

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

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»

протокол № 272-С

від «03» червня 2025 року

Зав. кафедрою ОПХВ

д.т.н, професор

 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

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

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: Вдосконалення конструкції машини для приготування спецій в умовах
Михайлівського району Запорізької області

19ХВД.9683796.06.25

Виконав: студент 4 курсу, 41ГМ групи

Керівник:

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

Консультант з ОП:

к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)

Нормоконтроль

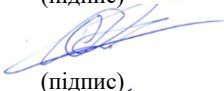
д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)

Рецензент:

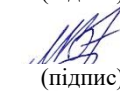
к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

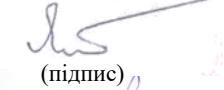
Дмитро Меркулов
(прізвище та ініціали)


(підпис)

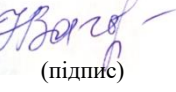
Кирило САМОЙЧУК
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)


(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 Меркулов Дмитро Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції машини для приготування спецій в умовах Михайлівського району 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	

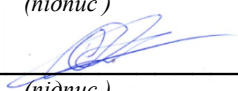
Студент


(підпис)

Дмитро МЕРКУЛОВ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Кирило САМОЙЧУК

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка даного дипломного проекту на тему "Вдосконалення конструкції машини для приготування спецій в умовах Михайлівського району Запорізької області " містить 63 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 виконанні проекту використано 25 літературні джерела, що вказані у списку літератури.

В результаті виконання проекту проведено аналіз господарської діяльності підприємства, визначено асортимент товарів та послуг, що надає підприємство.

Об'єктом дослідження в даному дипломному проекті є дробарка спецій лінії виробництва ковбас.

Мета роботи – вдосконалення конструкції машини з метою підвищення ефективності роботи та зниження енергетичних та інших витрат при виконанні подрібнення спецій.

Розроблені заходи щодо охорони праці на підприємстві.

Проведено економічне обґрунтування дипломного проекту, де доведено, що модернізована машина перевищує аналог.

ДРОБАРКА, ПОДРІБНЕННЯ СПЕЦІЙ, ВДОСКОНАЛЕННЯ, РОЗРАХУНОК, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	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	10
1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика	12
Розробка проектного завдання	15
2 Вдосконалення конструкції машини	16
2.1 Опис конструкції і принципу дії машини	16
2.2 Вимоги до класу машин	17
2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини	19
2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення	21
Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення	29
3 Розрахунок вдосконаленої машини	30
3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини	30
3.2 Енергетичний розрахунок машини	34
3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	34
Висновки за розділом	37
4 Охорона праці	38
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	38
4.2 Аналіз небезпек	40
4.3 Планування заходів з охорони праці	44
4.4 Інженерні розрахунки з охорони праці	46
Висновки за розділом	48
5 Економічне обґрунтування проекту	49
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	49

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						6
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого
обладнання

50

Висновки за розділом

58

Висновки за проектом

59

Список літератури

61

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

У сучасних умовах повноцінного розвитку держави важливо забезпечити ефективну діяльність усіх галузей економіки при мінімальних витратах ресурсів.

У м'ясопереробній промисловості значну частку – понад 70 % – займають процеси подрібнення та розділення, які є невід'ємною складовою виробництва ковбас, кулінарних виробів, консервів, тваринних жирів, кормів, технічної продукції, клею, желатину тощо. Подрібнення сировини і додаткових компонентів може здійснюватися шляхом удару, розколювання, розриву, стирання, ламання або різання. Вибір конкретного методу механічної обробки залежить від фізико-механічних характеристик матеріалу (міцність, в'язкість, еластичність, пружність, клейкість, пластичність тощо), а також від розмірів частинок, що підлягають подрібненню. У більшості випадків обладнання поєднує декілька типів механічного впливу – наприклад, різання з роздавлюванням, удар з розколюванням (як у дробарках, подрібнювачах, вовчках), або різання зі стиранням (колоїдні млини, м'ясоподрібнювачі тощо).

Виробництво продуктів високої якості є багатокomпонентним завданням, яке потребує постійного вдосконалення обладнання, впровадження безвідхідних і комплексних технологій переробки сировини, повної механізації та автоматизації аграрного виробництва й переробних процесів. Окрім того, необхідно знижувати витрати сировини, енергії та праці, а також підвищувати виробничу дисципліну, професійну кваліфікацію працівників – що особливо актуально в умовах господарського розрахунку та самофінансування підприємств.

Для підвищення ефективності переробки сільськогосподарської продукції, покращення її якості та зменшення енергетичних витрат важливим є створення розгалуженої мережі малих м'ясопереробних підприємств безпосередньо в місцях вирощування сировини. Це дозволить скоротити логістичні витрати, оптимізувати використання ресурсів і наблизити виробництво до споживача..

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕГІОНУ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

Запорізька область має стратегічно вигідне економіко-географічне положення, розташовуючись у південно-східній частині України. Вона межує з Херсонською, Дніпропетровською та Донецькою областями, а її південна частина омивається Азовським морем, берегова лінія якого на території області перевищує 300 км.

Клімат регіону помірно континентальний із чітко вираженою посушливістю. Середньорічні температури становлять: улітку — близько +22 °С, узимку — приблизно -4,5 °С. За рік у середньому спостерігається близько 225 сонячних днів, кількість опадів становить 448 мм. Такі кліматичні умови сприятливі для розвитку аграрного виробництва, рекреації та туризму.

Рельєф регіону переважно рівнинний, із домінуванням родючих чорноземних ґрунтів. Область багата на корисні копалини, серед яких виділяються залізні й марганцеві руди, граніти, пегматити, апатити, каоліни, вогнетривкі глини. Частка області в загальноукраїнських запасах становить: пегматитів — 88,06%, апатитів — 63,42%, марганцевої руди — 69,1%, вторинних каолінів — 22,9%, вогнетривких глин — 8,6%.

На території області, в селі Плоторodne Михайлівського району, розташоване Товариство з обмеженою відповідальністю "Лана", яке функціонує з 1993 року. Основними напрямками діяльності підприємства є:

- рослинництво (виращування соняшника, пшениці, ячменю, проса, канареєчника, сафлору, гірчиці, рапсу, льону, люцерни, вівса);
- садівництво (зокрема виращування яблук власного виробництва);
- рибництво;
- міжнародні автоперевезення;
- медово-товарне виробництво;
- переробка сільськогосподарської продукції (власний млин і виробництво

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						9
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ковбас).

Підприємство активно реалізує свою продукцію як на внутрішньому ринку, так і за кордоном — у Польщі, Угорщині, Словаччині, країнах Балтії, Словенії, Сербії та Росії. Вся продукція сертифікована та відповідає вимогам якості й чистоти.

Одним із напрямків діяльності підприємства є виготовлення зерносумішей за індивідуальними рецептурами замовників для годування декоративних птахів і дрібних гризунів. Доставка готової продукції здійснюється власним автотранспортом.

ТОВ "Лана" постійно оновлює трудовий колектив, залучаючи нових фахівців у галузях механізації, будівництва та ремонту, що забезпечує стійкий розвиток і вдосконалення виробничої бази.

1.2 Огляд технології виробництва продукції

Якість ковбасних виробів значною мірою визначається якістю використовуваної сировини. Тому процес приймання худоби та сортування м'яса, що надходить, є однією з найвідповідальніших технологічних операцій. Доставлена худоба приймається відповідно до ветеринарних свідоцтв. Після перевірки документів тварин піддають зовнішньому огляду, за результатами якого їх розподіляють: здорових направляють у загони для зважування, а підозрілих – у карантинні зони.

Під час передзабійного утримання тварин готують до переробки: витримують на голодній дієті, припиняють водопій за 2–3 години до забою, проводять ветеринарний огляд та термометрію.

У процесі забою і розділення туш виконуються такі операції: оглушення, знекровлення, зняття шкури, видалення внутрішніх органів, розпилювання туш уздовж, оцінка м'яса за якістю та контрольне зважування. Після розділення напівтуші потрапляють до морозильних камер для зберігання до подальшої переробки та забезпечення сировиною усіх змін.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Сосиски та сардельки.

Розморожене м'ясо з кістками піддають обвалці та жиловці. Для посолу м'ясо попередньо подрібнюють, а потім витримують при температурі 2–6°C протягом 18–48 годин для дозрівання. Дозріле м'ясо, подрібнене на вовчку, подають до кутера для приготування фаршу з додаванням води, льоду, білкових наповнювачів, спецій і часнику. Змішування триває 8–12 хв. Наповнення оболонки здійснюється гідравлічними або вакуумними шприцами. Далі вироби обжарюють 30–60 хв при 80–100°C, потім варять при 80–85°C до досягнення 70–72°C у центрі батона, після чого охолоджують до 4–8°C. Термін зберігання не перевищує 48 годин при 5–8°C.

Напівкопчені ковбаси.

Охолоджене м'ясо температурою 0–4°C направляють на обвалку і жилування. Подрібнену сировину посолюють (3% солі на 100 кг м'яса) і витримують при $3 \pm 1^\circ\text{C}$ до 24 годин. Далі м'ясо подрібнюють до 2–3 мм, перемішують з прянощами, часником, нітритом натрію, водою або льодом. Температура фаршу не повинна перевищувати 12°C. Наповнення оболонки здійснюють щільно, батони перев'язують і витримують 2–4 години при 4–8°C для осадки. Далі вироби обжарюють 60–90 хв при $90 \pm 10^\circ\text{C}$, варять до 68–72°C у центрі та коптять 12–14 год при $43 \pm 7^\circ\text{C}$. Сушіння триває 1–2 доби при температурі $11 \pm 1^\circ\text{C}$ та вологості $76,5 \pm 1,5\%$.

Сирокопчені ковбаси.

Обвалене м'ясо солять у шматках 400–600 г (3,5% солі), витримують при 2–4°C протягом 5–7 діб. Потім подрібнюють (2–3 мм), змішують із прянощами, нітритом натрію, коньяком або мадерою. Перемішування триває 8–10 хв, після чого фарш дозріває 24 години при 2–4°C. Оболонки наповнюють під тиском 98–127 Па, батони витримують 5–7 діб при 2–4°C і 85–90% вологості. Потім

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ковбасу коптять 2–3 доби при 18–22°C, сушать 25–30 діб при 10–12°C і вологості 75–78%. Зберігають у дерев'яних ящиках у сухому прохолодному приміщенні або холодильнику. Термін зберігання – до 4 місяців при 12–15°C і відносній вологості 75–78%.

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

Основними видами сировини, що надходять на м'ясопереробні підприємства для виготовлення ковбасних виробів, є напівтуші яловичини та свинини (охолоджені й заморожені), а також заморожені м'ясні блоки.

Підготовка м'ясних напівтуш до промислової обробки включає приймання сировини (вивантаження з рефрижераторного, залізничного та автомобільного транспорту; транспортування; зважування), зберігання у холодильниках, розморожування м'яса та його санітарну обробку після розморожування.

Підготовка м'ясної сировини до виготовлення ковбасного фаршу здійснюється з використанням комплексу технологічного обладнання, призначеного для подрібнення, посолу та витримки сировини.

Для попереднього подрібнення жилованого м'яса в процесі виробництва ковбас застосовуються вовчки різних типів, зокрема К6–ФВП–120 і К6–ФВП–160. Ці машини безперервної дії мають схожу будову: приводний механізм, ріжучий блок та систему подачі сировини.

У процесі соління ковбасного м'яса передбачено дві стадії: ретельне змішування подрібненого м'яса з інгредієнтами до досягнення рівномірного розподілу та витримка для проникнення посолочних речовин у тканини. Тривалість соління залежить від ступеня подрібнення: чим дрібніше м'ясо, тим коротший час витримки.

Для прискорення соління застосовують механічне перемішування або його поєднання з вібраційною обробкою, що замінює витримку у процесі виготовлення варених ковбас.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						12
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Подрібнене м'ясо з посолочними речовинами перемішується в мішалках різних типів: РЗ–ФИЖ, Я2–ФФО, Я2–ФФУ.

Для подрібнення спецій використовуються молоткові дробарки, що при подрібненні перцю чорного через сито з отворами 3 мм досягають продуктивності не менше 350 кг/год.

Обладнання для приготування фаршу складається з машин, що забезпечують змішування посоленої сировини з інгредієнтами, тонке подрібнення, а також перемішування з шпиком для структурно-неоднорідних ковбас. Це обладнання поділяється на чотири категорії: змішувачі, машини для тонкого подрібнення, комбіновані установки та комплекси.

Змішувачі працюють циклічно й мають стандартну конструкцію: діжу або корито з внутрішніми перемішуючими елементами, що приводяться в рух електроприводом. Вони бувають самозавантажувальні, з ручним або механічним вивантаженням, з фіксованою або коливальною діжею.

Машини для тонкого подрібнення представлені кутерами і різноманітними подрібнювачами. Кутери – це циклічні машини з обертовою чашею, в якій м'ясо подрібнюється серповидними ножами. Подрібнювачі працюють безперервно і бувають роторними, ножовими, дисковими. Серед них: колоїдні млини, мікрокутери, багатодискові подрібнювачі.

Формування ковбасного батона здійснюється з допомогою шприців (механічних, гідравлічних), агрегатів і автоматів. Витискування фаршу відбувається за допомогою шнекових, поршневих, ротаційних, ексцентрикових пристроїв. Для наповнення оболонок застосовують цівки різного діаметра, відповідно до виду продукції.

Шприци складаються з бункера, витискувача, цівки, приводу та допоміжних механізмів. Сучасні моделі оснащені дозаторами фаршу, пристроями для автоматичного надівання оболонки, притискування та перекручування. Щільність наповнення залежить від виду ковбас: варені набивають нещільно, напівкопчені – щільніше, сирокопчені – максимально щільно.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						13
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Основними етапами термічної обробки є осідання, обжарювання, варіння, охолодження. Напівкопчені ковбаси додатково коптяться і сушаться.

Осідання – це стабілізація фаршу й підсушування оболонки при температурі 8°C: для варених ковбас, сосисок – 2-4 год, для напівкопчених – 4-6 год. Проводиться в спеціальних камерах з повітроохолодженням.

Обжарювання проводиться при 60–110°C у спеціальних камерах. Тривалість – 15-30 хв для сосисок, до 2,5 год для великих батонів. Температура в центрі продукту досягає 40...45°C.

Варіння відбувається при 75...85°C: 20...30 хв для сосисок і сардельок, 120...150 хв для ковбас. Центр батона має досягати 68...70°C.

Охолодження запобігає втратам маси і псуванню продукції. Напівкопчені ковбаси після цього коптяться при 35...50°C протягом 12...24 годин.

Сирокопчені ковбаси проходять осідання (2...4°C, 5...7 діб), копчення (18...22°C, 2...3 доби), сушіння (10...12°C, 25...30 діб).

Залежно від типу готової продукції термічну обробку проводять в термокамерах, термоагрегатах, автокоптильнях, ротаційних печах, пароварних шафах.

Після завершення усіх технологічних етапів проводиться контроль якості продукції, її пакування, маркування та відправка на реалізацію.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробка проектного завдання

В результаті аналізу природно-кліматичних умов, демографічної ситуації, рівня розвитку сільського господарства та споживчого попиту в регіоні встановлено, що ТОВ «Лана» приділяє значну увагу забезпеченню підприємства м'ясною сировиною для подальшої переробки, а також виявлена потреба у розширенні асортименту м'ясної продукції.

Ключовим видом продукції підприємства є ковбасні вироби, які завдяки обмеженому використанню штучних добавок мають високий попит серед споживачів.

Проведений аналіз діючих технологічних процесів і застосованого обладнання на підприємстві засвідчив, що наявні технічні засоби мають потенціал для модернізації. Завдяки доопрацюванням машин можна досягти нового рівня якості у виробництві м'ясних продуктів.

Технології, що використовуються на дослідному підприємстві, повністю відповідають сучасним виробничим вимогам.

Одним із чинників, що суттєво впливають на смакові властивості ковбас, є мікродобавки у вигляді спецій. Для забезпечення якісної підготовки спецій перед їх внесенням до фаршу використовуються спеціальні дробарки. Саме тому об'єктом подальшого вдосконалення обрано дробарку для спецій з метою підвищення ефективності її функціонування.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						15
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Опис конструкції і принципу дії машини

Молоткова дробарка для спецій типу ДС-160 належить до обладнання, призначеного для подрібнення твердих матеріалів у харчовій промисловості.

Конструктивні елементи вузла виготовлені з жароміцної та корозійностійкої нержавіючої сталі, яка піддається термічній обробці для досягнення необхідної твердості. Це забезпечує довговічну експлуатацію обладнання та ефективне подрібнення спецій. Барабан (ротор) подрібнювача разом з усіма його складовими деталями також виконані з жароміцної нержавіючої сталі. Сито на виході із дробарки виготовлене з того ж матеріалу, що гарантує стабільність технічних характеристик при тривалому використанні.

У порівнянні з аналогічними пристроями, молоткова дробарка-прототип ДС-160 (рис. 2.1) має низку переваг, серед яких: висока надійність, компактні розміри, значна продуктивність, зручність в обслуговуванні та інші експлуатаційні переваги.



Рисунок 2.1 – Дробарка для спецій ДС-160.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						16
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.2 Вимоги до класу машин

До подрібнювальних машин у харчовій промисловості висуваються загальні вимоги, зокрема:

- забезпечення однорідного розміру подрібнених частинок;
- мінімізація утворення пилу під час роботи;
- ефективне виведення подрібненого продукту з робочої зони, безперервне та автоматизоване вивантаження;
- наявність можливості регулювання ступеня подрібнення;
- легка заміна зношуваних елементів конструкції;
- низькі питомі енерговитрати на одиницю готової продукції.

Окрім специфічних, до конструкції обладнання пред'являються й універсальні вимоги: технічні, технологічні, санітарно-гігієнічні, економічні, вимоги з охорони праці та ергономічні [7].

Технічні вимоги передбачають, що апарат повинен бути достатньо міцним, мати невелику масу, бути зручним в експлуатації, складатися зі стандартних та взаємозамінних деталей, а також бути простим у монтажі, очищенні та обслуговуванні при збереженні необхідної продуктивності. Необхідно, щоб конструкція передбачала запобіжні механізми, контрольні та регульовальні елементи, можливість регулювання продуктивності, а також здатність обробляти різні види сировини.

Щоб знизити масу обладнання, його форма повинна мати оптимальне співвідношення між поверхнею та об'ємом. Наприклад, у сферичних апаратів це співвідношення мінімальне, а в циліндричних — досягається при співвідношенні висоти до діаметра $H:V = 2$.

Технологічні вимоги полягають у забезпеченні умов для ефективного протікання необхідних процесів, таких як нагрівання, перемішування тощо. Це має гарантувати рівномірну теплову та механічну обробку без перегріву і розкладання органічних сполук та без утворення мертвих зон. Для кожного виду сировини встановлені нормативи щодо залишкових забруднень після обробки, які потрібно дотримуватись. Також необхідно зводити до мінімуму

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						17
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

механічні пошкодження плодів чи овочів, які підлягають переробці. Основною характеристикою обладнання є його продуктивність, яка повинна бути чітко визначеною, особливо в умовах поточної технологічної лінії. Продуктивність можна підвищити шляхом переходу на безперервні процеси, використання високих швидкостей, новітніх технологій з впровадженням високих температур, тиску, вакууму, або ж комбінованих методів теплопередачі (наприклад, з використанням струмів високої частоти, ультразвуку тощо).

Вимоги з техніки безпеки передбачають безпечне функціонування обладнання та зручність його обслуговування. Тому апарати проєктуються з відповідним запасом міцності, обладнуються захисними пристроями, а рухомі елементи закриваються кожухами. Найбезпечнішими вважаються герметично закриті безперервні установки з автоматизованим контролем і регулюванням технологічного процесу.

Санітарно-гігієнічні вимоги передбачають недопущення мікробіологічного, механічного або хімічного забруднення харчових продуктів. Обладнання повинно бути герметичним, легко доступним для очищення та дезінфекції. Для його виготовлення необхідно застосовувати матеріали, які не вступають у реакцію з харчовими продуктами та не утворюють шкідливих сполук.

Економічні вимоги полягають у тому, щоб загальна вартість проєктування, виготовлення, монтажу та експлуатації апарата була мінімальною. При цьому також враховуються рівень продуктивності і якість кінцевої продукції.

Ергономічні вимоги стосуються зовнішнього вигляду та зручності використання обладнання. Апарат повинен бути не тільки функціональним, а й привабливим зовні, мати раціональне кольорове оформлення, забезпечувати комфортні умови праці. Це сприяє зниженню втомлюваності персоналу, полегшенню роботи та підвищенню продуктивності.

Під час створення сучасних машин і апаратів усі перелічені вимоги повинні розглядатись у комплексі.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						18
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини

Розглянемо конструкції сучасних дробарок для спецій

Дробарка для спецій марки ДЦ-10

Призначення: "Дробарка спецій " марки ДЦ-10 призначена для дроблення і помелу спецій і так далі (рисунок 2.2).

Технічні характеристики надані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики дробарки ДЦ-10

Продуктивність по (спеції), кг/год	до 10 (залежить від фракції і вологості)
Привід: Мотор-потужність, кВт	2,2
Маса, кг	45
Габаритні розміри, мм	300x 350 x 800
Кількість обслуговуючого персоналу, чол	1



Рисунок 2.2 - Дробарка для спецій марки ДЦ-10

Млин для спецій, зерна, цукру, кави (рисунок 2.3).

Млин використовується для помелу і подрібнення таких харчових культур як: кукурудза, пшениця, маїс, жито, овес, ячмінь, горох, бобова у

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		19

борошно кави, спецій, прянощів, хімічних речовин з будь-якою мірою щільності, а також інших сухих продуктів в дрібну фракцію, цукор в пудру. Можливість регулювання міри помелу. Млин оснащений спеціальною місткістю для збору готової суміші, захищеної від пилу, і автоматом для захисту двигуна від перевантажень. Спеціальна конструкція приймального бункера виключає прямий контакт з розмельним механізмом. Міра завантаження зерном регулюється спеціальною заслінкою. Стійкість конструкції забезпечують три міцні ніжки. Виробник: Італія.

Запасні жорна 475 гр.

Технічні дані:

Завантаження верхнього бункера : 12 - 15 кг.

Потужність двигуна : 580 W.

Напруга: 220 - 230 V.

Продуктивність:

- дрібний помел: 80 кг/год.

- грубий помел: до 250 кг/год.



Рисунок 2.3 – Молотковий подрібнювач для спецій

Млин для подрібнення спецій K7-ФМС

Млин для подрібнення спецій K7-ФМС призначається для подрібнення спецій і доведення їх до необхідної фракції. Використовується в цехах консервного і ковбасного виробництва (рисунок 2.4).

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						20
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 2.4 - Млин для подрібнення спецій К7-ФМС.

2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення

Патент № 5874

МОЛОТКОВА ДРОБАРКА

(11) 5874 (51) МПК

B02C 13/04 (2006.01)

(24) 15.03.2005

(21) 20041007980 (22) 01.10.2004

(46) 15.03.2005, бюл. № 3

(71) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МОТОР СІЧ"
(UA)

(72) Ушаков Юрій Олексійович (UA); Кухарев Олександр
Васильович (UA); Давидов Михайло Васильович (UA)

1. Молоткова дробарка, що містить корпус із завантажувальною і випускною горловинами, вал з молотковим ротором, розміщене над ним циліндричне сито з перфорованими отворами і декою, яка відрізняється тим, що ротор і сито розділені на дві секції, а завантажувальна горловина розташована між секціями.

2. Молоткова дробарка по п. 1, яка відрізняється тим, що вал між секціями оснащений розділювальною перегородкою.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						21
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3. Молоткова дробарка по пп. 1, 2, яка відрізняється тим, що розділювальна перегородка виконана під кутом до осі обертання вала.

4. Молоткова дробарка по п. 1, яка відрізняється тим, що випускна горловина розділена на дві частини, а секції сита виконані з різними перфорованими отворами.

Патент № 12697

МОЛОТКОВА ДРОБАРКА М.Ф.РОЖКІВСЬКОГО

(51) МПК (2006)

B02C 25/00

(24) 15.02.2006

(21) u200508573(22) 07.09.2005

(46) 15.02.2006, бюл. № 2

(71) РОЖКІВСЬКИЙ МИКОЛА ФРАНЦОВИЧ (UA)

Молоткова дробарка, яка містить корпус, всередині якого встановлений молотковий ротор і реберна дека, а на його верхній частині розташовані суміжно завантажувальний і вивантажувальний патрубків, суміжна стінка яких виконана під кутом назустріч обертанню ротора, і вивантажувальний пристрій у вигляді завитка на ширину дробильної камери з консольним шнеком, розташованим всередині завитка, порожнина якого зв'язана з дробильною камерою через вивантажувальний патрубків та через патрубків для замкнення потоку пилоповітряної суміші, який розташований з протилежного боку консолі шнека і з'єднує центральну порожнину завитка вивантажувального пристрою і центральну порожнину корпусу, яка відрізняється тим, що суміжна стінка завантажувального і вивантажувального патрубків з боку вивантажування вороху обладнана регулювальною заслінкою повітряного потоку, причому суміжна стінка виконана з можливістю переміщення нижньої кромки регулювальної заслінки у напрямку вершин передніх кутів молотків при їх верхньому вертикальному положенні.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						22
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Пропонуєма молоткова дробарка включає: корпус 1 (рисунок 2.5), всередині якого встановлений молотковий ротор 2 з шарнірно закріпленими пластинчастими молотками, причому в кожному диску ротора 2 виконані отвори 3, які розташовані кругом його валу для максимального використання з торця ротора аспіраційного тиску, який створюється між дисками ротора при його обертанні; реберна дека, яка включає нерухому 4 і рухому 5 частини, які зв'язані між собою через шарнір 6; кільцеві виступи 7 на його внутрішніх бокових стінках у площині крайніх дисків ротора 2, які повністю усувають неробочі поверхні дробильної камери, а на верхній частині корпусу розташовані суміжно завантажувальний 8 і вивантажувальний 9 патрубків, суміжна стінка 10 яких виконана під кутом назустріч обертанню ротора, яка створює прохідний канал для циркуляції повітряного потоку відносно кінців молотків; вивантажувальний пристрій дробарки, який полягає в тому, що паралельно вісі ротора 2 встановлений консольний шнек 11, кожух якого на ширину дробильної камери виконаний у вигляді завитка 12, вхідна частина якого спряжена з вивантажувальним патрубком 9, при цьому центральна порожнина завитка 12 з протилежного боку консолі шнека і центральна порожнина дробильної камери зв'язані між собою патрубком 13 для здійснення замкненого циклу пилоповітряної суміші, крім того, суміжна стінка завантажувального 8 і вивантажувального 9 патрубків з боку вивантажування вороху обладнана регулювальною заслінкою повітряного потоку 14, причому суміжна стінка 10 виконана з можливістю переміщення нижньої кромки регулювальної заслінки у напрямку вершин передніх кутів молотків при їх верхньому вертикальному положенні. при цьому регулювальна заслінка забезпечує можливість створювати і підтримувати оптимальні варіанти повітряних потоків на вході дробильної камери і відповідно на виході вивантажувального пристрою шляхом змінювання відповідної величини зазору між нижньою кромкою регулювальної заслінки і траєкторією руху кінців молотків, а також включає: приймальний бункер 15, який

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						23
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

обладнаний регулювальною заслінкою 16 для змінювання подачі вихідного матеріалу і спряжений із завантажувальним патрубком 8, який обладнаний магнітним сепаратором 17; механізм 18 для регулювання крупності помелу у робочому режимі дробарки; систему автоматичного керування 19 для підтримування оптимального навантаження головного електропривода дробарки шляхом змінювання подачі вихідного матеріалу; систему автоматичного керування 20 для підтримування оптимального тиску повітряного потоку на виході вивантажувального пристрою дробарки і відповідно оптимального напрямку повітряного потоку відносно горизонтальної вісі на вході дробильної камери шляхом змінювання відповідної величини зазору між нижньою кромкою регулювальної заслінки 14 і траєкторією руху кінців молотків.

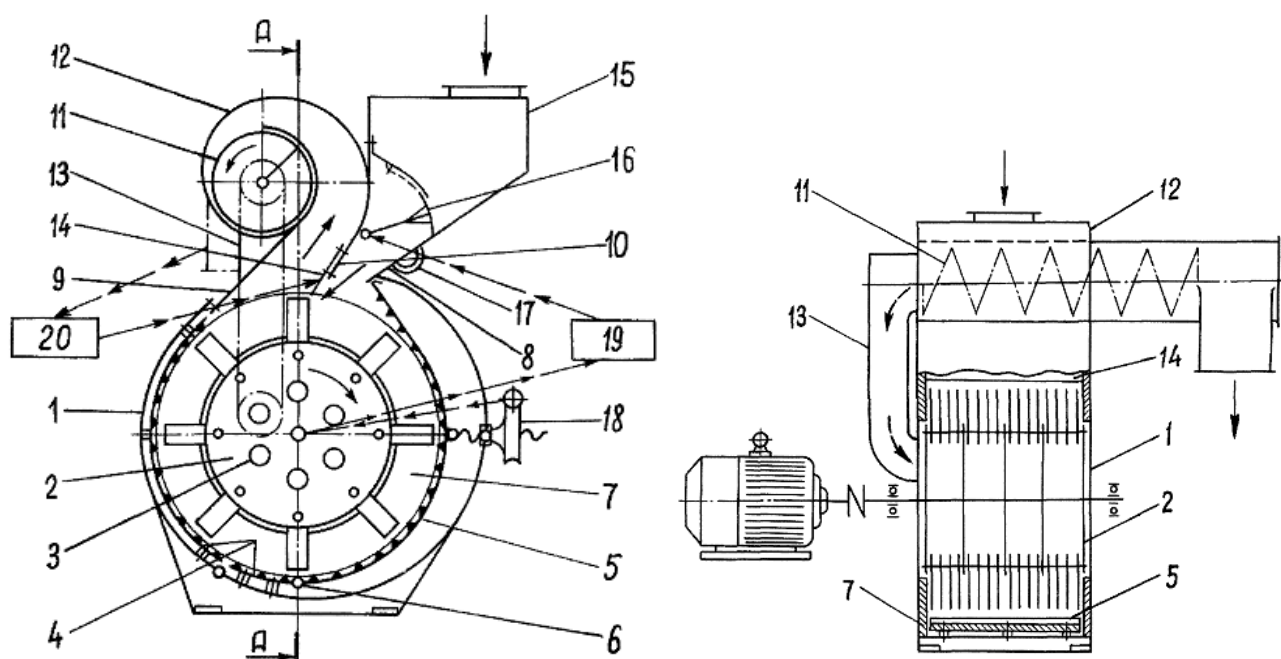


Рисунок 2.5 - Молоткова дробарка М.Ф.Рожківського

Патент № 49710

ДРОБАРКА МОЛОТКОВА

(11) 49710(51) МПК (2009)

B02C 13/00

(24) 11.05.2010

Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата

19ХВД. 9683796.06.25ПЗ

Аркуш

24

(21) u200911282(22) 06.11.2009

(46) 11.05.2010, бюл. № 9

(71) Кіровоградський національний технічний університет (UA)

(72) Шмат Сергій Іванович (UA); Лузан Петро Григорович (UA);
Мачок Юрій Вікторович (UA); Матвеев Кузьма Дмитрович (UA); Лузан
Олена Романівна (UA)

Дробарка молоткова, яка включає решітну деку, барабан з дисками і шарнірно закріпленими на них молотками, яка відрізняється тим, що робоча поверхня молотків виконана у формі гіперболічної кривої з розширенням її по довжині молотків у напрямку до їх основи.

На рисунку 2.6 показана схема дробарки молоткової і робочий орган дробарки.

Дробарка складається з решітної деки 1, барабана 2 з дисками 3 та молотками 4, які вільно розміщені на шарнірах 5 дисків. Диски 3 закріплені на валу 6, який приводиться в дію від електромотора (на фігурі не показаний). Молотки мають робочу поверхню, яка розширяється по довжині молотка у напрямку до його основи по гіперболічній кривій.

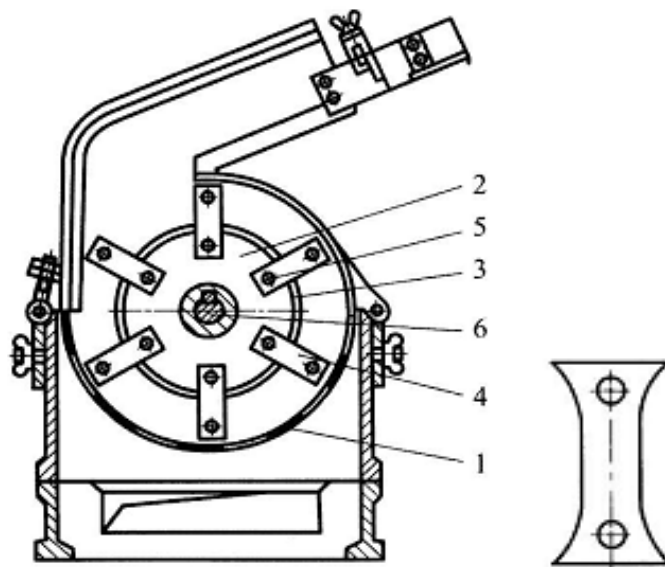


Рисунок 2.6 – Схема дробарки молоткової і її робочий орган.

Патент № 14481

МОЛОТКОВА ДРОБАРКА

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		25

(11) 14481(51) МПК

B02C 13/04 (2006.01)

(24) 15.05.2006

(21) u200511219(22) 28.11.2005

(46) 15.05.2006, бюл. № 5

(71) РОЖКІВСЬКИЙ МИКОЛА ФРАНЦОВИЧ (UA)

Молоткова дробарка, що містить корпус, всередині якого встановлений молотковий ротор, реберна дека і кільцеві виступи, які розташовані в площині крайніх дисків молоткового ротора, а на верхній частині корпусу виконані суміжно завантажувальний і вивантажувальний патрубки, суміжна стінка яких розташована під кутом назустріч обертанню молоткового ротора, причому суміжна стінка з боку вивантажувального патрубка обладнана регулювальною заслінкою повітряного потоку і розташована з можливістю переміщення нижньої кромки регулювальної заслінки у напрямку вершин передніх кутів молотків при їх верхньому вертикальному положенні, при цьому регулювальна заслінка повітряного потоку розділяє внутрішню порожнину верхньої частини корпусу на вхідну і вихідну порожнини дробильної камери, яка відрізняється тим, що спрямовуюча стіна завантажувального патрубка на всю його ширину обладнана конфузормим повітряним каналом, який виконаний під кутом до спрямовуючої стінки і розташований назовні безпосередньо між вхідною порожниною дробильної камери і нижньою кромкою регулювальної заслінки подачі вихідного матеріалу.

Пропонуєма молоткова дробарка включає: корпус 1 (рисунок 2.7), всередині якого встановлений молотковий ротор 2 з шарнірно закріпленими пластинчатими молотками, причому в кожному диску молоткового ротора 2 виконані отвори 3, які розташовані кругом його валу для максимального використання з торця молоткового ротора аспіраційного тиску, який створюється між дисками молоткового ротора при його обертанні; реберну деку 4; кільцеві виступи 5, які розташовані на внутрішніх бокових стінках корпусу 1 у площині крайніх дисків молоткового ротора 2, а на верхній частині корпусу 1 розташовані суміжно завантажувальний 6 і вивантажувальний 7

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						26
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

патрубки, суміжна стінка 8 яких виконана під кутом назустріч обертанню молоткового ротора 2, а з боку вивантажувального патрубка обладнана регулювальною заслінкою повітряного потоку 9, яка розділяє внутрішню порожнину верхньої частини корпусу на вхідну і вихідну порожнини дробильної камери, причому суміжна стінка 8 виконана з можливістю переміщення нижньої кромки регулювальної заслінки 9 у напрямку вершин передніх кутів молотків при їх верхньому вертикальному положенні, при цьому регулювальна заслінка повітряного потоку 9 при обертанні молоткового ротора 2 з боку вхідної порожнини дробильної камери створює аспіраційний тиск; приймальний бункер 10, який спряжений із завантажувальним патрубком 6, який обладнаний регулювальною заслінкою подачі вихідного матеріалу 11, магнітним сепаратором 12 і конфузорним повітряним каналом 13, який виконаний під кутом до спрямовуючої стінки завантажувального патрубка на всю його ширину і розташований назовні безпосередньо між вхідною порожниною дробильної камери і нижньою кромкою регулювальної заслінки подачі вихідного матеріалу 11, а вихідна горловина вивантажувального патрубка 7 обладнана раструбом 14 з перекидним клапаном 15 і двома мішкоутримувачами 16, кожний із яких обладнаний притискувачем 17. Для керування робочим процесом молоткової дробарки передбачено електрообладнання 18.

Описана молоткова дробарка в робочому режимі працює наступним чином. На холостому режимі молоткової дробарки вручну повільно відкривається регулювальна заслінка подачі вихідного матеріалу 11 на величину, яка дорівнює оптимальному навантаженню електропривода дробарки, яке контролюється і підтримується за рахунок показань шкали амперметра 18, при цьому вихідний матеріал із приймального бункера 10 проходить самопливом через магнітний сепаратор 12, завантажувальний патрубок 6 і за рахунок взаємодії через конфузорний повітряний канал 13 аспіраційного і атмосферного тисків спрямовується назустріч обертанню молоткового ротора 2, де відбувається деформація і часткове руйнування вихідного матеріалу як від додаткового збільшення швидкості руйнування і

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						27
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

сили удару молотками на льоту, так і від додаткового прискорення подачі його під зустрічне співударяння з молотками на вході дробильної камери. Від первинних ударів молотків робоча маса прямує до верхньої частини реберної деки 4, на якій вона додатково руйнується і відштовхується під повторні удари молотків, якими одночасно спрямовується у коловий рух, в якому кільцеві виступи 5 у взаємозв'язку з молотками безперервно спрямовують робочу масу під найбільш ефективну частину робочих органів (молотків і реберної деки) і завдяки цьому забезпечується подрібнення вихідних матеріалів з необхідною крупністю і однорідністю продуктів помелу за прямоточним циклом (без решіт). Далше ворох за рахунок дії інерційних сил і повітряного потоку спрямовується через вивантажувальний патрубок 7 і раструб 14 у мішкотару.

Крупність продукту помелу регулюється заслінкою 11 у робочому режимі молоткової дробарки шляхом змінювання величини подачі вихідного матеріалу.

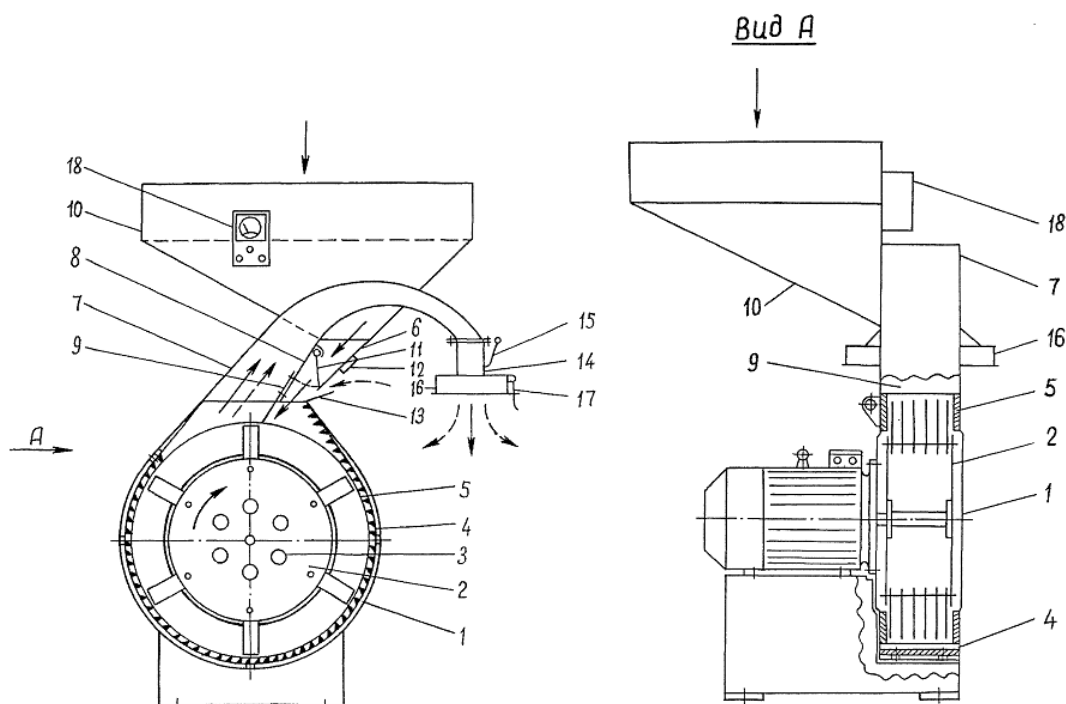


Рисунок 2.7 – Молоткова дробарка

Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата

19ХВД. 9683796.06.25ПЗ

Аркуш

28

Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення

За основу для вдосконалення обираємо патент № 49710.

Основним недоліком дробарки є швидке зношування молотків, через що їх часто потрібно замінювати новими.

Крім того, виходячи із обґрунтування кінематичних параметрів дробарки, для підвищення продуктивності її потрібно збільшувати колову швидкість молотків, а це потребує додаткової витрати енергії, що не доцільно. Метою вдосконалення є підвищення довговічності молотків дробарки та її продуктивності. З цією метою робоча поверхня молотків виконана у формі гіперболічної кривої з розширенням її вздовж довжини молотків у напрямку до їх основи.

Запропонована форма молотків дробарки значно підвищує довговічність їх роботи. Криволінійна гіперболічна поверхня молотків сприяє кращому потраплянню часток матеріалу на робочу поверхню, зменшує енергоємність процесу завдяки оптимальному вибору кінцевої швидкості молотка після удару, яка має гіперболічну залежність відношення маси частки до маси молотка.

Працює дробарка таким чином. При обертанні барабана з дисками та молотками, останні співударяються з подрібнювальним матеріалом, при цьому відбувається процес розділення матеріалу на менші частки. Частки, які мають товщину, меншу від розміру отворів деки, проходять через них під деку, інші частки співударяються з наступними молотками, які продовжують процес розколювання та подрібнення матеріалу на частки і направлення їх до отворів деки.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						29
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини

Розрахуємо основні параметри молоткової дробарки приймаючи за основу геометричні параметри дробарки-прототипу ДС-160.

Продуктивність молоткової дробарки, м³/с

$$Q = K_1 \rho_n D^2 L \omega \quad (3.1)$$

де K_1 - емпіричний коефіцієнт, який залежить від типу і розмірів осередків ситової поверхні, фізико-механічних властивостей сировини та інш.

$$K_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4}$$

ρ_n - щільність подрібнюваного продукту, кг/м³

L - довжина ротору дробарки, м

$$L = (0,32 \dots 0,64) D.$$

$$L = (0,32 \dots 0,64) 0,25 = 0,08 \dots 0,16 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = 0,12 \text{ м}$

$$Q = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 650 \cdot 0,25^2 \cdot 490 \cdot 0,12 = 0,055 \text{ кг/с або } 200 \text{ кг/год.}$$

Щоб на вал і підшипники не передавалися імпульси від молотків, квадрат радіуса інерції r_c молотка щодо точки його підвісу до диска повинен дорівнювати відстані c від центру ваги молотка до осі підвісу, помноженої на відстань l від тієї ж осі підвісу до кінця молотка (рисунок 3.1) [9]

$$r_c^2 = c \cdot l. \quad (3.2)$$

Для дотримання цієї умови координати точки підвісу пластинчатого молотка прямокутної форми з одним отвором визначаємо за рівнянням

$$c = \frac{(a^2 + b^2)}{6a}. \quad (3.3)$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$c = \frac{(0,032^2 + 0,012^2)}{6 \cdot 0,003} = 0,0088 \text{ м.}$$

Квадрат радіуса інерції молотка щодо його центру ваги

$$r_{ц.м.}^2 = \frac{(a^2 + b^2)}{12}. \quad (3.4)$$

$$r_{ц.м.}^2 = \frac{(0,03^2 + 0,012^2)}{12} = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

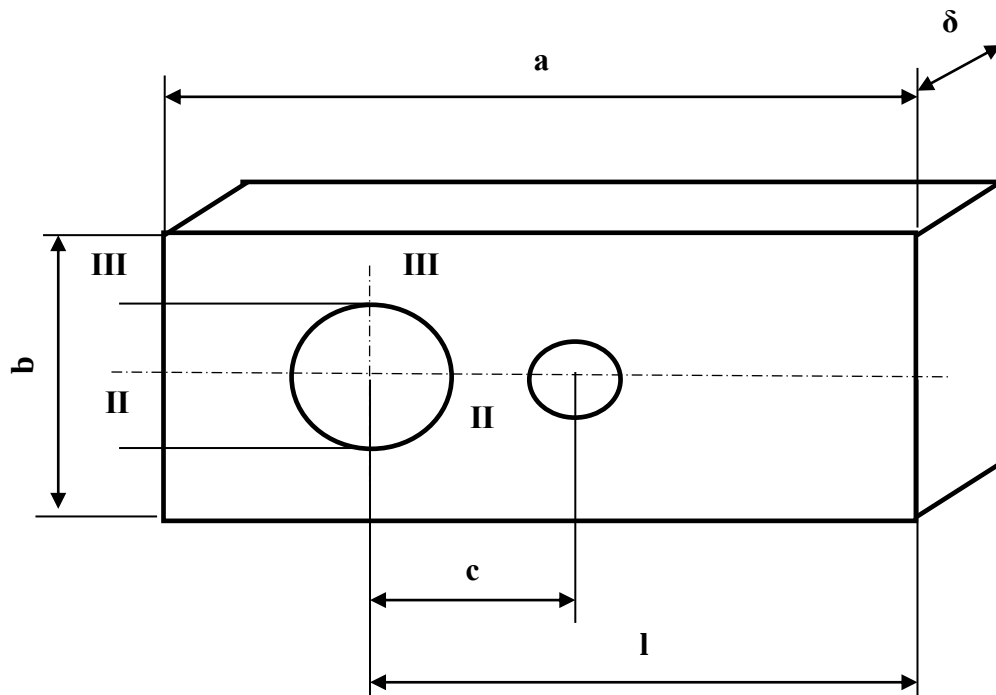


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема молотка.

Квадрат радіуса інерції молотка щодо його осі підвісу

$$r_o^2 = r_{ц.м.}^2 + c^2. \quad (3.5)$$

$$r_o^2 = 6,8 \cdot 10^{-4} + 0,0088^2 = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						31
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Відстань від кінця молотка до його осі підвісу, м.

$$l_1 = c + 0,5a. \quad (3.6)$$

$$l_1 = 0,0088 + 0,5 \cdot 0,03 = 0,011 \text{ м.}$$

Перевірка забезпечення безударної роботи молотка

$$r_c^2 = c \cdot l_1. \quad (3.7)$$

$$r_c^2 = 0,009 \cdot 0,011 = 9,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Конструктивне призначення відстані від осі підвісу молотка до осі ротора (щоб уникнути порушення стійкої роботи молоткової дробарки ця відстань повинна бути більше відстані від кінця молотка до його осі підвісу)

$$l_o > l_1. \quad (3.8)$$

$$l_o = \frac{D}{2} - l_1. \quad (3.9)$$

$$l_o = \frac{0,25}{2} - 0,011 = 0,131 \text{ м.}$$

$$0,131 > 0,011.$$

Радіус найбільш віддаленої від осі ротора точки молотка R_1 , м

$$R_1 = l_o + l_1. \quad (3.10)$$

$$R_1 = 0,131 + 0,011 = 0,142 \text{ м.}$$

Частота обертання ротора, с^{-1}

$$\omega \geq \frac{V}{R_1}. \quad (3.11)$$

$$\omega \geq \frac{70}{0,142} = 490 \text{ рад/с.}$$

Відцентрова сила інерції молотків, Н

$$F = G_m \cdot \omega^2 \cdot R_c. \quad (3.12)$$

де G_m - маса молотка, кг.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						32
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

R_c - радіус окружності розташування центрів вагів молотків.

$$G_m = ab\delta\rho_m \quad (3.13)$$

де ρ_m - щільність сталі, кг/м³

$$G_m = 0,030 \cdot 0,012 \cdot 0,002 \cdot 7800 = 0,098 \text{ кг.}$$

$$R_c = l_o + c \quad (3.14)$$

$$R_c = 0,131 + 0,009 = 0,140 \text{ м.}$$

$$F = 0,22 \cdot 490^2 \cdot 0,140 = 6357 \text{ Н.}$$

Діаметр осі підвісу молотка, мм

$$d = 1,36 \sqrt[3]{\frac{F \cdot \delta}{[\sigma]_u}} \quad (3.15)$$

$$d = 1,36 \sqrt[3]{\frac{6357 \cdot 0,002}{10^8}} = 0,005 \text{ м.}$$

де $[\sigma]_u$ - допустимі напруження при згині, Па $[\sigma]_u = 10^8$ Па

Товщина ротора Н, м

$$H \geq \frac{F}{d[\sigma]_{cm}} \quad (3.16)$$

де $[\sigma]_{cm}$ - припустимі напруження при зминанні, Па $[\sigma]_{cm} = 8 \cdot 10^7$

$$H = \frac{6357}{0,005 \cdot 8 \cdot 10^7} = 0,004 \text{ м.}$$

Мінімальний розмір перемички між отворами під осі підвісу і зовнішньої крайки диску, м

$$h_{\min} \geq \frac{0,5F}{\delta[\sigma]_{zc}} \quad (3.17)$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						33
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

де $[\sigma]_{zc}$ - припустиме напруження зсуву, Па, $[\sigma]_{zc} = 175 \cdot 10^6$ Па

$$h_{\min} \geq \frac{0,5 \cdot 6357}{0,002 \cdot 175 \cdot 10^6} = 0,002.$$

Зовнішній радіус диска, м

$$R_{\phi} = l_{\phi} + 0,5d + h_{\min} \quad (3.18)$$

$$R_{\phi} = 0,131 + 0,5 \cdot 0,005 + 0,002 = 0,135 \text{ м.}$$

3.2 Енергетичний розрахунок машини

Потужність електродвигуна молоткової дробарки, Вт

$$N = K_1 K_2 \rho_n D^2 L \omega \quad (3.19)$$

де K_2 - емпіричний коефіцієнт, що враховує ступінь подрібнення продукту, $K_2 = (6,4 \dots 10,5) \cdot 10^{-4}$

$$N = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \cdot 650 \cdot 0,25^2 \cdot 0,12 \cdot 490 = 495 \text{ Вт.}$$

Обираємо електродвигун асинхронний 4АА63В2У3 з номінальною потужністю 0,55 кВт та номінальною частотою обертання валу 3000 об/хв.

3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Попередній розрахунок валу дробарки проводимо на крутіння по зниженню допустимого напруження. Швидкохідний вал дробарки

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 M_2}{\pi \{\tau\}}} \quad (3.20)$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						34
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 96 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 23,9 \text{ мм}$$

де $\{\tau\}=25 \text{ Н/мм}^2$ - допустиме напруження.

$$M_2 = 96 \cdot 10^3 \text{ Н·мм.}$$

Діаметр підшипника приймаємо $d_{п2} = 25 \text{ мм.}$

Розрахунок на міцність шпоночного з'єднання

Для розрахунку виберемо шпонкові з'єднання диску дробарки з валом, як одне з найбільш навантажених сполук.

Для з'єднання вала приймаємо призматичну шпонку, виготовлену зі сталі $\sigma_d > 590 \text{ Н·мм}$.

Перевірка шпонки на зминання вузьких граней повинна задовольняють умові

$$\sigma_{cm} = \frac{2M_u}{d_4(h-t_1)l_p} \leq [\sigma_{cm}] \quad (3.21)$$

де $M_u = 760 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}$, $d = 23 \text{ мм.}$

При цьому діаметрі перерізу шпонки $b \times h = 8 \times 8$, $t_1 = 5 \text{ мм.}$

l_p - довжина шпонки робоча - довжина шпонки

$$l_p = l_{unn} - b = 50 - 10 = 40 \text{ мм}$$

$l_{unn} = L_{cm} - 5$ - довжина шпонки

$$L_{cm} = 1,5 \cdot d_4 \quad (3.22)$$

$$L_{cm} = 1,5 \cdot 23 = 35 \text{ мм}$$

Приймаємо $L_{cm} = 40 \text{ мм.}$ Тоді $l_{unn} = 40 - 5 = 35 \text{ мм.}$

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot 760 \cdot 10^3}{23(8-5)40} = 86,4 \text{ Н / мм}^2$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						35
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Умова міцності дотримується

Визначимо напруги, що виникають у молотку від відцентрової сили. Напруга при одноосьовому розтягу, що виникає в перетині I – I (рисунок 3.12), Па

$$\sigma_{I-I} = \frac{F}{(b-d)\delta} \quad (3.23)$$

Допустимі напруження при цьому визначаються по формулі

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} \quad (3.24)$$

де n - запас міцності для молотка $n=5$;

σ_T - границя міцності на розтяг, $\sigma_T=950 \cdot 10^6$ Па

$$[\sigma] = \frac{950 \cdot 10^6}{5} = 190 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\sigma_{I-I} = \frac{6357}{(0,012 - 0,005)0,002} = 14 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Отже умова міцності на розтяг виконується.

Напруження зсуву в перетинах II-II і III-III , Па

$$\tau = \frac{F}{\delta(a-c-d)} \quad (3.25)$$

$$\tau = \frac{6357}{0,002(0,030 - 0,012 - 0,005)} = 1,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Напруження зминання, Па

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{\delta d} \quad (3.26)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{6357}{0,002 \cdot 0,005} = 64 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Гранично припустимі напруги для сталі 30ГХС дорівнюють

$[\tau]=80$ МПа, $[\sigma_{cm}]=200$ МПа, отже умови міцності виконуються.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						36
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

За основу для вдосконалення прийнята дробарка ДС-160 для подрібнення спецій.

Обґрунтовано вдосконалення машини, що призводить до збільшення її продуктивності з 160 до 200 кг/год., в основу якої покладено патент №49710.

Для приводу молоткової дробарки обраний електродвигун 4АА63В2У3 з номінальною потужністю 0,55 кВт та номінальною частотою обертання валу 3000 об/хв.

Накреслений загальний вид машини, кінематична схема та деталі машини. Визначена технологія виготовлення деталі вдосконаленої машини – робочого валу.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						37
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

Перелік нормативних актів.

НПАОП 01.1-1.01-00 Інструкція з охорони праці у сфері сільгоспвиробництва, затверджена наказом Мінпраці України від 11.08.2000 № 202

НПАОП 01.1-1.02-01 Норми безпеки під час робіт у захищеному ґрунті, затверджені наказом Мінпраці України від 20.04.2001 № 184

НПАОП 01.1-1.18-85 Інструкції з безпеки і санітарії на заводах з насінництва, затверджені Мінхарчопромом СРСР 09.02.1985

НПАОП 01.1-7.01-84 Стандарт ОСТ 46.3.1.160-84 щодо виробничих процесів з борошном: вимоги до безпеки, затверджений Мінсільгоспом СРСР у 1984

НПАОП 01.1-7.02-84 Стандарт ОСТ 46.3.1.155-84 щодо безпеки під час аграрних виробничих процесів із зерновими, затверджений Мінсільгоспом СРСР, 1984

НПАОП 01.2-1.01-67 Правила безпеки для монтажників обладнання на фермах, затверджені ВО “Союзсільгосптехніка”, 1967

НПАОП 01.2-1.02-51 Інструкції з безпеки при роботі з племінною худобою, затверджені Мінсільгоспом СРСР 24.09.1951

НПАОП 01.2-1.09-05 Правила охорони праці у свинарстві, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України 06.12.2004 № 269; зміни внесені наказом Держгірпромнагляду від 06.11.2007 № 253

НПАОП 01.2-1.10-05 Правила охорони праці у сфері великої рогатої худоби, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України 06.12.2004 № 268; зміни затверджені 06.11.2007 № 254

НПАОП 01.41-1.01-01 Інструкції з охорони праці під час ремонту й обслуговування аграрної техніки, затверджені наказом Мінпраці України від

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

НПАОП 01.41-1.02-67 Правила техніки безпеки для транспортування і зберігання нафтопродуктів у сільському господарстві, затверджені ЦК профспілки аграрних працівників, 10.05.1967

НПАОП 01.41-1.05-72 Інструкції з безпеки при роботі з аміачною селітрою, затверджені Мінсільгоспом СРСР, 12.05.1972

НПАОП 01.41-1.07-63 Правила безпеки при використанні аміачної води, затверджені ВО «Союзсільгосптехніка», 16.12.1963

НПАОП 01.41-1.08-82 Інструкція щодо безпечного використання рідкого аміаку у сільському господарстві, затверджена Мінсільгоспом СРСР, 28.09.1982

НПАОП 01.41-1.09-68 Норми зберігання пожежонебезпечних засобів захисту рослин на складах, затверджені ВО «Сільгосптехніка», 1968

НПАОП 01.41-1.11-99 Правила безпечної експлуатації насосних станцій для меліорації, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 01.04.1999 № 55

НПАОП 01.41-1.12-00 Інструкції з безпеки каналів, трубопроводів і споруд у меліоративних системах, затверджені наказом Мінпраці України від 06.09.2000 № 225

НПАОП 01.50-1.02-89 Правила поводження з мисливською зброєю під час побутового використання і полювання, затверджені Мінлісгоспом МВС УРСР, 31.03.1989

НПАОП 01.50-1.04-98 Інструкції з охорони праці для підприємств звірівництва, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 27.05.1998 № 96

НПАОП 0.00-3.01-98 Типові норми видачі спецодягу та засобів індивідуального захисту працівникам аграрного і водного сектору, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 10.06.1998 № 117

НПАОП 63.12-1.07-72 Правила щодо безпечної роботи з аміачною селітрою, затверджені Мінсільгоспом СРСР від 12.05.1972

НПАОП 63.12-1.09-68 Норми зберігання хімічних засобів захисту

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						39
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

рослин на агроскладах, затверджені ВО «Союзсільгосптехніка», 1968

НПАОП 63.1-7.02-85 Стандарт ОСТ.8.12.02-85 щодо безпеки вантажно-розвантажувальних робіт на зернопереробних підприємствах, затверджений Мінзагом СРСР, 1985

НПАОП 63.12-1.04-88 Правила безпеки та санітарії для складів агропромислових підприємств, затверджені Держагропромом СРСР від 26.09.1988

НПАОП 63.1-7.26-86 Стандарт ОСТ 23.33-86 щодо безпечної експлуатації внутрішньозаводського транспорту, затверджений Мінсільгоспмашем СРСР, 1986

4.2 Аналіз небезпек

Підприємство має право здійснювати будь-яку господарську діяльність, що не суперечить чинному законодавству України та відповідає завданням, визначеним його статутом. У разі, якщо діяльність підприємства є збитковою, держава може надати підтримку у вигляді дотацій або пільг, якщо визнає продукцію такого підприємства соціально важливою.

Відповідно до ГОСТ 12.0.002–80 ССБТ, умови праці визначаються як сукупність впливів виробничого середовища, які мають значення для здоров'я та працездатності людини в процесі виконання трудових функцій.

Умовно ці впливи класифікують як небезпечні або шкідливі. Згідно з ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», вони розподіляються на чотири основні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Ця класифікація базується на природі впливу кожного чинника на організм людини. Розглянемо їх у вказаній послідовності. До фізичних факторів належать: збільшена швидкість повітряного потоку; підвищена чи знижена

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						40
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

вологість; зміни атмосферного тиску; недостатній рівень освітлення; конструкції, які мають ризик руйнування; дія електричного струму; накопичення статичної електрики; розміщення обладнання на висоті; підвищений рівень шуму або вібрацій; наявність гострих країв на елементах техніки тощо. Усі ці фактори характеризуються саме фізичним впливом на людину.

До хімічних чинників належать різноманітні хімічні елементи, речовини або сполуки в різних агрегатних станах, які можуть проникати в організм людини через органи дихання, травну систему, шкіру, слизові оболонки очей, рота і носа. Деякі речовини викликають зміни реактивності організму — мають сенсibilізуючий або алергенний вплив, а також можуть викликати мутації або негативно впливати на репродуктивну функцію.

Біологічні фактори охоплюють вплив патогенних мікроорганізмів та макроорганізмів. Мікроорганізми можуть потрапляти в організм у вигляді бактерій, вірусів, грибів, рикетсій або найпростіших. Макроорганізми поділяються на ті, що мають рослинне або тваринне походження. Їх присутність можлива у харчовій сировині або в цехах харчової промисловості, що може викликати інфікування персоналу.

Психофізіологічні фактори поділяються на фізичні перевантаження та нервово-психічні. До фізичних належать: статичні, динамічні та гіподинамічні навантаження. Статичне навантаження визначається тривалістю і величиною зусилля, а також робочим положенням працівника. Динамічні навантаження характерні для підйому або переміщення вантажів: легкими вважаються дії з масою до 5 кг або загальним переміщенням до 4 тонн за зміну, а важкими — до 40 кг і понад 6 тонн відповідно.

Нервово-психічні навантаження включають інтелектуальне перенавантаження, перевантаження сенсорних аналізаторів, монотонність трудових дій і емоційні стреси. Хоча розумове навантаження рідко зустрічається у харчовій промисловості, де переважно виконуються дії за чіткими інструкціями або простими алгоритмами, натомість монотонна робота поширена. Такі завдання передбачають повторювані дії або пасивне спостереження за технологічними процесами. Емоційні навантаження у харчовій

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						41
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

галузі можуть бути різного ступеня: від незначних до надзвичайно інтенсивних — вони пов'язані з роботою за графіком, браком часу, високою відповідальністю або ризиком для безпеки інших працівників.

Структурна схема класифікації НШВП згідно ГОСТ 12.003 – 74 ССБТ наведена нижче.

Загальна статистика нещасних і смертельних випадків у світі за даними міжнародної організації праці має наступний характер:

- близько 125 млн. людей за рік травмується на виробництві;
- кожні 3 хвилини гине одна людина;
- кожні 2 секунди травмується 8 осіб;
- ціна помилки однієї людини безперервно зростає з 2–4 до 10–12. У країнах Євросоюзу:

- 10 млн. осіб на рік потерпають від нещасних випадків та профзахворювань;
- 8000 осіб щороку гине на виробництві в Україні;
- 80 – 85 осіб травмується щоденно на виробництві;
- з них до 10% стають інвалідами і до 2% гине.

Причини виникнення нещасних випадків

Аналіз причин виникнення НВ показує, що з них:

- 70% мають організаційний характер;
- 20% припадає на технічні причини;
- 10% становлять причини психофізіологічного характеру.

Організаційні причини:

- порушення трудової та виробничої дисципліни
- незадовільна організація робочих місць і безпечного виконання робіт;
- порушення технологічної дисципліни тощо.

Технічні причини:

- незадовільний технічний стан виробничих об'єктів і засобів виробництва;
- недосконалість, невідповідність вимогам безпеки технологічного процесу;
- конструктивні недоліки;

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						42
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

– тощо.

Психофізіологічні причини:

- алкогольне, наркотичне сп'яніння;
- токсикологічне отруєння;
- безвідповідальне ставлення керівників виробництва та безпосередніх виконавців до вимог ОП;
- протиправні дії інших осіб.

У результаті нещасних випадків країна, крім іншого, несе значні матеріальні збитки. На 01.01.2007 р. надано соціальних послуг і виплачено страхових виплат потерпілим на суму 2113,3 млн. грн. У зв'язку зі стійкою втратою професійної працездатності одноразову допомогу отримали 16090 потерпілих, тобто біля 244 млн. грн. Ця цифра не включає вартість росту, навчання і підготовки до самостійної роботи людини, яка коштує:

- у США від 120 до 400 тисяч доларів;
- в Україні 56 – 200 тисяч гривень.

Виконання вимог з охорони праці за даними досліджень багатьох авторів дозволяє у значній мірі підвищити економічні показники виробництва, а саме: підвищити продуктивність праці як наслідок впровадження заходів з покращання умов праці – на 15–20%, раціональної організації робочого місця – на 21%, використання функціональної музики – на 12–14%, естетичного фарбування приміщень – на 25%, зниження виробничого шуму – до 20%;

знизити простої на робочому місці на 20–40% як наслідок зниження комплексної дії на людину кількох НШВФ;

знизити витрати робочого часу внаслідок зниження тимчасової непрацездатності до 10% тощо.

Резюмуючи економічні аспекти охорони праці, можна констатувати, що її економічне значення полягає в:

- зміні соціальних показників шляхом впровадження заходів для покращання умов праці;
- підвищення якості продукції;
- збільшення фонду робочого часу;

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

- зниження непродуктивних витрат часу і праці;
- зниження витрат, які пов'язані з плинністю кадрів через умови праці;
- економія витрат на пільги і компенсації за роботу у несприятливих умовах праці.

4.3 Планування заходів з охорони праці

Працівникам можуть надаватися різні форми заохочення за активну участь, проявлену ініціативу та сприяння підвищенню безпеки та покращенню умов праці. Типи таких заохочень визначаються умовами колективного договору або іншими внутрішніми домовленостями на підприємстві.

При встановленні розміру страхових внесків для окремого підприємства, Фонд соціального страхування від нещасних випадків може враховувати стан охорони праці. Якщо роботодавцем здійснено ефективні заходи з профілактики травматизму, і підприємство демонструє зниження або відсутність випадків виробничого травматизму і профзахворювань, тоді може бути встановлено знижений тариф внеску. У випадку ж високого рівня травматизму та незадовільного стану безпеки — застосовується надбавка до страхового внеску.

Розрахунок величини страхового внеску з урахуванням можливих знижок чи надбавок здійснюється відповідно до чинного законодавства, яке регламентує загальнообов'язкове державне соціальне страхування від виробничих травм та професійних захворювань, що призвели до втрати працездатності.

Система управління охороною праці включає в себе організацію навчання й інструктажів з безпеки праці. Проведення інструктажів, перевірок знань та навчання охоплює всіх працівників як при їх прийнятті на роботу, так і в процесі подальшої діяльності, включаючи випадки переведення на інші посади в межах підприємства.

Процедури та форми навчання, види інструктажів, а також порядок перевірки знань з питань охорони праці регламентуються відповідними нормативними актами контролюючих органів, таких як

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Держнаглядохоронпраці, санітарно-епідеміологічна служба, державний пожежний нагляд тощо.

На підприємствах, керуючись вимогами державних нормативів, розробляються локальні положення з питань охорони праці та складаються щорічні плани-графіки проведення навчання і перевірки знань працівників.

Засвоєння основ охорони праці є обов'язковим компонентом навчальних програм усіх закладів освіти. Програми проходять узгодження з Держнаглядохоронпраці та формують у студентів відповідальне ставлення до питань безпеки праці, набуття необхідних знань та навичок, особливо для майбутніх фахівців, діяльність яких пов'язана з ризиками.

Під час працевлаштування, а також упродовж трудової діяльності, всі працівники проходять інструктажі з охорони праці, навчання з надання першої допомоги та правилам поведінки у надзвичайних ситуаціях. Роботодавець зобов'язаний надати працівнику інструкцію з охорони праці за його професією або розмістити її безпосередньо на робочому місці.

Особи, які приймаються на роботи з підвищеним ступенем ризику, а також ті, що виконують професійно складні завдання (в тому числі в гірничій сфері), повинні пройти попереднє спеціалізоване навчання з охорони праці ще до початку трудової діяльності. Це стосується також осіб, які вже мають досвід роботи на гірничих підприємствах, і студентів гірничотехнічних вишів перед проходженням практики.

Таке навчання базується на програмах, які розробляються з урахуванням специфіки виробництва та нормативних вимог, і проводиться службою охорони праці спільно з відповідальними спеціалістами. Завершується воно обов'язковою перевіркою знань відповідно до діючих норм.

Перед проведенням іспитів організовуються заняття, консультації, лекції та семінари. До складу екзаменаційної комісії має входити не менше трьох осіб, які пройшли встановлене навчання та перевірку знань у сфері охорони праці.

Відповідно до ДНАОП 0.00-8.01-93 «Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці», керівники та інші посадові особи мають проходити навчання з питань

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						45
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

охорони праці, техногенної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях не рідше одного разу на три роки. Це навчання організовується відповідно до Типового положення Держнаглядохоронпраці і може проводитись як у спеціалізованих навчальних закладах, так і безпосередньо на підприємстві — залежно від рівня посадової відповідальності.

Програми для таких посадових осіб визначаються нормативними актами, які також регламентують перелік знань, обов'язкових для перевірки в рамках їх професійної діяльності.

4.4 Інженерні розрахунки

Вихідні дані: довжина приміщення $a = 7$ м, ширина (глибина) $b = 5$ м ; висота $h = 4$ м ; приміщення призначене для роботи операторів e_{om} .

Визначаємо мінімальну нормовану освітленість залежно від характеристики зорової роботи

$$\Phi_{л} = e_{н} s k_3 z / \eta,$$

$$E_{н} = 100 \text{ лк}, S = A \cdot B = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2, k = 1,7, Z = 1,1.$$

Де η залежить від розподілу сили світла світильника, показника приміщення i , коефіцієнтів відбиття потоку $\rho_{п}$, стін $\rho_{с}$, робочої поверхні $\rho_{рп}$, тому визначимо показник приміщення за формулою

$$i = \frac{5 \cdot 7}{4 \cdot (5 + 7)} = \frac{35}{48} = 0,73$$

$$\rho_{п} = 70 \%, \rho_{с} = 50 \%, \rho_{рп} = 10 \%, i = 0,7 \Rightarrow \eta = 35 \%$$

Підставляємо значення у формулу

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{100 \cdot 35 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{35} \cdot 100 = 18700 \text{ лм}$$

Кількість ламп:

$$n = \frac{\Phi_{\Sigma}}{\Phi_{л}} = \frac{18700}{3780} = 5 \text{ ламп}$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розраховуємо орієнтовну освітленість методом питомої потужності.

За формулою визначаємо загальну потужність ламп, де $p = 13$.

$$P = p \cdot S = 13 \cdot 35 = 455 \text{ Вт.}$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

У розділі наведені вимоги до нормативних актів з охорони праці для ТОВ "Лана", порядок введення нових нормативних актів та заміна на нові.

Виділені шкідливі та небезпечні фактори при виробництві ковбас і роботі на дільниці підготовки спецій. Запропоновані міри з підвищення стану охорони праці на підприємстві.

Здійснений розрахунок освітлення цеху. Необхідно 5 ламп потужністю 455 Вт.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

При розробці нових видів машин і устаткування, а також при модернізації існуючих необхідно проводити оцінку їхнього технічного рівня на підставі єдиних принципів на всіх стадіях розробки і модернізації.

Модернізація полягає в порівняно невеликих змінах у конструкції машин і устаткування, автоматизації окремих операцій. При незначних виробничих витратах модернізація дозволяє збільшити продуктивність, знизити металоємність, підвищити ефективність роботи, поліпшити умови і безпеки праці, продуктивність на одиницю займаної площі та ін.; поліпшити експлуатаційні показники (трудомісткість обслуговування і ремонту, ремонтпридатність та ін.); показники екологічності; показники безпеки; показники рівня автоматизації; ергономічні показники; показники стандартизації й уніфікації. Порівнюючи обрані основні показники технічного рівня розробленої (модернізованої) машини з кращими зразками-аналогами визначають її технічний рівень.

Технічний рівень визначають на основі порівняльного аналізу значень показників чи аналогів їхніх прогнозованих значень, що відображають вищі світові досягнення і тенденції їхнього розвитку.

В основу оцінки проєктованих технічних рішень покладене рішення основних показників розробленої машини з кращими зразками світового і вітчизняного виробництва.

Оцінку здійснюємо у два етапи: експертним та розрахунковим.

5.1 Експертний етап

Експертний етап передбачає порівняння значень основних показників технічного рівня розробленої машини з виробленим аналогом, до яких відносяться: показники призначення (продуктивність, установлена потужність, витрата палива, повітря, займана площа та ін.); показники надійності і довговічності; відносні показники (енергоємності, матеріалоємність,

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

продуктивність на одиницю займаної площі); показники екологічності, показники безпеки, показники рівня автоматизації, енергометричні показники, показники стандартизації й уніфікації порівнюючи обрані показники технічного рівня розробленої машини з кращими зразками-аналогами визначають її технічний рівень.

Експертний етап оцінки. Обираємо основні показники технічного рівня машин і зводимо їх у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники машин.

Показник	Значення показника	
	Розробленої модернізованої машини	Прототипу
1 Продуктивність, кг/год	200	160
2 Потужність на привід, кВт	0,55	0,75
4 Площа, м ²	0,32	0,32
5 Маса, кг	50,5	62,4

Оцінку технічного рівня модернізованої дробарки проводимо за чотирма оціночними показниками у порівнянні з прототипом.

Виявлено, що за цим способом важко визначити доцільність вдосконалення, так як продуктивності машин дуже різняться один з одним.

Експертний етап оцінки в даному випадку не дозволяє зробити однозначну економічну оцінку розробленого технічного рішення через великий розбіг оціночних показників. Тому проводять розрахунковий етап оцінки.

5.2 Розрахунковий етап

Розрахунковий етап оцінки технічного рішення розробленої (модернізованої) машини здійснюють за відносними показниками порівнянності [31-33].

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

де P_{ip} – абсолютне значення i -го показника оцінюваної (розрахункової) машини;

P_{ia} - абсолютне значення i -го показника аналога,

i – кількість порівняних показників, $i = 0, 1$.

Узагальнений показник ступеня відповідності розробленої (модернізованої) машини кращим зразкам-аналогам розраховуємо по формулі:

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

При цьому виникає три варіанти економічної оцінки розробленої (модернізованої) машини:

$K_{ty} > 1$ – машина розроблена (модернізована) вище рівня кращих зразків-аналогів, перспективна;

$K_{ty} = 1$ – машина зроблена (модернізована) на рівні аналога, але не має перспективності;

$K_{ty} < 1$ – машина розроблена (модернізована) нижче рівня кращих зразків-аналогів і є неперспективною.

Економічну оцінку технічного удосконалення можна зробити за п'ятьма відносними показниками, розрахованим по формулі:

k – відносний показник продуктивності:

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

де Q_p і Q_a – відповідно продуктивність машини й аналога.

При цьому повинно бути враховано, що k_Q повинно знаходитися у межах $k_Q \geq 1,20$.

$$k_Q = \frac{200}{160} = 1,2.$$

Умова $k_Q \geq 1,2$ виконана.

k – відносний показник енергоспоживання:

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

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						51
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

При цьому повинна виконуватися умова $k_N \leq 0,85$.

$$k_N = \frac{0,55}{0,75} = 0,73,$$

Умова $k_N \leq 0,85$ виконана.

1. k – відносний показник матеріалоемності:

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

де M_p і M_a – відповідно маса розробленої (розрахункової) машини і аналога.

Умова $k_m \leq 0,85$.

$$k_M = \frac{27,8}{62,4} = 0,45,$$

Умова $k_m \leq 0,85$ виконана.

2. k – відносний показник енергомісткості.

$$k_E = \frac{N_a \cdot M_a}{N_p \cdot M_p} = \frac{1}{k_N \cdot k_M}, \quad (5.6)$$

Умова $k_E \geq 1,25$.

$$k_E = \frac{1}{0,73 \times 0,45} = 3,$$

Умова $k_E \geq 1,25$ виконана.

3. k – інтегральний показник (витрати енергії і металу (матеріалу) на одиницю продукції).

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

Умова $k_u \geq 1,25$.

$$k_U = 1,2 \times 3 = 3,6,$$

Умова $k_u \geq 1,25$ виконана.

Тоді, відповідно до формули (5.2) визначимо коефіцієнт технічного удосконалення:

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

$$k_{my} = \frac{1,2 + 0,73 + 0,45 + 3 + 3,6}{5} = 1,79$$

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						52
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновок: машина економічно вигідна, її технічне рішення відповідає кращім зразкам-аналогам.

5.3 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою [33]

$$E_e = (N_n T_n - T_v N_v) \cdot D \cdot B_{\text{кВт}}, \quad (5.9)$$

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

T_n , T_v – відповідно час роботи машини-прототипу і вдосконаленої машини за день;

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

$B_{\text{кВт}}$ – вартість одного кВт.

$$E_e = (0,75 \cdot 9 - 0,55 \cdot 8) \cdot 150 \cdot 956 = 5882 \text{ грн.}$$

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

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

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

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

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

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

G - обсяг переробленої продукції, $G = 1475$ кг.

Тоді для аналога $\sum_{i=1}^n E = 0,75 \cdot 9 \cdot 150 = 1012,5$ кВт·год;

Для модернізованої машини $\sum_{i=1}^n E = 0,55 \cdot 8 \cdot 150 = 660$ кВт·год.

Відповідно, енергоємність переробки для аналога

$$E_{\text{уд.ан}} = \frac{1475}{1012,5} = 1,46 \text{ кВт год/т}$$

і модернізованої машини

$$E_{\text{уд.мод}} = \frac{1475}{660} = 2,23 \text{ кВт год/т.}$$

Показник трудомісткості переробки продукції $T_{\text{уд}}$, люд·год/кг,

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						53
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

визначиться по формулі

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

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

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

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

де n - кількість робітників, люд.

Для аналога

$$\sum_{i=1}^n T_n = 1 \cdot 9 \cdot 150 = 1350 \text{ люд год.}$$

$$T_{y\partial.ан} = \frac{1350}{1475} = 0,92 \text{ люд·год/т}$$

Для модернізованої машини

$$\sum_{i=1}^n T_n = 1 \cdot 8 \cdot 150 = 1200 \text{ люд год.}$$

$$T_{y\partial.мод} = \frac{1200}{1475} = 0,81 \text{ люд·год/кг.}$$

Економія по заробітній платі складає

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

де $C_{год}$ – годинна ставка робочих; $C_{год}=9,1$ грн.

$$E_{зрп} = (0,92 - 0,81) \cdot 1475 \cdot 91 = 14765 \text{ грн.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік} = 5882 + 14765 = 20647 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення деталей модернізованого вузла дробарки за формулою

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

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

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

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

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

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						54
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою

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

де Q_K – маса заготовок для виготовлення, кг;

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

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

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначаються за формулою

$$C_{дм} = C_{при} + C_m \quad (5.17)$$

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

C_m – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

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

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

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

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

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

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

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

де t_1 – середня трудоемність на виготовлення деталей на металоріжучих станках, $t_1 = 10$ люд·год;

K_t – коефіцієнт, який враховує доплати до основної зарплати; $K_t = 1,5$;

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

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

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

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

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

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

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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; $C_1=38$ грн.;

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3=2$ кг ;

$$C_m=38+2=40 \text{ грн.}$$

Тоді

$$C_{дм}=161,6+40=201,6 \text{ грн.}$$

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 металоріжучих станках.

Таким чином, основна зарплата, при працеемності на збирання конструкції $T_{сб}=3,5$ люд·год, буде рівна:

$$C_{осн} = 3.5 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 23,6 \text{ грн.};$$

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

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

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

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

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

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:

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						56
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

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

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

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

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

Відповідно вартість модернізації машини буде дорівнювати:

$$C_{\text{м}} = 594,6 + 44,1 + 514 = 11520 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень на модернізацію дробарки $T_{\text{рік}}$, рік, визначають по формулі

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

$$T_{\text{рік}} = \frac{11520}{20647} = 0,55 \text{ років.}$$

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, кг	1475	
Працеемність переробки, люд · год/т	0,81	0,92
Енергоемність переробки, квт · год/т	1,46	2,23
Витрати на модернізацію, грн.	11520	—
Прибуток від модернізації, грн/рік	20647	—
Термін окупності вкладень на модернізацію, років	0,55	—

Висновки за розділом

Експертний етап оцінки розробленої машини показав, що за двома показниками: продуктивності та масі розробка випереджає прототипну дробарку. За показником габаритних розмірів та площиною – знаходиться на рівні прототипу, а за потужністю – відстає від прототипу.

Розрахунковий етап економічної оцінки проводився за шістьма коефіцієнтами. За результатами розрахунку виконані всі умови. Отримані значення інтегрального показника та коефіцієнта технічного вдосконалення свідчать про перспективність та доцільність виконаної модернізації.

Це підтверджують економічні розрахунки, згідно яких витрати на модернізацію складають 11520 грн., прибуток від модернізації – 20647 грн., а термін окупності капітальних вкладень – 0,55.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

Вивчивши та проаналізувавши природне середовище, демографічну ситуацію, стан та перспективи розвитку сільського господарства, а також споживацький попит населення району можна зробити висновок, що в ТОВ “Лана” приділяється велика увага джерелам отримання м'ясної сировини для переробки, і є потреба в розширенні асортименту м'ясних виробів.

Основною продукцією товариства є ковбасні вироби, які завдяки мінімальному використанню штучних добавок користуються великим попитом серед населення.

Проаналізувавши існуючі технології і застосовані, згідно з цих технологій технічні засоби на підприємстві, ми дійшли висновку, що наявні машини й устаткування цілком можна розвинути. При відповідних модернізаціях машин виробництво м'ясних продуктів вийде на якісно новий рівень.

Застосовані на дослідному підприємстві технології цілком відповідають цим вимогам.

На смак ковбасних виробів значно впливають мікрокомпоненти фаршу - спеції. Для якісного процесу підготовки їх перед додаванням в фарш служать дробарки для спецій. Тому об'єктом вдосконалення обираємо дробарку для спецій, а метою – підвищення ефективності її роботи.

Підвищення якості подрібнення та зниження енергоємності подрібнювального технологічного обладнання є важливим завданням, особливо в умовах малих господарських організаційних формувань, оскільки поліпшення цих показників значно зменшує собівартість готової продукції.

Перспективним напрямком вдосконалення конструкції дробарок ударно-перетираючої дії є покращення умов саме ударного руйнування матеріалу, оскільки цей спосіб подрібнення більш ефективний, ніж перетирання.

Порівняно з іншими, дробарки з шарнірно закріпленими молотками мають досить просту конструкцію, характеризується зручністю в обслуговуванні та експлуатації.

За основу для вдосконалення прийнята дробарка ДС-160 для подрібнення

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						59
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

спецій.

Обґрунтовано вдосконалення машини, в основу якого покладено патент № 49710, що призводить до збільшення її продуктивності з 160 до 200 кг/год.

Для приводу молоткової дробарки обраний електродвигун 4AA63B2Y3 з номінальною потужністю 0,55 кВт та номінальною частотою обертання валу 3000 об/хв.

Накреслений загальний вид машини, кінематична схема та деталі машини. Визначена технологія виготовлення деталі вдосконаленої машини – робочого валу і накреслені карти наладки операцій її виготовлення.

У розділі наведені вимоги до нормативних актів з охорони праці для ТОВ "Лана", порядок введення нових нормативних актів та заміна на нові.

Виділені шкідливі та небезпечні фактори при виробництві ковбас і роботі на ділянці виготовлення спецій для фаршу. Запропоновані міри з підвищення стану охорони праці на підприємстві.

Здійснений розрахунок освітлення цеху. Необхідно 5 ламп потужністю 455 Вт.

Експертний етап оцінки розробленої машини показав, що за двома показниками: продуктивності та масі розробка випереджає прототипну дробарку. За показником габаритних розмірів та площиною – знаходиться на рівні прототипу, а за потужністю – відстає від прототипу.

Розрахунковий етап економічної оцінки проводився за шістьма коефіцієнтами. За результатами розрахунку виконані всі умови. Отримані значення інтегрального показника та коефіцієнта технічного вдосконалення свідчать про перспективність та доцільність виконаної модернізації.

Це підтверджують економічні розрахунки, згідно яких витрати на модернізацію складають 11520 грн., прибуток від модернізації – 20647 грн., а термін окупності капітальних вкладень – 0,55.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						60
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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
2. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 2016-07-01– Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с
3. Годик Є. І. Технічне креслення. — К.: Вища шк., 1971. — 248 с.
4. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. / А.М. Поперечний, О.І.Черевко. - Київ. Центр учбової літератури., 2007. – 304 с.
5. 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.
6. Шейко В.М. Організація та методика науково – дослідницької діяльності/ В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. К.: Знання-Прес, 2003. – 295 с.
7. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. Підручник для студентів. – К.: "Здоров'я", 2000. – 335 с.
8. 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.
9. Гвоздєв О.В. Машини та обладнання для хлібопекарського виробництва: Підручник/О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. – 312 с.
10. 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.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						61
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. – 196 с.

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

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

13. 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. Гвоздев, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.

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

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

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

17. 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.

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

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						62
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

19. 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.

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

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

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

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

24. Бутко Д.А. Безпека технологічних процесів при ремонті і технічному обслуговуванні машин та обладнання АПК / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов / Навчальний посібник. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1999. – 328 с.

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

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

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

28. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства. Підручник . – К.: Вища школа, 1994.

					19ХВД. 9683796.06.25ПЗ	Аркуш
						63
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		