

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНИЙ
Завідувач кафедри агроінженерії та
технічного сервісу, к.т.н., професор
_____ І.В. Гунько
«_____» _____ 2024 р.

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
на тему «РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВИВАНТАЖУВАЧА СИЛОСУ НА
БАЗІ НАВАНТАЖУВАЧА КУН-10»
ДП.208.20-1.024.00.00.000.ПЗ

Виконав: студент групи АІ-20-1
Гринь Олександр Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент
_____ Солона О.В.

2024 р.

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри АІ та ТС, к.т.н., професор

_____ І.В. Гунько

« _____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт**

студенту _____ *Гринь Олександр Сергійовичу*

на тему: *Розробка конструкції вивантажувача силосу на базі
навантажувача КУН-10*

затверджену наказом № 334 д від 11.09.2023 р.

Термін подання дипломного проєкту

на кафедру для попереднього захисту _____

Вихідні дані для проєкту

Вид роботи – розробка вивантажувача силосу.

Методичні вказівки для виконання бакалаврської роботи

Підручники і навчально-методичні посібники.

*Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики,
матеріали ЦНТЕІ, тощо).*

Технічна та довідникова література

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ.

1. Виготовлення та використання силосу.

2. Розробка комплексно-механізованої лінії переміщення корму на фермі.

3. Розробка навантажувача силосу.

4. Визначення конкурентоспроможності навантажувача за
узагальнюючими показниками

Висновки.

Список використаної літератури.

Додатки.

Перелік графічного матеріалу:

1. Вивантажувач силосу (ВЗ).

2. Вивантажувач силосу (СК).

3. Деталювання

4. Аналіз конкурентоспроможності навантажувача силосу

Завдання видано _____

Завдання прийняв до виконання _____ О.С. Гринь
(підпис)

Керівник _____ О.В. Солона, к.т.н., доцент
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1. ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИЛОСУ	6
1.1 Опис технологічного процесу виготовлення силосу.....	6
1.2 Вплив вологості кукурудзи та довжини різки на якість силосу	10
1.3 Опис існуючих технічних засобів реалізації операції навантаження силосу	15
1.4 Переваги блочного вилучення силосу перед вивантаженням грейфером.....	19
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНО-МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОРМУ НА ФЕРМІ	21
2.1 Розрахунок потреби кормів.....	21
2.2 Розрахунок кількості кормосховищ.....	23
2.3 Розрахунок кількості навантажувачів	24
2.4 Розрахунок кількості кормороздавачів	25
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА НАВАНТАЖУВАЧА СИЛОСУ	29
3.2 Будова та робота складових частин навантажувача	29
3.2.1 Права та ліва панелі навіски	29
3.2.2. Швелер з кронштейнами.....	29
3.2.3 Рама підйому	30
3.2.4 Гідроциліндри	30
3.2.5. Розвантажуючий пристрій.....	30
3.2.6 Блок-різак.....	30
3.2.7. Гідросистема	31
3.2.8. Робоча рідина	31
3.2.9. Трубопровід з дроселем	32
3.2.10. Вентиль	32
3.3 Підготовка до роботи	32
3.3.1 Загальні вимоги.....	32

					ДП.208.20-1.024.00 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції вивантажувача силосу на базі навантажувача КУН-10			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Гринь О.С							4	50	
Перевір.	Солона О.В.									
Реценз.										
Н. Контр.	Солона О.В.							ВНАУ гр. 41-АІ		
Затверд.	Гуцько І.В.									

3.3.3. Встановлення панелей навіски і швеллера з кронштейнами.....	33
3.3.4. Встановлення рами підйому та її гідроциліндрів	33
3.4 Порядок роботи навантажувача	34
3.5 Технічне обслуговування навантажувача.....	34
3.6 Правила зберігання	35
3.7 Розрахунок процесу різання силосу розроблювальним пристроєм та вибір гідроциліндрів.....	36
3.8 Перевірка пальця на зріз	37
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАВАНТАЖУВАЧА ЗА УЗАГАЛЬНЮЮЧИМИ ПОКАЗНИКАМИ	39
4.1 Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками І-го роду	40
4.2 Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками ІІ-го роду	43
Висновки.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

					ДП.208.20-1.024.00 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.	Гринь О.С				Розробка конструкції вивантажувача силосу на базі навантажувача КУН-10			Літ.	Арк.	Акрушів		
Перевір.	Солона О.В.								4	50		
Реценз.								ВНАУ гр. 41-АІ				
Н. Контр.	Солона О.В.											
Затверд.	Гуцько І.В.											

ВСТУП

В сучасному світі, де технології стають неухильними провідниками досягнень, ідея розробки конструкції вивантажувача силосу на базі навантажувача КУН-10 виглядає як крок у майбутнє сільськогосподарської індустрії. Ця ініціатива не лише відповідає потребам у підвищенні продуктивності та ефективності роботи на сільськогосподарських господарствах, але й відкриває нові можливості для оптимізації процесів та зниження витрат.

На перший погляд, сполучення вивантажувача силосу і навантажувача КУН-10 може здатися простою комбінацією двох технічних засобів. Однак, при глибшому розгляді, ця ідея розкриває широкий спектр можливостей для інженерного вдосконалення та інноваційного застосування.

Перший крок у втіленні цієї концепції - аналіз потреб сільськогосподарського сектору. Сучасні господарства потребують ефективних і надійних засобів для вивантаження силосу, щоб забезпечити стабільність у виробництві кормів для тварин. Навантажувачі типу КУН-10 вже довели свою ефективність у різних галузях, тому їх потенціал може бути максимально використаний і в аграрному секторі.

У цьому контексті варто звернути увагу і на можливості автоматизації та впровадження штучного інтелекту. Інтелектуальні системи керування можуть оптимізувати робочі процеси, реагуючи на змінні умови та максимізуючи продуктивність.

Отже, розробка конструкції вивантажувача силосу на базі навантажувача КУН-10 відкриває перед сільськогосподарською галуззю нові перспективи. Цей інноваційний підхід об'єднує в собі ефективність, економічність та стабільність, створюючи потужний інструмент для оптимізації виробничих процесів.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1. ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИЛОСУ

1.1 Опис технологічного процесу виготовлення силосу

В зимових раціонах великої рогатої худоби переважає силос з кукурудзи, тому від його поживності та якості залежить успіх у виробництві молока і яловичини.

Процес силосування складається з наступних операцій:

- скошування, подрібнення та вантаження в транспортний засіб;
- транспортування;
- завантаження в сховища, розрівнювання і ущільнення;
- ізоляція від доступу повітря.

Скошують кукурудзу з одночасним подрібненням та вантаженням в транспортні засоби силосозбиральними КСС-2,6, КС-1,8 та кормозбиральними комбайнами КСК-100, КПКУ-75, КПП-2,4, КСК-Ф-250 «Полісся», Е-281.

Згідно вимогам до технології силосування злакових культур, вологість їх повинна перевищувати 75%. Для щільної укладки силосної маси, і як наслідок кращої ізоляції корму від повітря, що в свою чергу знижує його втрати при зберіганні і створює зручності при вивантаженні готового силосу і його механізований роздачі, проводиться подрібнення рослин. Про те ступінь подрібнення сировини залежить від її вологості.

Таблиця 1.1 - Ступінь подрібнення кукурудзи при силосуванні

<i>Фаза стиглості</i>	<i>Вологість, %</i>	<i>Довжина частки, мм</i>
Воскова	62-70	5-10 (не більше 15)
Молочно-воскова	70-75	20-30
Молочна	75 і більше	40-50

Довжина різки силосної маси регулюються зміною швидкості подачі рослин до різального барабану та встановленням різної кількості ножів на ньому. Швидкість

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		6

подачі рослинної маси на комбайнах КСК-100 і КПКУ-75 регулюється зміною зірочок на валах редуктора привода живильника.

Зміну швидкості подачі рослин в подрібнюючий апарат комбайна Е-281 регулюють трьохступінчатою коробкою з кабіни комбайнера, а на комбайні КПІ-2,4 – двохступінчатою коробкою.

Регулювання довжини різки кукурудзи на комбайні КСС-2,6 здійснюється шляхом зміни привідних зірочок подаючого транспортера.

Довжина часток порізаного стебла кукурудзи буде рівна розрахунковій довжині різки тільки в тому випадку, якщо стебло буде рухатись в подрібнюючий апарат перпендикулярно протиріжучій пластині. В реальних умовах значна частина рослин поступає під кутом до лінії різання, особливо в комбайна КСС-2,6, і тому довжина відрізаних часток відрізняється від розрахункової. Відхилення розрахункової довжини різки від дійсної буде тим менше, чим меншим буде зазор між протиріжучим брусом і лезами ножів по всій довжині бруса, та чим краще будуть загострені ножі. У комбайнів КСК-100, КПКУ-75 цей зазор не повинен перевищувати 0,8-1,5 мм, у Е-281, КПІ-2,4 – 0,4-0,6 мм, у КСС-2,6 – 2-4,5 мм. Заточку ножів барабана при збиранні кукурудзи в фазу молочно-воскової та воскової стиглості зерна потрібно проводити щозміни, а в раніші фази – раз в 2-3 дні. Ретельне регулювання та заточка ріжучого апарату комбайнів також підвищує надійність його роботи і знижує навантаження на двигун та витрату паливно-мастильних матеріалів.

При транспортуванні подрібненої маси від силосозбиральних комбайнів використовують тракторні і автомобільні транспортні засоби. На невеликі відстані (до 5 км) доцільно використовувати трактори з причіпами, а на більших відстанях – автомобілі. Проте при виборі транспорту вирішальну роль грає його наявність в господарстві.

Транспортні засоби повинні бути пристосовані до перевезення подрібненої маси і зручні до завантаження. Їх необхідно обладнувати надставними бортами для збільшення об'єму. Якщо для цього використовується сітка, то розмір її комірок не повинен перевищувати 25-30 мм. Для перевезення подрібненої маси крім транспорту

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

загального призначення використовуються спеціальні тракторні причепа: ПСЕ-12,5, ПСЕ-20, ПСТ-Ф-60. Вони агрегатуються з тракторами типу МТЗ і Т-150К.

Останнім часом промисловістю випускаються пристрої ПІМ-Ф-20 і ПІМ-40 відповідно до гноєрозкидачів РОУ-6 і ПРТ-10. Маса з цих пристроїв розвантажується ланцюгово-пластинчатим транспортером.

Подрібнену зелену масу кукурудзи закладають в наземні або заглиблені траншеї. Силососховища не пізніше ніж за два тижня до закладення силосу повинні бути звільнені від решток корму та землі, відремонтовані і продизенфіковані п'ятипроцентним розчином вапна. Крім того готують під'їзні майданчики з твердим покриттям для розвантажування маси. На дно траншеї перед заповненням кладуть шар соломи товщиною 40-50 см.

Технологічний процес завантаження силосної маси сховища повинен відповідати вимогам ОСТ 46 170-84 (Таблиця 1.2)

Таблиця 1.2 - Основні технологічні вимоги при закладанні силосної маси в сховище

<i>Показник</i>	<i>Норма</i>
Товщина щоденно закладеного шару в ущільненому стані, см	Не менше 80
Тривалість завантаження, днів: при висоті стін траншеї 2,5 м при висоті стін траншеї 3,5 м і більше	Не більше 3 Не більше 5
Температура силосної маси, °С	Не більше 37

Заїзд транспортних засобів на масу при заповненні сховища не допускається, тому що в силос при цьому потрапляє земля, яка негативно впливає на мікробіологічні процеси і знижує якість корму.

Подрібнену масу необхідно розвантажувати на площадці з твердим покриттям в торці траншеї і транспортувати в сховище бульдозерами.

Заповнюють траншею пошарово згідно з вимогами ДСТУ 46 170-84 або частинами (секційно) по довжині до повного вивершення.

Другий спосіб завантаження сховищ кращий, так як при цьому можна починати вкриття силосу уже після заповнення третини траншеї.

Основна технологічна операція при заготівлі силосу – ущільнення маси. Критерієм оцінки якості ущільнення служить температура маси. Як тільки вона піднімається вище 37 °С трамбування необхідно інтенсифікувати. Для трамбування використовують важкі гусеничні трактори типу Т-100, Т-130, Т-150, ДТ-75. Трамбують масу на протязі всього робочого дня. Інтенсивність ущільнення залежить від вологості сировини, довжини різки, темпу заповнення маси і рівномірності розподілення її по траншеї.

Силосну масу вологістю нижче 75% необхідно щоденно додатково трамбувати протягом 3-4 год після закінчення завезення, а вище 75% - лише в процесі закладання і розрівнювання.

Кількість тракторів для трамбування, залежить від продуктивності кормозаготівельної техніки та розмірів траншеї.

Вивершують траншею так, щоб поверхня її була сферичною.

Після заповнення сховища силосну масу продовжують трамбувати ще на протязі доби і лише потім вкривають. Недостатнє вкриття силосу призводить до загнивання верхнього (до 20 см) шару. Найкраще герметизує силос і захищає його від атмосферних опадів полімерна плівка.

Плівку перед вкриванням склеюють в суцільні полотнища, які повинні бути на 1,5-2 м більшими від довжини і ширини поверхні силосної маси.

При завершенні траншеї верхню частину стінок вистилають плівкою так, щоб її краї звисали над верхом стін на 0,8-1 м. Траншею заповнюють до тих пір, поки рівень маси по центру не буде перевищувати рівень стін на 1-1,2 м. Після вкривання силосної маси краї бокової і верхньої плівок зкручують і притискають вантажем. Для притискання плівки до маси поверх неї насипають невеликий шар вапна або

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

дефекату, чи цеоліту (4-5 см). Можна також притиснути і старими скатами, тюками соломи тощо.

В окремі роки кукурудза не визріває до воскової стиглості зерна, або виникає необхідність силосувати кукурудзу з після укісних посівів, коли вологість силосної маси перевищує 70%. За таких умов слід додавати сухі компоненти (січку соломи, стебел зернової кукурудзи тощо) в такій кількості, щоб одержати силосну масу з вмістом води в межах 65-70%.

Рівномірне змішування соломи з подрібненою зеленою масою кукурудзи можна досягнути при наступній укладці. На вирівняний бульдозером шар кукурудзи товщиною 25-30 см завантажити солом'яну січку і розрівняти її шаром 10-15 см. потім поверх соломи необхідно проводити трамбування маси гусеничними тракторами. Під дією гусениць проходить перемішування шарів. При завершенні заповненні траншеї в верхній шар зеленої маси (30-40 см) вносити соломі не слід.

1.2 Вплив вологості кукурудзи та довжини різки на якість силосу

Оптимальні строки збирання кукурудзи на силос визначаються не тільки необхідністю одержання максимального врожаю, але й технологічними властивостями сировини, які змінюються по мірі дозрівання рослин та зберігання і використання готового корму.

Кукурудза добре силосується у всіх фазах росту і розвитку її рослин. Це забезпечується високим вмістом цукру (від 2,99 до 4,40 % в залежності від фази розвитку і росту) та малої буферної ємності. Проте, в ранніх фазах вона містить надлишкову кількість цукру, що приводить до перекислення силосу, який погано поїдається тваринами [5, 7].

В процесі дозрівання рослин до воскової стиглості концентрація цукру знижується до 7–8 % в сухій речовині, якого достатньо для утворення кислот, щоб підкислити масу до рН 4,2–4,3.

В ці фази росту і розвитку кукурудза ще має невисоку вологість (65–70%), що є оптимальним для одержання силосу хорошої якості [15, 17, 22]. Такий силос має

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		10

приємний фруктовий запах та помірно кислий смак, тоді як у силосу із кукурудзи молочної стиглості запах різко кислий та гірший кислотний склад (табл.1.3)

Таблиця 1.3 - Вміст кислот в силосі кукурудзи, заготовленому в різні фази стиглості зерна

Фаза стиглості	Вологість	рН	Вміст кислот, %				Співвідношення кислот, %	
			Всього	В т. ч.			молочна	оцтова
				молочна	оцтова	масляна		
Молочна	78,75	3,7	2,74	1,39	1,32	0,03	50,7	48,2
Молочно-воскова	74,45	3,8	2,30	1,56	0,74	-	67,8	32,2
Воскова	67,32	4,0	1,98	1,42	0,56	-	72,1	27,9

Рядом дослідників відмічено прямий зв'язок між вмістом кислот в силосі і сухої речовини в масі [1, 23]. Проте, на думку авторів, відносно мала зміна рН кукурудзяного силосу із збільшенням вмісту сухої речовини відбувається тому, що вміст в масі водорозчинних вуглеводів і їх буферна здатність істотно не залежить від фази збирання і завжди проходить з перевагою молочної кислоти.

На думку [22], збільшення вмісту крохмалю та зниження кількості цукру в силосі по фазах вегетації змінює процес бродіння, так як крохмаль не зброджується, а зброджується тільки цукор. Так, при силосуванні кукурудзи молочної стиглості виділення газу складає 22–23 л на 1 кг сухої речовини, а воскової – 12–14 л. Підвищення кормової цінності силосу в більш пізніх фазах обумовлено тим, що енергія крохмалю повніше використовується жуйними тваринами, ніж енергія цукру.

За узагальнюючими даними поживність кілограму сухої речовини силосу в фазі воскової стиглості складає 0,93-0,98 кормової одиниці, в фазі молочно-воскової – 0,88-0,94, а в молочну і більш ранні фази – 0,80-0,91 кормової одиниці.

Вченими [5] встановлена пряма залежність між втратами сухої речовини в процесі силосування та зберігання силосу і вмісту в зеленій масі кукурудзи, яка має

									Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата					11

наступний вираз:

$$Y = 18,91 - 0,365 \cdot X, \quad (1.1)$$

де Y – втрати сухої речовини під час зберігання, %;

X – вміст сухої речовини при збиранні, %.

Німецькими дослідниками при вивченні силосної маси вологістю від 85 до 65% встановлено, що втрати енергії з соком знижується на 0,5% в розрахунку на кожний процент сухої речовини, яка перевищує 15%. Втрати ж енергії в процесі бродіння силосу при підвищенні вмісту в ньому сухої речовини з 15 до 35% знижуються з 15 до 10%, а загальні втрати знижуються на 12-15% [2].

Неоднакова продуктивна дія силосу, заготовленого в різні фази стиглості обумовлена різним засвоєнням тваринами поживних речовин корму. Вивчення поживної цінності силосу із кукурудзи, зібраної в молочно-восковій, восковій та технічній фазах стиглості зерна при вологості качанів відповідно 51-74 %, 41-57 % і 30-35 %, показало, що найбільш висока продуктивність була у корів, які одержували силос із кукурудзи воскової стиглості зерна [4, 6]. Найнижчою вона була при пізніх строках збирання.

Доцільність збирання кукурудзи на силос в фазі воскової стиглості зерна підтверджується одержанням максимальної кількості сухої речовини з гектара при оптимальній вологості силосної маси, високою якістю силосу, мінімальними втратами поживних речовин і високою продуктивною дією готового корму.

Кукурудза в фазі воскової стиглості має свої особливості, оскільки біля 15% зерна знаходиться вже в технічній стиглості, а нижня частина стебел сильно грубіє. При подрібненні таких рослин на відрізки довжиною 20-30 мм значна частина зерна не подрібнюється і тому погано перетравлюється великою рогатою худобою, а згрубівші частини стебел втрачаються у вигляді нез'їдених залишків. Тому одним із найбільш важливих завдань в дослідженнях по технології заготівлі силосу із кукурудзи воскової стиглості є визначення оптимального ступеню подрібнення рослин.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перші рекомендації по подрібненню силосної кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна з'явилися на початку 60-х років. В них рекомендувалось подрібнювати таку масу на частинки 15-20 мм для забезпечення хорошого її ущільнення при трамбуванні, швидкого витіснення повітря при укладці в сховища і обмеження проникнення в силос кисню при його зберіганні і вийманні. Дані рекомендації були підготовлені на основі досліджень [11, 14], але експериментальних даних на той час про вплив довжини різки на якість та продуктивну дію силосу було дуже мало.

Дослідженнями [18] встановлено, що по кислотному складу силос із цілої кукурудзи значно гірший, ніж з подрібненої.

В інших дослідах [19] вивчали якість силосу з маси, зібраної комбайном КС-2,6А і цієї ж маси подрібненої перед закладанням. В першому випадку маса мала 46,4% частин довжиною до 50 мм і 53,6% більше 50 мм. В доподрібненій масі містилось 69,9% частин до 30 мм і 30,1% - більше 30 мм. Силоси обох варіантів були хорошої якості, проте поїдання контрольного силосу лактуючими коровами склало 89,9%, а доподрібненого – 98,6%. Відмічено, що в деяких випадках відхід грубоподрібненого силосу склав більше 15%. Дослідниками зроблено висновок, що силосозбиральні комбайни КС-2,6 і КС-2,6А були непридатні для заготівлі силосу із кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна.

Необхідність більш дрібного подрібнення кукурудзи в фазі воскової стиглості зерна на той час, в основному, обумовлювалась зниженням відходів силосу в вигляді об'їдків. Перші дослідження по використанню зерна силосу великою рогатою худобою були проведені в США, де, починаючи з кінця 60-х років, застосовували при збиранні кукурудзи комбайни, обладнанні рекатерами (Miller C. et al., 1969).

В дослідах на коровах вивчали вплив кукурудзяного силосу вологістю 65-69% на їх продуктивність. Маса подрібнювалась на частини 13 мм, а також доподрібнювалась для додаткового руйнування зерна. Було відмічено, що відхід зерна при згодуванні першого силосу склав 480 г на добу по сухій речовині проти 90 г при згодуванні другого силосу. Проте, суттєвої різниці в продуктивності корів, які

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		13

одержували різні варіанти силосів, не було встановлено. В іншому досліді при згодуванні силосу із різноподрібненої кукурудзи вологістю 55-58% різниця в продуктивності корів була значною. В розрахунку на молоко 4% жирності удій корів, які одержували доподрібнений силос склав 28 кг на добу проти 26,3 кг у корів, які одержували силос одностадійного подрібнення.

При вивченні якості силосу із кукурудзи воскової стиглості і його продуктивної дії на лактуючих коровах використовували три варіанти корму подрібненого в першому випадку комбайном КСС-2,6, другому КСК-100 з рекатером, в третьому – ПКК-Ф-90 (Полісся-3000). Подрібнення зерна в силосі першого варіанту склало 73%, другого – 95%, третього – 98%. Продуктивність корів у перерахунку на молоко 4% жирності і його жирність відповідно по групах склали – 21,0 кг, 20,0 кг, 19,5 кг і 4,2%, 4,0%, 4,0%.

Втрати зерна з калом найбільш високі (12,6 %) були у тварин, які одержували силос подрібнений комбайном КСС-2,6. У другій і третій групах цей показник був значно нижчим (2,46% і 1,78%).

Із зменшенням довжини різки підвищується щільність укладки маси в сховищі, як наслідок – знижується пористість матеріалу, що перешкоджає доступу повітря в корм. А відсутність повітря в масі створює сприятливі умови для силосування кукурудзи. Тому втрати поживних речовин при силосуванні маси, подрібненої на частинки до 10 мм не перевищували 10%.

Довжина різки силосної маси також впливає на процес вторинної ферментації при використанні силосу. За даними за 15 днів зберігання силосу на відкритому повітрі втрати поживних речовин від вторинної ферментації складають 32%. Силос із мілкоподрібненої маси більш стійкий до окислення, ніж з грубоподрібненої. Це обумовлено тим, що висока щільність мілкої маси перешкоджає проникненню кисню в масу. Швидкість проникнення повітря в силос при зміні довжини різки від 6,25 до 3,6 мм і щільності маси від 600 до 900 кг/м³ в більшій мірі залежить від щільності укладки маси, ніж від ступеню подрібнення. Так, при довжині різки 10 мм і підвищенні

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

щільності маси, у вказаних межах швидкість проникання кисню в силос до концентрації 5% на глибину 1 м складає з 4 до 26 діб.

1.3 Опис існуючих технічних засобів реалізації операції навантаження силосу

Навантажувач-екскаватор ПЕ-0,8Б – це гідравлічна машина, яку навішують на трактори ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М. Він призначений для навантаження мінеральних і органічних добрив, сипучих і малосипучих матеріалів, силосу і сінажу, штучних і упакованих в тару вантажів, а також для проведення екскаваторних робіт в ґрунтах I і II категорій (рідка глина, суглинок, супісок, ґрунт рослинного шару, чорнозем, шлак, щебінь та ін.) в немерзлому стані і бульдозерних робіт в межах тягового зусилля трактора.

Робоче обладнання машини: грейфер, кігті, лопата, гак та бульдозер. Стріла навантажувача шарнірно за допомогою пальця з'єднана з верхньою частиною поворотної колони. Колона служить для повороту стріли машини. Стріла переміщає робочий орган в межах робочої зони. Виліт стріли змінюють гідроциліндром.

Грейфер має дві щелепи, які з'єднані між собою втулками. Щелепи оснащені ножами з зубами для захвату матеріалу. Розкриває і закриває щелепи спеціальний механізм, який приводиться в дію гідроциліндром. Місткість ковша грейфера 0,44 м³. Ширина захвату 1,3 м. Висота навантаження 3,6 м. Глибина опускання ковша грейфера 2,2 м.

Стрілу піднімають і опускають за допомогою гідроциліндра. В горизонтальній площині її повертають на кут 270° окремим гідроциліндром.

Для навантаження силосу, сіна, соломи, органічних добрив та інших аналогічних вантажів замість ковша кріплять грейфер з кігтями. Кігті складаються з двох зварних рам, до кожної з яких приварено по п'ять зубів. Кігті навішують на механізм грейфера, яким вони розкриваються і закриваються.

Для виривання траншей і ям на підставці стріли кріплять ковш. Глибина викопування 2...2,2 м, ширина 0,7 м.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		15

До підставки стріли для навантаження і розвантаження затарених штучних вантажів кріплять гак. Висота підйому гака 5 м. Вантажопідйомність 800 кг.

Відвал бульдозера має захват 2 м. Відвалом керують за допомогою гідравлічного циліндра.

Для приведення в дію гідроциліндрів на тракторі встановлений шестеренчастий насос, масляний бак, гідророзподільники та інша апаратура.

Продуктивність при навантаженні сипучих матеріалів до 100 т/год, при вириванні траншей – 30 м³/год. Маса навантажувача 2400 кг.

Навантажувач силосу і сінажу ПСС-5,5 використовують для вилучення силосу і сінажу (подрібнених до частинок розміром 30-40 мм) із наземних траншей і навантаження в кормороздавачі або транспортні засоби. Основні частини навантажувача: рама з системою навішування, ланцюгово-планчастий відокремлювач, приймальний бункер зі шнеком, завантажувальний транспортер, стріла, привід, гідросистема і система керування.

Гідросистема навантажувача складається із масляного бака, шестиренчатого насосу, гідророзподільника, гідрозбільшувача зчпної маси з гідроаккумулятора, регулятора швидкості стріли, гідроциліндрів її підйому, гідроциліндрів керування положенням відокремлювача, гідроциліндра підйому бункера і маслопроводів. Ісі гідроциліндри двосторонньої дії. Масло насосом подається до тризлотникового розподільника, за допомогою якого керують потоком робочої рідини, що розприділяється по гідроциліндрам.

Силос або сінаж, який відірваний відокремлювачем від основної маси, подається в бункер, звідки переміщається шнеком, зкидається у завантажувальний транспортер і далі – в кормороздавач. Гідравлічний чотирьохланковий механізм і гідроциліндри постійно автоматично утримують робочу поверхню відокремлювача у горизонтальному положенні по всій траєкторії переміщення стріли.

Навантажувач навішують на трактор МТЗ-50/52 або МТЗ-80/82.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Фуражир начіпний ФН-1,4 призначений для вилучення, подрібнення і навантаження у транспортні засоби соломи і сіна із скирд, а також сінажа і силоса із наземних буртів. Агрегатується з тракторами типу МТЗ. Основні частини фуражира: рама, вентилятор, трубопровід з патрубком, подрібнюючий фрезерний барабан, механізм приводу барабана і засоби його підйому.

Рама являє собою зварну конструкцію з чотирма кронштейнами. Двома кронштейнами вона кріпиться до картеру заднього моста, двома іншими – до верхніх кронштейнів навіски трактора. На рамі змонтовані вентилятор типу ексгаустера з чотирьох лопасним крилачком. Вентилятор оснащений поворотним дефлектором з регулюючим козирком. З всмоктувальним вікном ексгаустера шарнірно з'єднаний кофузор з коліном. На передній (по ходу трактора) частині кофузора змонтований подрібнюючий барабан, який складається з тринадцяти дисків, що закріплені на трубі, з приклепаними до них сегментними ножами. Барабан і вентилятор приводяться від ВОМ трактора. Обертальний момент від ВОМ до барабану передається через редуктор, ланцюгову та клинопасову передачі. Підйом кофузора з барабаном здійснюється гідравлічним циліндром, що управляється від гідросистеми трактора.

Маса, відрізана від стогу соломи або бурта силосу, засипається вентилятором у трубопровід і за допомогою дефлектора подається в транспортний засіб.

Навантажувач стебельних кормів ПСК-5 призначений для відділення силосної або сінажної маси від бурта або соломи від скирди, доподрібнення і навантаження кормів у транспортні засоби. Агрегатується з тракторами типу МТЗ. Основні частини: рама, стріла з фрезерними барабанами, вивантажувальна труба, приймальний ковш зі шнеком і вентилятором, механізми передач і гідропривід. Для підгрібання залишків корму після навантаження і для рівномірного розподілення навантажень по опорам зпереду на трактор навішують бульдозер БН-1В.

Рама зварна, на ній змонтовані усі робочі органи і механізми навантажувача. В нижній частині рами розміщені приймальний ковш зі шнеком і вентилятором, а

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		17

також розподільний редуктор. До верхньої частини рами за допомогою кронштейнів шарнірно прикріплена стріла, на якій встановлені фрезбарабани, їх привід та щиток для направлення зрізаної маси в приймальний ковш.

Основний робочий орган навантажувача – фрезбарабани. Вони відбирають масу від бурта або скирди і направляють її в приймальний ковш. Фрезбарабан являє собою циліндр діаметром 240 мм, закріплений на шліцевому кінці вала конічного редуктора. Крутний момент від ВОМ трактора передається на розподільний редуктор, на одному із валів якого знаходиться вентилятор, а від другого вала в крутний момент за допомогою ланцюгових передач передається на вал шнека і через контрпривід з запобіжною муфтою – на конічний редуктор. На одному із його валів змонтовані фрезбарабани, а на другому – фреза, що зрізає залишену між барабанами частину бурта або скирди.

До поверхні циліндра по гвинтовій лінії приварені спеціальні кронштейни, до яких за допомогою болтів і гайок кріпляться Г-подібні ножі. Розміщення ножів по гвинтовій лінії забезпечує рівномірне підрізання корму і плавну роботу фрезбарабану. Щоб поверхня бурта була рівною, на торцях фрезбарабанів встановлені два підрізних ножі.

Вивантажувальна труба являє собою зварну коритоподібну конструкцію, до верхньої частини якої шарнірно кріпиться дефлектор, який забезпечує поворот на кут до 300°.

В приймальній камері навантажувача встановлений шнек, який являє собою вал з лівими і правими зубчастими витками. Він направляє зрізану масу до вентилятора, диск якого закріплений на шліцевому хвостовику нижнього валу розподільного редуктора. До диска приварено шість ввігнутих лопаток. Робоче колесо вентилятора обертається в середині кожуха, який змонтований на рамі навантажувача. на верхній частині кожуха є конусний розтруб з з'єднувальним шарніром для кріплення вивантажувальної труби з дефлектором. Для запобігання пошкодження вентилятора при перевантаженнях на протилежному кінці привідного валу розподільного редуктора встановлена запобігальна муфта.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		18

Підйом і опускання стріли з фрезбарабанами, бульдозера, а також поворот вивантажувальної труби здійснюється за допомогою гідросистеми трактора. Стріла піднімається гідроциліндром, а опускається під дією власної ваги. Швидкість її опускання можна регулювати дроселем-регулятором гідросистеми.

1.4 Переваги блочного вилучення силосу перед вивантаженням грейфером

При силосуванні культур виділяють чотири аеробні фази:

- польова;
- первинна аеробна в силососховищі;
- фаза проникнення повітря;
- фаза вторинного аеробного розкладу.

Втрати поживних речовин у перші три фази при заготівлі силосу залежать від стану рослини та вибраної технології приготування корму і можуть коливатись від 12 до 34%.

Четверта фаза втрат виникає в результаті проникнення повітря в силос при його використанні, тобто при відкритті сховища і годівлі тварин. За даними Н. Ноніг, 1975, втрати сухої речовини в результаті вторинного “бродіння” можуть сягати 30 %. Причому, чим кращий силос, тим ці втрати більші. Для запобігання інтенсивному вторинному розкладу корму його з траншеї потрібно вивантажувати без переміщення шарів і розрихлення. Крім того силос повинен як найменше часу піддаватись дії зовнішніх факторів.

Дуже часто про це забувають, і вивантажують силос і сінаж так само як сіно. Тобто маса розрихлюється грейферними навантажувачами і залишається на відкритому повітрі на декілька годин, а то й на добу. Це негативно впливає на якість силосу, особливо в теплу погоду, тому, що зменшується вміст молочної кислоти та збільшується кількість оцтової і масляної кислот. Цей процес проходить з виділенням великої кількості вуглекислого газу, зростанням кількості аміаку в 2,5-3 рази і зменшенням в кормі вмісту каротину на 40-60 %.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		19

Для того щоб якість корму не погіршувалась, порцію його, потрібну на одну видачу, необхідно вирізати з загальної маси пошарово – рівними блоками. Відрізану частину силосу необхідно відразу ж вантажити в роздавачі-змішувачі типу РСП-10, змішувати з іншими компонентами раціону і роздавати тваринам.

Для виконання операцій вантаження силосу і сінажу з траншей пропонуються блок-різак, який виготовлений на базі навантажувача КУН-10.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		20

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНО-МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОРМУ НА ФЕРМІ

2.1 Розрахунок потреби кормів

Визначаємо добову потребу кожного виду корму, кг/добу:

$$G_i = M \cdot \partial_i, \quad (2.1)$$

де M – поголів'я ферми, голів;

∂_i – добова потреба i -го виду корму на одну тварину, кг/добу.

Добова потреба силосу:

$$G_{\text{сил}} = 700 \cdot 16 = 11200 \text{ кг/добу.}$$

Добова потреба сіна:

$$G_{\text{сіно}} = 700 \cdot 1 = 700 \text{ кг/добу.}$$

Добова потреба соломи:

$$G_{\text{солом}} = 700 \cdot 5 = 3500 \text{ кг/добу.}$$

Добова потреба жому:

$$G_{\text{жом}} = 700 \cdot 18 = 12600 \text{ кг/добу.}$$

Добова потреба концентратів:

$$G_{\text{конц}} = 700 \cdot 2,1 = 1470 \text{ кг/добу.}$$

Загальна добова потреба в кормосуміші визначається за сумою всіх компонентів раціону, тобто

$$G_{\text{доб}} = \sum_{i=1}^n G_{\text{доб.}i}. \quad (2.2)$$

Тоді маємо

$$G_{\text{доб}} = G_{\text{сил}} + G_{\text{сіно}} + G_{\text{солом}} + G_{\text{жом}} + G_{\text{конц}} = 11200 + 700 + 3500 + 12600 + 1470 = 29470 \text{ кг/добу.}$$

Розраховуємо разову потребу в кормосуміші, кг/видачу:

$$G_{\text{раз}} = G_{\text{доб}} \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (2.3)$$

де β – процент видачі корму по годівлях,

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		21

$\beta = 30\%; 40\%; 30\%$ - при трьохразовій годівлі.

Разову потребу визначаємо за максимальною видачею:

$$G_{раз} = 29470 \cdot 40/100 = 11788 \text{ кг/видачу.}$$

Аналогічно визначаємо разову видачу кожного виду корму раціону:

- разова потреба силосу:

$$G_{раз\ сил} = 11200 \cdot 0,4 = 4480 \text{ кг/видачу.}$$

- Разова потреба сіна:

$$G_{раз\ сіно} = 700 \cdot 0,4 = 280 \text{ кг/видачу.}$$

- Разова потреба соломи:

$$G_{раз\ солом} = 3500 \cdot 0,4 = 1400 \text{ кг/видачу.}$$

- Разова потреба жому:

$$G_{раз\ жом} = 12600 \cdot 0,4 = 5040 \text{ кг/видачу.}$$

- Разова потреба концентратів:

$$G_{раз\ конц} = 1470 \cdot 0,4 = 588 \text{ кг/видачу.}$$

Визначаємо річну потребу кожного виду корму за формулою:

$$G_{річ.i} = G_{доб.i} \cdot D_i, \quad (2.4)$$

де D – тривалість годівлі корів кожним видом корму впродовж року.

Для всіх кормів, крім концентрованих, D_i рівняється тривалості стійлового періоду 200-220 днів. У літній період економічно вигідніше корів випасати.

Річна потреба силосу:

$$G_{річ.сил} = 11200 \cdot 210 = 2352 \text{ т.}$$

Річна потреба сіна:

$$G_{річ.сіно} = 700 \cdot 210 = 147 \text{ т.}$$

Річна потреба соломи:

$$G_{річ.солом} = 3500 \cdot 210 = 735 \text{ т.}$$

Річна потреба жому:

$$G_{річ.жом} = 12600 \cdot 210 = 2646 \text{ т.}$$

Річна потреба концентратів:

$$G_{річ.сил} = 1470 \cdot 365 = 537 \text{ т.}$$

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		22

2.2 Розрахунок кількості кормосховищ

Об'єм сховищ для корму визначаємо по формулі:

$$W = G_p / \rho_i, \quad (2.5)$$

де G_p – річна потреба в кормі;

ρ_i – густина відповідного корму, кг/м³.

Густина кормів становить:

- силос – 700 кг/м³;
- сіно – 120 кг/м³;
- солома – 80 кг/м³;
- жом – 750 кг/м³.

Об'єм усіх стирт буде рівним:

$$W_{\text{солсм}} = 735000 / 80 = 9188 \text{ м}^3.$$

Розмір однієї стирти, яка ставиться на кормовому дворі дорівнює:

- висота $h = 5$ м;
- ширина $b = 8$ м;
- довжина $l = 100$ м.

Об'єм однієї стирти буде рівним:

$$W_{\text{ст.}} = h \cdot b \cdot l = 5 \cdot 8 \cdot 100 = 4000 \text{ м}^3.$$

Кількість сховищ визначається за формулою:

$$N = W_K / W_{\text{сх}}, \quad (2.6)$$

Де w_K – загальний об'єм сховищ, м³;

$w_{\text{сх}}$ - об'єм одного сховища, м³;

Кількість стирт буде рівною:

$$N_{\text{ст}} = 9188 / 4000 = 2,3 \text{ шт.}$$

Об'єм траншей для силосу визначаємо за формулою (2.5):

$$W_{\text{сил}} = 2352000 / 700 = 3360 \text{ М}^3.$$

Розміри траншей із залізобетону:

- висота $h = 3,6$ м;
- ширина $b = 15$ м;

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		23

- довжина $l = 50$ м.

Об'єм однієї траншеї:

$$W_{\text{тр}} = 3,6 \cdot 15 \cdot 50 = 2700 \text{ м}^3.$$

Кількість траншей визначаємо за формулою (2.6):

$$n_{\text{тр}} = 3360 / 2700 = 1,24 \text{ шт.}$$

Визначаємо об'єм всього сіна за формулою (2.5):

$$W_{\text{сіно}} = 147000 / 120 = 1225 \text{ м}^3.$$

Розміри однієї стирти сіна такі:

- висота $h = 5,0$ м;

- ширина $b = 8,0$ м;

- довжина $l = 26,0$ м.

Об'єм однієї стирти сіна:

$$W_{\text{ст.сіно}} = 5 \cdot 8 \cdot 26 = 1040 \text{ м}^3.$$

Тоді кількість стирт сіна буде рівна:

$$n_{\text{ст.сіно}} = 1225 / 1040 = 1,18 \text{ шт.}$$

Визначаємо об'єм сховищ для жому за формулою (2.5):

$$W_{\text{ж}} = 2646000 / 750 = 3528 \text{ м}^3.$$

2.3 Розрахунок кількості навантажувачів

Кількість навантажувачів визначаємо за формулою:

$$N_{\text{нав}} = g_{\text{доб}} / (q \cdot t), \quad (2.7)$$

Де $g_{\text{доб}}$ – добова потреба корму на фермі, кг;

q – продуктивність навантажувача, кг/год;

t – час роботи навантажувача за добу, год.

Визначаємо кількість навантажувачів соломи фн-1,4:

$$N = 3500 / (4500 \cdot 7) = 0,1.$$

Приймаємо кількість навантажувачів соломи ФН-1,4 – 1 шт.

Визначаємо кількість розроблювальних навантажувачів силосу:

$$N = 11200 / (30000 \cdot 7) = 0,05.$$

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		24

Приймаємо кількість розроблювальних навантажувачів силосу – 1 шт.

Визначаємо кількість навантажувачів сіна пг- 0,2:

$$N = 700 / (4000 \cdot 6) = 0,03.$$

Приймаємо кількість навантажувачів сіна пг-0,2 – 1 шт.

Потреба в навантажувачах жому пэ-0,8б:

$$N = 12600 / (40000 \cdot 6) = 0,05.$$

Приймаємо кількість навантажувачів жому пє-0,8б – 1 шт.

2.4 Розрахунок кількості кормороздавачів

Оскільки на фермі використовується кормороздавач РСП-10, то визначаємо його фактичну вантажопідйомність за формулою:

$$B_p = v_k \cdot \varphi_p \cdot \rho_{cm}, \quad (2.8)$$

Де v_k – об'єм кузова кормороздавача, m^3 ;

$$v_k = 10 m^3;$$

φ_p – коефіцієнт заповнення кузова, $\varphi_p = 0,8-1,0$;

ρ_{cm} – насипна маса кормосуміші, kg/m^3 .

Насипна маса кормосуміші визначається за формулою:

$$\rho_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{раз.i} \cdot \rho_i}{G_{раз}}, \quad (2.9)$$

Де $g_{раз.i}$ – разова потреба і-го компоненту кормосуміші, kg ;

ρ_i – насипна маса компонентів кормосуміші:

Для силосу – $\rho = 0,6-0,8\gamma$ (об'ємної щільності), $\rho = 0,8 \cdot 700 = 560 kg/m^3$;

Для сіна - $\rho = 0,5-0,7\gamma$, $\rho = 0,7 \cdot 120 = 84 kg/m^3$;

Для соломи - $\rho = 0,5-0,6\gamma$, $\rho = 0,6 \cdot 80 = 50 kg/m^3$;

Для жому - $\rho = \gamma$, $\rho = 750 kg/m^3$;

Для концкормів - $\rho = \gamma$, $\rho = 800 kg/m^3$.

Отже, насипна маса кормосуміші:

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$P_{см} = \frac{4480 \cdot 560 + 280 \cdot 84 + 1400 \cdot 50 + 5040 \cdot 750 + 588 \cdot 800}{11788} = 380 \text{ кг/м}^3.$$

За формулою (2.8) знаходимо фактичну вантажопідйомність кормороздавача:

$$V_p = 10 \cdot 0,8 \cdot 380 = 3040 \text{ кг.}$$

Тривалість одного обороту кормороздавача визначається за сумою затрат часу на окремі операції циклу і визначається за формулою:

$$T_u = k_o(t_{кх} + t_3 + t_m + t_p), \quad (2.10)$$

Де k_o – коефіцієнт, що враховує передбачені зупинки, $k_o = 1,1-1,2$;

$t_{кх}$ – час холостого ходу роздавача, год;

$$T_{кх} = l_{ш} / v_k, \quad (2.11)$$

Де $l_{ш}$ – середня віддаль від кормосховищ до тваринницьких приміщень, $l_{ш} = 0,5$ км;

v_k – середня швидкість руху порожнього роздавача,

$v_k = 12-15$ км/год, приймаємо $v_k = 12$ км/год.

За формулою (2.11) знаходимо тривалість холостого ходу роздавача:

$$T_{кх} = 0,5 / 12 = 0,04 \text{ год.}$$

T_3 – час завантаження роздавача, год;

$$T_3 = (b_p / q_3) + t_{пер}, \quad (2.12)$$

Де q_3 – середня продуктивність навантажувачів, т/год;

$$q_3 = \frac{Q_{н.сил} + Q_{н.сіно} + Q_{н.сол} + Q_{н.жом}}{4}; \quad (2.13)$$

Де $q_{н.сил}$ – продуктивність навантажувача силосу, $q_{н.сил} = 30$ т/год;

$q_{н.сіно}$ – продуктивність навантажувача сіна, $q_{н.сіно} = 4000$ т/год;

$q_{н.сол}$ – продуктивність навантажувача соломи, $q_{н.сол} = 4500$ т/год;

$q_{н.жом}$ – продуктивність навантажувача жому, $q_{н.жом} = 40000$ т/год;

$$q_3 = \frac{30000 + 4000 + 4500 + 40000}{4} = 19625 \text{ кг/год.}$$

$T_{пер}$ – тривалість переїздів між кормосховищами, год;

$$T_{пер} = 3l_k / v_{пер}, \quad (2.14)$$

Де l_k – середня віддаль між кормосховищами, $l_k = 0,5$ км;

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		26

$v_{пер}$ – середня швидкість руху роздавача при переїздах між кормосховищами, $v_{пер} = 9$ км/год;

$$T_{пер} = 3 \cdot 0,5 / 9 = 0,17 \text{ год.}$$

За формулою (2.12) визначаємо час завантаження кормороздавача:

$$T_3 = (3040 / 19625) + 0,17 = 0,33 \text{ год;}$$

T_m – час перевезення кормосуміші до приміщень, год;

$$T_m = l_m / v_m, \quad (2.15)$$

Де v_m – швидкість руху завантаженого роздавача, $v_m = 9-12$ км/год, приймаємо $v_m = 9$ км/год;

$$T_m = 0,5 / 9 = 0,06 \text{ год.}$$

T_p – час роздавання кормосуміші, год;

$$T_p = b_p / q_6, \quad (2.16)$$

Де q_6 – продуктивність вивантаження кормосуміші, кг/год;

$$q_6 = d_z \cdot v_p \cdot h_k, \quad (2.17)$$

Де d_z – питома завантаження годівниці, кг/м;

$$d_z = \frac{\partial_p \cdot \beta \cdot K}{l_n \cdot 100}, \quad (2.18)$$

Де ∂_p – добова норма кормосуміші на 1 корову, $\partial_p = 42,1$ кг;

k – кількість тварин, що годуються з одного головомісця, $k = 1$;

β – процент видачі корму за одну годівлю, 40%;

l_n – фронт годівлі, $l_n = 1,0-1,2$ м, приймаємо $l_n = 1,1$ м.

$$d_z = \frac{42,1 \cdot 40 \cdot 1}{1,1 \cdot 100} = 15,3 \text{ кг/м;}$$

v_p – швидкість руху при роздаванні, $v_p = 2$ км/год;

h_k – число годівниць, які одночасно обслуговуються роздавачем, $h_k = 1$.

Тоді:

$$Q_6 = 15,3 \cdot 2000 \cdot 1 = 30600 \text{ кг/год.}$$

За формулою (2.16) знаходимо час роздавання кормосуміші, год:

$$T_p = 3040 / 30600 = 0,1 \text{ год.}$$

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		27

Визначаємо тривалість одного обороту кормороздавача за формулою (2.10):

$$T_u = 1,2(0,04 + 0,33 + 0,06 + 0,1) = 0,64 \text{ год.}$$

Визначаємо продуктивність кормороздавача за формулою:

$$Q_{роз} = b_p / t_u, \quad (2.19)$$

Підставляючи значення, маємо:

$$Q_{роз} = 3040 / 0,64 = 4750 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо необхідну кількість мобільних кормороздавачів за формулою:

$$n_p = \frac{G_{раз}}{Q_{роз} \cdot T}. \quad (2.20)$$

Підставивши значення в формулу (13), отримуємо:

$$n_p = \frac{11788}{4750 \cdot 1,5} = 1,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо два роздавача РСП-10.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		28

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА НАВАНТАЖУВАЧА СИЛОСУ

3.1 Будова та робота навантажувача

Розроблюваний навантажувач призначений для навантаження силосу з траншей. Навантажувач працює в агрегаті з тракторами типу МТЗ.

Навантажувач складається з двох панелей навіски, що кріпляться на лонжеронах трактора і зв'язаних знизу швелером з кронштейнами, і рами підйому, яка шарнірно з'єднана з панелями навіски. Рама піднімається і опускається двома гідроциліндрами подвійної дії. Спереду на раму підйому навішується ніж.

Для розвантаження корпусу муфти зчеплення, картера маховика і лонжеронів трактора панелі навіски з'єднані з рукавами півосей розвантажуючим пристроєм.

Керування механізмами навантажувача і робочими органами здійснюється з місця водія рукоятками гідророзподільника трактора.

3.2 Будова та робота складових частин навантажувача

3.2.1 Права та ліва панелі навіски

Панель навіски представляє собою зварну конструкцію, яка складається із стійки і балки. На стійці є кронштейни для кріплення рами підйому і кронштейни для гідроциліндрів підйому. Внизу до стійки приварений кронштейн з трьома отворами для кріплення швелера з кронштейнами. Планка служить для закріплення тяги розвантажуючого пристрою.

Балка має зпереду і ззаду по три отвори для кріплення панелі навіски до лонжерону трактора.

3.2.2. Швелер з кронштейнами

Швелер з кронштейнами з'єднує між собою панелі навіски. Всередині нього вмонтовані трубопроводи гідросистеми, які служать для підводу масла до шланг гідроциліндрів рами підйому. З торців до розпірної труби приварені кронштейни з отворами для кріплення до панелей навіски.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		29

3.2.3 Рама підйому

Рама підйому складається з двох стріл, зварених між собою трубою. На обох кінцях стріли мають однакові втулки для кріплення рами на панелях навіски і для навішування на раму робочого органу.

В середній частині стріл є отвори, в яких кріпляться штоки гідроциліндрів підйому рами.

На стрілах приварені також кронштейни з отворами для кріплення гідроциліндрів перекидання блок-різача. На лівій стрілі і на трубі проходять трубопроводи для підводу оливи до гідроциліндрів, що навішуються на раму підйому робочого органу.

3.2.4 Гідроциліндри

Гідроциліндри навантажувача представляють собою нормалізовані гідроциліндри, оснащені додатково трубопроводами, з'єднувальною арматурою і вентилями.

Під час розбирання та збирання гідроциліндрів необхідно:

а) запобігати їх від впливу пилюки, а деталі – від механічних ушкоджень, для чого розбирання і збирання проводити на дерев'яних верстаках і столах. Особливо слід захищати від механічних ушкоджень хромовані поверхні штоків, так як пошкодження шару хрому або забоїни руйнують поверхню ущільнюючих кілець, що приводить до витікання рідини;

б) при встановленні ущільнюючих кілець слідкувати, щоб вони не перекручувались;

в) при повторному встановленні мідні прокладки відпалити.

3.2.5. Розвантажуючий пристрій

Розвантажуючий пристрій встановлюється з обох сторін трактора і складається з тяги з лівою різьбою і тяги з правою різьбою. Між собою тяги з'єднуються регулюючою гайкою, за допомогою якої здійснюється необхідний натяг тяг.

3.2.6 Блок-різак

Блок-різак навантажувача складається з рами, в якій кріпляться одинадцять

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

нижніх пальців, ножа, який приводиться в дію за допомогою двох гідроциліндрів. З обох боків ніж має відрізні пластини з загостреними кромками. Передня робоча кромка різака вготовлена у вигляді загострених зубців для кращого проникання в силосну масу. Для навішування ножа на раму підйому і під'єднання гідроциліндрів перекидання на задній стінці його приварені дві пари кронштейнів з отворами.

3.2.7. Гідросистема

Гідросистема агрегату складається з гідросистеми трактора і під'єднаної до неї гідросистеми навантажувача, яка служить для керування рамою підйому і відрізним пристроєм.

Гідросистема навантажувача складається з шести поршневих гідроциліндрів, комплекта арматури, гідромагестралей і монтажних елементів.

Гідравлічна система навантажувача призначена для керування наступними гідроциліндрами:

- а) циліндрами рами підйому;
- б) циліндрами перекидання блок-різака;
- в) циліндри підйому ножа.

3.2.8. Робоча рідина

В якості робочої рідини гідросистеми навантажувача служить рідина, що застосовується в гідросистемі трактора, на який навішується навантажувач.

Рідина, призначена для заливання в гідросистему, повинна знаходитись в опломбованій тарі. Наявність паспорта, що свідчить про відповідність рідини ДСТУ, обов'язкова.

У випадку відсутності рідини в спеціальній опломбованій тарі дозволяється заливати в систему паспортизовану рідину з загальної тари з попередньою перевіркою її на відповідність ДСТУ і з наступним відстоюванням і фільтрацією через трьохшарову марлю.

Категорично забороняється використовувати рідину, яка була у використанні, і рідину з вмістом механічних домішок чи вологи, а також суміші різних сортів рідин.

Заміну робочої рідини в гідросистемі навантажувача необхідно проводити

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

відповідно керівництву, що додається до трактора.

При перенавішуванні навантажувача слід перевірити відповідність робочих рідин навантажувача і трактора і в разі їх невідповідності злити рідину з гідросистеми навантажувача, промити її дизельним паливом і залити таку рідину, як в гідросистемі трактора.

3.2.9. Трубопровід з дроселем

Один з трубопроводів, що вмонтований в швелер з кронштейнами, оснащений дроселем, який призначений для сповільнення опускання рами підйому. При вмиканні рукоятки розподільника в “плаваюче” положення олива зливається з циліндра рами підйому. Дросель притискається до малого отвору в кутнику і олива проходить тільки через центральний отвір діаметром 3,5 мм, забезпечуючи повільне опускання рами підйому.

При підніманні рами олива тече в протилежному напрямку. Дросель притискається до великого отвору кутника і вільно пропускає оливу через пази і центральний отвір, забезпечуючи швидкий підйом рами.

3.2.10. Вентиль

Вентиль служить для перекриття гідроциліндрів підйому при переведенні навантажувача в транспортне положення.

3.3 Підготовка до роботи

3.3.1 Загальні вимоги

При збиранні навантажувача необхідно:

- збирати та навішувати навантажувач потрібно на рівному чистому майданчику з твердою поверхнею;
- при збиранні навантажувача потрібно змастити солідолом місця шарнірних з'єднань;
- правильне збирання і ретельний догляд за навантажувачем, збільшує термін служби машини.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		32

3.3.2. Підготовка трактора до навішування навантажувача

Перед навішуванням навантажувача на трактор необхідно виконати наступні роботи:

- а) перевірити справність гідросистеми трактора;
- б) встановити ширину колії: для передніх коліс трактора – 1400 мм, для задніх – 1900 мм, шляхом перестановки прве колесо на місце лівого і навпаки;
- в) встановити необхідний тиск в шинах: для передніх коліс – 3,2 кг/см², для задніх коліс – 1 кг/см²;

3.3.3. Встановлення панелей навіски і швеллера з кронштейнами

Встановити праву і ліву панелі навіски на лонжерони трактора і закріпити на отворах спеціальними болтами з розвантажуючими підголівками.

Потрібно поставити під всі головки болтів спеціальний стопорні пластини.

Болти мають бути термообробленими. Кріплення панелей болта без термооборобки і без підголівка може призвести до їх обриву.

З'єднувати панелі навіски внизу швеллером з кронштейнами потрібно шістьма болтами М16×40 з гайками і пружинними шайбами.

Встановлювати швеллер з кронштейнами потрібно так, щоб кінець його що має три різьбових виходи, знаходився з правої сторони по ходу трактора.

Після встановлення швеллера потрібно провести завершальне підтягування усіх різьбових з'єднань.

3.3.4. Встановлення рами підйому та її гідроциліндрів

Для проведення робіт по встановленню рами підйому і її гідроциліндрів потрібно з'єднати раму підйому з кронштейнами панелей навіски за допомогою пальців і пружинних шплінтів.

Встановлювати гідроциліндри рами підйому потрібно трубкою догори, правий – на правій стороні, лівий - на лівій.

Перед встановленням гідроциліндрів на машину потрібно вкрутити маслінки

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		33

в головку штока і днища. Після цього циліндри кріплять штоком до рами підйому. В шарніри гідроциліндрів встановлюють пальці і пружинні шплінти.

3.4 Порядок роботи навантажувача

Роботу розроблювального навантажувача силосу слід проводити у наступній послідовності:

- 1) встановлення за допомогою рами підйому і гідроциліндрів перекидання необхідну висоту і нахил вил блок-різака;
- 2) введення вил блок-різака в силос рухом трактора вперед;
- 3) відрізання блоку силосу за допомогою ножа та гідроциліндрів блок-різака;
- 4) піднімання блок-різака з силосом до висоти завантаження;
- 5) проведення вивантаження шляхом перекидання блок-різака.

3.5 Технічне обслуговування навантажувача

Господарства зобов'язані утримувати навантажувачі протягом всього строку служби в технічно справному стані.

Технічно справний стан і постійна готовність до роботи сільськогосподарських машин досягаються шляхом планомірного здійснення системи міроприємств по їх технічному обслуговуванню.

Встановлюються наступні види і періодичність технічного обслуговування:

- 1) щомісячне технічне обслуговування;
- 2) періодичне технічне обслуговування – через 60 годин;
- 3) післясезонне технічне обслуговування – по закінченню сезону роботи.

В залежності від умов роботи навантажувача допускається відхилення від встановлених строків проведення періодичних технічних обслуговувань в межах 10 % .

Недоліки, виявлені під час проведення технічних обслуговувань повинні бути ліквідовані.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Експлуатувати навантажувачі, що не пройшли чергового технічного обслуговування, забороняється.

3.6 Правила зберігання

Навантажувач може ставитись на короткочасне та довгострокове зберігання. Короткочасне зберігання організовується в період, коли навантажувач тимчасово не використовується по тим або іншим причинам.

Довгострокове зберігання навантажувача організовується після закінчення сезону використання, а також в період, коли перерва в використанні навантажувача триває більше двох місяців.

Підготовка і встановлення навантажувача на зберігання повинні проводитись безпосередньо після закінчення робіт.

Навантажувач може зберігатись на спеціально обладнаних машинних дворах, відкритих майданчиках, під навісами і в закритих приміщеннях.

Зняті з навантажувача деякі вузли, інструмент і приладдя повинні зберігатись в спеціально обладнаних приміщеннях.

Навантажувач встановлюється на короткочасне зберігання комплектно, без зняття вузлів і деталей. Перед встановленням навантажувача на зберігання проводиться технічний догляд .

При зберіганні навантажувача строком більше десяти днів трактор з навантажувачем встановлюється на підставки, при цьому тиск в шинах знижують до 70-80 % від нормального. Між шинами і опорною поверхнею обов'язково повинен бути просвіт, а самі шини покриті запобіжною обмазкою. Робочі органи при цьому повинні бути опущеними до низу на підкладки в “плаваючому” положенні рукоятки розподільника.

Перед встановленням на довгострокове зберігання, навантажувач демонтується, очищається від пилуки, бруду, рослинних та інших рештків. Пошкоджене пофарбування повинне бути відновлене.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		35

3.7 Розрахунок процесу різання силосу розроблювальним пристроєм та вибір гідроциліндрів

Під час відрізання силосного моноліта розроблювальним пристроєм здійснюється нормальне різання лезом, тобто кут ковзання $\tau = 0$ (рис. 4.1).

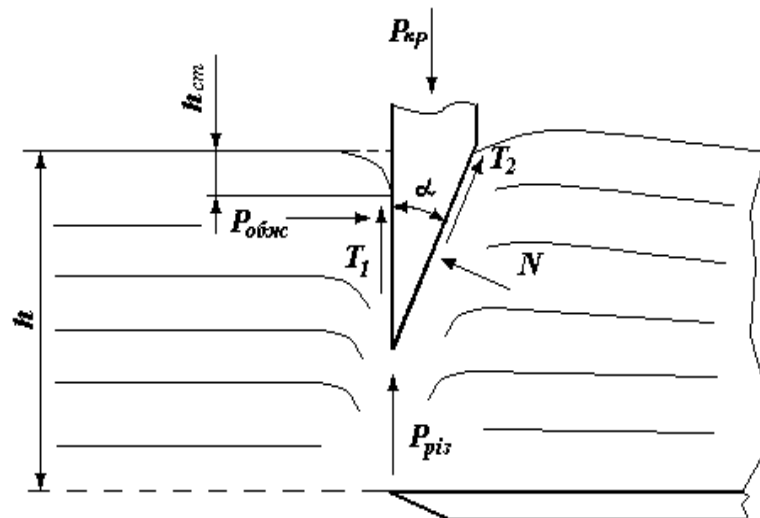


Рис.3.1 Схема відрізання силосу.

Сила стискування ножа, здатна розпочати процес різання, визначається з виразу:

$$P_{кр} = P_{різ} + T_1 + T_2 \cdot \cos\alpha, \quad (3.7.1)$$

де $P_{різ}$ - опір різанню лезом.

Опір різанню визначається за формулою:

$$P_{різ} = q_{он} \cdot l, \quad (3.7.2)$$

де $q_{он}$ – питомий опір різанню, Н/м;

$$q_{он} = 5 \text{ кН/м};$$

l – ширина шару маси, що відрізається, м;

$$l = 3,1 \text{ м.}$$

За формулою (3.7.2) визначаємо опір різанню:

$$P_{різ} = 5 \cdot 3,1 = 15,5 \text{ кН};$$

T_1 – сила тертя силосу по поверхні різача, Н;

$$T_1 = P_{обж} \cdot f, \quad (3.7.3)$$

										Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата						36

де $P_{обж}$ – зусилля, з яким маса тисне на ніж, Н;

f – коефіцієнт тертя силосу по сталі;

$$f = 0.95;$$

T_2 – сила тертя силосу по фасці ножа, Н;

$$T_2 = N \cdot f, \quad (3.7.4)$$

де N – сила тиску шару силосу на фаску ножа, Н.

Виходячи з того, що товщина ножа різачка 10 мм, а кут загострення коливається в межах 12-22°, то можна припустити, що $T_1 \approx T_2$.

В даному випадку:

$$N = m \cdot a \cdot b \cdot c, \quad (3.7.5)$$

де m – щільність силосу в траншеї, Н/м³;

a, b, c – габаритні розміри відрізаного блоку силоса, м;

$$N = 7 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 6,7 \text{ кН.}$$

З формули (3.7.4) маємо:

$$T_1 \approx T_2 = 6,7 \cdot 0,95 = 6,4 \text{ кН.}$$

Підставляючи усі отримані значення в формулу (3.7.1), отримаємо:

$$P_{кр} = 15,5 + 6,4 + 6,4 \cdot 0,95 = 28 \text{ кН.}$$

Виходячи з отриманої сили стискування ножа, яка здатна розпочати процес різання потрібно підібрати гідроциліндри, в яких їх номінальна сила була рівна або більшою за силу стискання ножа, тобто $P_{н.ц} \geq P_{кр}$.

З каталога вибираємо два циліндра марки ГЦ 80. 250. 16.000.

3.8 Перевірка пальця на зріз

Вихідними даними для перевірки є:

Сила $F = 28$ кН.

Діаметр пальця $d = 40$ мм.

Допустима напруга на зріз $[\tau] = 60$ МПа.

Умова міцності на зріз має вигляд:

$$\tau_{\max} = (4 \cdot F) / (\pi \cdot d^2) \leq [\tau]; \quad (3.8.1)$$

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\tau_{\max} = (4 \cdot 28 \cdot 10^3) / (3.14 \cdot 16 \cdot 10^{-4}) = 11.2 \text{ МПа.}$$

Дотична напруга в пальці не перевищує допустимої напруги ($\tau_{\max} \leq [\tau]$), тому міцність пальця на зріз забезпечена.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		38

РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАВАНТАЖУВАЧА ЗА УЗАГАЛЬНЮЮЧИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Сучасний ринок сільськогосподарської техніки характеризується наявністю широкого спектру різноманітних машин, як вітчизняного виробництва, так і закордонного.

Вибір споживачем тієї чи іншої машини залежить від критеріїв оцінки її ефективності.

у нашому випадку такими критеріями будуть:

- Продуктивність;
- Максимальна висота завантаження;
- Якість проведення технологічного процесу;
- Маса.

Кожен окремо взятий критерій не може дати однозначної відповіді про переваги і недоліки машини, тобто визначити її конкурентоздатність серед інших машин аналогів.

Зробити однозначний висновок про конкурентоздатність можна в тому випадку, якщо скористатись узагальнюючим показником, який враховує окремі характеристики машини та їх ступінь впливу на нього.

Для порівняння окремих машин можна використовувати узагальнюючі показники двох видів. Показники обох видів визначаються як середнє геометричне від окремих оціночних показників, але при визначенні одного з них враховують ступені вагомості окремих характеристик.

Для проведення розрахунків по визначенню конкурентоспроможності навантажувача за узагальнюючими показниками наведемо техніко-експлуатаційні показники існуючих навантажувачів і розроблювального:

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 4.1 - Техніко-експлуатаційні показники машин

№ п/п	Марка машини	Продуктивність, т/год	Максимальна висота завантаження, м	Втрати поживних речовин, %	Маса, кг
1	ПСК-5	15	4,0	3,5	1520
2	ПЕ-0,8Б	25	3,5	6	2400
3	ПСС-5,5	30	3,5	2	2300
4	Розроблений	30	3,5	1	1100

4.1 Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками І-го роду

1. Вибираємо значення безрозмірних показників для машин з найвищою і найнижчою продуктивністю. Для 3-ї і 4-ї машин $d_{\max} = d_3 = d_4 = 0,9$ і $d_{\min} = d_1 = 0,2$.

2. Визначаємо X'_A і X'_B , тобто масштабні значення для найкращої і найгіршої машини:

$$X'_B = 4 + [-\ln(-\ln d_{\max})] = 6,35; \quad (4.1.1)$$

$$X'_A = 4 + [-\ln(-\ln d_{\min})] = 3,53. \quad (4.1.2)$$

3. Визначаємо масштабний лінійний коефіцієнт:

$$M_x' = (X_{\max} - X_{\min}) / (X'_B - X'_A) = (30 - 15) / (6,35 - 3,53) = 5,32 \quad (4.1.3).$$

4. Визначаємо масштабні показники для всіх машин за формулами:

- для показників, збільшення яких покращує технічний рівень машини:

$$\uparrow \quad X'_i = X'_A + [(X_i - X_{\min}) / M_x'], \quad (4.1.4)$$

де i – номер машини.

- для показників, збільшення яких погіршує технічний рівень машини:

$$\downarrow \quad X'_i = X'_B - [(X_i - X_{\min}) / M_x']. \quad (4.1.5)$$

Продуктивність належить до показників, підвищення яких веде до покращення технічного рівня машини, тому підрахунки ведемо по формулі (4.1.4):

									ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
										40
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата						

$$X'_1 = 3,53;$$

$$X'_2 = 3,53 + [(25-15) / 5,32] = 5,41;$$

$$X'_3 = 6,35;$$

$$X'_4 = 6,35.$$

5. Визначаємо безрозмірні показники по продуктивності за формулою:

$$d_i = \exp[-e^{-(X_i - 4)}]; \quad (4.1.6)$$

$$d_1 = 0,2;$$

$$d_2 = \exp[-e^{-(5,41 - 4)}] = 0,78;$$

$$d_3 = 0,9;$$

$$d_4 = 0,9.$$

6. Вибираємо значення безрозмірних показників для машин з найбільшою і найменшою висотою завантаження: $d_{\max} = d_1 = 0,9$; $d_{\min} = d_2 = d_3 = d_4 = 0,2$.

7. Вибираємо значення безрозмірних показників для машин з найменшими і найбільшими втратами поживних речовин. Для 4-ї машини $d_{\max} = d_4 = 0,9$; $d_{\min} = d_2 = 0,2$.

8. Значення X'_B і X'_A залишаються незмінними, тобто

$$X'_B = 6,35 \text{ і } X'_A = 3,53.$$

9. Визначаємо масштабний лінійний коефіцієнт за формулою (4.1.3):

$$M_x' = (X_{\max} - X_{\min}) / (X'_B - X'_A) = (6 - 1) / (6,35 - 3,53) = 1,77.$$

10. Визначимо масштабні показники для всіх машин. Оскільки підвищення показника втрат поживних речовин веде до погіршення технічного рівня машини, то підрахунки проводимо по формулі (5):

$$\downarrow X'_1 = X'_B - [(X_1 - X_{\min}) / M_x'] = 6,35 - [(3,5 - 1) / 1,77] = 4,94;$$

$$X'_2 = 3,53;$$

$$X'_3 = X'_B - [(X_3 - X_{\min}) / M_x'] = 6,35 - [(2 - 1) / 1,77] = 5,79;$$

$$X'_4 = 6,35.$$

11. Визначимо безрозмірні показники для втрат поживних речовин за формулою (6):

$$d_1 = \exp[-e^{-(4,94 - 4)}] = 0,68;$$

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_2 = 0,2;$$

$$d_3 = \exp[- e^{-(5,79 - 4)}] = 0,85;$$

$$d_4 = 0,9.$$

12. Вибираємо значення безрозмірних показників для машин з найбільшою і найменшою масою. Для 4-ї машини $d_{\max} = d_4 = 0,9$; $d_{\min} = d_2 = 0,2$.

13. Значення X'_B і X'_A залишаються незмінними, тобто

$$X'_B = 6,35 \text{ і } X'_A = 3,53.$$

14. Визначально масштабний лінійний коефіцієнт за формулою (3):

$$M_x' = (X_{\max} - X_{\min}) / (X'_B - X'_A) = (2400 - 1100) / (6,35 - 3,53) = 461.$$

15. Визначаємо масштабні показники для всіх машин за формулою (4.1.5):

$$\downarrow \quad X'_1 = X'_B - [(X_1 - X_{\min}) / M_x'] = 6,35 - [(1520 - 1100) / 461] = 5,44;$$

$$X'_2 = 3,53;$$

$$X'_3 = X'_B - [(X_3 - X_{\min}) / M_x'] = 6,35 - [(2300 - 1100) / 461] = 3,75;$$

$$X'_4 = 6,35.$$

16. Визначаємо безрозмірні показники по масі за формулою (4.1.6):

$$d_1 = \exp[- e^{-(5,44 - 4)}] = 0,79;$$

$$d_2 = 0,2;$$

$$d_3 = \exp[- e^{-(3,75 - 4)}] = 0,28;$$

$$d_4 = 0,9.$$

17. Визначаємо узагальнюючі показники для кожної машини за формулою:

$$D_i = \sqrt[4]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n};$$

$$D_1 = \sqrt[4]{0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,68 \cdot 0,79} = 0,56;$$

$$D_2 = \sqrt[4]{0,78 \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot 0,2} = 0,28;$$

$$D_3 = \sqrt[4]{0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,85 \cdot 0,28} = 0,46;$$

$$D_4 = \sqrt[4]{0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,62.$$

Усі визначені показники заносимо до таблиці 4.2.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		42

Таблиця 4.2 - Значення окремих безрозмірних та узагальнюючих показників I-го роду

№ п/п	Марка машини	Продуктивність	Максимальна висота завантаження	Втрати поживних речовин	Маса	Узагал. Показники
1	ПСК-5	0,20	0,90	0,68	0,79	0,56
2	ПЕ-0,8Б	0,78	0,20	0,20	0,20	0,28
3	ПСС-5,5	0,90	0,20	0,85	0,28	0,46
4	Розроблений	0,90	0,20	0,90	0,90	0,62

4.2 Визначення конкурентоспроможності за узагальнюючими показниками II-го роду

1. Натуральні показники перетворюємо в безрозмірні за формулами:

- для показників, підвищення яких покращує технічний рівень машини:

$$\uparrow \quad d_i = d_{\max} + (d_{\min} - d_{\max}) \cdot (X_i - X_{\max}) / (X_{\min} - X_{\max}) ; \quad (4.2.1)$$

- для показників, підвищення яких погіршує технічний рівень машини:

$$\downarrow \quad d_i = d_{\max} + (d_{\min} - d_{\max}) \cdot (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) , \quad (4.2.2)$$

де d_{\min} і d_{\max} – безрозмірні показники, які присвоюються найгіршій і найкращій машині ($d_{\min} = 1$; $d_{\max} = 5$);

X_{\max} і X_{\min} – максимальне і мінімальне значення натурального показника;

X_i – значення натурального показника для даної машини.

2. Переведення натуральних показників в безрозмірні по продуктивності проводимо по формулі (4.2.1):

$$d_1 = d_{\min} = 1;$$

$$d_2 = 5 + (1 - 5) \cdot (25 - 30) / (15 - 30) = 3,67;$$

$$d_3 = d_{\max} = 5;$$

$$d_4 = d_{\max} = 5.$$

3. Переведення натуральних показників в безрозмірні по максимальній висоті завантаження проводимо по формулі (4.2.1):

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		43

$$d_1 = d_{\max} = 5;$$

$$d_2 = d_3 = d_4 = d_{\min} = 1.$$

4. Переведення натуральних показників в безрозмірні по втратам поживних речовин проводимо по формулі (4.2.2):

$$d_1 = 5 + (1 - 5)(3,5 - 1) / (6 - 1) = 3,00;$$

$$d_2 = d_{\min} = 1;$$

$$d_3 = 5 + (1 - 5)(2 - 1) / (6 - 1) = 4,2;$$

$$d_4 = d_{\max} = 5.$$

5. Переведення натуральних показників в безрозмірні по масі проводимо по формулі (4.2.2):

$$d_1 = 5 + (1 - 5)(1520 - 1100) / (2400 - 1100) = 3,71;$$

$$d_2 = d_{\min} = 1;$$

$$d_3 = 5 + (1 - 5)(2300 - 1100) / (2400 - 1100) = 1,31;$$

$$d_4 = d_{\max} = 5.$$

6. Узагальнюючі показники для кожної марки знаходимо за формулою:

$$D_i = \sqrt[\sum \beta_n]{d_1^{\beta_1} \cdot d_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot d_n^{\beta_n}}, \quad (4.2.3)$$

де β_n – ступінь вагомості окремих характеристик:

- для продуктивності $\beta = 1,4$;
- для максимальної висоти завантаження $\beta = 1,3$;
- для витрат поживних речовин $\beta = 1,45$;
- для маси $\beta = 1,15$.

Узагальнюючий показник навантажувача ПСК-5:

$$D_1 = \sqrt[5,3]{1^{1,45} \cdot 5^{1,3} \cdot 3^{1,4} \cdot 3,71^{1,15}} = 2,64.$$

Узагальнюючий показник навантажувача ПЭ-0,8Б:

$$D_2 = \sqrt[5,3]{3,67^{1,45} \cdot 1^{1,3} \cdot 1^{1,4} \cdot 1^{1,15}} = 1,43.$$

Узагальнюючий показник навантажувача ПСС-5,5:

$$D_3 = \sqrt[5,3]{5^{1,45} \cdot 1^{1,3} \cdot 4,2^{1,4} \cdot 1,31^{1,15}} = 2,41.$$

Узагальнюючий показник розроблювального навантажувача:

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$D_4 = \sqrt[5.3]{5^{1.45} \cdot 1^{1.3} \cdot 5^{1.4} \cdot 5^{1.15}} = 3,37.$$

Усі визначені показники заносимо до таблиці.

**Таблиця 4.3 - Значення окремих безрозмірних та узагальнюючих показників
II-го роду**

№ п/п	Марка машини	Продуктив- ність	Максимальна висота завантаження	Втрати поживних речовин	Маса	Узагал. показ- ники
1	ПСК-5	1,00	5,00	3,00	3,71	2,64
2	ПЕ-0,8Б	3,67	1,00	1,00	1,00	1,43
3	ПСС-5,5	5,00	1,00	4,20	1,31	2,41
4	Розроблений	5,00	1,00	5,00	5,00	3,37

Виходячи з розрахунків і отриманих узагальнюючих показників можна зробити висновок, що розроблювальна модель навантажувача силосу у перспективі за технічним рівнем і якістю проведення операції навантаження значно переважає існуючі моделі ПСК-5, ПЕ-0,8Б і ПСС-5,5.

Висновки

1. Введення в експлуатацію розробленого навантажувача забезпечить вивантаження силосу без розрихлення маси.

2. Втрати поживних речовин при використанні розробленого навантажувача зменшаться на 5 %.

3. Продуктивність навантажувача становить 30 т/год.

4. Використання кормороздавача РСП-10 забезпечить рівномірне змішування силосу з іншими компонентами раціону.

5. Необхідні додаткові капіталовкладення на розробку навантажувача окупляться на протязі сезону.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		46

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калетнік Г. М., Чаусов М. Г., Бондар М. М. *Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації*. Підручник. Київ: «Хай-Тек-Прес», 2011. 488 с.
2. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солона О.В., Цуркан О. В. *Технічна механіка*. Підручник. Київ : «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.
3. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
4. Ковбаса В.П., Солона О.В., Спирін А.В., Цуркан О.В. Про спрощення критерію вигляду напружено-деформованого стану суцільного середовища. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №1(100) Том 1, С. 44-49.
5. Колеснік І.В., Шуляк М.Л. Визначення діагностичного параметра рульового управління на основі моделювання плоско паралельного руху трактора. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2016. Вип. 170 С. 102 – 106.
6. Кувачов В. П., Мітков В. Б. Обґрунтування критеріїв оптимальності сумісного маршрутизованого руху технологічного комплексу МТА. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2012. Вип. 2, Т. 5. С. 8–15.
7. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки*, 2018 р., №6, С. 39-43.
8. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробовування насадок для розприскування (ISO 5682-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 5682-1:2005. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).
9. Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Замрій М. А. Вільні коливання осцилятора за наявності квадратичного в'язкого опору та сухого тертя. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2(97). С. 33-40.
10. Омелянов О.М. Особливості використання механічних коливань в технологічних процесах. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №4(87) С. 129–134.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		47

11. Серета Л.П., Пришляк В. М. Лабораторний практикум з теоретичного курсу сільськогосподарських машин. Вінниця : ВДАУ, 2007. 71 с.
12. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки. Вінниця: ТОВ Вінницька міська друкарня, 2016. 200 с.
13. Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.
14. Солона О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71-76.
15. Солона О.В., Ковбаса В.П.. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.
16. Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.
17. Солона О.В., Купчук І.М., Замрій М.А. Мехатронні системи техніки. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт для студентів денної та заочної форми навчання другого (магістерського) освітнього рівня галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця: ВНАУ, 2023. 96 с.
18. Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 14–21.
19. Холодюк О.В. Термінологічний словник з точного землеробства для студентів денної та заочної форм навчання з дисципліни “Система точного землеробства” та науково-педагогічних працівників, магістрантів та аспірантів інженерних спеціальностей. Вінниця: Видавничий відділ ВНАУ. – 2020. 42 с.
20. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спирін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.
21. Яропуд В.М., Гунько І.В., Серета Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачів другого

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		48

(магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Вінниця: ВНАУ, 2023. 39 с.

22. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.

23. Bo Li, Ying Chen, Jun Chen Modeling of soil–claw interaction using the discrete element method (DEM). *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 158, 5, P. 41-49.

24. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.

25. Cheminova. Засоби захисту рослин. Данія : [Рекламний проспект]. – К. : Юнівест Медіа, 2005. – 31 с.

26. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.

27. Rau. Техніка для обприскування : [Рекламний проспект]. – Dettingen, 2006. – 16 с.

28. Reichardt H. *Gesetzmässigkeiten den freien Turbulenz*. Дослідницька брошура Союзу німецьких інженерів; 2-е видання, 2001. – 414 с.

29. Solona O., Derevenko I., Kupchuk I. Determination of plasticity for pre-deformed billet. *Solid State Phenomena*. 2019. Vol. 291. P. 110-120.

30. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an antifiltration screen. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. №2. С. 81-89.

31. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні науки». Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва»*, 2019, с 86–90.

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		49

32. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

33. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.

34. Булгаков В.М., Пилипака С.Ф., Яропуд В.М., Захарова Т.Н, Калетнік Г.М. Плоскі вертикальні криві, що забезпечують постійні тиск і швидкість руху матеріальної точки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2014. Вип. 1 (73). С.100-120.

35. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

36. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 3(98). С. 25-31.

37. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

38. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 126 –136.

39. Гунько І.В., Музичук В.І., Служалюк М.В. Дослідження технічного сервісу машин в АПК. *Техніка, енергетика та транспорт АПК*. 2019. №2 (105). С. 43–51.

40. ДСТУ 4973:2008 Трактори. Технічне діагностування. Параметри та якісні ознаки технічного стану. – [Чинний від 2009.01.01] – К. : Мінагрополітики України, 2009. – III, 18 с. – (Галузевий стандарт України).

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		

ДОДАТКИ

					ДП.208.19-1.024.00 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист.	№ докум.	Підп.	Дата		51