

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему:**

«Удосконалення дозатора кормів з обґрунтуванням параметрів  
транспортера грабельного типу»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,  
групи ГМ-23М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»  
спеціальності 133 «Галузеве  
машинобудування»

\_\_\_\_\_ Кличко Микола Олександрович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Руслан КІСІЛЬОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Іван СКРИННІК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

м. Кропивницький

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание																																								
1																																														
2			<i>Загальна документація</i>																																											
3																																														
4			<i>Знову розроблена</i>																																											
5																																														
6	A1	<i>MP 00. 000 ФС</i>	<i>Схема дозатора кормів</i>	1																																										
7	A4	<i>MP 00. 000 ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>																																											
8																																														
9			<i>Документація по</i>																																											
10			<i>складальних одиницях</i>																																											
11																																														
12			<i>Знову розроблена</i>																																											
13																																														
14	A0	<i>MP 00. 020 СБ</i>	<i>Вертикальний транспортер</i>	1																																										
15			<i>дозатор</i>																																											
16																																														
17																																														
18			<i>Документація по</i>																																											
19			<i>деталях</i>																																											
20																																														
21			<i>Знову розроблена</i>																																											
22																																														
23	A3	<i>MP 00. 020. 301</i>	<i>Зрочка</i>	1																																										
24	A3	<i>MP 00. 020. 601</i>	<i>Палець</i>	1																																										
<b>MP 00.000 ВП</b>																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Изм.</th> <th>Лист</th> <th>№ докум.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Кличко</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Кісільов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Васильківський</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				Разраб.	Кличко							Проб.	Кісільов							Н.контр.	Мачок							Утв.	Васильківський						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																										
Разраб.	Кличко																																													
Проб.	Кісільов																																													
Н.контр.	Мачок																																													
Утв.	Васильківський																																													
<i>Відомість проекту</i>				Лит.	Лист	Листов																																								
					1	2																																								
				<i>ЦНТУ, гр. ГМ-23М-11</i>																																										

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2	A3	MP 00.020. 602	Цапфа вирівнюючого	1		
3			дітера			
4	A3	MP 00.020. 603	Цапфа валу транспортеру	1		
5						
6			<u>Документація по</u>			
7			<u>нацковій частині</u>			
8						
9	A1	MP 00. 001 НЧ	Теоретичні дослідження	1		
10			параметрів дозатора			
11						
12	A1	MP 00. 002 НЧ	Теоретичні дослідження	1		
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MP 00.000 ВП

Лист  
2

# ЗМІСТ

стор.

1. Вступ .....	
2. Наукова частина.....	
3. Інженерна частина.....	
4. Охорона праці.....	
5. Обґрунтування економічної ефективності.....	
6. Висновки .....	
Список літератури.....	

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ВСТУП

Зниження темпів виробництва продукції тваринництва, яке спостерігається останнім часом, значною мірою пов'язане з незадовільним розвитком кормової бази. Недостатня кількість кормів, їхня низька якість та недотримання технологічних вимог підготовки до згодовування призводять до того, що генетичний потенціал тварин реалізується лише на 40–60%.

Корми відіграють ключову роль у формуванні економічних показників галузі, адже їхня частка в структурі собівартості тваринницької продукції може досягати 70%.

Досвід використання інтенсивних повносистемних технологій у скотарстві свідчить, що поряд із забезпеченням тварин якісними та збалансованими кормами вдосконалюються традиційні методи годування. Це сприяє розробці економічно вигідних механізованих технологій обробки кормів і приготування повнораціонних кормосумішей, які відповідають сучасним технологічним вимогам та фізіологічним особливостям харчування тварин. У результаті підвищується їхня продуктивність, збільшується частка використання соломи в раціонах великої рогатої худоби та розкривається потенціал цих факторів до 65% у загальній продуктивності тварин. Крім того, якісно підготовлені кормосуміші позитивно впливають на стан і вгодованість тварин, знижують витрати кормів і покращують якість продукції.

Однією з ключових операцій у процесі приготування кормів і збалансованих кормосумішей є точне дозування різних видів кормів і їх компонентів.

Аналіз експлуатації механізованих кормоцехів у фермерських господарствах різних масштабів показує, що наявні системи дозування грубих, соковитих і стеблових кормів не відповідають зоотехнічним вимогам. Крім того, технічне обладнання має складну конструкцію, характеризується

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Кличко</i>				<b>Вступ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кісільов</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Мачок</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Васильковський</i>							
						<i>ЦНТУ, зр. ГМ-23М-1.1</i>		

високою металомісткістю та енергоспоживанням, а також недостатньо автоматизоване. Це призводить до значних витрат, зниження ефективності та погіршення якості приготування кормів і кормосумішей [1, 2].

У зв'язку з цим актуальним завданням є розробка нових, а також модернізація та вдосконалення існуючих технологій і сучасних конструкцій дозаторів кормів, що забезпечать приготування високоефективних кормових сумішей для годівлі великої рогатої худоби.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. НАУКОВА ЧАСТИНА

### 2.1. Теоретичні дослідження процесу дозування кормової маси бітерними дозаторами.

Технологічний процес дозованої подачі подрібнених стеблових, соковитих та інших в'язких кормів здійснюється за допомогою одно- та двоступеневих систем. Моноліт кормової сировини, що знаходиться в бункері, транспортується ланцюгово-планковим конвеєром до відокремлюючих пристроїв, які оснащені бітерними механізмами. Пальці граблин бітерів розрихлюють і зчищають кормову масу, що контактує з ними, після чого вона вивантажується на поперечний конвеєр або надходить безпосередньо в технологічну лінію для подальшого транспортування та змішування компонентів (одноступенева система дозування).

Пропускна здатність бітерної системи повинна перевищувати пропускну здатність живильника, який подає корм до бітерів, та бути з ним узгодженою. Запропонована система дозволяє забезпечити регульовану видачу в'язких кормових матеріалів із допустимими відхиленнями.

Для підвищення точності дозування стеблових і в'язких кормів, а також для стабільної роботи бітерного механізму в межах допустимих технологічних норм застосовується двоступенева система дозування. Вона складається з живильника, дозатора-відокремлювача бітерного типу та вирівнювального пристрою поперечного конвеєра, який згладжує нерівномірність кормового потоку, що надходить із живильника, та автоматично регулює його роботу. Така схема показана на рисунку 2.1.

Пропускна здатність таких живильників, а саме бітерного типу, обумовлена параметрами ланцюгово-планкового конвеєра і відокремлювачів бітерів та обчислюється за таким виразом:

$$Q_k = 3600 \cdot H \cdot B \cdot \gamma \cdot \varrho_k \cdot K_0, \text{ т/ГОД}, \quad (2.1)$$

де:  $H$  – значення висоти кормів в бункері, м;

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



дозування краще відповідають розрахунковим параметрам, якщо верхня поверхня моноліту корму вирівнюється зчісуючим бітером або грабельним транспортером.

У міру зменшення об'єму кормової маси в бункері відбувається її поступове зрушення, а потім – обвалення верхніх шарів. У цей період кількість поданого корму різко скорочується, досягаючи лише 60–70% від заданої норми.

Щоб запобігти порушенню стабільності подачі корму, особливо в умовах безперервного дозування та змішування, необхідно постійно контролювати рівень корму в накопичувальному бункері та своєчасно поповнювати його запаси. Альтернативним рішенням може бути оснащення живильника-дозатора додатковим пристроєм, який забезпечуватиме стабільність геометричної форми кормового моноліту.

Рівномірність подачі корму значною мірою залежить від роботи бітера, конструктивні та кінематичні параметри якого впливають на кількість кормової маси, що захоплюється кожною гребінкою, та формування вивантажувального валка на збірному або вивантажувальному конвеєрі. На сьогодні оптимальні параметри штифтових бітерів, що використовуються для відокремлення листостеблових кормів, залишаються недостатньо вивченими, що спричиняє значну нерівномірність роботи серійних живильників-дозаторів. Усі наявні дозатори не повністю відповідають зоотехнічним вимогам щодо дозування листостеблових матеріалів.

Для дослідження конструктивних і кінематичних параметрів бітерів була запропонована фізична модель, яка описує взаємодію радіальних пальців бітера з монолітом корму.

Аналіз кінетики процесу відокремлення корму та взаємодії пальців бітерного механізму з монолітом за один цикл дозволив виділити чотири основні періоди:

Пружне стискання та початок руйнування структури кормового

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моноліту, що визначається кутом  $\alpha_0$  (момент дотику пальця до моноліту) та кутом  $\alpha_{кр}$  (обертання пальця до початку руйнування структури).

Руйнування структури та відокремлення матеріалу, при якому кормова маса відривається від моноліту пальцем, формуючи на кінці штифта тіло волочиння, обмежене кутом  $\alpha_1$  (формування тіла волочиння корму).

Рух тіла волочиння в контактi з пружним середовищем, додаткове відокремлення порції корму та його вільне переміщення вздовж пальця, що триває до початку четвертого періоду, який обмежується кутом  $\alpha_2 = \pi$ .

Розвантаження граблин бітера, що відбувається у квадранті  $\alpha_3 > \pi$ , завершуючи процес вивантаження корму.

Запропонований підхід до аналізу кінетики процесу дозволяє глибше зрозуміти механізм роботи бітерних систем та сприяє розробці більш ефективних конструкцій дозаторів для рівномірної подачі листостеблових кормів.

Таким чином, бітер як ротаційний робочий орган виконує кілька основних функцій: за допомогою пальців він захоплює та розрихлює певний шар кормової маси, долає її пружне стискання, руйнує структуру моноліту, відокремлює частину корму та відцентровою силою перекидає його на вивантажувальний конвеєр.

У процесі руху пальця гребінки на його кінці формується тіло волочиння, яке переміщується вздовж пружної кормової маси (рис. 2.2). При цьому гребінка бітера відбирає з маси корму шар, висота якого відповідає хорді  $m$  центрального кута  $\alpha$  між радіусами входження гребінки в масу та її виходу.

Нелінійність траєкторії руху пальця на першому та другому етапах не враховується, оскільки в кожен момент реакція матеріалу спрямована по нормалі до пальця. Ділянку траєкторії пальця, на якій відбувається пружне стискання, можна визначити рівнянням[3]:

$$C_0 = \pi \cdot r \frac{\alpha_{кр} - \alpha_0}{180}, \quad (2.2)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MP 00.000 ПЗ









нахилу пальця, за якого досягається оптимальна ефективність процесу відокремлення корму, називають критичним кутом. Він забезпечує стабільніший і рівномірний процес відокремлення корму, що сприяє підвищенню ефективності роботи бітерного механізму.

Враховуючи, що існуючий матеріал для пальців – сталь, то приймаємо кут тертя для силосу і сінажу  $\varphi=27^{\circ}$ , потім для соломи  $\varphi=17^{\circ}$ . Таким чином критичний кут нахилу самих пальців приймаємо в межах  $\alpha_{кр}=60-73^{\circ}$ , що забезпечить досить ефективну взаємодію конструкції пальця ромбовидного перерізу з монолітом компонентів і зменшить витрати поточної енергії та коефіцієнт нерівномірності подачі корму.

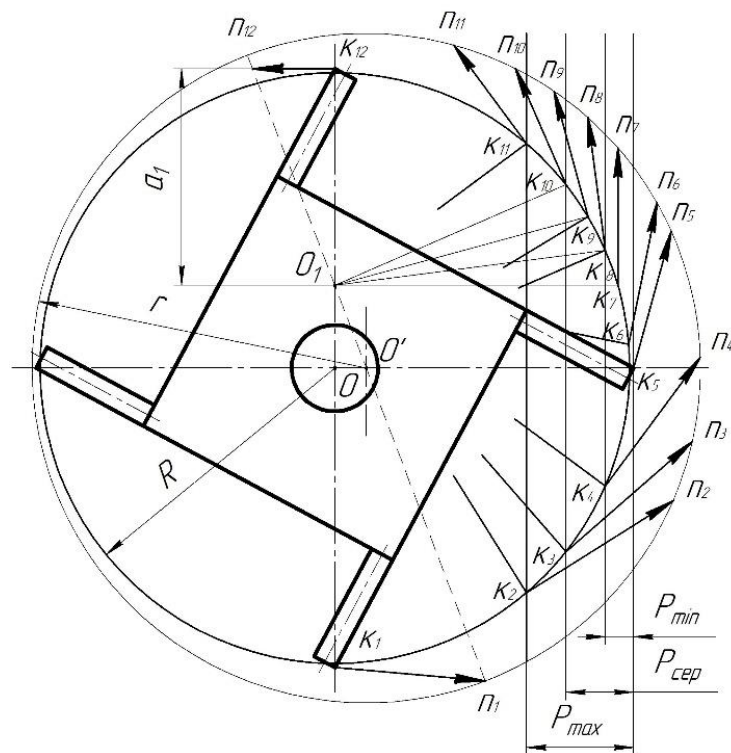


Рис. 2.3. - Схема взаємодії бітера першого ступеня дозування з похилими пальцями з монолітом

При розробці та проектуванні конструкції бітерного дозатора з перемінним кутом входження даного пальця в моноліт корму було з'ясовано, а саме те, що при повороті бітера на величину кута  $\pi$  палець в переносному русі має бути розташований під деяким кутом  $\pi/2$ , що свідчить про

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 00.000 ПЗ

Арк.

характерну відповідність вимогам технологічного процесу вивантажування корму.

З математичного аналізу плоских еліптичних кривих вищого порядку випливає, що такому руху відповідають криві завитку Паскаля. У окремому випадку завиток Паскаля можна отримати за принципом побудови епіциклоїди, коли колесо обкатується по нерухомому колу того ж діаметра.

Використовуючи принцип накладання двох обертальних рухів та кінематику руху пальця активного бітера, можна визначити основні параметри складного руху, на основі яких здійснюється синтез механізму бітера.

Параметричні рівняння руху точки в прямокутних координатах для епіциклоїди записуються у такому вигляді:

$$X = r \cdot [K \cdot \cos(j \cdot \omega t) + \cos(j + 1) \cdot \omega t], \quad (2.13)$$

$$Y = r \cdot [K \cdot \sin(j \cdot \omega t) + \sin(j + 1) \cdot \omega t], \quad (2.14)$$

Аналіз рівнянь показує, що справедливість їх виконання можливе лише за одночасної зміни параметрів бітерів і швидкості руху транспортера, що не передбачено конструкцією існуючих живильників подрібнених стебельних кормів.

Відповідно до розглянутих умов роботи, ефективним рішенням є бітерний кормовідокремлювач із змінним кутом розташування пальців та траєкторією їхнього руху за завитком Паскаля. Такий механізм називають активним бітером.

Положення пальців у цьому бітері визначається напрямком радіусів-векторів, проведених із миттєвого центра обертання  $O_1$  (рис. 2.4). Вплив пальця активного бітера на кормовий моноліт відбувається залежно від подачі: при мінімальній подачі – вздовж дуги  $K_4K_8$ , при максимальній – по дузі  $K_2K_{10}$ . При цьому довжина дуги, на якій відбувається безпосереднє відокремлення

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

















- запобігання псуванню та забрудненню корму;
- відсутність зависання і затримки маси (як зеленої, так і трав'яної);
- можливість легкого очищення робочої зони від залишків корму;
- робочі органи повинні відповідати фізико-механічним властивостям дозованих продуктів;
- дозуючий пристрій повинен мати механізм для регулювання порцій корму;
- обладнаний приладом для відбору проб під час контрольної перевірки точності дозування;
- підготовлений до згодовування корм повинен відповідати зоотехнічним вимогам згідно зі стандартами або технічними умовами;
- нерівномірність подачі корму бункером-дозатором не повинна перевищувати  $\pm 10\%$ .

При завантаженні стаціонарною системою конструкція повинна забезпечувати коефіцієнт заповнення ємності не менше 0,9.

### **3.2. Загальна будова, принцип роботи і деякі недоліки роботи бункера-дозатора БДК-Ф-70-20.**

Бункер-дозатор БДК-Ф-70-20 включає такі основні компоненти:

- подавальний конвеєр;
- борти;
- накопичувальну ємність;
- механізм вирівнювання корму;
- блок бітерів для відокремлення порції корму;
- поперечний транспортер;
- зчісуючий механізм;
- шафу управління механізмом приводу робочих органів.

Завантаження бункера здійснюється з пересувних транспортних засобів. Подальше подавання корму до бункера відбувається бульдозерним скребком колісного трактора у міру його звільнення.

При використанні бункера-дозатора у потоковій схемі на відгодівельних

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майданчиках він додатково оснащується естакадою зі сторони завезення корму, що забезпечує зручне транспортування самоскидними засобами з заднім розвантаженням.

У бункері кормовий моноліт переміщується поздовжнім подаючим транспортером до блока бітерів, які захоплюють, розпушують корм і рівномірно подають його на поперечний транспортер дозатора.

Привід блока бітерів здійснюється від мотор-редуктора, на вихідному валу якого встановлений блок зірочок. Передача обертання на граблини бітерного блока виконується за допомогою зубчастих планетарних механізмів.

Дозатор призначений для дозованої подачі корму та складається з:

стрічкового транспортера, потім рами, а також привідних, натяжних і підтримуючих роликів. Привід транспортера дозатора здійснюється від електродвигуна через редуктор. На рамі встановлений зчісуючий ротор, який приводиться в дію через блок зірочок.

Конструкція та робота ротора дозатора полягає в тому, що отор складається з трубчастого валу, на якому розташовані диски з пальцями. Він шарнірно з'єднаний із рамою за допомогою двох пар тяг, які забезпечують його певне переміщення, запобігаючи прокручуванню всієї конструкції.

Об'єм подачі корму дозатором визначається зазором між стрічкою конвеєра та зовнішніми кінцями пальців ротора. Корм, який не проходить через цей зазор, зчісується пальцями ротора, утворюючи валок.

Коли валок досягає заслінки, він відхиляє її до кута  $90^\circ$ , що призводить до автоматичного вимкнення приводу. При цьому дозатор продовжує роботу, викидаючи накопичений корм у відхилений сектор. Як тільки корм у секторі закінчується, заслінка опускається, повторно вмикаючи привід транспортера бункера. Верхній бітер в конструкції бункера-дозатора призначений для верхнього вирівнювання потоку маси корму.

В ньому виконуються деякі регулювання, а саме: швидкість руху подавального транспортера, при цьому змінюючи масову подачу моноліту від

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



високою металомісткістю, дороговартісним виробництвом і потребує спеціального обладнання для виготовлення.

### Пропозиції щодо модернізації бункера-дозатора БДК-Ф-70-20

З огляду на виявлені під час експлуатації, державних і сервісних випробувань недоліки бункера-дозатора, у дипломному проєкті пропонується здійснити такі вдосконалення:

- обґрунтувати конструкцію блока бітерів – замість складної системи планетарного типу зі змінним кутом входження граблин запропоновано використання вертикального відокремлюючого ланцюгового транспортера з граблинами та круглоланковим ланцюгом. Це рішення дозволяє зберегти якість розпушування та рівномірність подачі корму, водночас значно зменшуючи матеріаломісткість і собівартість виробництва транспортера.

- модернізація механізму приводу бітерів – замість планетарного редуктора пропонується застосування ланцюгового приводу з мотор-редуктором. Така зміна суттєво спрощує конструкцію, підвищує надійність роботи механізму та знижує витрати на його виготовлення.

- обґрунтування оптимального режиму роботи – необхідно визначити геометричні та конструктивні параметри транспортера, а також провести аналіз економічної доцільності його використання для забезпечення ефективної роботи дозатора.

### 3.3. Технологічний розрахунок бункера-дозатора.

Для забезпечення операції дозування корму створюємо технологічну схему дозатора, в якій подача матеріалу забезпечується поздовжнім транспортером, далі верхній бітер вирівнює загальну масу і потім відокремлюючий вертикальний транспортер розрихлює і на решті подає корм на конструкцію поперечного транспортеру.

$$Q = \vartheta \cdot \gamma \cdot S \cdot \beta, \quad (3.1)$$

Звідки обчислюємо показник швидкості:

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		









де:  $D, d$  – відповідно діаметр бітера та валу,  $D=0,28$  м,  $d=0,08$  м;

$$n_{\text{бб}} = \frac{30 \cdot \frac{1}{4} \cdot 5,57}{\frac{3,14(0,28^2 - 0,08^2)}{4} \cdot 2,9 \cdot 100 \cdot 0,5} = 5,2 \text{ об/хв.}$$

Обчислюємо швидкість руху верхнього бітера за наступним виразом:

$$v_{\text{бб}} = \omega \cdot R, \text{ м/с} \quad (3.11)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{бб}}}{30}, \text{ с}^{-1}, \quad (3.12)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 5,2}{30} = 0,54 \text{ с}^{-1}$$

$$v_{\text{бб}} = 0,54 \cdot 0,12 = 0,065 \text{ м/с.}$$

### 3.4. Силовий аналіз, обґрунтування параметрів та розрахунок на міцність.

Обчислення параметрів ведучого валу транспортера даного дозатора.

Вихідні дані:

1. Частота обертання валу відокремлюючого транспортера, що становить  $n=20,7$  об/хв.
2. Потужність на привід відокремлюючого транспортера становить  $N=1,13$  кВт.
3. Максимальний крутний момент, що відповідно діє на ведучий вал.

$$M_{\text{кр.}} = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n} \cdot 10^3, \text{ Нм}, \quad (3.13)$$

$$M_{\text{кр.}} = \frac{30 \cdot 1,13}{3,14 \cdot 20,7} \cdot 10^3 = 521,5 \text{ Нм.}$$

Тепер проводимо силовий аналіз і проектуємо схему навантаження на ведучий вал відокремлюючого транспортера, що зображена на рисунку 3.1.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Точка Д, де згинальний момент становить  $M_3=2104,53$  Нм.

Тоді приведені моменти:

$$M_{np.} = \sqrt{(M_{кр.})^2 + (M_3)^2},$$

$$M_{np.} = \sqrt{(521,5)^2 + (2104,53)^2} = 2168,18 \text{ Нм.}$$

$$M_{np.} = \sqrt{(M_3)^2 + 0,75(M_{кр.})^2},$$

$$M_{np.} = \sqrt{(2104,53)^2 + 0,75(521,5)^2} = 2152,44 \text{ Нм.}$$

Обчислюємо діаметр суцільного валу в небезпечному перерізі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_{np.}}{\pi[\sigma]}}, \quad (3.15)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2152,44 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40}} = 86 \text{ мм}$$

Для якісної та надійної роботи транспортера приймаємо діаметр трубчатого валу 90 мм.

### 3.5. Розрахунок на міцність валу вирівнюючого бітера.

Вихідні дані для подальших розрахунків:

1. Потужність, що необхідна для виконання приводу вирівнюючого бітера та становить  $N=0,035$  кВт.
2. Значення частоти обертання валу  $n_6=5,2$  об/хв.
3. Максимальний крутний момент, що впливає на вал

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Правила безпечного проведення або виконання робіт при роздаванні сипких кормів для ВРХ

До роботи з дозатором допускаються тільки особи, що досягли 18-річного віку, при цьому не мають медичних протипоказань, а також пройшли відповідне навчання, вступний та первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці, маючи при собі першу кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Самостійна робота дозволяється лише після проходження стажування під керівництвом досвідченого наставника протягом щонайменше двох змін, а допуск здійснює керівник виробничої дільниці.

Під час роботи з дозатором кормів можуть виникати різні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, до яких необхідно ставитися з особливою обережністю. Серед них: різні рухомі механізми, потім частки продукту або сторонні предмети, що можуть вилітати зі змішувача, підвищена запиленість, статичне електричне поле, можливість виникнення небезпечної напруги на струмонепровідних частинах запропонованого обладнання, ймовірність утворення вибухонебезпечних сумішей, а також ризик пожежі. Перед початком роботи відповідальна людина або оператор повинен оглянути та надягти засоби індивідуального захисту, при цьому переконавшись, що немає звисаючих елементів одягу, а волосся обов'язково має бути заправлене під головний убір. Також необхідно увімкнути вентиляцію та освітлення робочої зони.

Далі слід звільнити всі задіяні проходи та підходи до рубильників і вимикачів від сторонніх предметів, перевірити надійність кріплення машин, обладнання, захисних кожухів і встановленого заземлення. Оператор має впевнитися в правильному балансуванні та надійному кріпленні робочих органів машин та обладнання, а також перевірити відсутність групи сторонніх предметів у подавальних транспортерах і бункерах.

Обов'язково потрібно перевірити наявність і комплектність засобів

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежогасіння, наявності медичної аптечки, справність засобів сигналізації. Перед початком роботи дозатор слід запустити на холостому ходу, щоб упевнитися у відсутності сторонніх шумів, вібрації, перегріву, а також перевірити роботу контрольних і сигнальних пристроїв. Інструменти та різні пристрої необхідно розташувати так, щоб їх було зручно використовувати в подальшому процесі.

Під час роботи з дозатором уникайте його перевантаження та потрапляння сторонніх предметів разом із кормом. Не відволікайтеся на сторонні розмови під час виконання своїх обов'язків.

Якщо бункер-дозатор забився кормами, очищайте його тільки при вимкненому електродвигуні, повісивши попереджувальний плакат "Не вмикати! Працюють люди". Для очищення використовуйте чистик із ручкою довжиною не менше 1 метра.

Не допускайте перебування тварин у приміщенні під час роботи дозатора та не дозволяйте стороннім особам перебувати в зоні його роботи. У разі потрапляння сторонніх предметів у дозатор або його заклинювання негайно зупиніть обладнання за допомогою комутаційного апарата та видаліть перешкоду.

При роздаванні сипучих кормів слідкуйте за герметичністю обладнання та ефективністю встановленої вентиляції. У разі несправності загальної вентиляції виробничого приміщення негайно зробіть повідомлення безпосередньо керівнику даних робіт.

Не працюйте з дозатором, якщо з нього зняті або пошкоджені засоби захисту (кожухи, заземлення, блокуючі пристрої тощо). Після завершення роботи відключіть електроживлення систем подачі кормів. Дочекайтеся повної зупинки двигунів, після чого очистіть бункер самої машини та робоче місце від залишків продукту, а приміщення – від кормів і пилу. Якщо підлога мокра або слизька, обов'язково розкидайте тонкий шар піску або тирси, чи інших абсорбуючих матеріалів, а потім виконайте їх прибирання.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед передачею зміни повідомте людину, яка вас змінює, про всі особливості або виявлені недоліки в роботі обладнання. Інструменти, пристрої та інвентар (проштовхувачі, чистики тощо) зачиніть у шафі, а також здайте на зберігання або передайте зміннику. Спецодяг та засоби індивідуального захисту очистіть, здайте на обслуговування або покладіть на зберігання. Після цього прийміть душ.

У разі аварійної ситуації (поява сторонніх шумів у роботі обладнання, запаху горілого, диму, іскріння електрообладнання, електричної напруги на деталях, надмірного нагріву підшипників, редукторів чи інших частин машин, порушення цілісності захисних пристроїв, засмічення вихідних отворів тощо) негайно зупиніть роботу обладнання відповідно до правил експлуатації, спочатку відключивши подачу електроенергії.

Якщо існує загроза здоров'ю або життю, покиньте небезпечну зону, попередивши про небезпеку інших працівників. Не намагайтеся усунути несправності чи проводити ремонт, поки машини та обладнання не будуть повністю зупинені. Після аварійної зупинки перед повторним запуском обладнання необхідно очистити від залишків продукту.

У разі нещасного випадку першочергово усуньте небезпечний фактор: тобто відключіть електроенергію, зупиніть рухомі механізми тощо. Після цього надайте потерпілому долікарську допомогу та організуйте його транспортування до медичного закладу.

За можливості збережіть обстановку та стан обладнання на робочому місці такими, якими вони були на момент події, якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників і не порушує безперервність технологічного процесу, до проведення розслідування.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.

У даній дипломній роботі нами детально проаналізовано та обґрунтовано конструкцію дозатора кормів БДК-Ф-70-20.

Отримані експериментальні дослідження чітко підтвердили висновки теоретичних досліджень про доцільність використання планетарних бітерних дозаторів грубих і соковитих кормів та правильність обґрунтування їх конструктивних і кінематичних параметрів. Аналіз нерівномірності дозування кормів показує, що вдосконалений дозатор забезпечує показник нерівномірності одноступеневого дозування на рівні 8-14%, а двоступеневого – 4,5-7,5%, при цьому традиційний бітерний дозатор з постійним кутом входження пальців значно перевищує зоотехнічні вимоги, так як цей показник становить 22-35%. Тому беззаперечним є те, що отримані показники підтвердили доцільність проведених конструктивних змін у запропонованому дозаторі кормів.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. ВИСНОВКИ

Дипломна робота виконана у відповідності до технічного завдання на тему: «Удосконалення дозатора кормів з обґрунтуванням параметрів транспортера грабельного типу» і отримані наступні результати:

Проведений літературний узагальнений аналіз сучасних технічних засобів механізації дозування подрібнених грубих і соковитих кормів та приготування кормових сумішей в кормоцехах на комплексах ВРХ, що дозволило визначити напрямки розвитку технологій і дозуючих технічних засобів для приготування повноцінних кормових сумішей з застосуванням бункерних одно- і двоступеневих дозаторів потокової дії, а також встановити недоліки в роботі традиційних дозаторів грубих і соковитих кормів в кормоцехах для ВРХ. Доведено, що бункерні бітерні дозатори з постійним кутом входження пальців в моноліт забезпечують задовільну працездатність та технологічні показники роботи, але не повною мірою задовольняють необхідну якість дозування кормів.

В науковій частині нашої роботи проведені теоретичні і експериментальні дослідження процесу дозування кормів і приготування повнораціонних кормових сумішей та запропонована вдосконалена конструкція планетарного бітерного дозатора зі змінним кутом входження пальців в моноліт корму, що дозволило покращити якість і ефективність роботи дозування грубих і соковитих кормів.

Теоретичні дослідження показали значні переваги нової конструкції планетарного бітерного дозатора. Нами була розроблена кінетика руху пальчастих граблин, обґрунтовано процес відокремлення моноліту корма робочими органами дозатора та обчислено пропускну здатність, режими роботи, а також витрати енергії на привод.

Обґрунтована продуктивність планетарного дозатора, який забезпечує більш рівномірну подачу корму у порівнянні з традиційними бітерними дозаторами. При цьому узгоджена відповідність об'єму подачі поздовжнім

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>MP 00.000 ПЗ</i>				

конвеєром, внаслідок чого підвищується рівномірність подачі та зменшуються витрати енергії.

В інженерній частині розроблені пропозиції по модернізації конструкції бункера-дозатора БДК-Ф-70-20 з застосуванням планерного бітерного дозатора. В цьому розділі також проведені технологічні, кінематичні та силові розрахунки, а також обчислення на міцність верхнього валу вирівнюючого бітера.

В розділі «Охорона праці» проведений аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що можуть виникнути при експлуатації вдосконаленого бункера-дозатора БДК-Ф-70-20 та розроблені заходи щодо покращення умов праці.

При обґрунтуванні економічної ефективності ми дослідили якісний показник процесу, тобто нерівномірність дозування. Отримані значення, особливо при двоступеневому дозуванні, наявно свідчать про доцільність подальшого використання такої конструкції.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] - К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2002. - Т. 4 : Н - П. - 720 с. - ISBN 966-7492-04-4.

14. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ











