

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Обґрунтування модернізації кормозбирального комбайна з
дослідженням подрібнюючого апарата»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-23МЗ-1

ОНП «Галузеве машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____Петров Михайло Сергійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____Микола МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 – Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій Васильковський

«___» _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА
ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ Петрова Михайла Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Обґрунтування модернізації кормозбирального комбайна з дослідженням
подрібнюючого апарата

2. Керівник роботи (проекту)

_____ Мороз Сергій Миколайович, канд. техн. наук, доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту 20.05.2025 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Підвищення ефективності роботи подрібнювача кормозбирального комбайна

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--------|-------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1–5 | Мороз С.М. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1 | Пояснювальна записка | 20.05.2025 р. | |
| 2 | Графічна частина | 20.05.2025 р. | |
| 3 | Захист роботи | 28.05.2025 р. | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Дата видачі завдання

« 03 » лютого 2025 р.

Підпис керівника

_____ Мороз С.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 03 » лютого 2025 р.

Підпис здобувача _____

Петров М.С.
(прізвище та ініціали)

Зміст

| | стор. |
|--------------------------------------|-------|
| Вступ..... | 6 |
| 2. Наукова частина | 7 |
| 3. Інженерна частина..... | 25 |
| 4. Охорона праці | 32 |
| 5. Економічна частина | 34 |
| Висновки | 35 |
| Список використаної літератури | 36 |
| Додатки | |

ВСТУП

Сільське господарство складається з двох галузей – рослинництва та тваринництва.

Продукція рослинництва використовується для забезпечення населення продуктами харчування, а тварин – кормами.

Продукція тваринництва також використовується для виготовлення продуктів харчування та кормів.

Сучасні технології дозволяють використовувати рештки рослин, побічні продукти після переробки продукції рослинництва та продукти життєдіяльності тварин для виробництва рідкого чи газоподібного палива.

Для виробництва соковитих кормів зі стебел рослин сільськогосподарських культур використовуються кормозбиральні комбайни. За способом агрегування вони бувають причіпні чи самохідні. Рівень виробництва самохідних машин для кормовиробництва вплинув на значне скорочення випуску причіпної техніки, внаслідок чого багато виробників відмовились від їх виробництва та перейшли на випуск тільки самохідних комбайнів.

Тому удосконалення робочих органів кормозбиральних комбайнів з метою підвищення їх продуктивності та зниження витрат потужності їх рушія залишається актуальним напрямком діяльності виробників сільськогосподарської техніки.

| | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------|--------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------|----------------|
| | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | <i>Петров</i> | | | | <i>Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | <i>Мороз</i> | | | | | | 6 | 37 |
| <i>Н. контр.</i> | <i>Мачок</i> | | | | | <i>ЦНТУ, гр. ГМ-23МЗ-1</i> | | |
| <i>Затв.</i> | <i>Васильковський</i> | | | | | | | |

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується

Для обрання напрямків досліджень та удосконалення конструкції необхідно провести аналіз конструкцій подрібнювачів кормозбиральних комбайнів, що представленні на вітчизняному ринку сільськогосподарських машин різних виробників.



Рис. 2.1. Узагальнена схема технологічного процесу роботи кормозбирального комбайна

"CLAAS", Німеччина

Один зі світових лідерів сільськогосподарського машинобудування компанія CLAAS на український ринок сільськогосподарських машин постачає кормозбиральні комбайни JAGUAR серій 800 та 900 [1].

Розглянемо по чергово машини обох серій.

До 800-ої серії входять комбайни: 830, 840, 850, 860 та 870.

Основні робочі органи комбайнів 800-ої серії:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|----------------|------|
| | | | | | ККЗ 00. 000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | | 7 |



Рис. 2.2. Системи подачі подрібнення та відвантаження матеріалу кормозбиральних комбайнів CLAAS JAGUAR 800-ої серії

- живильний апарат;
- подрібнюючий ножовий барабан V-CLASSIC;
- дробарка зерна MULTI CROP CRACKER;
- прискорювач подрібненої маси.



Рис. 2.3. Адаптер CLAAS



Рис. 2.4. Дробарка зерна MULTI CROP CRACKER



Рис. 2.5. Подрібнюючий барабан V-CLASSIC кормозбиральних комбайнів JAGUAR 800-ої серії

На всіх комбайнах використовуються подрібнюючі V-подібні ножові барабани діаметром 630 мм та шириною 730 мм. Кількість ножів на барабані можна змінювати в залежності від виду рослин, що збираються. Так подрібнення трави при заготівлі сінажу на барабані встановлюється 20 ножів. При змішаному збиранні трави та кукурудзи на барабан встановлюють 24 ножі. При заготівлі силосу для подрібнення стебел кукурудзи кількість ножів має становити 28 штук. Це дозволяє робити унікальна конструкція подрібнюючого барабану (рис. 2.6).

Для зміни кількості ножів, у першу чергу, необхідно встановити відповідні бічні сектори кріплення ножів, що відповідають їх необхідній кількості для подрібнення відповідного виду рослин.

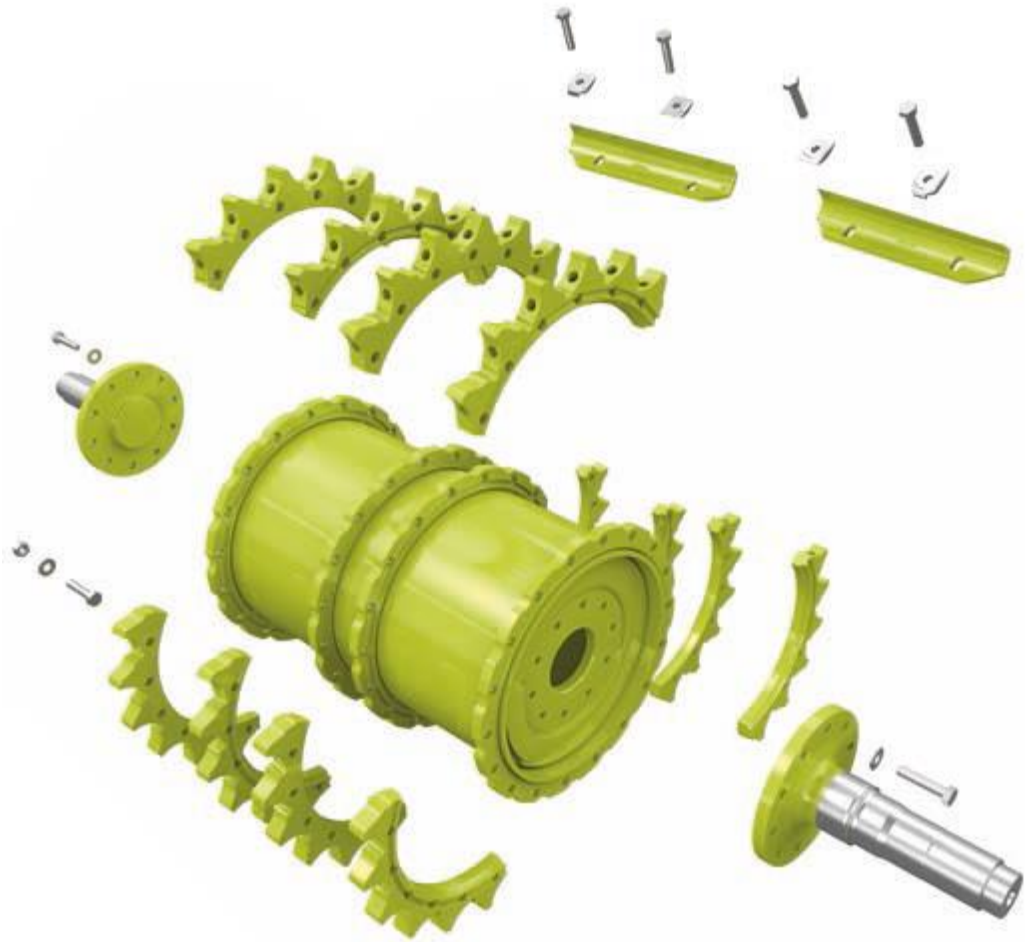


Рис. 2.6. Подрібнюючий барабан

Комбайни 830, 840, 850 та 860 обладнуються зернодробарками типу MCC CLASSIC M (із середнім діаметром вальців 196 мм), оскільки потужності їхніх двигунів не сягають 585 к.с., а JAGUAR 870 з потужністю двигуна потужністю 585 к.с. – MCC CLASSIC L (з великим діаметром вальців 250 мм).

При подрібненні кукурудзи на силос для біогазових установок на комбайни встановлюється зернодробарка системи MULTI CROP CRACKER MAX, яка не тільки плющить та подрібнює зерно, а додатково розщеплює стебла рослин на окремі волокна.

Для більш інтенсивного розщеплення матеріалу застосовується зернодробарка MCC SHREDLAGE. Ця технологія дозволяє суттєво покращити бактеріальну ферментацію при силосуванні і насамперед покращує перетравлюваність в рубці шлунка корови, що забезпечує

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | | | 10 |

- для регулювання зазору між ножами та протирізальною пластиною використовуються кінцеві фітинги;
- визначення вмісту сухої речовини в подрібненій масі безпосередньо в силосопроводі.

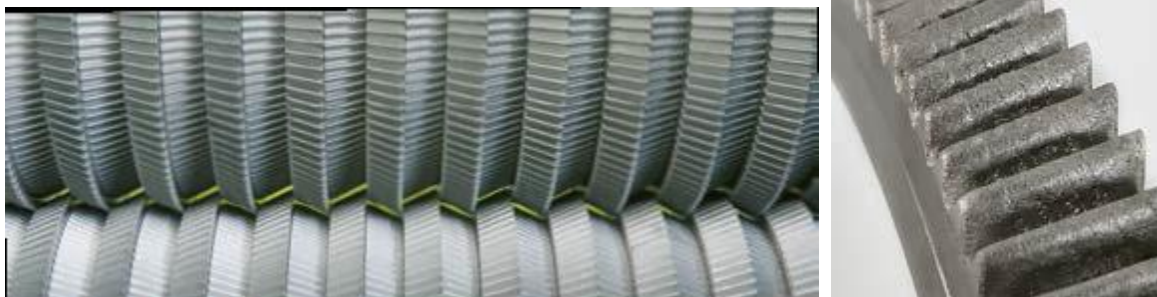


Рис. 2.9. Валець зернодробарки системи MCC MAX



Рис. 2.10. Валець зернодробарки системи MCC SHREDLAGE®

Варіанти поєднання систем подрібнюючих барабанів, кількості ножів на них та дробарок зерна для забезпечення отримання подрібненої маси необхідних розмірів та якості представлені на рис. 2.11.

JOHN DEERE, США

Один з найбільших виробників техніки для різних галузей сільського господарства, догляду за насадженнями та ландшафтного дизайну постачає на ринок фермерської техніки України кормозбиральні комбайни серій 8000 та 9000 [2].

8000–а серія складається з комбайнів 8100, 8200, 8300, 8400, 8500 та 8600, а 9000–а з моделей 9500 та 9600. Між собою моделі відрізняються використанням двигунів різної потужності та конструкції.



Рис. 2.12. Система подрібнення кормозбиральних комбайнів John DEERE

Система John Deere XStream KR™ потребує для високої потужності для забезпечення високих якісних показників роботи. Вальці мають діаметр 250 мм. Вони обертаються з різними коловими швидкостями, різниця між якими складає 50%.

В системі Premium KR™ вальці мають різну кількість зубців, їхній діаметр становить 240 мм, а різниця між їхніми коловими швидкостями становить 32%.

Більш швидкого доступу до подрібнюючого барабану виробник використовує поворотний адаптер, аналогічний системі QUICK ACCESS від CLAAS (рис. 2.13).

NEW HOLLAND AGRICULTURE

Інший відомий виробник різноманітної техніки транснаціональна корпорація CNH Industrial випускає кормозбиральні комбайни під брендом NEW HOLLAND. До лінійки бренду входять моделі: FR450, FR450, FR600 та FR850 [3].

Оригінальна технологія крім того дозволяє оператору змінювати положення прискорювача подрібненої маси в залежності від того, що збирається кукурудза чи трава. Для збирання кукурудзи прискорювач подрібненої маси та дробарка змінюють свої положення. Дробарка відводиться з шляху руху подрібненої маси, а прискорювач переміщується ближче до подрібнюючого барабана на 20 см.



Рис. 2.14. Подрібнювальний барабан кормозбиральних комбайнів NEW HOLLAND

KRONE, Німеччина

Ще один відомий виробник сільськогосподарської техніки з Німеччини постачає на ринок України моделі кормозбиральних комбайнів KRONE BiG X 680, 780, 880, 980, 1080 та 1180 [4].

Особливості конструкцій комбайнів BiG X:

- 6 живлячих вальців;
- подрібнюючий барабан MaxFlow з 20, 28, 36 ножами для заготівлі сінажу та силосу, або подрібнюючий барабан Biogas з 40 чи 48 ножами, діаметром 660 мм та шириною 800 мм;
- вальцеві дробарки зерна OptiMaxx;
- прискорювач подрібненої маси з регулюванням відстані викиду StreamControl;
- KRONE VariLOC;

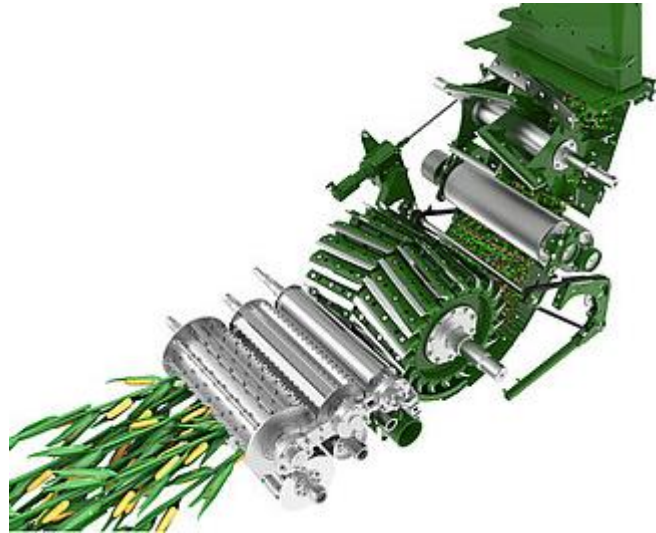


Рис. 2.15. Схема потоку маси в кормозбиральних комбайнах KRONE

– KRONE VariQuick.

Адаптер з живильними вальцями має V-подібне з'єднання з корпусом подрібнювача, що надає швидкий доступ до нього.



Рис. 2.16. Подрібнюючий барабан Biogas

У зернодробарці OptiMaxx у залежності від культури використовуються вальці діаметром 250 мм або 305 мм. Для різних ступенів подрібнення застосовується ступеневе регулювання частот обертання вальців. Різниця в колових швидкостях вальців може становити 30%, 40% чи 50%.



Рис. 2.20. Схема потоку маси в кормозбиральних комбайнах FENDT



Рис. 2.21. Подрібнювальний барабан

За подрібнюючим барабаном на комбайнах Fendt Katana встановлені дробарки з рифленими вальцями R-Cracker чи RS-Cracker. Діаметр обох типів вальців становить 300 мм. Більший діаметр вальців забезпечує більшу площу контакту між ними. Різниця колової швидкості вальців змінюється та може становити 30% або 40%.

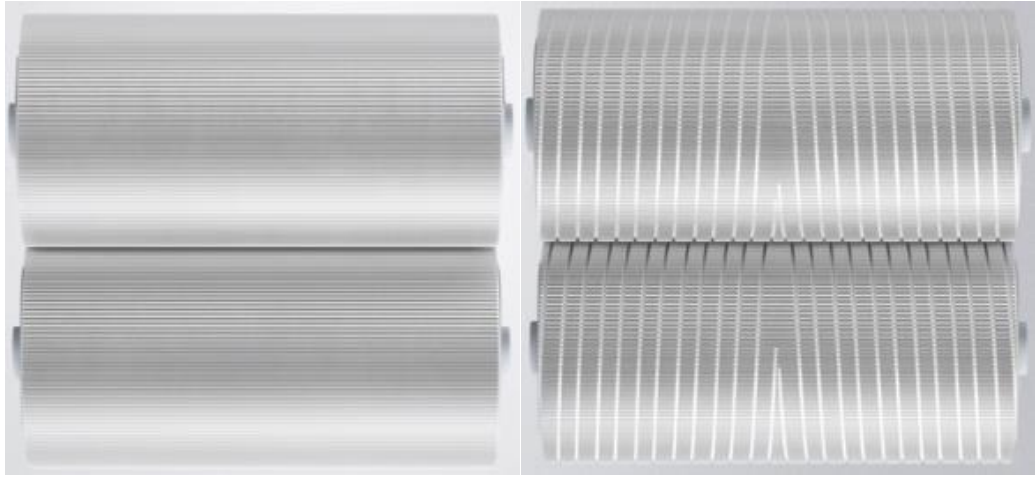


Рис. 2.22. Вальці R–Cracker та RS–Cracker дробарки

2.2. Обґрунтуванням мети роботи

Аналіз досліджених літературних джерел дозволяє встановити вплив конструкції подрібнювального барабану на витрати потужності на подрібнення рослинної маси та довжину її часток.

Так збільшення кількості ножів подрібнюючого барабана та/або його частоти обертання дозволяють зменшити довжину подрібнених часток рослинної маси. І навпаки для збільшення довжини часток потрібно зменшити кількість ножів на барабані та/або його колову швидкість

Таким чином на довжину подрібнених часток рослинної маси впливають:

- вид сільськогосподарської культури, діаметр її стебел, їх фізико–механічні властивості;
- кількість ножів на подрібнюючому барабані;
- частота обертання подрібнюючого барабана.

Мета – підвищення якості подрібнення рослинної маси шляхом обґрунтування параметрів подрібнюючого апарата.

Задачі досліджень:

1. Дослідити конструкції існуючих подрібнюючих апаратів найбільш поширених моделей кормозбиральних комбайнів.

2. Обґрунтувати параметри подрібнюючого апарата кормозбирального комбайна.

3. Дослідити закономірності впливу конструкторсько–технологічних параметрів подрібнюючих барабанів на витрати потужності комбайна при його роботі.

Об’єктом дослідження є процес подрібнення рослинної маси.

Предметом досліджень є конструктивні та технологічні параметри подрібнюючого барабана.

2.3. Визначення потужності, необхідної на привід подрібнюючого барабану [7–10]

Зусилля різання, прикладеного до ножа

$$P_{\text{різ}} = 10^4 \cdot A_{\text{ніт}} \cdot \Delta S \cdot \cos \zeta, \quad (2.1)$$

де ζ – кут заточування ножа;

$A_{\text{ніт}}$ – питома робота, Н·м/см².

ΔS – довжина леза, що знаходиться у контакті з шаром маси, яка подається

$$\Delta S = \frac{h}{\sin \tau}.$$

Момент опору різання для ножового барабана

$$M_{\text{різ}} = P_{\text{різ}} \cdot \frac{D_{\text{б}}}{2}. \quad (2.2)$$

Потужність необхідну для обертання барабана визначаємо за формулою

$$N = M_{\text{об}} \cdot \omega, \quad (2.3)$$

де ω – кутова швидкість барабана, с⁻¹;

$M_{\text{об}}$ – момент обертання, який враховує не тільки момент опору різанню, але і опір повітря подрібненої маси і інші опори, Н·м

$$M_{об} = \frac{5 \cdot M_{риз}}{3} = \frac{5 \cdot P_{риз} \cdot D_6}{6}$$

Таким чином

$$N = \frac{5 \cdot 10^4 \cdot A_{num} \cdot h \cdot \cos \zeta \cdot D_6 \cdot \omega}{6 \cdot \sin \tau}$$

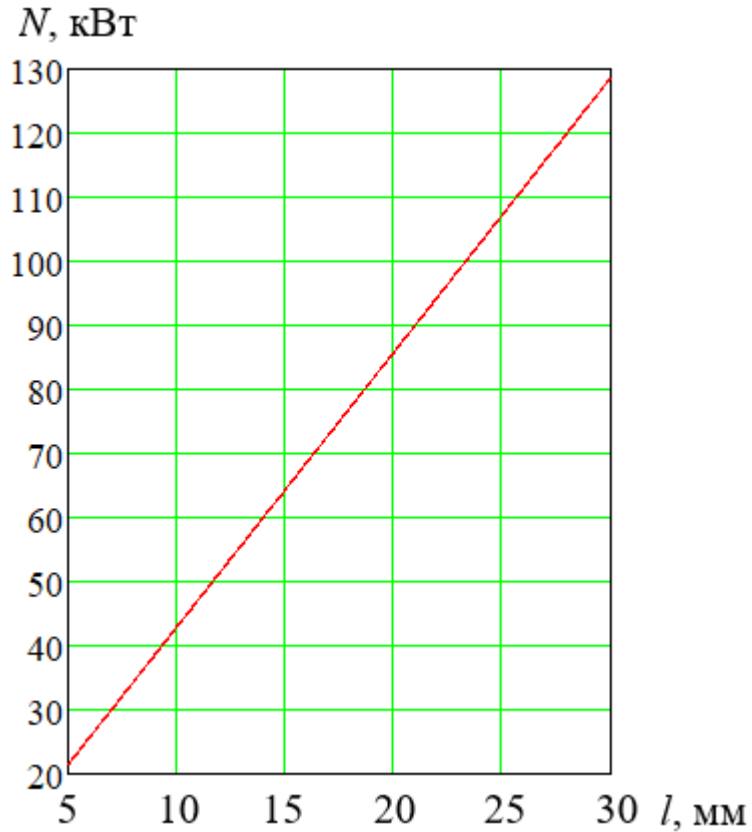
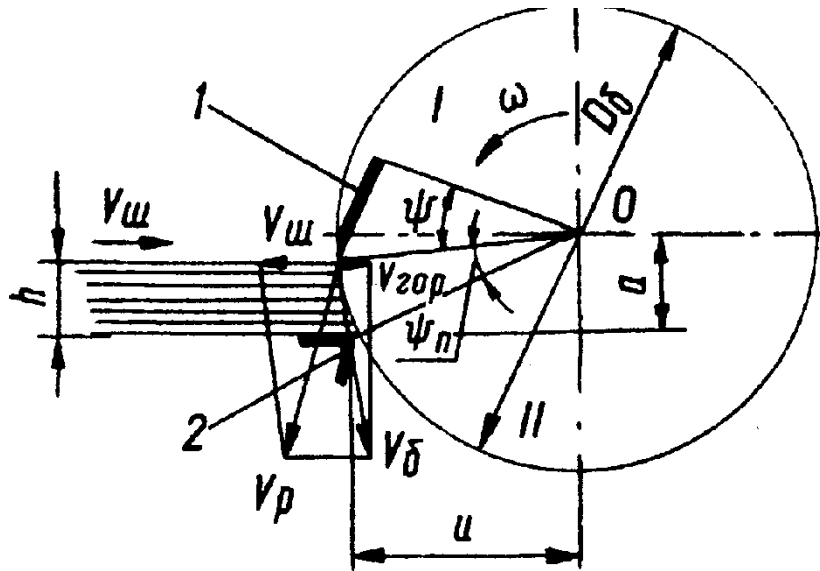


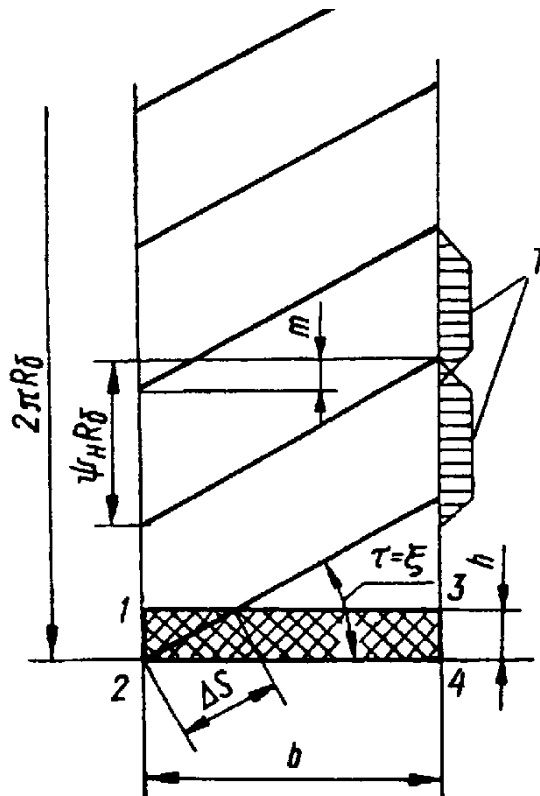
Рис. 2.23. Залежності витрат потужності на привод подрібнюючого барабана від довжини часток подрібненої маси

Як видно з графічних залежностей витрати на привод подрібнюючого барабана має пряму залежність від довжини часток подрібненої маси. Зі збільшенням довжини часток збільшуються витрати потужності на привод подрібнювача. І навпаки. Це пояснюється зростанням зусилля на перерізання рослинної маси, що подається до подрібнювача, внаслідок жорсткості стебел при збільшенні довжини подрібнених часток.

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |



а



б

Рис. 3.1. Схема для визначення основних параметрів подрібнюючого барабана

а) схема встановлення барабана щодо протирізальної пластини; б) розгортка ножового барабана

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |

ККЗ 00. 000 ПЗ

Арк.

26

$$l_6 < \frac{0,79 \cdot 590}{2 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ} = 653 \text{ мм.}$$

Приймаємо: $D_6=590$ мм; $l_6=648$ мм.

До конструктивних параметрів різального крайка, що значно впливають на роботу подрібнюючого апарата, відносяться кут ε заточування; гострота леза δ ; кут θ установки ножа; кут γ різання; зазор δ_3 між лезами ножа і протиризальної пластиною.

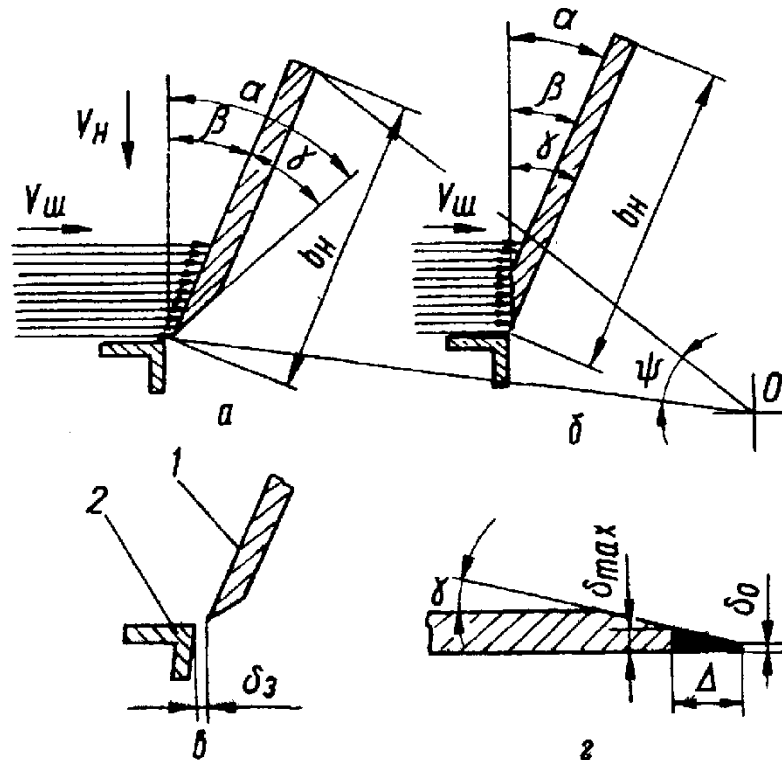


Рис. 3.2. Схема до обґрунтування конструктивних параметрів
а та б – кут установки ножа; в – зазор між різальною парою; г – гостроти леза; 1 – ніж барабана; 2 – протиризальна пластина

Кут ε не повинен перевищувати 30° , а з урахуванням зносостійкості і міцності леза – більше 24° .

Кут установки ножа

$$\theta \geq \arcsin \frac{v_w \cdot t}{b_n}, \quad (3.5)$$

де b_n – ширина ножа, м;

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |

3.2. Розрахунки на міцність

3.2.1. Розрахунок на міцність болтів кріплення ножів подрібнювача

В розрахунку прийнято, що зусилля від різання сприймають бічні болти М10х40 ГОСТ1485–75.

Вони розраховані на розтягування від зусилля затягування. Величина зусилля затягування визначається величиною відцентрової сили.

Вага ножа з лопаткою $G=35$ Н.

Радіус кріплення ножа $R=273$ мм.

Відцентрова сила, що діє на болти

$$F = \frac{G}{g} \cdot R \cdot \omega^2 = \frac{35}{9,81} \cdot 0,273 \cdot 137,5^2 = 18410 \text{ Н};$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1313}{30} = 137,5 \text{ м/с.}$$

Сила, що розтягує один болт

$$Q_p = 0,5 \cdot F \cdot \cos 18^\circ = 0,5 \cdot 18410 \cdot \cos 18^\circ = 8754 \text{ Н.}$$

З врахуванням уникнення розкриття стику $\lambda=0,15$

$$Q_{зам} = 1,75 \cdot 8754 \cdot (1 - 0,15) = 13022 \text{ Н.}$$

Напруження розтягу в болті

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot K_{nn} \cdot (Q_{зам} + Q_p \cdot \lambda) \cdot R}{\pi \cdot d_1^2};$$

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 1,25 \cdot (13022 + 8754 \cdot 0,15) \cdot 3}{3,14 \cdot 1,4376^2} = 33135 \text{ МПа};$$

$K_{nn} = 1,25$ – коефіцієнт, що враховує скручування болта при затягуванні

$$[\sigma_p] = 0,4 \cdot G_T = 0,4 \cdot 6400 = 256 \text{ МПа.}$$

Розрахуємо болт М16х1,5, матеріал – сталь 35, НВ 255...263.

Визначення необхідного моменту затягування, який забезпечує нерозкриття стику між ножем і диском

$$M_{зам} = Q_3 \cdot \left(\frac{d}{2} \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho') + \frac{1}{3} \cdot f \cdot d_T \right)$$

$$d_c = d_T = 15,020 \text{ см}$$

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{S}{\pi \cdot d_2} = \frac{1,5}{3,14 \cdot 1,5026} = 0,3177,$$

$$\psi = 1,82^\circ \quad f = 0,15.$$

$$f' = \frac{f}{\cos \frac{\pi}{2}} = \frac{0,15}{\cos 30} = 0,1732$$

$$f' = \operatorname{tg} \rho \quad \operatorname{tg} \rho = 0,1732, \quad \rho' = 9,83^\circ,$$

$$Q_3 = \sigma_p$$

$$M_{зам} = 1,25 \cdot 387,4 \cdot \left(\frac{1,0526}{2} \cdot \operatorname{tg}(1,82 + 9,83) + \frac{0,15}{3} \cdot 1,5026 \right) = 111,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

3.2.2. Визначення довговічності підшипників подрібнювача

Підшипник 11311 ГОСТ8545–75.

Радіальне зусилля $R = R_H = 8641 \text{ Н.}$

Температурний коефіцієнт $K_T = 1.$

Коефіцієнт обертання $K_K = 1.$

Коефіцієнт безпеки $K_\delta = 1,2.$

Динамічна вантажопідйомність підшипника $C = 45800 \text{ Н.}$

Приведене навантаження

$$Q_{пр} = R_A \cdot K_K \cdot K_T \cdot K_\delta = 8641 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 10370 \text{ Н.}$$

Довговічність підшипника

$$L = \left(\frac{C}{Q} \right)^3 = \left(\frac{45800}{10370} \right)^3 = 86,4 \text{ млн. об.}$$

Довговічність підшипника

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | | | 30 |

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 86,4}{60 \cdot 1313} = 1097 \text{ годин.}$$

Опора В. Підшипник 11310 ГОСТ8545–75

$R_B=2694,6 \text{ Н;}$ $K_T=1;$ $K_\kappa=1;$ $K_\delta=1,2$

$C=40600 \text{ Н}$

$$Q_{np} = 2694,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 3233,5 \text{ Н;}$$

$$L = \left(\frac{C}{Q} \right)^3 = \left(\frac{40600}{3233,5} \right)^3 = 1979,4 \text{ млн. об;}$$

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 1979,4}{60 \cdot 1313} = 25127 \text{ годин.}$$

Довговічність підшипника 11311 при встановленні на опорі В становить $L_h=36071$ год, що набагато більше за термін служби машини. Тому приймаємо підшипник 11310, де $L_h=25127$ годин, відповідно зменшивши діаметр валу до 50 мм, забезпечуючи при цьому міцність.

Під час здійснення поворотів або розворотів швидкість агрегату повинна бути знижена до 3–4 км/год.

Експлуатація несправного комбайна є недопустимою. Максимальна дозволена швидкість транспортування становить 20 км/год. Перевезення пасажирів на комбайні забороняється за будь-яких умов.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | | 33 |

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Під час проведення дослідження літературних джерел було встановлено, що застосування нової конструкції подрібнюючого барабана дозволяє зекономити паливо в межах 4–10% за рахунок зменшення витрат потужності при подрібненні рослинної маси.

Враховуючи вартість палива економія становитиме

$$0,41 \cdot 0,07 \cdot 50,99 = 1,46 \text{ грн/т.}$$

У перерахунку на гектари, з врахуванням урожайності зеленої маси 100 т/га, це становитиме для нашого регіону мінімум 146 грн/га.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | | 34 |

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній магістерській роботі проведено аналіз конструкцій подрібнюючих апаратів сучасних самохідних кормозбиральних комбайнів.

Встановлено вплив особливостей конструкцій подрібнювачів на забезпечення якісних показників подрібненої рослинної маси.

На підставі проведеного аналізу обґрунтована мета, сформульовані задачі, встановлені об'єкт та предмет досліджень.

В результаті проведених теоретичних досліджень було встановлено залежність впливу довжини подрібнених часток на витрати потужності проводу подрібнюючого барабана.

Запропоновані зміни в конструкції подрібнюючого барабана дозволять одержати економію палива межах 4–10%, що в перерахунку на площу сягатиме в середньому 146 грн/га.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | | | | <i>ККЗ 00. 000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підп.</i> | <i>Дата</i> | | 35 |

9. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
10. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
11. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник. / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.С. Хмельовський та ін. – К.: ЦП «Компринт», 2018. – 567 с.
12. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408 с.
13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
14. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.