

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення конструкції фронтального подрібнювача-
навантажувача соломистих матеріалів**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-3-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ **Захаров Дмитро Максимович**

Керівник: _____ **Теслюк Геннадій Володимирович**

Рецензент: _____

Дніпро - 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Захарову Дмитро Максимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення конструкції фронтального подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів

керівник роботи Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз сучасного рівня розвитку галузі кормовиробництва, а також конструктивних особливостей робочих органів машин, що використовуються для виконання відповідних технологічних операцій. Вивчення патентних джерел, науково-технічної літератури за темою роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика підприємства. 2. Огляд існуючих подрібнювачів кормів. 3. Обґрунтування схеми вдосконалення. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка обладнання. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень) 1.Огляд конструкцій подрібнювачів (А1). 2. Подрібнювач-навантажувач (А1). 3. Схема функціональна подрібнювача-навантажувача (А1).4. Барабан подрібнювальний (А1). 5. Деталювання (А1) 6. Економіка.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.02.2026 р.

-

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 10.03.2026	
2	Технологічний	до 25.03.2026	
3	Конструкційний	до 10.04.2026	
4	Охорона праці	до 20.04.2026	
5	Економічний	до 02.05.2026	
6	Графічна частина	до 10.05.2026	

Студент

(підпис)

Захаров Д.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Теслюк Г.В.

(прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-ть аркушів	Номер аркуша	Прим.
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	52.ДП.028.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	62		
			<u>Графічні документи</u>			
2	A1	52.ДП.028.000.001. ОК	Огляд конструкцій	1	1	
3	A1	52.ДП.028.000.002. СК	Подрібнювач-навантажувач	1	2	
4	A1	52.ДП.028.000.003.	Схема функціональна	1	3	
5	A1	52.ДП.028.000.004.СК	Барабан подрібнюючий	1	4	
6	A3	52.ДП.028.003.004 СК	Вал ведучий	1	5	
7	A3	52.ДП.028.000.005	Молоток	1	5	
8.	A3	52.ДП.028.003.006	Ступиця	1	5	
9	A3	52.ДП.028.003.007	Диск	1	5	
10	A1	52.ДП.028.000.009	Економіка	1	6	

					52.ДП.028.000.000.ПЗ					
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Захаров Д.М.			Відомість дипломного проекту		Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.		Теслюк Г.В.							4	
Н. Контр.		Золотовська О.В.					ДДАЕУ			
Затверд.		Теслюк Г.В.								
					4					

РЕФЕРАТ

Захаров Д.М. Удосконалення конструкції фронтального подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті розроблено конструкцію подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів із удосконаленими робочими органами, спрямовану на підвищення ефективності процесів приготування кормів у сільськогосподарському виробництві. Проведено аналіз існуючих технічних рішень у галузі подрібнення та навантаження рослинної маси, на основі якого обґрунтовано необхідність модернізації конструкції.

У роботі запропоновано новий подрібнювальний апарат із двобарабанною схемою, що забезпечує більш рівномірне навантаження, інтенсивніше подрібнення та підвищення продуктивності машини. Виконано конструктивні, технологічні та міцнісні розрахунки основних вузлів, зокрема визначено параметри приводу, пасової передачі, привідного вала та підшипників кочення.

У дипломному проєкті також виконано розрахунок економічної ефективності, який показав, що впровадження модернізованої конструкції дозволяє зменшити собівартість виготовлення та експлуатації подрібнювача. Річна економія від впровадження розробки становить понад 5 тис. грн, а приріст продуктивності досягає понад 17 %.

Окремо розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації машини, запропоновано комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці та мінімізації негативного впливу на довкілля.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «КОВАЛЬЧУК»	10
1.1 Загальна організаційно-економічна характеристика ФГ «КОВАЛЬЧУК».	10
1.2. Механізація виробничих процесів у рослинництві та тваринництві.....	14
1.3. Технічне забезпечення та використання машинно-технічних засобів у агровиробництві	17
Висновок по розділу	18
2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ-НАВАНТАЖУВАЧІВ ТА ЗМІШУВАЧІВ КОРМОВИХ СУМІШІВ.....	20
2.1. Огляд конструкцій подрібнювачів-навантажувачів	20
2.2. Огляд конструкцій подрібнювачів-змішувачів.....	26
Висновки по розділу	32
3. ОГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ ВДОСКОНАЛЕНОГО ПОДРІБНЮВАЧА-НАВАНТАЖУВАЧА	33
3.1 Розробка конструкції та робочий процес удосконаленого навантажувача-подрібнювача.....	33
3.2. Визначення потужності, необхідної для приводу подрібнювального пристрою.....	35
3.3. Визначення основних параметрів пасової передачі барабана подрібнювача	38
3.4. Визначення геометричних та міцнісних параметрів привідного вала	42
3.5. Розрахунок і вибір підшипників кочення вала подрібнювального барабана.....	48
Висновки до розділу	49
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ У ПРОЄКТІ.....	50
4.1 Безпечна експлуатація модернізованого подрібнювача-навантажувача.....	50
4.2. Захист навколишнього середовища під час експлуатації подрібнювача-навантажувача	51
Висновки по розділу	52

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ	53
5.1 Розрахунок продуктивності, трудомісткості та оцінки матеріаломісткості конструкції.....	53
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат і річної економії	55
Висновки по розділу	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
ЛІТЕРАТУРА	60
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Поряд із підвищенням якості насіннєвого матеріалу та вдосконаленням агротехнічних заходів, важливу роль у виробництві високопоживних кормів відіграє застосування сучасних технологій їх заготівлі із використанням високопродуктивної техніки.

Сучасні технологічні рішення дають можливість отримувати у різних кліматичних умовах України соломисті корми та сіно високої якості. Такі корми характеризуються значним вмістом каротину (30-50 мг), протеїну (до 12 %) і мають поживність на рівні 0,5-0,6 кормових одиниць на 1 кг. Важливою умовою отримання якісного корму є збирання рослин у оптимальні строки їх розвитку та максимальне збереження поживних і біологічно активних речовин.

Одним із ефективних шляхів збільшення кормової бази для тваринництва є ширше використання соломи, сіна та інших грубих кормів. Їх включення до раціону тварин забезпечує необхідний баланс поживних речовин і мікроелементів. Крім того, такі корми зручні у зберіганні, оскільки за правильної заготівлі можуть тривалий час зберігати свої корисні властивості без значних втрат якості.

Разом з тим, незважаючи на значний потенціал вітчизняного машинобудування, існує потреба у створенні нових технологічних рішень і технічних засобів для заготівлі та переробки рослинної маси. Наявна техніка часто не відповідає сучасним вимогам ефективності та якості виконання технологічних операцій. Зокрема, при традиційному зберіганні соломи у скиртах у полі виникає необхідність її подальшого подрібнення перед використанням, оскільки довжина частинок може перевищувати 200 мм, що ускладнює процес змішування кормів і знижує продуктивність обладнання.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення нових машин і комплексів, зокрема збиральної, подрібнювальної та навантажувальної техніки, які забезпечать підвищення ефективності заготівлі соломистих матеріалів, покращення якості виконання технологічних процесів і водночас відповідатимуть вимогам економічності.

У даному дипломному проєкті запропоновано конструкцію подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів з удосконаленими робочими органами. Використання цієї машини дозволяє знизити собівартість приготування кормових сумішей, зменшити металоємність конструкції та скоротити трудові витрати за рахунок підвищення продуктивності.

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «КОВАЛЬЧУК»

1.1 Загальна організаційно-економічна характеристика ФГ «КОВАЛЬЧУК»

Фермерське господарство «КОВАЛЬЧУК» є самостійним суб'єктом господарювання аграрного сектору, який здійснює виробничу діяльність у сфері сільського господарства. Господарство функціонує на підставі чинного законодавства України, функціонує як самостійний суб'єкт господарювання, наділений правами юридичної особи. Воно має власний баланс, відкриті рахунки в банківських установах, печатку та всі необхідні реквізити для здійснення фінансово-господарської діяльності.

Юридична особа ФГ «КОВАЛЬЧУК», код ЄДРПОУ 33416800, була зареєстрована 20 серпня 2005 року. Розмір статутного капіталу господарства становить 1000,00 грн. Наявність державної реєстрації підтверджує законність діяльності підприємства, а також його право здійснювати виробничу, господарську та комерційну діяльність у межах визначених видів економічної діяльності.

Основним напрямом діяльності ФГ «КОВАЛЬЧУК» є виробництво сільськогосподарської продукції, зокрема продукції рослинництва, а також, за наявності відповідної спеціалізації, продукції тваринництва. Господарство здійснює свою діяльність відповідно до зареєстрованих видів економічної діяльності, серед яких провідне місце займають види діяльності, пов'язані з вирощуванням сільськогосподарських культур, допоміжною діяльністю у рослинництві та іншими напрямками, що забезпечують ефективне функціонування аграрного підприємства.

Вигідність місця розташування господарства визначається насамперед його наближеністю до сільськогосподарських угідь, наявністю транспортного сполучення, зручністю логістики постачання матеріально-технічних ресурсів і реалізації готової продукції. Господарство

знаходиться у Солонянський районі, село Олександропіль. Розміщення господарства у сільськогосподарському регіоні створює сприятливі умови для ведення товарного виробництва, забезпечує доступ до земельних ресурсів, ринку праці, підприємств переробки та каналів збуту продукції. Важливою перевагою є також можливість оперативного виконання польових робіт, що особливо актуально в умовах обмежених агротехнічних строків.

Природно-кліматичні умови зони розташування господарства істотно впливають на результати його діяльності. Для території функціонування фермерського господарства характерні сезонні коливання температур, нерівномірний розподіл опадів упродовж року, а також залежність урожайності сільськогосподарських культур від забезпеченості вологою в критичні періоди вегетації. Погодні умови безпосередньо впливають на строки проведення польових робіт, вибір технологій вирощування культур, рівень урожайності та економічну ефективність виробництва. За сприятливих погодних умов господарство має можливість отримувати стабільні врожаї, тоді як у посушливі або надмірно вологі роки зростає значення раціонального підбору культур, сортів і технічних засобів механізації.

Отже, ФГ «КОВАЛЬЧУК» є аграрним підприємством, діяльність якого базується на ефективному використанні земельних, трудових і матеріально-технічних ресурсів. Вигідне місцерозташування, відповідна спеціалізація, належна організація виробництва та врахування природно-кліматичних умов створюють передумови для стабільного ведення сільськогосподарського виробництва та підвищення його економічної ефективності.

Структура посівних площ господарства є важливим показником, який характеризує виробничий напрям діяльності підприємства, рівень його спеціалізації та раціональність використання земельних ресурсів. Аналіз складу і співвідношення посівів основних сільськогосподарських

культур у ФГ «КОВАЛЬЧУК» дає можливість оцінити зміни у виробничій стратегії господарства, визначити пріоритетні культури та зробити висновки щодо ефективності організації рослинництва (табл.1.1).

Таблиця 1.1

Структура посівних площ господарства

Культура	2023		2024		2025		Середнє значення	
	га	%	га	%	га	%	га	%
Пшениця озима	322,7	35,9	385,3	42,8	654,3	72,7	454,1	50,5
Кукурудза на зерно	276,6	30,7	173,2	19,2	86,8	9,6	178,9	19,9
Ячмінь озимий	69,2	7,7	68,8	7,6	77,2	8,6	71,7	8,0
Ячмінь ярий	75,6	8,4	110,8	12,3	67,8	7,5	84,7	9,4
Горох	18,4	2,0	16,9	1,9	14,0	1,6	16,4	1,8
Соняшник	47,5	5,3	64,9	7,2	47,5	5,3	53,3	5,9
Соя	57,6	6,4	54,1	6,0	39,7	4,4	50,5	5,6
Ріпак озимий	32,3	3,6	26,0	2,9	22,7	2,5	27,0	3,0
Всього	900,0	100,0	900,0	100,0	900,0	100,0	900,0	100,0

Наведені дані свідчать, що структура посівних площ господарства упродовж 2023-2025 років зазнала помітних змін. Найбільшу питому вагу в структурі посівів займає пшениця озима, причому її частка має стійку тенденцію до зростання. Якщо у 2023 році на умовні 900 га її частка становила 35,9 %, то у 2024 році вона зросла до 42,8 %, а у 2025 році досягла вже 72,7 %. Це свідчить про посилення спеціалізації господарства на виробництві озимої пшениці.

Водночас спостерігається істотне скорочення площ під кукурудзою на зерно. Її частка у структурі посівів зменшилася з 30,7 % у 2023 році до 19,2 % у 2024 році та до 9,6 % у 2025 році. Таке зниження може пояснюватися зміною економічної доцільності вирощування цієї культури, коливанням ринкових цін, підвищенням виробничих витрат або переглядом агротехнологічної політики підприємства.

У середньому за три роки найбільшу частку в структурі посівів займає пшениця озима - 50,5 %, на другому місці перебуває кукурудза на

зерно - 19,9 %, далі йдуть ячмінь ярий - 9,4 % та ячмінь озимий - 8,0 %. Інші культури мають значно меншу частку. Це дає підстави стверджувати, що господарство має чітко виражений зерновий напрям спеціалізації з переважанням озимих культур.

Для остаточної оцінки ефективності структури посівів необхідно враховувати не лише площу культур, а й їх урожайність, собівартість продукції, рівень прибутку та рентабельність виробництва (табл.1.2).

Таблиця 1.2.

Фінансові показники діяльності господарства

Культура	Урожайність, т/га	Валовий збір, т	Ціна, грн/т	Собівартість, грн/т	Виручка, тис. грн	Витрати, тис. грн	Прибуток, тис. грн	Рентабельність, %
Пшениця озима	5,2	3402,4	6800	4500	23136,3	15310,8	7825,5	51,1
Кукурудза на зерно	7,0	607,6	5800	4200	3524,1	2551,9	972,2	38,1
Ячмінь озимий	4,4	339,7	6200	4300	2106,1	1460,7	645,4	44,2
Ячмінь ярий	4,1	278,0	6000	4250	1668,0	1181,5	486,5	41,2
Горох	2,6	36,4	10000	6800	364,0	247,5	116,5	47,1
Соняшник	2,8	133,0	15500	10400	2061,5	1383,2	678,3	49,0
Соя	2,5	99,2	16000	10800	1587,2	1071,4	515,8	48,1
Ріпак озимий	3,0	68,1	17500	12100	1191,8	824,0	367,8	44,6
Всього	-	4964,4	-	-	35639,0	24031,0	11608,0	48,3

Отже, економічний аналіз структури посівних площ показав, що найефективнішою за сукупністю показників у 2023-2025 роках є пшениця озима, яка забезпечує найбільший обсяг виручки та прибутку. Високими показниками рентабельності також відзначаються соняшник, соя та ріпак озимий. Загалом структура посівів господарства у досліджуваній період є економічно виправданою, оскільки забезпечує зростання прибутку і підвищення рівня рентабельності виробництва.

У господарстві функціонує свиноферма. Основні економічні показники галузі тваринництва за 2023-2025 роки наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Динаміка середньорічного поголів'я свиней
та аналітичні показники у ФГ «КОВАЛЬЧУК»

Показники	2023	2024	2025
Середньорічне поголів'я, гол.	702	676	640
Абсолютне відхилення до попереднього року, гол.	-	-26	-36
Абсолютне відхилення до 2023 року, гол.	0	-26	-62
Темп росту до попереднього року, %	-	96,3	94,7
Темп росту до 2023 року, %	100,0	96,3	91,2
Темп приросту до попереднього року, %	-	-3,7	-5,3
Темп приросту до 2023 року, %	0,0	-3,7	-8,8
Середнє поголів'я за 2023-2025 рр., гол.	-	-	672,7
Середньорічна зміна поголів'я, гол.	-	-	-31,0

Розвиток тваринництва в господарстві значною мірою характеризується чисельністю поголів'я тварин, оскільки саме цей показник визначає виробничий потенціал галузі, обсяги одержання продукції та економічні результати її функціонування. Тому аналіз динаміки середньорічного поголів'я свиней дає можливість оцінити тенденції розвитку свинарства у ФГ «КОВАЛЬЧУК».

Наведені дані свідчать, що у ФГ «КОВАЛЬЧУК» протягом 2023-2025 років спостерігається поступове скорочення середньорічного поголів'я свиней. У 2025 році порівняно з 2023 роком зменшення становило 62 голови, або 8,8 %. Це вказує на спад у розвитку галузі свинарства та потребує подальшої економічної оцінки причин такого скорочення.

1.2. Механізація виробничих процесів у рослинництві та тваринництві

Для забезпечення стійкого й ефективного ведення землеробства необхідно приділяти значну увагу науково обґрунтованому впровадженню

сівозмін. Раціональне чергування культур у полях є одним із найбільш дієвих агротехнічних заходів, що сприяє зменшенню забур'яненості посівів, поширення шкідників і розвитку хвороб рослин. Крім того, сівозміна дає змогу знизити ризик ерозійних процесів, підтримувати належний рівень родючості ґрунту та більш раціонально використовувати сільськогосподарську техніку, що позитивно впливає на загальну продуктивність праці.

Стосовно галузі рослинництва, необхідно відзначити, що в господарстві забезпечено досить високий рівень механізації виробничих процесів. Це підтверджується статистичними даними, наведеними в таблиці 1.4, які свідчать про наявність необхідних технічних засобів і їх ефективне застосування у виробничій діяльності.

Таблиця 1.4

Забезпеченість механізованим виконанням робіт у рослинництві, %

Технологічні операції	Частка механізованого виконання, %
Сівба сільськогосподарських культур	96
Формування оптимальної густоти посівів	77
Збирання врожаю шляхом скошування	98
Виконання вантажно-розвантажувальних робіт	94
Видалення бур'янистої рослинності	67
Внесення мінеральних добрив у ґрунт	95

За результатами виконаного аналізу встановлено, що серед зернових культур найменших витрат потребує вирощування кукурудзи та озимої пшениці. Серед технічних культур найнижчий рівень собівартості характерний для соняшнику.

Важливим чинником підвищення рівня механізації в галузі рослинництва є наявність сучасного машинно-тракторного парку. Використання нової високопродуктивної техніки дає змогу значно спростити та прискорити виконання основних технологічних операцій у сільському господарстві. Склад і кількість технічних засобів, що

застосовуються в господарстві, наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Склад машинно-тракторного парку господарства

Технічні засоби	Кількість, од.
Трактори Т-150К	2
Трактор ХТЗ-17221	1
Трактори МТЗ-80/82	14
Трактори ЮМЗ-6АКЛ	2
Трактор CEISE MX-255	1
Трактор К-700	1
Плуги на 6 корпусів	1
Плуг на 4 корпуси	1
Плуги на 3 корпуси	6
Ґрунторозпушувачі плоскорізного типу	1
Дискові лушпильники	5
Зчіпки шириною захвату 21 м	3
Зчіпки шириною захвату 11 м	2
Зубчасті борони	80
Причіпні культиватори КПС-4	5
Культиватор John Deere 2210	1
Міжрядні культиватори КРН-5,6	2
Пневматична сівалка точного висіву	1
Сівалки зернового типу СЗ-3,6	6
Сівалки зернового типу СЗ-5,4	4
Сівалки СУПН-8	4
Фронтальні подрібнювачі-навантажувачі ФН-1,4	6
Зернозбиральний комбайн John Deere WTS 9640	1

Наведені дані свідчать, що господарство має достатньо розвинений машинно-тракторний парк, який забезпечує виконання основних технологічних операцій у рослинництві. Найбільшу частку технічних засобів становлять трактори МТЗ-80/82, зубові борони, зернові сівалки та ґрунтообробні машини. Наявність різних типів тракторів, плугів, культиваторів, посівної та збиральної техніки створює умови для своєчасного і якісного виконання польових робіт, що позитивно впливає на рівень механізації виробництва.

1.3. Технічне забезпечення та використання машинно-технічних засобів у агровиробництві

У ФГ «Ковальчук» основна частина сільськогосподарської техніки використовується під час виконання польових робіт механізованими підрозділами. Така організація виробничого процесу дає можливість своєчасно та якісно проводити всі технологічні операції в установлені агротехнічні строки. У результаті зменшуються втрати робочого часу, матеріальних ресурсів і коштів, які можуть виникати через простої техніки або порушення послідовності виконання робіт.

Рациональне застосування машин і агрегатів у межах прийнятої системи організації праці забезпечує ефективне використання наявного машинно-тракторного парку господарства. Це позитивно позначається на загальних показниках діяльності підприємства, оскільки дає змогу скоротити непродуктивні витрати, підвищити продуктивність праці та знизити собівартість вирощеної продукції.

Поточні виробничі та організаційні питання в господарстві вирішуються керівниками відповідних ланок у робочому порядку, безпосередньо в процесі діяльності. Питання більш загального характеру, що стосуються планування, координації робіт або прийняття управлінських рішень, розглядаються керівництвом господарства за участю відповідальних спеціалістів. Така система управління сприяє узгодженій роботі всіх виробничих підрозділів і забезпечує стабільне функціонування підприємства.

Зберігання паливно-мастильних матеріалів у господарстві здійснюється на спеціально обладнаному складі, який одночасно виконує функції заправного пункту для техніки. Для безпечної експлуатації на об'єкті передбачено відповідні засоби пожежогасіння, а також обладнання для відпуску дизельного палива, бензину та мастильних матеріалів.

Відпрацьовані мастила збираються в окремі ємності та надалі використовуються відповідно до виробничих потреб або передаються для подальшого поводження згідно з установленими вимогами.

Технічне обслуговування резервуарів, паливороздавального обладнання та очищення ємностей проводиться періодично спеціально призначеними працівниками або обслуговуючим персоналом. Осад і залишки, що накопичуються в процесі експлуатації, видаляються та збираються у спеціально відведені ємності, що дає змогу підтримувати належний технічний і санітарний стан паливного господарства.

Заправлення тракторів, автомобілів та іншої техніки у ФГ «Ковальчук» здійснюється відповідно до встановленого порядку. Перед виконанням робіт механізатор або водій отримує документ, у якому зазначено обсяг пального, необхідний для виконання конкретного виробничого завдання. Для контролю витрат на кожну одиницю техніки ведеться відповідний обліковий документ, де фіксується кількість виданих паливно-мастильних матеріалів.

З урахуванням значної вартості пального та мастил у господарстві організовано постійний контроль за їх використанням. Облік веде відповідальна особа, яка контролює видачу, фактичне споживання та відповідність установленим нормам. У разі необґрунтованого перевищення витрат відповідальність покладається на працівника, за яким закріплено відповідну машину або агрегат. Такий підхід сприяє раціональному використанню ресурсів, дисциплінує персонал і дозволяє уникати зайвих витрат у виробничій діяльності господарства.

Висновок по розділу

Фермерське господарство «Ковальчук» є сільськогосподарським підприємством, яке здійснює виробничу діяльність у галузях рослинництва

та тваринництва. Основу його діяльності становить вирощування сільськогосподарських культур, а також утримання поголів'я тварин, що дає змогу забезпечувати комплексний характер виробництва. Важливою перевагою господарства є раціональне використання земельних ресурсів, наявність машинно-тракторного парку та належний рівень механізації основних виробничих процесів.

Ефективність діяльності ФГ «Ковальчук» значною мірою залежить від правильної організації виробництва, дотримання агротехнічних вимог і своєчасного виконання польових робіт. Раціональна структура посівних площ, впровадження сівозмін, використання сучасної техніки та контроль за витратами матеріальних ресурсів створюють передумови для підвищення продуктивності праці й зниження собівартості продукції.

2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ-НАВАНТАЖУВАЧІВ ТА ЗМІШУВАЧІВ КОРМОВИХ СУМІШІВ

2.1. Огляд конструкцій подрібнювачів-навантажувачів

Існує подрібнювач-навантажувач соломистих матеріалів ФН-1.4 (рис.2.1.) призначений для механізації процесів підбирання, подрібнення та завантаження соломи, сіна та інших грубих кормів у транспортні засоби або безпосередньо у кормороздавачі. Машина широко застосовується у тваринницьких господарствах при заготівлі кормів та підготовці компонентів для кормових сумішей.

Агрегатується ФН-1.4 із колісними тракторами тягового класу 1,4 і приводиться в дію від вала відбору потужності (ВВП). Конструкція машини забезпечує безперервність технологічного процесу, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та зменшити витрати ручної праці.

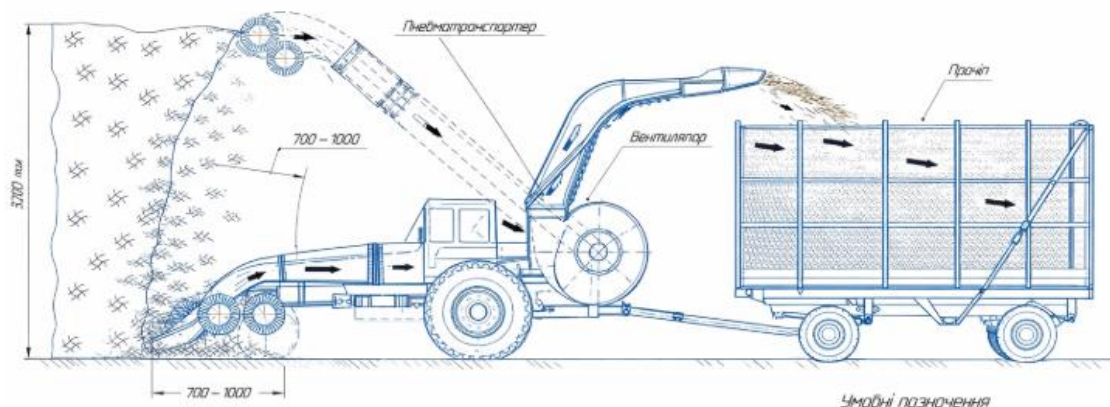


Рис. 2.1. Подрібнювач-навантажувач соломистих матеріалів ФН-1.4

Конструктивно подрібнювач-навантажувач складається з таких основних вузлів: рама - слугує основою для кріплення всіх робочих органів і агрегатів; ходова частина - забезпечує переміщення машини по полю або

території господарства; підбирач - призначений для захоплення соломистого матеріалу з валків або скирт; подавальний механізм - транспортує матеріал до подрібнювального апарата; подрібнювальний апарат - виконує подрібнення соломи (зазвичай молоткового або ножового типу); вентилятор (пневмотранспортер) - створює повітряний потік для переміщення подрібненої маси; викидний трубопровід (жолоб) - направляє матеріал у транспортний засіб; привідний механізм - передає крутний момент від ВВП трактора до робочих органів. Усі вузли працюють узгоджено, забезпечуючи безперервність технологічного процесу.

Робочий процес машини починається із підбирання соломи підбирачем, який обертається та захоплює матеріал із поверхні поля або зі скирти. Далі солома подається до подрібнювального апарата, де під дією швидко обертових робочих органів (ножів або молотків) відбувається її подрібнення до необхідного розміру.

Після подрібнення матеріал потрапляє у зону дії вентилятора, який створює повітряний потік і транспортує подрібнену масу через викидний трубопровід у кузов причепа або інший приймальний бункер. Напрямок подачі можна регулювати, що забезпечує рівномірне завантаження транспортного засобу.

Запропонована машина має низку суттєвих переваг, які роблять її ефективною у виробничих умовах. Насамперед її використання дає можливість поєднати в одному агрегаті одразу кілька технологічних операцій, а саме підбір, подрібнення та навантаження матеріалу. Завдяки цьому спрощується організація технологічного процесу та скорочується потреба у використанні додаткових машин і обладнання.

Важливою перевагою машини є також значне підвищення продуктивності праці, оскільки виконання кількох операцій одночасно дає змогу зменшити затрати часу та трудових ресурсів. Крім того, у процесі роботи знижуються втрати кормів, що позитивно впливає на загальну ефективність заготівлі та використання кормової сировини. Машина

забезпечує рівномірне подрібнення матеріалу, що є важливою умовою для подальшого приготування якісних кормових сумішей. Ще однією перевагою є можливість використання соломи як складової кормів, що розширює напрями її практичного застосування в господарстві. Одночасно скорочуються витрати на транспортування та підготовку кормів, що сприяє зменшенню собівартості виробничого процесу.

Подрібнювач сіна та соломи, тюків А.ТОМ (рис.2.2.) призначений для ефективного подрібнення кормів у тюках різної форми - як круглих, так і прямокутних. Конструкція машини відзначається простотою та надійністю в роботі. Завдяки поєднанню гідромеханічної системи типу «млина» з мобільною причіпною базою, агрегат можна використовувати не лише для підготовки подрібненого корму для змішування, але й для заготівлі підстилкового матеріалу.



Рис.2.2. Подрібнювач сіна та соломи, тюків А.ТОМ

Процес подрібнення здійснюється за допомогою роторного барабана, оснащеного спеціальними ножами та молотками, що вільно обертаються. Робочі елементи мають твердосплавні напайки (зокрема з карбіду вольфраму), що забезпечує їх високу зносостійкість і тривалий термін

експлуатації. Наявність регульованого обмежувача у конструкції нерухомого днища забезпечує можливість регулювання подачі матеріалу в зону дії молотків подрібнювального апарата.

Конструкція подрібнювача дозволяє регулювати ступінь подрібнення матеріалу. Завдяки налаштуванню ножів можна отримувати різну довжину частинок залежно від виду корму - приблизно від 2 до 10 см. Технічні характеристики подрібнювача наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики подрібнювача

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Габаритна ширина	мм	3007
2	Габаритна висота	мм	3474
3	Габаритна довжина	мм	4216
4	Експлуатаційна маса	кг	2237
5	Потрібна потужність трактора	к.с.	від 180
6	Продуктивність	т/год	40

Аналіз конструкції подрібнювача соломи АТОМ свідчить про те, що дана машина є ефективним технічним засобом для обробки грубих кормів. Завдяки поєднанню роторного подрібнювального механізму з твердосплавними робочими органами забезпечується висока якість подрібнення та довговічність експлуатації.

Можливість регулювання довжини частинок дозволяє адаптувати роботу машини до різних типів кормів і технологічних потреб господарства. Крім того, універсальність агрегату дає змогу використовувати його як для приготування кормових сумішей, так і для заготівлі підстилки.

Разом з тим, до недоліків можна віднести значну потребу у потужності трактора та відносно високу масу машини, що може обмежувати її використання в господарствах із менш потужною технікою.

Навісний подрібнювач соломи Tomahawk 505XL (рис.2.3.) є сучасною універсальною машиною, призначеною для ефективного

подрібнення сухої соломи та її рівномірного розподілення на поверхні поля або у приміщеннях для утримання тварин. Агрегат працює у комплекті з трактором потужністю близько 100 к.с., що забезпечує достатню енергоозброєність для стабільної роботи навіть за значних обсягів матеріалу.



Рис. 2.3. Навісний подрібнювач соломи Tomahawk 505XL

Основною особливістю даного подрібнювача є можливість не лише подрібнювати солому, але й здійснювати її розкидання на відстань до 10 метрів. Це дозволяє ефективно використовувати машину для підготовки підстилки у тваринницьких приміщеннях або рівномірного розподілу рослинних решток на полі. Конструкція передбачає можливість подачі подрібненої маси як в один, так і у два боки від трактора, що значно підвищує маневреність і зручність експлуатації. Технічні характеристики наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Технічні характеристики подрібнювач соломи Tomahawk 505XL

Характеристика	Значення
Модель агрегату	505XL
Робоча ширина захвату, м	2,48
Діаметр робочого барабана, м	1,83
Найбільший діаметр круглого тюка, м	1,8
Граничні розміри прямокутного тюка, м	1,2 × 1,2
Повна висота машини у робочому стані, м	2,78
Габаритна ширина при складених жолобах, м	2,05
Висота вивантаження через нижній канал, м	0,4
Висота вивантаження через верхній канал, м	1,09
Загальна довжина машини, м	3,68
Можливість розширення барабана	відсутня
Робоча ширина при використанні висувного жолоба, м	2,35
Максимальна висота вивантаження (висувний жолоб), м	2,84
Робоча висота вивантаження висувного жолоба, м	1,9
Маса агрегату, кг	1073
Потрібна потужність трактора, к.с.	100
Характер подрібнення соломи	дрібна фракція
Використання для підстилки (бокси), (безприв'язне утримання)	передбачено

Подрібнювальний процес здійснюється за допомогою роторного механізму з ножами або молотками, які забезпечують інтенсивне руйнування структури соломи до необхідної фракції. Отриманий матеріал під дією повітряного потоку або відцентрових сил подається через направляючі канали у зону розкидання. Завдяки цьому забезпечується рівномірний розподіл соломи без утворення скупчень.

Серед переваг подрібнювача Tomahawk 505XL слід відзначити універсальність застосування, високу продуктивність, простоту конструкції та надійність у роботі. Машина дозволяє значно скоротити трудові витрати при заготівлі підстилки та обробці соломи, а також підвищити ефективність використання рослинних решток.

2.2. Огляд конструкцій подрібнювачів-змішувачів

Агрегат для приготування кормових сумішей АПК-10А (рис.2.4.) призначений для комплексної обробки різних видів кормів із одночасним виконанням операцій подрібнення та змішування. Машина забезпечує ефективну переробку силосу, сінажу, коренебульбоплодів, а також грубих і концентрованих кормів із можливістю введення рідких добавок та розчинів.



Рис.2.4. Схема агрегату для приготування кормових сумішей АПК-10А

1 - подрібнювально-змішувальний пристрій; 2 - транспортер подачі сировини; 3 - пристрій дозування концентрованих кормів; 4 - механізм подачі мікродобавок; 5 - шнековий мийний апарат для коренебульбоплодів; 6 - насосне обладнання; 7 - відстійна ємність; 8 - транспортер для вивантаження готової суміші.

Окрім основного призначення, агрегат може використовуватись для приготування комбінованого силосу, що значно розширює його функціональні можливості. Також машина придатна для подрібнення грубих кормів незалежно від їх вологості, а у разі необхідності - для миття коренебульбоплодів без подальшого їх подрібнення.

До складу агрегату входять основні функціональні вузли: шнекова мийка, яка забезпечує очищення сировини; подрібнювач-змішувач, де відбувається основний технологічний процес; стрічковий транспортер для подачі матеріалу; вивантажувальний транспортер для подальшого переміщення готової суміші; а також відцентровий і фекальний насоси, що забезпечують подачу рідин та роботу гідросистеми.

Подрібнювач-змішувач виконаний у вигляді барабана, розміщеного всередині циліндричного корпусу. Основою барабана є вал, на якому закріплені диски двох типів - круглі та трикутні, розташовані у певній послідовності.

Між круглими дисками на спеціальних осях жорстко закріплені ножі, які забезпечують подрібнення матеріалу. Водночас між трикутними дисками встановлені шарнірно підвішені молотки, що сприяють додатковому подрібненню та перемішуванню кормової маси.

У зоні подачі сировини на барабані передбачено дві лопаті, які очищають передню торцеву частину кожуха від налиплого матеріалу. У зоні вивантаження встановлено три лопаті, закріплені на кронштейнах, які забезпечують ефективне переміщення та виведення готової кормової суміші з робочої камери.

На корпусі подрібнювача-змішувача передбачено чотири технологічні отвори. Через перший із них у робочу камеру за допомогою стрічкового транспортера подаються стеблові корми. Другий отвір з'єднаний із шнековою мийкою коренебульбоплодів через спеціальну перехідну горловину.

Ця горловина обладнана знімною кришкою, яка забезпечує доступ до внутрішньої частини барабана для обслуговування. У випадку, коли необхідно здійснювати лише миття коренеплодів без їх подрібнення, кришку встановлюють у зворотному положенні під нахилом і фіксують за допомогою двох болтів. За такого режиму роботи коренебульбоплоди не потрапляють у подрібнювач-змішувач, а вивантажуються цілими.

З протилежного боку від кришки до горловини приєднано розпилювальний пристрій, який призначений для подачі в подрібнювач-змішувач розчинів мікродобавок або інших рідких компонентів.

Третій отвір використовується як вивантажувальний патрубок, до якого приєднують перехідну камеру скребкового транспортера ТС-40М. У четвертому отворі розміщено деку, обладнану двома пластинами, які під час роботи взаємодіють із кормовою масою. Кріплення деки здійснюється в напрямних болтовим способом, а її положення налаштовують за допомогою чотирьох регулювальних гвинтів. Це дає змогу змінювати величину робочого зазору в зоні проходження ножів барабана.

У торцевих частинах кожуха передбачено технологічні отвори, закриті кришками. Вони призначені для зняття осей підвісу під час перестановки або заміни ножів і молотків. За потреби до подрібнювача-змішувача можна додатково подавати концентровані корми, для чого на відповідний отвір встановлюють знімний лоток.

Система приводу подрібнювача-змішувача складається з електродвигуна, відцентрової муфти та клинопасової передачі. Використання відцентрової муфти дає змогу забезпечити більш плавне ввімкнення машини та зменшити навантаження під час набору барабаном робочої частоти обертання. До складу муфти входять шків, хрестовина, колодки, пластинчасті пружини, підшипникові вузли та захисний кожух.

Перед початком роботи приймальний бункер заповнюють водою, яку подають із водопроводу або відстійника. Після запуску всіх механізмів агрегату коренебульбоплоди завантажують у бункер порціями приблизно

по 0,5 т. У приймальній камері вони спочатку замочуються, що сприяє розм'якшенню забруднень і їх частковому видаленню. Далі коренеплоди за допомогою шнека переміщуються вгору, де додатково очищаються струменями води, що подаються через розбризкувач.

Після завершення процесу миття коренебульбоплоди за допомогою шнека транспортуються до подрібнювача-змішувача, де під впливом молоткових робочих органів подрібнюються до фракції орієнтовно 10-15 мм.

Стеблові корми (сіно, сінаж або силос) із бункера живильника надходять на стрічковий транспортер і через завантажувальну горловину подаються у подрібнювач-змішувач. У першій зоні робочої камери вони подрібнюються ножами, після чого в другій зоні додатково розщеплюються молотками вздовж волокон. У цей же час відбувається інтенсивне перемішування з подрібненими коренебульбоплодами, концентрованими кормами та поживними добавками.

Концентровані корми і рідкі поживні компоненти готуються окремо та подаються у загальний потік у процесі змішування.

Готова кормова суміш за допомогою лопатей викидного механізму виводиться з робочої камери на розвантажувальний скребковий транспортер, який подає її у транспортні засоби або інші приймальні ємності.

Регулювання складу кормової суміші здійснюється шляхом зміни подачі окремих компонентів. Це досягається підбором передавальних відношень привода шнека мийки, використанням дозувальних пристроїв, а також регулюванням роботи бункерів-живильників для стеблових, концентрованих кормів і мікродобавок. Також є патент на корисну модель № 126071 подрібнювач кормів (рис.2.5.), в основу розробки покладено задачу вдосконалення конструкції подрібнювача кормів з метою підвищення ефективності процесу подрібнення та зниження енергоспоживання при забезпеченні необхідних зоотехнічних показників.

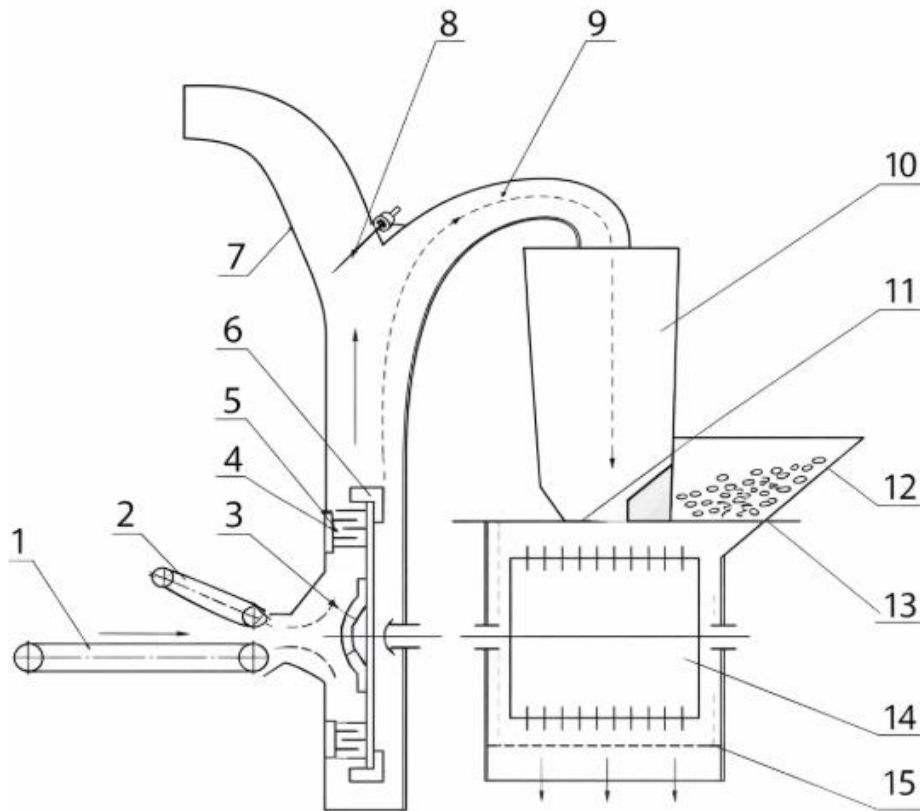


Рис.2.5. Патент на корисну модель № 126071 подрібнювач кормів

Подрібнювач кормів складається з горизонтального транспортера 1, який забезпечує подачу вихідної сировини, та похилого ущільнювального транспортера 2. У конструкції також передбачені лопаті вентилятора 3, а також штифти 4, розміщені на нерухомому 5 і рухомому 6 дисках.

Для виведення подрібненого матеріалу використовується розвантажувальний кормопровід 7. Напрямок руху продукту регулюється за допомогою заслінки 8. Додатково встановлено проміжний кормопровід 9, який з'єднується з накопичувачем 10. У системі також передбачена заслінка 11, завантажувальний бункер 12 і ручна регульовальна заслінка 13.

Основним робочим органом є подрібнювальний ротор 14, що складається з дисків-основ, у яких виконані отвори для встановлення пальців. На цих пальцях шарнірно закріплені молотки, що здійснюють подрібнення матеріалу. У подрібнювальній камері розміщене змінне решето 15, яке визначає розмір отриманої фракції.

Привід машини включає муфти зчеплення 16 і 17 та електродвигун 18, що забезпечує роботу всіх механізмів.

Робота подрібнювача відбувається наступним чином. Під час подрібнення грубих кормів вмикають електропривод 18, який приводить у дію горизонтальний і похилий транспортери, а також рухомий диск зі штифтами. Перед початком роботи включають муфту 16, тоді як муфту 17 роз'єднують. Одночасно заслінкою 8 перекривають проміжний кормопровід, спрямовуючи потік матеріалу у потрібному напрямку.

Після виходу рухомого диска 6 на номінальну частоту обертання стеблові корми подаються на горизонтальний транспортер 1, де далі ущільнюються за допомогою похилого транспортера 2. Після цього матеріал захоплюється лопатями вентилятора 3 і спрямовується до подрібнювального вузла, утвореного штифтами 4, які розміщені на нерухомому 5 та рухомому 6 дисках.

Проходячи між штифтами, соломиста маса піддається інтенсивній механічній обробці, а потім за рахунок повітряного потоку, створеного вентилятором, виводиться з робочої камери через розвантажувальний кормопровід 7.

Завдяки дії штифтів, закріплених на обох дисках, корм подрібнюється комплексно - шляхом розривання, дроблення та перетирання. При цьому руйнування структури відбувається як уздовж, так і впоперек волокон, що сприяє отриманню більш м'якої маси, яка краще зволожується та легше поїдається тваринами.

Розмір частинок після подрібнення зазвичай знаходиться в межах 20-80 мм. Для досягнення якісного результату вологість оброблюваних грубих кормів не повинна перевищувати 25 %.

Ступінь подрібнення регулюється шляхом симетричної зміни кількості штифтів на нерухомому та рухомому дисках, що дозволяє адаптувати роботу машини до різних умов і вимог.

Висновки по розділу

1. Дослідження конструкцій існуючих машин (ФН-1.4, АТОМ, Tomahawk 505XL, АПК-10А та ін.) показало, що найбільш ефективними є агрегати, які поєднують кілька технологічних операцій - подрібнення, транспортування, змішування та завантаження кормів. Використання таких машин дозволяє значно зменшити трудові витрати, підвищити продуктивність праці та забезпечити рівномірність кормових сумішей.

2. Встановлено, що важливим фактором якісного подрібнення є конструкція робочих органів (ножів, молотків, штифтів), а також правильний підбір режимів роботи та вологості матеріалу. Застосування пневматичних систем транспортування забезпечує безперервність процесу та зменшення втрат кормів. Разом з тим існуючі конструкції мають певні недоліки, зокрема підвищене енергоспоживання, зношування робочих органів та недостатню універсальність у роботі з різними видами кормів. Це обумовлює необхідність подальшого вдосконалення подрібнювальної техніки.

3. Отже, удосконалення конструкції подрібнювачів кормів, спрямоване на зниження енерговитрат, підвищення якості подрібнення та забезпечення відповідності зоотехнічним вимогам, є актуальним напрямком розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування.

3. ОГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ ВДОСКОНАЛЕНОГО ПОДРІБНЮВАЧА-НАВАНТАЖУВАЧА

3.1 Розробка конструкції та робочий процес удосконаленого навантажувача-подрібнювача

Для подрібнення соломистої маси застосовується агрегат, який складається з енергетичного засобу - трактора тягового класу 1,4, розробленого подрібнювача-навантажувача та причепа 2ПТС-4-887, обладнаного сітчастим дахом. Подрібнювач встановлюється на трактор, а причіп приєднується до його серги. Схема роботи спроектованого подрібнювача-навантажувача наведена на рисунку 3.1.

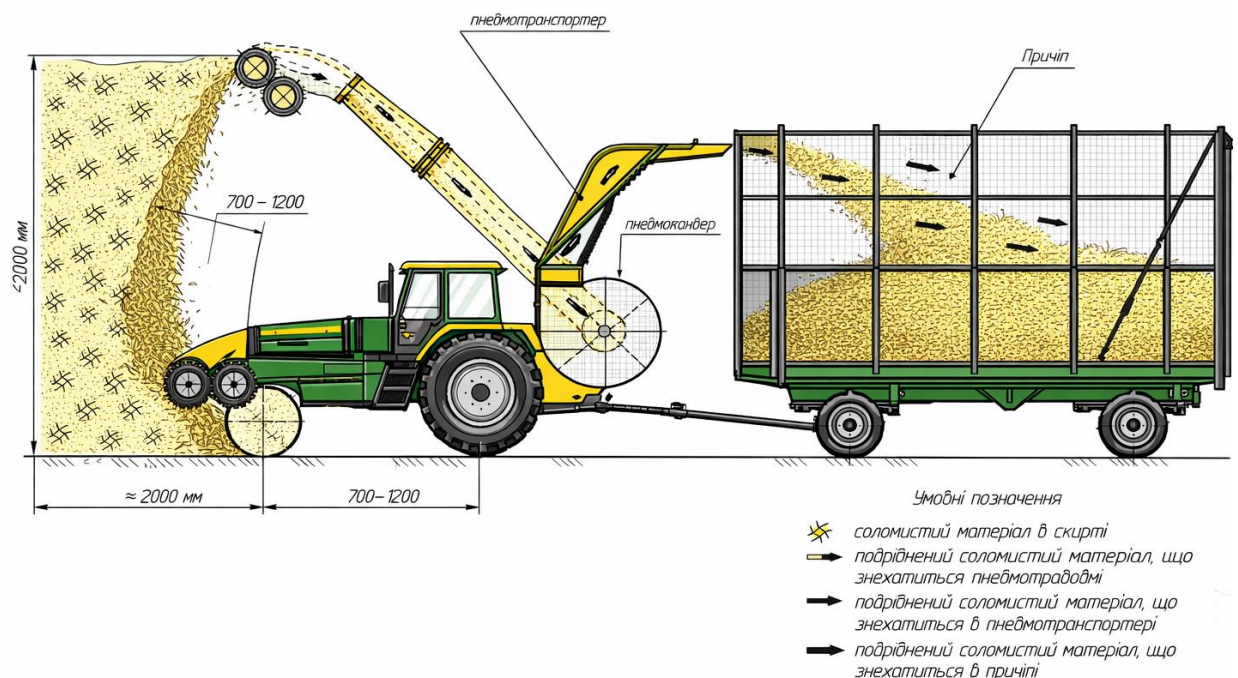


Рис.3.1. Схема роботи спроектованого подрібнювача-навантажувача

У проєктованій машині передбачено встановлення двох подрібнювальних барабанів. Вони працюють із частотою обертання близько 1700 об/хв і за рахунок ударної дії молотків ефективно подрібнюють соломисту масу, що знаходиться у скирті.

Вал подрібнювального барабана виконаний у вигляді труби, до якої з обох боків приварені цапфи. На цапгах передбачені посадкові місця для встановлення підшипників, а також шліцьові ділянки для монтажу приводного шківів та відрізного диска. З лівого боку (за напрямком руху машини) на шліцах закріплено приводний шків, а з правого - відрізний диск. Цей диск служить для відділення вже подрібненої маси від основного масиву скирти.

У проєктованому подрібнювальному барабані кожен молоток закріплюється окремо, що значно полегшує їх заміну під час ремонту. До труби вала приварюється 96 хомутів, розташованих у 8 рядів. У кожному хомуті молоток встановлюється на осі типу 22-10X5x36 (ГОСТ 9650-71), яка для надійності фіксується шпінтом 2,5×18-001 (ГОСТ 397-79), що запобігає її випадінню.

На відміну від машини-аналога, де молотки виготовлені з круглих прутків, у запропонованій конструкції вони виконані з листової сталі марки 65Г товщиною 3 мм і загартовані до твердості 45-50 HRC. Завдяки наявності гострих робочих кромek такі молотки відзначаються підвищеною надійністю, забезпечують вищу продуктивність і потребують менших енергетичних витрат під час подрібнення соломистих матеріалів.

Процес подрібнення соломистої маси, що знаходиться у скирті, відбувається так. Агрегат під керуванням тракториста під'їжджає до лівого краю торця скирти (за напрямком руху). Після цього вмикається привід подрібнювача, і за допомогою гідросистеми пневмопровід піднімається у верхнє положення. Далі трактор під'їжджає до скирти так, щоб барабан заходив у масу приблизно на 80-90% своєї довжини.

Коли барабани працюють на максимальних обертах, гідросистемою опускають пневмопровід разом із подрібнювальним апаратом, який виконує подрібнення та розділення волокон сіна. У результаті відбувається інтенсивне руйнування соломистої маси.

Подрібнений матеріал через патрубок, трубу та коліно надходить у пневмотранспортер. Поток повітря, що створюється вентилятором, ця маса

транспортується в причіп 2ПТС-4-887. Для правильного спрямування матеріалу в кузов причепа використовується дефлектор.

3.2. Визначення потужності, необхідної для приводу подрібнювального пристрою

У проєктованому подрібнювачі-навантажувачі подрібнювальний вузол включає два барабани. Потужність, необхідна для приводу цього пристрою, визначається так:

$$N = 2N_6 \quad (3.1)$$

де N - потужність, необхідна для приводу подрібнюючого пристрою, Вт;

N_6 - потужність, необхідна для приводу одного подрібнюючого барабана, Вт;

Потужність, яка необхідна для приводу одного подрібнюючого барабана становить:

$$N_6 = N_{\text{подр.}} + N_{\text{ц}} + N_{\text{хх}} \quad (3.2)$$

де $N_{\text{подр.}}$ - Корисна потужність на подрібнення соломистого матеріалу, Вт;

$N_{\text{ц}}$ - Енергетичні витрати на циркуляцію повітряно-продуктової маси в кожусі подрібнювача, кВт;

$N_{\text{хх}}$ - Втрати потужності на тертя в підшипниках, кВт.

Корисна потужність, що витрачається на забезпечення циркуляції повітряно-матеріального потоку в кожусі подрібнювального апарата $N_{\text{ц}}$, а також потужність холостого ходу $N_{\text{хх}}$ зазвичай визначають експериментальним шляхом. Для практичних розрахунків їх сумарне значення

з достатньою точністю приймають на рівні 15-20 % від потужності, яка безпосередньо витрачається на процес подрібнення матеріалу $N_{\text{подр.}}$ [4].

Тоді,

$$N_6 = N_{\text{подр.}} + (0,15 \dots 0,2) N_{\text{подр.}} \quad (3.3)$$

Звідки:

$$N_6 = (1,15 \dots 1,20) N_{\text{подр.}}, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

Потужність, що витрачається на подрібнення становить:

$$N_{\text{подр.}} = A_{\text{подр.}} q, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

де $A_{\text{подр.}}$ - робота подрібнювача, Вт*с/кг;

$q_{\text{п}} = 1,38$ кг/с - задана продуктивність подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів. Приймаємо, що на один барабан приходить половина продуктивності подрібнювача, тоді $q = 0,68$ кг/с.

Роботу, що затрачається на подрібнення, визначаємо за формулою [4]:

$$A_{\text{подр.}} = C_{\text{пр}} [C_J \ln l^3 + C_S (1 - l)] \chi, \quad (3.6)$$

де $A_{\text{подр.}}$ - питома робота подрібнення соломистих матеріалів одним барабаном; Дж/кг;

$C_{\text{пр}}$ - поправковий коефіцієнт для соломи $C_{\text{пр}} = 0,7 \dots 0,9$ [4].

Приймаємо $C_{\text{пр}} = 0,9$.

C_J - питомий коефіцієнт пружної деформації корму. Згідно [4]

$$C_J = 120 \text{ Дж/кг};$$

C_S - питомий коефіцієнт енергії утворення нових поверхонь при подрібненні корму $C_S = 1,2 \dots 1,3$. [4]. Беремо $C_S = 1,3$;

l - інтенсивність подрібнення, [4].

Інтенсивність подрібнення розраховується за даною залежністю:

$$l = \frac{L}{l}, \quad (3.7)$$

де L та l - довжина продукту до подрібнення і після подрібнення відповідно.

Оскільки в скирті солома має різну довжину, то для проведення розрахунків береться середній ступінь подрібнення. $l = 3$.

$n = 96$ - кількість молотків на закріплених на барабані.

За результатами підстановки наведених величин у формулу одержуємо роботу:

$$A_{\text{подр.}} = 0,9 \cdot 120 \cdot n \cdot l^3 + 1,3(3 - l) \cdot n = 13972 \text{ Дж}$$

Розрахункова потужність одного барабана на подрібнення:

$$N_{\text{подр.}} = 13972 \cdot 0,68 = 9501 \text{ Вт.}$$

Розрахункова повна потужність приводу одного барабана становить:

$$N_6 = 1,2 \cdot 9501 = 11401,2 \text{ Вт.}$$

Потужність яка затрачається на привід подрібнюючого пристрою рівна:

$$N = 2 \cdot 11401,2 = 22802,4 \text{ Вт} = 22,8 \text{ кВт}$$

Розрахунок показав, що основна частка енергії витрачається безпосередньо на процес подрібнення матеріалу, тоді як витрати на створення повітряного потоку та холостий хід становлять близько 15-20 % від корисної потужності, що відповідає довідковим даним. Також враховано вплив ступеня

подрібнення, фізико-механічних властивостей матеріалу та конструктивних параметрів барабана.

Отримані значення потужності свідчать про працездатність і енергетичну доцільність запропонованої конструкції. Обрана схема з двома барабанами дозволяє підвищити продуктивність подрібнювача при раціональному використанні енергії та забезпечує стабільну роботу агрегату в реальних умовах експлуатації.

3.3. Визначення основних параметрів пасової передачі барабана подрібнювача

Із умови довговічності вибираємо діаметр ведучого шківа приводу подрібнюючого барабана $d_1 = 315$

Визначаємо діаметр веденого шківа d_2 , мм:

$$d_2 = u \cdot d_1 (1 - \epsilon), \quad (3.8)$$

де u - передаточне відношення пасової передачі;

ϵ - коефіцієнт ковзання, $\epsilon = 0,01 \dots 0,02$

Після підстановки числових даних, отримаємо:

$$d_2 = 0,89 \cdot 315 (1 - 0,01) = 277,54 \text{ мм}$$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого стандартного значення [4].

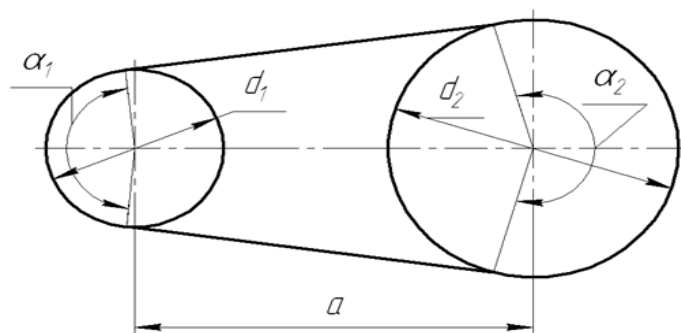


Рис.3.2. Розрахункова схема пасової передачі приводу подрібнюючого барабана

Приймаємо $d_2 = 280$

Визначаємо фактичне передаточне відношення:

$$u_{\phi} = \frac{d_1}{d_2(1 - \epsilon)} \quad (3.9)$$

$$u_{\phi} = \frac{280}{315(1 - 0,01)} = 0,898$$

Перевіряємо відхилення фактичного передаточного співвідношення від заданого:

$$Du = \frac{|u_{\phi} - u|}{u} 100\% \leq 3\% \quad (3.10)$$

Підставимо числові дані:

$$Du = \frac{|0,898 - 0,89|}{0,89} 100\% = 0,89\% \leq 3\%$$

Умова (3.10) виконується.

Орієнтовану міжвісьову відстань визначаємо виходячи із ескізної компоновки подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів.
 $a = 4500 \text{ мм}$

Визначаємо розрахункову довжину пасу, l :

$$l = 2a + \frac{p}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (3.11)$$

$$l = 2 \cdot 4500 + \frac{p}{2}(280 + 315) + \frac{(280 - 315)^2}{4 \cdot 4500} = 9934,22$$

Отримане значення заокруглюємо до стандартного ряду [24].
Приймаємо $l = 10000 \text{ мм}$.

Уточнюємо значення міжвісової відстані a по стандартній довжині пасу l :

$$a = \frac{1}{8} \{ 2l - p(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - p(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 + d_1)^2} \} \quad (3.12)$$

Підставивши числові дані, отримаємо:

$$a = \frac{1}{8} \{ 240000 - 3.14(280 + 315) + \sqrt{[240000 - 3.14(280 + 315)]^2 - 8(280 - 315)^2} \} = 4533$$

Розраховуємо кут обхвату пасом на ведучому шківі a_1 , град:

$$a_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a}. \quad (3.13)$$

$$a_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{315 - 280}{4533} = 179.55^\circ$$

Визначаємо швидкість пасу:

$$J = \frac{p d_1 n_1}{60 \cdot 10^3} \text{ J [J]}, \quad (3.14)$$

де d_1 діаметр шківів приводу, мм $d_1 = 315$;

n_1 - обертова частота ведучого шківів, $n_1 = 1532$ об/хв.

$[J]$ - максимально допустима швидкість пасів, м/с, $[J] = 35$ м/с

$$J = \frac{p \cdot 315 \cdot 1532}{60 \cdot 10^3} = 25.06 \text{ м/с}$$

Визначаємо частоту пробігів пасів:

$$U = \frac{1}{J} i \text{ [U]} \quad (3.15)$$

де $[U]$ - допустима частота пробігів, $[U] = 15 \text{ с}^{-1}$

$$U = \frac{10000}{25.06} = 399,04 \text{ i } [U] = 15$$

Визначаємо силу тиску на вал від пасових передач. Для цього необхідно визначити профіль паса. По ГОСТ-1284.3-80 для меншого діаметру пасу шківа $d_1 = 315$ мм з частотою обертання $n=1532$ об⁻¹. Приймаємо профіль паса Г, для якого номінальна передавана потужність $P_p = 16,78$.

Визначаємо колову силу F_t , яка передається пасом:

$$F_t = \frac{N \Psi 0^3}{J}. \quad (3.16)$$

$$F_t = \frac{11.4 \Psi 0^3}{25.06} = 454,9 \text{ Н}$$

Сила попереднього натягу пасу рівна:

$$F_0 = A \Psi_0$$

де s_0 - початкове напруження в пасі, для клинових пасів $s_0=2\text{Н/мм}^2$, [4];

A - площа поперечного перерізу пасу для профілю Г $A=476 \text{ мм}^2$.

$$F_0 = 476 \Psi = 952 \text{ Н}$$

Визначаємо силу тиску на вал:

$$F_{оп} = 2F_0 z \sin \frac{\alpha_1}{2}. \quad (3.17)$$

де z - кількість пасів $z=1$;

$$F_{\text{оп}} = 2 \cdot 52 \cdot \sin \frac{179,55}{2} = 1903,98 \text{ Н.}$$

У результаті виконаного розрахунку пасової передачі приводу подрібнювального барабана визначено основні геометричні та силові параметри приводу. Обрано діаметри ведучого і веденого шківів із урахуванням умов довговічності та стандартного ряду, при цьому фактичне передаточне відношення відповідає заданому і знаходиться в допустимих межах відхилення.

3.4. Визначення геометричних та міцнісних параметрів привідного вала

Вихідними даними для розрахунку є потужність, що передається валом $N_6 = 11,40$, кВт, а також частота його обертання, $n = 1708$ об/хв.

На валу закріплені хомути, до яких підвішені молотки, і встановлені елементи клинопасової передачі. Відстань між опорами (підшипниками) становить 1270 мм, а відстань від осі підшипника до центра шківів - 40 мм.

Сам вал виконаний пустотілим у вигляді труби зі сталі 20, тоді як цапфи виготовлені зі сталі 45.

Розробляємо конструкцію.

Діаметр вихідного кінця вала [24]:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T 10^3}{0,2[t]}}, \quad (3.18)$$

де $T = 63,77$ Нм - обертовий момент на валу;

$[t]$ - допустима напруга при крученні, Н/мм²;

Приймаємо $[t] = 10$ Н/мм².

Діаметр вихідного кінця приводного вала підбирача валків сіна становить:

$$d = \sqrt[3]{\frac{63,77 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 10}} = 31,71 \text{ мм.}$$

Згідно ГОСТ 12080-66 приймаємо $d = 32 \text{ мм.}$

Для ступенів вала $d=32$. вибираємо шліци $d-8 \times 32 \times 38e8 \times 6d9$.

Діаметр вала, під підшипник:

$$d_{\pi} = d + 2t, \text{ мм,} \quad (3.19)$$

де t - висота буртика, $t = 2 \text{ мм}$ [24]:

$$d_{\pi} = 32 + 2 \cdot 2 = 36, \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 12080-66 приймаємо $d_{\pi} = 40 \text{ мм.}$

Попередньо вибираємо для вала кулькові самовстановлюючі підшипники середньої серії 1308 ГОСТ 28428 -90.

Розрахунок валу барабану на міцність. Для сталі 20 по ГОСТ1050-74, границя міцності $s_b = 412 \text{ МПа}$, границя текучості $s_{\tau} = 245 \text{ МПа}$. Вага барабану $G = 510 \text{ Н}$. Спочатку вал розраховуємо на статистичну міцність, та спільну дію згину та кручення.

Крутний момент, що передається валом, визначаємо за формулою, [4]:

$$T = \frac{N_6}{w}$$

де w - кутова швидкість обертання барабана,

$$w = \frac{pn}{30} \quad (3.19)$$

$$w = \frac{p \cdot 708}{30} = 178,77 \text{ с}^{-1}$$

Тоді крутний момент рівний:

$$T = \frac{11400}{178,77} = 63,77 \text{ Нм}$$

Визначаємо колову силу, яка здійснює опір обертання при подрібненні молотками. Колову силу яка розподілена рівномірно по довжині барабана замінимо її рівнодійною, прикладеною по середині

$$F_t = \frac{2T}{D}, \text{ Н} \quad (3.20)$$

де $D = 0.49$ - діаметр барабана, м.

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$F_t = \frac{2 \cdot 63,77}{0.49} = 260,28 \text{ Н}$$

Визначаємо реакції і опори: в горизонтальній площині XOZ (рис. 3.3)

$$\text{е } M_A = 0; F_t \cdot \psi - R_{B_x} \cdot \psi_a + F_{\text{оп}}(a + b) = 0;$$

$$\text{е } M_B = 0; R_{A_x} \cdot \psi_a - F_t + F_{\text{оп}} \cdot \psi_b = 0.$$

Звідки:

$$R_{B_x} = \frac{F_t \cdot \psi + F_{\text{оп}}(a + b)}{a}; \quad (3.21)$$

$$R_{A_x} = \frac{F_t \cdot \psi - F_{\text{оп}} \cdot \psi_b}{a}. \quad (3.22)$$

Після підстановки числових даних отримаємо:

$$R_{B_x} = \frac{260,28 \cdot 0,635 + 1903,98(1,270 + 0,040)}{1.270} = 2094,09 \text{ Н}$$

$$R_{A_x} = \frac{260,28 \cdot 0,635 - 1903,98 \cdot 0,040}{1.270} = 89,11 \text{ Н}$$

у вертикальній площині YOZ (реакції в опорах рівні, внаслідок симетричності схеми навантаження).

$$RA_y = RB_y = \frac{G}{2} = \frac{510}{2} = 255 \text{ Н.}$$

Визначаємо сумарні радіальні реакції опор А і В.

$$RA = \sqrt{RA_x^2 + RA_y^2}; \quad (3.23)$$

$$RB = \sqrt{RB_x^2 + RB_y^2}. \quad (3.24)$$

У результаті підстановки числових значень отримуємо:

$$RA = \sqrt{89,11^2 + 255^2} = 270,12 \text{ Н}$$

$$RB = \sqrt{2094,09^2 + 255^2} = 2109 \text{ Н}$$

Визначаємо та будуємо епюру згинальних моментів відносно осі Х у розрахункових січеннях 1...4.

$$M_{x1} = 0$$

$$M_{x2} = F_{оп} \cdot \zeta = 1903,98 \cdot 0,04 = 79,16 \text{ Нм}$$

$$M_{x3} = F_{оп} (b + c) - RB_x \cdot \zeta \text{ Нм}$$

$$M_{x3} = 1903,98 \cdot (0,635 + 0,04) - 2094,09 \cdot 0,635 = - 44,56 \text{ Нм}$$

$$M_{x4} = 0$$

Проводимо побудову епюри згинальних моментів відносно осі Y в основних перерізах 1...4:

$$M_{y1} = 0 \text{ Нм}$$

$$M_{y2} = 0 \text{ Нм}$$

$$M_{y3} = RB_y \cdot \zeta \text{ Нм}$$

$$M_{y3} = 255 \cdot 0,635 = 161,93 \text{ Нм}$$

$$M_{y4} = 0 \text{ Нм}$$

Виконуємо побудову епюри крутних моментів:

$$M_{z1} = T = 63,77 \text{ Нм}$$

де T - переданий валом крутний момент.

$$M_{z1} = M_{z2} = M_{z3} = 63,77 \text{ Нм}$$

$$M_{z4} = 0 \text{ Нм}$$

Епюри згинальних моментів показані на рис (3.3). Від сил $F_{оп}$ і F_t вал згинається в одній площині, а від сили G в площині перпендикулярній першій вказаній площині.

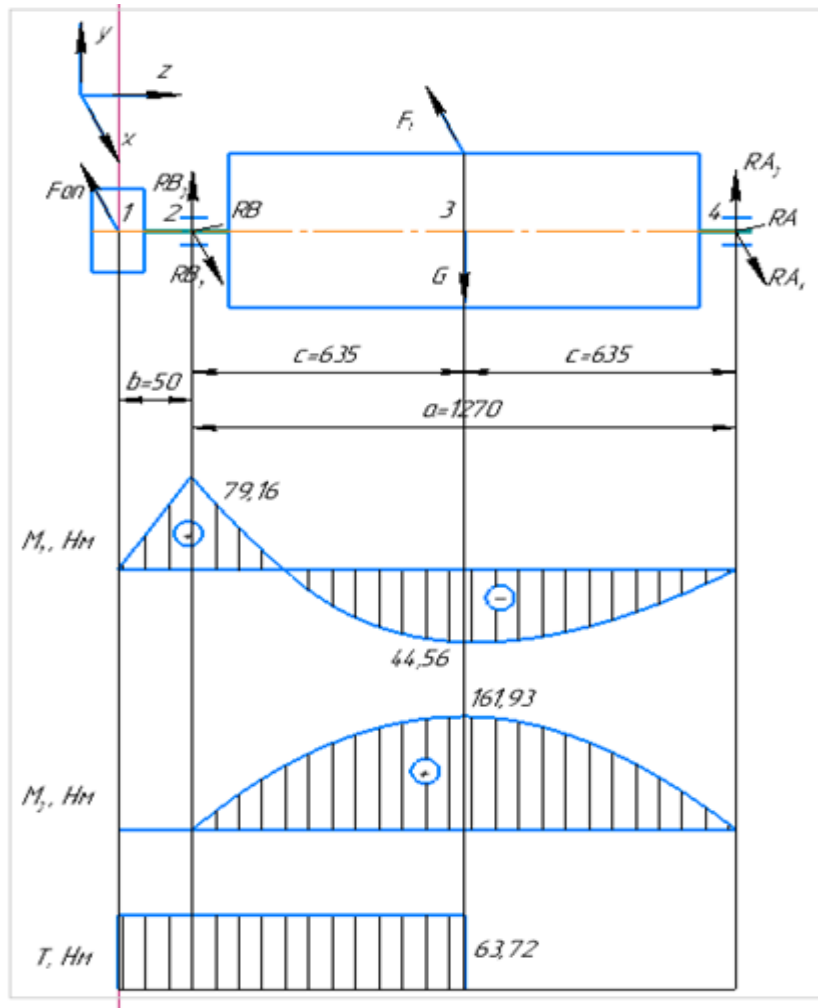


Рис. 3.3. Розрахункова схема ведучого вала та епюри згинальних моментів

Повний згинальний момент в січненні 3:

$$M_3 = \sqrt{(M_{x3})^2 + (M_{y3})^2}. \quad (3.25)$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$M_3 = \sqrt{(-44,56)^2 + (161,93)^2} = 167,95 \text{ Нм}$$

Максимальний згинальний момент

$$M = M_3 = 167,5 \text{ Нм}$$

Визначаємо еквівалентний (приведений) момент:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{(M_3)^2 + (T)^2}, \quad (3.26)$$

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{(167,95)^2 + (63,77)^2} = 179,64 \text{ Нм}.$$

Визначаємо діаметр пустотілого вала в найбільш напруженому січненні січені:

$$d = 2 \sqrt[3]{\frac{10M_{\text{екв}}}{(1 - C^4)(s'_u)}}, \text{ мм}, \quad (3.27)$$

де d - зовнішній діаметр вала;

$C = \frac{d_0}{d}$ - коефіцієнт враховуючий площини стінки порожнистого вала;

d_0 - діаметр отвору вала.

$$\text{Приймаємо } C = \frac{95}{102} = 0,93$$

$$d = 2 \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 179,64 \cdot 10^3}{(1 - 0,93^4)(60)}} = 98,32 \text{ мм}$$

Приймаємо $d = 100 \text{ мм}$.

У ході розрахунку на міцність визначено крутний момент, згинальні моменти та реакції в опорах. Побудовані епюри навантажень показали, що найбільш небезпечним є середнє січення вала. Для цього перерізу визначено максимальний згинальний та еквівалентний моменти, за якими розраховано необхідний діаметр вала 100 мм.

3.5. Розрахунок і вибір підшипників кочення вала подрібнювального барабана.

Вихідні дані для розрахунку підшипників кочення

$$n := 1708 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad Fa := 0 \quad Fr := 2109 \text{ Н} \quad d := 40 \text{ мм}$$

$$Lh := 4000$$

Рекомендоване значення номінального ресурсу підшипника для сільськогосподарських механізмів

$$L := \frac{Lh \cdot 60 \cdot n}{10^6} \quad L = 409.92$$

$V := 1$ при обертанні внутрішнього кільця $V = 1$, і $V = 1,2$ при обертанні зовнішнього $Kb = 1,0 \dots 1,2$ при легких поштовхах та перевантаженні підшипника до 125%

$$Kb := 1.1$$

$$Kt := 1.05 \text{ при робочій температурі підшипника } 125 \text{ С}$$

Еквівалентне навантаження:

$$P := Fr \cdot V \cdot Kb \cdot Kt \quad P = 2.436 \times 10^3$$

$p := 3$ $p=3$ для кулькових та $p=10/3$ для роликових підшипників

$a1 := 1$ коефіцієнт надійності $a2 := 0.75$ коефіцієнт якості експлуатації за нормальних умов.

Динамічна вантажність:

$$C := P \cdot \sqrt[p]{\frac{L}{a_1 \cdot a_2}} \quad C = 1.992 \times 10^4 \text{ Н}$$

При виборі підшипників по табличним даним у випадку $C_{\text{табл}} > C$ підбір закінчують, так як підшипник буде мати розрахункову довговічність рівну, або ж більшу бажаної.

Приймаємо підшипник 1308 ГОСТ 28428-90 для якого: $d = 40$ мм

$$D = 90 \text{ мм}, B = 23 \text{ мм}, r = 3 \text{ мм}, C = 29 \text{ кН}, C_0 = 12.9 \text{ кН}$$

Розраховано еквівалентне навантаження та динамічну вантажопідйомність, яка становить $C = 1,992 \cdot 10^4$ Н. На основі отриманих результатів обрано кульковий радіальний підшипник 1308 за ГОСТ 28428-90 з параметрами: $d = 40$ мм, $D = 90$ мм, $B = 23$ мм, $C = 29$ кН, $C_0 = 12,9$ кН.

Висновки до розділу

1. У результаті проведених розрахунків визначено основні геометричні та міцнісні параметри привідного вала подрібнювального барабана. На основі заданих умов роботи та діючих навантажень обґрунтовано конструкцію пустотілого вала зі сталі 20 з цапфами зі сталі 45, що забезпечує необхідну міцність і технологічність виготовлення.

2. У результаті проведеного перевірного розрахунку підшипників кочення встановлено, що при заданих умовах роботи (частота обертання 1708 об/хв, радіальне навантаження 2109 Н, відсутність осьового навантаження) забезпечується необхідний ресурс роботи підшипника, який становить близько 409,92 млн обертів, що відповідає вимогам для сільськогосподарських машин. Отже, прийняте рішення є обґрунтованим і забезпечує надійну роботу вала подрібнювального барабана в заданих умовах експлуатації.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ У ПРОЄКТІ

4.1 Безпечна експлуатація модернізованого подрібнювача-навантажувача

Проектований подрібнювач-навантажувач соломистих матеріалів агрегується з тракторами типу ЮМЗ-6, МТЗ-50/52, МТЗ-80/82, що забезпечує його універсальність і можливість використання в різних господарствах. Водночас під час експлуатації такого агрегату можуть виникати небезпечні ситуації, які найчастіше пов'язані з недотриманням правил безпеки або неуважністю персоналу. Тому обов'язковою умовою безпечної роботи є ретельне вивчення інструкцій і суворе дотримання вимог охорони праці.

Одним із ключових завдань охорони праці при використанні сільськогосподарських машин є створення безпечних умов роботи, оскільки такі машини поєднують у собі кілька технологічних процесів одночасно. Це потребує особливої уваги до захисту працівників від небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

У процесі роботи подрібнювача-навантажувача окремі вузли виконують обертальні та зворотно-поступальні рухи. Найбільшу небезпеку становить подрібнювальний апарат, робочі органи якого (молотки) обертаються з великою швидкістю і можуть спричинити травмування у разі порушення правил експлуатації. Також небезпечним є карданний вал, який передає обертання від вала відбору потужності трактора до механізмів машини. Через високу частоту обертання (до 1000 об/хв) існує ризик захоплення одягу або травмування виступаючими елементами.

Під час роботи агрегат здійснює маневри біля скирти, що створює додаткову небезпеку для обслуговуючого персоналу. Тому працювати дозволяється лише на справній техніці, оснащій захисними кожухами, огороженнями та запобіжними пристроями. Забороняється перебування сторонніх осіб у зоні роботи машини.

Суттєвим шкідливим фактором є запиленість повітря, яка виникає при подрібненні соломи. Тривалий вплив пилу може спричинити захворювання органів дихання, шкіри та слизових оболонок. Для зменшення запиленості необхідно вдосконалювати конструкцію машини, герметизувати вузли, використовувати вентиляційні системи, а також застосовувати засоби індивідуального захисту (респіратори, окуляри).

Крім того, робота подрібнювача супроводжується значним рівнем шуму та вібрації, що негативно впливає на організм людини, викликає втому та може призвести до порушення слуху і нервової системи. Для зниження цього впливу доцільно застосовувати шумоізоляцію, технічне обслуговування механізмів, а також індивідуальні засоби захисту (наушники, рукавиці).

Таким чином, безпечна експлуатація подрібнювача-навантажувача можлива лише за умови дотримання комплексу організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист працівників від небезпечних і шкідливих факторів виробництва.

4.2. Захист навколишнього середовища під час експлуатації подрібнювача-навантажувача

Експлуатація подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів пов'язана з певним впливом на довкілля, тому важливо передбачити заходи, спрямовані на його мінімізацію. Основна увага приділяється раціональному використанню ресурсів, зменшенню викидів і запобіганню забрудненню природних компонентів.

У процесі роботи агрегату відбувається подрібнення та переміщення рослинної маси, що може супроводжуватися виносом дрібнодисперсних частинок у навколишнє середовище. Для зменшення їх поширення доцільно вдосконалювати конструкцію пневмосистеми, забезпечувати щільність з'єднань і правильно налаштовувати напрям потоку матеріалу в причіп.

Важливим джерелом впливу є енергетичний засіб - трактор, робота якого супроводжується викидами продуктів згоряння. Зниження негативного впливу досягається за рахунок підтримання двигуна у справному стані, регулювання паливної апаратури та використання якісного пального.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню потраплянню мастильних матеріалів у ґрунт. Для цього необхідно контролювати герметичність вузлів, уникати розливів під час обслуговування та використовувати спеціально обладнані місця для технічних робіт. Відходи експлуатаційних матеріалів повинні збиратися та передаватися на утилізацію.

Рациональна організація технологічного процесу також має екологічне значення. Подрібнена соломиста маса може ефективно використовуватись у господарстві як корм або підстилка, що дозволяє зменшити кількість відходів і підвищити ефективність використання біомаси.

Таким чином, дотримання екологічно обґрунтованих підходів при експлуатації подрібнювача-навантажувача сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечує сталий розвиток сільськогосподарського виробництва.

Висновки по розділу

У результаті розгляду питань охорони праці встановлено, що експлуатація подрібнювача-навантажувача супроводжується рядом небезпечних і шкідливих факторів, зокрема наявністю швидкообертових робочих органів, рухомих передач, пилу, шуму та вібрації. Запропоновані організаційні та технічні заходи, такі як використання захисних огорожень, дотримання правил експлуатації, застосування засобів індивідуального захисту та контроль технічного стану машини, забезпечують безпечні умови праці та знижують ризик травматизму.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

5.1 Розрахунок продуктивності, трудомісткості та оцінки матеріаломісткості конструкції

Економічна ефективність впровадження модернізованого подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів визначається шляхом порівняння його техніко-економічних показників із базовою машиною ФН-1,4. Основною метою модернізації є підвищення продуктивності, зниження матеріаломісткості конструкції та зменшення експлуатаційних витрат.

Необхідні для розрахунку економічної ефективності проєктованої конструкції вихідні дані наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Основа для техніко-економічної оцінки використання розробленого подрібнювального барабану

ПОКАЗНИКИ	Одиниці виміру	Позначення	Розробка	
			Базова машина ФН-1,4	Модернізована ФН-1,4М
1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання робочого часу	-	τ	0,85	0,9
Продуктивність	т/год	W	4,5	5
Кількість годин роботи за рік	год	Г	528	528
Тривалість робочого дня	год.	T	8	8
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	Л	1	1
Маса подрібнювального барабану в зборі	кг	σ_z	112	102
Чиста маса барабану без покупних частин	кг	σ_r	86	76
Відпускна ціна базового подрібнювального барабану	грн.	Ц _б	7800	-
Собівартість подрібнювального барабану	грн.	С _б	49000	-

Вартість матеріалів, що враховуються у собівартість подрібнювального барабану	грн.	C_M	3200	-
Вартість покупних виробів, що використовуються у подрібнювальному барабані	грн.	$C_{п.в.}$	2800	-

Ефективна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання робочого часу:

$$W_{ef} = W \cdot \tau \quad (5.1)$$

Для базової машини:

$$W_{ef.б} = 4,5 \cdot 0,85 = 3,825 m / год$$

Для модернізованої машини:

$$W_{ef.м} = 5 \cdot 0,9 = 4,5 m / год$$

Річний обсяг робіт визначається:

$$\begin{aligned} Q &= W_{ef} \cdot \Gamma \\ Q_б &= 3,825 \cdot 528 = 2019,6 m \\ Q_м &= 4,5 \cdot 528 = 2376 m \end{aligned} \quad (5.2)$$

Приріст річного обсягу робіт становить:

$$\Delta Q = 356,4 m (17,65\%)$$

Трудомісткість переробки 1 т матеріалу:

$$\begin{aligned} t &= \frac{L}{W_{ef}} \\ t_б &= 0,261 \text{ люд.} - \text{год} / m \\ t_м &= 0,222 \text{ люд.} - \text{год} / m \end{aligned} \quad (5.3)$$

Зниження трудомісткості:

$$\Delta t = 15\%$$

Оцінка матеріаломісткості конструкції

Зменшення маси барабана:

- у зборі:

$$112 - 102 = 10 \text{ кг} (8,93\%)$$

- чиста маса:

$$86 - 76 = 10 \text{ кг} (11,63\%)$$

Це свідчить про зниження матеріаломісткості та спрощення конструкції.

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат і річної економії

Собівартість базового барабана:

$$C_{\bar{o}} = 49000 \text{ грн}$$

Вартість покупних виробів:

$$C_{n.v.} = 2800 \text{ грн}$$

Собівартість модернізованого барабана:

$$C_{\text{м}} = (49000 - 2800) \cdot \frac{76}{86} + 2800$$

$$C_{\text{м}} = 43627,91 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати:

$$E_{\bar{o}} = 49000 \text{ грн}$$

$$E_{\text{м}} = 43627,91 \text{ грн}$$

Річна економія:

$$E_p = E_{\bar{o}} - E_{\text{м}} = 5372,09$$

Економічна ефективність проекту

№	Показники	Базова ФН-1,4	Модернізована ФН-1,4М
1	Вид роботи	Подрібнення соломистих матеріалів	Подрібнення соломистих матеріалів
2	Коефіцієнт використання часу	0,85	0,9
3	Продуктивність, т/год	4,5	5,0
4	Ефективна продуктивність, т/год	3,825	4,5
5	Річний обсяг робіт, т	2019,6	2376
6	Кількість персоналу, чол.	1	1
7	Маса барабана, кг	112	102
8	Чиста маса барабана, кг	86	76
9	Собівартість, грн	49000	43627,91
10	Вартість матеріалів, грн	3200	2827,91
11	Відпускна ціна, грн	7800	7103,57
12	Експлуатаційні витрати, грн	49000	43627,91
13	Річна економія, грн	-	5372,09
14	Приріст продуктивності, %	-	17,65

Проведений розрахунок показав, що модернізований подрібнювальний барабан забезпечує покращення техніко-економічних показників порівняно з базовим варіантом.

Висновки по розділу

1. Ефективна продуктивність машини зросла з 3,825 до 4,5 т/год, а річний обсяг робіт збільшився на 356,4 т, або на 17,65 %. При цьому трудомісткість обробки 1 т матеріалу зменшилась на 15 %.

2. Собівартість модернізованого барабана становить 43627,91 грн проти 49000 грн у базового варіанта, що дало змогу одержати річну економію в розмірі 5372,09 грн. Таким чином, упровадження модернізованого подрібнювального барабана є економічно доцільним і забезпечує підвищення ефективності роботи подрібнювача-навантажувача соломистих матеріалів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу сучасних технологій та технічних засобів для подрібнення і приготування кормів встановлено, що ефективність тваринництва значною мірою залежить від якості підготовки кормової бази. Особливе значення має подрібнення грубих кормів, яке забезпечує підвищення їх засвоюваності та покращення поїдання тваринами.

2. У результаті проведених розрахунків визначено потужність, необхідну для приводу подрібнювального пристрою проєктованого подрібнювача-навантажувача. Встановлено, що подрібнювальний вузол складається з двох барабанів, при цьому навантаження між ними розподіляється рівномірно.

3. У ході розрахунку встановлено, що робота, яка витрачається на подрібнення соломистих матеріалів одним барабаном, становить 13972 Дж, а потужність, що безпосередньо витрачається на подрібнення, дорівнює 9501 Вт. З урахуванням додаткових витрат на створення повітряного потоку та холостий хід (близько 20 %) повна потужність приводу одного барабана становить 11401,2 Вт. Загальна потужність, необхідна для приводу двох подрібнювальних барабанів, становить 22802,4 Вт, або 22,8 кВт.

4. У процесі розрахунку на міцність були визначені крутний і згинальні моменти, а також реакції в опорах. Побудовані епюри навантажень дозволили встановити, що найбільш навантаженим є середній переріз вала. Саме для цього перерізу обчислено максимальні значення згинального та приведенного моментів, на основі яких визначено необхідний діаметр вала. Результати розрахунку показали, що прийнятий зовнішній діаметр вала 60 мм забезпечує достатній запас міцності при одночасній дії згину і кручення. Отже, спроектований вал відповідає

вимогам міцності, жорсткості та надійності, що забезпечує його стабільну й довговічну роботу в складі подрібнювача-навантажувача.

5. Аналіз впливу агрегату на навколишнє середовище показав, що основними факторами є викиди двигуна, можливе забруднення ґрунту технічними рідинами та розповсюдження рослинних часток у повітрі. Запропоновані заходи, спрямовані на зменшення цих впливів, включають підтримання справності техніки, раціональну організацію роботи, контроль за використанням паливно-мастильних матеріалів та ефективне використання подрібненої маси.

Таким чином, дотримання розроблених рекомендацій дозволяє забезпечити безпечну експлуатацію подрібнювача-навантажувача та мінімізувати його негативний вплив на довкілля, що відповідає сучасним вимогам охорони праці та екологічної безпеки.

6. У результаті розрахунків встановлено, що модернізований подрібнювач-навантажувач ФН-1,4М має значні переваги порівняно з базовою машиною. Продуктивність зросла на 17,65 %, а річний обсяг робіт - на 356,4 т. Трудомісткість зменшилась на 15 %, що свідчить про підвищення ефективності використання робочої сили.

ЛІТЕРАТУРА

1. Погорілець О. М., Пришляк В. М. Машини для заготівлі та переробки кормів. - Вінниця : ВНАУ, 2015. - 400 с.
2. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Машини для подрібнення матеріалів. - Київ : НУБіП України, 2012. - 296 с.
3. Кравченко В. П., Зубченко С. І. Експлуатація та технічне обслуговування сільськогосподарської техніки. - Львів: Видавництво «Аграрій», 2019. - 350 с.
4. Мельник В. М. Енергетичні витрати при подрібненні рослинної маси / В. М. Мельник // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК. - 2021. - Вип. 315. - С. 120-126.
5. Шевченко І. В., Дорошенко В. П. Інноваційні технології у використанні сільськогосподарської техніки. - Київ: Аграрний університет, 2022. - 320 с.
6. Мельник О. Г. Ефективність експлуатації машинно-тракторного парку в сучасних агропідприємствах. - Харків: Видавництво «Агроінформ», 2021. - 290 с.
7. Василенко Т. Ю., Коваленко С. М. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки. - Одеса: Сільгосптехніка, 2023. - 400 с.
8. Левченко П. І., Бондаренко Д. А. Машини та обладнання для рослинництва: експлуатація і модернізація. - Дніпро: Технопрес, 2020. - 350 с.
9. Коваленко О. М., Петров В. І. Трактори та автомобілі в сільському господарстві: експлуатація та ремонт. - Київ: Аграрна освіта, 2022. - 400 с.
10. Сидоренко В. Ю., Бондаренко Д. О. Машини та автомобілі в агровиробництві. - Харків: Техніка, 2021. - 350 с.
11. Іванов С. П. Трактори та сільськогосподарські автомобілі: теорія і

практика. - Львів: Видавництво «Аграрник», 2023. - 420 с.

12. Шут М. М., Савчук О. С. Експлуатація машинно-тракторного парку. - Київ: Кондор, 2018. - 320 с.

13. Гнатенко М. В., Ткаченко І. О. Трактори і автомобілі: сучасні технології і сервісне обслуговування. - Дніпро: Технопрес, 2022. - 360 с.

14. Іваненко О. І., Смірнов Д. В. Сучасні технології в експлуатації сільськогосподарських машин. - Харків: Аграрна наука, 2020. - 300 с.

15. Гіренко І. В., Гудзь В. П. Трактори і автомобілі: у 2 ч. Ч. 1: Трактори. - Київ: Центр учбової літератури, 2020. - 376 с.

16. Жук О. В. Дослідження процесу подрібнення соломистих матеріалів / О. В. Жук // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. - 2019. - № 10. - С. 45-50.

17. Бухалова Н.М. Економіка підприємств аграрного сектора: Підручник / Н.М. Бухалова, В.Г. Лисенко. - К.: Аграрна освіта, 2017. - 352 с.

18. Коваленко І. П. Обґрунтування параметрів подрібнювача грубих кормів / І. П. Коваленко // *Вісник аграрної науки*. - 2020. - № 3. - С. 72-78.

19. Сиротюк В. Д., та ін. Механізація тваринництва і кормовиробництва. - Київ : Урожай, 2003. - 384 с.

20. Бондаренко С. О. Удосконалення машин для подрібнення соломи / С. О. Бондаренко // *Збірник наукових праць ВНАУ*. - 2018. - Вип. 12. - С. 98-104.

21. Національна академія аграрних наук України. Механізація виробництва продукції тваринництва. - Київ : Аграрна наука, 2016. - 320 с.

22. Петров С. В., Козак В. М. Машинно-тракторний парк: організація, експлуатація, ремонт. - Київ: Наукова думка, 2018. - 420 с.

23. Гринь В.В. Основи охорони праці у сільському господарстві: Підручник / В.В. Гринь, О.А. Ковальчук. - Одеса: Одеський аграрний університет, 2017. - 480 с.

25. Мельник О. П., Ковальчук С. І. Охорона праці в агропромисловому комплексі. - Київ: Центр учбової літератури, 2021. - 375 с.

26. Гончарук М. П. Технічні засоби для заготівлі грубих кормів / М. П. Гончарук // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 2017. - № 9. - С. 33-39.

27. Іваненко П. С. Аналіз конструкцій подрібнювачів кормів / П. С. Іваненко // Вісник ХНТУСГ. - 2019. - Вип. 200. - С. 150-156.

ДОДАТКИ

[illegible]

Форм	ат	Зона	Позиц	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
					<u>Документація</u>		
A1				52.ДП.028.000.004.СК	Складальне креслення		
					<u>Складальні одиниці</u>		
		1		52.ДП.028.001.004.	Диск відрізний	1	
		2		52.ДП.028.002.004.	Вал ведучий	1	
					<u>Деталі</u>		
		3		52.ДП.028.003.004.	Молоток	96	
		4		52.ДП.028.004.004.	Корпус підшипника	2	
		5		52.ДП.028.0005004.	Шків	1	
		6		52.ДП.028.006.004.	Кришка підшипника	2	
					<u>Стандартні вироби</u>		
		8			Гайки 2 М27-6Н.5.019	2	
					ГОСТ 15522-70		
		9			Гайки М27-6Н.5.019 ГОСТ 15522-70	2	
		10			Болт М8-8g x 25.66.029.		
					ГОСТ 7798-70	6	
					52.ДП.028.000.004.СК		
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Барабан подрібнюючий		
Розроби	Захаров						
	Теслюк Г.В.						
Т.Контр							
Н.	Золотовськ						
Затвер	Теслюк Г.В.				Літера Аркуш Аркушів		
					д	1	2
					ДДАЕУ		

[illegible]

						2
	<i>Ар</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підп</i>	<i>Да</i>		