

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломного проекту  
освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»  
на тему:

**Оптимізація технологічних параметрів процесу приготування  
кормів на свинофермі з удосконаленням молоткового  
подрібнювача**

**Виконав:** студент 3 курсу, групи МСз-1-20  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Лукіянчук Владислав Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Івлєв Віталій Володимирович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Садченко Роман Вікторович

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Освітній ступінь: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
ІТС

(назва кафедри)

**ДОЦЕНТ**

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«08» травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Лукіяничук Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Оптимізація технологічних параметрів процесу приготування кормів на свинофермі з удосконаленням молоткового подрібнювача

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«30» травня 2023 року № 1035

2. Строк подання студентом проєкту 19.06.2023 р.

Вихідні дані до проєкту: Характеристика виробничої діяльності підприємства, перспективний план розвитку. Огляд сучасних технологій та засобів механізації процесів приготування кормів на свинофермах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика підприємства. 2. Розробка технологічного процесу приготування кормів 3. Розробка подрібнювача зерна. 4. Охорона праці. 5. Економічна ефективність розробки. Висновки та пропозиції. Список літератури.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема (A1). 2. Кормоприготувальне відділення (A1). 3. Дробарка молоткова (A1). 4. Вісь (A4). 5. Молоток (A4) 6. Кришка (A4). 7. Корзина (A3). 8. Диск (A4). 9. Вал (A3). 10. Економічні показники (A1).

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3, 5	Івлєв В.В., доцент		
4	Деркач О.Д., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 08.05.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2023 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2023 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2023 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2023 р.	
5	Економічний	до 22.05.2023 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2023 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Лукіячук В.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Івлєв В.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)



<i>Н.</i>	<i>Івлєв</i>				<i>ДДАЕУ, МСз-1-20</i>
<i>Затвер</i>	<i>Дудін</i>				

### АНОТАЦІЯ

Лукіянчук В.В. Оптимізація технологічних параметрів процесу приготування кормів на свинофермі з удосконаленням молоткового подрібнювача /Дипломний проект представлений на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023., п'ять аркушів графічної частини формату А1).

Проект містить вступ, де проведено аналіз виробничої діяльності господарства і зроблено висновки про необхідність розробки механізованої технологічної лінії для приготування кормів. Шляхом огляду зоотехнічних вимог і існуючих рішень, був зроблений розрахунок технологічної лінії. Також було розроблено подрібнювач зерна. У проекті були запропоновані заходи щодо поліпшення умов охорони праці та техніки безпеки під час роботи в кормоприготувальному відділенні. Економічне обґрунтування проекту було проведено, а також були зроблені висновки та складено список використаної літератури. Також були оформлені додатки.

Ключові слова: свині, структура стада, корми, ферма, м'ясо, механізована технологічна лінія, подрібнювач зерна

## ЗМІСТ

Вступ		8
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРЕМСТВА	10
1.1	Загальні відомості про сільськогосподарське підприємство	10
1.2	Характеристика галузі тваринництва	12
1.3	Висновки та обґрунтування теми проекту	14
2	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ	16
2.1	Обґрунтування та вибір технології підготовки кормів	16
2.2	Зоотехнічні вимоги до приготування кормів в свинарстві	18
2.3	Розробка технологічної схеми приготування кормів	20
2.4	Визначення потреби в кормах	20
2.5	Визначення кількості машин в лінії	21
2.6	Висновки	23
3	РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНА	25
3.1	Актуальність питання	25
3.2	Вимоги до процесу подрібнення	27
3.3	Огляд існуючих конструкцій молоткових подрібнювачів зерна	28
3.4	Розробка подрібнювача зерна	31
3.5	Висновки	42
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	43
4.1	Загальні правила безпеки при приготуванні кормів	43
4.2	Вимоги охорони праці при подрібненні зерна молоткови подрібнювачем	44
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях	45

	7
4.4 Висновки	47
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ	48
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	52
БІБЛІОГРАФІЯ	53
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Актуальність покращення процесу приготування комбикормів для свиней в Україні основана на кількох чинниках.

В Україні спостерігається збільшення попиту на свинину як на внутрішньому ринку, так і на експорт. Це створює потребу в ефективному виробництві свинячих продуктів, включаючи оптимальну якість комбикормів.

Подрібнення зерна є важливою операцією у виробництві комбикормів, оскільки дрібноподрібнене зерно забезпечує кращу доступність поживних речовин для травлення тварин. Це допомагає покращити приріст ваги, ефективність використання кормів і загальну продуктивність свиней.

Оптимізація процесу приготування комбикормів, зокрема операції подрібнення зерна, може призвести до зниження витрат на корма і збільшення рентабельності свинарського господарства. Подрібнення зерна дозволяє знизити втрати кормових речовин і забезпечує краще змішування і розподіл поживних компонентів у комбикормі.

Розвиток механізованих технологій та впровадження нових пристроїв для подрібнення зерна дозволяють досягти більш точного і ефективного процесу. Використання спеціалізованих подрібнювачів забезпечує швидкість, якість і контроль над розміром частинок зерна, що впливає на якість кінцевого комбикорму і забезпечує оптимальне харчування свиней.

На основі статистичних даних можна підтвердити залежність продуктивності свиней від якості годівлі. Дослідження показують, що якість годівлі має прямий вплив на приріст ваги свиней. Недостатня або несбалансована раціони можуть призвести до низького приросту ваги, що впливає на ефективність вирощування тварин і прибутковість господарства.

Конверсія корму: Конверсія корму - це співвідношення між кількістю спожитого корму і приростом ваги. Якщо якість годівлі низька, свині можуть мати високу конверсію корму, тобто більше корму потрібно для отримання



одного кілограма приросту ваги. Висока якість годівлі сприяє зниженню конверсії корму і ефективнішому використанню кормових ресурсів.

Недостатня годівля може призвести до погіршення стану здоров'я свиней і зниження їх виживаності. Гарний раціон, який забезпечує всі необхідні поживні речовини, допомагає зміцнити імунну систему тварин і підвищує їх стійкість до хвороб.

Годівля також впливає на якість м'яса свиней. Правильно сбалансований раціон з необхідною кількістю білка і поживних речовин сприяє формуванню якісного м'яса з належною консистенцією, смаком і мармурованістю.

Саме тому даному дипломі буде проведено розробку удосконалення механізації технологічного процесу приготування кормів відгодівельної свиноферми.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРЕМСТВА

### 1.1 Загальні відомості про сільськогосподарське підприємство

Селянське товариства з обмеженою відповідальністю «Колос» розташоване в селі Мопрівське, що в Солонянському районі Дніпропетровської області. Відстань до обласного центру, м. Дніпро складає 70 км, до районного смт. Солоне – 25 км.

Територія господарства має вигідне розташування, близьке до розташування автомобільних доріг обласного та державного значення, що дозволяє краще реалізовувати продукцію.

Станом на 2022 рік площа господарства склала 800 га. Розмір та структура земельних угідь наведена в табл. 1.1

Таблиця 1.1 - Розмір та структура земельних угідь

№ п/п	Показники	Роки		
		2020	2021	2022
1	Земельна площа, га	800	800	800
2	Всього с/г земель, га			
	з них рілля	780	780	780
	в т.ч. зрошуємо	60	78	84
3	Пасовища	20	20	20

Як видно з таблиці 1.1. загальна земельна площа не змінилася.

Клімат солонянського району характеризується досить жарким і засушливим літом і порівняно холодною зимою.

Характерною особливістю клімату являється засушливість, яка обумовлюється нерівномірністю розподілення опадів протягом року і особливо в період вегетації.

Засушливість клімату найбільше проявляється влітку, що погано впливає на врожай вирощуваних культур. Середня температура найбільш теплого місяця: 23...25 °С, а самого холодного – 16...18 °С. Тривалість без морозного періоду в середньому складає 175 днів.

Весна звичайно починається з третьої декади березня або першої декади квітня. Перша декада співпадає з середнім строком сівби ярових культур, початком вегетації озимих культур. Осінь, як правило, встановлюється в кінці вересня і є теплим і довгим часом року.

Зима порівняно м'яка, малосніжна, глибина промерзання землі від 0,4 до 0,8 метрів.

Кількість опадів на протязі року розподіляється досить таки нерівномірно. Статистичні дані за ті же самі 10 років наведені в табл. 1.2. Вони свідчать, що сума річних опадів складає 703 мм. Приблизно 41% з них припадає на літні місяці, а на вегетативний період, який складає 205 днів, припадає близько 63%.

Таблиця 1.2 - Розподіл середньомісячних температур, К

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Середньо місячна
Температура	261.1	263.1	269.8	279.3	286.8	291	297.4	299.2	294.1	291.6	273.3	268.8	281

Таблиця 1.3 - Середньомісячний розподіл опадів, мм

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Опади	45	39	41	48	67	88	94	84	49	54	41	53

Усього 703 мм

Опади у вигляді снігу починаються в середньому у другій половині листопада і продовжуються до березня (включно), а інколи і до середини квітня.

Аналізуючи дані табл. 1.2 і 1.3 приходимо до висновку, що природно-кліматичні умови СТОВ «Колос» можна віднести до клімату з слабо достатньою

вологістю, жарким літом і холодною зимою. Такий клімат сприяє вирощуванню більшості сільськогосподарських культур (технічних і культурних), утриманню сільськогосподарських тварин і забезпеченню їх належними кормами власного виробництва.

## **1.2 Характеристика галузі тваринництва**

Одним з напрямків діяльності на підприємстві, пов'язаному з тваринництвом, є виробництво свинини. На початок 2022 року поголів'я свиней становило 628 тварин, з яких 24 були свиноматками, 134 - підсисними поросятами, 4 - кнурами-плідниками, а решта 466 були призначені для відгодівлі. Основне стадо поділяється на чотири вікові групи, в залежності від віку і кількості корму, що видається на одну тварину.

Свинарник, де утримуються свині, обладнаний станками для їх утримання, автонапувалками та транспортерами для прибирання гною. У холодну пору року приміщення підігріваються за допомогою калориферів. Вентиляція свинарника є комбінованою, що ефективно видаляє шкідливі гази з приміщень. Система освітлення включає в себе люмінесцентні лампи та вікна, що забезпечує відповідний мікроклімат у приміщеннях, відповідно до державних норм.

Розвиток галузі тваринництва на підприємстві СТОВ "Колос" можна проаналізувати за допомогою таблиці 1.4. Відношення між технологічними групами майже не змінюється, але загальна чисельність стада має тенденцію до збільшення. Це свідчить про розширення виробництва тваринницької продукції та підвищення ефективності підприємства.

Догляд за тваринами здійснює ветеринарна служба, яка контролює їх здоров'я. Працівники ветеринарної служби регулярно перевіряють якість кормів і готових сумішей на відповідність раціону годівлі. Вони також аналізують хімічний склад, наявність шкідливих речовин, кислотно-лужний баланс та співвідношення між окремими компонентами.

Для забезпечення ефективного функціонування та збільшення виробництва свинини, на підприємстві СТОВ "Колос" приділяється велика увага технологічному обладнанню свинарника. Станки для утримання свиней, автонапувалки та транспортери для прибирання гною допомагають забезпечити зручні умови для тварин і полегшують роботу працівників.

Крім того, системи опалення, вентиляції та освітлення свинарника грають важливу роль у створенні комфортних умов для свиней. Вони дозволяють підтримувати оптимальний температурний режим, відведення шкідливих газів і забезпечують необхідне освітлення.

Зусилля ветеринарної служби забезпечують здоров'я тварин і допомагають уникнути захворювань, що можуть негативно позначитися на продуктивності стада. Регулярний контроль якості кормів та готових сумішей гарантує, що свині отримують необхідні поживні речовини для здорового зростання і розвитку.

Таким чином, на підприємстві СТОВ "Колос" зосереджено на розвитку виробництва свинини через збільшення поголів'я свиней та використання сучасного обладнання та технологій.

Основні показники по виробництві продукції свинарства у СТОВ «Колос» приведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Основні економічні показники по реалізації продукції

Роки	2020	2021	2022
Кількість реалізованих тварин, гол.	401	463	466
Кількість виробленої продукції, т.	30,08	37,04	37,28
Ціна виробленої продукції, грн./кг.	26,5	28,6	31,2
Валовий дохід, грн.	797120	1059344	1163136
Собівартість продукції, грн.	637696	847475,2	930508,8
Чистий дохід, грн.	159424	211868,8	232627,2

Згідно з таблицею 1.4, на підприємстві СТОВ "Колос" в 2022 році прибуток від виробництва продукції тваринництва зрос у 2,5 рази порівняно з 2020 роком. Це стало можливим завдяки зростанню цін на ринку тваринницької

продукції, збільшенню чисельності стада свиней і постійному вдосконаленню процесу їх вирощування. Це призвело до зменшення собівартості виробництва та зростання прибутку.

Для досягнення ефективного виробництва свинини важливо механізувати всі процеси догляду за тваринами, такі як приготування кормів, роздача їжі, напування, видалення відходів та забезпечення належної якості повітря та мікроклімату в приміщеннях. Забезпечення оптимальних умов життя для тварин є ключовим аспектом виробництва свинини, оскільки це сприяє збільшенню середньодобового приросту тварин.

Приготування кормів має велике значення, оскільки витрати на корми становлять значну частку в структурі собівартості. Важливо аналізувати витрати кормів на виробництво 1 тони тваринницької продукції, що представлено в таблиці 1.6. Такий аналіз дозволяє встановити оптимальні показники якості кормів, ступінь подрібнення, вологість та їх однорідність змішування.

Отже, на підприємстві СТОВ "Колос" спостерігається зростання прибутку від виробництва свинини завдяки підвищенню ефективності процесів вирощування та удосконаленню умов утримання тварин.

Таблиця 1.6 - Витрати кормів на виробництво однієї тони свинини

Вид продукції	Витрати кормів, т.к.о.		
	2020	2021	2022
Свинина	8,7	10,1	11,5

### 1.3 Висновки та обґрунтування теми проекту

Засновуючись на проведеному аналізі господарської діяльності СТОВ "Колос", можна зробити наступні висновки:

Поголів'я свиней на фермі поступово зростає, що свідчить про розширення виробництва свинини. Продуктивність тварин на фермі є низькою,

що вказує на потенціал для поліпшення. Рівень механізації основних технологічних процесів на свинофермі є низьким і має тенденцію до подальшого зниження.

З метою вирішення виявлених проблем, необхідно вжити наступні заходи:

Підвищити продуктивність тварин шляхом розробки і впровадження збалансованих раціонів для всіх груп тварин, а також вдосконалення якості і підготовки кормів перед годівлею.

Підвищити рівень механізації основних технологічних процесів обслуговування тварин шляхом розробки механізованих ліній і заміни пошкодженого обладнання на нове або відремонтоване. Особлива увага повинна бути приділена приготуванню, доставці та роздаванню кормів.

Оптимізувати склад основних механізованих технологічних ліній, зосереджуючись на економічних критеріях, з метою зниження витрат на виробництво тваринницької продукції.

Такі заходи допоможуть поліпшити продуктивність та ефективність виробництва свинини на підприємстві СТОВ "Колос".

Із урахуванням цих вимог можна сформулювати тему дипломного проекту: «Оптимізація технологічних параметрів процесу приготування кормів на свинофермі з удосконаленням молоткового подрібнювача».

В наступному розділі проведемо проектування удосконалення механізації процесу приготування кормів.

## **2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ**

### **2.1 Обґрунтування та вибір технології підготовки кормів**

У годівлі свиней розрізняють такі типи: 1) повнораціонний концентратний (Існує декілька типів раціонів для годівлі свиней: повнораціонний комбікорм, концентратний, концентратно-коренеплідний і концентратно-картопляний. Також може застосовуватися змішаний концентратно-картопляно-коренеплідний тип раціону.

Найпоширенішим способом годівлі свиней є використання вологих однорідних сумішок, подібних до густої каші. Концентрати та картопля краще засвоюються, якщо їх попередньо сварити. Проте варто враховувати, що при цьому потрібно витратити енергію на приготування корму. Деякі господарства також застосовують сухі сумішки з вільним доступом свиней до води.

Організм свиней найкраще засвоює екструдовані зернові корми, особливо зернобобові, такі як горох або кормові боби. Екструзія збільшує розчинність поживних речовин у концентратах, що полегшує їх перетравлюваність. Крім того, під час екструзії шкідливі речовини також знешкоджуються. Влітку свиням можуть згодовувати зелену масу молодих бобових рослин, таких як люцерна або конюшина, або суміші злаково-бобових культур, наприклад, вико-овес або ячмінь з горохом.

Таким чином, в годівлі свиней застосовуються різні типи раціонів та методи підготовки кормів з метою покращення засвоюваності поживних речовин та ефективності годівлі.

На промислових свинофермах застосовуються різні способи годівлі свиней з метою забезпечення їх потреб у харчуванні та досягнення максимальної продуктивності. Основні способи годівлі свиней на промислових фермах включають:



Годівля повнораціонним комбікормом: Цей спосіб годівлі полягає в застосуванні готових комбінованих кормів, які містять всі необхідні поживні речовини у необхідних пропорціях. Повнораціонний комбікорм забезпечує свинням балансоване харчування і дозволяє точно контролювати склад раціону.

Годівля концентратними кормами: Цей метод годівлі полягає в застосуванні високоенергетичних і білкових концентратів, таких як соя, шрот, зерно, кукурудза тощо. Концентратні корми можуть використовуватися окремо або у поєднанні з іншими типами кормів.

Годівля збалансованими раціонами на основі картоплі і коренеплодів: Цей спосіб годівлі включає використання картоплі, буряка, моркви та інших коренеплодів як основного джерела енергії та поживних речовин у раціоні свиней. Ці корми можуть бути поєднані з концентратними кормами для забезпечення повноцінного харчування.

Годівля сумішками зелених кормів: У деяких випадках свиней можуть годувати свіжою зеленою масою, такою як люцерна, конюшина, злаки, яка містить велику кількість води, вуглеводів та поживних речовин. Цей метод може бути особливо ефективним влітку, коли доступність зелених кормів інтенсивна. Годівля зеленими кормами доповнює основний раціон свиней, забезпечуючи їм додаткову свіжу рослинну масу і природні поживні речовини.

Годівля екструдованими кормами: Екструзія - це процес обробки кормових інгредієнтів під високим тиском і температурою. Екструдовані корми мають високу перетравлюваність і засвоюваність, що сприяє покращенню продуктивності свиней. Цей метод годівлі може використовуватися як самостійно, так і в поєднанні з іншими типами кормів.

Крім цих основних способів, на промислових фермах також можуть застосовуватися комбінації різних методів годівлі, щоб досягти оптимальних результатів. Вибір конкретного способу годівлі залежить від багатьох факторів,

включаючи вимоги до продуктивності свиней, наявність кормів, фінансові можливості та технологічні можливості ферми.

Важливо враховувати, що годівля свиней на промислових фермах проводиться з дотриманням наукових принципів та рекомендацій фахівців з тваринництва. Це дозволяє забезпечити ефективне харчування свиней, оптимальний приріст маси та якість м'яса, а також зберегти здоров'я та добробут тварин.

## **2.2 Зоотехнічні вимоги до приготування кормів в свинарстві**

Зоотехнічні вимоги до приготування кормів в свинарстві в Україні визначаються нормативно-правовими актами і регуляторами, які забезпечують безпеку та якість кормів, а також здоров'я та продуктивність свиней. Основні документи, що регулюють годівлю свиней, включають:

ДСТУ 27687 "Корма для свиней. Методи аналізу" - цей стандарт визначає методи аналізу кормів для свиней, включаючи вимоги до складу кормів та методи визначення їх якості.

Санітарні норми та правила (СНіПи) - ці нормативи встановлюють вимоги до санітарного стану приміщень, устаткування, зберігання та транспортування кормів. Вони також включають вимоги до гігієни праці та безпеки працівників, які займаються приготуванням та розподілом кормів.

Гігієнічні вимоги до якості кормів для тварин - ці вимоги встановлюють параметри та обмеження щодо вмісту шкідливих речовин, токсичних речовин, мікробіологічної чистоти та інших показників, що впливають на безпеку та якість кормів.

Технічні регламенти щодо кормів - ці регламенти визначають вимоги до маркування кормів, включаючи інформацію про склад, спосіб застосування, термін придатності та інші деталі.

Приготування кормів повинно проводитись з дотриманням цих нормативів та рекомендацій фахівців з тваринництва. Зокрема, забезпечення правильного зберігання кормів, використання якісних і безпечних інгредієнтів, дотримання не перевищення дози внесення поживних речовин у раціони свиней, а також регулярне перевіряння якості кормів на відповідність нормативам. Крім того, важливо дотримуватись гігієнічних вимог під час приготування кормів, забезпечувати чистоту обладнання та приміщень, що використовуються для зберігання та розподілу кормів.

Додатково, для забезпечення ефективної годівлі свиней на промислових фермах можна використовувати сучасні технології та інноваційні підходи. Наприклад, застосування автоматизованих систем дозування кормів, контролю якості та складу кормів, а також моніторингу стану свиней. Це дозволяє забезпечити точність і раціональність годівлі, підвищити продуктивність та знизити витрати на корми.

Україна також активно розвиває виробництво органічних кормів, які відповідають вимогам екологічної безпеки та забезпечують якісне харчування свиней. Використання органічних кормів може бути важливим фактором для отримання високоякісної свинини та задоволення попиту на екологічно чисті продукти.

Загалом, забезпечення належної якості та ефективності годівлі свиней на промислових фермах вимагає дотримання нормативів та використання сучасних технологій. Регулярне оновлення знань та впровадження інноваційних рішень можуть допомогти підвищити продуктивність та прибутковість свинарського виробництва.

### **2.3 Розробка технологічної схеми приготування кормів**

Зважаючи на переваги, які були зазначені раніше, а також на те, що якість отриманої свинини впливає на її вартість під час продажу, на свинофермі СТОВ "Колос" було обрано концентратно-коренеплідний тип годівлі з використанням власних виробничих відходів, таких як олійна макуха.

У проекті передбачено розміщення необхідного обладнання і машин у будівлі розміром 6 на 6 метрів та під навісом.

Для приготування кормових сумішей заплановано використовувати таку технологічну схему: спочатку зерно буде подрібнюватись, потім буде додана макуха та комбісилос. Після цього будуть проводитись мийка та подрібнення коренеплодів, а компоненти будуть подаватись у запарник-змішувач. Кормова суміш буде запарюватись, а потім готовий продукт буде вивантажуватись.

Таким чином, на свинофермі "Колос" використовуватиметься концентратно-коренеплідний тип годівлі, з метою використання власних виробничих відходів, зокрема олійної макухи. Приготування кормових сумішей буде здійснюватись за певною технологічною схемою, що включає різні етапи обробки і змішування компонентів.

### **2.4 Визначення потреби в кормах**

У вихідних даних для розрахунку маємо 40 свиноматок і 771 голову відгодівельного молодняка. Для годівлі свиней використовується концентратно-коренеплідний тип годівлі з використанням соняшnikової макухи (див. додаток А1). Для годівлі свиноматок використовуються кормові суміші, склад яких наведений у додатку А2. Відгодівля свиней проводиться у дві фази, а вагою 20 кг відгодовують поросят протягом однієї фази.

Для зимового періоду на свинофермі планується проводити годівлю тварин тричі на день з рівномірним розподілом добового раціону подачі корму, при чому кожна годівля складає 33,3% від загальної кількості корму.

Щоб визначити загальну кількість корму, яка підлягає обробці в кормоприготувальному відділенні, ми можемо скористатися формулою:

$$P_{к.о} = P_c - P_n, \quad (2.1)$$

де  $P_c$  - добова витрата кормів, кг;

$P_n$  - добова витрата кормів у натуральному вигляді, кг.

$$P_{к.о} = (3,36 \cdot 771 + 6,45 \cdot 40) - (1,06 \cdot 771 + 4,40) = 1891,3 \text{ кг}$$

## 2.5 Визначення кількості машин в лінії

Продуктивність лінії для обробки коренеплодів визначаємо по формулі:

$$W_{злкп} = \frac{P_{скп}}{(1,5 - 2,0)n}, \quad (2.2)$$

де  $n$  - число видач коренеплодів за добу,  $n = 3$ .

$$W_{т.л.кп} = \frac{2,1 \cdot 771 + 4 \cdot 40}{(1,5 - 2,0) \cdot 3} = 395,4 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

$$W_{т.л.конц} = \frac{P_{с\text{ конц}}}{n \cdot t_{л}}, \quad (2.3)$$

де  $t_n$  - час, відведений для підготовки однієї порції з максимальною кількістю даного виду корму,  $t_n = 2$  години.

$$W_{m.l.конт} = \frac{1,365 \cdot 771 + 1,6 \cdot 40}{3 \cdot 2} = 186,1 \frac{кг}{год}$$

Оскільки в кормоприготувальному відділенні готується складна суміш кормів з декількох компонентів, ми будемо оцінювати ефективність технологічної лінії змішування кормів.

$$W_{m.l.конт} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{t_{cy} \cdot z}, \quad (2.4)$$

Ми підбираємо машини та устаткування для кожної операції залежно від схеми технологічного процесу (див. рис. 2.1 та аркуш 1 графічних матеріалів). Кількість машин обраної марки визначається таким чином:

$$n = \frac{W_l}{W_m}, \quad (2.5)$$

де  $W_l$  - продуктивність технологічної лінії, кг/год;

$W_m$  - продуктивність машини обраної марки, кг/год.

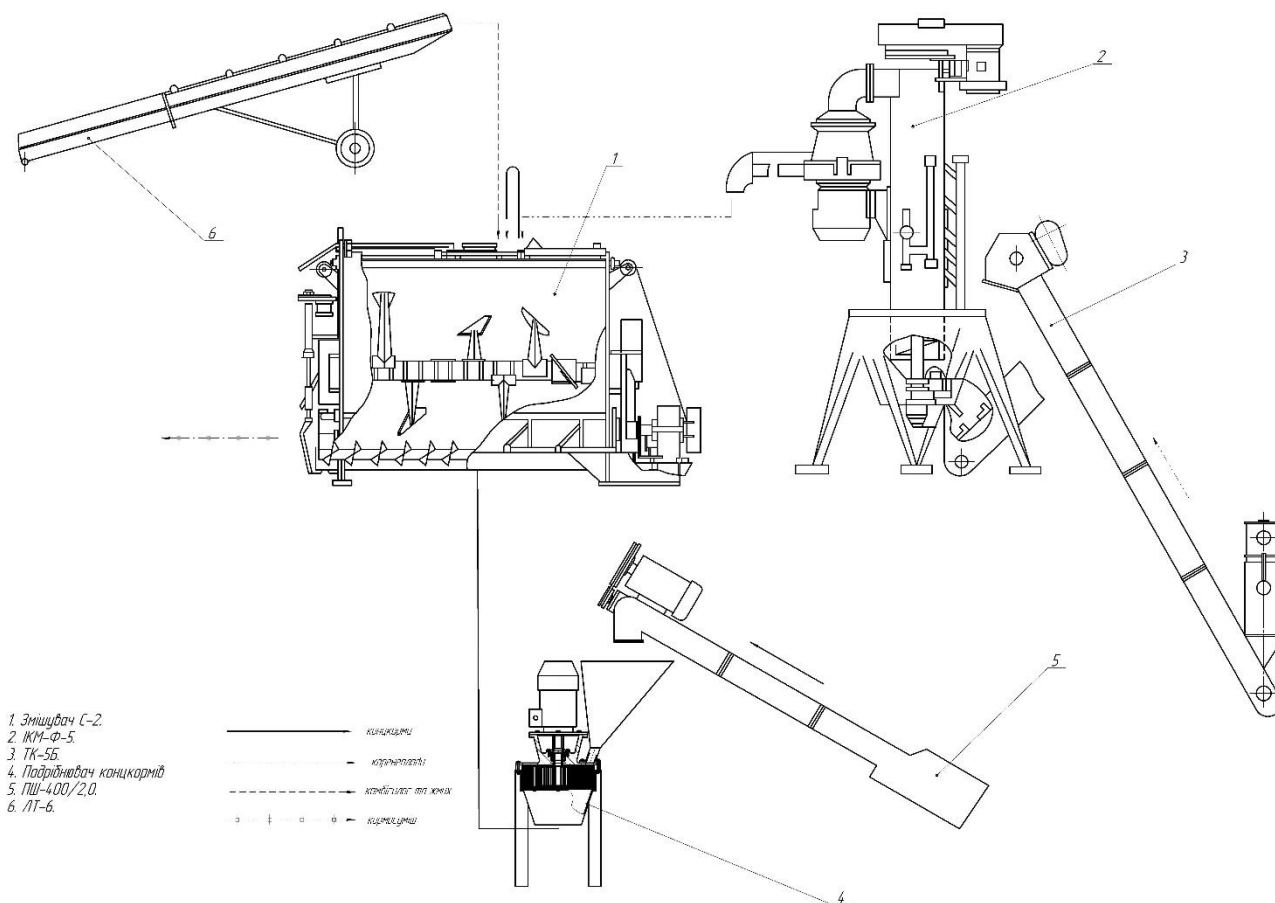


Рисунок 2.1 – Технологічна схема процесу приготування кормів

Для очищення поверхні коренеплодів та їх подрібнення приймаємо подрібнювач-каменевловлювачмарки ІКМ-Ф-5 (у випадку забруднення) або проєктований подрібнювач зерна та коренеплодів.

## 2.6 Висновки

Виходячи з попередніх розрахунків та вихідних даних в даному розділі виконано:

1. Підібрана технологія виробництва кормосумішей на фермі та складена структурно-технологічна схема кормоцеху, який складається з 4 ліній.

2. Розраховані необхідні продуктивності кожної технологічної лінії та загальний добовий об'єм роботи кормоцеху.

3. Підібраний комплект обладнання та розрахована необхідна кількість машин, що входить в кожну технологічну лінію.

Технологічний та технічний аналіз роботи деяких машин лінії показав, що вони мають ряд недоліків, тому потребують детального розрахунку, що ми і виконаємо у наступному розділі.



## **3 РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНА**

### **3.1 Актуальність питання**

Існує декілька способів подрібнення зерна, кожен з яких має свої переваги і недоліки з точки зору якості та енергоємності. Давайте розглянемо декілька поширених способів подрібнення зерна і порівняємо їх.

**Молотковий подрібнювач:** Цей спосіб подрібнення використовує молотковий механізм для розмелювання зерна. Він широко застосовується в промисловому виробництві кормів. Молотковий подрібнювач забезпечує високу швидкість обробки і ефективність подрібнення зерна, але він може призводити до певного рівня теплового нагрівання зерна, що може впливати на його якість.

**Валковий подрібнювач:** Цей спосіб подрібнення використовує два валки з різними рельєфами, які стискають і розмелюють зерно. Валковий подрібнювач забезпечує більш однорідне подрібнення зерна і дозволяє контролювати розмір подрібнених часток. Він також має менше теплового нагрівання зерна, що допомагає зберегти більшу кількість поживних речовин. Однак валковий подрібнювач має нижчу продуктивність порівняно з молотковим.

**Дисковий подрібнювач:** Цей спосіб подрібнення використовує ротуючі диски з гострими краями, які розмелюють зерно. Дисковий подрібнювач швидкий і ефективний, але його використання може призводити до більшої генерації пилу та відходів, які потребують подальшої обробки.

При порівнянні цих способів з точки зору якості та енергоємності, можна зробити наступні спостереження:

**Якість подрібненого зерна:**

**Молотковий подрібнювач:** Швидкість обробки та інтенсивність подрібнення дозволяють досягти високої якості подрібненого зерна. Проте, можливе нагрівання зерна може вплинути на його якість.

Валковий подрібнювач: Завдяки контрольованому стисненню та подрібненню, валковий подрібнювач забезпечує більш однорідний розмір часток зерна, що сприяє кращій якості подрібненого матеріалу. Також валковий подрібнювач знижує ризик теплового нагрівання зерна.

Дисковий подрібнювач: Дисковий подрібнювач може забезпечити ефективно подрібнення зерна, але при цьому може виникати більше ступеневого подрібнення та втрати поживних речовин, особливо у випадку з дрібним зерном.

Енергоємність:

Молотковий подрібнювач: Цей спосіб може вимагати більше енергії через високу швидкість обробки та силове навантаження на молотки.

Валковий подрібнювач: Завдяки більш контрольованому процесу стиснення, валковий подрібнювач може бути менш енергоємним у порівнянні з молотковим.

Дисковий подрібнювач: Енергоємність дискового подрібнювача може бути схожою з енергоємністю молоткового подрібнювача, але це може залежати від конкретної конструкції та умов експлуатації.

У кожного способу є свої переваги та недоліки з точки зору якості та енергоємності. В залежності від конкретних умов і вимог свиноферми, може бути вибрано оптимальний спосіб подрібнення зерна. Наприклад, якщо важливо забезпечити однорідність розмелу зерна і мінімізувати втрати поживних речовин, то валковий подрібнювач може бути кращим варіантом. У той же час, якщо швидкість обробки і продуктивність є пріоритетом, молотковий подрібнювач може бути вигідним вибором.

Крім того, важливо враховувати інші фактори, такі як доступність технологічного обладнання, вартість устаткування, обслуговування та експлуатації, а також можливість регулювання розміру подрібнення зерна відповідно до потреб та вимог.

Вибір оптимального способу подрібнення зерна повинен бути зроблений на основі ретельного аналізу і порівняння різних параметрів, включаючи якість подрібненого зерна, енергоємність, продуктивність, вартість та інші фактори, які можуть вплинути на ефективність та економічність свиноферми.

### **3.2 Вимоги до процесу подрібнення**

Вимоги до процесу подрібнення зерна для свиней включають наступні аспекти:

Подрібнене зерно повинно мати оптимальний розмір часток, що сприяє кращій перетравлюваності та засвоєнню поживних речовин. Зазвичай рекомендується отримувати зернові частки розміром близько 0,5-1,5 мм, що дозволяє забезпечити максимальну доступність поживних речовин для свиней.

Подрібнення зерна може впливати на енергоємність кормової суміші. Дрібно подрібнене зерно має більшу поверхню, що допомагає підвищити доступність поживних речовин та поліпшити перетравлюваність, що в свою чергу забезпечує більшу енергетичну цінність корму.

Важливим аспектом є продуктивність технологічного обладнання. При великому обсязі годівлі швидкість подрібнення зерна може мати значний вплив на продуктивність ферми. Тому вибір подрібнювача повинен забезпечувати оптимальну швидкість обробки для задоволення потреб в годівлі свиней.

Важливо забезпечити однорідне подрібнення зерна з мінімальними втратами поживних речовин. Якість подрібнення може впливати на перетравлюваність, засвоєння поживних речовин та загальну продуктивність свиней.

Технологічне обладнання для подрібнення зерна повинно бути довговічним, зносостійким та легким у обслуговуванні. Регулярна технічна

перевірка та планове обслуговування сприяють підтримці якості роботи та продуктивності обладнання.

Крім того, для забезпечення високої якості подрібнення зерна для свиней, рекомендується дотримуватись таких вимог:

Використовувати якісне технологічне обладнання, яке забезпечує потрібну якість подрібнення зерна та мінімальні втрати поживних речовин.

Регулярно очищати та налаштовувати обладнання для підтримки оптимального рівня подрібнення.

Контролювати розмір часток під час процесу подрібнення для забезпечення однорідного розміру часток.

Враховувати особливості конкретного виду зерна, такі як його жорсткість та вологість, при налаштуванні обладнання.

Забезпечувати безперебійну роботу обладнання та вчасну заміну деталей, якщо необхідно.

При виборі методу подрібнення зерна для свиней слід враховувати вимоги до розміру часток, енергоємності та якості подрібнення. Важливо збалансувати ці фактори з ефективністю, продуктивністю та вартістю обладнання. Порівнюючи різні методи, слід враховувати їх переваги та обмеження, а також конкретні потреби та умови годівлі свиней на своїй фермі.

### **3.3 Огляд існуючих конструкцій молоткових подрібнювачів зерна**

Молоткові дробарки, в залежності від призначення, можуть бути поділені на три групи. Перша група - спеціальні дробарки, які призначені для переробки конкретних видів кормової сировини, що мають схожі фізико-механічні параметри, умови завантаження та вимоги до якості готового продукту. Друга група - універсальні дробарки, які можуть обробляти різноманітні матеріали з різними властивостями, такі як сипкість, стебловість, сухість або вологість, і

створювати різні типи подрібнених продуктів, наприклад, борошно або січку. Третя група - комбіновані дробарки, які поєднують в собі процес подрібнення з іншими технологічними процесами, наприклад, змішуванням.

Наукові дослідження підтверджують, що молоткові дробарки найбільш ефективно використовувати для переробки сухих кормів, таких як фуражне зерно. Це пояснюється тим, що молоткові дробарки працюють на основі розбивання з подальшим розмелюванням та подрібненням. Порівняно з іншими типами подрібнювачів, такими як вальцеві млини або плющилки, молоткові дробарки мають переваги, такі як простота конструкції та обслуговування, широка універсальність, надійність в експлуатації та низька потреба в металевих деталях.

Таким чином, молоткові дробарки є популярним вибором для свиней, оскільки вони задовольняють вимоги до розміру часток, енергоємності та якості подрібнення, а також мають переваги в термінах конструкції, обслуговування та вартості. Їх простота і надійність роблять їх зручними для використання на свинарських фермах.

Молоткові дробарки відзначаються також широкою універсальністю, оскільки вони можуть обробляти різні типи кормових сировин, що дозволяє фермерам працювати з різноманітними складовими раціонів для свиней. Вони можуть легко подрібнювати сипкі і стеблові матеріали, а також вологі або сухі компоненти. Це дає можливість отримувати різні типи кормових продуктів, такі як борошно або січка, що відповідають вимогам раціону тварин.

Окрім того, молоткові дробарки мають низьку металоємність, що означає, що вони не вимагають значних витрат на заміну та обслуговування деталей. Це сприяє зниженню загальних витрат на обладнання і збільшує економічну вигідність їх використання.

Отже, молоткові дробарки є ефективними і популярними інструментами для подрібнення зерна для свиней. Вони відповідають вимогам до розміру

часток, енергоємності та якості подрібнення, і мають переваги у простоті конструкції, універсальності, надійності та економічності.

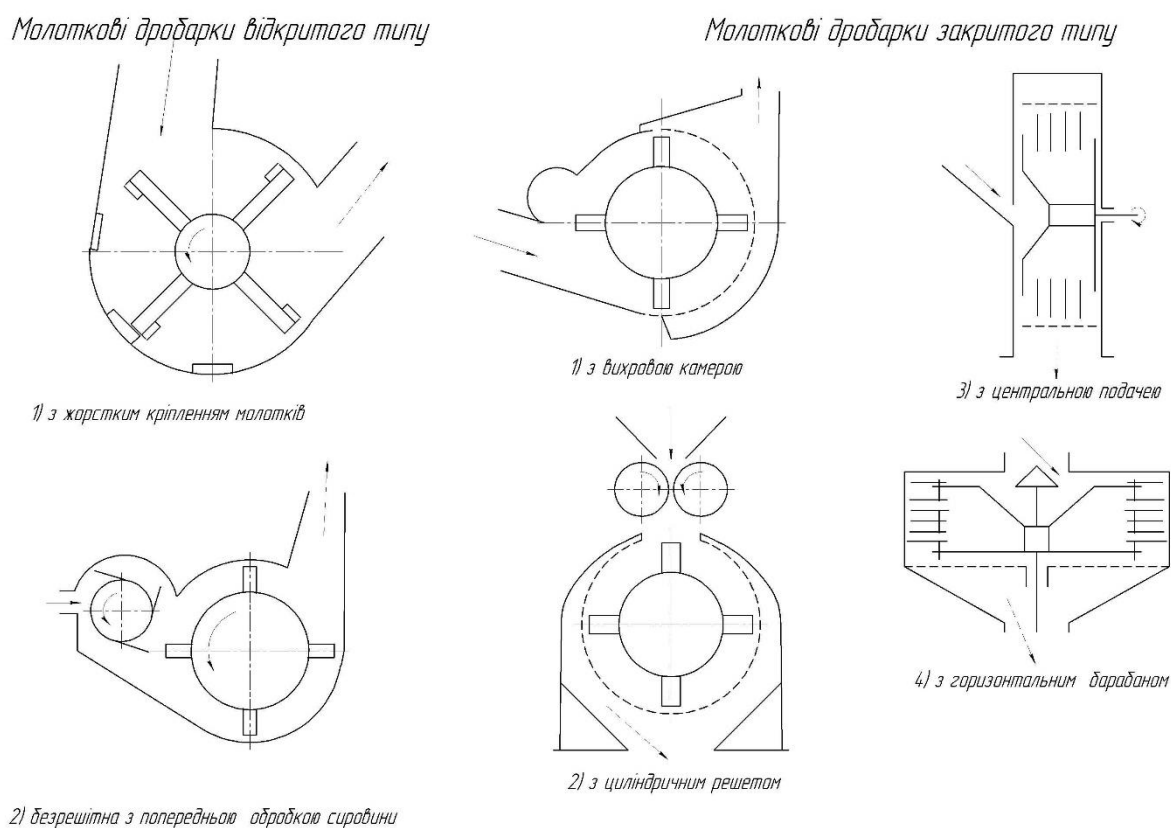


Рисунок 3.1 - Конструктивні схеми молоткових дробарок

Молоткові дробарки відрізняються за конструкцією, яка може бути відкритого або закритого типу. Вони можуть мати периферійну або центральну осьову подачу сировини в робочу камеру, а також різні пристосування для попередньої деформації або дроблення сировини. Крім того, молоткові дробарки можуть мати горизонтальне або вертикальне розташування барабана, робочі органи, що підвішуються на барабані шарнірно або мають жорстке кріплення, а також різні типи решеток (циліндричні, бічні) або можуть бути безрешітними, з вихровою камерою або без неї.

Порівнюючи головні конструктивні відмінності молоткових дробарок, можна сказати, що відкритий варіант використання має більшу продуктивність і

меншу енергоємність та металоємність процесу, але поступається закритому варіанту у якості подрібнення. При використанні відкритого варіанту подрібнення, корм може мати меншу рівномірність фракційного складу, що може вплинути на якість продукту. Крім того, відкритий варіант не підходить для переробки грубих кормів.

Порівнюючи способи подачі сировини в робочу камеру, центральна подача більш сприятлива для затягування сировини в камеру і дозволяє збільшити площу сепараторної поверхні за рахунок охоплення камери кутом до 360 градусів.

Периферійна подача сировини відрізняється тим, що навантаження рівномірно розподіляється по ширині дробильної камери. Вона забезпечує високу ефективність первинних ударів молотків, рівномірний гранулометричний склад продукту і високий ступінь подрібнення матеріалу. При периферійній подачі також краще організований і рівномірний повітряний режим в робочій камері, менше енергії витрачається на вентиляцію молоткового барабана, а також є можливість переробки стеблових і кускових матеріалів без попереднього різання.

Шарнірна підвіска молотків покращує їх надійність і тривалість служби, а також уникнення їх заклинювання. При периферійній подачі сировини в дробильній камері реалізується оптимальний повітряний режим, що полегшує навантаження сировини в робочу камеру, підвищує ефективність ударного впливу і сприяє проходженню продукту через поверхню решета.

### **3.4 Розробка подрібнювача зерна**

Якість і ефективність подрібнення в молоткових дробарках значно залежать від різних факторів, таких як конструктивні параметри ротора, фізико-механічні властивості матеріалу, який подрібнюється, ступінь подрібнення,

кінематичні і динамічні режими роботи, а також швидкість молотків. Розробка машин для подрібнення зерна передбачає проведення технологічних, конструктивних, силових і енергетичних розрахунків, щоб забезпечити оптимальну якість та ефективність процесу подрібнення.

### 3.4.1 Вихідні дані

Виходячи з отриманих в розділі 2 даних, необхідні продуктивність дробарки повинна складати 186 кг/год. (0,052 кг/с) при подрібненні зернових компонентів. Зернові, які будуть подрібнюватись: пшениця та ячмінь.

Таблиця 3.1 - Фізико-механічні властивості подрібнюваного зерна

Показник	Пшениця	Ячмінь
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	700	650
Напруга руйнування, МПа	8,0	7,6
Вологість, %	14	14
Ступінь подрібнення	2,5	3,5
$C_v$ , кДж/кг	4,6	8,5
$C_s$ , кДж/кг	8,15	7,5

### 3.4.2 Вибір конструктивної схеми

Розглянувши схеми молоткових дробарок, проаналізувавши їх переваги та недоліки, нами для проектування обраний наступний тип молоткової дробарки. Проектована дробарка має камеру *закритого типу з осьовою подачею матеріалу та вертикальним розташуванням барабану*.



### 3.4.3 Конструктивний розрахунок подрібнювача

Діаметр барабану визначають за формулою

$$D = \sqrt{\frac{KQ}{g'}}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де  $K=D/L$  – коефіцієнт пропорційності ротора (тут  $D$  і  $L$  – відповідно діаметр і довжина ротора). Для дробарок з периферійною подачею сировини рекомендується приймати  $K = 1...2$ , а з осьовою (наш випадок) –  $K = 4...7$ ; Приймаємо  $K=7$ .

$Q$  – продуктивність дробарки, кг/с;

$g'$  – питома навантаження дробарки. Це навантаження залежить від швидкості обертання ротора і: при подрібненні зерна –  $V_m = 60...80$  м/с,  $g' = 3...6$  кг/с. Приймаємо  $g' = 5$ .

$$D = \sqrt{\frac{7 \cdot 0,052}{5}} = 0,288 \text{ м, приймаємо } 0,29 \text{ м.}$$

Довжина барабану:

$$L = \frac{D}{K} = \frac{0,29}{7} = 0,044 \text{ м.} \quad (3.2)$$

Молотки, «зрівноважені на удар», задовольняють умову:

$$\rho^2 = cl, \text{ м} \quad (3.3)$$

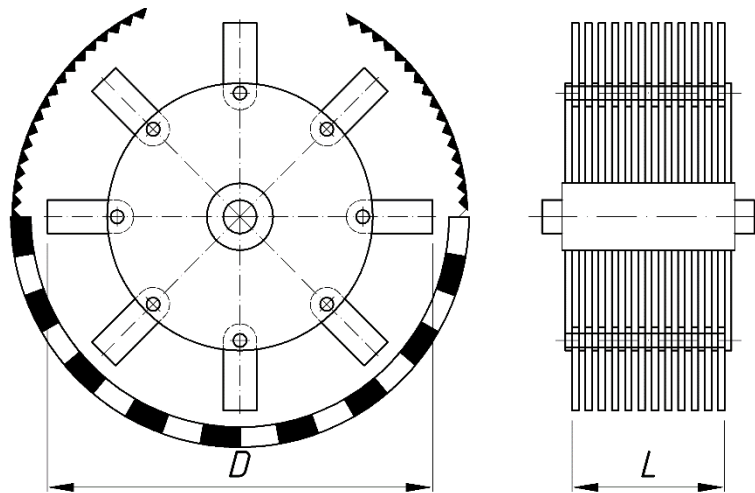


Рисунок 3.2 - Схема молоткового барабану

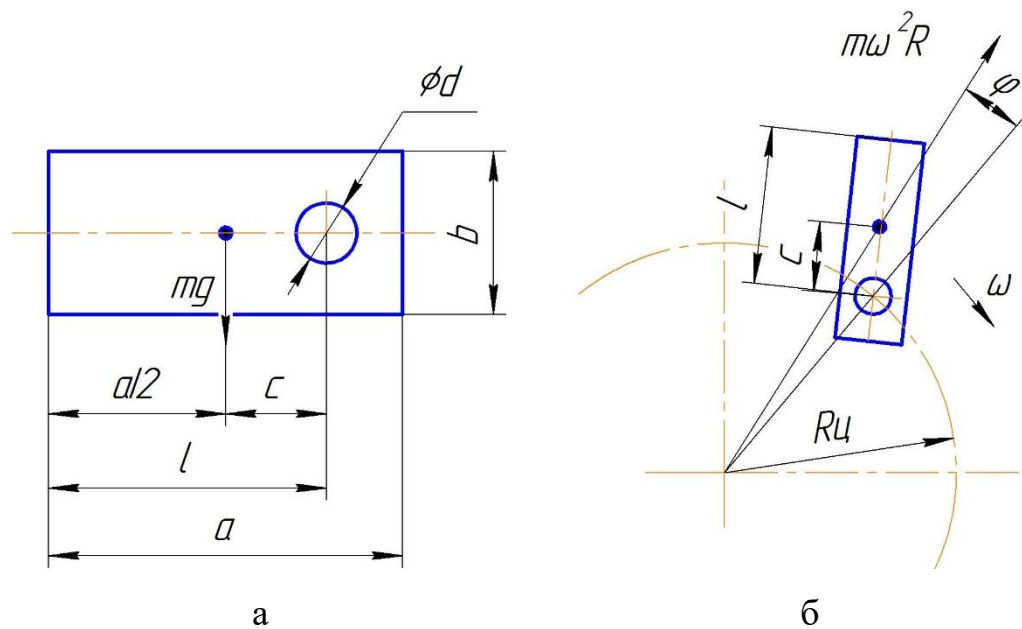


Рисунок 3.3 - Сили, що діють на молоток (а), схема молотка, як фізичного маятника з тертям в шарнірах (б)

Користуючись рекомендаціями, приймаємо:  
радіус підвісу молотка

$$R_{\Pi} = 0,346 \cdot D = 0,346 \cdot 0,29 = 0,1 \text{ м}; \quad (3.4)$$

відстань від точки осі підвісу молотка до кінця молотка

$$l = 0,15 \cdot D = 0,15 \cdot 0,29 = 0,04 \text{ м}; \quad (3.5)$$

довжина

$$a = 1,5 \cdot l = 1,5 \cdot 0,025 = 0,072 \text{ м}; \quad (3.6)$$

ширина

$$b = 0,1 \cdot D = 0,1 \cdot 0,28 = 0,03 \text{ м}. \quad (3.7)$$

Далі ми визначаємо кількість молотків на барабані і їхнє розташування з урахуванням наступних вимог:

1. Молоткове поле повинно повністю покривати ширину дробильної камери.
2. Розташування молотків не повинно порушувати статичну і динамічну рівновагу барабана.

З урахуванням цих умов, кількість молотків  $Z$  буде визначатися таким чином:

$$Z = \frac{(L - \Delta L)k_Z}{\delta + S}, \quad (3.8)$$

де  $L$  - довжина барабана, мм;

$\Delta L$  - сумарна товщина дисків, м, приймаємо  $\Delta L = 8$  мм (2 диски по 4 мм);

$k_Z$  - число молотків, які йдуть по одному сліду;  $k_Z = 2$ ;

$\delta$  - товщина молотка,  $\delta = 4$  мм;

$S$  - відстань між молотками (рівна товщині молотка), м.

Підставивши значення у формулу, одержимо:

$$Z = \frac{(100 - 8) \cdot 2}{5 + 5} = 18,4, \text{ приймаємо } 20.$$

### 3.4.4 Кінематичний розрахунок подрібнювача

Руйнівну швидкість молотків барабану визначають за виразом

$$V_p = \sqrt{\frac{k_d \cdot \sigma_p \cdot (0,81 + 2,3 \lg \lambda)}{\rho}}, \text{ м/с}, \quad (3.8)$$

де  $k_d$  – коефіцієнт динамічності, який зв'язує швидкість руху молотків з міцністю матеріалу, який подрібнюють. Для ячменю  $k_d = 1,6-2,0$ .

$\rho$  - щільність подрібнюваного матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\lambda$  – ступінь подрібнення зерна;

$\sigma_p$  - напруга руйнування,  $\text{кг/м}^2$ .

для пшениці:

$$V_p = \sqrt{\frac{2 \cdot 80000 \cdot (0,81 + 2,3 \lg 2,5)}{700}} = 20,89 \text{ м/с};$$

для ячменю:

$$V_p = \sqrt{\frac{2 \cdot 76000 \cdot (0,81 + 2,3 \lg 5,5)}{650}} = 23,26 \text{ м/с}.$$

Приймаємо  $V_p = 24 \text{ м/с}$ .

Частота обертання барабану дорівнює

$$n = \frac{60 \cdot v_m}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (3.9)$$

де  $v_m$  – лінійна швидкість переміщення молотків, м/с. Для гарантованого

подрібнення матеріалу приймають  $v_m = \frac{V_p}{1 - \beta_{ш}}$

$\beta_{ш}$  – коефіцієнт швидкості шару продукту,  $\beta_{ш} = 0,4 \dots 0,5$ .

$$n = \frac{60 \cdot \frac{24}{1 - 0,5}}{3,14 \cdot 0,29} = 2880 \text{ хв}^{-1}$$

Існує модельний ряд двигунів з частотою обертання 3000  $\text{хв}^{-1}$ , який ми виберемо за результатами силового розрахунку.

### 3.4.5 Силовий розрахунок подрібнювача

Потрібну потужність двигуна можна розрахувати за виразом

$$N = N_{п} + N_{в} + N_{х.х} = (1,15 - 1,2)N_{п}, \text{ кВт} \quad (3.10)$$

де  $N_{п}$  – потужність, яка витрачається на подрібнення продукту. Залежить від питомої роботи на подрібнення ( $A_{п}$ ) та секундної продуктивності  $q$ . У свою чергу  $A_{п}$  залежить від ступеню подрібнення  $\lambda$ .

$$N_{п} = q \cdot A_{п} = q \cdot C_{пр} [C_v \cdot \lg \lambda^3 + C_s (\lambda - 1)], \text{ кВт}, \quad (3.11)$$

де  $C_{пр}$  – коефіцієнт пропорційності,  $C_{пр} = 1,17 - 1,23$ ;

$C_v, C_s$  – дослідні коефіцієнти пропорційності, кДж/кг.

$N_B$  – потужність, яка йде на створення циркуляції матеріалу в камері, кВт;

$N_{xx}$  – потужність, яка витрачається на роботу холостого ходу дробарки, кВт.

За дослідними даними  $N_B + N_{xx} = (0,15 \dots 0,2)N_n$ .

для пшениці:

$$N_n = 0,052 \cdot 1,2[4,6 \cdot \lg 2,5^3 + 8,15(2,5 - 1)] = 0,95 \text{ кВт};$$

для ячменю:

$$N_n = 0,052 \cdot 1,2[8,5 \cdot \lg 3,5^3 + 7,5(3,5 - 1)] = 1,01 \text{ кВт}.$$

Приймаємо  $N_n = 1,0$  кВт, тоді:

$$N = 1,1N_n = 1,1 \cdot 1,0 = 1,1 \text{ кВт}.$$

Приймаємо електродвигун RAM100L2, асинхронний трифазний, потужністю 1,1 кВт, з частотою обертання ротора  $3000 \text{ хв}^{-1}$ .

### 3.4.6 Розрахунок елементів на міцність

*Найбільш навантаженою деталлю дробарки буде вал, тому визначимо його діаметр в спряженні з двигуном.*

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{kp}}{0,2[\tau]}}, \quad (3.12)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент на цапфі мішалки, Н·мм;

$[\tau]$  – допустиме напруження на скручування, МПа. Для сталі 45  $[\tau]=342$  МПа.

Крутний момент на валу дробарки визначається по формулі:

$$M_{кр} = \frac{N_{ЕД}}{\omega}, \quad (3.13)$$

де  $N$  – потужність привода дробарки, Вт;

$\omega$  – кутова швидкість валу,  $c^{-1}$ ;

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ c}^{-1}. \quad (3.14)$$

Тоді

$$M_{кр} = \frac{1100}{314} = 3,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3,5}{0,2 \cdot 342}} = 28,5 \text{ мм.}$$

ля забезпечення запасу міцності враховуючи діаметр валу, спряженого з електродвигуном, приймаємо його рівним 30 мм.

Основний робочий орган - молоток, розраховується з міркувань міцності на розтягання, зсув та стиску під впливом відцентрової сили, що діє на нього у небезпечних перерізах. Для виготовлення молотка ми приймаємо вуглецеву

конструкційну сталь 30ХГС з величиною пружності 610 Н/мм<sup>2</sup> та межею текучості 360 Н/мм<sup>2</sup>.

$$C_o = \frac{v_M}{R_B} = \frac{48}{0,145} = 333 \text{ рад/с}; \quad (3.15)$$

$C_B$  - маса молотка;

$$C_B = \frac{V_M}{S_{CT}} = \frac{16,0 \cdot 4 \cdot 0,4}{7,8} = 199,68 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}. \quad (3.16)$$

Визначимо напруження, що виникають у молотку при роботі дробарки.

Відцентрова сила, що діє на молоток дорівнює:

$$F_B = C_B C_o^2 R_n = 0,2 \cdot 333^2 \cdot 0,1 = 2217 \text{ Н}. \quad (3.17)$$

де  $R_n$  – радіус підвісу молотка, м.

Розглянемо і визначимо напруження, що виникають у молотку від відцентрової сили  $F_B$ .

Визначимо напруження при одноосьовому розтяганні в перерізі А-А (рис 3.4):

$$\sigma_{A-A} = \frac{F_B}{(b-d)\delta}, \text{ Па}, \quad (3.18)$$

Підставивши значення в (3.18) одержимо:

$$\sigma_{A-A} = \frac{2217 \cdot 10^4}{(3-1,2)0,4} = 1979 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$



Допустиме напруження при цьому буде:

$$[\sigma] = \frac{\sigma}{n}; \text{ Па.} \quad (3.19)$$

де  $n$  - запас міцності прийнятий для молотка, рівним 5.

$$[\sigma] = \frac{3600 \cdot 10^4}{5} = 7200 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

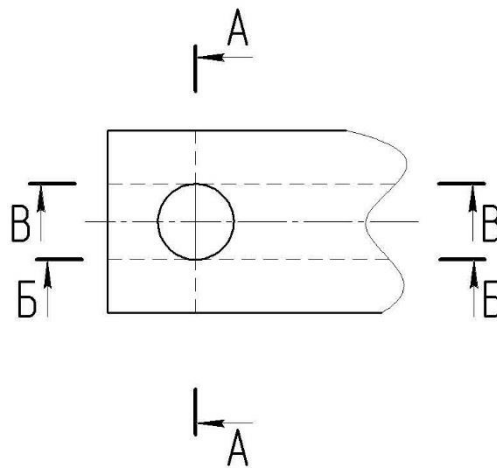


Рисунок 3.4 - Небезпечні перерізи в молотку

Напруження зсуву в перетинах Б-Б та В-В складе:

$$\tau = \frac{F_B}{S} = \frac{F_B}{2\delta \frac{l-c-d}{2}}; \text{ Па.} \quad (3.20)$$

де  $l$  - довжина молотка,  $l = 7,2$  см.

$c$  - відстань від точки підвісу до центра ваги молотка,  $c = 3$  см.

Підставивши значення у формулу (3.20), одержимо:

$$\tau = \frac{2217 \cdot 10^4}{2 \cdot 0,4 \frac{7,2 - 3 - 1,2}{2}} = 815 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

Допустиме напруження на зсув складе:

$$[\tau] = 0,5[\sigma] = 0,5 \cdot 7200 \cdot 10^4 = 3600 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

Крім визначення напруження розтягання і зсуву, молоток необхідно перевірити по напруженнях стиску:

$$\sigma_{CM} = \frac{F}{\delta d}. \quad (3.21)$$

Підставивши значення у формулу (3.21), одержимо:

$$\sigma_c = \frac{2217 \cdot 10^4}{0,4 \cdot 1,2} = 4618 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

Допустиме напруження стиску для сталі 30ХГС  $[\sigma_c] = 5000 \cdot 10^4$  Па. Отже, напруження на стиск молотка, задовольняє умові міцності.

### 3.5 Висновки

У даному розділі було проведено аналіз конструкцій молоткових дробарок та запропоновано варіант розробки. Для нових технічних рішень проведено розрахунки, які підтверджують працездатність конструкції. При цьому продуктивність розробленої машини 160 кг/год. при потужності на привід 1,1 кВт. В наступному розділі проведемо аналіз стану питання з охорони праці та запропонуємо заходи до її покращення.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Загальні правила безпеки при приготуванні кормів**

При приготуванні комбикормів в Україні діють певні вимоги охорони праці, які регулюються законодавством. Основними документами, що регулюють умови охорони праці, є:

Закон України "Про охорону праці" (від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ): Цей закон встановлює загальні принципи і вимоги щодо охорони праці в усіх сферах діяльності, включаючи приготування комбикормів. Він передбачає необхідність забезпечення безпеки та здоров'я працівників шляхом застосування профілактичних заходів, надання необхідних інструкцій та підготовки працівників до безпечного виконання роботи.

Наказ Міністерства соціальної політики України "Про затвердження Правил охорони праці під час виробництва кормів і комбикормів" (від 23 грудня 2005 року № 769): Ці правила містять конкретні вимоги щодо організації робочих місць, застосування захисних засобів, безпечного використання обладнання та машин, управління ризиками, а також вимоги до навчання та підготовки працівників.

Нормативні документи з пожежної безпеки: Приготування комбикормів вимагає додержання пожежної безпеки. Зокрема, це стосується застосування протипожежного обладнання, дотримання правил зберігання та використання запальних матеріалів, а також планування евакуації та надання першої медичної допомоги.

Санітарні норми: Приготування комбикормів повинно відповідати санітарним нормам і правилам, що стосуються якості кормових і добавочних матеріалів, зберігання сировини та готового продукту, а також умови праці працівників.

Ергономіка робочих місць: Важливо забезпечити комфортні робочі умови для працівників, зокрема встановити належне обладнання та інструменти, організувати раціональну організацію робочого місця та руху матеріалів.

Навчання та підготовка працівників: Робітникам, що займаються приготуванням комбікормів, повинні надаватися інструктажі та навчання з охорони праці, правил безпеки, використання обладнання та захисних засобів. Це допоможе знизити ризик нещасних випадків і забезпечити правильні дії в екстрених ситуаціях.

Медичний контроль: Регулярний медичний контроль працівників, які займаються приготуванням комбікормів, важливий для виявлення можливих професійних захворювань та запобігання їх поширенню.

Враховуючи всі ці вимоги та норми охорони праці, можна створити безпечні умови праці для працівників, що займаються приготуванням комбікормів, та забезпечити якість та безпеку продукції. Дотримання цих вимог є важливим елементом в ефективному функціонуванні підприємства.

## **4.2 Вимоги охорони праці при подрібненні зерна молотковим подрібнювачем**

Під час подрібнення зерна молотковим подрібнювачем необхідно дотримуватися певних вимог охорони праці, щоб запобігти травмам та нещасним випадкам. Ось деякі загальні вимоги безпеки, які можуть бути застосовані:

Захист від травматичних ушкоджень: Робіть все можливе, щоб запобігти контакту працівників з рухомими частинами молоткового подрібнювача. Встановіть належні захисні огороження та бар'єри, щоб уникнути доступу до небезпечних зон. Дотримуйтесь інструкцій виробника щодо встановлення та використання захисних пристроїв.

Особистий захист: Забезпечте працівників необхідними засобами індивідуального захисту (ІЗЗ), такими як захисні окуляри, шоломи, наколінники,

рукавиці і навушники. Належне використання ІЗЗ може допомогти запобігти травмам та зменшити ризик ушкоджень.

Навчання та інструктаж: Забезпечте належне навчання та інструктаж працівників з правил безпеки, пов'язаних з використанням молоткового подрібнювача. Працівники повинні бути обізнані з правильною процедурою роботи, уміти визначати потенційні небезпеки та знати, як реагувати на них.

Проведення технічного обслуговування: Регулярно перевіряйте та проводьте технічне обслуговування молоткового подрібнювача, щоб забезпечити його належну роботу. Впевніться, що рухомі частини мають належну змащеність, що всі затискачі та гайки затягнуті належним чином.

### **4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Правила безпеки при виникненні пожежі включають наступні кроки:

Викличте пожежну службу (номер екстренної допомоги) та повідомте про виникнення пожежі. Надайте точну адресу та інформацію про місце пожежі.

Якщо пожежа виникла в будівлі, негайно залиште приміщення, використовуючи безпечний шлях евакуації. Не спробуйте збирати речі або виключати пожежу, якщо це не впливає на вашу особисту безпеку.

При виході з кімнати або будівлі закрийте двері, щоб уповільнити поширення вогню та диму.

Під час евакуації низько надихайтесь, прикриваючи рот і ніс мокрою тканиною, якщо можливо. Це допоможе запобігти вдиханню диму та інших шкідливих речовин.

Перед тим, як відкрити двері, переконайтеся, що вони не гарячі. Дотримуйтеся принципу "Доторкнутися, переконатися". Якщо двері гарячі, шукайте інший вихід або залишайтеся в безпечному місці, сигналізуючи про своє місцезнаходження.

Якщо ви маєте досвід використання вогнегасника і пожежа є невеликою, спробуйте загасити вогонь, залишаючись на безпечній відстані від нього.

Використовуйте вогнегасник тільки в тому випадку, якщо ви впевнені в своїх навичках та безпеці.

Закрийте двері та вікна в приміщенні, де виникла пожежа, щоб уповільнити поширення вогню. Не використовуйте ліфти, оскільки вони можуть стати пасткою або сприяти поширенню диму. Якщо можливо, вимкніть електрику та газові крані.

Після того, як ви покинули будівлю, не повертайтеся назад усередину за жодних обставин. Дозвольте пожежним рятувальникам виконувати свою роботу.

Перед пожежею ознайомтесь із планом евакуації вашої будівлі або спорядження. Знайте, які шляхи евакуації, аварійні виходи та збірні пункти, щоб у разі пожежі ви могли швидко та безпечно вийти.

Пам'ятайте, що ваше життя і безпека є пріоритетом. Не ризикуйте своїм життям, спробуючи загасити пожежу, яка вже стала небезпечною або її вже не вдається контролювати. Сповістіть про пожежу фахівців та дозвольте їм виконувати свою роботу.

При пожежі носіть захисні засоби, такі як респіратор або маску, щоб уникнути вдихання диму та інших шкідливих речовин.

Регулярно проводьте навчання та тренування з пожежної безпеки, щоб всі працівники знали процедури евакуації, використання вогнегасників та інші важливі аспекти безпеки під час пожежі. Навчання повинно включати інструкції з евакуації, використання вогнегасників, а також ознайомлення з розташуванням пожежних виходів, пожежних систем та сповіщувачів.

Переконайтеся, що протипожежна система (включаючи пожежні тривоги, димові детектори, пожежні кранів і т.д.) є в робочому стані та періодично перевіряється та обслуговується. В разі виявлення будь-яких несправностей негайно повідомте про це відповідні служби.

Уникайте зберігання горючих матеріалів у небезпечних місцях або недалеко від джерела вогню. Зберігайте їх у спеціально призначених та безпечних місцях.

#### **4.4 Висновки**

В даному розділі приведено загальні положення та вимоги охорони праці при приготуванні кормів на свинофермі та поводження під час виникнення пожежі.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

У даному розділі визначається передбачувана економічна ефективність застосування розробленої дробарки. На сьогодні ТОВ «Дозамех», м. Одеса, випускається дробарка ДЗК-2,0, що і була узята, як аналогічний за характеристиками подрібнювач для порівняння.

Технічна характеристика ДЗК-2,0:

- продуктивність при подрібненні зерна - 200 кг/год.;
- потужність двигуна – 2,2 кВт;
- ціна подрібнювача - 16200 грн.

Переваги проектного подрібнювача перед серійним:

- економія електроенергії за рахунок зниження питомої енергоємності подрібнення;
- зниження трудомісткості технічного обслуговування за рахунок спрощення конструкції дробарки;
- зниження металоємності конструкції, зниження вартості.

Витрати на заробітну плату визначимо з виразу

$$Z = n \cdot t \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

де  $n$  – персонал, люд.;

$t$  – тривалість роботи за зміну, год.;

$D$  – кількість робочих днів на рік;

$f$  – тарифна ставка, грн/год.;

$\delta$  – коефіцієнт нарахування.

Витрати на електроенергію



$$E = N \cdot t \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де  $N$  – потужність, кВт.;

$c_e$  – вартість електроенергії, грн/кВт·год.

Амортизація очищувача

$$A = \frac{B \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де  $B$  – балансова вартість, грн.

$\alpha$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %.

Відрахування на ремонт і ТО:

$$P = \frac{B \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де  $\beta$  – нормований коефіцієнт відрахувань, %.

Загальні експлуатаційні витрати складуть

$$EB = Z + A + P + E, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

Тоді економія експлуатаційних (операційних) витрат

$$EEB = EB_1 - EB_2, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Термін окупності

$$P = \frac{B_2}{EEB}, \text{ грн.}, \quad (5.7)$$

де  $B_2$  – балансова вартість очищувача годівниць, грн.

Таблиця 5.1 - Економічна ефективність застосування подрібнювача

Показники	Варіанти	
	базовий	проектований
1. Капітальні вкладення, грн.	16200	12800
2. Обслуговуючий персонал, люд.	1	1
3. Встановлена потужність, кВт	2,2	1,1
4. Річні експлуатаційні витрати, грн.	16060,00	66427,17
в т.ч.: витрати на електроенергію	8322,00	8030,00
витрати на ТО та ремонт	2430,00	1920,00
амортизаційні відрахування	2268,00	1792,00
заробітна платня	54685,17	54685,17
5. Річний економічний ефект, грн.	-	9526,00
6. Строк окупності капітальних вкладень, років	-	1,4

## Висновки

Порівнюючи економічні показники обох варіантів (табл. 5.1), можна зробити висновок, що застосування розробленої лінії проектної конструкції подрібнювача має численні переваги у порівнянні з базовим обладнанням. Ці переваги стосуються як експлуатаційних, так і капітальних витрат.

За розрахунками, термін окупності при впровадженні нової конструкції складає 1,4 роки. Це означає, що інвестиції, зроблені в розробку та впровадження нового подрібнювача, повернуться протягом цього періоду.

Крім того, розрахунки показують, що річний економічний ефект становить 9526,00 грн. Це означає, що використання нової лінії проектної конструкції подрібнювача принесе значні економічні вигоди щороку.

Отже, можна зробити висновок, що застосування розробленої лінії проектної конструкції подрібнювача є вигідним з економічної точки зору, оскільки воно призводить до зменшення як експлуатаційних, так і капітальних витрат, і генерує значний річний економічний ефект.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

При виконанні дипломного проекту отримані наступні результати:

1. Розглянута характеристика СТОВ «Колос». Враховуючи наміри керівництва підприємства та існуючий стан справ на фермі поставлено завдання проекту – розробити проект удосконалення механізації технологічного процесу приготування кормів відгодівельної свиноферми;

2. Обґрунтовано тип годівлі свиней – концентратно-коренеплідний, власного приготування, для якого детально розроблено проект лінії приготування кормів. Для приготування кормових сумішей планується використати наступну технологічну схему: подрібнювання зерна → подача макухи та комбісилоса → мийка та подрібнення коренеплідів → подача компонентів у запарник-змішувач → запарювання кормової суміші → вивантаження готового продукту;

3. Розроблено молоткову дробарку, яка відрізняється від аналогів формою молотів та ротора. Конструктивно дробарка має осьове завантаження та вертикальний ротор. Привід – електричний, 1,1 кВт, продуктивність – 160 кг/год.

4. Розроблені заходи з охорони праці при експлуатації технологічної лінії приготування кормів в цілому та розробленого подрібнювача зокрема;

5. Проведено порівняння техніко-економічних показників розробленої дробарки з існуючою конструкцією (ДЗК-2,0, виробництва ТОВ «Дозамех»), яка має таку ж продуктивність. Встановлено, що строк окупності при впровадженні складе 1,4 роки, а річний економічний ефект за нашими розрахунками становить 9526,00 грн.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. ВНТП-АПК-02.05. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) / Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // К.: 2005. – 78 с.
2. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] / І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
3. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. „Механізація сіл. госп – ва” (спеціалізація „Механізація тваринництва”) / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999, - 199 с.
4. Ревенко І.І. Машиновикористання у тваринництві / І.І. Ревенко // К.: Урожай, 1999. – 208 с.
5. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / І. І. Ревенко, В. М. Манько, С. С. Зарайська та ін. ; За ред. І. І. Ревенка.– К.: Урожай, 1994.–288с.
6. Бойко А.І., Новицький А.В. Структурний аналіз надійності подрібнювачів та кормодробарок // Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції. - Глеваха: ІМЕСГ, ІТС УААН. - 1996. - с.59.
7. Бойко А.І., Новицький А.В. Підвищення надійності кормодробарок та подрібнювачів // Механізація сільськогосподарського виробництва. - К.: НАУ. - 1997. - Т. III. - с.6 - 8.
8. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Козуб Ю.Г., Рижков І.Є. Деталі машин. - Луганськ : ДЗ "ЛНУ ім. Тараса Шевченка" , 2010 . - 308 С.
9. Механізація виробництва продукції тваринництва: Підручник/ І.І.Ревенко, Г.М.Кукта , В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.

10. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.

11. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 2021. – 320 с.

12. Сиротюк В. М. Машини та обладнання для тваринництва: навч. посібник / В. М. Сиротюк. - Львів: Магнолія плюс, - 2004. - 200 с.

13. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник/ О. Г. Скляр, Н.І. Болтянська. - Мелітополь: Колор Принт, 2012. - 720 с.

14. Теорія та розрахунок машин для тваринництва/ І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; за ред. І.Г. Бойко. - Х.: ТМЦ ХНТУСГ, 2002. - 216 с.

## Додатки

## Додаток А1 - Раціони для відгодівлі свиней

Жива вага, кг	Зимовий період							Літній період						
	Зерносуміш (комбікорм)	білкові добавки (макуха)	комбісилос	коренеплоди	раціон містить			Зерносуміш (комбікорм)	білкові добавки (макуха)	комбісилос	зелена маса	раціон містить		
					кормових одиниць	перевар.	протеїну					кормових одиниць	перевар.	протеїну
20-30	0,17	0,16	0,42	0,9	1,5	170	0,77	0,16	0,40	1,0	1,5	200		
30-40	0,70	0,18	0,50	1,3	1,7	190	0,90	0,18	0,48	1,1	1,7	220		
40-60	0,92	0,24	0,60	1,8	2,3	260	1,10	0,19	0,60	1,6	2,3	270		
60-80	1,43	0,32	1,25	2,5	3,0	360	1,62	0,21	0,80	2,0	3,0	340		
80-110	2,03	0,18	1,70	3,3	4,0	370	2,23	0,18	1,10	2,7	4,0	410		

## Додаток А2 - Раціони для свиноматок на одну голову в добу

Показники	Свиноматки			
	до 2 років (150 кг)		старше 2 років (200 кг)	
	зимовий період	літній період	зимовий період	літній період
Зерносуміш, кг				
Макуха, кг				
Коренеплоди, кг	1,6	2,0	1,1	1,8
Комбісилос, кг	0,2	0,1	0,3	0,2
Крейда, г	2,0	6,0	2,0	5,0
Сіль поварена, г	4,0	-	4,0	-
У раціоні міститься:	10	20	10	10
кормових одиниць	40	40	35	40
перетравлюваного протеїну	3,8	3,8	3,4	3,4
	430	400	375	365



Формат	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	
			<u>Документація</u>			
		46ДП.008.000.000ВЗ	Вигляд загальний			
			Стандартні вироби			
	1		Болт М 6 х 1,25-6д х 80.58.35Х.16 ГОСТ 7808-70	16		
	2		Гайка 1 М 6 х 1,25-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5929-70	16		
	3		Гровер 6 Л 65Г 029 ГОСТ 6402-70	16		
	4		Корпус робочої камери	1		
			<u>Деталі</u>			
	5	46ДП.008.000.005	Корзина	1		
	6	46ДП.008.000.006	Вал робочий	1		
	7	46ДП.008.000.007	Кришка	1		
	8	46ДП.008.000.008	Молотковий ротор	1		
	9	46ДП.008.000.009	Сито	1		
	10	46ДП.008.000.010	Конус	1		
	11	46ДП.008.000.011	Рама	1		
	12	46ДП.008.000.012	Бункер	1		
	13	46ДП.008.000.013	Молоток	20		
	14	46ДП.008.000.014	Дистанційна втулка	20		
	14	46ДП.008.000.015	Вісь	3		
			46ДП.008.000.000ВЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Під	Дат		
Розробив	Лукіяничук				Подрібноувач зерна (розроблений)	
Перевіри	Івлєв					літер
Т. контр						арку
Н. контр.	Івлєв					у
Затверд.	Дудін					1
					1	

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра інжинірингу технічних систем

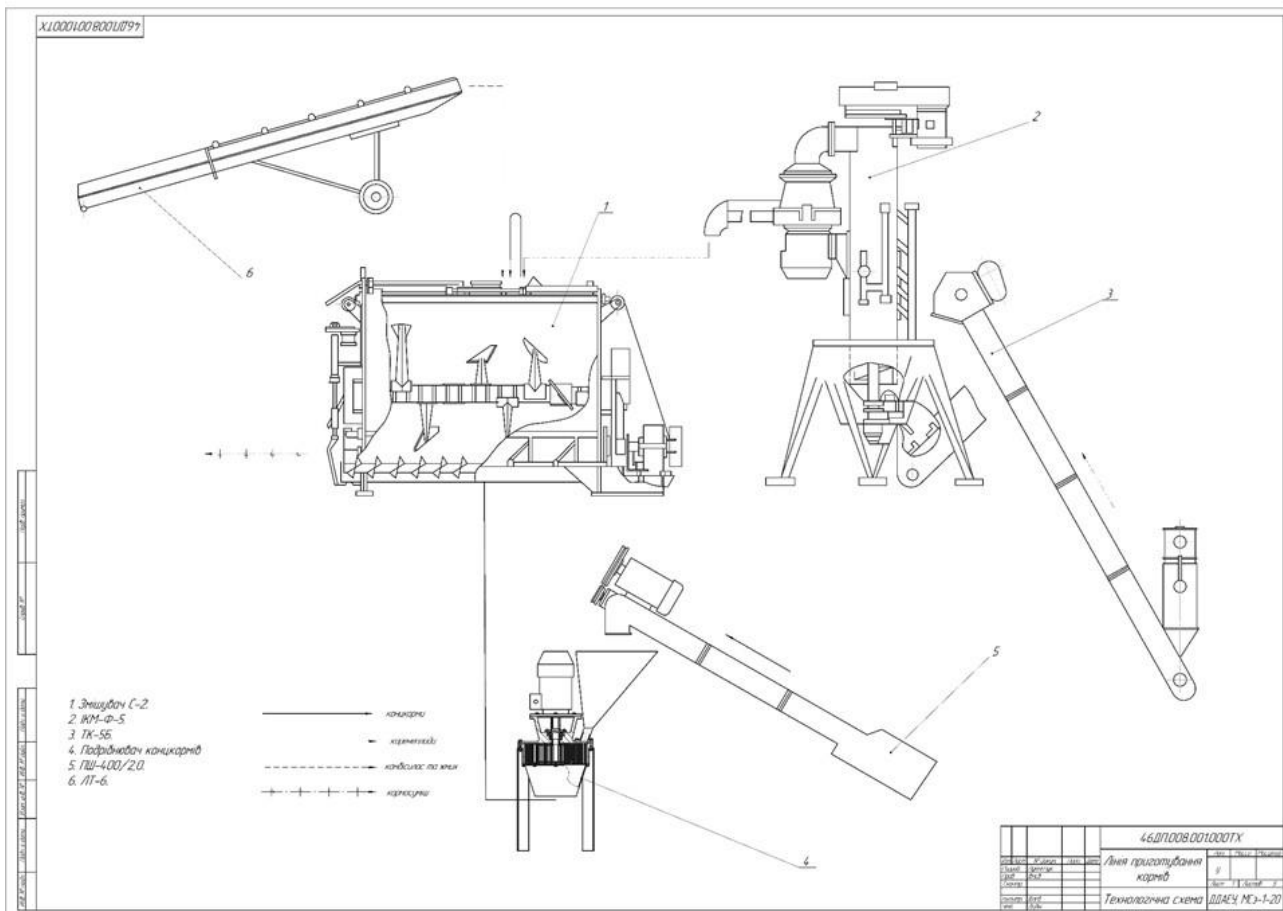
**Оптимізація технологічних параметрів процесу  
приготування кормів на свинофермі з  
удосконаленням молоткового подрібнювача**

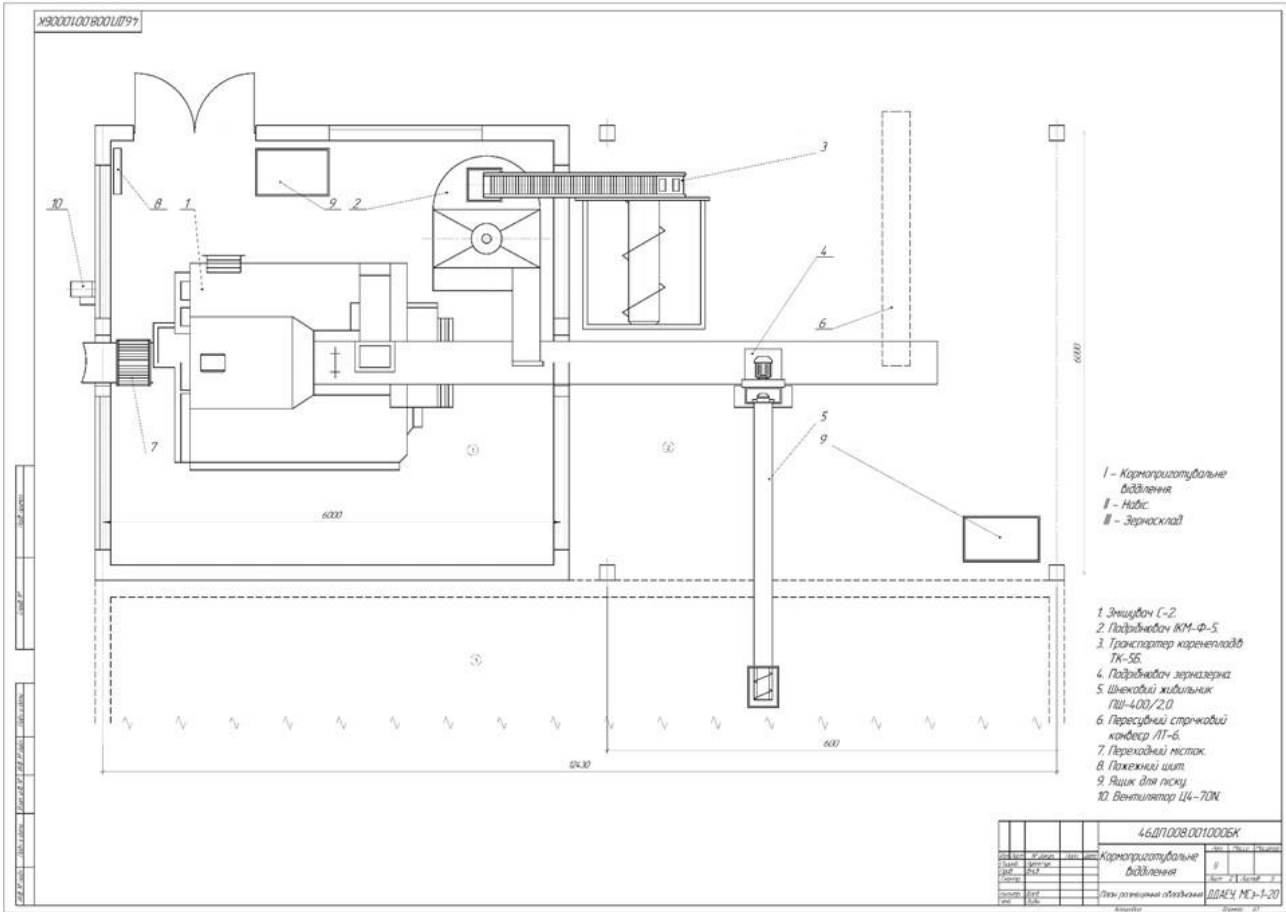
демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

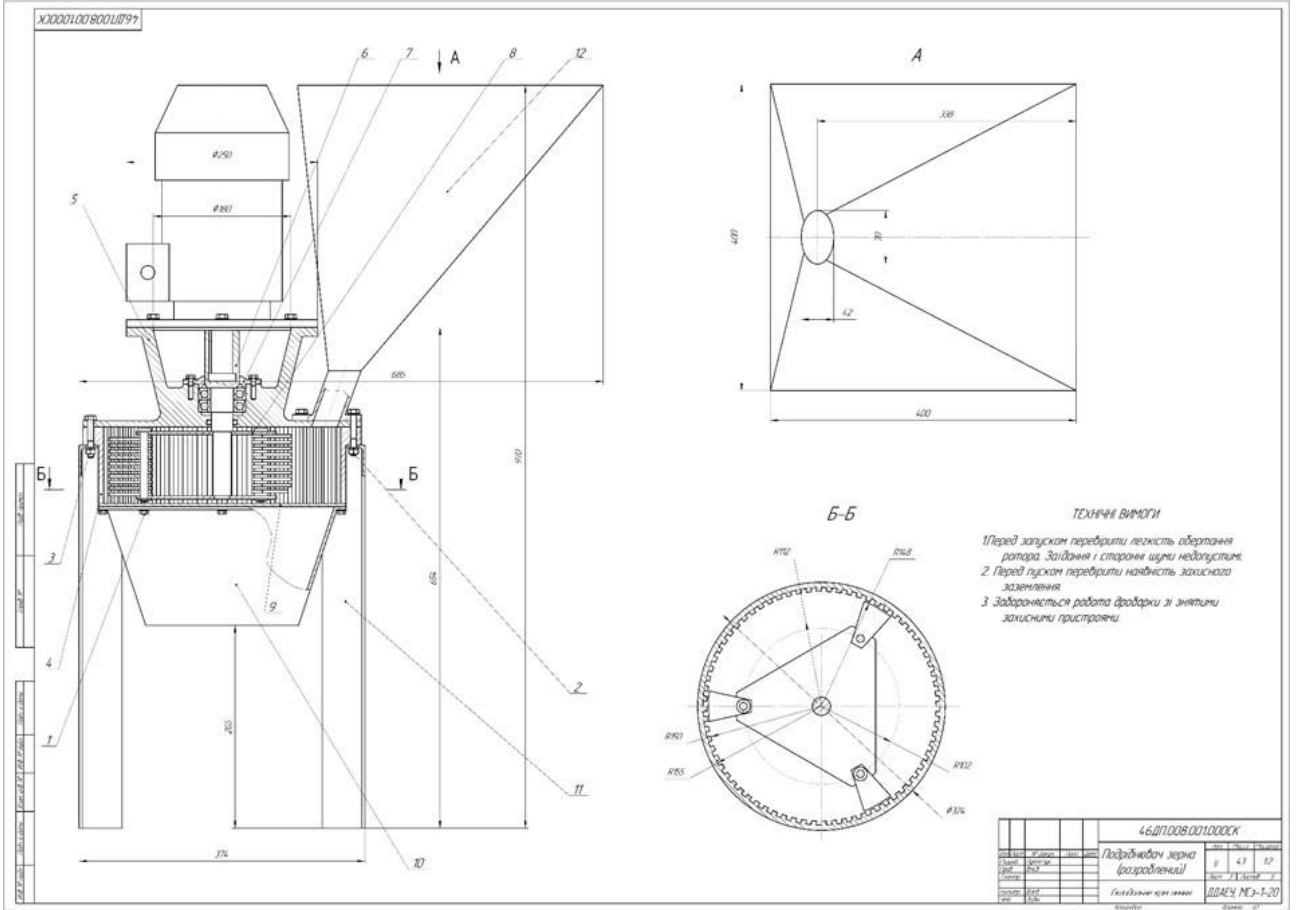
Виконав: студент 3 курсу, групи МСз-1-20  
Лукіячук Владислав Віталійович

Керівник: к.т.н.  
Івлєв Віталій Володимирович

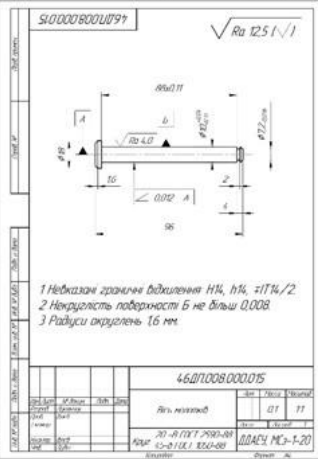
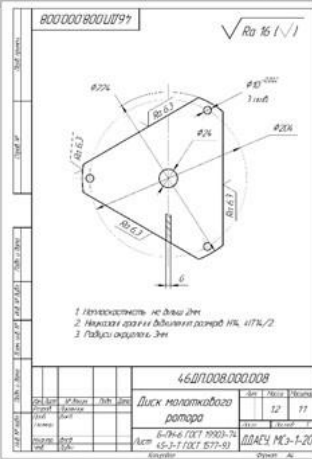
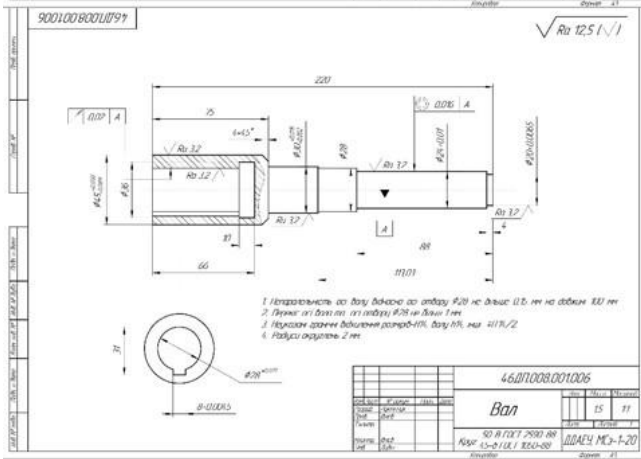
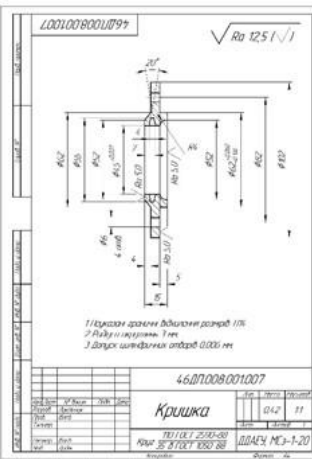
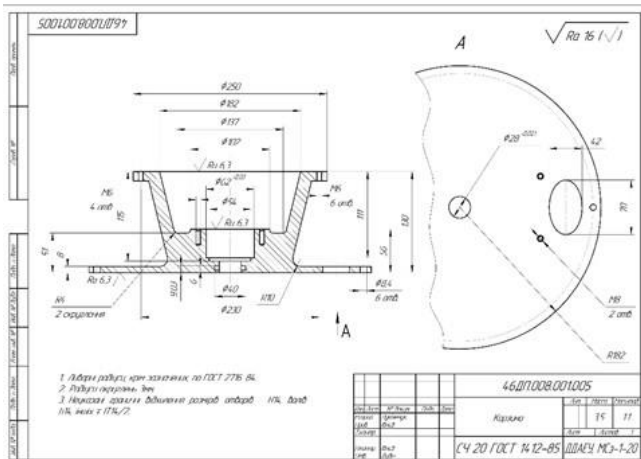
Дніпро-2023







- ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**
1. Перед запуском перевірити легкість обертання ротора. Зайдання і старання шumi недопустимі.
  2. Перед пуском перевірити наявність захисного заземлення.
  3. Забороняється робота фрезьрки зі знятими захисними пристроями.



Показники	Варіанти	
	базовий	проектований
1. Капітальні вкладення, грн.	16200	12800
2. Обслуговуючий персонал, люд.	1	1
3. Встановлена потужність, кВт	2,2	1,1
4. Річні експлуатаційні витрати, грн.	16060,00	66427,17
в т.ч.: витрати на електроенергію	8322,00	8030,00
витрати на ТО та ремонт	2430,00	1920,00
амортизаційні відрахування	2268,00	1792,00
заробітна платня	54685,17	54685,17
5. Річний економічний ефект, грн.	-	9526,00
6. Строк окупності капітальних вкладень, років	-	1,4

460100800100001			
№	Код	Назва	Єд.
1	01	Складові показники	8 43 12
2	02		800 711 00000 1
3	03		00000000000000000000
4	04		00000000000000000000
5	05		00000000000000000000
6	06		00000000000000000000
7	07		00000000000000000000
8	08		00000000000000000000
9	09		00000000000000000000
10	10		00000000000000000000
11	11		00000000000000000000
12	12		00000000000000000000
13	13		00000000000000000000
14	14		00000000000000000000
15	15		00000000000000000000
16	16		00000000000000000000
17	17		00000000000000000000
18	18		00000000000000000000
19	19		00000000000000000000
20	20		00000000000000000000
21	21		00000000000000000000
22	22		00000000000000000000
23	23		00000000000000000000
24	24		00000000000000000000
25	25		00000000000000000000
26	26		00000000000000000000
27	27		00000000000000000000
28	28		00000000000000000000
29	29		00000000000000000000
30	30		00000000000000000000
31	31		00000000000000000000
32	32		00000000000000000000
33	33		00000000000000000000
34	34		00000000000000000000
35	35		00000000000000000000
36	36		00000000000000000000
37	37		00000000000000000000
38	38		00000000000000000000
39	39		00000000000000000000
40	40		00000000000000000000
41	41		00000000000000000000
42	42		00000000000000000000
43	43		00000000000000000000
44	44		00000000000000000000
45	45		00000000000000000000
46	46		00000000000000000000
47	47		00000000000000000000
48	48		00000000000000000000
49	49		00000000000000000000
50	50		00000000000000000000
51	51		00000000000000000000
52	52		00000000000000000000
53	53		00000000000000000000
54	54		00000000000000000000
55	55		00000000000000000000
56	56		00000000000000000000
57	57		00000000000000000000
58	58		00000000000000000000
59	59		00000000000000000000
60	60		00000000000000000000
61	61		00000000000000000000
62	62		00000000000000000000
63	63		00000000000000000000
64	64		00000000000000000000
65	65		00000000000000000000
66	66		00000000000000000000
67	67		00000000000000000000
68	68		00000000000000000000
69	69		00000000000000000000
70	70		00000000000000000000
71	71		00000000000000000000
72	72		00000000000000000000
73	73		00000000000000000000
74	74		00000000000000000000
75	75		00000000000000000000
76	76		00000000000000000000
77	77		00000000000000000000
78	78		00000000000000000000
79	79		00000000000000000000
80	80		00000000000000000000
81	81		00000000000000000000
82	82		00000000000000000000
83	83		00000000000000000000
84	84		00000000000000000000
85	85		00000000000000000000
86	86		00000000000000000000
87	87		00000000000000000000
88	88		00000000000000000000
89	89		00000000000000000000
90	90		00000000000000000000
91	91		00000000000000000000
92	92		00000000000000000000
93	93		00000000000000000000
94	94		00000000000000000000
95	95		00000000000000000000
96	96		00000000000000000000
97	97		00000000000000000000
98	98		00000000000000000000
99	99		00000000000000000000
100	100		00000000000000000000