

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

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

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: **Вдосконалення конструкції просіювача в умовах м. Бердянськ**
Запорізької області

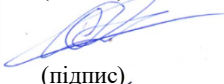
19ХВД.4666098.06.25

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


(підпис)

Віталій ХЛІБЕЦЬ
(прізвище та ініціали)

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


(підпис)

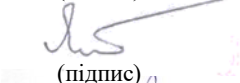
Кирило САМОЙЧУК
(прізвище та ініціали)

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


(підпис)

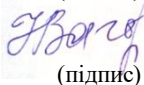
Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)

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


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Надія ЗАГОРКО
(прізвище та ініціали)

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

Інститут або факультет механіко-технологічний

Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв імені професора
Ф.Ю. Ялпачика

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ОПХВ

д.т.н., професор Кирило САМОЙЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)



«28» березня 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Хлібець Віталій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції просіювача в умовах м. Бердянськ
Запорізької області

керівник роботи д.т.н., професор Самойчук Кирило Олегович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 21 » жовтня 2024 р. № 482-С

2. Строк подання студентом роботи « 14 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи асортимент випускаємої продукції в регіоні, об'єми
випуску продукції, вид продукції, вид машини для вдосконалення

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства

2. Вдосконалити конструкцію машини

3. Провести розрахунок вдосконаленої машини

4. Розробити заходи з охорони праці

5. Провести економічну оцінку вдосконалення

6. Виконати графічну частину кваліфікаційної роботи

5 Перелік графічного матеріалу:

Лист 1 – Структурно-апаратна схема виробництва продукції _____

Лист 2 – Аналіз конструктивних рішень вдосконалення _____

Лист 3 – Креслення загального виду машини (вузла) до вдосконалення _____

Лист 4 – Креслення загального виду машини (вузла) після вдосконалення _____

Лист 5 – Креслення деталей _____

Лист 6* – Охорона праці _____

або Лист 6* – Економічне обґрунтування проекту _____

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання

31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Віталій ХЛІБЕЦЬ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Кирило САМОЙЧУК

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка даного дипломного проекту на тему **"Вдосконалення конструкції просіювача в умовах м. Бердянськ Запорізької області"** містить 74 сторінки друкованого тексту та складається з п'яти розділів, в яких знаходяться 5 таблиць та 14 рисунків. Графічна частина складається з 6 аркушів формату А1.

При написанні проекту використано 18 джерел літератури.

Об'єктом дослідження в дипломному проекті є просіювач борошна відцентрового типу.

Конструкторська розробка включає модернізацію машини, що дозволяє підвищити продуктивність та покращити якість готових хлібобулочних виробів. Модернізація дозволяє знизити собівартість виробничої продукції.

Було розглянуто організацію робіт з охорони праці при роботі підприємства, а також при роботі з просіювачем.

Відповідно до оцінки технічного рівня модернізації зроблено економічне обґрунтування роботи.

ПРОСІЮВАННЯ, ВІДЦЕНТРОВЕ ПРОСІЮВАННЯ, БОРОШНО,
ПРОСІЮВАЧ, ВДОСКОНАЛЕННЯ

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1 Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Огляд технології виробництва продукції	11
1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика	15
Розробка проектного завдання	18
2 Вдосконалення конструкції машини	20
2.1 Опис конструкції і принципу дії машини	20
2.2 Вимоги до класу машин	21
2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини	22
2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення	35
Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення	39
3 Розрахунок вдосконаленої машини	42
3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини	42
3.2 Енергетичний розрахунок машини	44
3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	45
Висновки за розділом	51
4 Охорона праці	52
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	52
4.2 Аналіз небезпек	53
4.3 Планування заходів з охорони праці	54
4.4 Інженерні розрахунки з охорони праці	56
Висновки за розділом	59
5 Економічне обґрунтування проекту	60
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	60

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого

обладнання

63

Висновки за розділом

70

Висновки за проектом

71

Список літератури

73

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Хлібопекарська галузь належить до найбільш матеріаломістких у харчовій промисловості. Частка витрат на сировину в загальній собівартості готової продукції сягає приблизно 85 %. Одним із напрямів зниження матеріаломісткості є мінімізація втрат сировини у процесі виробництва. З цієї причини особлива увага приділяється удосконаленню технологічних операцій, упровадженню сучасних технологічних рішень, які базуються на активному використанні поліпшувачів, збагачуючих добавок та інших інгредієнтів.

Згідно з фізіологічно обґрунтованими нормами, середньорічне споживання хлібних виробів (уключаючи хліб, макарони в перерахунку на борошно та крупи) в Україні повинно становити 110 кг на одну особу. Насправді цей показник є дещо вищим. За умов раціонального харчування дорослій людині достатньо близько 125 кг хлібобулочних виробів на рік, що еквівалентно 300–400 г на добу. При цьому приблизно третина споживаного хліба повинна бути виготовлена із житнього борошна.

До основних критеріїв, що формують споживні властивості цих виробів, належать їх хімічний склад, ступінь засвоєння поживних речовин, енергетична насиченість, біологічна цінність і органолептичні показники.

Компонентами, які входять до складу хлібобулочних виробів, є вуглеводи, білки, жири, органічні кислоти та мінерали.

Устаткування для просіювання борошна є обов'язковим елементом технічного оснащення хлібопекарських, кондитерських виробництв та підприємств громадського харчування. Основна функція таких машин полягає у просіюванні, аерації та розпушуванні борошна. Завдяки наявності щіток, сит та магнітних елементів, обладнання ефективно видаляє сторонні домішки, насичує борошно киснем і, як наслідок, покращує його якісні характеристики.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕГІОНУ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

Бердянськ – місто обласного значення Запорізької області, розташоване на північному узбережжі Азовського моря. Територія міста складає 0,3 % території Запорізької області. Від міста Бердянська до обласного центру м. Запоріжжя 200 км, до столиці України – м. Києва – 800 км.

Населення міста складає 121,9 тис.осіб, що становить 6,5% від загальної чисельності населення Запорізької області.

Клімат північного Приазов'я помірно - континентальний, з тривалим сухим та жарким, з великою кількістю сонячних днів літом, та короткою, малосніжною, м'якою, з частими відлигами зимою. Середньорічна температура повітря змінюється від 8,0°C до 11,7°C, у середньому за багаторічний період вона становить 9,8°C. Річний температурний режим характеризується наступними даними: найбільш холодними місяцями є січень та лютий, середньомісячна температура в які сягає - 2,8 - 3,8°C та самими теплими – липень і серпень із середньомісячною температурою 22,3 – 23,1 °C. Середня температура морської води 18 °C спостерігається на протязі 128 днів на рік, що обумовлює тривалий купальний сезон. Максимальна температура моря 30°C.

У 2021 році (за оперативними даними) валова продукція сільського господарства (у порівняних цінах) складає 86,05 млн. грн., в т. ч : рослинництво – 72,02 млн. грн., тваринництво – 14,03 млн. грн.

Основні продовольчі товари (борошно, хліб та хлібобулочні вироби, олія, макаронні вироби) для забезпечення потреб населення району виробляються на 14 підприємствах агропромислового комплексу району , 10 малих підприємствах та 8 приватними підприємцями.

Бердянський хлібокомбінат був заснований в 1925 році на базі приватних пекарень, об'єднаних в кооперативну пекарню.

До 1941 року завод був маломеханізованим підприємством, де випічка хліба відбувалася в жарових печах вручну. Після звільнення Бердянська від

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

німецько-фашистських загарбників в 1943 році його діяльність була відновлена. Після модернізації виробництва новий хлібокомбінат був зданий в експлуатацію в 1965 році.

У складні 90-і хлібокомбінат міняв своїх власників і виявився на межі закриття. Цю ситуацію бердянці знають не з чуток.

Коли в 2005 році підприємство приєдналося до групи компаній «Хлібодар», співробітники і жителі міста відчули позитивні зміни. Дійсно, з перших днів приходу нових інвесторів виробництво почало відроджуватися.

За останні 2 роки замінене 80% виробничого устаткування. Впроваджені енергозберігаючі технології і повністю замінена система опалювання. Загальний об'єм інвестицій складає близько 20 млн. грн. Таким чином, ГК «Хлібодар» входить до числа видатних інвесторів у Бердянському районі.

11 червня Бердянський хлібокомбінат, що входить до групи компаній «Хлібодар», завершив перший етап реконструкції і запустив дві нові лінії по виробництву сухаря. Закінчився перший, наймасштабніший етап реконструкції. Після запуску нової лінії по виробництву хлібобулочних виробів в лютому цього року, виробничий цех був повністю модернізований, запущено дві нові лінії по виробництву сухаря.

Наступним етапом стане реконструкція відділу експедиції, а надалі - пуск нового цеху по виробництву кондитерських виробів.

Обсяг виробництва - 30 тонн продукції на добу. Більшість хлібів, що продаються, у Бердянському районі - виробляє Бердянських хлібокомбінат.

ВАТ «Бердянських хлібокомбінат» є соціально відповідальною компанією. З лютого 2010 року у Бердянську працює проєкт по забезпеченню ветеранів безкоштовним хлібом.

До складу групи компаній «Хлібодар» входять 7 підприємств, з яких:

- 5 підприємств - хлібозаводи, що випікають хлібобулочні і кондитерські вироби (Запорізькі хлібозаводи №1, №3, №5, Бердянський і Оріхівський хлібокомбінати);

- Борошномельне підприємство ДП «ДП Агросервіс 2000»;

- Колгосп «Дружба».

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1.2 Огляд технології виробництва продукції

Найважливішим видом сировини для виготовлення хлібобулочних виробів є борошно. Оскільки борошно із різних зернових культур має різний хімічний склад, то хлібобулочні вироби з таких видів борошна відрізняються кількістю вуглеводів, жирів, вітамінів, білкових речовин, амінокислотним складом їх, енергетичною цінністю, органолептичними властивостями. Наприклад, хліб пшеничний характеризується вищою пористістю і меншою кислотністю, ніж житній. На споживні властивості хлібобулочних виробів значною мірою впливає сорт борошна: у виробах з борошна нижчих сортів більше жирів, вітамінів, мінеральних речовин, з борошна вищих сортів — більше крохмалю. Також вироби з борошна вищих сортів характеризуються високою пористістю, кращими органолептичними показниками (зовнішній вигляд, смак), кращою засвоюваністю поживних речовин. У формуванні споживних властивостей хлібобулочних виробів велике значення має якість борошна; дефекти його, як правило, передаються готовому продукту.

Для розпушування тіста у хлібопекарському виробництві використовують пресовані і сухі дріжджі, їх концентровану суспензію. Використання недоброякісних дріжджів може негативно вплинути на пористість хлібобулочних виробів, їхні смакові якості, форму тощо. Сіль кухонна, яку використовують у хлібопеченні, не повинна мати надмірну кількість домішок: домішки солей кальцію можуть надати хлібобулочним виробам лужного, а солей магнію — гіркуватого присмаку.

Для підвищення харчової і біологічної цінності хлібобулочних виробів, покращення органолептичних і фізико-хімічних показників в Україні здавна використовують різну додаткову сировину: молочні і яєчні продукти, жири, ізом, мак, прянощі тощо.

Виготовляючи хлібобулочні вироби, необхідно дотримуватись відповідної технології. Основними технологічними операціями є підготовка сировини, приготування тіста, поділ тіста, вистоювання тістових заготовок, випікання виробів, інспекція і охолодження готової продукції.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Одна з найважливіших технологічних операцій виготовлення хлібобулочних виробів це — приготування тіста.

Пшеничне тісто готують безопарним або опарним способом із застосуванням дріжджів. При *безопарному способі* приготування тіста одночасно замішують всю кількість борошна, води, дріжджів, солі та інших компонентів, передбачених рецептурою. Цей спосіб називається однофазним. При опарному (двофазному) способі спочатку готують опару, а потім замішують на ній тісто.

Процес бродіння тіста безопарним способом триває від 2,5 до 3 год при температурі 28—30°C.

Кількість сировини для приготування тіста визначають у кг на 100 кг борошна. В хлібопеченні дозволяється замінювати деякі види допоміжної сировини іншими видами, харчова цінність яких практично рівнозначна (яйця —яєчним меланжем або яєчним порошком, кмин — коріандром та ін.). Заміна допоміжної сировини іншими видами не поширюється на дієтичні вироби і на хліб, назва якого вказує на застосування конкретної сировини (хліб з кмином, хліб гірчичний тощо).

Приготування тіста опарним способом є більш складним процесом, ніж безопарним. Для приготування опари використовують частину борошна (45—70%), воду і дріжджі. В опарі порівняно з тістом є більше води, тому вона рідкої консистенції. Бродіння триває від 3 до 5 год. при температурі 27—30° С. Готуючи тісто, до опари додають решту борошна і води, сіль, цукор та інші компоненти, які передбачені рецептурою. Бродіння тіста триває 1—2 год при температурі 29—31°C.

Опарний спосіб приготування тіста має свої переваги. Насамперед, це економія дріжджів (у 2—3 рази). Також хлібобулочні вироби з такого тіста мають вищі смакові та ароматичні властивості, вони не такі прісні, як при безопарному способі. Крім того, ці вироби краще зберігаються, в них сповільнюється процес черствіння. Використання цього способу дозволяє більше механізувати і автоматизувати технологічні операції. Недоліком опарного способу є вища собівартість продукції.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						12
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Тісто з житнього борошна і суміші житнього борошна з пшеничним замішують на заквасках, які містять дріжджові гриби та молочнокислі бактерії. Це зумовлює накопичення в тісті значної кількості молочної кислоти. Таким чином створюються сприятливі умови для набухання білків і утворення в тісті пор за низької кількості клейковини у житньому борошні. Для приготування квасу використовують борошно, воду і закваску. Процес бродіння триває від 3 до 4 год при температурі 28—30°C. Для приготування тіста до закваски додають решту борошна і води, сіль, збагачувачі. Бродіння тіста триває приблизно одну годину при температурі 28—30°C. Цей процес закінчують при кислотності тіста від 10 до 12°C.

Для приготування деяких різновидів хліба і булочних виробів тісто готують заварюванням (оцукренням) частини борошна (від 5 до 30% маси борошна за рецептурою). Борошно заварюють при температурі 60—65° С протягом 1,5—2 год. Це дає змогу прискорити процес бродіння тіста, збільшити пористість і об'єм хліба і булочних виробів. Такі вироби мають темний колір, приємний аромат, специфічний солодкуватий смак і краще зберігаються. На заварці ставлять опару або готують тісто.

Готове тісто направляють на обробку, яка полягає в кількох операціях. Для всіх видів хлібобулочних виробів спільною операцією обробки тіста є поділ його на куски певної маси за допомогою спеціальних машин. Маса куска тіста залежно від назви хлібобулочних виробів повинна бути на 6—15% більшою від готового продукту.

Під час поділу тіста на куски втрачається майже весь вуглекислий газ, який до того в ньому накопичився. Після механічної дії (поділ, округлення) воно втрачає ще й однорідність. Щоб повернути тісту консистенцію однорідної маси проводять його вистоювання (доброджування) при температурі 35—40° С у добре зволоженому повітряному середовищі. Внаслідок цього куски тіста збільшуються в об'ємі і стають пухкими. Під час вистоювання утворюється приблизно 90% усієї кількості вуглекислого газу, який знаходився в тісті перед його формуванням. Таким чином від процесу остаточного вистоювання тіста значною мірою залежить пористість хлібобулочних виробів.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						13
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Відформовані і вистояні куски направляють у спеціальну піч на випікання. Режим випікання встановлюють окремо для різних видів і назв хлібобулочних виробів. Температура у печі для більшості видів продукції становить від 200 до 300° С, а тривалість випікання — від 10 хв. для дрібних штучних виробів до 1,5 год. — для великих.

Під час випікання триває процес формування аромату хлібобулочних виробів. В ньому беруть участь понад 300 речовин, які належать до різних класів органічних сполук. Готовність хлібобулочних виробів визначають за кольором скоринки і станом м'якушки, яка у добре випечених виробах порівняно суха і еластична.

Випікання хлібобулочних виробів значно зменшує їх масу порівняно з масою тістової заготовки. Зменшення маси тістової заготовки при випіканні за рахунок випаровування частини води і вивітрювання деяких летких продуктів бродіння називається упіканням (від 6 до 14%). Ступінь упікання залежить від рецептури і вологості тіста, розмірів і форми виробів, тривалості і режиму випікання.

Готові хлібобулочні вироби також зменшуються в масі (усихають). Зменшення маси хлібобулочних виробів під час охолодження і зберігання за рахунок випаровування частини води та вивітрювання деяких летких продуктів бродіння називається усушкою (усиханням). У середньому усихання хлібобулочних виробів при охолодженні становить 1—2,5%.

Максимальний строк витримування хлібобулочних виробів на підприємстві після виймання їх з печі залежить від виду і маси виробів, виду і сорту борошна, рецептури. Він становить від 6 до 14 год. і визначається нормативно-технічною документацією.

Готові хлібобулочні вироби мають масу, більшу від маси борошна, яке було використане для їх приготування. При використанні солоду, висівків, крупки пшеничної, клейковини і крохмалю масу цієї сировини включають у масу використаного борошна. Співвідношення маси готових хлібобулочних виробів і маси борошна та іншої сировини (крім води), виражене в процентах, називається виходом продукції. Вихід хлібобулочних виробів залежить від виду

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

і сорту борошна, його вологості і хлібопекарських властивостей, маси виробів, рецептури тіста і становить,%: хліба житнього — 148—165, житньо-пшеничного — 133—160, пшеничного — 130—157, здобних виробів — 128—184.

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

Сучасне хлібопекарське виробництво відзначається високим ступенем механізації та автоматизації всіх стадій технологічного процесу виготовлення хлібобулочних виробів. Галузь активно впроваджує новітні технології, постійно оновлює та розширює асортимент продукції, а також демонструє зростання кількості підприємств невеликої потужності з різними формами власності. Усі ці зміни висувають підвищені вимоги до фахівців, які повинні володіти професійними навичками, знати технологічні особливості та вміти якісно виконувати операції з приготування пшеничного й житнього тіста, його обробки та випікання різноманітної продукції.

До основних етапів технологічного процесу у хлібопекарській промисловості належать: замішування тіста, його бродіння, поділ на частини, формування заготовок, розстоювання і подальше випікання.

Машинно-апаратурною схемою називають умовне зображення розміщення основного технологічного обладнання, апаратів та відповідного транспортного устаткування відповідно до прийнятого виробничого процесу.

Однією з базових схем такого типу є машинно-апаратурна схема виготовлення житнього хліба, яка реалізується на великих спеціалізованих підприємствах хлібопекарської галузі.

На рисунку 1.1 зображено машинно-апаратурну схему виробництва житнього хліба. Сировина у вигляді борошна доставляється на підприємство спеціалізованими транспортними засобами. Для його розвантаження місткість автоборошновоза з'єднується з приймальним щитком 8 через гнучкий шланг. За допомогою системи аерозольного транспорту борошно по трубопроводу 10

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						15
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

транспортується в силоси 9, де зберігається до подальшого використання. У міру необхідності борошно з силосів подається роторними живильниками 7 через перемикач 11 до бункера 12, далі — в просіювальну машину 13, проміжну ємність 14 і на автоматичні ваги 15. Після зважування борошно надходить у виробничі силоси 16, звідки подається у тістомісильну машину 17.

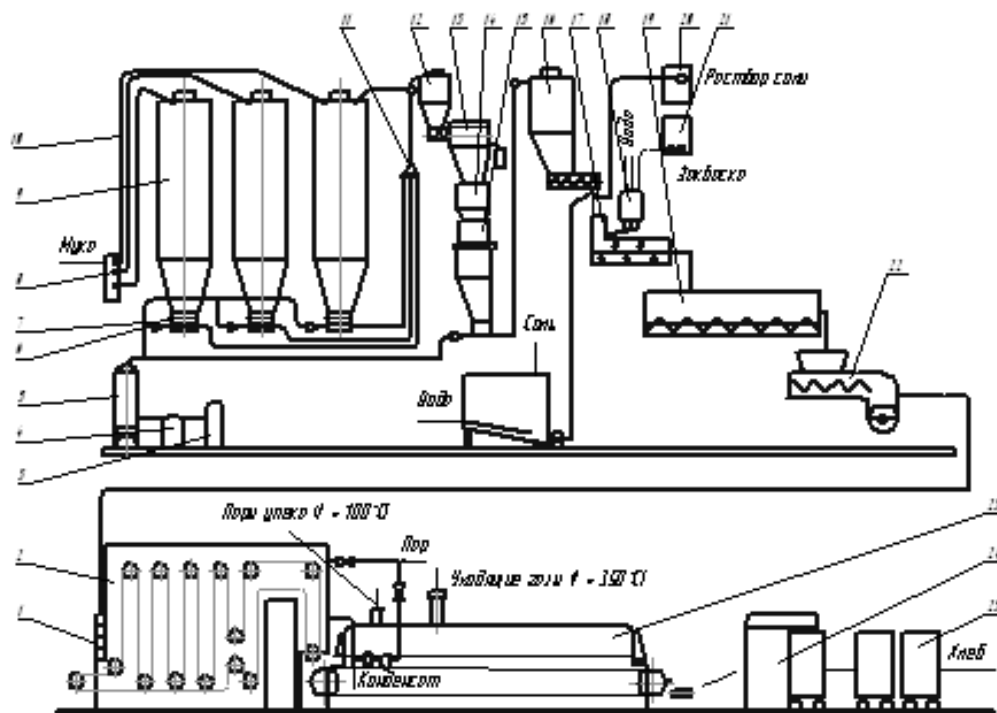


Рисунок 1.1 - Машинно-апаратурна схема виробництва житнього хліба.

Функціонування аерозольної транспортної системи забезпечується компресорною станцією, до складу якої входять компресор 4, ресивер 5 і фільтр 3. Щоб забезпечити рівномірний розподіл стислого повітря при різних режимах роботи, перед живильниками встановлюються ультразвукові сопла 6.

Цукор при зберіганні в тарі надходить у мішках, дріжджі, яйця, маргарин — у ящиках, жири — в бочках. Продукти з обмеженим терміном зберігання зберігаються у холодильних камерах. У разі безтарного зберігання сіль, цукровий сироп, дріжджову суспензію, молочну сироватку, жири транспортують спеціальними автоцистернами. Рідка сировина надходить по трубопроводах у витратні бачки, звідки через дозатори подається до замісу тіста.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		16

Подача рідких компонентів у тістомісильну машину виконується дозувальними станціями 18, які отримують рідину з витратних ємностей 20 та 21.

Процес замішування тіста здійснюється в тістомісилці 17, після чого тісто транспортується в бродильний агрегат 19. Звідти воно надходить у тістодільник 22. Заготівлі, отримані в результаті поділу, укладаються маятниковим механізмом 1 в осередки люльок розстойної шафи 2, де перебувають протягом 40–50 хвилин. Після завершення розстоювання заготовки переміщуються на під печі 23, де проходять гіротермічну обробку і випікаються.

Готова продукція вивантажується укладальником 24 у контейнери 25 і спрямовується до охолоджувального відділення та далі в експедиційне приміщення.

Загальна тривалість технологічного циклу виготовлення хліба, як правило, становить 9–10 годин.

Операція ділення тіста вважається однією з найбільш критичних і потребує високої точності та постійного контролю, що зумовлено особливими фізико-хімічними властивостями тіста. Тістоділильні машини призначені для формування заготовок однакової ваги і форми. Вплив обладнання на тісто залежить від конструктивних особливостей машин, тому правильно підібране та налаштоване тістоділильне устаткування значною мірою впливає як на якість кінцевого продукту, так і на ефективність усього виробничого процесу.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						17
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробка проектного завдання

ВАТ "Бердянський хлібокомбінат" характеризується високим рівнем механізації і автоматизації технологічних процесів виробництва хліба, впровадженням нових технологій і постійним розширенням асортименту хлібобулочних виробів. Усе це вимагає від працівників галузі високої професійної підготовки, знання технології і уміння виконувати технологічні операції по приготуванню пшеничного і житнього тіста, по обробленню і випічці різних видів виробів.

До основних технологічних процесів хлібопекарського виробництва відносяться заміс і бродіння тіста, ділення його на порції, формування заготівель, розстійка і випічка.

В результаті аналізу машин лінії визначено, що слабкою ланкою лінії є машина для просіювання борошна.

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

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

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

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

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

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

Розробити технологію виготовлення відповідальної деталі і розрахувати

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						18
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

технологічні операції і переходи.

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

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

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						19
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Опис конструкції і принципу дії машини

Просіювач ПВШ (рисунок 2.1) містить станину 1, приймальний бункер 2, перетрушувач 3, клиноремінну передачу 4, циліндричну прямозубу пару 5, вертикальний шнек 6 з жорстко закріпленою на його верхньому кінці конічною насадкою 7 і барабан, що просіює, 8.

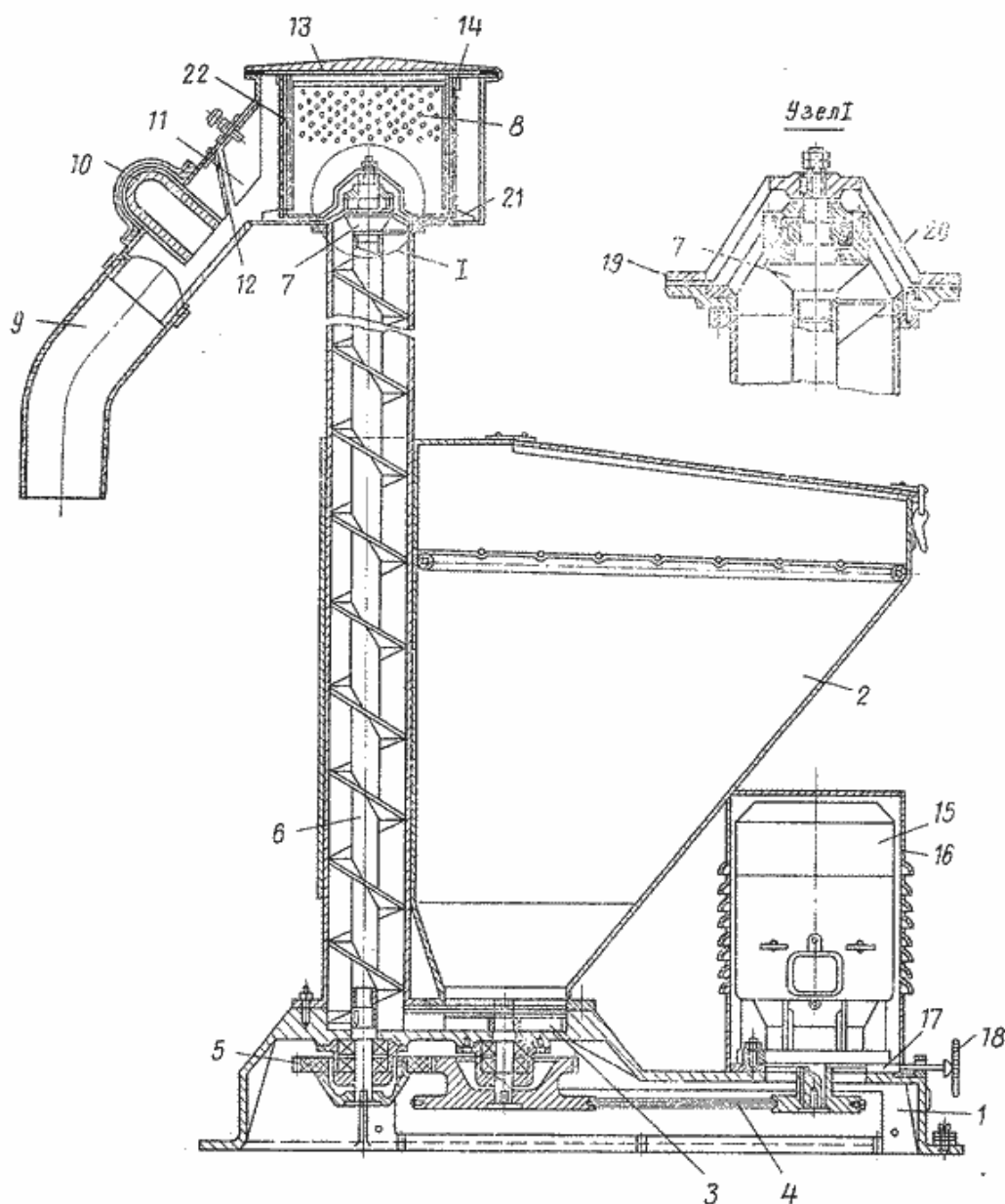


Рисунок 2.1 – Просіювач ПВШ.

Барабан 8 обертається усередині горловини, що має розвантажувальний патрубок 9 зі встановленим в ній комплектом магнітів д 10, подовжніх

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		20

розсікачів 11 і що направляє 12. Згори горловина закривається кришкою 13. Усередині горловини встановлені три нерухомі били 14, які зачищають поверхню ситового барабана. Робочі органи просіювача приводяться від електродвигуна 15, закритого згори кожухом 16. Для натягнення клиноремінної передачі 4 передбачений натягач, що складається з пластини 17, на якій жорстко встановлений 15 електродвигун 15, і системи гвинт - гайка 18. Пластина 17 кріпиться до станини 1 за допомогою болтового з'єднання.

Барабан 8 має литий корпус 19 з днищем у формі конічних стійок 20, встановлених так, що між 20 ними утворені вікна. У нижній його частині укріплені лопатки 21, а зовні обичайка 22. Продукт (борошно, цукор і т. д.), призначений для просіювання, вручну засипають в 25 приймальний бункер 2 і перетрушувачем 3 передають вертикальному шнеку 6, який піднімає борошно у барабан 8, що жорстко сидить на валу шнека, Очищений від сторонніх домішок у барабані 8 продукт лопатками 21 подається в розвантажувальний патрубок 9. Потік продукту рухається рівномірно по усій ширині розвантажувального патрубка 9. Очищений від металоDOMішок продукт виходить через розвантажувальний патрубок 9, а різні домішки, затримані ситом, скупчуються усередині барабана, що просіює, 8, з якого їх періодично видаляють вручну при відкритій кришці 13 і відключеному електродвигуні 15.

2.2 Вимоги до класу машин

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи просіювальних машин необхідно дотримуватись таких вимог [5]:

1. забезпечувати рівномірну подачу борошна на робочу поверхню сита;
2. здійснювати очищення сит не рідше одного разу за зміну, використовуючи щітки з м'якою щетиною (наприклад, трав'яні), щоб запобігти їх пошкодженню;
3. регулярно контролювати стан сит і при виявленні пошкоджень або ослаблення натягу оперативно замінювати їх на справні; для цього

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						21
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

варто мати в наявності запасні рамки з натягнутими ситами;

4. слідкувати за герметичністю прилягання знімних щитків до корпусу машини, щоб уникнути витоку борошна у вигляді пилу;

5. очищати внутрішні поверхні обладнання від борошняного пилу щонайменше один раз на тиждень.

До просіювачів борошна пред'являються технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та енергетичні вимоги.

Технологічні вимоги:

- просіювач повинен забезпечувати необхідну якість просіювання борошна;
- зручність в експлуатації;
- просіювач повинен забезпечувати необхідну очистку борошна від сторонніх домішок;
- просіювач повинен забезпечувати необхідне розпушування та аерацію борошна.

Санітарно-гігієнічні вимоги:

- повинні бути забезпечені високі санітарно-гігієнічні умови, які виключають можливість інфікування продукції чи забруднення її при взаємодії з матеріалами машини.

Технічні вимоги:

- машина повинна бути стійка до корозійних процесів;
- конструкція машини повинна бути такою, щоб мати можливість систематично здійснювати огляд, технічне обслуговування без тривалих зупинок;
- обладнання повинне бути з мінімальною металоємкістю.

2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини

Просіювання є механічною операцією, що забезпечує розподіл сировини на фракції за розміром частинок — на прохід і залишок. Цей процес виконує не лише контрольну функцію, а й сприяє аерації та розпушенню сировини.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						22
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

На малопотужних хлібопекарських підприємствах використовуються просіювальні установки з різними типами ситових робочих елементів, зокрема:

- плоскі сита, які здійснюють зворотно-поступальні або вертикально-коливальні рухи (вібраційні системи) з амплітудою коливань у межах 0,3–1 мм і частотою до 50 Гц; рух сит забезпечується механічними або пневматичними приводами;
- барабанні просіювачі різних геометричних форм — циліндричні, конічні, пірамідальні, що обертаються навколо вертикальної, похилої чи горизонтальної осі;
- барабанні пристрої з циліндричною нерухомою ситовою поверхнею, у яких пересування борошна здійснюється шнеками або білами, розміщеними в горизонтальній або вертикальній площині.

На невеликих хлібобулочних підприємствах плоскі сита переважно використовуються для просіювання цукру та солі, а для борошна застосовуються рідко.

Малогабаритні барабанні просіювачі борошна виготовляються у двох основних конструктивних виконаннях:

- з горизонтальним розташуванням ситового барабана;
- з вертикальним розташуванням ситового барабана.

Просіювачі типу Ш2 ХМВ із горизонтально розміщеним ситовим барабаном відрізняються підвищеною продуктивністю завдяки безперервному характеру просіювання. Вони не оснащуються приймальними бункерами, оскільки подача борошна здійснюється за допомогою живильних пристроїв (норій, шнеків, систем пневмотранспорту тощо). Основне призначення — контрольне просіювання пшеничного та житнього борошна під час транспортування його на склад механізованими або пневматичними системами. Однак можливе використання цього типу обладнання й на малопотужних або сільських пекарнях, якщо борошно надходить і зберігається безтарним способом.

Просіювачі з вертикальним розміщенням ситового барабана (моделі А2 ХПГ, П2 П, А2 ХНП/4) мають меншу продуктивність, оскільки функціонують у

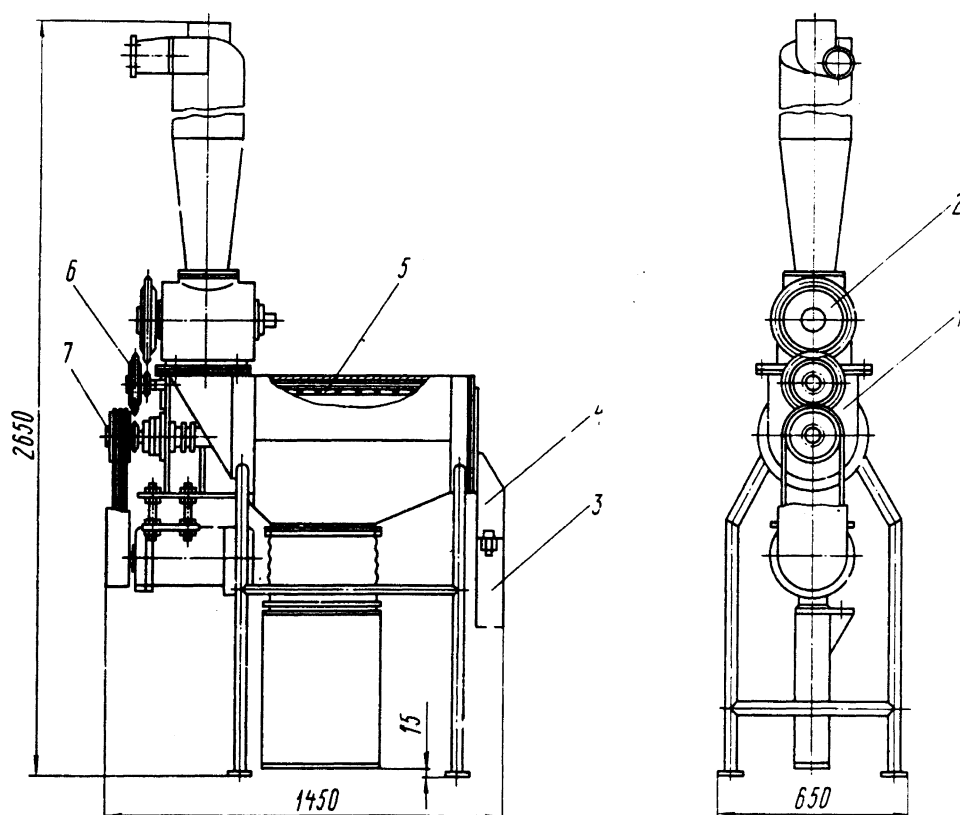
					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						23
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

періодичному режимі. Усі ці моделі обладнані приймальними бункерами, об'єм яких зазвичай розрахований на вміст одного мішка борошна (до 50 кг). Такі просіювачі орієнтовані на використання при тарному зберіганні борошна.

Усі зазначені просіювальні машини цього типу комплектуються полотняними ситами.

Просіювач борошна Ш2 ХМВ (Ш2 ХМВ 01)

Модель просіювача Ш2 ХМВ (див. рисунок 2.2) складається з жорсткої зварної рами, на якій закріплені: корпус 1, вал ситового барабана 7, сам ситовий барабан 5, система передачі (блок зірочок 2), збірник просіяного продукту 3, борошнопровід 4 та натяжна станція 6.



1 – корпус; 2 – блок зірочок; 3 – збірник; 4 – борошнопровід; 5 – ситовий барабан; 6 – натяжна станція; 7 – вал ситового барабана.

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд просіювача борошна Ш2 ХМВ.

Корпус є зварною конструкцією, виготовленою із сталевих листів та профільних елементів. Його основне призначення — приймання та вивантаження борошна. Конструкція монтується на зварну раму, яка забезпечує

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		24

встановлення обладнання на фундаменті в межах виробничого приміщення.

Якщо подача борошна здійснюється через пневмотранспорт, у верхній частині корпусу з боку завантаження встановлюється шлюзовий затвор, прикріплений за допомогою фланцевого з'єднання. Цей елемент призначений як для подачі сировини в просіювальну зону, так і для виведення повітря з потоку борошна. Привод шлюзового затвора здійснюється через вал і блок зірочок.

У разі використання механічної подачі борошна, у верхній частині корпусу передбачено встановлення живильника відповідної продуктивності.

Вал 7 встановлюється в корпусі на підшипникових опорах і забезпечує обертання лопатей, що переміщують борошно вздовж ситової поверхні — як у напрямку осі, так і радіально. До середньої частини вала кріпляться чотири робочі лопаті, фіксовані за допомогою хрестовин. Для покращення рівномірності подачі сировини в передній частині встановлені похилі лопатки. Привод вала здійснюється за допомогою електродвигуна через клинопасову передачу.

Збірник виконує функцію накопичувача сторонніх домішок та непридатних фракцій борошна. Він герметично з'єднаний з нижньою частиною борошнопроводу через замкову систему, що забезпечується наявністю фланця у верхній частині збірника.

Борошнопровід являє собою зварну, розбірну конструкцію, що забезпечує зручний доступ до заднього підшипникового вузла й дозволяє ефективно здійснювати санітарне обслуговування внутрішніх елементів машини.

Привідні вузли, такі як шків пасової передачі й блок зірочок, оснащені захисними кожухами для підвищення безпеки експлуатації.

Увімкнення та вимкнення обладнання здійснюється за допомогою пульта керування, який закріплений на рамі машини.

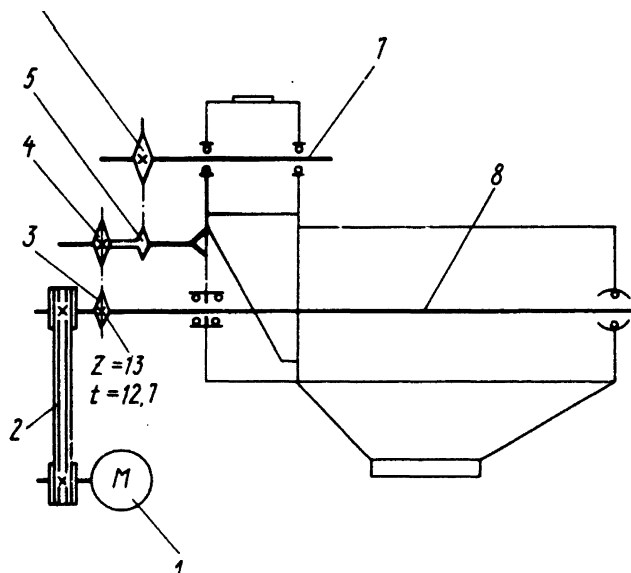
Кінематична схема роботи просіювача представлена на рисунку 2.3.

Принцип дії.

Борошно подається у шлюзовий затвор, звідки, при обертанні

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						25
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

відповідного вала, надходить до внутрішнього простору корпусу. Тут воно розподіляється похилими лопатками й захоплюється чотирма основними лопатями, що здійснюють його переміщення як уздовж, так і поперек ситової поверхні. Просіяна фракція проходить крізь ситовий барабан і потрапляє до борошнопроводу, по якому транспортується далі. Залишкові частинки та домішки потрапляють у збірник, звідки видаляються у процесі обслуговування.



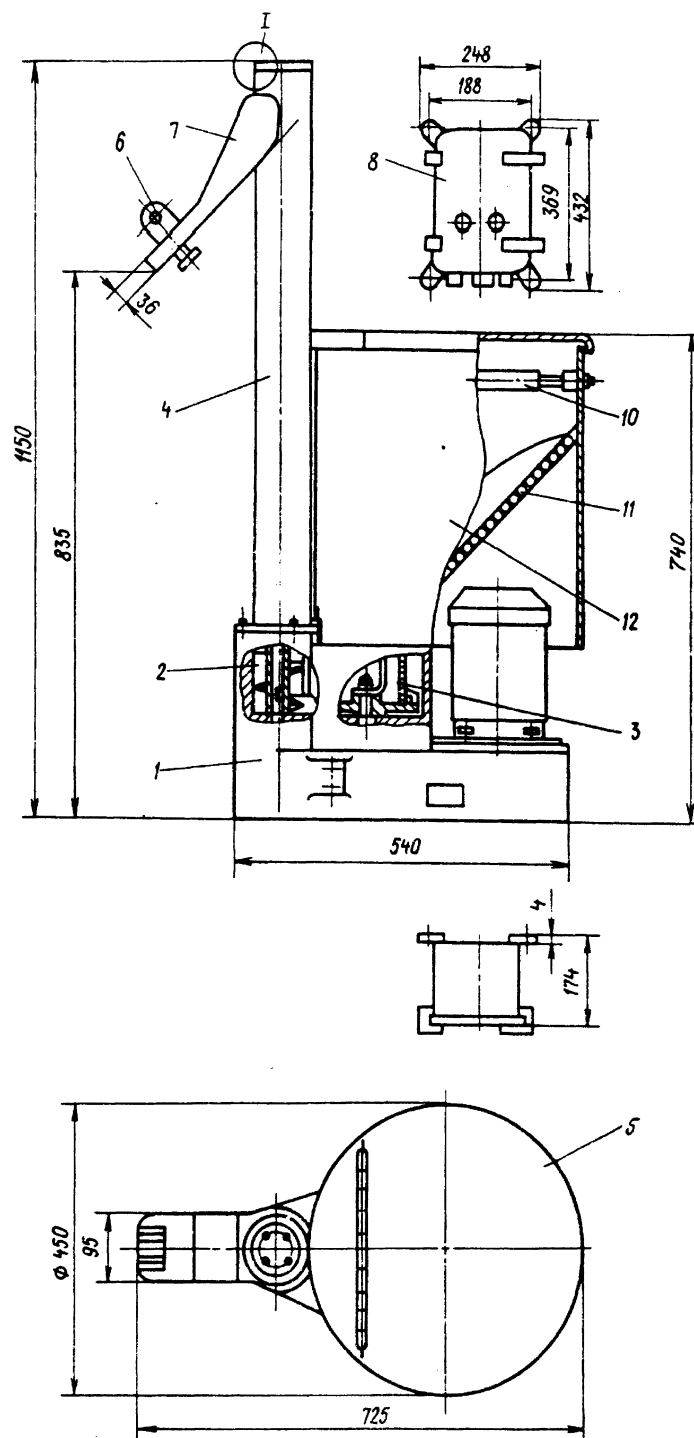
1 – електродвигун; 2 – клинопасова передача; 3, 6 – зірочки ланцюгових передач; 7 – вал шлюзового живильника; 8 – вал просіювача.
Рисунок 2.3 – Кінематична схема роботи просіювача борошна Ш2 ХМВ.

Просіювач борошна марки А2 ХПГ

Просіювальний пристрій типу А2 ХПГ (див. рисунок 2.4) складається з таких основних вузлів: борошнопроводу 4, шнекового транспортера 2, приймального бункера 12, магнітного вловлювача 6, опорної станини 1, магнітного пускача 8 і ситового барабана 3.

Борошнопровід являє собою трубчасту конструкцію, до верхньої частини якої під кутом приварено вивантажувальний лоток 7. Він закріплюється на станині за допомогою фланцевого з'єднання. Внутрішньо в каналі розміщений шнек 2, виготовлений з труби з привареною по спіралі металевою стрічкою. Шнек зафіксований болтами на опорному валу.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						26
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		



1 – станина; 2 – шнек; 3 – ситовий барабан; 4 – борошнопровід; 5 – кришка; 6 – магнітний вловлювач; 7 – вивантажувальний лоток; 8 – магнітний пускач; 9 – гвинт; 10 – запобіжна решітка; 11 – конічна вставка; 12 – приймальний бункер.

Рисунок 2.4 – Загальний вигляд просіювача борошна А2 ХПГ.

Приймальний бункер 12 виконаний у формі циліндричної ємності з листової сталі, усередині якої розташована конічна вставка 11 із вихідним

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		27

отвором для переміщення борошна. Зверху бункер закривається кришкою 5, під якою встановлено запобіжну решітку 10.

Для вилучення феромагнітних частинок у складі борошна, на вивантажувальному лотку встановлюється пакет постійних магнітів 6.

Ситовий барабан 3 має форму циліндра і складається з корпусу, сита та опорного кільця.

Станина 1 є основним несучим елементом і виготовлена литтям. На ній розміщені опори шнека, ситового барабана та приводний механізм.

Привод ситового барабана, а також шнека, здійснюється за допомогою електродвигуна через клинопасову передачу.

Принцип дії:

Борошно подається вручну або за допомогою мішкоперевертального пристрою до приймального бункера. Після запуску приводу в рух приходять шнек і ситовий барабан. Під впливом відцентрових сил борошно відкидається до стінок барабана і просіюється крізь отвори у ситі. Внутрішню поверхню сита очищує вбудований очисний пристрій. Просіяна фракція проходить у прямокутний отвір основи барабана, де за допомогою гвинтових лопатей шнека транспортується вгору. Через вивантажувальний лоток борошно спрямовується до діжі, дозатора або тимчасового накопичувального бункера.

Просіювач борошна марки П2 П

Модель П2 П (рисунок 2.5) складається з литої станини 1, приймального бункера 2 із захисною решіткою 3 та кришкою 4, борошнопроводу 9 зі шнековим механізмом, просіювальної головки 6, магнітного пристрою 7 та приводу 5.

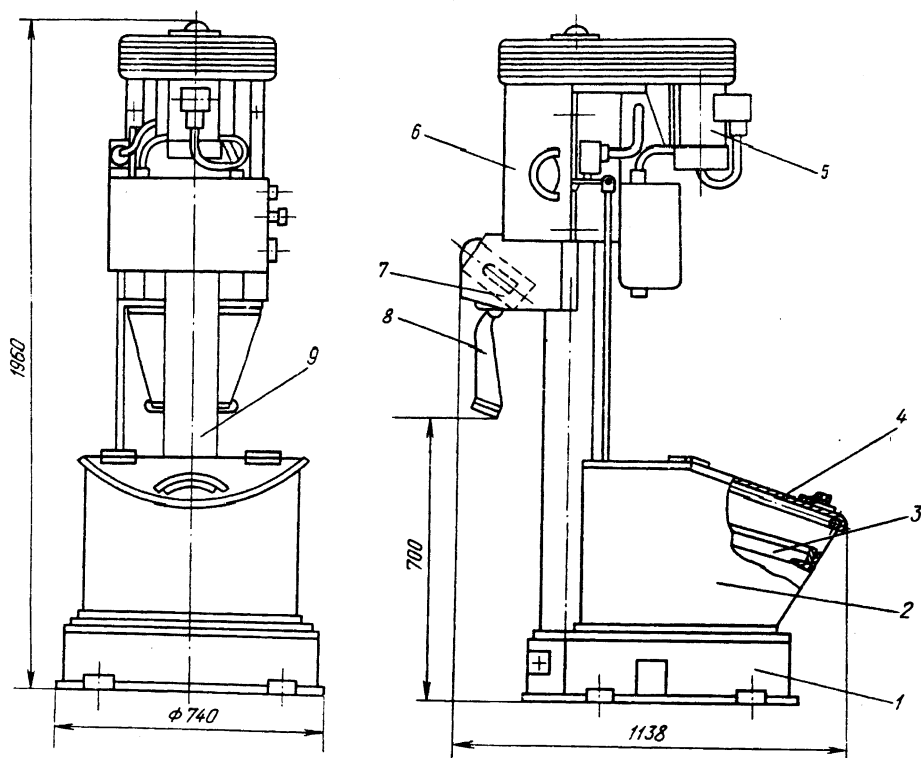
У конструкції просіювальної головки передбачено два сита: внутрішнє з більшим діаметром отворів і зовнішнє — з меншими отворами. У верхній частині внутрішнього сита розміщено обертовий конус, по якому відходи, що не пройшли просіювання, направляються до збірника домішок.

У просіювальній головці також встановлено привідний блок, що включає електродвигун і клинопасову передачу, яка забезпечує обертання вала шнека. Вал підтримується верхнім та нижнім підшипниковими вузлами.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						28
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Приймальний бункер виготовлений із листового металу та встановлений на станині. На дні бункера розміщено спіральні лопаті, які сприяють подачі борошна до шнека та його транспортуванню в напрямку просіювальної головки. Привод лопатей розміщується в тілі станини й працює за допомогою зубчастої передачі, що отримує обертання від вала шнека.

Кінематична схема просіювача П2 П представлена на рисунку 2.6.



1 – станина; 2 – приймальний бункер; 3 – запобіжна решітка; 4 – кришка;
5 – привод; 6 – просіювальна головка; 7 – магнітний апарат; 8 –
вивантажувальний рукав; 9 – повітропровід.

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд просіювача борошна П2 П.

Принцип дії:

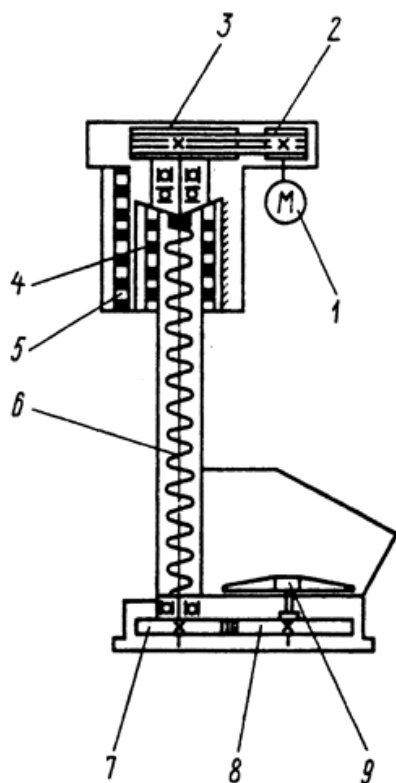
Борошно завантажується до приймального бункера 2, з якого за допомогою спіральних лопатей і вертикального шнека подається в зону просіювальної головки 6. Під впливом відцентрової сили борошно спрямовується до внутрішнього сита, де відбувається перше (попереднє) просіювання.

Після цього частинки борошна, що пройшли крізь внутрішнє сито,

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		29

захоплюються обертовим барабаном із похилими лопатями та подаються до зовнішнього сита. На цій стадії здійснюється остаточне (друге) просіювання, що забезпечує високу якість очищення.

Просіяний матеріал спрямовується в зону магнітного апарата 7, де за допомогою вбудованого магнітного елемента вилучаються феромагнітні частинки. Після цього борошно вивантажується через гнучкий рукав 8 до підготовленої тари для подальшого використання або зберігання.



1 – електродвигун; 2, 3 – шківи клинопасової передачі; 4 – внутрішнє сито; 5 – зовнішнє сито; 7, 8 – зубчасті колеса; 9 – спіральні лопаті.

Рисунок 2.6 – Кінематична схема роботи просіювача борошна П2 П.

Частинки, які не змогли пройти крізь отвори внутрішнього сита 4, транспортуються шнеком до поверхні обертового конуса. Під дією відцентрової сили вони відкидаються в бік та накопичуються у збірнику для відходів. Видалення накопичених домішок із цього збірника здійснюється періодично через спеціальний відкидний клапан.

Феромагнітні включення, що осідають на поверхні магнітного апарата, очищаються вручну за допомогою щітки.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Просіювач борошна марки А2 ХНП/4

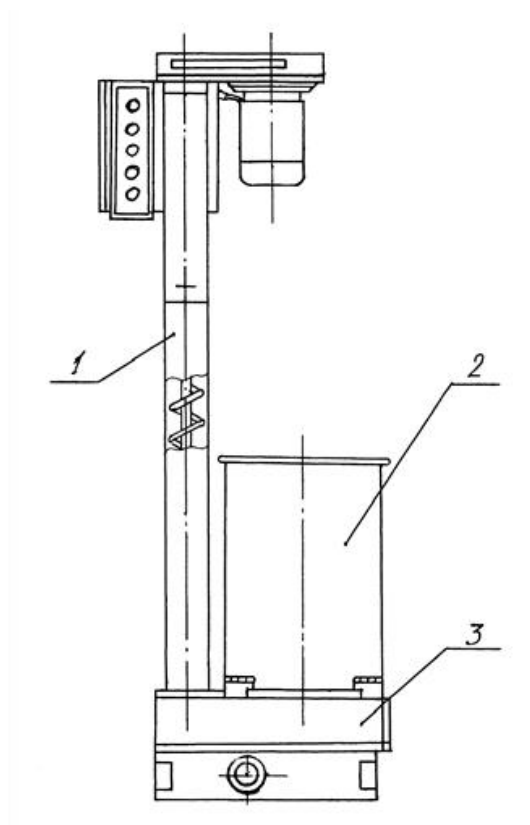
Просіювач типу А2 ХНП/4 (рисунок 2.7) складається з трьох основних модульних вузлів:

А2 ХНП/4.01.000 – шнековий конвеєр (1)

А2 ХНП/4.02.000 – бункер (2)

А2 ХНП/4.03.000 – просіювальний блок (3)

Шнековий конвеєр (див. рисунок 2.7) включає повітропровід 5, всередині якого розміщується гвинтовий шнек 6, що забезпечує переміщення борошна вздовж каналу системи.



1 – конвеєр шнековий; 2 – приймальний бункер; 3 – просіювач.

Рисунок 2.7 – Загальний вигляд просіювача борошна А2 ХНП/4.

Верхня частина корпусу шнека представлена прямокутною конструкцією — корпусом 7, на якому закріплені такі елементи: пульт керування 8, приводний агрегат 9, похилий вивантажувальний лоток 10 та магнітний вловлювач 11, що складається з двох плоских магнітів. У верхній частині корпусу передбачено отвір, через який просіяне борошно надходить у вивантажувальний лоток.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		31

У нижній частині борошнопроводу 5 розміщується підшипниковий вузол 12 із закріпленим шківом 13. Тут також знаходиться отвір, через який просіяний продукт подається з просіювача до шнека, та приварений фланець 14, призначений для надійного з'єднання шнекового конвеєра з корпусом просіювача.

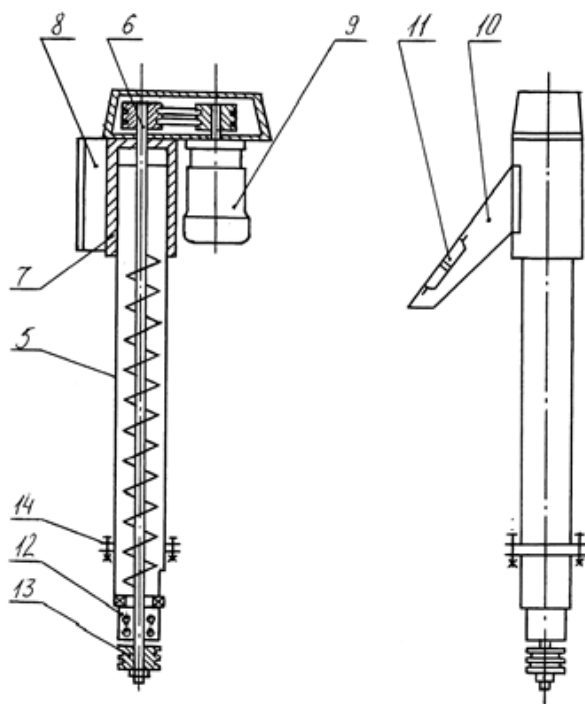


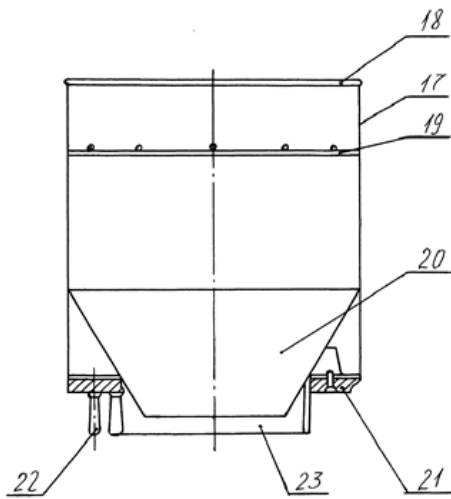
Рисунок 2.8 – Конвеєр шнековий:

5 – борошнопровід; 6 – шнек; 7 – корпус; 8 – пульт керування; 9 – привод; 10 – вивантажувальний лоток; 11 – магнітний вловлювач; 12 – підшипниковий вузол; 13 – шків; 14 – фланець.

Борошнопровід 5 з'єднано з прямокутним корпусом 7 за допомогою чотирьох болтових з'єднань, що забезпечує можливість орієнтувати вивантажувальний лоток 10 у необхідному напрямку відповідно до розташування обладнання.

Бункер (рисунок 2.9) складається з циліндричного корпусу 17, виготовленого з листової нержавіючої сталі. У верхній частині встановлена кришка 18, під якою розміщується захисна решітка 19. Її функція — запобігання попаданню великих сторонніх предметів у зону просіювання.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		32



17 – циліндричний корпус; 18 – кришка; 19 – захисна решітка; 20 – конусна вставка; 21 – фланець; 22 – скребок; 23 – регулювальне кільце.
Рисунок 2.9 – Бункер А2 ХНП/4.02.000.

У нижній частині бункера встановлена конічна вставка 20, до якої фланець 21 кріпиться за допомогою болтів. На фланці розміщені скребки 22, що виконують функцію очищення ситової поверхні, а також встановлено регулювальне кільце 23. Воно служить для налаштування об'єму подачі борошна в ситовий барабан і запобігання попаданню сторонніх предметів у зону просіювання.

Рисунок 2.10 – Просіювач А2-ХНП/4.03.000. Просіювальний блок складається з литої станини 25, поділеної перегородкою 26 на окремі порожнини. У перегородці передбачено вікно для виведення просіяного борошна.

У першій порожнині розташовано ситовий барабан 27, виконаний у вигляді стаканоподібної форми. На його внутрішній циліндричній поверхні закріплено ситове полотно 28, а на зовнішній частині — лопаті, які відкидають просіяне борошно у зону шнекового механізму.

До нижньої частини станини прикріплені:

- натяжний механізм 29;
- підшипниковий вузол приводу сита 30;
- корпус 31 із отворами для кріплення на фундаменті.

Система електрообладнання просіювача забезпечує автоматизоване

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		33

керування приводом, захист електродвигуна від перевантаження та короткого замикання. Запуск і зупинка приводу здійснюються за допомогою кнопок "пуск" і "стоп", що розташовані на пульті керування у зручному для оператора місці.

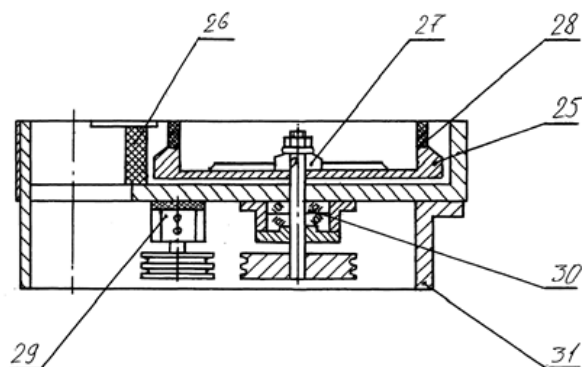


Рисунок 2.10 – Просіювач А2 ХНП/4.03.000:
25 – станина; 26 – перегородка; 27 – ситовий барабан; 28 – ситове полотно; 29 – натяжний пристрій; 30 – підшипниковий вузол; 31 – корпус.

У приймальний бункер завантажується необхідна кількість продукту, після чого бункер закривають кришкою та вмикають електропривод. Під впливом відцентрових сил продукт надходить у просіювальну зону через кільцевий зазор між регульовальним кільцем і дном ситового барабана. Далі частинки продукту потрапляють на поверхню ситового полотна 28.

Просіяна фракція проходить крізь отвори сита та потрапляє в порожнину шнекового транспортера. При цьому сторонні механічні домішки залишаються на внутрішній поверхні сита. Шнек транспортує просіяний продукт вертикально вгору до вікна вивантаження, через яке борошно спрямовується по похилому лотку, обладнаному магнітним вловлювачем, для подальшого використання.

Механічні домішки, що накопичуються у просіювачі, періодично видаляються вручну.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		34

2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення

Патент України без експертизи по суті (5 р.)

(11) 24713 А (51) МПК (2006)

A21В 7/00

(46) 30.10.1998, бюл. № 5

(71) НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА "РАЙТ" (UA)

(72) Мельник Юрій Анатолійович (UA); Ковальов Олександр Володимирович (UA); Малєєв Олександр Олександрович (UA); Лахтадир Олександр Миколайович (UA)

(54) ПРОСІЮВАЧ

Просіювач, що складається з основи, бункери із запобіжною сіткою і регульованим кільцем на горловині, закріплених на приводному валу в центрі бункера перетрушувача і нижче за горловину ситового барабана, шнекового підйомника із заборником і зкидачем з магнітним, уловлювачем, електродвигуни, приводних шківів і підшипникових опор, що відрізняється тим, що підшипникова опора валу ситового барабана закріплена відносно шнекового підйомника так, що площина, що проходить через вісь обертання шнека і центр заборника, є дотичною до циліндричної поверхні ситового барабана, що утворює, а навколо ситового барабана розташований збірковий раблик.

Просіювач складається з основи 1 бункера 2 із запобіжною сіткою 3 і регульованим кільцем 4; закріплених на приводному валу 5 перетрушувача 6, ситового барабана 7 і приводного шківа 8; шнекового підйомника 9 із закріпленням в підшипнику 10 шківом 11, заборником 12 і шнеком 14; електродвигуна 15, збірки-равлика 16 і магнітного уловлювача 17. Вал 5 ситового з циліндричної поверхні ситового барабана 7.

Після засипки борошна (цукру або юного сипкого матеріалу) і включення електродвигуна 15 починає обертатися ситовий барабан 7, просіюючи борошно і обертаючи воно по равликовій-збірці 16 проти годинникової стрілки до заборнику 12 у напрямі стрілки М по лінії АВ. На

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

повторне (холосте) обертання матеріал, що просіює, пройти не може.

Шнековий підйомник 9 підіймає борошно і по зкидачу 13 з магнітним уловите лем 17 подає в тістоміситель або місткість.

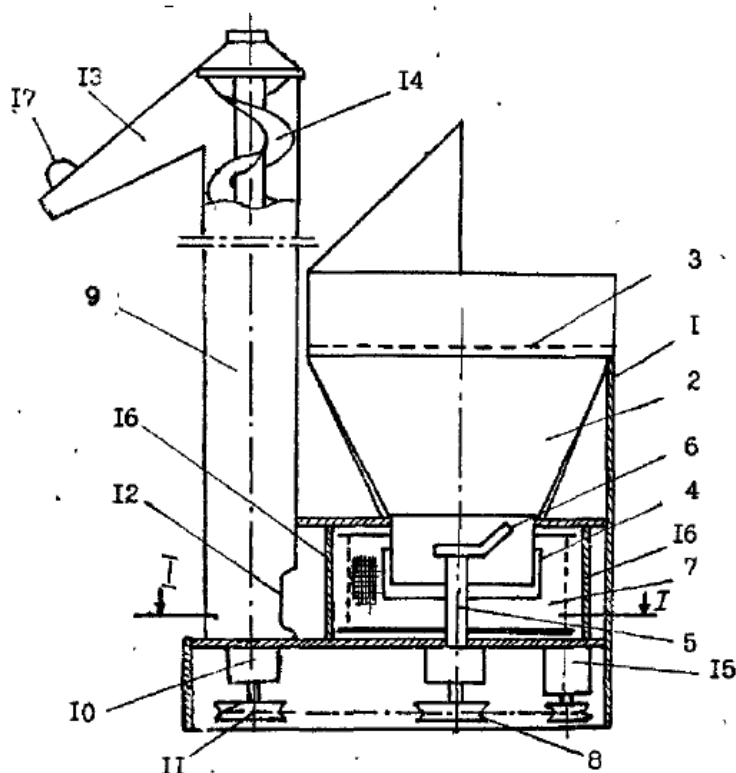


Рисунок 2.11 – Просіювач.

Патент України без експертизи по суті (5 р.)

(11) 24714 А (51) МПК (2006)

A21В 7/00

(46) 30.10.1998, бюл. № 5

(71) НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА "РАЙТ" (UA)

(72) Мельник Юрій Анатолійович (UA); Ковальов Олександр Володимирович (UA); Малєєв Олександр Олександрович (UA); Лахтадир Олександр Миколайович (UA)

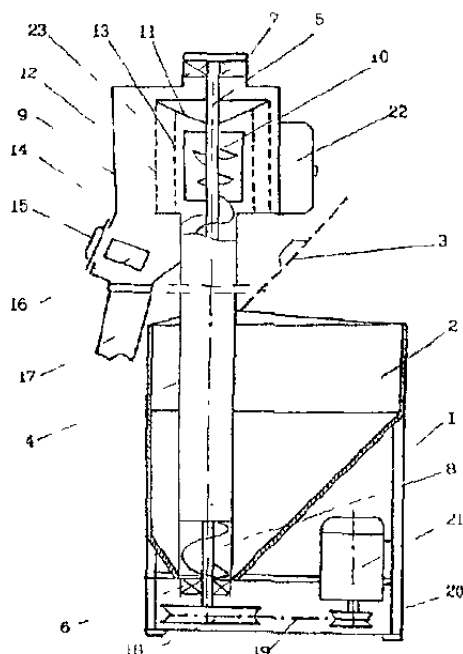
(73) НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА "РАЙТ" (UA)

(54) ПРОСІЮВАЧ

Просіювач, який складається з корпусу, бункера, шнекового підйомника с забірником не просіяного матеріалу, закріпленого на верхнім кінці шнека обертаючого барабана с лопатями, двох соосно розташованих навколо барабана

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		36

сит, магнітного уловлювача і привода. Відрізняється тим, що шнековий підйомник закріплений всередині бункера, цапфа вала шнека проходить крізь ущільнений отвір в днище бункера. А забірник розташований над дном бункера на всьому протязі зовнішнього обводу поперечного перерізу шнека.



1-корпус; 2-бункер; 3-кришка; 4-шнековий підйомник; 5-шнек; 6,7-підшипникові опори; 8-заборник; 9-просіювальна головка; 10-барабан; 11-конус; 12,13-циліндричні сита; 14- збірник не просіяного борошна; 15-магнітний уловлювач; 16-кришка; 17-рукав; 18,19,20-привід з клинопасовими передачами; 21-електродвигун; 22-пульт керування; 23-уловлювач домішок.

Рисунок 2.12 - Просіювач.

Номер патенту 2095161

B07B1/22

Номер заявки 96101413/03

Заявник(и) : Таршиков Владислав Іванович; Міська рада Всеросійського суспільства винахідників і раціоналізаторів

Автор(ы) : Таршиков В. І.; Філаткин А.Я.

ПРОСІЮВАЧ СИПКИХ ПРОДУКТІВ

Використання: для просіювання борошна і інших сипких матеріалів в харчовій і інших галузях промисловості. Суть винаходу : просіювач сипких

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						37
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

матеріалів містить герметичний корпус 1, в якому на валу 8 встановлено конічне решето за допомогою шарнірних вузлів 9, встановлених на вході і виході решета перпендикулярно один одному.

1. Просіювач сипких продуктів, включаючий корпус, вал з концентрично встановленим на нім решетом, привід обертання, завантажувальний і розвантажувальний вузли, такий, що відрізняється тим, що корпус виконаний герметичним, а на горизонтально розташованому валу встановлено конічне решето, сполучене з валом за допомогою двох шарнірних вузлів, при цьому кожен шарнірний вузол розміщений на вході і виході решета перпендикулярно один до одного.

2. Просіювач по п.1, що відрізняється тим, що шарнірні вузли встановлені з можливістю переміщення перпендикулярно подовжньої осі валу.

Авторське свідоцтво СРСР

(22) Заявлене 03. 09. 74, (21) 205975413

Опубліковане 30. 11. 6, Бюлетень № 44

Дата публікації опису 10. 12. 76

(72) Автори винаходу

Н, В, Тульський, В. П. Руденко і Е. В. Теплицький

(71) Заявник

Всесоюзний науково-дослідний інститут хлібопекарської промисловості
ВІДЦЕНТРОВИЙ ПРОСІЮВАЧ

Відцентровий просіювач, що містить приймальний бункер, що подає вертикальний шнек, у верхній частині якого закріплений барабан, що просіює, з вертикально встановленим шнеком, і ситову обичайку, встановлену в нижній частині барабана, що просіює, що відрізняється тим, що з метою виключення перетирання і більше кращого видалення домішок, у верхній частині ситового барабана нерухомо закріплений диск, що має отвір для виведення сторонніх домішок, а шнек барабана жорстко закріплений на диску.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення

У описаному вище відцентровому просіювачі домішки, що не пройшли сито, скупчуються усередині просію вального барабана і періодично вручну віддаляються при його зупинці, що порушує безперервність технологічного циклу. Крім того, у відомому відцентровому просіювачі сторонні домішки перетираються і потрапляють в готовий продукт, погіршуючи його якість, а нерівномірна подача останнього на тістомісильну машину призводить до непромішування тіста. З метою виключення перетирання і більше кращого видалення домішок в пропонуваному відцентровому просіювачі у верхній частині ситового барабана нерухомо закріплений диск, що має отвір для виведення сторонніх домішок, а шнек барабана жорстко закріплений на диску.

Відцентровий просіювач містить станину 1, приймальний бункер 2, перетрушувач 3 і 10 подаючий вертикальний шнек 4, змонтований в корпусі 5 (рисунок 2.13).

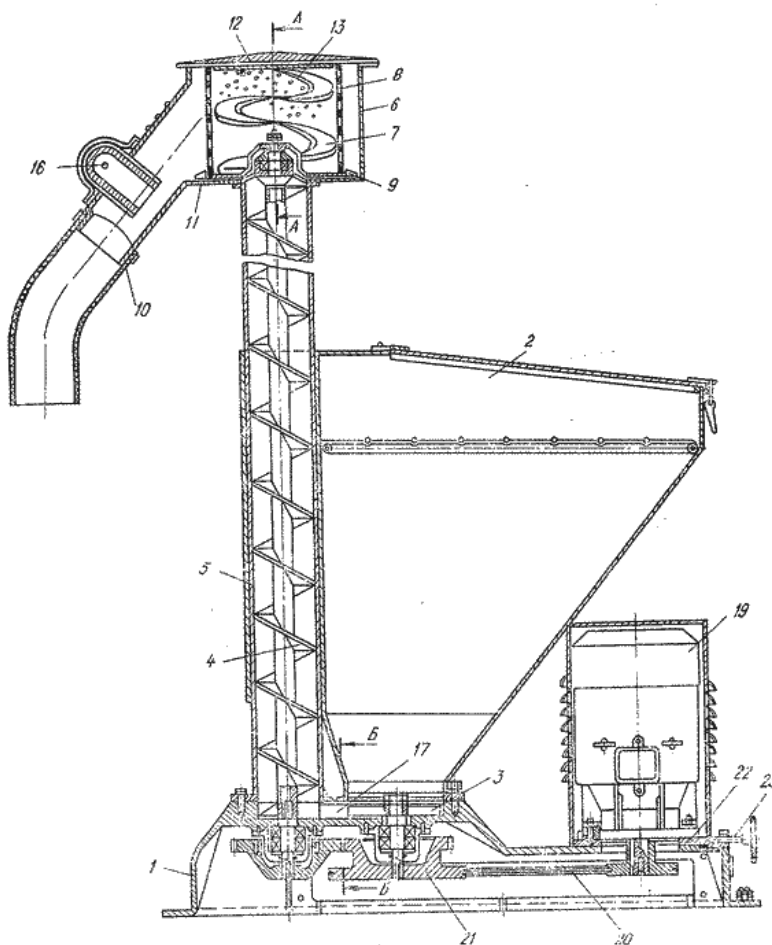


Рисунок 2.13 – Вдосконалений просіювач.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		39

У верхній частині подаючого вертикального шнека закріплений барабан, що просіює, 6 з вертикально встановленим шнеком 7. У нижній частині барабана, що просіює, 6 змонтована ситова обичайка 8 і укріплені лопатки 9 для подачі продукту в похилий патрубок 10 через горловину 11. У верхній частині барабана, що просіює, 6 нерухомо закріплений диск 12 з отвором 13 для виведення сторонніх домішок, а шнек 7 барабана жорстко закріплений на диску 12.

Барабан, що просіює, 6 забезпечений збіркою 14 для сторонніх домішок і кришкою 15.

У похилому патрубку 10 встановлена система постійних магнітів 16 для очищення продукту, що просіюється, від металодомішок.

Приймальний бункер 2 сполучений з корпусом 30 шнека 4 каналом 17, закритим згори знімними пластинами 18, що мають різну товщину, наприклад 6 мм.

Відцентровий просіювач приводиться в дію від електродвигуна 19 через клиноремінну передачу 20 і циліндричну прямозубу пару 21. Для натягнення клиноремінної передачі 20 служить натяжне пристосування, що складається з повзуна 22 і системи 23 гвинт-гайка.

Відцентровий просіювач працює таким чином.

Призначений для очищення сипкий продукт засипається в приймальний бункер 2, захоплюється в його нижній частині перетрушувачем 3 і передається через канал 17, закритий згори знімною пластиною 18, до вертикального шнека 4, який транспортує його у барабан, що просіює, 6.

У барабані, що просіює, продукт проходить через ситову обичайку 8, очищається від сторонніх включень і підгрібається лопатками 9 до горловини 11. У похилому патрубку 10 продукт за допомогою системи постійних магнітів 16 очищається від металодомішок і поступає на подальшу переробку. Сторонні домішки, затримані ситовою обичайкою 8, притискаються до її внутрішньої поверхні і, обертаючись разом з нею, потрапляють на шнек 7, рухаються далі по спіралі вгору і через отвір 13 в диску 12 виводяться у збірку 14, з якого потім видаляються.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Надалі цикл повторюється.

Пропонований відцентровий просіювач в порівнянні з відомим має просту працездатну конструкцію, в ній виключено перетирання сторонніх включень, що знаходяться в продукті, що просіюється, а сторонні домішки повністю видаляються.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини

Секундну продуктивність просіювача визначають за формулою

$$\Pi = \frac{Q}{3600}, \quad (3.1)$$

де Q – годинна продуктивність машини, кг/год.

$$\Pi = \frac{400}{3600} = 0,14 \text{ кг} / \text{с}.$$

Зовнішній діаметр шнеку визначають за формулою [15]

$$D = \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot \Pi}{n \cdot \rho \cdot \psi \cdot k}}, \quad (3.2)$$

де n – частота обертання шнеку, с^{-1} , $n=2 \text{ с}^{-1}$;

ρ - щільність борошна $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho=450 \dots 600 \text{ кг}/\text{м}^3$ [8];

ψ - коефіцієнт продуктивності, який враховує умови завантаження та ступінь завантаження шнеку, а також властивості сировини, $\psi=0,2 \dots 0,3$ [15];

k – геометричний коефіцієнт, що враховує частину перетину, яку займають вінт і вал, $k=0,65 \dots 0,75$ [15].

$$D = \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot 0,14}{2 \cdot 600 \cdot 0,2 \cdot 0,65}} = 0,09 \text{ м}.$$

Приймають $D=0,09 \text{ м}$.

Для подальших розрахунків необхідно завдатися наступними розмірами:

- шаг гвинта:

$$t = (0,7 \dots 0,8) D, \quad (3.3)$$

$$t = 0,7 \cdot 0,09 = 0,05 \text{ м}.$$

Приймають $t=0,05 \text{ м}$.

- висота завантажувального отвору кожуха:

$$h = (1 \dots 1,5) t, \quad (3.4)$$

$$h = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ м}.$$

- діаметр валу гвинта:

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						42
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d=(0,2...0,3)D, \quad (3.5)$$

$$d=0,3 \cdot 0,09=0,03 \text{ м.}$$

-радіальний зазор між гвинтом і кожухом:

$$\sigma=2...3 \text{ мм.}$$

Перевіряють частоту обертання шнеку на критичне значення за формулою[15]

$$n_{кр} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg}(\lambda + \rho)}{f \cdot R}}, \quad (3.6)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2 , $g=9,81 \text{ м/с}^2$;

λ - кут підйому гвинтової поверхні, град.

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{t}{\pi D}, \quad (3.7)$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{0,1}{3,14 \cdot 0,12} = 0,2654.$$

$$\lambda = \operatorname{arctg} 0,2654.$$

$$\lambda = 14,86.$$

ρ - кут тертя спокою вантажу по гвинту.

$$\operatorname{tg} \rho = f = 0,3.$$

$$\rho = \operatorname{arctg} 0,3.$$

$$\rho = 16,69.$$

f – коефіцієнт тертя вантажу по кожуху.

$$f = 0,3...0,4$$

R – внутрішній радіус кожуха, м.

$$R = \frac{D}{2} + \sigma, \quad (3.8)$$

$$R = \frac{0,09}{2} + 0,002 = 0,05 \text{ м.}$$

$$n_{кр} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{9,81 \cdot \operatorname{tg}(14,86 + 16,69)}{0,3 \cdot 0,062}} = 2,86 \text{ с}^{-1}.$$

Таким чином, можна сказати, що робоча частота обертання не перевищує критичну.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n_{кр} \geq n_p, \quad (3.9)$$

$$2,86 \geq 2$$

Площу ситової поверхні визначають за формулою [15]

$$F_c = \frac{\Pi}{\Pi_o}, \quad (3.10)$$

де Π_o – питома продуктивність просіювача кг/(м²·с), $\Pi_o=2,8$ кг/(м²·с), [15].

$$F_c = \frac{0,14}{2,8} = 0,05 \text{ м}^2.$$

Діаметр циліндричного сита визначають за формулою [15]

$$D_c = D + 2\sigma, \quad (3.11)$$

$$D_c = 0,09 + 2 \cdot 0,056 = 0,2 \text{ м}.$$

Висоту циліндричного сита визначають за формулою [15]

$$H_c = \frac{F_c}{\pi \cdot D_c}, \quad (3.12)$$

$$H_c = \frac{0,05}{3,14 \cdot 0,124} = 0,19 \text{ м}.$$

3.2 Енергетичний розрахунок машини

Необхідну потужність електродвигуна для вдосконаленого просіювача визначають за формулою [15]

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta_o \cdot \eta_{ел}}, \quad (3.13)$$

де N_1 – потужність, яка необхідна для підйому борошна шнеком, кВт;

N_2 – потужність, що необхідна для обертання питаючих лопастей, кВт;

η_o - загальний ККД передачі;

$\eta_{ел}$ - ККД електродвигуна.

$$N_1 = g \Pi H k_1 (\gamma + 1) 10^{-3}, \quad (3.14)$$

де H – висота підйому борошна, м;

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

k_1 – коефіцієнт, що враховує витрати на тертя гвинта у підшипниках, $k_1=1,15 \dots 1,2$ [15];

γ - коефіцієнт опору руху, $\gamma=10$ [15].

$$N_1 = 9,81 \cdot 0,14 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot (10 + 1) \cdot 10^{-3} = 0,017 \text{ кВт}.$$

$$N_2 = z \cdot \frac{k_2 \cdot \omega^3 \cdot h}{408} \cdot (R^4 - r^4), \quad (3.15)$$

де z – кількість лопастей, шт, $z=2$ шт;

k_2 – коефіцієнт опору, для борошна $k_2=5000$ [15];

ω - кутова швидкість лопастей, с^{-1} .

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (3.16)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 400}{30} = 12,57 \text{ с}^{-1}$$

h – висота лопастей, м, $h=0,03$ м;

R – зовнішній радіус лопасті, м, $R=0,08$ м;

r – радіус вала лопасті, м, $r=0,015$ м.

$$N_2 = 2 \cdot \frac{5000 \cdot 12,57^3 \cdot 0,03}{408} \cdot (0,08^4 - 0,015^4) \cdot 10^{-3} = 0,67 \text{ кВт}.$$

$$\eta_o = \eta_z \cdot \eta_p, \quad (3.17)$$

де η_z – ККД зубчатої передачі, $\eta_z=0,95 \dots 0,97$ [17];

η_p – ККД клинопасової передачі, $\eta_p=0,94 \dots 0,96$ [17].

$$\eta_o = 0,96 \cdot 0,95 = 0,91$$

$$N = \frac{0,017 + 0,67}{0,91 \cdot 0,9} = 0,93 \text{ кВт}.$$

За визначеною потужністю обирають двигун 4A80B843 з частотою обертів 1000 хв^{-1} та потужністю 1,0 кВт. [17]

3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Розрахунок вала живильника.

Основними вимогами, яким повинна відповідати конструкція вала, є

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

достатня міцність, жорсткість, що буде забезпечувати нормальну роботу зачеплень і підшипників, технологічність конструкції та економія матеріалу.

Розрахунок вала виконується в чотири етапи: орієнтовний розрахунок на кручення, розрахунок на складний опір (кручення із вигином); перевірка запасу міцності по витривалості у найбільш небезпечних перетинах; перевірка жорсткості вала.

Орієнтовний діаметр вала в небезпечному перерізі визначається з умови міцності при крученні у випадку знижених допустимих напруг [18].

$$d = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau]}}, \quad (3.18)$$

де T – крутний момент, Н·м, $T=34,2\text{ Н}\cdot\text{м}$;

$[\tau]$ – допустима напруга на кручення, МПа, $[\tau]=24\text{ МПа}$ [18].

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 34,2}{3,14 \cdot 24 \cdot 10^6}} = 0,021\text{ м}.$$

Приймають $d=0,025\text{ м}$ [18].

Для розрахунку вала на складний опір необхідно скласти його розрахункову схему, тобто розмітити точки, в яких розташовані умовні опори, визначити величину та напрямок сил, діючих на вал, а також точки їх прикладення. Розрахункова схема вала наведена на рисунку 3.13.

Для визначення реакції А у вертикальній площині записують суму моментів відносно точки В

$$\begin{aligned} \sum M(B) &= 0 \\ -F \cdot (a+b) - R_{AB} \cdot b + F_r \cdot c &= 0. \end{aligned} \quad (3.19)$$

Звідки мають вираз для визначення реакції R_{AB}

$$\begin{aligned} R_{AB} &= \frac{-F \cdot (a+b) + F_r \cdot c}{b}, \\ R_{AB} &= \frac{-42,75 \cdot 0,11 + 270 \cdot 0,075}{0,05} = 310,95\text{ Н}. \end{aligned} \quad (3.20)$$

Складають суму моментів відносно точки А

$$\sum M(A) = 0$$

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$-F \cdot a - R_{BB} \cdot b + F_r \cdot (b + c) = 0. \quad (3.21)$$

$$R_{BB} = \frac{F_r \cdot (b + c) - F \cdot a}{b}, \quad (3.22)$$

$$R_{BB} = \frac{270 \cdot 0,125 - 42,75 \cdot 0,06}{0,05} = 623,7 \text{ Н}.$$

Перевірка правильності визначення реакцій за формулою

$$\begin{aligned} \sum P_y &= 0 \\ F + R_{AB} - R_{BB} + F_r &= 0, \\ 42,75 + 310,95 - 623,7 + 270 &= 0. \end{aligned} \quad (3.23)$$

Будують епюру вигинаючих моментів у вертикальній площині.

Аналогічно визначають реакції у підшипниках в горизонтальній площині. Вони складають $R_{A\Gamma} = 405 \text{ Н}$, $R_{B\Gamma} = 675 \text{ Н}$.

Будують епюру вигинаючих моментів у горизонтальній площині.

По характеру епюри вигинаючих моментів встановлюють місцеположення небезпечного перерізу вала і знаходимо його за формулою

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{екв}}}{\pi \cdot [\sigma_{-1}]}} \quad (3.24)$$

де $M_{\text{екв}}$ – еквівалентний або приведений момент, Н·м.

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_{\text{в}}^2 + M_{\text{г}}^2 + 0,75 \cdot M_{\text{к}}^2}, \quad (3.25)$$

де $M_{\text{в}}$ – максимальний вигинаючий момент у вертикальній площині, Н·м;

$M_{\text{г}}$ – максимальний вигинаючий момент у горизонтальній площині, Н·м;

$M_{\text{к}}$ – крутний момент, Н·м.

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{20,25^2 + 18,1^2 + 0,75 \cdot 34,2^2} = 40,18 \text{ Н·м}.$$

$[\sigma_{-1}]_{\text{н}}$ – допустима напруга Н/мм², $[\sigma_{-1}]_{\text{н}} = 55 \text{ Н/мм}^2$ [18].

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

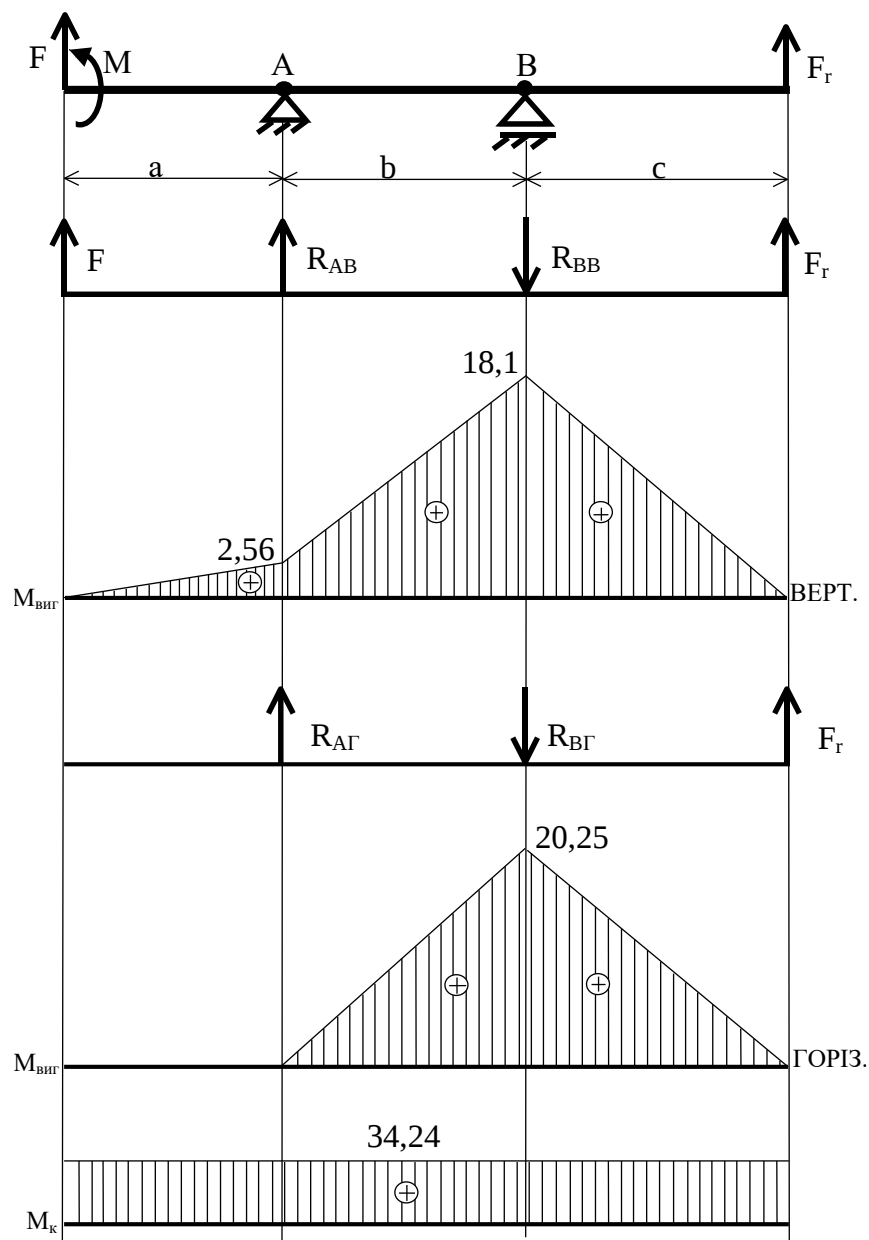


Рисунок 3.14 - Розрахункова схема вала живильника.

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 40,18}{3,14 \cdot 55 \cdot 10^6}} = 0,022 \text{ мм}$$

Із стандартного ряду обирають діаметр валу $d=25 \text{ мм}$.

Розрахунок на міцність вала виконують як перевірочний, на основі креслення вала. Він служить для визначення розрахункового коефіцієнта запасу міцності для небезпечного перерізу вала.

Загальний коефіцієнт запасу міцності визначають за формулою

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_\sigma^2} + \frac{1}{n_\tau^2}, \quad (3.26)$$

де n – загальний коефіцієнт запасу міцності;

n_σ - коефіцієнт запасу міцності по нормальним напругам.

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_v}, \quad (3.27)$$

де σ_{-1} – поріг витривалості матеріалу вала при симетричному циклі вигину МПа,

$\sigma_{-1}=270 \text{ МПа}$ [18].

k_σ - ефективний коефіцієнт концентрації нормальних напруг, $k_\sigma=2,0$ [18];

ε_σ - масштабний фактор для нормальних напруг, $\varepsilon_\sigma=0,92$ [18];

σ_u – номінальна напруга вигину (найбільша), Н/мм², $\sigma_u=55 \text{ Н/мм}^2$ [18].

$$n_\sigma = \frac{270}{\frac{2}{0,92} \cdot 55} = 2,26$$

n_τ - коефіцієнт запасу міцності по дотичним напругам.

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_v + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.28)$$

τ_{-1} – поріг витривалості матеріалу вала при симетричному циклі кручення, МПа, $\tau_{-1}=156,6 \text{ МПа}$ [18];

k_τ - ефективний коефіцієнт концентрації напруг при скрученні, $k_\tau=1,75$ [18];

ε_τ - масштабний фактор для напруг кручення, $\varepsilon_\tau=0,83$ [18];

ψ_τ - коефіцієнт, що характеризує відношення порогів витривалості при симетричному τ_{-1} та віднульовому (τ_0) циклах зміни напруг кручення, $\psi_\tau=5,5 \text{ МПа}$ [18];

τ_m – середня напруга циклу напруг кручення, $\tau_m=25 \text{ МПа}$ [18].

$$n_\tau = \frac{156,6}{\frac{1,75}{0,83} \cdot 25 + 5,5 \cdot 25} = 1,8.$$

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{2,26^2} + \frac{1}{1,8^2}}} = 1,73.$$

З точки зору забезпечення витривалості валу, достатньо мати коефіцієнт запасу міцності порядку 1,7, але враховуючи підвищені вимоги до жорсткості валів, рекомендується $n=2,5 \dots 3$ [18].

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

У описаному вище відцентровому просіювачі домішки, що не пройшли сито, скупчуються усередині просіювального барабана і періодично вручну видаляються при його зупинці, що порушує безперервність технологічного циклу. Крім того, у відомому відцентровому просіювачі сторонні домішки перетираються і потрапляють в готовий продукт, погіршуючи його якість, а нерівномірна подача останнього на тістомісильну машину призводить до непромішування тіста. З метою виключення перетирання і більше кращого видалення домішок в пропонованому відцентровому просіювачі у верхній частині ситового барабана нерухомо закріплений диск, що має отвір для виведення сторонніх домішок, а шнек барабана жорстко закріплений на диску.

Розраховані основні параметри вдосконаленої машини: продуктивність машини становить 400 кг/год, підібраний електродвигун з номінальною частотою обертання валу $n=1000$ об/хв, та потужністю 1,0 кВт.

Визначена технологія виготовлення деталі вдосконаленої машини – валу і накреслені карти наладки операцій його виготовлення.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						51
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

Перелік нормативних документів, які регламентують безпеку праці в цеху, представлений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Перелік нормативних актів

№	Позначення нормативного акту	Назва нормативного документу
1	Закон України	«Щодо внесення змін до Закону України "Про охорону праці", введено в дію 17.12.2002»
2	Закон України	«Про пожежну безпеку», чинний з 17.12.1993 № 3747–ХІІ
3	Закон України	«Про забезпечення санітарного та епідемічного добробуту населення»
4	Закон України	«Про охорону природного середовища»
5	НАОП 1.8.10-1.12-74	Інструкції з безпеки праці та виробничої санітарії на підприємствах дріжджової галузі
6	НАОП 1.8.10-2.08-85	ОСТ 18-440-85: Виробництво пресованих і сухих кормових дріжджів – вимоги до безпеки
7	НАОП 1.8.10-2.18-79	ОСТ 27-31-454-79: Устаткування для хлібопекарської й кондитерської промисловості – вимоги безпеки
8	НАОП 1.8.10-3.04-73	Санітарні норми щодо одягу та взуття для персоналу дріжджового виробництва
9	НАОП 1.8.10-3.07-73	Санітарні норми одягу і взуття для робітників загальних професій та обслуговуючого персоналу харчової промисловості

№	Позначення нормативного акту	Назва нормативного документу
10	НАОП 1.8.10-3.08-73	Норми санітарного одягу та взуття для інженерно-технічних спеціалістів харчової галузі
11	НАОП 1.8.10-4.01-80	Загальна система організації робіт з охорони праці
12	НАОП 1.8.10-5.30-74	Збірник типових інструкцій з охорони праці та санітарії для технологічного персоналу

4.2 Аналіз небезпек

Умови праці – це сукупність чинників виробничого середовища, що чинять вплив на здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Ці чинники різні за своєю природою, формам прояву, характеру дії на людину. Серед них особливу групу представляють небезпечні і шкідливі виробничі чинники. Їх знання дозволяє запобігти травматизму і захворюванням, створити сприятливіші умови праці, забезпечивши тим самим його безпеку. Відповідно до ГОСТ 12.0.003-78 ССБТ небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяють по своїй дії на організм людини на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники, що виникають при експлуатації машини просіювальної:

1. Фізичні:

- рухливі частини машини;
- шум;
- вібрація;
- підвищена напруженість електричного поля;
- запилена виробничого приміщення.

2. Психофізіологічні:

- нервово-психічне перевантаження (включаючи розумову напругу);
- монотонність праці, емоційні перевантаження);
- фізичні перевантаження (динамічні і статичні).

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		53

4.3 Планування заходів з охорони праці

Заходи по електробезпеці

Під електробезпекою розуміється система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики (ГОСТ 12.1.009-76).

Організаційні заходи забезпечуються згідно «Правил устрою електроустановок» (ПУЕ), «Правил технічної безпеки електроустановок електроспоживачів» (ПТЕ). Характеристика виробничих приміщень по електробезпеці відповідно до ГОСТ 12.1.009-76:

Приміщення з підвищеною небезпекою, якщо є одна з наступних небезпек :

- вологість (відносна вологість $> 75\%$);
- високі температури ($> 35^{\circ}\text{C}$);
- пил;
- підлоги металеві заземлені, бетонні (можливість стоячи на підлозі торкнутися устаткування).

Заходи захисту від поразки електричним струмом:

- ізоляція струмоведучих частин;
- безпечне розташування струмоведучих частин (електрощитова);
- захисні обгороджування (Згідно ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ захисне заземлення - електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою);
- надійне і швидкодіюче автоматичне захисне відключення (час дії 0,1-0,2 с і менше);
- блокування, попереджувальна сигналізація, написи, плакати;
- захист від статичної електрики.

Заходи по гігієні праці і виробничої санітарії

Повітря робочої зони.

Показниками, що характеризують мікроклімат, являються:

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						54
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1. Температура повітря;
2. Відносна вологість повітря;
3. Швидкість руху повітря;
4. Інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на усю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційованими для постійних і непостійних робочих місць.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні цеху для виробництва масових сортів хліба згідно ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 4.2 - Оптимальні і допустимі норми температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні цеху.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних, не більше
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			постійна	непостійна	постійна	непостійна				
Холодний	Па	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	0,3
Теплий	Па	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4

Вентиляцію, повітряне опалювання проектують для забезпечення допустимих метеорологічних умов і чистоти повітря в обслуговуваній зоні приміщення (згідно СНіП 2.04.05-86).

Таблиця 4.3 - Вентиляція і повітряне опалювання в цеху по виробництву масових сортів хліба.

Кондиціонування		Вентиляція	
Клас	Виробниче приміщення		
II	Цех по виробництву масових сортів хліба	Штучна	Виробничі цехи

Виробниче освітлення.

Раціональне виробниче освітлення забезпечує психологічний комфорт, попереджає розвиток зорового і загального стомлення, виключає професійні захворювання, сприяє збільшенню продуктивності праці.

У виробничому приміщенні передбачено робоче освітлення. Для нього використовують світильники ПВЛ-1, ЛТБ і ЛХБ - для виробничих приміщень.

Для аварійного і евакуаційного освітлення передбачено використання світильників марки ЛХБ-30, ламп розжарювання і люмінесцентних ламп.

Таблиця 4.4 – Норми освітлення в цеху по виробництву масових сортів хліба згідно СНіП 23.05-95.

Виробниче приміщення	Розряд зорової роботи	Природне бічне освітлення, %	Штучне ЕН, ЛК	
			Загальне	Комбіноване
Цех по виробництву масових сортів хліба	Середній точність IV в	1,5	200	400

4.4 Інженерні розрахунки

Підключене на ділянці устаткування працює з небезпечною для життя людини напругою 380 В. Для забезпечення безпечної роботи на ділянці потрібна наявність захисного заземлення.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						56
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Зробимо розрахунок захисного заземлення з контурним заземлюючим пристроєм, який характеризується тим, що його поодинокі заземлювачі розміщуються по периметру площі, на якій знаходиться устаткування, що заземляється.

Використовуємо штучні заземлювачі. Вертикальні - труби сталеві, горизонтальні - смуга сталь.

Визначимо опір поодинокого стержневого заземлювача по формулі 4.1;

$$R_{ce} = \frac{\rho \cdot \psi_e}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_c}{d_c} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot h' + l_c}{4 \cdot h' - l_c} \right), \quad (4.1);$$

де ρ - питомий опір ґрунту, **Ом·м**; $\rho=100$ Ом·м [15];

ψ_e - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів; $\psi_e=1,6$ [15];

l_c - довжина стержневого заземлювача, м; $l_c=3$ м [15];

d_c - діаметр заземлювача, м; $d_c=0,06$ м [15];

h' - відстань від поверхні землі до середини заземлювача, м; $h'=2,2$ м [15].

$$R_{ce} = \frac{100 \cdot 1,6}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,06} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 42,1 \text{ Ом.}$$

Визначимо опір розтікання струму сполучної смуги по формулі 4.2:

$$R_n = \frac{\rho \cdot \psi_z}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot h}, \quad (4.2);$$

де ψ_z - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача, $\psi_z=3,5$ [15];

l_n - довжина смуги, м; $l_n=96$ м;

b - ширина смуги, м; $b=0,012$ м;

h - глибина заставляння смуги, м; $h=0,8$ [15].

$$R_n = \frac{100 \cdot 3,5}{2 \cdot \pi \cdot 96} \cdot \ln \frac{2 \cdot 96^2}{0,012 \cdot 0,8} = 8,4 \text{ Ом.}$$

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначимо число заземлювачів по формулі 4.3:

$$n = \frac{P}{a}, \quad (4.3);$$

де P - периметр контура, м; $P = 96$ м;

a - відстань між заземлювачами, м; $a = 2$ м [15].

$$n = \frac{96}{2} = 48.$$

Визначимо загальний опір контура заземлення по формулі 4.4:

$$R_z = \frac{R_{ce} \cdot R_n}{R_{ce} \cdot \eta_z + R_n \cdot n \cdot \eta_e}, \quad (4.4);$$

де η_z - коефіцієнт використання горизонтального заземлювача, $\eta_z = 0,41$ [15];

η_e - коефіцієнт використання вертикального заземлювача; $\eta_e = 0,22$ [15].

$$R_z = \frac{42,1 \cdot 8,4}{42,1 \cdot 0,41 + 8,4 \cdot 48 \cdot 0,22} = 3,4 \text{ Ом.}$$

Отримане значення опору заземлюючого пристрою не повинне перевищувати найбільшого опору, допустимого правилами пристрою електроустановок.

$$R_z \leq R_{z.d.},$$

де $R_{z.d.}$ - найбільший допустимий опір, Ом; $R_{z.d.} = 4$ Ом [15].

$$3,4 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом.}$$

При дотриманні зроблених вимог і розрахунків по техніці безпеки на ділянці можна гарантувати безпеку робіт при просіюванні борошна.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

Зроблений аналіз небезпечних і шкідливих чинників при технологічному процесі, який показав, що виникаючі фізичні, хімічні, електричні, психофізичні і біологічні шкідливі чинники зводяться до мінімуму при правильно побудованому технологічним процесі і виконанні правил і норм техніки безпеки.

Розглянуто забезпечення безпеки при роботі на обладнанні виробництва хлібу, що дозволило зробити висновок: для забезпечення безпеки робітника, працюючого на машинах треба виконувати ряд норм і правил, що пред'являються як до устаткування, так і до приміщення, заземлення, огороження, електроживлення.

Зроблений розрахунок захисного заземлення, який показав, що отримане значення опору заземлюючого пристрою не перевищує найбільшого опору, допустимого правилами устрою електроустановок.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						59
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Оцінка технічного рішення модернізації машини

Методику економічної оцінки технічних рішень здійснюємо у два етапи: експертний і розрахунковий [31].

5 Експертний етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Експертний етап передбачає порівняння значень основних показників технічного рівня розробленої машини з виробленим аналогом (зводимо їх у таблицю 5.1.)

Таблиця 5.1 – Порівняння показників просіювачів.

Показник	Значення показника		Висновок
	модернізованої машини	Аналога	
Продуктивність, кг/год	400	400	0
Потужність приводу, кВт	1,0	1,2	+
Частота обертання шнеку, хв ⁻¹	400	400	0
Займана площа, м ²	0,90	0,93	+
Маса, кг	290	300	+

Виявлено, що по трьом показникам розроблена машина перевищує аналог, по двом знаходиться на рівні аналога.

Однак експертний етап оцінки в повному обсязі не дозволяє зробити однозначний висновок про ступінь відповідності модернізованої машини кращім зразкам-аналогам. Тому додатково приводять розрахунковий етап оцінки.

Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						60
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

здійснюємо за відносними показниками [11]

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

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

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

i – кількість порівняних показників.

Узагальнений показник ступеня відповідності модернізованої машини кращим зразкам-аналогам розраховуємо по формулі [31]

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

Переважає чиним для оцінки машини користуються такими показниками, як продуктивність, потужність і маса машини, то економічну оцінку технічного удосконалення проводимо за такими п'ятьма відносними показниками [31].

Відносний показник продуктивності k_Q визначимо за формулою

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

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

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

$$k_Q = \frac{400}{400} = 1,00.$$

Умова $k_Q \geq 1,25$ не виконана.

Відносний показник енергоспоживання k_N визначимо за формулою

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

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

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						61
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

При цьому повинно бути враховано, що $k_N \geq 1,2$.

$$k_N = \frac{1,2}{1,0} = 1,20$$

Умова $k_N \geq 1,2$ виконана.

Відносний показник матеріалоемності k_m , визначаємо за формулою

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

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

При цьому повинно бути враховано, що $k_m \geq 1,25$.

$$k_m = \frac{300}{315} = 0,95.$$

Умова $k_m > 1,25$ не виконана.

Відносний показник енергоемності k_E визначаємо за формулою

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

При цьому повинно бути враховано, що $k_E \geq 1,2$.

$$k_E = 1,2 \cdot 0,95 = 1,23.$$

Умова $k_E \geq 1,2$ виконана.

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

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

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

$$k_u = \frac{400 \cdot 1,2 \cdot 290}{400 \cdot 1,0 \cdot 300} = 1,25.$$

Умова $k_u \geq 1,25$ виконана.

Коефіцієнт технічного удосконалення, k_{my} , визначимо за формулою (5.2), вона має вид

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

Модернізована машина економічно вигідна, її технічне рішення

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						62
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

відповідає кращім зразкам-аналогам, перспективно та економічно вигідна, якщо $k_{my} > 1$.

$$k_{my} = \frac{1,0 + 1,2 + 1,03 + 1,23 + 1,24}{5} = 1,14.$$

$k_{my} > 1$, значить модернізований просіювач відповідає кращим зразкам-аналогам, перспективний і економічно вигідний.

Результати зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники технічного рівня модернізованого просіювача

Показник	Значення	Результат
1. $k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}$	1,00	не виконана
2. $k_N = \frac{N_a}{N_p}$,	1,20	виконана
3. $k_M = \frac{M_p}{M_a}$	0,95	не виконана
4. $k_E = \frac{1}{k_N \cdot k_M}$	1,23	виконана
5. $k_U = k_Q \cdot k_E$	1,24	виконана
6. $k_{TY} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}$	1,14	виконана

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою [31]

$$E_e = (N_n - N_v) \cdot T \cdot n \cdot D \cdot B_{KBm}, \quad (5.9)$$

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

T – час роботи машини у зміну, год;

n – кількість змін;

Д - кількість робочих змін в рік, Д=300;

В_{кВт} – вартість одного кВт.

$$E_e = (1,2-1,0) \cdot 4 \cdot 2 \cdot 400 \cdot 10 = 6400 \text{ грн.}$$

Енергоемність Е_{уд}, кВт год/кг, визначимо з вираження

$$E_{y\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{G}, \quad (5.10)$$

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

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

$$\sum_{i=1}^n E = E_{cm} \cdot n \cdot D, \quad (5.11)$$

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

Г - обсяг переробленої продукції, G =720 т.

Тоді для прототипа $\sum_{i=1}^n E = 1,2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 400 = 2160$ кВт.

Для розробленої машини $\sum_{i=1}^n E = 1,0 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 400 = 1800$ кВт.

Відповідно, енергоемність переробки для просіювача

$$E_{y\partial.an} = \frac{2160}{720} = 3,00 \text{ кВт год/т}$$

і модернізованої машини

$$E_{y\partial.mod} = \frac{1800}{720} = 2,50 \text{ кВт год/т.}$$

Показник трудомісткості переробки продукції Т_{уд}, люд·год/кг, визначиться по формулі

$$T_{y\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n T_n}{G}, \quad (5.12)$$

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						64
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

де $\sum_{i=1}^n T_n$ - витрати праці, люд·год.

Витрати праці $\sum_{i=1}^n T_n$, люд·год, визначаються з вираження

$$\sum_{i=1}^n T_n = n \cdot T_o \cdot D, \quad (5.13)$$

де n - кількість робітників, люд.

T_o - час обслуговування машини за зміну, год.

Для аналога

$$\sum_{i=1}^n T_n = 2 \cdot 1 \cdot 300 = 600 \text{ люд год.}$$

$$T_{уд.ан} = \frac{600}{180} = 3,33 \text{ люд·год/т.}$$

Для розробленої машини

$$\sum_{i=1}^n T_n = 2 \cdot 0,8 \cdot 300 = 480 \text{ люд год.}$$

$$T_{уд.мод} = \frac{480}{180} = 2,67 \text{ люд·год/т.}$$

Економія по заробітної платі складає

$$E_{зрп} = (T_{уд.ан} - T_{уд.мод}) \cdot G \cdot C_{год}, \quad (5.14)$$

де $C_{год}$ – годинна ставка робочих; $C_{год}=91$ грн.

$$E_{зрп} = (3,33 - 2,67) \cdot 720 \cdot 91 = 13240 \text{ грн.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік} = 6400 + 13240 = 19640 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення деталей модернізованого вузла просіювача за формулою

$$C_m = C_k + C_{дм} + C_{нд} + C_{сб} + C_{цн}, \quad (5.15)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{дм}$ – витрати на виготовлення деталей на металорізючих станках,

грн.;

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						65
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

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

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

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою

$$C_K = Q_K \cdot C_{\text{ед}} \quad (5.16)$$

де Q_K – маса заготовок для виготовлення, кг;

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

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

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначається за формулою

$$C_{\text{дм}} = C_{\text{при}} + C_{\text{м}}, \quad (5.17)$$

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

$C_{\text{м}}$ – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

$$C_{\text{при}} = C_{\text{осн}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{ч}} + C_{\text{прем}}, \quad (5.18)$$

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

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

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

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

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

$$C_{\text{осн}} = t_1 \cdot C_{\text{год}} \cdot K_t, \quad (5.19)$$

де t_1 – середня трудоемкість на виготовлення деталей на металоріжучих станках; $t_1 = 10 \text{ люд} \cdot \text{год}$;

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

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

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						66
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$C_{oc} = 9 \cdot 6,4 \cdot 1,5 = 86,4 \text{ грн}$$

$$C_{дон} = \frac{15C_{осн}}{100}$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 86,4}{100} = 13,0 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30C_{осн}}{100}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 86,4}{100} = 25,9 \text{ грн}$$

$$C_{ч} = \frac{12C_{осн}}{100}$$

$$C_{ч} = \frac{12 \cdot 86,4}{100} = 10,4 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30C_{осн}}{100}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 86,4}{100} = 25,9 \text{ грн}$$

Тоді $C_{при} = 86,4 + 13,0 + 25,9 + 10,4 + 25,9 = 161,6$ грн.;

$$C_m = Q_3 \cdot C_1, \quad (5.20)$$

де C_1 – ціна 1 кг заготівлі; $C_1 = 30,5$ грн.;

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3 = 14,2$ кг.

$$C_m = 30,5 \cdot 14,2 = 433 \text{ грн.}$$

$$\text{Тоді} \quad C_{дм} = 161,6 + 433 = 594,6 \text{ грн.}$$

Ціна куплених деталей складає $C_{пд} = 0$ грн., так як ми не купуємо деталі для вдосконалення машини.

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

Таким чином, основна зарплата, при працесмності на збирання конструкції $T_{сб} = 3.5$ люд·год, буде рівне:

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						67
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$C_{осн} = 3,5 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 23,6 \text{ грн};$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 23,6}{100} = 3,54 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 23,6}{100} = 7,08 \text{ грн};$$

$$C_{ч} = \frac{12 \cdot 23,6}{100} = 2,8 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 23,6}{100} = 7,08 \text{ грн}$$

Тоді $C_{сб} = 23,6 + 3,54 + 7,08 + 2,80 + 7,08 = 44,1$ грн.

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100}, \quad (5.21)$$

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

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

$$C_{пр} = 161,6 + 44,1 = 205,7 \text{ грн.}$$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100}, \quad (5.22)$$

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

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

$$C_{цн} = \frac{205,7 \cdot 250}{100} = 514 \text{ грн.}$$

Відповідно вартість модернізації просіювача буде дорівнювати:

$$C_{м} = 5946 + 441 + 514 = 11520 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень на модернізацію просіювальної машини $T_{рік}$, рік, визначають по формулі:

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						68
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_{\text{рік}} = \frac{C_{\text{м}}}{E_{\text{рік}}} \quad (5.23)$$

$$T_{\text{рік}} = \frac{11520}{19640} = 0,6 \text{ років.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.3

Таблиця 5.3 - Економічна оцінка конструкторської розробки машини

Показники	Величина	
	Модернізована машина	Машина-прототип
Річний об'єм переробки, т	720	
Працеемність переробки, люд · год/т	2,67	3,33
Енергоемність переробки, кВт · год/т	2,5	3,0
Витрати на модернізацію, грн./рік	11520	
Прибуток від модернізації, грн/рік	19640	
Термін окупності вкладень на модернізацію, років	0,6	

Висновки за розділом

Експертний етап оцінки технічних рішень по вдосконаленій машині показав, що по трьом показникам – потужності, масі та площі модернізований просіювач кращий за аналог, по інших показниках – на рівні аналога. У розрахунковому етапі оцінки визначено коефіцієнт технічного удосконалення конструкторської розробки $k_{TY} = 1,14$.

Економічна оцінка конструкторської розробки машини показала, що вартість модернізації просіювача дорівнює 11520 грн., а прибуток від модернізації, що склав 19640 грн./рік, отримано за рахунок зниження питомої енергоємності та підвищення продуктивності. Термін окупності вкладень на модернізацію складає 0,6 років.

По обом етапам оцінки технічних рішень можна зробити висновок, що вдосконалення проведено вірно.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						70
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

БАТ "Бердянський хлібокомбінат" характеризується високим рівнем механізації і автоматизації технологічних процесів виробництва хліба, впровадженням нових технологій і постійним розширенням асортименту хлібобулочних виробів. Усе це вимагає від працівників галузі високої професійної підготовки, знання технології і уміння виконувати технологічні операції по приготуванню пшеничного і житнього тіста, по обробленню і випічці різних видів виробів.

До основних технологічних процесів хлібопекарського виробництва відносяться заміс і бродіння тіста, ділення його на порції, формування заготівель, розстійка і випічка.

В результаті аналізу машин лінії визначено, що слабкою ланкою лінії є машина для просіювання борошна.

Проведено аналіз конструкцій просіювальних машин переважно вертикального типу, які здійснюють процес просіювання відцентровими силами. Визначені необхідні вимоги до просіювальних машин і здійснено пошук патентів до машин цього класу. За прототип для вдосконалення прийнятий просіювач відцентровий ПВШ.

У описаному вище відцентровому просіювачі домішки, що не пройшли сито, скупчуються усередині просіювального барабана і періодично вручну віддаляються при його зупинці, що порушує безперервність технологічного циклу. Крім того, у відомому відцентровому просіювачі сторонні домішки перетираються і потрапляють в готовий продукт, погіршуючи його якість, а нерівномірна подача останнього на тістомісильну машину призводить до непромішування тіста. З метою виключення перетирання і більш кращого видалення домішок в пропонованому відцентровому просіювачі у верхній частині ситового барабана нерухомо закріплений диск, що має отвір для виведення сторонніх домішок, а шнек барабана жорстко закріплений на диску.

Розраховані основні параметри вдосконаленої машини: продуктивність машини становить 400 кг/год, підібраний електродвигун з номінальною

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						71
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

частотою обертання валу $n=1000$ об/хв, та потужністю 1,0 кВт.

Визначена технологія виготовлення деталі вдосконаленої машини – валу і накреслені карти наладки операцій його виготовлення.

Зроблений аналіз небезпечних і шкідливих чинників при технологічному процесі, який показав, що виникаючі фізичні, хімічні, електричні, психофізичні і біологічні шкідливі чинники зводяться до мінімуму при правильно побудованому технологічним процесі і виконанні правил і норм техніки безпеки.

Розглянуто забезпечення безпеки при роботі на обладнанні виробництва хлібу, що дозволило зробити висновок: для забезпечення безпеки робітника, працюючого на машинах треба виконувати ряд норм і правил, що пред'являються як до устаткування, так і до приміщення, заземлення, огороження, електроживлення.

Зроблений розрахунок захисного заземлення, який показав, що отримане значення опору заземлюючого пристрою не перевищує найбільшого опору, допустимого правилами устрою електроустановок.

Експертний етап оцінки технічних рішень по вдосконаленій машині показав, що по трьом показникам – потужності, масі та площі модернізований просіювач кращий за аналог, по інших показниках – на рівні аналога. У розрахунковому етапі оцінки визначено коефіцієнт технічного удосконалення конструкторської розробки $k_{TY} = 1,14$.

Економічна оцінка конструкторської розробки машини показала, що вартість модернізації просіювача дорівнює 11520 грн., а прибуток від модернізації, що склав 19640 грн./рік, отримано за рахунок зниження питомої енергоємності ті підвищення продуктивності. Термін окупності вкладень на модернізацію складає 0,6 років.

По обом етапам оцінки технічних рішень можна зробити висновок, що вдосконалення проведено вірно.

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						72
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

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

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

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

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

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

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

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						73
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

15. Чернавский С.А. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов/ С.А.Чернавский, Г.А.Снесарев, Б.С.Козинцов и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560с., ил.

16. Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988.

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

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

					19ХВД.4666098.06.25ПЗ	Аркуш
						74
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		