

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ _____ ” 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

**«Механізація вирощування озимої пшениці з
модернізацією подрібнювача КП-4,5»**

Виконав студент групи АІ20-ЗСК
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Сагайдак Олександр Сергійович

« _____ » 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Дмитро БОГАТИРЬОВ

« _____ » 2023 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедрасільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти бакалавр

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сагайдак Олександр Сергійович

1. Тема роботи:« **Механізація вирощування озимої пшениці з модернізацією подрібнювача КП-4,5**»
2. Керівник роботи Богатирьов Д.В., к.т.н., доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту 01 червня 2023р.
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) підвищення ефективності подрібнення рослинних решток на заданий розмір із найменш можливими витратами енергетичних ресурсів

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Богатирьов Д.В., доцент, к.т.н.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз типової технології вирощування культури звизначенням шляхів її удосконалення	25.05.23 р.	
2	Операційна технологія виконання заданої операції звирощування заданої культури	30.05.23	
3.	Інженерна частина	01.06.23	
4.	Охорона праці	01.06.23	
5.	Виконання графічної частини	05.06.23	
6.	Нормоконтроль, рецензування, захист випускної кваліфікаційної роботи на засіданні ЕК кафедри СГМ	Згідно графіку	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2023 р.

Підпис керівника

_____ Богатирьов Д.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2023 р.

Підпис студента

_____ Сагайдак О.С.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
			МПОК 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Документація по</u>		
				<u>другій частині</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
A1			КПА 00.002 ТЧ	Технологічна карта на		
				Вирощування пшениці	1	
A1			КПА 00.003 ТЧ	Операційна карта	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>Інженерній частині</u>		
A0			КПА 00.000 СБ	Коток-подріднювач КП-4.5	1	
A1			КПА 03.000 СБ	Коток-подріднювача	1	
A3			КПА 07.208	Тримач	1	
A3			КПА 06.003	Пружина	1	
A4			КПА 07.043	Пластина	1	
A3			КПА 03.601	Ніж	1	
A4			КПА 06.613	Вісь	1	
				КПА 00.000 ВП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість випускної роботи	
Розроб.		Сагайдак				
Перев.		Богатирьов				
Н. контр.		Мачок				
Затв.		Лещенко			ЦНТУ, гр. АІ20-ЗСК	

Літ.	Лист	Листів
	1	2

ВСТУП

Більшість вітчизняних виробників спалюють рослинні рештки безпосередньо у полі, що призводить до втрати азоту, вуглеводів та погіршення мікрофлори ґрунту. А тим часом закордонні виробники продукції АПК, протягом останніх десятиліть, активно використовують незернову частину сільськогосподарських культур для підвищення родючості з одночасним збереженням та накопиченням цінних у агротехнічному відношенні агрегатів в гумусовому шарі ґрунту. Технічне забезпечення даних процесів покладається на спеціальні машини – подрібнювачі рослинних решток (ПРР). В останні роки Україну заповнили нетрадиційні, а в ряді випадків і невідомі до цього часу для працівників села технології виробництва продукції рослинництва [1]. Розпочалися зміни з використання імпортних комбайнів, які залишали на полях практично всю незернову частину врожаю. Такі прийоми дозволили підвищити продуктивність процесів збирання, скоротити загальні терміни жнив, але виникла проблема подальшої переробки рослинних решток. Для наших виробників найбільш простим шляхом її вирішення виявилось масове використання дискових ґрунтообробних знарядь. Як результат – руйнування структури поверхневих родючих шарів ґрунту, зминання цінних у агротехнічному відношенні агрегатів, переведення їх в пиловидний безструктурний стан, переущільнення нижніх шарів ґрунту, порушення процесів аерації і інфільтрації, зниження запасів продуктивної вологи в нижніх горизонтах [2]. За кордоном в таких випадках використовують спеціальні машини – подрібнювачі рослинних решток (ПРР) [1, 3]. Метою даної роботи є спроба удосконалення конструкції котка-подрібнювача.

					МВОК 00.000 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Сагайдак			Вступ				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перев.		Богатирьов									5	1
Н.контр.		Мачок										
Затв.		Лещенко										
							ЦНТУ, гр. АІ20-ЗСК					

Зміст

	стор.
Вступ.....	5
1. Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення	6
2. Операційна технологія виконання заданої операції з вирощування заданої культури.....	17
3. Інженерна частина.....	31
Висновки... ..	
Список використаних джерел.....	
Додатки	

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення

2.1. Лущення стерні.

Лущення стерні зернових слідом за їх збиранням проводять з метою попередження пересихання та ущільнення ґрунту, боротьби з бур'янами. Для виконання цієї операції застосовують дискові лушпильники ЛДГ-5, ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-15А та дискові борони БДТ-10, РД-7 та ін. Розміри полів, які відводяться відповідно до сівозміни під зернові культури, дозволяють використовувати в цьому випадку лушпильник ЛДГ-15А в агрегаті з колісним трактором загального призначення класу 3,0: Т-150К, виходячи з умов відповідності використання потужності даного енергетичного засобу та робочої ширини захвату машини.

Операцію лушення стерні необхідно провести протягом 5 днів. Глибина обробітку – 6...8 см, кут атаки лушпильника – 35°.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу визначаємо за формулою:

$$W_{год.} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.1)$$

де $W_{год.}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год;

B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год;

τ – коефіцієнт використання змінного часу, $\tau = 0,81$.

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (2.2)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату лушпильника, м;

β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату (для лушпильників $\beta = 0,96$).

$$B_p = 15 \cdot 0,96 = 14,4 \text{ м}$$

$$W_{год.} = 0,1 \cdot 14,4 \cdot 8,42 \cdot 0,81 = 9,8 \text{ га/год.}$$

Продуктивність агрегату за зміну:

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм.} = W_{год.} \cdot T_{зм.}, \quad (2.3)$$

де $T_{зм.}$ - тривалість зміни, ($T_{зм.} = 7 \text{ год.}$);

$$W_{зм.} = 9,8 \cdot 7 = 68,6 \text{ га.}$$

Час виконання всього процесу лушення стерні:

$$T = \frac{Q}{W_{год.}}, \quad (2.4)$$

де Q – обсяг робіт, га;

$$T = \frac{200}{9,8} = 20,4 \text{ год.}$$

Сумарна кількість змін:

$$D = \frac{T}{T_{зм.}}, \quad (2.5)$$

$$D = \frac{20,4}{7} = 2,9$$

Кількість агрегатів, необхідних для виконання операції в оптимальні строки:

$$n = \frac{Q}{W_{зм.} \cdot D_p}, \quad (2.6)$$

де D_p – оптимальні строки виконання операції, днів.

$$n = \frac{200}{68,6 \cdot 5} = 0,6 \text{ (приймаємо } n = 1)$$

Витрати палива на лушіння 1 га стерні:

$$G_{га} = \frac{q_p \cdot T_p + q_x \cdot T_x + q_z \cdot T_z}{W_{зм.}}, \quad (2.7)$$

де q_p, q_x, q_z – витрати палива на виконання роботи, холостому ході і переїздах та зупинках, кг/год.;

T_p, T_x, T_z – витрати часу на виконання роботи, холостого ходу, переїздах та зупинках, год.;

$$G_{га} = \frac{14 \cdot 5,67 + 6,5 \cdot 0,98 + 1,8 \cdot 0,35}{68,6} = 1,3 \text{ кг/га}$$

Витрати палива на виконання всього обсягу роботи:

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$G = G_{\text{за}} \cdot Q, \quad (2.8)$$

$$G = 1.3 \cdot 200 = 260 \text{ кг.}$$

Затрати праці на виконання одиниці роботи:

$$3_n^o = \frac{n_{\text{мех}} + n_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}}, \quad (2.9)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізмів, задіяних на виконання роботи на 1 га;

$n_{\text{доп}}$ – кількість допоміжних робітників, що обслуговують агрегат при роботі.

$$3_n^o = \frac{1}{9,8} = 0,1 \text{ люд.год/га.}$$

Витрати праці на виконання всього обсягу робіт:

$$3_n = Q \cdot 3_n^o, \quad (2.10)$$

$$3_n = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ люд.год.}$$

2.2. Транспортування та внесення мінеральних добрив.

Важливою умовою відновлення родючості ґрунтів та постійно зростаючого рівня врожайності є регулярне підживлення ґрунтів мінеральними речовинами. Щоб задовольнити ці потреби необхідно рівномірно та в достатніх дозах розподіляти їх по полю. Для забезпечення виконання цієї операції будемо використовувати розкидач ПРТ – 10 в агрегаті з трактором тягового класу 3,0 тс: Т-150К як найбільш ефективний для роботи даного агрегату. Внесення мінеральних добрив здійснюється човниковим способом на швидкості до 12 км/год, з нормою внесення – 30 т/га протягом 15 днів з загортанням в ґрунт без розриву в часі.

Визначимо продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{\text{зм}} = \frac{M_{\text{д}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \tau}{t_{\text{ц}} \cdot H}, \quad (2.11)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса добрив у кузові розкидача, т;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.;

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$t_{ц}$ – тривалість циклу, год.;

H – норма внесення, т/га;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, приймаємо згідно $\tau = 0,48$ [13, ст.. 215-217]

$$t_{ц} = t_{зав.} + t_{рух.в.} + t_{рух.б.в.} + t_p + t_{о.н.} \quad (2.12)$$

де $t_{зав.}$ – час завантаження, год.;

$t_{рух.в.}$ – час руху з вантажем, год.;

$t_{рух.б.в.}$ – час руху без вантажу, год.;

t_p – час розкидання, год.;

$t_{о.н.}$ – час очікування навантаження, год..

$$t_{зав.} = \frac{M_{\partial}}{W_{зав.}}, \quad (2.13)$$

де $W_{зав.}$ – продуктивність навантаження, т/год.

$$t_{зав.} = \frac{10}{60} = 0,16 \text{ год.}$$

$$t_{рух.в.} = \frac{L}{V_{рух.в.}}, \quad (2.14)$$

де L – відстань до поля, км;

$V_{рух.в.}$ – швидкість руху з вантажем, км/год.

$$t_{рух.в.} = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ год.}$$

$$t_{рух.б.в.} = \frac{L}{V_{рух.б.в.}}, \quad (2.15)$$

де $V_{рух.б.в.}$ – швидкість руху без вантажу, км/год.

$$t_{рух.б.в.} = \frac{2}{25} = 0,08 \text{ год.}$$

$$t_p = \frac{10 \cdot M_{\partial}}{H \cdot B \cdot V_p}, \quad (2.16)$$

де B – ширина захвату агрегату, м;

V_p – робоча швидкість при розкиданні, км/год.

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$t_{p.} = \frac{10 \cdot 10}{30 \cdot 6 \cdot 10} = 0,05 \text{ год.}$$

$$t_{o.n.} = 0,25 \cdot t_{зав.}, \quad (2.17)$$

$$t_{o.n.} = 0,25 \cdot 0,16 = 0,04 \text{ год.}$$

$$t_{\text{ц}} = 0,16 + 0,1 + 0,08 + 0,05 + 0,04 = 0,43 \text{ год.}$$

$$W_{з.м.} = \frac{10 \cdot 7 \cdot 0,48}{0,43 \cdot 30} = 2,6 \text{ за}$$

Визначаємо годину продуктивність агрегату:

$$W_{год.} = \frac{W_{з.м.}}{T_{з.м.}}, \quad (2.18)$$

де $T_{з.м.}$ – тривалість зміни, $T_{з.м.} = 7 \text{ год.}$

$$W_{год.} = \frac{2,6}{7} = 0,4 \text{ за/год.}$$

Час внесення добрив на всій площі згідно формули (2.4):

$$T = \frac{Q}{W_{год.}} = \frac{100}{0,4} = 250 \text{ год.}$$

Необхідну кількість нормозмін визначаємо за формулою (2.5):

$$D = \frac{T}{T_{з.м.}} = \frac{250}{7} = 35,7$$

Кількість агрегатів, необхідних для виконання операції визначаємо за формулою (2.6):

$$n = \frac{100}{2,6 \cdot 15} = 2,6 \text{ шт. (приймаємо 3 агрегати).}$$

Кількість циклів:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{роб.}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.19)$$

де $T_{роб.}$ – тривалість робочого дня, год.;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, год.

$$n_{\text{ц}} = \frac{7}{0,43} = 16,3$$

Витрати палива за зміну:

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$G = q_3 \cdot T_3 + q_p \cdot T_p + q_{p.в.} \cdot T_{p.в.} + q_{p.б.в.} \cdot T_{p.б.в.}, \quad (2.20)$$

де $T_3, T_p, T_{p.в.}, T_{p.б.в.}$ – час, що затрачено на завантаження, роботу, рух з вантажем та без вантажу, год.

$$T_3 = n_y (t_{o.н.} + t_{зав.}), \quad (2.21)$$

$$T_3 = 16(0,04 + 0,10) = 3,2 \text{ год.}$$

$$T_p = t_p \cdot n_y, \quad (2.22)$$

$$T_p = 0,05 \cdot 16 = 0,8 \text{ год.}$$

$$T_{p.в.} = t_{p.в.} \cdot n_y, \quad (2.23)$$

$$T_{p.в.} = 0,1 \cdot 16 = 1,6 \text{ год}$$

$$T_{p.б.в.} = t_{p.б.в.} \cdot n_y, \quad (3.24)$$

$$T_{p.б.в.} = 0,08 \cdot 16 = 1,28 \text{ год.}$$

$$G = 2,4 \cdot 3,2 + 29 \cdot 0,8 + 15,6 \cdot 1,6 + 12 \cdot 1,28 = 71,3 \text{ кг}$$

Погектарні витрати палива:

$$G_{га} = \frac{Q}{W_{зм}}, \quad (2.25)$$

$$G_{га} = \frac{71,2}{7,75} = 9,2 \text{ кг/га}$$

Витрати палива на всю операцію роботи знаходимо за формулою (2.8):

$$G = 9,2 \cdot 100 = 920 \text{ кг.}$$

Затрати праці на одиницю роботи знаходимо за формулою (2.9):

$$z_n^o = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на весь об'єм робіт знаходимо за формулою (23.10)

$$z_n = 100 \cdot 2,5 = 250 \text{ люд.год}$$

2.3. Внесення мінеральних добрив.

Мінеральні добрива в основній кількості вносяться під зяблеву оранку чи дискування в розрахунку 800 кг/га протягом 5 днів. Машинно-тракторний

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

агрегат складається з трактора МТЗ–80 та розкидача 1РМГ–4, який дозволяє виконати дану операцію в оптимальні строки. Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм.} = \frac{M_q \cdot T_{зм.}}{t_y \cdot H}, \quad (2.26)$$

Тривалість циклу визначаємо за формулами (2.12) – (2.17):

$$t_y = t_{зав.} + t_{пук.в.} + t_{пук.б.в.} + t_p + t_{о.н.}$$

$$t_{зав.} = \frac{4}{60} = 0,07 \text{ год.}$$

$$t_{пук.в.} = \frac{4}{19} = 0,21 \text{ год.}$$

$$t_{пук.б.в.} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ год.}$$

$$t_p = \frac{10 \cdot 4}{0,8 \cdot 10 \cdot 12} = 0,42 \text{ год.}$$

$$t_n^o = 0,25 \cdot 0,07 = 0,018 \text{ год.}$$

$$t_y = 0,07 + 0,21 + 0,2 + 0,42 + 0,018 = 1,13 \text{ год.}$$

$$W_{зм.} = \frac{4 \cdot 7}{1,13 \cdot 0,8} = 31 \text{ за.}$$

Годину продуктивності визначаємо за формулою (3.18):

$$W_{год.} = \frac{31}{7} = 4,42 \text{ за/год.}$$

Час внесення добрив по всій площі визначаємо за формулою (2.4):

$$T = \frac{100}{4,42} = 22,6 \text{ год.}$$

Кількість нормозмін визначаємо за формулою (2.5):

$$D = \frac{22,6}{7} = 3,2$$

Кількість агрегатів, які необхідні для виконання операції, визначаємо за формулою (2.6):

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{100}{31 \cdot 15} = 0,2 \text{ (приймаємо } n = 1 \text{)}$$

Затрати праці на одиницю роботи визначаємо за формулою (2.9):

$$z_n^o = \frac{1}{4,42} = 0,23 \text{ люд.год/га}$$

Затрати праці на виконання всього обсягу робіт за формулою (23.10):

$$z_n = 0,23 \cdot 100 = 23 \text{ люд. год.}$$

Кількість циклів визначаємо за формулою (2.19):

$$n_y = \frac{7}{1,13} = 6$$

Витрати палива за зміну визначаємо за формулою (2.20):

$$G = 0,74 + 32,76 + 8,22 + 6 + 8,94 = 57,26 \text{ кг}$$

Погектарні витрати палива визначаємо за формулою (2.25):

$$G_{га} = \frac{57,26}{31} = 1,85 \text{ кг/га}$$

Витрати палива на всю операцію визначаємо за формулою (2.8)

$$G = 1,85 \cdot 100 = 185 \text{ кг}$$

2.4. Оранка.

Проводиться з метою зароблення органічних та мінеральних добрив, поживних залишків та бур'янів, розпушення ґрунту, для кращого поповнення вологи, поліпшення водно-повітряного та поживного режиму ґрунту. В цьому випадку доцільно застосовувати плуги типу ПЛН - 4- 35 ПЛН – 5-35, ПЯ – 3 – 35 в агрегаті з трактором Т-150К. Оранка проводиться в поперек попередньої на глибину 30-32 см протягом 15 днів. Годинну продуктивність визначаємо за формулою (2.1), приймаючи швидкість $V_p = 7$ км/год, а робочу ширину захвату знаходимо з формули (2.2), приймаючи $\beta = 1,07$:

$$B_p = 1,07 \cdot 1,75 = 1,87 \text{ м}$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 1,87 \cdot 7 \cdot 0,81 = 1,06 \text{ га/год.}$$

Продуктивність за зміну визначаємо за формулою (2.3):

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм.} = 1,06 \cdot 7 = 7,42a$$

Час обробітку всієї площі визначаємо за формулою (2.4):

$$T = \frac{100}{1,1} = 91 год.$$

Кількість нормозмін визначаємо за формулою (2.5):

$$D = \frac{91}{7} = 13$$

Необхідна кількість агрегатів визначаємо за формулою (2.6):

$$n = \frac{100}{7,46 \cdot 15} = 1$$

Затрати праці на одиницю роботи визначаємо за формулою (2.9):

$$z_n^o = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт визначаємо за формулою (2.10):

$$Z_n = 0,9 \cdot 100 = 90 \text{ люд. год.}$$

2.5. Культивуація з внесенням рідких добрив.

Дана операція проводиться для регулювання вмісту необхідних добрив в ґрунті. Операція проводиться тракторами тягового класу 2,0 тс: Т – 70С в агрегаті з культиватором УСМК – 5,4 та машиною для внесення рідких добрив і гербіцидів ПОУ – 300. Операція повинна виконуватися протягом 10 днів з дотриманням глибини обробітку 14-16 см та повного закриття в ґрунті рідкого добрива. Продуктивність агрегату за годину змінного часу визначаємо за формулою (2.1), робочу швидкість руху приймаємо $V_p = 7$ км/год. Коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату $\beta = 0,96$; $\tau = 0,76$.

З формули (2.2) визначимо робочу ширину захвату:

$$B_p = 5,4 \cdot 0,96 = 5,18 м$$

$$W_{год.} = 0,1 \cdot 5,18 \cdot 7 \cdot 0,76 = 2,82a / год.$$

Продуктивність агрегату за зміну визначимо з формули (2.3):

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм.} = 2,8 \cdot 7 = 19,6 \text{ га}$$

Час протягом якого буде виконуватися ця операція визначимо за формулою (2.4):

$$T = \frac{100}{2,8} = 35,7 \text{ год}$$

Кількість нормозмін визначаємо з формули (2.5):

$$D = \frac{35,7}{7} = 5,1$$

Кількість агрегатів як необхідні для виконання даної операції визначаємо за формулою (2.6):

$$n = \frac{100}{19,6 \cdot 10} = 0,51 \quad (\text{приймаємо 1 агрегат}).$$

Час що витрачається на роботу:

$$T_p = T_{зм.} \cdot r, \quad (2.27)$$

де r - коефіцієнт використання часу зміни, $r = 0,76$

$$T_p = 7 \cdot 0,76 = 5,32 \text{ год}$$

Час що витрачається на зупинки:

$$T_{зуп.} = T_{зм.} \cdot 0,05, \quad (2.28)$$

$$T_{зуп.} = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ год}$$

Час що витрачається на холості переїзди:

$$T_{нов.} = T_{зм.} - (T_p + T_{зуп.}), \quad (2.29)$$

$$T_{нов.} = 7 - (5,32 + 0,35) = 1,33 \text{ год}$$

Погектарні витрати палива визначаємо за формулою (2.7):

$$G_{га} = \frac{11,5 \cdot 5,32 + 0,35 \cdot 1,2 + 6 \cdot 1,33}{19,6} = 3,6 \text{ кг/га}$$

Витрати палива на виконання всієї площі визначаємо за формулою (2.8):

$$G = 100 \cdot 3,6 = 360 \text{ кг}$$

Затрати праці на культивуацію 1 га, визначаємо за формулою (2.9):

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$Z_n^o = \frac{1}{2,8} = 0,4 \text{люб.год./га}$$

Затрати праці на культивуацію всієї площі визначаємо за формулою (2.10):

$$Z_n = 100 \cdot 0,4 = 40 \text{люд.год.}$$

2. Операційна технологія виконання заданої операції з вирощування заданої культури

Сівба досить важливий агротехнічний прийом від якого, в значній мірі, залежить одержання дружніх сходів при рівномірному розміщенні рослин на площі живлення.

Для сівби застосовують сівалки СЗ – 3,6А які агрегують з тракторами МТЗ-82 та Т-70С та за допомогою зчіпок СП – 11 з тракторами ДТ-75М та Т-150К. робоча швидкість агрегату – 12 км/год., час повороту агрегату $t_{пов} = 0,025 \text{ год.}$, час завантаження $t_z = 0,12 \text{ год.}$

Сумарна місткість насіннєвого ящика $V_{н.я.} = 0,45 \text{ м}^3$, об'ємна маса насіння $g_n = 740 \text{ кг/м}^3$ (для пшениці).

Довжина шляху агрегату між заправками сівалки:

$$l = \frac{10^4 \cdot V_{н.я.} \cdot \rho_n \cdot \psi}{v \cdot B_c}, \quad (2.30)$$

де $V_{н.я.}$ – об'єм насіннєвого ящика, м^3 ;

g – об'ємна маса насіння, кг/м^3 ;

ψ – коефіцієнт використання об'єму насіннєвого ящика, $\psi = 0,96$;

v – норма висіву насіння, кг/га ;

B_c – ширина захвату сівалки, м .

$$l = \frac{10^4 \cdot 0,45 \cdot 740 \cdot 0,96}{200 \cdot 3,6} = 4440 \text{ м}$$

Час робочого ходу за технологічний цикл:

$$t_{р.х.ц.} = \frac{l}{V_p}, \quad (2.31)$$

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

де V_p – робоча швидкість, $км/год$.

$$t_{p.x.ц.} = \frac{4,44}{12} = 0,37 год.$$

Визначаємо тривалість технологічного циклу:

$$t_{ц.} = t_{p.x.ц.} + n \cdot t_{нов.} + t_3, \quad (2.32)$$

де $t_{нов.}$ – тривалість одного повороту, $год$;

n – кількість поворотів за цикл;

t_3 – час завантаження сівалки, $год$.

$$t_{ц.} = 0,37 + 1 \cdot 0,025 + 0,012 = 0,52 год.$$

Технологічний час зміни:

$$T_{тех.} = T_{зм.} \cdot \tau, \quad (2.33)$$

де $T_{зм.}$ – тривалість зміни, $год$;

τ – коефіцієнт використання часу зміни $\tau = 0,71$.

$$T_{тех.} = 7 \cdot 0,71 = 4,97 год.$$

Визначаємо дійсну кількість циклів:

$$K_{ц.} = \frac{T_{тех.}}{t_{ц.}}, \quad (2.34)$$

де $T_{тех.}$ – технологічний час зміни, $год$;

$t_{ц.}$ – тривалість технологічного циклу, $год$.

$$K_{ц.} = \frac{4,97}{0,52} = 9,6$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу визначаємо за формулою (2.1):

$$W_{год} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 12 \cdot 0,71 = 3,12 а/год$$

Продуктивність агрегату за зміну визначаємо за формулою (2.3):

$$W_{зм.} = 3,1 \cdot 7 = 21,74 а$$

Час виконання всієї операції визначаємо за формулою (2.4):

$$T = \frac{100}{3,1} = 32,2 год.$$

Кількість нормозмін визначаємо з формули (2.5):

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$D = \frac{32,2}{7} = 4,6$$

Необхідну кількість агрегатів визначаємо за формулою (2.6)

$$n = \frac{100}{32,2 \cdot 5} = 0,6 \text{ (приймаємо 1 агрегат)}$$

Витрати палива на виконання 1 га сівби визначається з формули (2.7):

Робочий час за зміну визначаємо згідно формули (2.22):

$$T_p = 0,37 \cdot 9,6 = 3,6 \text{ год}$$

Час на заправку сівалки:

$$T_s = 0,12 \cdot 9,6 = 1,2 \text{ год}$$

Час на повороти:

$$T_{пов} = 0,025 \cdot 9,6 = 0,24 \text{ год}$$

$$G_{га} = \frac{12 \cdot 3,6 + 6 \cdot 0,24 + 1,2 \cdot 1,2}{21,74} = 2,1 \text{ кг/га}$$

Витрати палива на виконання всього обсягу робіт:

$$G = 100 \cdot 2,1 = 210 \text{ кг}$$

Затрати праці на посів 1 га визначаємо за формулою (2.9)

$$Z_n^o = \frac{1}{3,1} = 0,32 \text{ люд.год./га}$$

На виконання всього об'єму роботи затрати праці визначаємо за формулою (2.10)

$$Z_n = 100 \cdot 0,32 = 32 \text{ люд.год}$$

2.7. Збирання врожаю.

Для виконання цієї операції використовуються самохідні зернозбиральні комбайни. Погоджуючи склад МТП господарства та враховуючи технологію вирощування озимої пшениці приймаємо зернозбиральний комбайн Джон Дір. Збирання врожаю проводимо шляхом прямого комбайнування. Комбайн обслуговують комбайнер та його помічник.

Продуктивність за годину змінного часу визначаємо за формулою (2.1):

$$W_{год} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 10 \cdot 0,8 = 4,5 \text{ га/год}$$

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Змінна продуктивність визначається за формулою (2.3):

$$W_{зм.} = 4,5 \cdot 7 = 31,5 \text{га}$$

Час протягом якого будуть збиратися зернові по всій площі, визначимо за формулою (2.4):

$$T = \frac{100}{4,5} = 22,2 \text{год}$$

Кількість нормозмін визначаємо за формулою (2.5):

$$D = \frac{22,2}{7} = 3,2$$

Необхідну кількість агрегатів визначаємо за формулою (2.6):

$$n = \frac{100}{31,5 \cdot 5} = 0,6 \text{ (приймаємо 1 агрегат)}$$

Витрати палива на збирання 1 га, визначаємо за формулою (2.7):

$$G_{га} = \frac{3,92 \cdot 10 + 2,73 \cdot 6 + 0,35 \cdot 1,0}{31,5} = 1,8 \text{кг/га}$$

Затрати праці на збирання 1 га визначаємо за формулою (2.9):

$$З_n^o = \frac{2}{4,5} = 0,4 \text{люд.год./га}$$

Затрати праці на виконання роботи по всій площі визначаємо за формулою (2.10):

$$З_n = 100 \cdot 0,4 = 40 \text{люд.год.}$$

Витрати палива на збирання по всій площі визначаємо за формулою (2.8):

$$G = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{кг}$$

2.8. Післязбиральна обробка зерна.

Для виконання цієї операції використовуються стаціонарний зерноочисний агрегат ЗАВ-40, та самохідна зерноочисна машина ОВС-25.

Машину ОВС-25 обслуговує 1 оператор – механік (але в разі необхідності ще 2 його помічники).

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність за годину змінного часу $W_{год} = 25m/год$ для попередньої очистки. Змінна продуктивність визначається за формулою (2.3)

$W_{зм} = 25 \cdot 7 = 175m/зм$. Час протягом якого буде проведено очищення зерна, визначимо за формулою (2.4): $T = \frac{302}{25} 12,1 год$

Кількість нормозмін визначаємо за формулою (2.5): $D = \frac{12,1}{7} 1,7$

Витрати електроенергії на 1 т, визначаємо за формулою (2.7):

$$G_{га} = \frac{9,5}{25} = 0,38 кВт / т$$

Затрати праці на збирання 1 га визначаємо за формулою (2.9):

$$З_n^o = \frac{1}{25} = 0,04 люд. год / т$$

Затрати праці на виконання роботи всього об'єму робіт визначаємо за формулою (2.10):

$$З_n = 302 \cdot 0,04 = 12,1 люд. год$$

Витрати електроенергії на весь об'єм робіт визначаємо за формулою (2.8):

$$G = 302 \cdot 0,38 = 114,8 кВт$$

2.2.9. Контроль основних показників якості виконання операції

Контроль основних показників очищення зернового вороху проводимо на основі визначення вмісту домішок в очищеному матеріалі та втрат зерна в домішках.

Вміст домішок в очищеному зерні повинен зменшитися при попередньому очищенні не менше ніж на 50%, а при первинному – не менше ніж на 60%, втрати зерна в домішках не повинні перевищувати при попередньому очищенні 0,2% та 0,5% при первинному.

Вміст домішок в зерновому воросі визначають при просіюванні навісок зерна через ручний решітний класифікатор.

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Вміст зерна в домішках визначають при просіюванні навісок домішок, отриманих після очищення зернового вороху, з використанням в класифікаторі верхнього решета з круглими отворами Ø6 мм.

2.3. Розробка технологічної карти на вирощування озимої пшениці

Склавши нову технологічну карту вирощування озимої пшениці ми можемо її використати для розрахунку економічної ефективності запропонованих змін порівнюючи затрати на оранку по старій і на пошарове розпушення по новій технології.

Далі в науковій частині розглянемо можливість модернізації зернонавантажувача ЗШМ-60 з метою підвищення якості роботи, забезпеченні необхідної продуктивності та зменшення втрат зерна під час виконання основного процесу навантаження.

3. Інженерна частина

Подрібнювачі рослинних решток на поверхні поля після збирання врожаю є машинами, використання яких широко запроваджується в цивілізованих країнах, як невід’ємна операція в загальній ґрунтозахисній, енергозберігаючій технології виробництва продукції рослинництва. В Україні аналогічною до подрібнення є операція дискування, в більшості, важкими дисковими боронами, забороненими до використання в США, Канаді взагалі, як знаряддя, що знищують структуру ґрунтів. Корисливе ж ставлення до ґрунтів людьми, які їх експлуатують і не дбають про їх майбутнє, гальмує запровадження сучасних технологій в галузі рослинництва. Тому подрібнювачі рослинних решток залишаються для нашого сільськогосподарського виробника незрозумілими і рідкісними представниками даного сімейства машин на українських полях. А користь від даних машин беззаперечна, саме за їх допомогою можна підготувати стан поля для подальшого обробітку за будь якою технологією без шкідливого для

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ґрунтів переущільнення, а головне – перерозпушування і руйнування структури, відновлення якої потребує багатьох десятиліть.

Подрібнення та рівномірний розподіл рослинних решток є першорядним завданням в системі забезпечення раціональних способів обробітку ґрунту. На підставі аналізу існуючих конструкцій котків-подрібнювачів та дослідних зразків окремих їх секцій і результатів випробування науковцями кафедри сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ розроблена удосконалена конструкція машини (рис. 3.1). аналогічного призначення, яка досить позитивно зарекомендувала себе у виробничих умовах аграрних підприємств Кіровоградської області. Машина має жорстку центральну раму поєднану в одне ціле з причіпним пристроєм 1 (рис. 3.2). До рами шарнірно, з метою копіювання поверхні поля в поперечному напрямку, приєднані два бічних роторних барабани з ножами. У вертикальне положення дані барабани переводяться гідроциліндрами 6. Задній барабан 3 з'єднаний з рамою жорстко. При поворотах в кінці гонів чи транспортуванні по полях на невеликій відстані коток переводиться в транспортне положення завдяки гідравлічному механізму 5 з двома опорними колесами.



Рис.3.1. Коток-подрібнювач рослинних решток КП-4,5

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

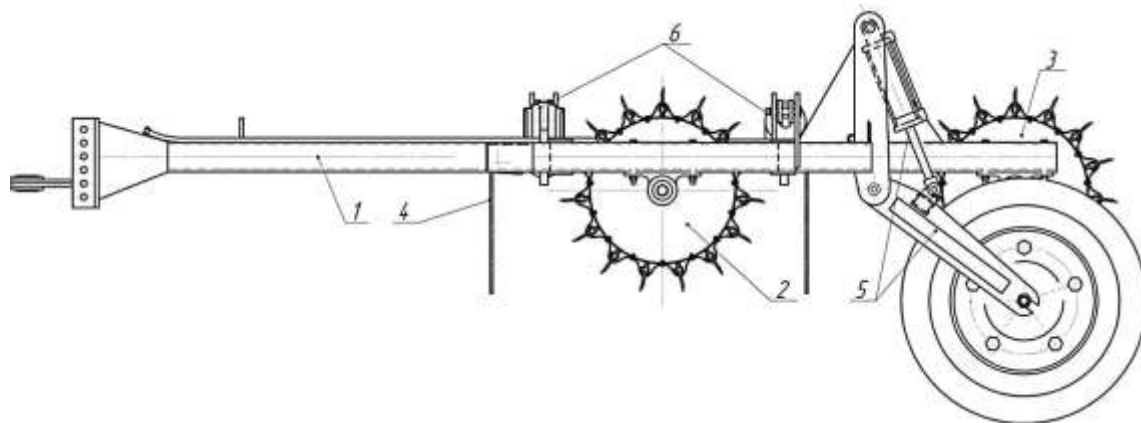


Рис.3.2. Схема котка-подрібнювача рослинних решток КП-4,5
(Вигляд збоку):

- 1 – причіпний пристрій; 2 – передні роторні барабани; 3 – задній роторний барабан; 4 – граблі напрямники рослинних решток;
5 – механізми переведення котка в транспортне положення;
6 – гідравлічні циліндри переведення бічних котків в транспортне положення

Штоки гідроциліндрів через перемичку на вилках підкочують колеса під основну раму і підіймають всю конструкцію. Повернення в робоче положення машини відбувається під дією власної ваги. Величина перекриття ширини захвату передніх барабанів заднім становить 50 мм. Ширина захвату одного барабана – 1500 мм, діаметр барабана по краю лез – 1100 мм. Ширина ножевої полоси 150 мм. Ножі змінні і закріплюються до упорів на циліндричній поверхні барабана болтовими з'єднаннями. Відстань між ножами по діаметру барабана, а отже і задана довжина подрібнених рослинних решток становить 17 см. З метою покращення рівномірності подрібнення рослинних решток конструкція котка обладнана граблями-напрямниками 4 (рис. 3.4), які складаються з валу 1 та пружинних пальців 2. Передбачене регулювання положення пальців у вертикальній площині дозволяє змінювати активність їх впливу на рослинні рештки і орієнтувати їх перпендикулярно до дії ножів. Таким чином і забезпечується краща рівномірність подрібнення.

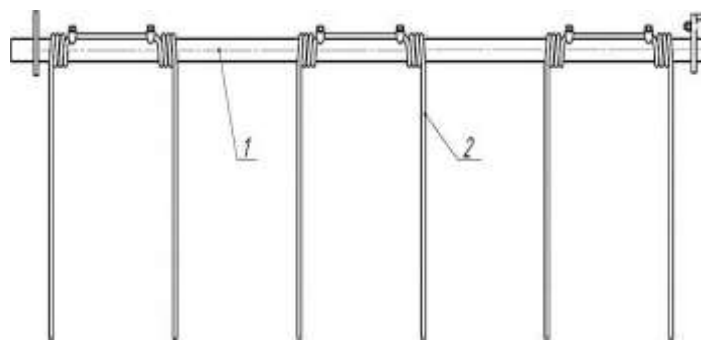


Рис. 3.4. Грабли-напрямники котка-подрібнювача КП-4,5

Перебивання рослинних решток відбувається за принципом підпорного різання. Функцію опори в даному випадку виконує ґрунт. Очевидно, що для виконання даного процесу необхідна значна маса машини. Конструктивна маса котка становить 3,1 т, але для якісного подрібнення стебел кукурудзи і такої маси не завжди достатньо. Тому передбачена можливість заповнювати порожнину циліндрів ножових барабанів водою і доводити їх експлуатаційну масу до 5 т.

Кількість ножів на одному барабані – 15. Тиск, з яким він діє на рослинні рештки, становить понад 1,2 т. Коток здатний працювати на швидкостях до 25 км/год і забезпечувати експлуатаційну продуктивність до 10 га/год. Подрібнювачі рослинних решток представлених груп мають ряд позитивних і негативних властивостей. Машини з приводом робочих органів забезпечують подрібнення рослинних решток без контакту з ґрунтом і не руйнують його структуру, але вони мають досить складну конструкцію та потребують значних затрат енергії на привід робочих органів і не подрібнюють рослинні рештки, які лежать на поверхні поля.

Котки-подрібнювачі мають досить просту конструкцію, але є занадто металомісткими, без чого вони не можуть виконувати технологічний процес. При цьому вони мають негативний вплив – руйнування структури поверхневих шарів ґрунту, але інтенсивність їх порівняно з процесами дискування, які використовуються до даного часу і будуть використовуватися до насичення виробництва спеціальними

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

подрібнювачами, значно менша. Отже, цілком імовірним є ефективне використання котків-подрібнювачів, як мінімум, при подрібненні рослинних решток після збирання соняшнику. Враховуючи те, що під вирощування даної культури в Україні відводяться досить великі площі, то розробка конструкцій вітчизняних котків-подрібнювачів є цілком актуальною. Найбільш конструктивно простими у виготовленні та експлуатації є подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання робочих органів. А особливо ті, що мають у якості робочого органу барабан (циліндр) з ножами. Цей тип ПРР в нашій країні представлено фірмою «DAL-BO» (ЄЕС-Канада-США) та багатьма іншими (рис. 3.2). Але й вони потребують глибокого аналізу і удосконалення.

1. Для досягнення максимального використання власної ваги ПРР з горизонтальною віссю обертання з активними робочими органами без приводу конструкція рами, зчіпки та транспортних коліс повинна мати необхідні механізми, які дозволять спрямувати результуючу сили ваги на те лезо ножа, що виконує різання.

2. Встановити раціональну схему розташування, кількість та орієнтацію ножів на барабані.

3. Особливої уваги потребує встановлення раціональних параметрів леза ножа, що дозволить використовувати принцип «самозагострення» з урахуванням фізико-механічних властивостей частинок ґрунту і рослинних решток при їх взаємодії.

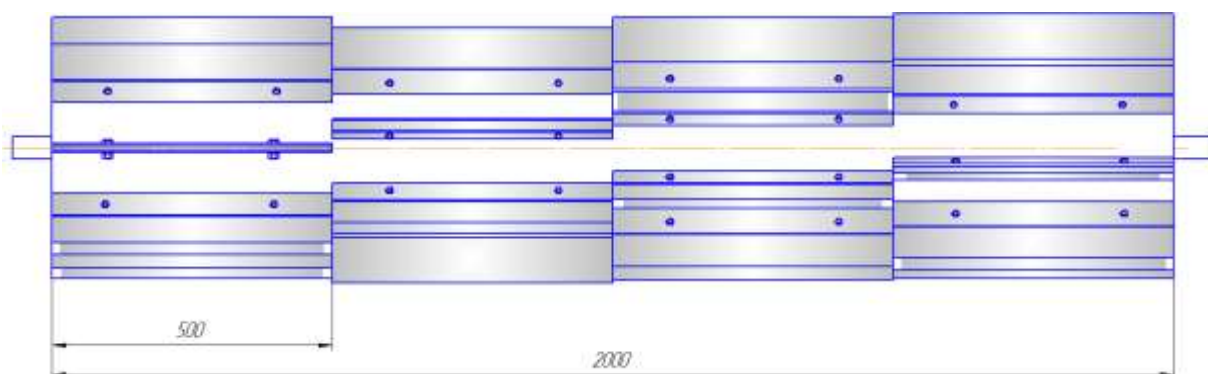
4. Введення в конструкцію котка елементів орієнтації рослинних решток в просторі з метою підвищення рівномірності та якості подрібнення.

Наведений аналітичний огляд подрібнювачів дозволив встановити загальні шляхи вдосконалення існуючих конструкцій подрібнювачів для раціонального використання на території України. Шляхи вдосконалення роботи подрібнювача з горизонтальною віссю обертання робочих органів без приводу. Розробка належить до галузі сільськогосподарського

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

машинобудування і може бути використаний для подрібнення рослинних решток кукурудзи, соняшнику, ріпаку, овочів, інших культур та рослин з одночасним розпушуванням поверхневих шарів ґрунту. Подрібнювачі рослинних решток, які включають водоналивний коток з подрібнюючими ножами та раму зі сницею відомі [1-3]. Вони використовуються для подрібнення рослинних решток після збирання попередника на полях, де застосовують технології мінімального обробітку ґрунту. Довжина подрібнених рослинних решток залежить від кроку розташування ножів на барабані та їх орієнтації відносно напрямку руху подрібнювача. Недоліками таких подрібнювачів є те, що водоналивний коток не надає достатнє зусилля для різання рослинних решток. Наявність на полі рослинних решток, які перевищують розміри у відповідності до агротехнічних вимог, погіршує якість наступної сівби, що в кінцевому результаті призводить до зниження врожайності. В основу винаходу поставлена задача підвищення ефективності подрібнення рослинних решток за рахунок зміни довжини та способу розташування ножів на поверхні барабану котка-подрібнювача.

Поставлена задача вирішується тим, що ножі розташовано на поверхні барабану таким чином, щоб зменшити кількість пропусків необробленої поверхні поля. На рис. 3.4 показаний удосконалений робочий орган котка-подрібнювача рослинних решток.



а

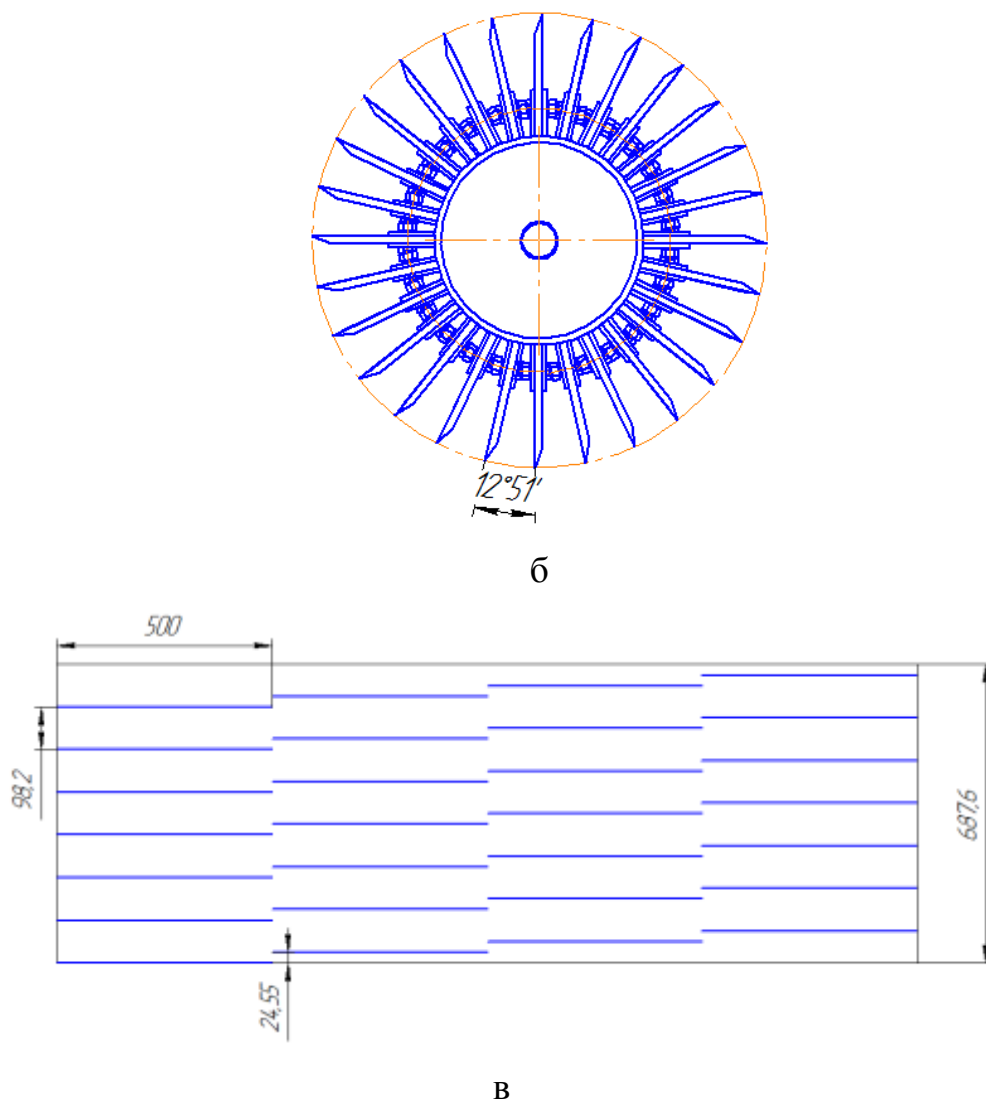


Рис. 3.4. Модернізований робочий орган:

а – головний вигляд; б – вигляд з боку;

в – розгортка розташування ножів на поверхні барабана.

Переваги запропонованої конструкції подрібнювача рослинних решток:

- якісне подрібнення рослинних решток у відповідності до агротехнічних вимог покращення якості сівби і як наслідок підвищення врожайності;
- зменшення ваги подрібнювача;
- зменшення витрат палива.

3.1. Аналітичний спосіб визначення енергетики процесу подрібнення рослинних решток

3.1.1. Визначення тягового опору технічних засобів для подрібнення рослинних решток з горизонтальною віссю обертання безприводних робочих органів

Питання визначення тягового опору технічних засобів для подрібнення рослинних решток з горизонтальною віссю обертання безприводних робочих органів потребує побудови відповідної математичної моделі. Одним з показників раціонального використання сільськогосподарського знаряддя є його енергоефективність. Для технічних засобів для подрібнення рослинних решток з горизонтальною віссю обертання безприводних робочих органів необхідно визначити тяговий опір.

Існуючі способи визначення тягового опору сільськогосподарських знарядь розроблені на основі наукових праць акад. В.П. Гарячкіна. Але для подрібнювачів рослинних решток з горизонтальною віссю обертання безприводних робочих органів взагалі відсутні.

В нашому випадку пропонується розглянути визначення тягового опору як компромісну задачу: визначення раціональної ширини захвату агрегату в залежності від тягового опору робочих органів (котків з лезами) для сталого режиму роботи, тобто досягненням ним необхідної швидкості для виконання процесу подрібнення відповідно до агротехнічних вимог.

Основним робочим органом технічних засобів з горизонтальною віссю обертання є коток з лезами, що рухається поверхнею поля з хаотично похиленими до горизонту рослинними рештками і набуває значної інерційності.

Розглянемо динаміку руху механічної системи (трактор з котком-подрібнювачем) для визначення раціональної ширини захвату агрегату.

Перед розробкою моделі приймаємо наступні припущення:

- агрегат рухається зі сталою швидкістю, яка необхідна для виконання процесу подрібнення відповідно до агротехнічних вимог;
- агрегат рухається горизонтально;

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

– у вертикальній площині рівновага агрегату забезпечена дією вертикальних складових реакцій ґрунту на лезах котків компенсується власною вагою;

– питомий опір різанню рослинних решток є однаковим;

– питомий опір ґрунту є сталим;

– повітряний потік направлено проти ходу агрегату і паралельно горизонту.

Під час поступового руху котка-подрібнювача по горизонтальній поверхні на нього діють сили: тяжіння котка G_k , Н; тягового зусилля від трактора P_t , Н; опору рослинних решток подрібненню P , Н; опору ґрунту переміщенню котка з лезами, P_r Н; опору повітря P_c , Н.

Використаємо рівняння Лангранжа другого роду для складання диференційного рівняння руху котка-подрібнювача:

$$Q_x = \frac{d}{dt} \left(\frac{dE_k}{dx} \right) - \frac{dE_k}{dx},$$

де E_k – кінетична енергія системи, Дж;

x – узагальнена координата, м.

Кінетичну енергію E_k визначимо за теоремою Кеніґа

$$E_k = \frac{m_k \cdot v_k^2}{2} + \frac{I_k \cdot \omega^2}{2},$$

де m_k – маса котка-подрібнювача, кг;

v_k – швидкість руху котка-подрібнювача, м/с;

I_k – момент інерції обертання рухомих вузлів котка-подрібнювача, кг·м²;

ω^2 – кутова швидкість обертання відносно центра мас, с⁻¹.

З урахуванням конструктивних особливостей представимо кінетичну енергію наступним виразом:

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\kappa} = j \cdot E_{\delta} + E_1, \quad (25)$$

де E_{δ} – кінетична енергія робочого органу котка з лезами, Дж;

E_1 – кінетична енергія частин котка-подрібнювача, яка рухається поступово, Дж;

j – кількість робочих органів, шт.

Підставляючи значення E_{δ} та E_1 вираз отримає вигляд:

$$E_{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot \left(j \cdot m_{\delta} + m_1 + \frac{I_{\delta}}{r_{\delta}^2} \right) \cdot \dot{x}^2 = \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot \dot{x}^2, \quad (26)$$

де m_{δ} – маса робочого органу котка з лезами, кг;

m_1 – маса котка-подрібнювача, яка рухається поступово, кг;

I_{δ} – момент інерції обертання котка з лезами, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

r_{δ} – радіус котка з ножами, м;

$$k_1 = m_{\delta} + m_1 + \frac{I_{\delta}}{r_{\delta}^2}$$

Після диференціювання отримаємо

$$\frac{\partial E_{\kappa}}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial E_{\kappa}}{\partial \dot{x}} = k_1 \dot{x}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial E_{\kappa}}{\partial \dot{x}} \right) = k_1 \ddot{x}.$$

Приймаємо наступні обмеження для системи:

- коток-подрібнювач під час руху має одну ступінь вільності;
- вважаємо, що нерухома горизонтальна вісь поверхні поля якою рухається агрегат є узагальненою координатою системи.

Виражаємо роботу сил, які діють під час переміщення котка (δx) по поверхні поля

$$A_x = P_T \cdot \delta x - k \cdot \delta x (P_c + P + P_r) \quad (2.13)$$

де P_T – зусилля, що передається від трактора, Н;

P – сила опору рослинних решток подрібненню, котком з лезами Н;

P_{Γ} – сила опору ґрунту переміщенню котка з лезами, Н;

P_c – сила опору повітря переміщенню котка з лезами, Н;

k – кількість котків з лезами на подрібнювачеві, шт.

Для подальшого визначення роботи необхідно встановити аналітичні залежності складових рівняння (27).

Виконуючи процес подрібнення барабан з ножами чинить опір повітрю за аналогією з лопатевим колесом. Потік повітря наближаючись до барабану деформується та огинає його поверхню. Необхідність врахування опору повітря полягає у тому, що агрегат рухається у діапазоні швидкостей 18-24 км/год.

Опір повітря, що виникає під час роботи котка-подрібнювача є прямопропорційним швидкостям руху агрегату та повітря.

Для точного визначення тягового опору котка-подрібнювача необхідно враховувати зусилля на подолання сили опору повітря. У відомих роботах [6-7] цьому питанню не приділено уваги. Вперше запропоновано враховувати опір повітря Х. Тагаєвим [8-9] для знаряддя, що знешкоджує бур'яни у рисових чеках.

Мета дослідження полягає у теоретичному визначенні проекції висоти перетину барабана на точність опису подолання ним сили опору повітря.

Експериментально визначений діапазон швидкостей від 15 до 24 км/год враховує особливості роботи котка-подрібнювача у польових умовах, а саме рух агрегата на схилах-підйомах, як у вертикальній, так і у горизонтальній площині [4]. При таких значеннях швидкості руху доцільно враховувати силу опору повітря.

Розглянемо висоту b_e перетину півбарабана з ножем при значеннях кута

$$-\frac{\beta}{2} \leq \varphi \leq \frac{\beta}{2} \text{ (рис. 3.3).}$$

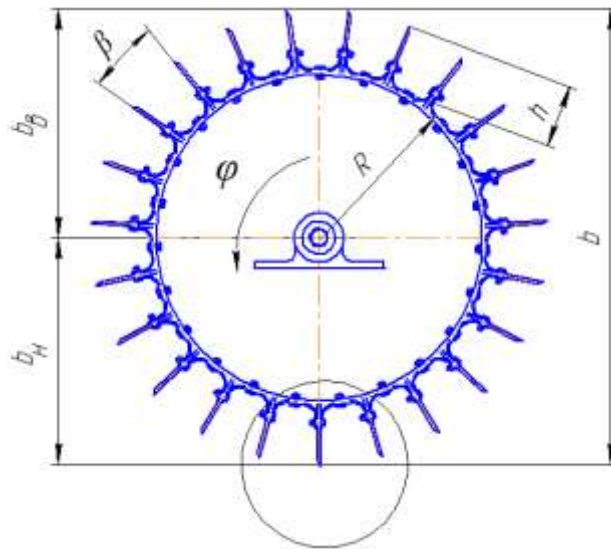


Рис. 3.3 Схема розташування ножів:

β - кут між ножами, $\beta = \frac{2 \cdot \pi}{z}$;

b - проекція висоти перетину півбарабана з ножом на вісь OY .

Визначаємо проекцію висоти b_ϕ в залежності від кута ϕ якщо $b_\phi \geq R$,

$$b_\phi = (h + R) \cdot \cos \phi, \quad (2.14)$$

де R – радіус барабану, м;

h – висота ножа, м.

Під час роботи котка-подрібнювача при деякій кількості ножів z може виникнути випадок, коли поверхню барабану видно за ножів $b_\phi < R$ (рис. 3.3), то приймається $b_\phi = R$.

Розглянемо випадки при парному та не парному значенні кількості ножів z .

При парній кількості ножів значення проекції висоти b_ϕ на вісь OY набуває значення $b_n = b_\phi$.

Розглянемо випадок з непарною кількістю ножів на барабані котка.

При не парній кількості ножів: $b_n = (h + R) \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2} - \varphi\right)$, при $0 \leq \varphi \leq \frac{\beta}{2}$;

$$b_n = (h + R) \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2} + \varphi\right), \text{ при } -\frac{\beta}{2} \leq \varphi \leq 0.$$

Отже маємо загальний вираз для визначення проекції висоти перетину півбарабана з ножем при $-\frac{\beta}{2} \leq \varphi \leq \frac{\beta}{2}$:

$$b_n = (h + R) \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2} - |\varphi|\right). \quad (29)$$

Аналогічно, під час роботи котка-подрібнювача при деякій кількості ножів z може виникнути випадок, коли поверхню барабану видно за ножів $b_n < R$, то приймається $b_n = R$.

Конструктивно на барабан котка-подрібнювача ножі встановлюються таким чином, щоб випадок коли $b_n < R$ та $b_n < R$ був не можливим.

В загальному випадку для парної та не парної кількості ножів z проекція висоти перетину барабану з ножами буде визначатись:

$$b(\varphi) = (h + R) \cdot \left(\frac{3 - (-1)^{z+1}}{2} \cdot \cos(\varphi) + \frac{1 - (-1)^z}{2} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{z} - |\varphi|\right) \right), \quad (30)$$

де значення кута в межах $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$.

Для подальших розрахунків використовувати формулу (27) не доцільно. Із-за неможливості встановлення початкового кутового положення барабана з ножами, а необхідні довизначення з урахуванням похибок розрахунку дають можливість ввести еквівалентну проекцію висоти його перетину.

Визначаємо еквівалентну висоту $b_{ек}$ для

$$b_{ек} = \frac{z}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{-\frac{\pi}{z}}^{\frac{\pi}{z}} b(\varphi) d\varphi \quad (31)$$

Для парної кількості ножів

$$b_{ек} = \frac{z}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{\frac{\pi}{z}}^{\frac{\pi}{z}} b(\varphi) d\varphi = \frac{2 \cdot z \cdot (R + h)}{\pi} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right). \quad (32)$$

Знайдемо відносну похибку δ , яка формується в результаті врахування еквівалентної проекції висоти перетину барабана з ножами за один повний оберт.

Функція $\cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2 \cdot z}\right)$ при $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq 0$ зростає до найбільшого значення на границі при $\varphi = 0$.

Розглянемо при оберті барабану на один ніж $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$ для парної кількості ножів

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{2 \cdot (R + h) \cdot (\cos \varphi)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R + h) \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right)} = \frac{\pi \cdot \cos(\varphi)}{z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right)},$$

$$\text{де } -\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}.$$

Найбільше значення похибки δ при обертанні барабану при значеннях кута $\varphi = -\frac{\pi}{z}$ та $\varphi = \frac{\pi}{z}$, становить

$$\delta = \left| 1 - \frac{\pi \cdot \cos \frac{\pi}{z}}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\pi}{z} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z} \right| \cdot 100\%. \quad (33)$$

Оцінимо похибку, точності визначення сили, як результат введення $b_{ек}$ для не парної кількості ножів при $-\frac{\pi}{z} \leq \varphi \leq 0$

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{(R + h) \cdot \left(\cos \varphi + \cos\left(\frac{\pi}{z} + \varphi\right) \right)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R + h) \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\pi}{z}\right)} = \frac{\pi \cdot \cos\left(-\frac{\pi}{2 \cdot z}\right) \cdot \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2 \cdot z}\right)}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}}.$$

При $0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{z}$

$$\frac{b(\varphi)}{b_{ек}} = \frac{(R+h) \cdot \left(\cos \varphi + \cos \left(\frac{\pi}{z} - \varphi \right) \right)}{\frac{2}{\pi} \cdot (R+h) \cdot z \cdot \sin \left(\frac{\pi}{z} \right)} = \frac{\pi \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2 \cdot z} \right) \cdot \cos \left(\varphi - \frac{\pi}{2 \cdot z} \right)}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}}.$$

Найбільше значення похибки δ буде при обертанні барабану при значеннях кута $\varphi = -\frac{\pi}{z}$, $\varphi = 0$ та $\varphi = \frac{\pi}{z}$:

$$\delta = \left| 1 - \frac{\pi \cdot \cos^2 \frac{\pi}{2 \cdot z}}{z \cdot \sin \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{\pi}{2 \cdot z} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2 \cdot z} \right| \cdot 100\%. \quad (34)$$

Визначимо похибку δ_T , що вноситься невизначеністю початкового кутового положення барабану з ножами при використанні точного визначення проекції висоти перетину b .

Для парної кількості ножів

$$\delta_T = \left| 1 - \frac{2 \cdot (h+R) \cdot \cos 0^\circ}{2 \cdot (h+R) \cdot \cos \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{z}} \right| \cdot 100\%. \quad (35)$$

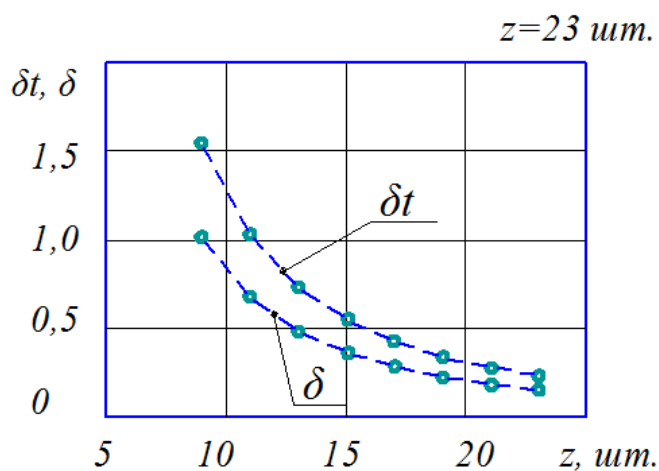
Для непарної кількості ножів

$$\delta_T = \left| 1 - \frac{(h+R) \cdot \left(\cos \varphi_{\max} + \cos \left(\frac{\pi}{z} - |\varphi_{\max}| \right) \right)}{(h+R) \cdot \left(\cos \varphi_{\min} + \cos \left(\frac{\pi}{z} - |\varphi_{\min}| \right) \right)} \right| \cdot 100\% = \left| 1 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2 \cdot z}} \right| \cdot 100\%, \quad (36)$$

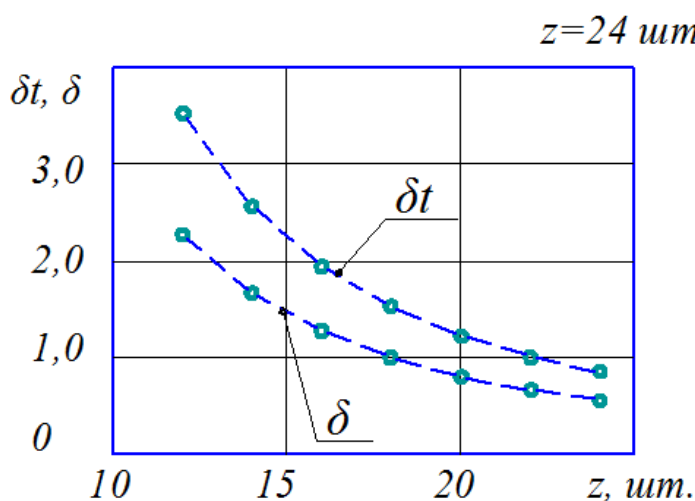
$$\text{де } \varphi_{\min} = 0 = -\frac{\pi}{z}, \quad \varphi_{\max} = -\frac{\pi}{2 \cdot z}.$$

Графічні інтерпретації (рис. 3.4) результатів досліджень впливу врахування еквівалентної проекції висоти $b_{ек}$ на точність опису сили опору повітря барабана з ножами показали, що відносна похибка зменшується у 1,5 рази, що пояснюється виключенням впливу невизначеності початкового

кутового положення барабану і становить: для непарної кількості ножів $\delta = 1\%$, $\delta_T = 1,6\%$; для парної кількості ножів ($z=24$ шт.) ($z=23$ шт.) $\delta = 2,2\%$, $\delta_T = 3,5\%$.



а



б

Рис. 3.4. Залежність відносних похибок δ та δ_T від кількості ножів z :

δ – похибка, яка формується в результаті введення $b_{ек}$ еквівалентної проекції висоти барабану з ножами;

δ_T – похибка, яка формується в результаті невизначеності початкового кутового положення проекції висоти барабану з ножами;

а – непарна кількість ножів ($z=11\dots23$ шт.);

б – парна кількість ножів ($z=10\dots24$ шт.).

Враховуючи формули (32-33) зусилля на подолання опору повітря можна визначити як

$$P_c = k \cdot k_0 \cdot L_n \cdot b_{ек} \cdot (g_0 - g_{agr})^2, \quad (37)$$

де k – кількість барабанів з ножами на котку-подрібнювачі, шт.;

k_0 – коефіцієнт, що враховує тип середовища;

L_n – довжина леза ножа, м;

g_0 – швидкість вітру, м/с;

g_{agr} – швидкість агрегату, м/с.

Для подальшого визначення тягового опору котка-подрібнювача при значеннях швидкості руху від 15 до 24 км/год доцільно враховувати силу опору повітря. Так як робочим органом є барабан з ножами, то необхідно враховувати зміну його площі проекції на площину перпендикулярну руху агрегата. Тому можливість теоретичного визначення еквівалентної проекції висоти в залежності від кутового положення та кількості ножів дозволить встановити значення зусилля на подолання сили опору повітря котком-подрібнювачем. Наведені дослідження є основою для створення рівняння щодо визначення тягового опору безприводних подрібнювачів рослинних решток з горизонтальною віссю обертання робочих органів і потребують подальшого теоретичного обґрунтування раціональних конструктивних та технологічних параметрів котка-подрібнювача.

3.1.2. Визначення енергоємності процесу роботи котка-подрібнювача рослинних решток

Основним критерієм процесу перерізання рослин та їх стебел прийнято питому енергоємність [5-6]. Розглянемо процес роботи котка-подрібнювача. Під час руху агрегату циліндричні котки з розміщеними на їх поверхні плоскими ножами спочатку притискають стебла до ґрунту, а потім перерізають під дією власної ваги. Процес різання починається при значенні кута нахилу ножа γ в межах $0^\circ \dots 45^\circ$, а при збільшенні кута – рослинні рештки

не перерізаються, причому енергія витрачається лише на тертя ножа по по-
ним. При значенні кута $\gamma=0^0$ сила різання набуває найбільшого значення. На
першому етапі теоретичних досліджень варто встановити поведінку функції
питомої енергії в інтервалі граничних значень кута γ , а також уточнити сам
інтервал. Розглянемо як залежать сили різання від кута нахилу ножа γ . Ніж
закріплений на барабані котка (рис. 3.5) переміщується у матеріалі (деякій
кількості стеблин) паралельно ребру AE під змінним кутом γ . Тоді силу для
переміщення ножа можна представити у вигляді суми проекцій на напрям
руху ножа від сил: діючих на фаску $ABCD$ (сила P_1), на різальну кромку AD
(сила P_2) та на плоску грань $AEKD$ (сила P_3):

$$P_1 = N_1 \cdot \cos \gamma + (F_{\text{тр}} - F_1) \cdot \sin \gamma,$$

$$P_2 = \frac{(F_{\text{мп}} - F_2) \cdot \sin \gamma + N_2 \cdot \cos \gamma}{\sin \beta}$$

$$P_3 = N_3 \cdot f_3,$$

де N_1, N_2, N_3 – сили нормального тиску відповідно: на фаску, різальну
кромку та плоску грань ножа, Н;

f_1, f_2, f_3 – коефіцієнти тертя стебла (рослинної рештки) відповідно: по
фасці, різальній кромці та плоскій грані ножа;

β – кут загострення ножа, град;

$F_{\text{мп}}$ – зусилля, що передається від трактора, Н.

Під час виконання процесу подрібнення стебел енергія витрачається
на попереднє стискання матеріалу (A_{C1}, A_{C2}, A_{C3}), на подолання сил опору,
тобто сам процес різання (A_{P1}, A_{P2}, A_{P3}) та на подолання опору повітря. Так
як у процесі різання приймають участь фаска, різальна кромка та плоска
грань ножа, тоді загальну роботу ножа можна представити у вигляді суми:

$$A = z \cdot (A_{P1} + A_{C1} + A_{C2} + A_{P2} + A_{C3} + A_{P3}) + A_o$$

де z – кількість ножів, шт.;

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

A_{C1}, A_{C2}, A_{C3} – робота ножа на попереднє стискання матеріалу, відповідно фаскою, різальною кромкою та плоскою гранню ножа, Дж;

A_{P1}, A_{P2}, A_{P3} – робота ножа на подолання сил опору матеріалу, відповідно фаскою, різальною кромкою та плоскою гранню ножа, Дж;

A_0 – робота на подолання котком сили опору повітря, Дж.

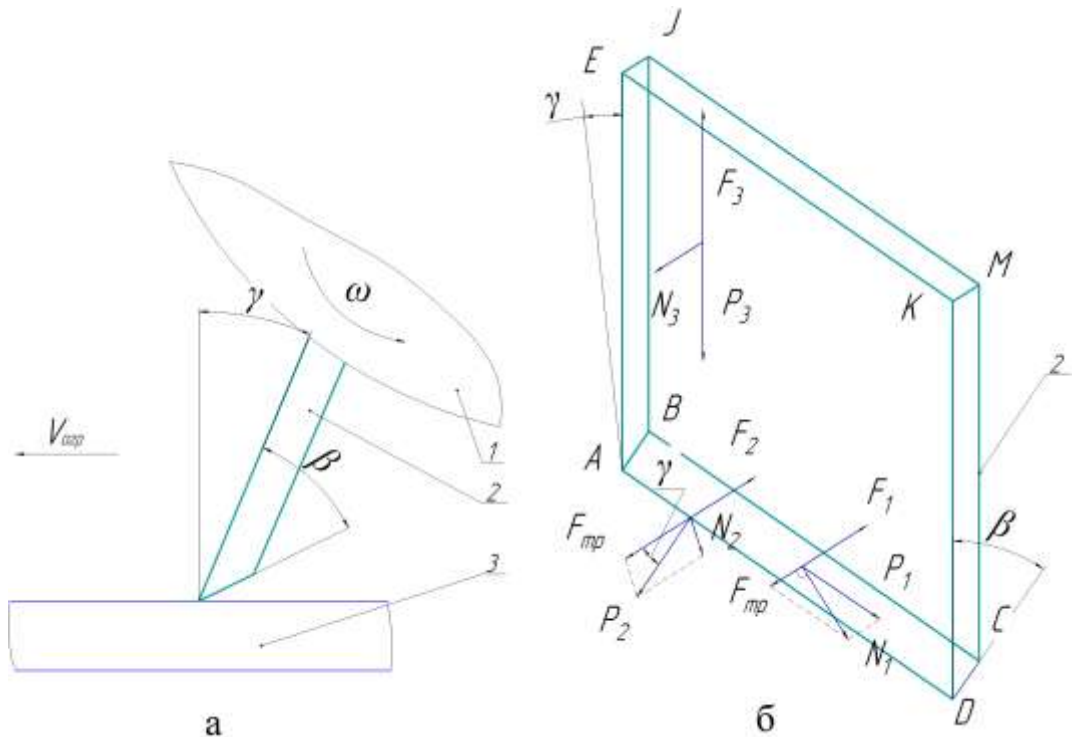


Рис. 3.5. Розрахункова схема:

а – схема руху котка-подрібнювача; б – схема сил, що діють на ніж

1 – коток; 2 – ніж; 3 – стебло рослини (рослинна рештка).

Робота ножа на попереднє стискання матеріалу, буде збільшуватись при підвищенні зусилля на різання [6].

$$A_c = \int P_c(S_1) dS_1,$$

де $P_c(S_1)$ – зусилля ножа необхідне на попереднє стиснення матеріалу в залежності від переміщення ножа, Н;

dS_1 – переміщення ножа, м.

Зусилля необхідне на попереднє стиснення матеріалу в залежності від переміщення ножа визначимо за допомогою формули В.П. Горячкіна [9]

$$P_c = K \cdot S_1,$$

де K – інтенсивність навантаження, при якому відбувається різання (питомий опір різанню), Н/м [10];

S_1 – переміщення ножа, м.

В момент прикладання леза до стебла (початок процесу подрібнення) зусилля на стискання дорівнює силі перерізування.

Тоді роботу можна виразити [4]:

$$A_c = \frac{P_c^2}{2 \cdot K_1}$$

Витрати енергії на перерізання одиниці площі поперечного перетину матеріалу (енергетику процесу різання) визначимо за допомогою питомої енергоємності E .

$$E = \frac{A}{S_m},$$

де S_m – площа матеріалу, яка піддається різанню, м².

Площею S_m будемо вважати суму площин поперечних перетинів стебел рослин або їх решток, яка знаходиться у площині різання. Під час обертання котка з ножами розташування на поверхні поля стебел та решток рослин є хаотичним. Кількість стебел та решток, які одночасно піддаються різанню, знаходиться в межах від 1 до m штук.

$$S_m = \sum_{i=1}^m S_{m_i}.$$

Проведемо моделювання зміни складових рівняння (4) в залежності від кута нахилу ножа γ . Питому енергію необхідну для стиснення матеріалу визначимо за допомогою формули (6).

$$E_c = \frac{P^2}{2 \cdot K \cdot S_m}, \quad E = \frac{P}{d_c \cdot \cos \gamma},$$

де – діаметр стеблини, м.

Аналізуючи графічні залежності (рис. 3.6), отримані в результаті проведених числових досліджень впливу кута γ на зусилля та роботу з використанням пакету прикладних програм, встановлено, що сила P_1 , яка діє зі сторони фаски ножа при збільшенні кута γ зменшується завдяки збільшенню дії кута загострення ножа β , тобто поступово зменшується до значення сили тертя. Сила P_2 при кутах нахилу до $30^\circ \left(\frac{\pi}{6}\right)$ збільшується на 12%, а потім зменшується до значення сили тертя. Вплив кута γ на значення сили P_3 – відсутній. На процес різання суттєво впливає характер зміни сумарного зусилля, особливо від співвідношення P_1 та P_2 . Якщо зусилля P_1 переважає над P_2 , то загальне зусилля в значній мірі залежатиме від P_1 і навпаки якщо $P_2 > P_1$.

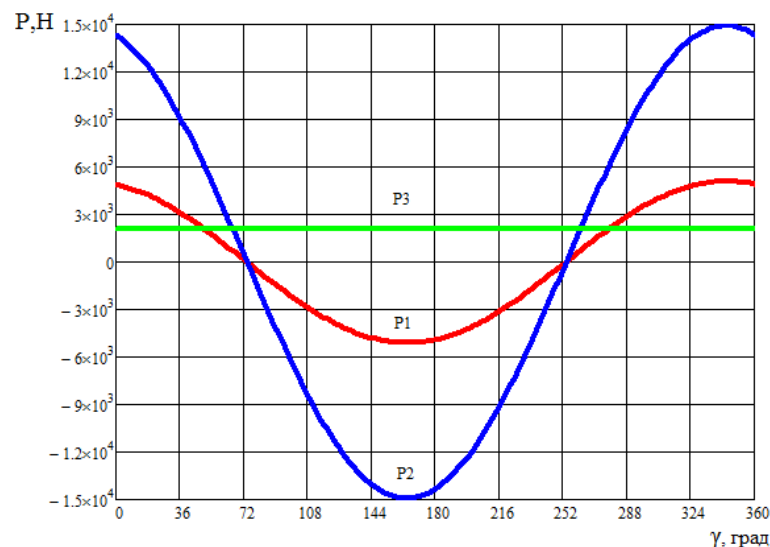


Рис. 3.6. Залежність складових сил різання (P_1 , P_2 , P_3) від значення кута γ

Експериментально неможливо отримати значення сил P_1 , P_2 , P_3 окремо. Тому завжди виникає розкид значень результатів дослідів при кутах нахилу γ 10° - 70° де залежність між P_1 та P_2 є найбільшою. Питома енергоємність (E_c) попереднього стиснення змінюється наступним чином: від зусилля P_1 P_2 монотонно зменшується зі збільшенням кута γ ; зусилля P_3

зберігає однакове значення протягом повного оберту барабана з ножами (рис. 3.7).

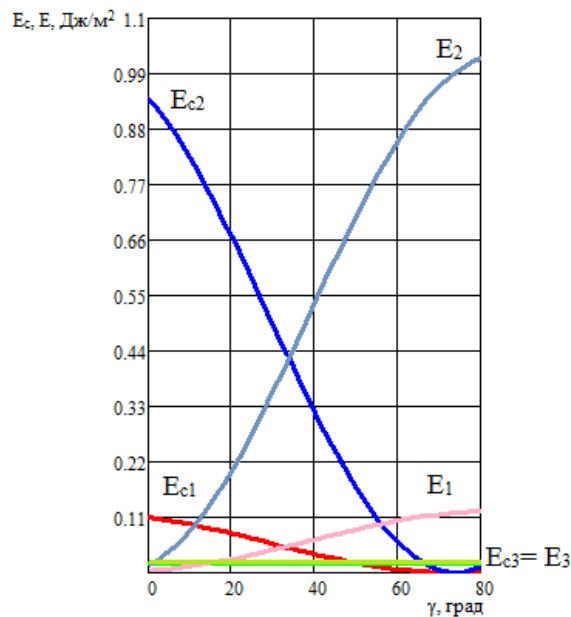


Рис. 3.7. Залежність питомої енергоємності (E_c) та (E) від кута γ

Характер впливу зусилля різання залежить від співвідношення сил, що діють на фаску та різальну кромку ножа. Встановлено що питома енергоємність може знижуватися при кутах нахилу ножа 25^0-40^0 в результаті зменшення витрат енергії на попереднє стиснення матеріалу. Основним фактором, що впливає на підвищення питомої енергоємності різання ножами з кутом нахилу більше 40^0 , є зростання питомих енергетичних витрат на тертя ножа по матеріалу.

3.3. Силовий аналіз механізмів і розрахунок деталей та вузлів на міцність

3.3.1. Вибір підшипників

Для осей котків встановимо шарикопідшипники закритого типу 8108 ГОСТ 7242-81. Визначаємо номінальну динамічну вантажопід'ємність 8108

підшипника з каталожною вантажопід'ємністю $C=16,8$ кН, статичною вантажопід'ємністю – $C_0=9,3$ кН. На підшипник діє радіальне навантаження $F_r=17,4$ кН, осьове $F_0=2,06$ кН, частота обертання $n=900$ об/хв., необхідна довговічність $L_h=10000$ при умові, що $V=K_\phi=K_t=1,0$.

Вибираємо коефіцієнти X та Y . Відношення $\frac{F_0}{C_0} = \frac{2.06}{9.3} = 0.221$, з табл. 6.1 [12], $e=0,221$, $X=0,56$ та $Y=1,15$.

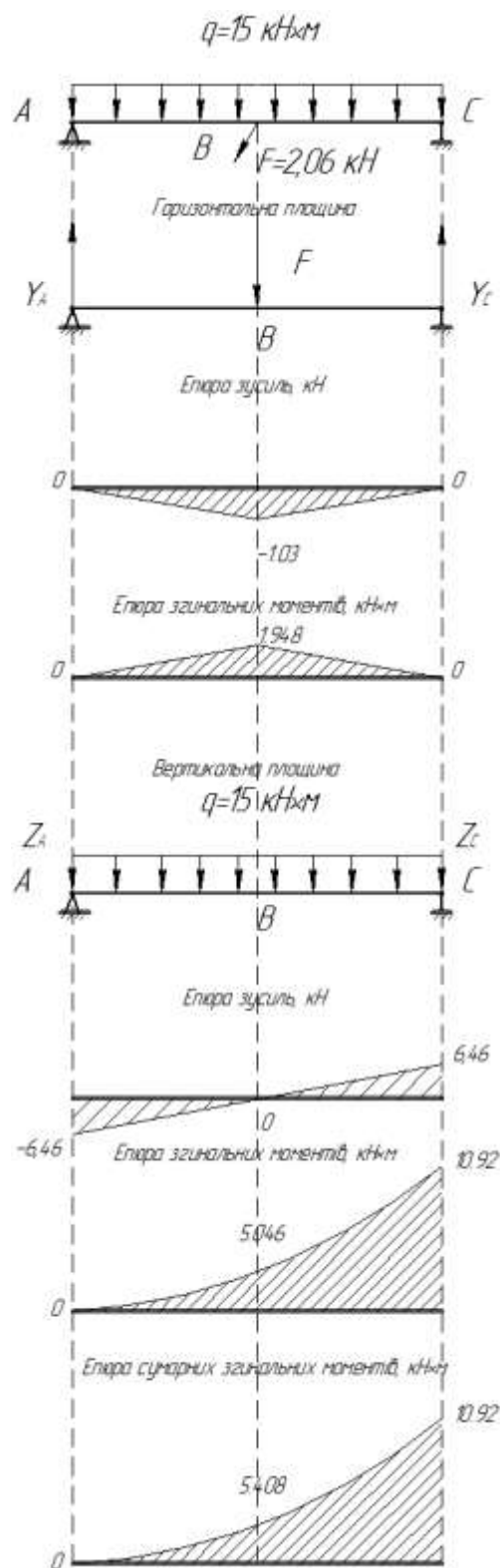
Знаходимо еквівалентне навантаження

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_0) \cdot K_\phi \cdot K_t = (0,56 \cdot 1 \cdot 1,74 + 1,15 \cdot 2,06) \cdot 1 \cdot 1 = 1,213 \text{ кН}$$

За табл. 21 [12], $\frac{C}{P} = 8,43$, відповідно потрібна динамічна вантажопід'ємність $C = P \cdot 8,43 = 1,213 \cdot 8,43 = 10,225$ кН. Так як найближчий підшипник 8107 має $C=10,1$ кН, то залишаємо 8108, який нас повністю задовольняє.

3.3.2. Розрахунок осі під підшипник барабану.

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		



Розглядаємо зусилля в горизонтальній площині.

Значення реакцій

$$Y_A = Y_C = \frac{1}{2} \cdot F = \frac{1}{2} \cdot 2.06 = 1.03 \text{ кН}$$

Ділянка $0 \leq x \leq \frac{L}{2}$ ($L = 1.16 \text{ м}$)

зусилля

$$Q_A = Y_A;$$

$$Q_B = Y_A - F = 1.03 - 2.06 = -1.03 \text{ кН.}$$

згинаючі моменти

$$M_y = Q_y \cdot x$$

$$M_A = 0; \quad M_B = Y_A \cdot \frac{L}{2} = 1.03 \cdot \frac{1.16}{2} = 1.948$$

кН·м

Ділянка $\frac{L}{2} \leq x \leq L$ ($L = 1.16 \text{ м}$)

зусилля

$$Q_B = Y_A - F;$$

$$Q_C = Y_A - F + Y_C = 1.03 - 2.06 + 1.03 = 0 \text{ кН.}$$

згинаючі моменти

$$M_y = Q_y \cdot x$$

$$M_C = 0;$$

Розглядаємо зусилля в вертикальній площині.

Значення реакцій

$$Z_A = Z_C = q \cdot \frac{L}{2} = 15 \cdot \frac{1.16}{2} = 6.46 \text{ кН}$$

Ділянка $0 \leq x \leq \frac{L}{2}$ (L=1,16 м)

зусилля

$$Q_A = Z_A; \quad Q_B = Z_A - \frac{L}{2} \cdot q = 6,46 - 6,46 = 0 \text{ кН.}$$

згинаючі моменти

$$M_z = Q_z \cdot x$$

$$M_A = 0; \quad M_B = Z_A \cdot L \cdot \frac{L}{2} = 1,03 \cdot 1,16 \cdot \frac{1,16}{2} = 5,046 \text{ кН.м}$$

Ділянка $\frac{L}{2} \leq x \leq L$ (L=1,16 м)

зусилля

$$Q_B = Z_A - q \cdot \frac{L}{2};$$

$$Q_C = Z_A - q \cdot \frac{L}{2} + Z_c = 6,46 - 6,46 + 6,46 = 6,46 \text{ кН}$$

згинаючі моменти

$$M_z = Q_z \cdot x$$

$$M_C = 10,92 \text{ кН.м};$$

Сумарні згинальні моменти

$$M_\Sigma = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$$

$$M_{\Sigma AB} = 5,408 \text{ кН.м}; \quad M_{\Sigma AB} = 10,92 \text{ кН.м}$$

Визначаємо розрахункові діаметри в характерних точках

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{M_\Sigma}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{10,92}{0,1 \cdot 40}} = 39 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр під підшипник 40 мм.

5. Охорона праці

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

5.1. Характеристика і аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів час експлуатації подрібнювача рослинних решток.

Під експлуатації вдосконаленого подрібнювача рослинних решток можлива дія наступних небезпечних і шкідливих факторів:

- відкриті обертові і рухомі частини (котки з ножами);
- відсутність захисних каркасів котків, які не можливо огородити із-за виконання технологічного процесу;
- несправність системи запуску двигуна з кабіни трактора;
- несправність або відсутність блокуючого пристрою запуску пускового двигуна при включеній передачі;
- несправність гальмівної системи;
- несправність муфти зчеплення та рульового керування;
- несправність або відсутність освітлювальних і контрольно-вимірювальних приладів;
- відсутність пристрою для очищення ножів котка, які піддаються забиванню ґрунтом та рослинними рештками;
- відсутність на тракторах автоматичних тягово-зчіпних пристроїв для агрегатування подрібнювача рослинних решток;
- підтікання палива, мастил, охолоджувальної та інших технологічних рідин;
- відсутність або несправність засобів доступу на робоче місце і до місць обслуговування (підніжки, драбини, площадки, огороження);
- відсутність пристроїв для запобігання попадання рослинних решток на поверхні теплообмінних елементів двигуна трактора, системи охолодження й елементів випускної системи відпрацьованих газів;
- відсутність іскрогасників;
- механізми, які рухаються і обертаються (рух самого агрегату, рух котків);
- високий рівень шуму, вібрації внаслідок роботи двигуна трактора та нерівностей поверхні поля;

- високий рівень запилення та загазованості робочої зони механізатора (пил піднімається з поверхні поля);
- наявність гострих країв елементів конструкції подрібнювача рослинних решток;
- перевертання агрегату при роботі на схилах, нахил яких перевищує встановлені нормативи;
- виконання робіт з паливно-мастильними матеріалами під час ремонту і технічного обслуговування;
- невідповідність параметрів мікроклімату вимогам санітарних норм при виконанні робіт у польових умовах;
- пожежонебезпека агрегату;
- електронебезпека під час виконання робіт під лініями електропередач;
- хімічні небезпечні і шкідливі речовини (паливно-мастильні матеріали, фарби, лаки, які використовуються під час ТО і ремонту).

У процесі виробничої діяльності та негативної дії навколишнього й виробничого середовища створюються виробничі умови, що можуть спричинити дію небезпечних і шкідливих факторів. Найбільш поширені з них:

- відсутність попереджувальних знаків і написів про існуючі небезпеки на агрегаті;
- відсутність інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки, технічних описів та інструкцій з експлуатації трактора та подрібнювача рослинних решток;
- несправність механізмів керування та гальмових систем енергетичного засобу;
- відсутність захисних пристроїв на рухомих частинах;
- несправність тягово-зчіпного пристрою;
- несправність інструменту, тощо;
- недостатнє освітлення робочого місця;
- відсутність (неефективність) засобів, що захищають від дії шуму та вібрації;

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- невідповідність технічним умовам засобів індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття.

Небезпека, пов'язана з робочим місцем механізатора, внаслідок:

- падіння водія під час спроби зайняти або покинути робоче місце;
- викидів газів на робочому місці;
- пожежі (займистість кабіни, нестача засобів пожежогасіння);
- механічних видів небезпеки на робочому місці (контактування з рухливими частинами, наїзд, падіння предметів);
- недостатнього огляду з робочого місця;
- невідповідного освітлення;
- незручного місця для сидіння.

Небезпека, пов'язана із системою керування:

- неправильне розміщення органів керування;
 - неправильний режим роботи органів керування.

5.2. Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на модернізованому агрегаті.

Елементи конструкції подрібнювача рослинних решток не перешкоджають і не обмежують огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження. Для доступу механізатора на робоче місце і виходу з нього передбачені спеціальні підніжки. У важкодоступних місцях застосовано одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний період. Місця розташування точок змащення позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору машини. Подрібнювач рослинних решток комплектується інструментом, що відсутній у комплекті тракторів. Для ручного очищення робочих органів передбачені спеціальні чистики. Розташування робочих органів забезпечує безпеку очищення і доступ до них. Допустимі значення рівня шуму на робочому місці оператора не перевищує вимог ДСП 3.3.2.041-99. Кольорове оформлення

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

подрібнювача рослинних решток виконане у відповідності з наступними вимогами:

- загальний фон кольору подрібнювача відрізняється від основного фону, на якому він експлуатується (фону поля);
- зовнішні поверхні, які у процесі експлуатації постійно знаходяться у полі зору оператора, покриті фарбою з матовою фактурою.

На подрібнювачеві приведені відповідні написи, які забороняють або попереджають про можливі аварійні ситуації у випадку неправильних дій обслуговуючого персоналу. Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій площадці оператора - відповідають ДСП 3.3.2.041-99. Робоче місце оператора захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282-87. При агрегуванні машини навантаження на колеса управління трактора не перевищує 20% загальної маси агрегату. Важкі вузли машини (більше 20 кг) мають петлі і місця для закріплення при підніманні. Місця стропування позначені у відповідності з вимогами ДСТУ 2189-93, місця для встановлення домкратів позначені буквами «ДК».

5.3. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на удосконаленому агрегатіві.

Для забезпечення повздовжньої стійкості і керування агрегатом, в комплекті трактора передбачений кронштейн з вантажами, для закріплення їх на передньому брусі рами. Кути поперечної статичної стійкості для машини у агрегаті з трактором не менше 30⁰. Подрібнювач рослинних решток у відчепленому стані зберігає стійкість при застосуванні до нього зусиль більше 200 Н. Для транспортування дорогами загального призначення в темний час доби подрібнювач обладнаний світловідбивачами: задні червоного кольору, передні – білого, позаду з лівої сторони нанесений знак обмеження максимальної швидкості, кольорове зображення знака – згідно з ДСТУ 2189-93. Для стропування машини під час завантажування на автотранспорт для перевезення

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

до споживача, ремонтуванні та збиранні передбачені спеціальні петлі. Місця для стропування і встановлення домкратів позначені фарбою, відмінного кольору від загального фону машини. Конструкція машини забезпечує можливість приєднання до трактора одним оператором. Зусилля для переміщення важелів регулювання не перевищує – 200 Н. Загальне число робочих рухів оператора на хвилину при регулюванні та технічному обслуговуванні не перевищує 25.

Висновки

1. Запропоновано шляхи вдосконалення ПРР з горизонтальною віссю обертання робочих органів без приводу, а саме: встановлення ряду ґрунтообробних робочих органів за подрібнювачем-розпушувачем. Переваги запропонованої конструкції подрібнювача-розпушувача рослинних решток – якісне подрібнення рослинних решток у відповідності до агротехнічних вимог покращення якості сівби і як наслідок підвищення врожайності, що підтверджено випробовуваннями.

2. На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що за якісним показником виконання технологічного процесу розроблена конструкція котка-подрібнювача є цілком працездатною і придатною до широкого використання за певних ґрунтових та кліматичних умов. А експериментально підтверджений діапазон робочих швидкостей від 18 до 23 км/год дозволить раціонально використовувати коток-подрібнювач з умови економії палива та підвищення продуктивності.

3. Користуючись наведеними формулами і графіками (п. 3.3), можна визначити оптимальні конструктивні параметри запропонованого котка котка-подрібнювача рослин в залежності від конкретних умов його роботи, а саме: виду сільськогосподарської культури, її врожайності і довжини різки. Мінімальна довжина різки становитиме 60–90 мм. За сприятливих умов при стеблинах з діаметрами до 10 мм потрібна сила тиску ножового ротора на ґрунт має бути близько 7 кН/м.

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

4. Для подальшого визначення тягового опору котка-подрібнювача при значеннях швидкості руху від 15 до 24 км/год доцільно враховувати силу опору повітря. Так як робочим органом є барабан з ножами, то необхідно враховувати зміну його площі проекції на площину перпендикулярну руху агрегата. Тому можливість теоретичного визначення еквівалентної проекції висоти в залежності від кутового положення та кількості ножів дозволить встановити значення зусилля на подолання сили опору повітря котком-подрібнювачем. Наведені дослідження є основою для створення рівняння щодо визначення тягового опору безприводних подрібнювачів рослинних решток з горизонтальною віссю обертання робочих органів і потребують подальшого теоретичного обґрунтування раціональних конструктивних та технологічних параметрів котка-подрібнювача.

5. Характер впливу зусилля різання залежить від співвідношення сил, що діють на фаску та різальну кромку ножа. Встановлено що питома енергоємність може знижуватися при кутах нахилу ножа 25° – 40° в результаті зменшення витрат енергії на попереднє стиснення матеріалу. Основним фактором, що впливає на підвищення питомої енергоємності різання ножами з кутом нахилу більше 40° , є зростання питомих енергетичних витрат на тертя ножа по матеріалу.

6. Користуючись наведеними формулами і графіками, можна визначити оптимальні конструктивні параметри запропонованого котка котка-подрібнювача рослин в залежності від конкретних умов його роботи, а саме: виду сільськогосподарської культури, її врожайності і довжини різки. Мінімальна довжина різки становитиме 60–90 мм. За сприятливих умов при стеблинах з діаметрами до 10 мм потрібна сила тиску ножового ротора на ґрунт має бути близько 7 кН/м.

7. Конструктивне виконання подрібнювача та здійснення ним функціонального призначення відповідає вимогам стандарту ДСТУ2189-93 з урахуванням:

- загальних вимог безпеки згідно з НПАОП 01.41-1.01-01;
- пожежної безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005, та «Загальних правил пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва».

Місця для зберігання техніки комплектуються засобами пожежогасіння у відповідності з вимогами правил пожежної безпеки. Організація та обладнання робочих місць для виконання зварювальних і вогневих робіт, наплавлення і різання повинні відповідати вимогам ДСТУ 2448-94, ДСТУ 2456-94, ДСТУ 2489-94, ДНАОП 0.00-5.11-85, ДНАОП 0.03-1.06-73.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сало В.М. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лешенко С.М., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулів, 2016. – 244 с.
2. Богатирьов Д.В. Обґрунтування перспективних напрямів конструкцій подрібнювачів рослинних решток. / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, В.І. Носуленко, Д.В. Мартиненко // [Електронний ресурс] Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. наук. праць. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 42. – С. 39-44. (Режим доступу: http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_42_1/)
3. Сало В.М. Технічне забезпечення процесів подрібнення рослинних решток / [Електронний ресурс] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов // Журнал «Пропозиція» – 2015. – №9 С.42-47. (Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=5026&number=171>)
4. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

рослинництві / [Текст] В.М. Сало, Д.В. Богатирьов, С.М. Лещенко, М.І. Савицький // Техніка і технології АПК – Дослідницьке: УКРНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2014 – № 10 (61) – С. 16-19.

5. Богатирьов Д.В. Експериментальні дослідження впливу швидкості руху котка-подрібнювача на якість подрібнення рослинних решток кукурудзи / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало, С.М. Лещенко, Ю.В. Мачок // [Електронний ресурс] Сільськогосподарські машини. – Луцьк, 2015. – вип.31.– С. 10-17. (Режим доступу: <http://agrmash.info/zb/31/4.pdf>).

6. Богатирьов Д.В. Технічне забезпечення сучасних процесів подрібнення рослинних решток / Д.В. Богатирьов, В.М. Сало // [Текст] Перспективні напрями наукових досліджень – 2015: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – В 2 т. – Т.2. – К.: Вид-во «Центр навчальної літератури», 2015. – С.131-133.

7. Богатырев Д.В. Современные сельскохозяйственные орудия для измельчения растительных остатков / Д.В. Богатырев, В.М. Сало // [Текст] Simpozionului Științifico-Practic Internațional „Realizări și perspective în inginerie agrară și transport auto” dedicat aniversării a 65 ani de la fondarea Facultății de Inginerie Agrară și Transport Auto – 2015 – vol.45 – Chișinău:Universitatea agrară de stat din Moldova. – С.33-36.

8. Подрібнювач рослинних решток КП-4.5 [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.savitskiy.com.ua/>.

9. Ashford D.L. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crop / [Текст] D.L. Ashford, D.W. Reeves. // American Journal of Alternative Agriculture – 2003. – 18(1) – P.37-45.

10. Korniecki T.S. Performance of Different Roller Designs in terminating rye cover crop and reducing vibration / [Текст] T.S. Korniecki, A.J. Price // Applied Eng. Agric – Alabama, USA – 22(5) – P.633-641.

11. Тагаев Х. Формула Тагаева по определению гидродинамического сопротивления воды / Х. Тагаев [Текст] // Technical science – Dubai, UAE –

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

2015 – С.32-37.

12. Тагаев Х. К определению сопротивления воды на лобовую поверхность катка-фрезы / Х. Тагаев [Текст] // Сборник научных трудов. Ташкентский ИИМСХ – Ташкент: ТИИМСХ, 1985 – С.115-120.
13. Білокопитов О.В. Обґрунтування раціональних параметрів голчастих робочих органів для суцільного обробітку ґрунту в умовах півдня України. Автореф. дис. канд. техн. наук., Мелітополь, 1998, 21 с.
14. Бойко А.І., Балабуха А.В. Аналіз розподіл зусиль на ріжучій частині ґрунтообробного робочого органа // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 5, №4. – Тернопіль: ТДТУ. – 2000. с. 78-82.
15. Каплін І.М., Романенко М.П., Нагорний М.Н., Бабій О.П. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
16. Кочев В.І., Білокопитов О.В. Сергєєв Л.В. Дослідження кінематики голчастого робочого органа, встановленого під гострим кутом до напрямку руху.// Механізація та електрифікація сільського господарства. – К., 1993. – Вип.. 77, с. 29-36.
17. НПАОП 01.41-1.01-01 Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва затверджені наказом Мінпраці від 30.11.2001 р. № 512.
18. Цілинский В.П. Охрана праці в рослинництві / В.П. Цілинский.- К.: "Урожай", 1991.- 136 с.

					МВОК 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Допущено до захисту

Зав. кафедрою СГМ

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«____» _____ 2023_р.

Графічна частина

Випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої
освіти

на тему «Механізація вирощування озимої пшениці з модернізацією
подрібнювача КП-4,5»

на _____ аркушах формату А1 (змаштабованих на аркушах формату А4)

Студент гр. АІ23СК _____ О.С. Сагайдак

Керівник _____ Д.В. Богатирьов

Нормоконтроль _____ Ю.В. Мачок

Кропивницький 2023

[illegible]

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
НА ТЕМУ:

«МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ
ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ З
МОДЕРНІЗАЦІЄЮ
ПОДРІБНЮВАЧА КП-4,5»

ВИКОНАВ СТУДЕНТ ГРУПИ АІ-20-ЗСК
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»
САГАЙДАК ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

КПА 000002 ТЧ

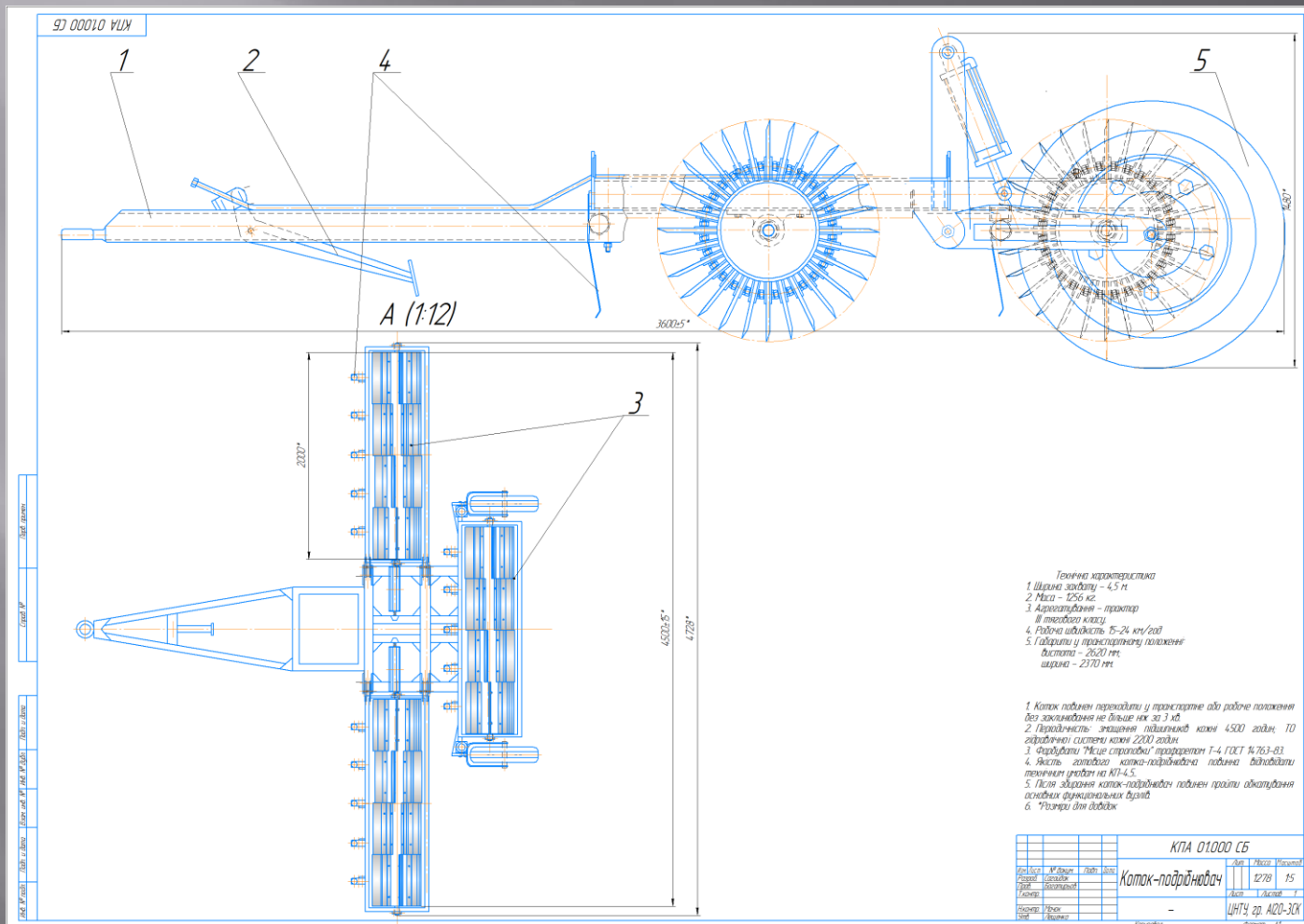
[illegible]

Технологічна карта

№п/п	Найменування технологічних операцій	Од. вим.		Обсяг, робіт	Склад агрегату		Обслуговувачі персонал						Норма виробітку	Кількість нагромаджен.	Витрати з нагромадженням	Пальне			
							трактористи			робіт ручної праці						л/га	кількість, л	сума	
							кількість	разрів	тарифна ставка, грн /га	кількість	разрів	тарифна ставка, грн							
Основний обробіток ґрунту																			
1	Підбилення рослинних решток	серпень-вересень	га	1 555,00	CASE	КП-4.5	1	5	5,47				80,0	194	8 505,85	11,80	18 349,00	137618	
2	Культивація	вересень- жовтень	га	1 555,00	CASE	Tiger-Mate	1	5	3,47				41,0	37,9	5 395,85	8,00	12 440,00	93300	
3	Навантаження мінеральних добрив	вересень- жовтень	т	155,50	К-700	Фронталлог.	1	5	2,35	4,0	3	24,12	55,0	40,2	4 116,09	1,22	189,35	1 420,11	
4	Перевезення мінеральних добрив	вересень- жовтень	т	155,50		МАЗ	1		12,47				8,0	194	1 939,09	3,47	530,18	3 976,32	
5	Внесення мінеральних добрив	вересень- жовтень	га	1 555,00	МТЗ-80	Амазон	2	4	2,25				50,0	311	3 498,75	0,85	1 325,44	9 940,79	
					Всього									148,10	23 455,62	0,0	32 833,96	246 254,73	
Передпосівний обробіток і сівба																			
6	Навантаження насіння для протруєння	Вересень	т	4114,9	МТЗ 80	Шпаль	1	5	2,05	2	3	3,37	55,0	7,5	2 230,28	0,57	235,50	1 766,24	
7	Протруєння насіння	Вересень	т	4114,9		ПК-20 супер				2,0	4	36,06	7,0	58,8	14 838,33	0,00	0,00	0,00	
8	Навантаження насіння	вересень- жовтень	т	4114,9	МТЗ 80	Шпаль	1	5	2,05	2,0	4	3,37	55,0	7,5	2 230,28	0,57	235,50	1 766,24	
9	Перевезення насіння і загрузка сіялки	вересень- жовтень	га	1 555,00	CASE	Ю/В-20	1	3	4,6				50,0	311	7 153,00	3,04	4 733,71	35 502,84	
10	Посів	вересень- жовтень	га	1 555,00	CASE	Вандерштадт	3	6	6,48				25,0	62,2	10 076,40	12,00	18 660,00	139 950,00	
11	Перевезення насіння	вересень- жовтень	т	4114,9	МАЗ		1		13,21				7,0	58,8	5 435,78	9,74	4 008,49	30 063,67	
	Перезіди перевезення обіді людей	вересень- жовтень	год	200,00							5	15,38	7,0	28,6	3 076,00	9,00	1 800,00	13 500,00	
					Всього									254,4	4504,1		29673,2	222549,0	
Догляд за посівом																			
12	Коткування посівів	листопад	га	1 555,00	CASE	КЗК-10	1	4	2,57				36,4	4,27	3996,4	4,99	776,3	58225	
16	Взяття маноліти	ліпий	га	200	МТЗ-82	ПТС	1	2	0,25	3	3	1,25	84,0	35,8	300,0	0,73	146	1096	
17	Навантаження мінеральних добрив	березень	т	466,50	К-700	Фронталлог.	1	5	2,35	4,0	3	37,23	55,0	233,0	18464,1	1,22	568	4260	
18	Перевезення мінеральних добрив	березень	т	466,50	МТЗ		1		6,23				16,0	29,2	2906,3	3,41	8591	11929	
19	Підбилення мінеральними добривами	березень	га	1 555,00	МТЗ-80	Амазон	1	4	2,25				50,0	311	34 98,8	0,85	1325	9941	
20	Перевезення добрив	квітень	га	1 555,00	МАЗ		1		1,26				60,0	25,9	1959,3	0,85	1325	9941	
21	Внесення гербіцидів-фунгіцидів- мікроелементи-(Полімер-імпакт-Діалон Супер (24-3га)	квітень	га	1 555,00	сам	CASE	1	6	2,74	1	4	0,91	60,0	50,0	5 675,75	1,00	1555	11663	
22	Перевезення отрутохімкатів	квітень	га	1 555,00	ММЗ-554		1		0,8				60,0	25,9	1 244,00	0,49	757	5680	
20	Перевезення добрив	квітень	га	1 555,00	МАЗ		1		1,26				60,0	25,9	1 959,30	0,85	1325	9941	
21	Внесення фунгіцидів- мікроелементи- інсектицидів	квітень	га	1 555,00	сам	CASE	1	6	2,74	1	4	0,91	60,0	50,0	5 675,75	1,00	1555	11663	
22	Перевезення отрутохімкатів	квітень	га	1 555,00	ММЗ-554		1		0,8				60,0	25,9	1 244,00	0,49	757	5680	
					Всього									0,00			0,0	0	
Збирання урожаю																			
22	Пряме комбайнування	липень	га	1 555,00		CASE 2388			20				30,0	518	31 100,00	18,0	27990	209925	
23	Перевезення зерна	липень	т	6997,5	КАМАЗ		2	6	2,6				60,0	116,6	18 193,50	2,00	13995	104963	
	Очистка зерна	липень	т	3000		УЗК-50		4	2,23	2	3	3,06	4,20	285,7	15 870,00	0,00	0	0	
	Перевезення зерна на току	липень	т	3000					169				80,0	37,5	5 070,00	0,20	600	4500	
	Перелопачування зерна на току	липень-серпень	т	1500						4	2	8,1	7,5	200,0	12 150,00	0,00	0	0	
	Перезіди перевезення обіді людей	липень	год	200							5	15,38	7,0	28,6		9,00	1800	13500	
					Всього									0,0	720,23	82 383,50	0,2	44 385,00	332 887,50
Разом																			
														1 726,75	200 878,75		127 361,25	955 209,36	

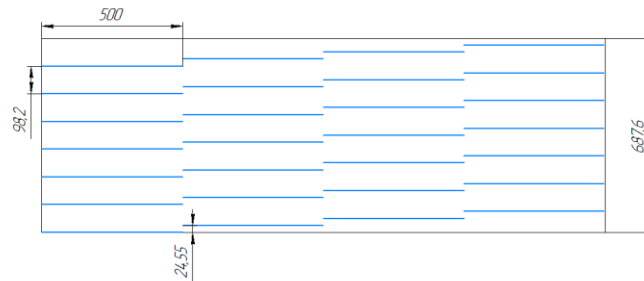
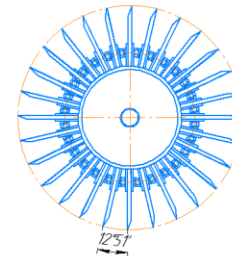
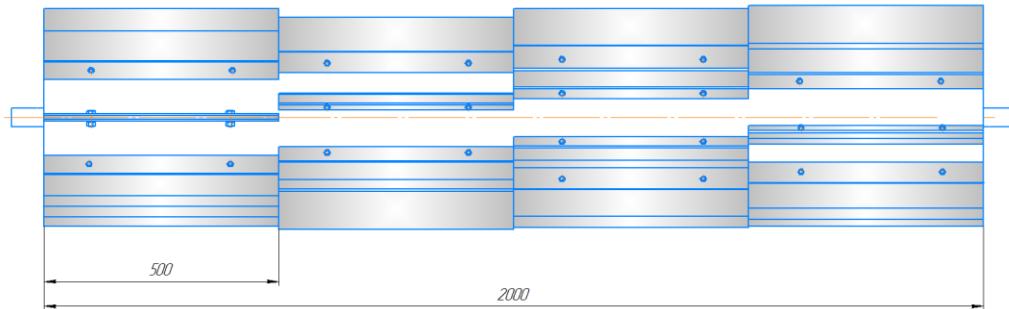
КПА 00.003 Т4			
Технологічна карта			
-			
ЦНТУ, АІ20-3СК			
Коробка			
Формат А1			

Загальний вигляд подрібнювача КП-4,5



Розроблений коток

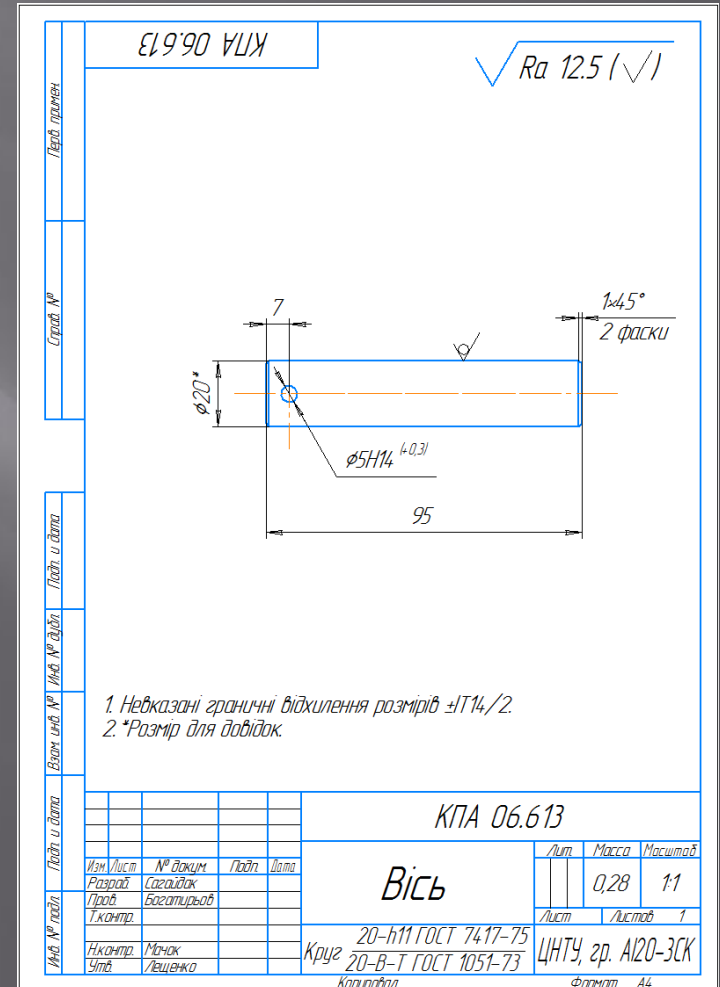
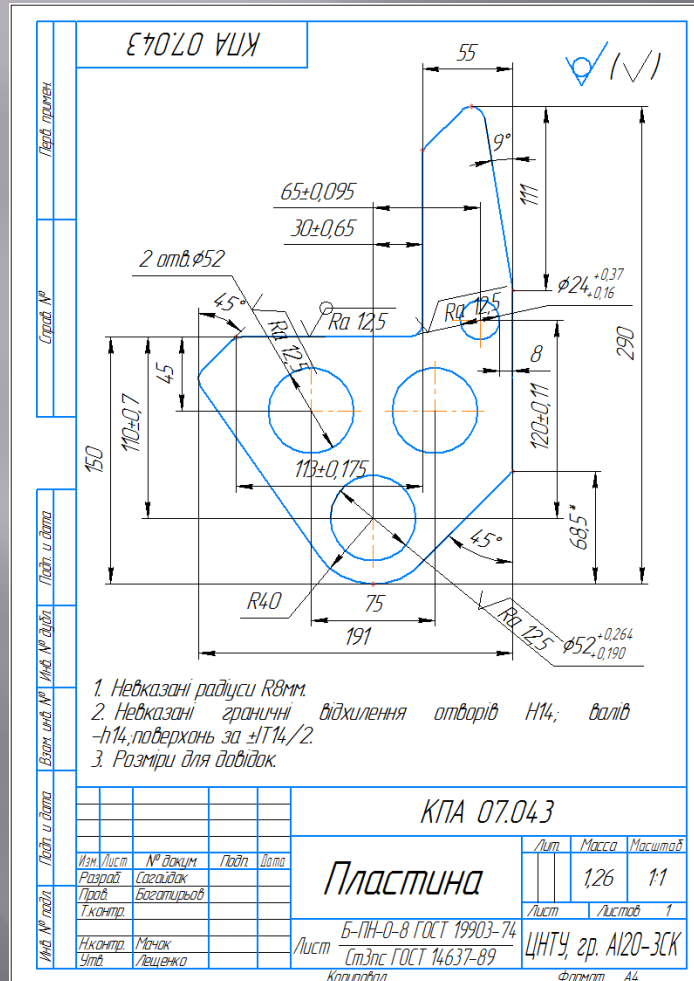
КПА 03.000 СБ



1. Розміри для деталей.
2. Задати поверхні, фарбувати чорною емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76.
3. Крутильний момент затяжки деталей в місцях кріплення ножів 60- Нм 16 кгс), та карбода до циліндра 40-50 Нм (4 - 5 кгс).
4. Фарбувати деталі після затяжки різьб.
5. Жолобки на вигляді А-А не показані.

					КПА 03.000 СБ					
					Коток подрібнювача			Лист	Масса	Масштаб
Лист	№ докум.	Лист	Конт.	Лист					274,8	15
Резерв	Состав	Лист	Конт.	Лист						
Прод.	Восстанов.	Лист	Конт.	Лист				Лист	Листов	1
Измер.	Метод	Лист	Конт.	Лист						
Увед.	Увед.	Лист	Конт.	Лист						
					-			ЦНТУ, гр. А120-3СК		
					Котловый			Формат А2		

Деталювання котка



Модернізовані деталі котка-подрібнювача КП-4,5

