місильні лопаті встановлено під кутом атаки 45º, зусилля, що виникають можна розкласти на поперечні і осьові:

$$P_{пол.}=P\cdot\cos 45^\circ=P_{ос.}=P\cdot\sin 45^\circ=1650{,}79\cdot 0{,}71=1167{,}28\ \text{Н}$$

Припустимо, що зусилля розподіляються по всім трьом лопатям однаково, тоді поперечні зусилля для кожної лопаті дорівнюють:

$$\text{Р}=\frac{1167{,}28}{3}=389{,}09\ \text{Н}$$

Згідно схеми розташування місильних лопатей (рис.3.11), у вертикальній площині поперечні сили на вал не діють, а у горизонтальній площині буде діяти сила Р=389,09 Н.

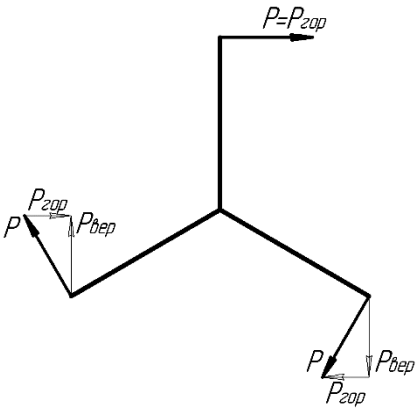

Рис. 3.11. Схема розташування місильних лопатей та проекцій поперечних сил в горизонтальній та вертикальній площинах

Знайдемо реакції в опорах від дії поперечних сил в горизонтальній площині:

$$\sum M_A=0;$$

$$R_B\cdot a-P\cdot(a+b)=0;$$

$$R_B\cdot 0{,}095-389{,}09\cdot 0{,}17=0;$$

$$R_B=\frac{389{,}09\cdot 0{,}17}{0{,}095}=696{,}27\ \text{Н};$$

$$\sum M_B=0$$

$$R_A\cdot a-P\cdot b=0;$$

$$R_A \cdot 0{,}095 - 389{,}09 \cdot 0{,}075 = 0;$$

$$R_A = \frac{389{,}09 \cdot 0{,}075}{0{,}095} = 307{,}18 \text{ Н.}$$

Перевіримо правильність розрахунку реакцій в опорах. Сума всіх проекцій сил повинна дорівнювати 0.

$$R_A - R_B + P = 307{,}18 - 696{,}27 + 398{,}09 = 0$$

Отже, реакції в опорах визначені вірно.

Значення згинаючого моменту у горизонтальній площині:

$$M_{зг}^{B} = P \cdot b;$$

$$M_{зг}^{B} = 389{,}09 \cdot 0{,}075 = 29{,}18 \text{ Н·м;}$$

Будуємо епюру згинаючих моментів (рис.3.12).

Крутний момент діє однаково по всій довжині валу, тому можна побудувати епюру крутних моментів (рис.4.6) без розрахунків.

Значення еквівалентних моментів знаходимо за формулою:

$$M_{екв} = \sqrt{M_{сум}^2 + 0{,}75 \cdot T_{кр}^2} \text{ , Н·м} \qquad (3.15)$$

В небезпечному перерізі (точка В) еквівалентний момент має значення:

$$M_{екв} = \sqrt{29{,}18^2 + 0{,}75 \cdot 231{,}11^2} = 202{,}26 \text{ Н·м;}$$

Будуємо епюру еквівалентних моментів (рис.3.12).

Визначимо діаметр місильного валу в небезпечному перерізі за формулою:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{екв}^{max}}{3{,}14 \cdot [\sigma]}} \text{ , м} \qquad (3.16)$$

[σ] – допустиме напруження, МПа:

[σ]=270 (Матеріал валу Сталь 45).

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 202{,}26}{3{,}14 \cdot 270 \cdot 10^6}} \approx 0{,}02 \text{ м.}$$

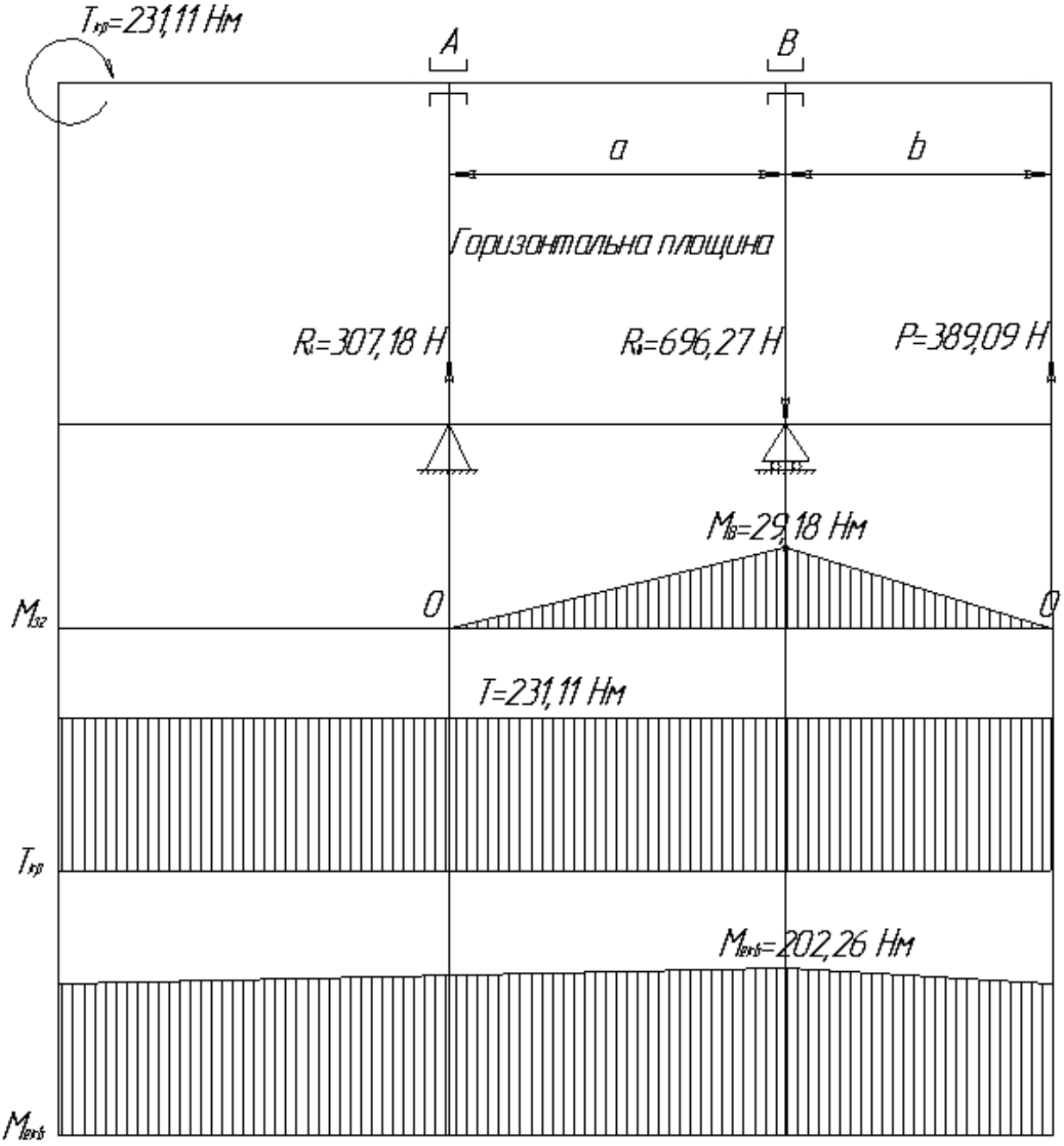

Рис. 3.12 Епюри моментів

Отже діаметр валу в небезпечному перерізі повинен бути не менше 20мм.

Коструктивно приймаємо діаметр валу під підшипники $d = 40$ мм.

3.3.6. Підбір і розрахунок муфти

Розрахунок муфт проводиться за розрахунковим крутним моментом.

Знаходимо розрахунковий крутний момент :

$$T_p = K_к \cdot T_{ном}, \text{ Н·м} \qquad (3.17)$$

$К_к$ – коефіцієнт запасу, який вибирається в залежності від виду приводу: $К_к$ = 1,45;

$Т_{ном}$ – номінальний крутний момент на валу мотор-редуктора: $Т_{ном}$ = 233,44 Н·м;

Підставивши дані значення у формулу, отримаємо:

$$T_p = 1{,}45 \cdot 233{,}44 = 338{,}49, \text{ Н·м.}$$

За значенням розрахункового моменту вибираємо муфту втулкову зі шпонками (рис.3.13). Допустимий крутний момент, Н·м: $Т_{кр}$ = 348,26 > $Т_р$=338,49.

Розрахунок втулки:

Внутрішній діаметр втулки, мм: d = 35;

Зовнішній діаметр втулки, мм: D = 50;

Довжина втулки, мм: l = 105.

Розрахунок втулки виконуємо за умовою міцності на кручення:

$$\tau = T_p / W_p = 16 \cdot T_p / (\pi \cdot D^3 (1 - (d/D)^4)) \le [\tau] \qquad (3.18)$$

$$\tau = 16 \cdot 338{,}49 / (3{,}14 \cdot 0{,}05^3 (1 - (0{,}035/0{,}05)^4)) =$$
$$= 18{,}16 МПа \le [\tau] = 30 МПа$$

[τ]=30...40 МПа.

Розрахунок шпонок муфти:

Ширина шпонки, мм: b=10;

Висота шпонки, мм: h=8;

Глибина шпоночного пазу, мм: t_1=5; t_2=3,3.

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок є зминання від крутного момента.

$$\sigma_{зм}=\frac{2T_p}{dl_p\left(h-t_1\right)}\leq\left[\sigma_{зм}\right], \tag{3.19}$$

Звідси знайдемо робочу довжину шпонки:

$$l_p=\frac{2T_p}{d\left(h-t_1\right)\left[\sigma_{зм}\right]} \tag{3.20}$$

Допустимі напруження на зминання залежать від режиму навантаження з'єднання, міцності матеріалу вала і втулки, виду посадки на вал. При перехідних посадках втулки на вал $\left[\sigma_{зм}\right]=100...120МПа$ (втулка виготовлена зі сталі).

$$l_p=\frac{2\cdot338{,}49}{0{,}035\left(0{,}01-0{,}0033\right)\cdot100\cdot10^6}=0{,}029,\text{м}$$

Повну довжину шпонки знайдемо з виразу:

$$l_p=l-b\Rightarrow l=l_p+b \tag{3.21}$$

$$l=0{,}029+0{,}01=0{,}039,\text{м}$$

Вибираємо довжину шпонки із стандартного ряду: l=40мм.

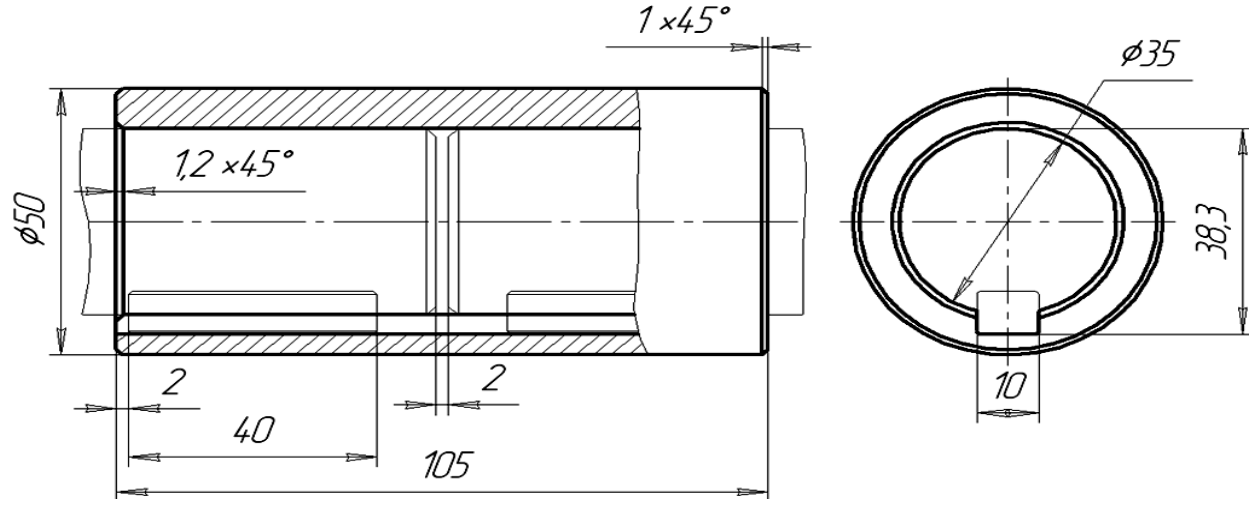

Рис. 3.13. Ескіз муфти

3.3.7. Підбір і розрахунок підшипників

Вихідні дані для розрахунку підшипників:

Радіальні навантаження на опори вала: $R_A = 307{,}18$ Н;

$R_B = 696{,}27$ Н;

Осьове навантаження вала: $P_{ос.} = 1167{,}28$ Н;

Діаметр посадочних місць вала під підшипники: $d = 40$ мм;

Частота обертання вала: n=90 об/хв;

Ресурс приймаємо L_h=25000год;

Режим навантаження – III, K_E=0,56.

Знаходимо еквівалентні навантаження:

$$F_E = K_E \cdot F \qquad (3.22)$$

$F_{r1} = K_E \cdot R_A = 0{,}56 \cdot 307{,}18 = 172{,}02$ Н;

$F_{r2} = K_E \cdot R_B = 0{,}56 \cdot 696{,}27 = 389{,}91$ Н;

$F_A = K_E \cdot P_{ос} = 0{,}56 \cdot 1167{,}28 = 653{,}68$ Н.

Попередньо приймаємо конічний роликовий підшипник легкої серії 7208 (рис.3.14). Схема установки підшипників – враспор.

Для цього підшипника вантажопідйомність: C_r=42400 Н; фактори навантаження: e=0,38; Y=1,56.

Знаходимо осьові складові від радіальних навантажень:

$$S = 0{,}83 \cdot e \cdot F_r \qquad (3.23)$$

$S_1 = 0{,}83 \cdot 0{,}38 \cdot 172{,}02 = 54{,}26$ Н;

$S_2 = 0{,}83 \cdot 0{,}38 \cdot 389{,}91 = 122{,}98$ Н.

Так як $S_1 < S_2$ і $F_A \geq S_2 - S_1$, то

$F_{a1} = S_1 = 54{,}26$ Н;

$$F_{a2}=F_{a1}+F_A=54{,}26+653{,}68=707{,}94 \text{ Н.}$$

Тепер необхідно порівняти відношення $F_a/(V\cdot F_r)$ з коефіцієнтом e і остаточно прийняти значення коефіцієнтів X і Y:

При $F_a/(V\cdot F_r)\le e$ приймають X=1 і Y=0; при $F_a/(V\cdot F_r)>e$ остаточно приймають значення коефіцієнтів X=0,4 і Y, що записане раніше.

Тут V – коефіцієнт обертання: при обертанні внутрішнього кільця підшипника V=1.

Відношення $F_{a1}/(V\cdot F_{r1})=54{,}26/(1\cdot 172{,}02)=0{,}32$, що менше e=0,38.

Тоді для опори 1(A) X=1 і Y=0.

Відношення $F_{a2}/(V\cdot F_{r2})=707{,}94/(1\cdot 389{,}91)=1{,}82$, що більше e=0,38.

Тоді для опори 2(B) X=0,4 і Y=1,56.

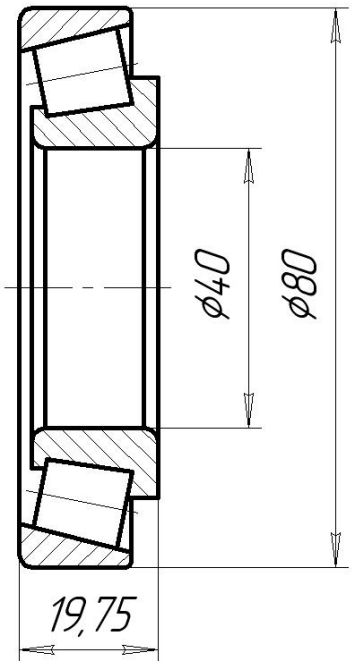

Рис. 3.14. Ескіз підшипника

Еквівалентне динамічне радіальне навантаження можна знайти за формулою:

$$P_E=(X\cdot V\cdot F_r+Y\cdot F_a)\cdot K_б\cdot K_T \quad (3.24)$$

$К_б$ – коефіцієнт безпеки: $К_б$=1,3;

$К_т$ – температурний коефіцієнт: $К_т$=1.

$$P_{E1}=(1\cdot1\cdot172{,}02+0\cdot54{,}26)\cdot1{,}3\cdot1=223{,}63 \text{ Н};$$

$$P_{E2}=(0{,}4\cdot1\cdot389{,}91+1{,}56\cdot707{,}94)\cdot1{,}3\cdot1=1638{,}46 \text{ Н}.$$

Для більш навантаженої опори 2(В) визначаємо необхідну динамічну вантажопідйомність підшипника:

$$C_{необ.}=P_E\cdot\sqrt[p]{\frac{L_h\cdot n\cdot60}{10^6}} \quad (3.25)$$

Для роликових підшипників р=10/3.

$$C_{необ.}=1638{,}46\cdot3{,}33\sqrt{\frac{25000\cdot90\cdot60}{10^6}}=7137{,}33 \text{ Н}.$$

Для перевірки придатності попередньо прийнятого підшипника необхідно порівняти значення необхідної та дійсної вантажопідйомності.

Так як $С_{необ.}$< $С_г$ (7137,33<42400), то попередньо прийнятий підшипник підходить.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Загальні вимоги

Правила технічної експлуатації обладнання передбачають забезпечення нормальних зовнішніх вимог його роботи (відповідність приміщень, температура, вологість, чистота повітря), належного стану робочого місця (стан підходів до обладнання, зберігання напівфабрикатів, інвентаря), підтримка обладнання в чистоті, своєчасне та правильне змащування по встановлених для даної машини режимам, додержування допустимих режимів роботи механізмів (навантаження силові, швидкісні), виконання правил управління машиною, виконання передбачених системою ППР правил міжремонтного обслуговування. Нагляд за технічним станом обладнання на заводі здійснює відділ головного механіка, який не тільки контролює умови експлуатації, але і готовить технічні рекомендації по покращенню стану обладнання.

Догляд за обладнанням має важливе значення для зберігання його працездатності. При ретельному догляді можна збільшити термін його служби до чергового ремонту. Перед початком роботи робітник забов'язаний оглянути машин, перевірити, чисто чи вона прибрана робітником, який здає зміну, вмикнути та перевірити робочий її стан, оглянути місця змащування, наявність мастила в них. При виявленні яких – небудь пошкоджень чи неполадок, робітник, не приступаючи до роботи повинен доповісти про них майстру.

В процесі роботи необхідно слідкувати за тим, щоб робочі органи машини були справні. За поломку, викликану неправильною експлуатацією, несуть відповідальність як робочий так і майстер. Не допускається залишати працюючу машину без нагляду.

На проміжку робочої зміни необхідно виконувати змащування всіх місць, передбачених картою змащування для даної машини, мастилом, передбаченим в інструкції.

Під час роботи машини необхідно слідкувати за температурою підшипників. При появі стороннього шуму в працюючому механізмі робітник повинен зупинити машину та виконати необхідне регулювання. При дрібних

поломках, що не викликають простою, необхідно зразу ж замінити зламану частину запасною; при поломках, що викликають простой машини, робітник повинен зразу ж сповістити про це майстра.

4.2. Налагодження

Правила технічної експлуатації тістомісильної машини Л4-ХТ-2ВМ включають:

1. Забезпечення зовнішніх умов її роботи (відповідність приміщень, чистота, температура, вологість, чистота повітря та інше);
2. Забезпечення належного стану робочого місця (стан проходів до машини);
3. Підтримка машини в чистоті, своєчасне і правильне змащування;
4. Виконання допустимих режимів роботи (навантаження силові, швидкісні, теплові та інші);
5. Виконання правил управління машиною (пуск, експлуатація, зупинка);
6. Виконання заходів обумовлених системою планового технічного обслуговування та ремонту.

Під час експлуатації категорично забороняється:

– вмикати привод без захисного заземлення;
– виконувати технічне обслуговування машини на ходу;
– заставляти проходи навколо машини.

Порушення правил експлуатації машини може викликати її пошкодження і відмову.

За вихід з ладу обладнання при невірній його експлуатації несуть персональну відповідальність робітники, що обслуговують це обладнання. За кожне пошкодження або аварію, що виникла внаслідок несвоєчасного ремонту несуть відповідальність робітники, що виконували ремонт, в усіх інших випадках несуть відповідальність відповідні інженерно-технічні працівники хлібокомбінату.

При підготовці обладнання до монтажних, ремонтних, очисних робіт необхідно провести ряд підготовчих операцій. До них відносяться зупинка обладнання, перекриття матриці, видалення залишків продуктів, відключення від джерел, які б могли привести в дію обладнання, перевірка достатньої освітленості, наявності інструкцій з техніки безпеки та знання її робітниками.

При виході обладнання з ладу можливі випадки різних несправностей елементів схеми. Оперативний пошук несправностей зменшує простої обладнання. Для скорочення часу пошуку необхідно правильно поставити процес діагностики систем керування.

4.3. Технічне обслуговування

Надійна і довговічна робота лінії по виробництву рогаликів з повидлом забезпечується тільки за умови суворого дотримання правил експлуатації, своєчасного, якісного і повного проведення технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних робіт, передбачених посібником з експлуатації.

До робіт по монтажу, наладці, експлуатації й обслуговуванню обладнання допускаються особи, що вивчили дане обладнання і пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Для забезпечення більш якісної підготовки обладнання до роботи рекомендується проводити пусконалагоджувальні роботи наладчиками організації-виробника. При підготовці пусконалагоджувальних робіт сторонніми організаціями, виробник не несе відповідальність за якість наладки і роботу обладнання не гарантує.

Упаковування і консервація повинні забезпечувати цілісність машини при транспортуванні і зберіганні не менше ніж дванадцять місяців від дня відвантаження на підприємство-споживач. У випадку зберігання машини більше зазначеного строку, споживач повинен провести переконсервацію.

Машина повинна бути упакована в ящик з пакувальним кресленням. За домовленістю зі споживачем машину можна доставляти без упаковки. Експлуатаційна і товаровиробнича документація повинна бути завернута у

парафінований папір, герметично упакована в пакет з поліетилену і вкладена в ящик або прикріплена до машини в разі постачання машини без упаковування.

До початку монтажу машина повинна зберігатись в упакованому стані в складських приміщеннях що не опалюються або під навісом. Зберігання на відкритих майданчиках допускається при умові покриття вологонепропускним матеріалом.

Зберігання машини без упаковки повинно виконуватись тільки в приміщенні.

Правила розпакування і монтажу машини:

– перед розпакуванням слід впевнитися в цілісності ящика;

– розпакувати машину і перевірити комплектність відповідно упаковувальній відомості;

– дотримуватись обережності при розпаковуванні, щоб не пошкодити зовнішні поверхні машини;

– ознайомитись з технічним описом та інструкцією експлуатації;

– очистити машину та її частини від консерваційного змащування, пилу і бруду, провести санітарну обробку внутрішніх поверхонь складових частин машини у відповідності з вимогами.

Машину встановлюють у виробничих приміщеннях тістоприготувального відділення. Спеціальних фундаментів для її монтажу не потрібно.

Підключати електрообладнання необхідно згідно схеми електричних з’єднань у відповідності з діючими нормами, необхідно провести надійне заземлення.

Для перевірки якості ремонту і монтажу тістомісильна машина підлягає індивідуальним випробуванням.

Перед початком експлуатаційних випробувань необхідно:

– перевірити вірність взаємного положення і надійність закріплення деталей і вузлів машини;

– перевірити чистоту і заповнення мастильними матеріалами устроїв та систем мащення;

– провернути від руки на один цикл роботи рухомі вузли з метою пересвідчення заїдань і вірності складання обладнання;

– перевірити наявність запобіжних устроїв і автоматичних вимикачів.

Під час роботи машини в режимі холостого ходу визначають:

– загальний характер роботи (шум, вібрації, товчки, удари і т.п.);

– нагрів підшипників, направляючих та інших деталей тертя;

– биття валів;

– відповідність направлення обертання і число обертів.

Карта змащування тістомісильної машини Л4-ХТ-2ВМ

Номер точки на схемі змащу-вання	Місце змащування	Кіль-кість мас-тила	Мастиль-ний матеріал	Спосіб змащування	Періодич-ність змащування
1	Підшипники мотора-редуктора	1	Солідол УС – 2	Набивка	1 раз в 3 місяці
2	Підшипники привідного валу	2	Мастило ЦІАТИМ-221	Набивка	1 раз в місяць
3	Підшипник місильного Органу	1	Літол 24	Шпріцування	1 раз в тиждень
4	Підшипник шарнірного з’єднання	1	Консистентна УС – 2	Шприц	Через 30 змін роботи

4.4. Автоматизація виробництва

Схема автоматизації періодичного процесу замісу тіста передбачає контроль температури рідких компонентів та тіста, сигналізацію рівня борошна та рідких компонентів в дозаторах; місцеве розміщення приладів, вимірюючих температуру недоцільне, так як температура опари та тіста являється одним із

основних параметрів які впливають на їх якість, та на початку процесу їх приготування підтримується звичайним шляхом стабілізації температури інгредієнтів, поступаючих на заміс. Оскільки основну масу опари складають борошно та вода, а кількість інших компонентів – дріжджів, солі та інше порівняно невелике та, крім того, температура останніх регулюється в процесі їх приготування, то регулювання температури опари та тіста зводиться до регулювання температури води, що подається на заміс з урахуванням температури борошна, що подається.

Температура повітря у тістоприготувальних відділеннях за звичай приблизно така сама, як і температура опари чи тіста, величина температури в процесі бродіння змінюється незначно і не виходить за межі допустимого технологічними вимогами.

Вологість опари та тіста є найбільш важливим технологічним параметром, але прямий спосіб визначення її дуже трудомісткий та тривалий. Крім того при автоматизації вузла дозування рідких компонентів практично забезпечується задана вологість тіста. Тому автоматичне дозування рідких інгредієнтів з урахуванням контролю вологості борошна виключає необхідність прямого контролю вологості опари чи тіста.

Таблиця 4.1 – Завдання на розробку системи автоматизації процесу приготування тіста

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контроля чи управління	Допоміжні вимоги
1.	Напірна ємність і бункер для борошна	Температура в напірній ємності	27±1°С	Контроль Контроль	Показ Сигналізація	Світлова
		Рівень	1,5±0,1 м	Контроль Регулювання	Сигналізація Підтримка в заданому діапазоні	Світлова Дія на подачу води, борошна

2.	Змішувальна машина	Температура в машині	29±1 °С	Контроль	Показ, сигналізація	Світлова
		В’язкість	5 Па·с	Контроль	Показ	
3.	Електропривод змішувальної машини	Стан		Управління	Ручне	Пуск, зупинка
4.	Напірна ємність для води	Витрата води	70±5 л/год	Контроль	Показ, сигналізація	Світлова
5.	Електродвигун насосу	Стан		Управління	Ручне	Пуск, зупинка

Опис схеми автоматизації та заказна специфікація на прилади та засоби автоматизації

Автоматичний контроль температури в дозаторі рідких компонентів у схемі здійснюється за допомогою манометричного термометра (1а). В ньому використовується властивість газоподібного середовища, яке знаходиться у герметичній системі, змінювати свій об’єм і тиск в залежності від зміни температури. Якщо вимірюєма температура знаходиться у встановлених границях, то контакти приладу розімкнені. При відповідності температури одному з граничних значень спрацьовують контакти, в результаті чого замикається електричний ланцюг в якому знаходиться сигнальна лампа, що попереджає обслуговуючий персонал про порушення технологічності процесу.

Для контролю рівня борошна в дозаторі використовується мембранний сигналізатор рівня (4а) який використовується для сипких матеріалів і встановлюється на стінках бункера. Чуйним елементом датчика є гнучка гумова мембрана, яка під дією маси контролюємого матеріалу прогинається і за допомогою алюмінієвого диску діє на пластинчату пружину. Остання натискає на шток мікроперемикача, закріпленого на кронштейні в корпусі. Контакти

мікроперемикача спрацьовують замикаючи електричний ланцюг в якому знаходиться сигнальна лампа.

Контроль рівня рідких компонентів тіста здійснюється за допомогою електронного сигналізатора рівня (3а, 3б), який складається з двох датчиків і релейного блока. Датчик знаходиться під напругою 12 В змінного струму. При доторканні контролюємої рідини з датчиком замикається електричний ланцюг: контролюєма рідина-датчик-металева стінка ємності. Остання заземлюється і слугує другим електродом. В результаті замикання електричного ланцюга вмикається проміжне реле, контакти якого перемикаються в ланцюгах сигналізації та управління. Сигнал діє на виконавчий механізм який в свою чергу діє на регулюючий орган тим самим збільшуючи або зменшуючи витрату рідини, у відповідності з тим датчик якого рівня спрацював.

Витрата води у системі здійснюється за допомогою витратоміра (6а) нормальної діафрагми. Вона являє собою стальний диск з отвором, виконаним по визначеному профілю. Відбір тисків виконується через дві кільцеві камери, кожна з яких зв’язана з внутрішнім простором трубопроводу кільцевою щілиною, розташований біля торцевої поверхні діафрагми. Зміна тиску залежить від швидкості руху речовини, а отже, і від її витрат. В залежності від вологості тіста, яка може задаватись вручну, керуючий сигнал діє на виконавчий механізм і далі на регулюючий орган збільшуючи, або зменшуючи подачу рідини. На щиті знаходиться сигналізуюча лампа, яка вказує на зміну вологості.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

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

Вимоги безпеки та охорони праці під час обслуговування тістомісильної машини Л4-ХТ2В

Безпека машини забезпечується конструкцією, яка передбачає використання технічних засобів та заходів відповідно вимог стандартів з техніки безпеки та правил бідови електроустановок.

До роботи по експлуатації та обслуговуванню машини допускаються особи, які вивчили принцип дії машини, безпечні прийоми роботи та конструкцію виробу, а також пройшли інструктаж з техніки безпеки з урахуванням вимог керівництва, з обов'язковим підписом у відповідному журналі.

Обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений робочим одягом, мати санітарно-битове забезпечення відповідно СНіП 2.09.04-97, працювати в приміщеннях з вентиляцією відповідно СніП 2.04.05, а також проходити медичний огляд відповідно приказу МОЗ України за №45.

Власник підприємства повинен забезпечити справний стан виробу та безпечні умови роботи обслуговуючого персоналу, а також на основі цього керівництва та діючих норм та правил з техніки безпеки, протипожежної безпеки, ПУЕ, ТПЕ, СніП 3.05.06-95 розробити та видати під підпис інструкцію з безпечної експлуатації та обслуговуванню машини.

До роботи по обслуговуванню, ремонту та налагодженню машини допускаються особи, які мають не нижче III групи з електробезпеки.

Підготовка до монтажу, монтаж, наладка, експлуатація та технічне обслуговування машини повинно виконуватися з чітким виконанням вимог керівництва, діючих норм та правил техніки безпеки.

Машина тістомісильна Л4-ХТ2В повинна експлуатуватися в закритому пожежобезпечному приміщенні категорії В відповідно вимог СНіП 11-30-76.

Забороняється експлуатація машини при несправних чи примусово заблокованих пристроях блокування.

Забороняється проводити очистку, ремонт та технічне обслуговування машини під час її роботи.

Машина повинна мати надійне заземлення, опір якого не повинний перевищувати 4 Ом.

Наявність заземлення необхідно щоденно перевіряти та заміряти його опір не рідше одного разу на рік.

Забороняється розпочинати експлуатацію машини після тривалої перерви в роботі, а також після проведення ремонтних робіт без попередньої перевірки та замірювання опору захисного заземлення.

Шум, який виникає під час роботи машини не перебільшує норм, встановлених ДСТУ, вібраційне навантаження в межах робочого місця не перебільшує санітарних норм вібронавантаження.

При виникненні аварійної ситуації, пожежонебезпеки чи стихійного лиха необхідно терміново вимкнути привід машини, вимкнути електромережу, попередити про небезпеку інший персонал та відповідальні служби, прийняти заходи до ліквідації аварії, а при наявності загрози життю - покинути приміщення.

Під час експлуатації машини при умові виконання вимог експлуатаційних документів та технологічного регламенту, шкідливих викидів в навколишнє середовище та шкідливих впливів на обслуговуючий персонал не здійснюється, повітря робочої зони відповідає вимогам ДСТУ.

Вимоги з охорони праці при виконанні роботи на тістомісильній машині Л4-ХТ2В:

– включення обладнання робити тільки сухими руками;

– заміри температури і випробування тіста проводити тільки при повній зупинці робочого органу;

– ручну очистку машини від тіста здійснювати тільки після вимкнення машини та повної зупинки робочого органу;

– у разі попадання в опару або тісто сторонніх предметів зупинити машину і поставити до відома керівника;

– стежити за чистотою робочого місця, не допускати його забруднення рідкою сировиною, напівфабрикатом, борошном;

– очищення внутрішніх поверхонь тістомісильної машини і місильних органів, а також огляд устаткування робити тільки при знеструмлених електродвигунах. На пусковому приладі повинен бути вивішений попереджувальний плакат: «Не вмикати! Працюють люди!»;

– не слід залишати працюючу машину без нагляду;

– забороняється працювати на машині при знятих огородженнях і відкритій кришці.

– забороняється працювати на несправній машині. При виявленні несправностей в роботі устаткування необхідно його зупинити і викликати ремонтний персонал.

Пропозиції

Для виключення можливості нещасних випадків на дільниці по виробництву дрібноштучних хлібобулочних виробів необхідно:

– здійснювати ряд організаційних і технічних заходів для усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів дільниці;

– усім робітникам дільниці проходити інструктаж з техніки безпеки і пожежної небезпеки, виконувати правила поведінки на території виробничої дільниці, дотримуватись вимог техніки безпеки до робочого місця та обладнання на дільниці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолов О.В. Курсове та дипломне проєктування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолов, П.В. Гурський, В.П. Богомолова. –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 проєктування / 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. Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. –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.

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 проєктуванні 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.

ВИСНОВКИ

Модернізація дільниці з виробництва дрібноштучних виробів дасть можливість суттєво підвищити рівень матеріально-технічної бази хлібозаводу.

Встановлення нової автоматизованої тістомісильної машини значно спрощує процес приготування тіста.

Проведені техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження проєктованої тістомісильної машини в виробництво.

Проведена науково-дослідна робота доводить, що використання проєктованої тістомісильної машини забезпечить отримання високоякісного тіста, а це означає, що готові вироби будуть відрізнятись високою якістю і конкурентноспроможністю.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що проєктована тістомісильна машина забезпечує інтенсивне перемішування тіста, його пластифікацію та раціональне переміщення по поверхні робочих органів та по всьому об’єму місильної камери.

Тобто, використання даної тістомісильної машини забезпечить оптимальний механічний вплив на тісто під час його замісу, в результаті якого буде отримано тісто високої якості.

ДОДАТКИ