

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

«_23_»_12_____2023р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням
котка-подрібнювача пожнивних решток»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи AI-22М-(1,4)-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Дудник Ілля Ігорович

«_20_»_11_____2023 р.

Керівник проекту

професор, докт. техн. наук

_____Василь САЛО

«_22_»_11_____2023 р.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент

_____Володимир ЯЦУН

«_20_»_12_____2023 р.

Кропивницький, 2023р.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти Магістр

Галузь знань Аграрні науки та продовольство

Спеціальність „Агроінженерія”

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

„Агроінженерія”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ

Будник Ілля Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Механізація верифікації озимої пшениці
з удосконаленням котка-подріднювача
поточивших решток

2. Керівник роботи (проекту)

Саво Василь Михайлович

доктор технічних наук, професор

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

3. Строк подання роботи до захисту 20 грудня 2023р

4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту) Тітвенський

технологічного надійності подріднювача рослинних
решток соняшнику шляхом об'єднання
паралельних конструктивних параметрів конусного
барabanу

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Сало В.М		

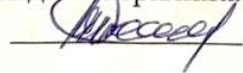
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технології виробництва окремої пилки	16.09. - 23.09. 23 р	
2	Аналіз технічного забезпечення виробничих процесів	24.09 - 1.10. 23 р	
3	Обґрунтування змісту цоско-налення технології та т. забезпечення	2.10 + 7.10. 23 р	
4	Виконання наукової частини	8.10 ÷ 25.10. 23	
5	Виконання технологічних розрахунків та конструювання	26.10 ÷ 2.12. 23 р	
6	Розробка заходів з охорони праці	3.12. 23 ÷ 11.12. 23 р	
7	Оформлення роботи	12.12. ÷ 20.12. 23	

Дата видачі завдання

« 16 » 09 2023 р.

Підпис керівника



Сало В.М

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« ____ » ____ 20 ____ р.

Підпис здобувача

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки		
				<u>Документація загальна</u>				
				Заново розроблена				
A4			КП 00.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1			
				<u>Документація</u>				
				<u>по складальних одиницях</u>				
				<u>Заново розроблена</u>				
A0			КП-6 00 0003В	Коток-подрібнювач пожнивних	1			
				решток КП-6				
A1			КП-6 00.040 СБ	Секція ножового барабана	1			
A2			КП-6 040 02 СБ	Ножовий барабан подрібнювача	1			
				<u>Документація по деталях</u>				
				<u>Заново розроблена</u>				
A3			КП-6 040.02. 412	Ніж	1			
A4			КП 040.02. 612	Цапфа	1			
A4								
A1			МВП 00 000 ТЧ	Операційна технологічна карта	1			
				на подрібнення пожнивних				
				решток				
A1			КП-6 00 000 ДЧ	Дослідницька частина	1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КП 00.000.ВР			
Розроб.	Дуднік І.І.				Відомість роботи	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сало В.М.						4	1
						ЦНТУ, гр. АІ-22М(1,4)		
Н. контр.	Мачок Ю.В.							
Затверд.	Лещенко С.М.							

Зміст пояснювальної записки

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
	Вступ	7
2	Технологічна частина1.	9
2.1	Аналіз поширених технологій вирощування озимої пшениці в умовах Степу України	9
2.2	Призначення операції подрібнення рослинних решток	15
2.3	Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату та розрахунок режимів його роботи	16
2.4	Визначення техніко-економічних показників роботи агрегату	18
2.5.	Підготовка агрегату до роботи	21
2.6.	Підготовка поля і рух агрегату в загінці	21
2.7.	Контроль якості виконання технологічного процесу	23
2.8	Розробка операційної технологічної карти на процес подрібнення рослинних решток	24
3	Дослідницька частина	31
	Удосконалення технологічного процесу подрібнення пожнивних решток соняшнику котками - подрібнювачами.	
3.1.	Зміст процесу подрібнення пожнивних решток соняшнику	31
3.2	Програма польових експериментальних досліджень	36
4	Конструкторська частина	40
4.1.	Інформація по машині, що модернізується	40
4.2.	Аналіз конструкції машини та напрямки її удосконалення	42
4.3	Технологічні розрахунки	44
4.4	Силовий аналіз механізмів машини	46
4.5	Розрахунки на міцність	52
4.6	Перевірка обраного агрегату на поздовжню стійкість	56
5.	Охорона праці.	57
5.1	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі з подрібнювачем рослинних решток	57
5.2	Заходи з охорони праці при експлуатації подрібнювача	58
6	Економічна частина	59
	Список використаної літератури	60
	Додатки	63

Вступ

В силу цілого ряду об'єктивних і суб'єктивних обставин, працівники аграрного сектору України серед багатьох галузей виробництва віддають перевагу рослинництву. Очевидно, що такий підхід може бути пов'язаний ще і з можливістю більш швидкої віддачі від фінансових вкладень порівняно з галуззю тваринництва. Також в самій галузі рослинництва перевага віддається зерновим культурам, лідерами серед яких є колосові культури і в більшості випадків – це пшениця і ячмінь.

З урахуванням наявності в господарствах родючих чорноземів, високоякісних районованих сортів і гібридів рекомендованих вітчизняними і провідними закордонними фірмами, агрокліматичних умов, урожайність пшениці не вважається достатньою і сталою, що і є одним із стимулюючих факторів суттєвого розширення площ під дану культуру та суттєвого покращення сучасних технологій виробництва. На думку фахівців основними причинами такого стану є недотримання змісту сучасних рекомендованих технологій, сівозмін, а також часті кліматичні негаразди. Якщо перші два чинники так і природній фактор повинні вирішуватися самими виробниками. Працівникам аграрного сектору необхідно вчитися вирішувати дані проблеми відповідними організаційними заходами. Для нормального розвитку сільськогосподарських культур протягом всього періоду вегетації потрібна належна кількість вологи в ґрунті. Забезпечити рослини вологою, особливо з урахуванням змін клімату стає все важче. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є застосування сучасних прийомів агротехніки. Ґрунтовий покрив України в більшості представлений важкими суглинистими та глинистими ґрунтами. Такі ґрунти схильні до переущільнення і не пропускають дощові та

					<i>КП 00 000ПЗ</i>								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Дуднік І.І.			Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням котка-подрібнювача пожнивних решток				Літера	Аркуш	Аркушів		
Перевір.		Сало В.М.									7	68	
Н. контр.		Мачок Ю.В.											
Затвер.		Лещенко С.М.											
									ЦНТУ гр. АІ-22М(1,4)				

талі води в нижні горизонти, в результаті цього не можуть їх накопичувати. Відомим заходом для покращення даної ситуації може бути глибоке осіннє розпушування ґрунту. В більшості випадків виконати даний агротехнічний прийом можна з використанням чизельних глибокорозпушувачів. Та забезпечити їх якісну роботу не завжди представляється можливим, так як сучасні технології збирання врожаю передбачають вилучення з полів тільки зернової частини врожаю, а значна кількість пожнивних решток залишається на полях і не може бути зароблена в ґрунт навіть сучасними ґрунтообробними машинами, а в окремих випадках виконання даних процесів взагалі не представляється можливим. В зв'язку з цим, набувають все ширшого використання спеціальні машини-подрібнювачі рослинних решток, чи окремі робочі органи аналогічного призначення, які входять до складу комбінованих ґрунтообробних машин.

Навіть наявність таких машин не звільняє виробників від постійного покращення і інших агротехнічних заходів, спрямованих на максимальне накопичення та дбайливе використання вологи в ґрунтах, забезпечення належних умов живлення рослин, знищення бур'янів, своєчасної і якісної сівби, інших заходів по догляду за посівами [1].

Для цього господарства повинні мати достатньо робочих машин для якісного виконання всіх технологічних операцій по вирощуванню обраної культури. До того ж дані машини необхідно постійно удосконалювати одночасно з удосконаленням навіть самих сучасних технологій.

В зв'язку з цим, у даній дипломній роботі розглянуті шляхи удосконалення типової для регіону технології вирощування озимої пшениці а також технічного забезпечення процесів подрібнення пожнивних решток соняшнику.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2. Технологічна частина

2.1. Аналіз поширених технологій вирощування озимої пшениці в умовах Степу України

Всі види пшениці за морфологічними ознаками представлені двома групами: пшениці справжні, або голозерні і полб'яні, або плівчасті [1,2,3]. В сільськогосподарському виробництві найбільше поширення і значення мають голозерні пшениці до яких належать м'які та тверді види, їх посіви перевищують 98% загальної площі пшениці. При цьому, на частку м'якої припадає близько 90% площі

Пшениця — однорічна озима або яра трав'яниста рослина, яка має мичкувату кореневу систему, що проникає у ґрунт на глибину до 1,5 м і більше.

Стебло пшениці — прямостояча соломину, яка складається 4—7 міжвузлів, заввишки від 60 до 125см залежно від сортів.

Рослина характеризується підвищеною кущистістю. Вона утворює в середньому 3-5 стебел, з них продуктивних - 2-3. Листки продовгуваті до 25см і шириною до 2-х см. Довжина призматичного колосу, в більшості випадків, 8-10 см., у ньому утворюється від 15 до 25 колосків

На даний час в Україні зареєстровано понад сімдесят сортів озимої м'якої пшениці вітчизняної селекції. Найбільш сильними і поширеними є сорти: Херсонська 86, Поліська 90, Миронівська 33, Миронівська 65, Одеська 267, Одеська 133(С), Київська остиста, Донецька 46, Київська 8(ЛП) та багато інших.

Пшениця є культурою досить вибагливою до попередників. Її зовсім не рекомендується повторно вирощувати на одному місці, а тим паче тричі підряд. В такому випадку урожайність знизиться на 15-35%. При цьому ситуацію не покращує навіть внесення додаткової норми добрив. Причиною такого відчутного зниження врожайності є стрімке поширення бур'янів, хвороб і шкідників. Саме цьому її не можна розміщувати і після інших злакових

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

культур, так як вони мають спільні хвороби і шкідників. Виключенням є кукурудза.

Набір бажаних попередників в різних зонах України неоднаковий. Загальна вимога до попередників - накопичення не менше 10мм в 10-сантиметровому шарі ґрунту продуктивної вологи на початок сівби [2,3].

Обробіток ґрунту під озиму пшеницю також суттєво відрізняється по ґрунтово-кліматичних зонах і залежить від попередників, виду забур'янення, термінів збирання попередника, забезпечення вологою. Рекомендовано розпочинати підготовку ґрунту без розриву в часі відразу після збирання попередника. Такий підхід є важливим способом боротьби з хворобами і багатьма шкідниками пшениці.

Поля після соняшнику, щоб подрібнити післяжнивні рештки і рівномірно розподілити їх по площі спочатку дискують боронами БДТ-7, БД-10 або лушпильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15А, ЛДГ-20А. При виконанні даного обробітку також створюються умови для проростання бур'янів та основного обробітку ґрунту. Способи обробітку після стерньових попередників в основному визначаються забур'яненістю. При однорічних бур'янах, поле двічі дискують лушпильниками на глибину 6-10см. При багаторічних бур'янах, бажано виконувати три лушення. Перше проводять на глибину 8-10, друге і третє - на глибину 10-12 та 12-14см, використовуючи в більшості випадків важкі культиватори КПМ-4-6, культиватори-плоскорізи КПШ-9 та інші ґрунтообробні знаряддя аналогічного призначення. Після цього поле витримують у стані спокою протягом двох тижнів, щоб проросло насіння бур'янів, і після цього виконують плужний відвальний обробіток плугами загального призначення ПЛН-3-35, ПЛН-5-35, ПНО-7 та іншими, або з використанням машин для безвідвального обробітку – чизельних глибокорозпушувачів ЧН-2,5, ЧН-3,5 та ін.

Чисті від бур'янів поля можна орати на 20-22см. Без попередньої підготовки. В посушливих регіонах та в ерозійно небезпечних умовах проводять безвідвальний обробіток.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливу увагу приділяють передпосівному обробітку. Виконують його з використанням різних марок парових культиваторів КПС-4, КП-4, а також комбінованими агрегатами РВК-7.2; РВК-5. Передпосівний обробіток необхідно проводити у день сівби на глибину загортання насіння. Від якості виконання даної операції суттєво залежить рівномірність глибини загортання насіння, польова схожість насіння, рівномірність розміщення сходів по площі, дружність сходів, і синхронність розвитку рослин.

Удобрення

Озима пшениця є однією з найвибагливіших до родючості ґрунту незалежно від його типу.

Для утворення 1т зерна пшениця забирає з ґрунту 30-40 кг азоту, 18-25кг калію, 10-14кг фосфору [2]. Заходи з удобрення пшениці складається з основного удобрення, одночасне з сівбою внесення добрив у рядки та підживлень під час вегетації. При основному удобренні під час основного обробітку ґрунту оптимальним є використання гною та гнойових компостів масою від 18 до 35 т/га разом з фосфорно-калійними добривами.

Внесення гною під попередник і безпосередньо під озиму пшеницю забезпечує близький за розмірами приріст урожайності. Хороші результати забезпечує внесення гною в поєднанні з мінеральними добривами. По непарових полях вищу ефективність забезпечують азотні добрива.

Однозначною ефективністю характеризується внесення гранульованих добрив у рядки одночасно з сівбою. Рекомендована доза внесення на бідних дерново-підзолистих ґрунтах N10P15K15 .

Азотні добрива ефективно використовувати для підживлення. Підживлення проводять у кілька прийомів в рзні фази розвитку рослин. Перше підживлення проводять на початку весняного відростання рослин розсіванням 20-30% від розрахункової норми на вегетацію гранульованих азотних добрив Його задача прискорити укорінення рослин, загальну кустистість. Друге підживлення проводять на початку виходу рослин в трубку Доза - 50% від розрахункової норми азоту на вегетацію (40-60кг). Третє підживлення

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

здійснюють в період колосіння і до початку формування зерна. Це підживлення найбільше впливає на врожайність і якість зерна.

Наступним етапом в технології вирощування пшениці є сівба [2,3].

Щоб отримати товарне зерно слід використовувати кондиційне насіння, яке має лабораторну схожість понад 92%, чистоту не меншу 98%, масу 1000 зерен понад 40г. Бажано, щоб насіння було добре очищене, й розсортоване на фракції за величиною. Не можна висівати не протруєне насіння. З ним передаються хвороби, які не можна знищити пізніше. Протруювати насіння потрібно не пізніше, як за 5 діб, а краще за 2-3 тижні до сівби. Кращим способом протруєння є інкрустування під час якого насінина покривається полімерною плівкою з протруйниками, доданими мікроелементи та фізіологічно активні речовини. Протруєння рекомендується проводити на машинах ПК-20, ПС-30, ПС-10А, ПСШ-5, або інших.

В якості протруйника варто використовувати рекомендовані: байтан 19.5% з.п. (2кг/т.), бенлат 50% з.п. (2-3кг/т.), берет 050, 5% к.е (3л/т), вінцит та інші.

Протруєне насіння є захищеним від твердої, порошистої і стеблової сажок, корневих гнилей, плісені, пліснявіння насіння. Також добрі результати дає передпосівна обробка насіння стимулюючо-захисними речовинами витяжки із пророслого насіння пшениці. Розпочинати сівбу насіння озимої пшениці рекомендується в Степу – 15-30 вересня, щоб до зими рослина сформувала розвинений вузол кущення і мала 2-4 пагони

Кращими способами сівби є звичайний рядковий (15см) та вузькорядний (міжряддя 7,5см) з використанням зернових сівалок СЗУ-3.6, СЗ-3.6 А, СЗ-5.4, СЗТ-3.6А, ЗС-5,4. Рекомендована норма висіву насіння в степу становить 4-4,5 млн.шт/га., але норми висіву можуть відрізнятися навіть у окремих господарствах і залежать від багатьох факторів. Їх уточнюють залежно від сорту, попередника, забур'янення поля, родючості, величини насіння, строку сівби тощо.

Глибина загортання насіння на ґрунтах легкого механічного складу при остатньому зволожені - 4-5см. На легких ґрунтах, але за посушливої погоди 5-6

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

см, а в зонах недостатнього зволоження глибину збільшують до 8см. Навпаки, на важких ґрунтах і при надмірному зволоженні глибину потрібно зменшувати до 3см. Якщо сівба проведена в ґрунт недостатньої щільності, при недостатній вологості посівного шару, відразу після сівби поле потрібно закоткувати кільчасто-шпоровими котками.

Не менш важливим етапом вирощування є догляд за посівами. Головними заходами є боротьба з бур'янами, шкідниками та підживлення. Якщо при виконання обробітку ґрунту не досягнуті вимоги по боротьбі з бур'янами тоді доводиться застосовувати гербіциди. Найкращий терміни застосування гербіцидів - фаза весняного кушіння.

Великої шкоди посівам можуть завдавати різні шкідники - личинки і жуки хлібної жужелиці, дротяники і несправжні дротяники, підгризаючі совки, мінуючі мухи, цикадки, злакові попелиці та багато інших.

Щоб попередити пошкодження посівів шкідниками, у фазі сходів, слід провести крайове обприскування, при температурі вище 12⁰С, коли шкідники ведуть активний спосіб життя, якщо цього недостатньо то виконують суцільне обприскування посівів інсектицидом Бі-58 новий, волатон 500, або іншим. Весною і влітку обробки інсектицидом здійснюють по мірі поширення кількості шкідників вище економічного порогу шкодочинності

Збирати озиму пшеницю краще прямим комбайнуванням при повній стиглості і вологості зерна до 16-18%. Не зернову частину врожаю також бажано одночасно зі збиранням зерна подрібнювати і вивозити за межі поля, або розкидати по поверхні для послідуячого загортання в ґрунт.

Полеглі та забур'янені зеленими бур'янами посіви збирають роздільним комбайнуванням, спочатку скосити посіви у валки, а коли зерно підсохне до вологості 14-17%, обмолотити зерновими комбайнами. Висота зрізання рослин при прямому комбайнуванні залежить від висоти стеблостою і знаходиться в межах 15-27см. Полеглі посіви потрібно скошувати під кутом проти полеглості на максимально низькому рівні.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для збирання врожаю використовують різні комбайни: "Лан", "Славутич", CLASS, Дон-1500, Домінатор, Джон Дір, Фіатагрі або інші. Транспортування зерна до місць попереднього очищення, сортування та зберігання виконують різними вантажними та спеціальними автомобілями, в окремих випадках тракторними причепами. В господарстві застосовується технологія вирощування озимої пшениці, зміст якої представлений табл. 2.1

Таблиця 2.1

Технологічна карта

Культура: озима пшениця по непарових попередниках

Площа сівби – 100 га, урожайність – 32 ц/га.

Валовий збір основної продукції – 320т, побічної продукції–320 т.

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегата		Змінні норма виробітку	Затрати праці, л-год.		Послуги автотранспорту г/км	Електроенергія, кВт/час	Витрати пального, ц
		Трактор, комбайн	С.-г. машина, знаряддя		Тракторів, машинистів	Інших працівників			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основний обробіток ґрунту									
Лушення стерні	га	T-150	БДВ-7	33,36	20,98				6,92
Завантаження мін добрив	т	ЮМЗ	ПЭ-0,8	160	2,66				0,18
Транспортування м. добр.	т	ЮМЗ	1РМГ-4	9,4	44,66				2,40
Внесення мін добрив	га	ЮМЗ	1РМГ-4	32	21,91				1,6
Оранка, 20-22 см	га	K-701	ПЛН-8-40	15,4	45,45				16,3
За період	х	х	х	х	126,72				27,40
Передпосівний обробіток ґрунту, сівба									
Передпосівна культивация	га	T-150	КПГ-4	49	10,01				1,8
Завантаження насіння	т		вручну	8		1,26			-
Завантаження добрив	т		вручну	18		14,98			-
Транспортув насіння і добрив	т	ЮМЗ	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сіялок	т		вручну	1,0		105,0			
Сівба з внесенням добрив	га	T-150K	2 СЗП-3,6	37,72	14,79	49,98			5,12
За період	х	х	х	Х	28,65	171,2			7,04
Догляд за посівами									
Підготовка мін. добрив	т	вручну		3,5		6,03			
Завантаження мін. добрив	т	ЮМЗ-6	ПБ-35	142	0,77				4,5
Транспортув. мін. добрив	т	ЮМЗ-6	1РМГ-4	12	8,75				0,3
Внесення добрив	т	ЮМЗ-6	1РМГ-4	30	23,31				1,4
Підвезення води для приготування розчину гербицидів	т	ЮМЗ-6	ВР-3	12	17,50				0,6
Приготування робочого розчину	т	Вручну		12		17,50			
Обробіток посівів гербицидами	га	МТЗ-80	ОВТ-1	23	30,45				2,0
За період	х	х	х	Х	80,78	23,53			8,8
Збирання врожаю									
Прокоси, обкоси	га	СК-5	ЖВН-6	16	2,17				0,18

					<i>КП 00.000 ПЗ</i>				Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скошування в валки	га	СК-5	ЖВН-6	19	35,				2,94
Підбирання валків	га	ДОН-	ППТ-3	12,5	33,60				1,65
Транспортування зерна	т	Автомашина					1600		
Транспортування соломи	т	МТЗ	2ПТС-4	11,5	194,1				6,4
Скирдування	т	МТЗ	СНУ-0,5	37	60,55	242,2			3,84
Очистка зерна на току	т		ОВС-25	7,5	32,59	65,38		375	
Завантаження на автомобілі	т		ЗПС-40	60	2,80	5,60		28	
Завезення зерна в сховище	т	Автомашина					120		
Розвантаження зерна в сховищі	т	Вручну		9		18,69			
За період	х	х	х	х	360,8	331,8	1720	403	15,01
Всього за рік	х	х	х	х	596,95	526,5	1720	403	58,25

2.2. Призначення операції подрібнення рослинних решток

На склад машинно-тракторного агрегату впливає ряд факторів, перш за все це наявність у господарстві енергетичних засобів і робочих сільськогосподарських машин призначених для виконання вказаної операції; умови в яких буде виконуватись операція (попередник, стан ґрунту, поля, його площа та конфігурація, довжина гонів, кути схилів та інше).

Вирощування озимої пшениці в господарстві планується здійснювати на площі в 200га. З використанням двох полів середньої площі 100 га і довжині гонів 1100 м. Ґрунти за механічним складом на більшості полів – середній суглинок. Культура – попередник - соняшник. Площа полів не є ідеально рівною, мають місце невеликі схили. Величина таких схилів знаходиться в межах 5%.

З урахуванням низького вологозабезпечення ґрунтів та значні затрати пального і праці на виконання подрібнення рослинних решток традиційними способами з використанням дискових борін БДВ-7 можна запропонувати здійснювати виконання даної операції котком-подрібнювачем КП-6. з удосконаленою конструкцією [4]

Згідно з технічною характеристикою названих робочих машин максимальне забезпечення агротехнічних вимог по показнику подрібнення пожнивних решток

					<i>КП 00.000 ПЗ</i>				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					15

досягається при робочих швидкостях: для дискової борони 7-10 км/год.; для котка-подрібнювача – до 15 км/год

Дискову борону агрегують з тракторами тягового класу 3 (Т-150К), коток-подрібнювач з тракторами тягового класу -2 (ЮМЗ-6Л). Для визначення який агрегат буде більш ефективним у використанні проведемо деякі розрахунки.

2.3. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату та розрахунок режимів його роботи

Згідно з технічними характеристиками наявних у господарстві тракторів забезпечити необхідну швидкість (до 15 км/год) не представляється можливим, тому розглянемо вибір режимів роботи з урахуванням тягових можливостей тракторів. Згідно з результатами експериментальних досліджень тяговий опір котка-подрібнювача становить 7 кН, а дискової борони 21 кН.

На підставі технічних характеристик тракторів, визначаємо робочі передачі, на яких вони здатні виконувати вказані операції і відповідні з даними передачами зусилля на гаку [5,6].

Так трактор Т-150К може забезпечувати тягове зусилля на гаку 23,6 кН при швидкості 13,38 км/год на 4-й передачі, а трактор ЮМЗ-6Л може забезпечувати тягове зусилля на гаку 9,6 кН при швидкості 11,1 км/ год. на восьмій передачі.

Визначимо фактичне тягове зусилля з урахуванням величини підйому

$$P_{гак} = P_{ном.гак.} - G_{тр} \cdot j \quad (2.1)$$

де $P_{ном.гак.}$ - номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах;

$G_{тр.}$ – маса трактора, кН;

J – величина підйому ($j=0,05$).

$$P_{гак.}^{4T-150} = 23,6 - 76 \cdot 0,05 = 19,8 \text{ кН}$$

$$P_{гак.}^{8ЮМЗ} = 9,6 - 30,3 \cdot 0,05 = 8,08 \text{ кН}$$

Отже тягового зусилля на четвертій передачі трактора Т-150К, недостатньо, отже перевіряємо зусилля для нього на III-й передачі, при яких

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

номінальне тягове зусилля становить: для Т-150К - 28,4 кН, а швидкість становить 11,4 км/год.

$$P_{\text{зак.}}^{3T-150} = 28,4 - 76 \cdot 0,05 = 24,6 \text{ кН}$$

Робоча швидкість на 3-й передачі становитиме 11,4 км/год.

Розрахуємо робочу швидкість руху агрегатів, враховуючи буксування, за формулою:

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.2)$$

де V_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$, у нашому випадку $\delta = 6\%$). Отже,

$$V_p^{3T-150} = 11,4 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 10,8 \text{ км / год.}$$

$$V_p^{8ЮМЗ} = 11,1 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 10,4 \text{ км / год.}$$

Розрахуємо тяговий опір котка-подрібнювача і дискової борони з поправкою на робочу швидкість за формулою

$$K_v = K [1 + \Pi(V_p - V_0)] \quad (2.3)$$

де K опір робочих машин [7], кН./м;

$$K_v^{3T-150} = 21 [1 + 0,006 \cdot (10,8^2 - 5^2)] = 32,34 \text{ кН}$$

$$K_v^{8ЮМЗ} = 7 [1 + 0,006 \cdot (10,4^2 - 5^2)] = 10,49 \text{ кН}$$

Тягове зусилля тракторів знову на даній передачі виявляється недостатньо.

Перевіряємо роботу на II-й передачі. Для трактора Т-150

$P_{\text{гак}} = 33,2$ кН, $V = 10,08$ км/год. На VII-й передачі для трактора ЮМЗ-6Л

$P_{\text{гак}} = 12,5$ кН, $V = 9$ км/год

Визначимо додатковий опір на подолання підйому

$$P_{\text{зак.}}^{3T-150} = 33,2 - 76 \cdot 0,05 = 29,4 \text{ кН}$$

$$P_{\text{зак.}}^{7ЮМЗ} = 12,5 - 30,3 \cdot 0,05 = 10,9 \text{ кН}$$

$$K_v^{7ЮМЗ} = 7 [1 + 0,006 \cdot (9^2 - 5^2)] = 9,3 \text{ кН}$$

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Трактор ЮМЗ задовольняє вимогам по тяговому зусиллю на 7- й робочій передачі та швидкості з урахуванням проковзування коліс

$$V_p^{6ЮМЗ} = 9 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 8,46 \text{ км / год.}$$

Тягове зусилля трактора Т-150 знову на даній передачі виявляється недостатньо. Перевіряємо його роботу на І-й передачі. Для трактора Т-150

$$P_{гак} = 35 \text{ кН, } V = 8,53 \text{ км/год.}$$

$$K_v^{1T-150} = 21 \left[1 + 0,006 \cdot (8,53^2 - 5^2) \right] = 30,1 \text{ кН}$$

Визначимо додатковий опір на подолання підйому

$$P_{гак.}^{1T-150} = 35 - 76 \cdot 0,05 = 31,2 \text{ кН}$$

Та робочу швидкість з урахуванням проковзування коліс

$$V_p^{1T-150} = 8,53 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 8,01 \text{ км / год.}$$

На першій передачі тягового зусилля трактора Т-150К вистачає.

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля тракторів

$$K_{m.з.} = K_v / P_{гак} \quad (2.4)$$

де, R_k – тяговий опір робочої машини;

$P_{гак}$ – тягове зусилля на гаку трактора з урахуванням підйому

$$K_{m.з.}^{T-150} = 30,1 / 31,2 = 0,96$$

$$K_{m.з.}^{MTЗ} = 9,3 / 10,9 = 0,85$$

Тягове зусилля тракторів виявляється достатнім для виконання технологічного процесу.

Для вибору більш ефективного варіанту в подальшому порівнюватимемо дані агрегати на вказаних режимах роботи і на робочих швидкостях 8,01 і 8,46 км/год, відповідно

2.4. Визначення техніко-економічних показників роботи агрегату

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо змінну продуктивність

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (2.5)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату

$$B_p = B_k \beta \quad (2.6)$$

B_k – конструктивна ширина захвату

β – коефіцієнт використання ширини агрегату

($\beta = 0,98 \dots 1,0$)

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

$$B_{\text{БДТ-7}} = 7\text{м} \quad B_p = 7 \cdot 1 = 7\text{м}$$

$$B_{\text{КП-6}} = 6\text{м} \quad B_p = 6 \cdot 1 = 6\text{м}$$

$$T_p - \text{робочий час зміни} \quad T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (2.7)$$

де $T_{зм}$ – час зміни ($T_{зм} = 7 \text{ год}$).

τ - коефіцієнт використання часу зміни, так як запропонований коток і дискова борона характеризується досить високою надійністю, то коефіцієнт використання часу зміни для даного варіанту становитиме-0,85 [6]

$$T_p = 7 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ год}$$

$$W_{зм}^{\text{БДТ}} = 0,1 \cdot 7 \cdot 8,01 \cdot 5,95 = 33,36 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^{\text{КП}} = 0,1 \cdot 6 \cdot 8,46 \cdot 5,95 = 30,2 \text{ га/зм}$$

Розрахуємо витрати палива в кг/га. Згідно [6] для Т-150 $Q_p = 36,7 \text{ кг}$;

$Q_x = 19,1 \text{ кг}$; $Q_3 = 4,81 \text{ кг}$., а для трактора МТЗ-80 $Q_p = 15,4 \text{ кг}$; $Q_x = 9,7 \text{ кг}$; $Q_3 = 1,9 \text{ кг}$

$$Q_{\text{к/га}} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.8)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (2.9)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_3 – годинні витрати палива відповідно за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном

t_x і t_3 – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, год

для трактора Т-150К беремо

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \quad t_x = t_3 = \frac{7 - 5,95}{2} = 0,525 \text{ год.} \quad (2.10)$$

для трактора ЮМЗ $t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \quad t_x = t_3 = \frac{7 - 5,95}{2} = 0,525 \text{ год.}$

$$Q_{за.}^{T-150} = \frac{36,7 \cdot 5,95 + 19,1 \cdot 0,525 + 4,81 \cdot 0,525}{33,36} = 6,92 \text{ кг}$$

$$Q_{за.}^{МТЗ} = \frac{15,4 \cdot 5,95 + 9,7 \cdot 0,525 + 1,9 \cdot 0,525}{30,2} = 3,23 \text{ кг}$$

Згідно проведених розрахунків при роботі агрегату Т-150К + БДВ-7 при значно більших витратах пального на 3,69 кг/га, досягається продуктивність вища лише на 3,16 га/зм.

Витрати пального за зміну становитимуть:

для Т-150 К $Q_{зм}^{T-150} = Q_{га}^{T-150} W_{зм}^{T-150} = 6,92 \cdot 33,36 = 230,9 \text{ кг/зм}$

для ЮМЗ $Q_{зм}^{ЮМЗ} = Q_{га}^{ЮМЗ} W_{зм}^{ЮМЗ} = 3,23 \cdot 30,2 = 97,7 \text{ кг/зм}$

На виконання операції на площі в 100 га затрати часу для Т-150 + БДТ-7 становитимуть 20,98 люд/год, а для ЮМЗ 23,17 люд/год, тобто на 2,19 люд/год більше. Отже є зрозумілим, що затрати на додаткове пальне для трактора Т-150 будуть значно вищими ніж оплата додаткової праці в обсязі 2,19 люд/год.

Тому для виконання процесу подрібнення рослинних решток на поверхні поля обираємо агрегат у складі трактора ЮМЗ-6Л + котка – подрібнювача КП-6.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Підготовка агрегату до роботи

Підготовку агрегату до роботи розпочинають з перевірки технічного стану трактора і котка-подрібнювача, за необхідності, усунення виявлених недоліків. Щоб агрегат якісно виконував роботу на полі потрібно провести попереднє налагодження як трактора так і котка.

При підготовці трактора до роботи необхідно виконати наступні вимоги:

- навісна система трактора повинна бути налаштована для агрегування причіпної робочої машини;

- тиск в шинах коліс трактора повинен бути: для передніх коліс 0,16...0,17 мПа, для задніх коліс – 0,23мПа;

Щоб підготувати коток до роботи потрібно виконати наступні основні операції:

- з'єднати коток з причіпним пристроєм трактора і зафіксувати, при цьому поздовжня вісь котка повинен розміститися в площині, що співпадає поздовжній вісі трактора;

- перевірити справність, гостроту та закріплення ножів;

- перевірити справність підшипників та наявність мастила в їх корпусах, якщо конструктивно передбачене періодичне змащення даних вузлів, кріплення ножових барабанів до основної рами.

- перевірити справність механізмів транспортних коліс, тиск в шинах повинен становити 0,17...0,18 мПа.

2.6. Підготовка поля і рух агрегату в загінці.

Поняття «Підготовка поля» передбачає виконання наступних операцій: - попередній огляд поля та встановлення виду обробітку, а також строків його початку; виявлення різного виду перешкод та позначення їх попереджувальними

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

вішками, визначення напрямку руху агрегату при обробітку; позначення поворотних смуг, їх розмірів.

Час початку роботи при подрібненні рослинних решток не є визначальним, розпочинати даний процес можна відразу після закінчення збирання врожаю на конкретному полі. Величина перекриття при суміжних проходах залежить від , величини розкидання стебел, які контактували з краями котків при подрібненні. Зазвичай перекриття в 20 см є цілком достатнім.

Ширина поворотних смуг залежить від складу агрегату, його кінематичної довжини і виду поворотів. При подрібненні рослинних решток на поверхні поля після соняшнику з використанням котка-подрібнювача агрегат здійснює петльові повороти. Орієнтовно величина поворотних смуг при петльових поворотах визначається за формулою:

$$E = 3R_{\min} + L_a \quad (2,11)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м;

L_a – кінематична довжина агрегату, м;

$$R_{\min} = 1,7B \quad R_{\min} = 1,7 \cdot 6 = 10,2\text{м}. \quad (2.12)$$

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_z + L_m \quad (2.13)$$

$L_{\text{тр}}$ – кінематична довжина трактора, м ; L_z – кінематична довжина зчіпки, м; L_m – кінематична довжина сільськогосподарської машини, м.

Так як в нашому випадку агрегат не має зчіпки, то

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_m \quad (2.14)$$

$$L_a = 0,94 + 5 = 5,94\text{м}.$$

$$E = 3 \cdot 10,2 + 5,94 = 36,54\text{м}.$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату, так, щоб при її обробітку агрегат проходив ціле число разів.

$$E = k B_p, \quad (2.15)$$

$$\text{де } k = \frac{E}{B_p} \quad (2.16)$$

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

заокругливши до цілого числа

$$k = 36,54/6 = 6,09 = 6\text{м}$$

отримуємо

$$E = 6 \cdot 6 = 36\text{м.}$$

Довжина робочого ходу:

$$L_p = L - 2E \quad (2.17)$$

L – Довжина робочої ділянки; L_p – довжина робочого ходу; E – ширина поворотної смуги;

$$L_p = 1100 - 2 \cdot 36 = 1028\text{м}$$

Поворотні смуги по краях загінки повинні бути відмічені контрольними борознами.

Розбивання поля на загінки.

$$C = \frac{10^4 \cdot (2...3) \cdot W_{зм}}{L}, \quad (2.18)$$

де $W_{зм}$ - змінна продуктивність, га/ зм. (30,2 га/зм);

L - довжина загінки, м, (1100м);

(3...2) – тривалість роботи в загінці, зм.,(приймаємо роботу в загінці протягом трьох змін).

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 30,2}{1100} = 823\text{м}$$

Величина загінки повинна бути кратною ширині захвату агрегату. Враховуючи площу одного поля – 100га , при довжині 1100 м, його ширина становить 909м. і його можна практично повністю обробити за три зміни, що допускається агротехнічними вимогами, а отже його можна не розбивати на загінки і виконати всю роботу одним агрегатом.

2.7. Контроль якості виконання технологічного процесу

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Зазвичай основні вимоги до виконання технологічного процесу стосуються саме якісних показників. Якісні показники технологічного процесу повинні відповідати агротехнічним вимогам. Для цього передбачають перевірку як в процесі роботи так і в окремих випадках по її завершенні ряду показників. В даному випадку це показник подрібнення рослинних решток [3,5,6].

Показник якості подрібнення рослинних решток визначається наступним чином. По діагоналі поля після роботи подрібнювача з десятикратною повторюваністю накладається рамка розміром 1х1 м. і вибираються всі рослинні рештки, що потрапляють в поле даної рамки. Потім здійснюються заміри розмірів частинок рослин. Кількість частинок подрібнених рослин розміром до 20 см повинна бути не менше 85 %.

2.8. Розробка операційної технологічної карти на процес подрібнення рослинних решток

В операційній технологічній карті представляється інформація про умови роботи, агротехнічні вимоги, зміст і порядок підготовки агрегату і поля до роботи, спосіб руху і рекомендовані робочі швидкості, очікувана продуктивність агрегату, витрати палива, контроль якісних показників виконання процесу та шляхи і методи їх отримання, а також інші показники, як тривалість одного робочого циклу, довжини загінки, технічна продуктивність за один цикл, кількість таких циклів за зміну та витрати палива за зміну.

Тривалість одного циклу визначають за формулою [6]

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot \vartheta_p} + 2t, \quad (2.19)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м; ($L_p = 1028\text{м}$)

ϑ_p - робоча швидкість агрегата, км/год; (8,46км/год)

t – час повороту в кінці загінки, хв ($t = 1,5$)

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

E – ширина поворотної смуги, м ($E = 36$ м)

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 1028}{100 \cdot 8,46} + 2 \cdot 1,5 = 14,58 \text{ хв} \approx 0,24 \text{ год}$$

Технічна продуктивність за один цикл становить, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau \quad (2.20)$$

Використавши значення складових, B_p , v_p , $T_{\text{ц}}$, τ з попередніх розрахунків отримаємо

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 6 \cdot 8,46 \cdot 0,24 \cdot 0,85 = 1,03 \text{ га/ц}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{30,2}{1,03} = 29,3 \quad (2.21)$$

За результатами проведених розрахунків розробляємо операційну технологічну карту, представлену таблицею 2.2.

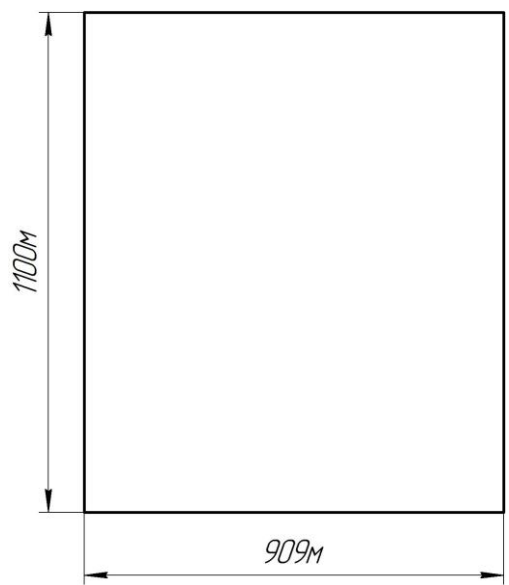
Враховуючи зміну складу агрегату для виконання процесу подрібнення рослинних решток, а відповідно нові режими його роботи, обсяги витрат палива, затрат праці та орієнтовну продуктивність, пропонуємо для використання в господарстві внести відповідні зміни в технологічну карту, яка представлена таблицею 2.3.

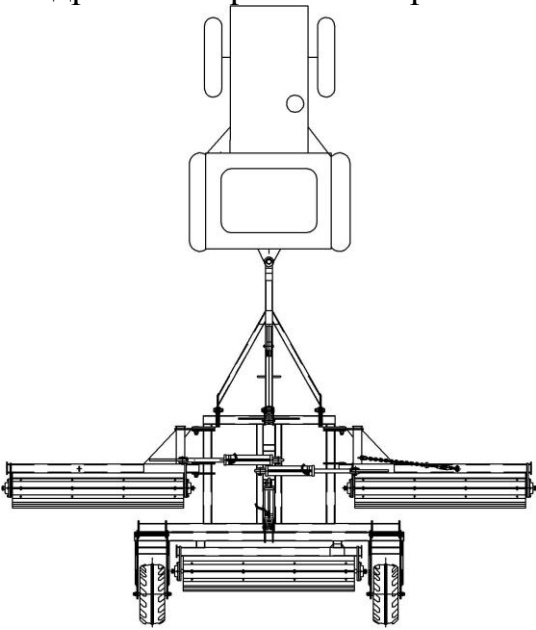
Запропоновані зміни в технології вирощування озимої пшениці дозволять зменшити загальні витрати пального на 369 кг на 100 га площі, але при цьому знизиться продуктивність на 3,16 га/зм і відповідно підвищаться затрати праці на 2,19 люд/год на 100 га. В цілому запропонований варіант з економічної точки зору є більш привабливим.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.2

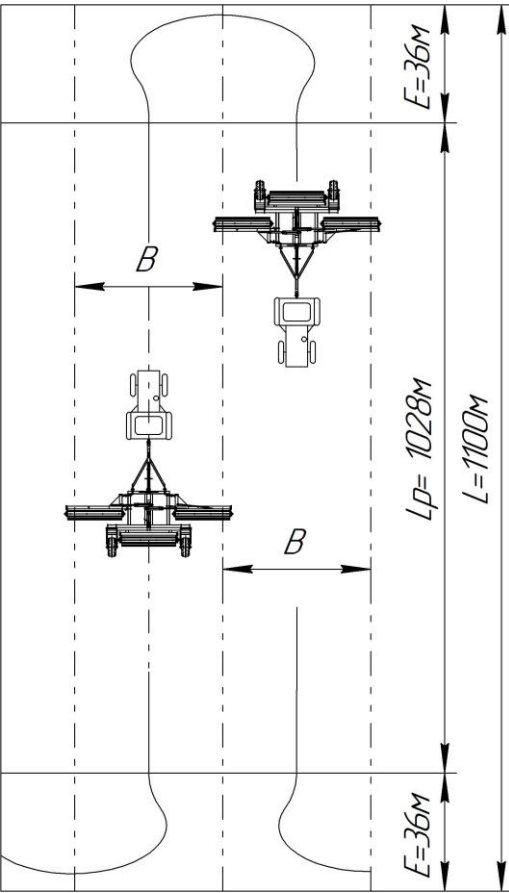
Операційна технологічна карта на подрібнення рослинних решток

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа 200 га ; довжина гонів 1100 м; максимальна величина схилів – 5%.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	1. Кількість рослинних решток після виконання технологічного процесу з розмірами меншими за 20 см повинна бути не меншою 85%. 2. Ширина перекриття попереднього проходу котка не повинна перевищувати 10 ... 15 см. 5. Не допускаються пропуски і огріхи як в межах захвату, так і між суміжними проходами агрегату.	

1	2	3
Склад агрегату	Трактор ЮМЗ-6Л + коток КП-6 Робоча ширина захвату $B_p = 6\text{м}$, кінематична довжина агрегату $L_a = 5,94\text{м}$, мінімальний радіус повороту $R_{\min} = 10,2\text{м}$.	Трактор ЮМЗ-6Л + коток-подрібнювач рослинних решток  Схема агрегату

Підготовка МТА до роботи	1. Навісна система трактора повинна бути налаштована для агрегування причіпної робочої машини; 2. - з'єднати коток з причіпним пристроєм трактора і зафіксувати, при цьому поздовжня вісь котка повинен розміститися в площині, що співпадає поздовжній вісі трактора; 3.Перевірити справність, гостроту та закріплення ножів; 4.Встановити тиск в шинах передніх коліс трактора 0,16...0,17 МПа, в шинах задніх коліс – 0,23 МПа; 5.Перевірити наявність мастила в корпусах підшипників кріплення	
--------------------------	---	--

1	2	3
	барабанів до основної рами; 7. Перевірити справність механізмів опорних коліс, тиск в шинах повинен становити 0,17...0,18 мПа.	
Спосіб руху	Спосіб руху – загінний, човниковий з петльовими поворотами.	Схема підготовки поля до роботи.
Підготовка поля	Перед початком обробітку поле оглянути, усунути виявлені перешкоди. Відмітити ширину поворотних смуг $E = 36$ м, ширину заїнок, довжину робочого ходу $L_p = 1128$ м.	
Контроль за якістю	1.Роботи виконувати на 7-й передачі. з урахуванням пробуксовування робоча швидкість повинна становити $v_p = 8,46$ км/год. 2.Тривалість одного циклу -14,58 хв. (0,24г) 3. Технічна продуктивність за цикл 1,03 га. 4. Кількість циклів за зміну 29,3 ц/зм. 5. Змінна продуктивність агрегату 30,2 га. 6.Витрати палива на 1 га 3,23 кг/га.	

1	2	3
	7. Витрати палива за зміну 97,7 кг/зм.	
Робота МТА на ділянці Показники організації процесу		 Е-поворотна смуга. L-довжина гона. L_р –робоча довжина гона. Схема руху одного циклу

Таблиця 2.3

Технологічна карта (пропонуєма)

Культура: озима пшениця по непарових попередниках

Площа сівби – 100 га, урожайність –60 ц/га.

Валовий збір основної продукції – 600т, побічної продукції–600 т.

Найменування робіт	Одиниці виміру	Склад агрегата		Змінні норма виробітку	Затрати праці, л-год.		Послуги автотранспорту т/км	Електроенергія, кВт/час	Витрати пального, л
		Трактор, комбайн	С.-г. машина, знаряддя		Трактор-сів, машинистів	Інших працівників			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основний обробіток ґрунту									
<i>Подрібнення рослинних решток</i>	га	ЮМЗ-6Л	КП-6	30,2	23,17				3,23
Завантаження мін добрив	т	ЮМЗ	ПЭ-0,8	160	2,66				0,18
Транспортування м. добр.	т	ЮМЗ	1РМГ-4	9,4	44,66				2,40
Внесення мін добрив	га	ЮМЗ	1РМГ-4	32	21,91				1,6
Оранка, 20-22 см	га	К-701	ПЛН-8-40	15,4	45,45				16,3
За період	х	х	х	х	126,72				23,71
Передпосівний обробіток ґрунту, сівба									
Передпосівна культивування	га	Т-150	КПГ-4	49	10,01				1,8
Завантаження насіння	т		вручну	8		1,26			-
Завантаження добрив	т		вручну	18		14,98			-
Транспортув насіння і добрив	т	ЮМЗ	2ПТС-4	13,5	3,85				0,12
Заправка сіялок	т		вручну	1,0		105,0			
Сівба з внесенням добрив	га	Т-150К	2 СЗП-3,6	37,72	14,79	49,98			5,12
За період	х	х	х	Х	28,65	171,2			7,04
Догляд за посівами									
Підготовка мін. добрив	т		вручну	3,5		6,03			
Завантаження мін. добрив	т	ЮМЗ-6	ПБ-35	142	0,77				4,5
Транспортув. мін. добрив	т	ЮМЗ-6	1РМГ-4	12	8,75				0,3
Внесення добрив	т	ЮМЗ-6	1РМГ-4	30	23,31				1,4
Підвезення води для приготування розчину гербицидів	т	ЮМЗ-6	ВР-3	12	17,50				0,6
Приготування робочого розчину	т		Вручну	12		17,50			
Обробіток посівів гербицидами	га	МТЗ-80	ОВТ-1	23	30,45				2,0
За період	х	х	х	Х	80,78	23,53			8,8
Збирання врожаю									
Прокоси, обкоси	га	СК-5	ЖВН-6	16	2,17				0,18
Скошування в валки	га	СК-5	ЖВН-6	19	35,				2,94
Підбирання валків	га	ДОН-	ППТ-3	12,5	33,60				1,65
Транспортування зерна	т		Автомашина				1600		
Транспортування соломи	т	МТЗ	2ПТС-4	11,5	194,1				6,4
Скирдування	т	МТЗ	СНУ-0,5	37	60,55	242,2			3,84
Очистка зерна на току	т		ОВС-25	7,5	32,59	65,38		375	
Завантаження на автомобілі	т		ЗПС-40	60	2,80	5,60		28	
Завезення зерна в сховище	т		Автомашина				120		
Розвантаження зерна в сховищі	т		Вручну	9		18,69			
За період	х	х	х	х	360,8	331,8	1720	403	15,01
Всього за рік	х	х	х	х	596,95	526,5	1720	403	54,56

					КП 00.000 ПЗ				Арк.
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3. Дослідницька частина

Удосконалення технологічного процесу подрібнення пожнивних решток соняшнику котками - подрібнювачами.

3.1. Зміст процесу подрібнення пожнивних решток соняшнику

Подрібнення рослинних решток з технічної точки зору – це один із варіантів підпорного різання. В даному випадку функції опори виконує ґрунт, а різального елемента – плоский ніж, радіально закріплений на циліндричній поверхні котка. Сам процес подрібнення полягає в тому, що при перекачуванні барабана з ножами, стебла рослин притискаються до ґрунту, ножі перерізають їх на частинки, розміри яких наближені до відстані між лезами ножів і залишають на поверхні поля. Та забезпечити надійне протікання даного процесу не завжди вдається. Очевидним є те, що для нормальної роботи ґрунтообробних машин розміри рослинних решток після подрібнення повинні мати рекомендовані розмірні характеристики. Нажаль, віднайти чіткі рекомендації щодо встановлених максимально допустимих розмірів рослинних решток після подрібнення стебел у вигляді чітких нормативних рекомендацій в Україні не вдалося. Група німецьких науковців рекомендує оцінювати процес подрібнення грубостеблових культур за кількістю неушкоджених частинок стебел довжина яких перевищує 5 см [7]. В окремих роботах ННЦ «ІМЕСГ» простежувалися рекомендації оцінювати якість подрібнення рослинних матеріалів за відсотком максимально допустимих розмірів подрібнених частинок, мова йшла про довжину в 20 см. Зустрічаються рекомендації щодо максимальної довжини рослинних решток після подрібнення в межах до 12 см і в кількості не менше 70% [8]. Нажаль однозначність у даному питанні відсутня і вирішальним повинне бути слово агрономів, спеціалістів по захисту рослин, ґрунтознавців. А поки що, на основі наявної інформації, складається враження, що для нормального протікання процесів основного обробітку ґрунту та послідуєчого їх розкладання і збагачення ґрунту органічною

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

речовиною розміри рослинних решток повинні бути близькими до 5 см. Згідно викладеного вище, машини аналогічного призначення повинні подрібнювати стебла, як мінімум, до розмірів при яких вони можуть бути зароблені при послідовному основному обробітку ґрунту. Також очевидним є те, що розміри подрібнених стебел рослин напряду залежать від конструктивних параметрів технічних засобів призначених для виконання даних процесів. Коли мова йде про роботу подрібнювачів з активними робочими органами то досягти бажаного результату простіше ніж при використанні котків – подрібнювачів [9]. В першому випадку інтенсивність подрібнення можна забезпечувати співвідношенням робочої швидкості та частоти обертання роторів, а при роботі котків-подрібнювачів корегувати довжину подрібнених часток стебел можна тільки зміною відстані між лезами ножів сусідніх рядів. Діаметр котків у більшості машин аналогічного призначення знаходиться в межах від 30-и до 50-и см. [10,11,12,13]. При кількості ножів 6,7,8 шт. Ці конструктивні параметри не випадкові, при них забезпечується кут розхилу між радіально встановленими ножами $40...50^{\circ}$ і мінімально можлива відстань між лезами ножів, а отже і мінімальна довжина рослинних решток у межах 19...25см. При цих конструктивних параметрах забезпечується технологічна надійність виконання процесу подрібнення. На перший погляд, підвищити інтенсивність подрібнення можна збільшенням кількості рядів ножів на барабані. Але це призводить до зменшення кута розхилу, а відповідно і до інтенсивного забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою. Виконання технологічного процесу стає неможливим. На практиці все залежить від кількості рядів ножів які одночасно приймають участь у подрібненні одного стебла (рис.3.1)

В першому випадку з поверхнею ґрунту, а отже і стеблами які подрібнюються контактує лише один ніж, умови для защемлення відрізаної частки стебла між площинами ножів немає. В барабана з більшою кількістю ножів одночасно контактують з технологічним матеріалом як мінімум два а то і три ножі.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

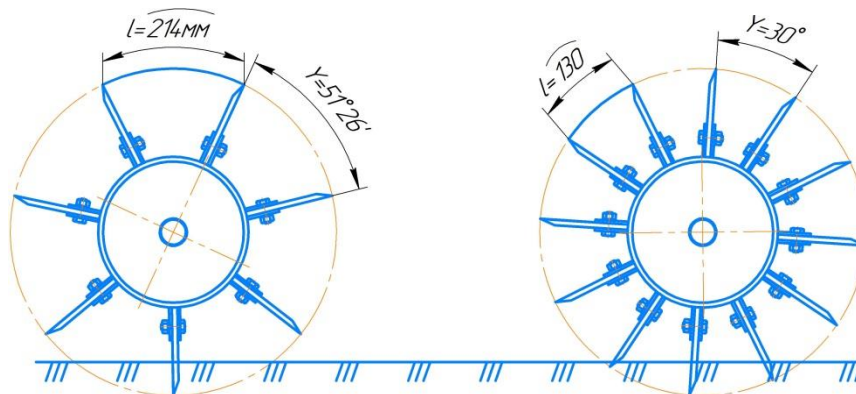


Рис. 3.1. Контакт з поверхнею ґрунту котків з різною кількістю ножів (різними кутами розхилу ножів)

Частинка рослини відділена від стебла затискається ґрунтом між площинами ножів і залишається там. Чим більше ножів на барабані встановленого діаметра тим менша довжина частинок подрібнених стебел, тим вища ймовірність забивання міжножового простору рослинними рештками тим нижча надійність виконання технологічного процесу. З рис. 3.1 видно, що досягти подрібнення стебел до розмірів часток бодай 13 см при забезпеченні виконання технологічного процесу уже неможливо. Отже забезпечити задекларовані вимоги щодо ступені подрібнення рослинних решток з використанням існуючих конструкцій котків не представляється можливим і виникає необхідність розгляду інших варіантів.

Один із варіантів покращення представленої ситуації може бути наступним. Зазвичай, природно чи примусово стебла рослин орієнтуються перед контактом з ножами в напрямку паралельному переміщенню робочої машини (перпендикулярно лезам ножів). В результаті саме цього частинки стебла, які відрізаються сусідніми ножами під тиском ґрунту протискаються між ними в напрямку циліндричної поверхні і затискаються. З часом кількість таких часток збільшується і коток втрачає працездатність. Спостереження за процесом подрібнення свідчать про те, що стебла, які вступають у взаємодію з ножами з відхиленням під певним кутом від напрямку руху котка, не перпендикулярно до лез ножів, практично не затискаються між їх площинами.

Можна припустити, що аналогічного ефекту можна досягти при розташуванні ножів на коткові під певним кутом відносно його вісі по спіралі. В даному випадку перерізання стебел орієнтованих по напрямку руху машини буде здійснюватися також під цим кутом і забивання міжножового простору не відбуватиметься (рис.3.2). Для реалізації даної гіпотези пропонується конструкція котка-подрібнювача на якому ножі встановлено під кутом до осі його обертання і напрямку руху. Передбачається, що перерізання стебел також відбуватиметься під кутом, а при подальшому протисканні між ножами частинки стебла легко повертатимуться в

напрямку протилежному відхиленню ножів назад. (рис.2) і при подальшому обертанні барабана під дією відцентрових сил відкидатимуться за межі зони дії ножів. Можливість накопичення рослинно-грунтової маси стає мінімальною.

Для технічної реалізації даної задачі потрібна інформація про ряд конструктивних та технологічних параметрів подрібнюючого барабана при яких висунуті передбачення можуть стати реальністю. До таких параметрів зазвичай відносять: діаметр котка; кількість ножів, зазвичай пов'язана з кутом їх розхилу при радіальному розташуванні; висота ножів; форма загострення ножів; орієнтація різальної кромки; питомий тиск на одиницю довжини котка чи ножа; робоча швидкість машини; характеристики рослинних матеріалів та ґрунту, який виконує функції опори для різання та ряд інших. Для початку обмежимося

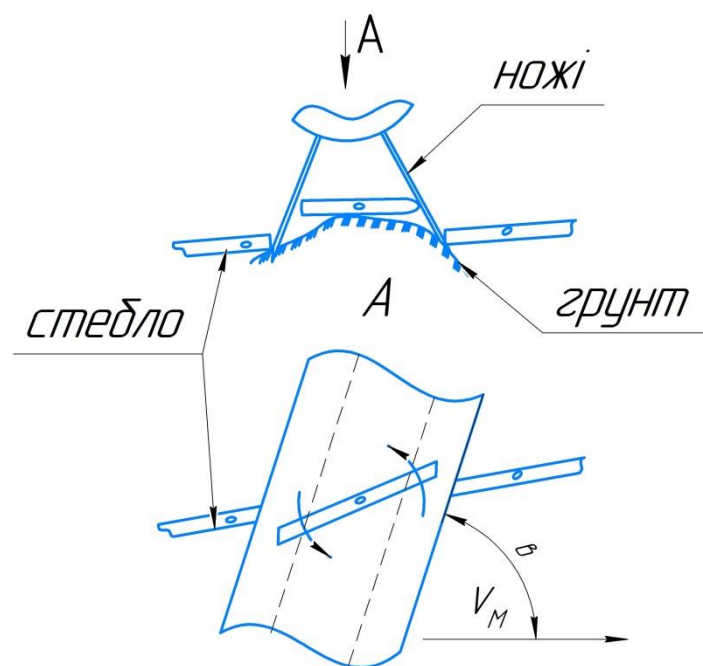


Рис.3.2. Взаємодія ножів зі стеблами розташованими під кутом (не перпендикулярно лезу)

визначенням раціональних конструктивних параметрів двох, на наш погляд, найбільш впливових факторів, які можуть підтвердити чи відхилити справедливості висунутої гіпотези.

На підставі результатів попередніх досліджень [14] можна припустити, що до найбільш впливових факторів на показник імовірності забивання міжножового простору відносять такі конструктивні параметри як кут зміщення лінії розташування ножів відносно вісі барабана чи напрямку руху подрібнювача $Y_{\text{град.}}$ та робоча швидкість агрегату $V_{\text{км/год}}$. Характер взаємозв'язку між вказаними параметрами дозволить встановити їх орієнтовні числові значення, які слугуватимуть основою для вибору раціональних конструктивних параметрів ножового барабана.

Виходячи з вище викладеного:

Мета даного дослідження – підвищення технологічної надійності подрібнювача рослинних решток соняшнику шляхом обґрунтування раціональних конструктивних параметрів ножового барабана.

Об'єкт дослідження – процес подрібнення рослинних решток соняшнику на поверхні поля.

Предмет дослідження – залежність імовірності забивання міжножового простору барабана рослинно-грунтовою масою від характеру розташування ножів на його поверхні.

Задачі досліджень:

- розробити методику оцінки параметру оптимізації $P\%$ – імовірність забивання;
- провести обмежені експериментальні польові дослідження процесу подрібнення стебел соняшнику з використанням робочого зразка подрібнювача рослинних решток;

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- встановити залежності імовірності P забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою від кута зміщення рядів ножів відносно вісі барабана Y .робочої швидкості агрегату V .
- провести обробку та аналіз отриманих результатів досліджень;
- виконати аналіз отриманих результатів та оцінити можливість їх врахування при удосконаленні конструкцій існуючих подрібнювачів рослинних решток.

Наукова новизна. Встановлено вплив кутів зміщення рядів ножів відносно вісі барабана та робочої швидкості агрегату на імовірність забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою.

3.2. Програма польових експериментальних досліджень

Програмою польових експериментальних досліджень передбачається встановлення залежності параметра оптимізації $Y_1 (P)$ – імовірності забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою (кількість виявлених частинок подрібнених рослин, які застрягли між ножами барабана від загальної кількості частинок утворених в процесі подрібнення виражена у відсотках) від кута зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана $X_1 (Y)$ та робочої швидкості агрегату $X_2 (V)$ за умови сталого значення кута розхилу між ножами $\alpha = 51^\circ$ (табл. 3.1) [14].

Таблиця.3.1

Вихідні дані до проведення експериментальних досліджень

№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Кут зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана ($Y_{град}$)	x_1	15	3	3
2	робоча швидкість агрегату ($V_{км/год}$).	x_2	10	2	2

3.2.1. Технічне забезпечення польових експериментальних досліджень.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для проведення польових експериментальних досліджень були використані наступні технічні засоби. Як засіб агрегування використовувався трактор МТЗ-100, а функції експериментального зразка виконував серійний подрібнювач рослинних решток ПГ-6 виробництва ПП «Савицький М.І.» (рис. 3.2). Досліди проводили на полях фермерського господарства в с Хмельове, Маловисківський район, Кіровоградська область.



Рис. 3.2. Загальний вигляд серійного подрібнювача рослинних решток соняшнику який використовували при проведенні польових експериментальних досліджень.

Ножі на барабанах подрібнювача, який використовували при дослідження розташовані паралельно його вісі з кутом розхилу 51^0 , тому діапазон значень кута зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана імітували шляхом розкладання певної кількості стебел рослин під прийнятим кутом до напрямку руху агрегату. З практичної точки зору умови перерізання в даному випадку будуть аналогічними до тих які б виникали при зміщенні лінії лез ножів відносно вісі барабана. На поверхні поля розкладали під заданим кутом до напрямку руху п'ять груп стебел рослин з відстанню між ділянками достатньою

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

для розгону агрегату до передбачених програмою випробувань швидкостей. Кількість залікових смуг відповідала кількості передбачених кутів зміщення лез ножів, п'яти. Після проходження агрегату з подрібнювачем через ділянку він зупинявся і проводили підрахунки кількості частинок стебел, які застрягли між ножами і загальну кількість частинок стебел після подрібнення, які залишилися на поверхні поля. Результати записували у журнал, а їх обробіток здійснювали в стаціонарних умовах, де було підраховане значення показника імовірності забивання у відсотках, яке використовувалось при подальшому статистичному аналізі процесу за зведеними в табл. 3.2 даними.

Таблиця 3.2.

Вихідні дані до визначення залежності імовірності P забивання міжножового простору барабанів подрібнювачів рослинних решток соняшнику з робочим барабаном діаметром 500 мм від кута зміщення лінії лез ножів відносно його вісі Y та робочої швидкості машини V , м/с

$Y, \text{град}$ $V, \text{км/год}$	2	4	6	8	10
3	64	47	30	17	8
6	47	33	16	8	4
9	32	17	11	7	3
12	16	9	5	0	0
15	8	3	0	0	0

За результатами обробки проведених експериментальних досліджень отримано рівняння регресії, що описує зв'язок між параметром оптимізації та впливовими факторами, а також графічна інтерпретація даних залежностей у вигляді поверхні відгуку та лінії рівних зрізів (рис.3.3)

$$P = 107,48 - 7,9181 \cdot x - 12,7929 \cdot y + 0,1206 \cdot x^2 + 0,5267 \cdot x \cdot y + 0,3536 \cdot y^2 \quad (3.1)$$

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що представлені впливові фактори подібно впливають на зміну показника імовірності забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою, але ступінь впливу кута зміщення лез ножів відносно вісі барабана є сильнішою ніж робочої швидкості.

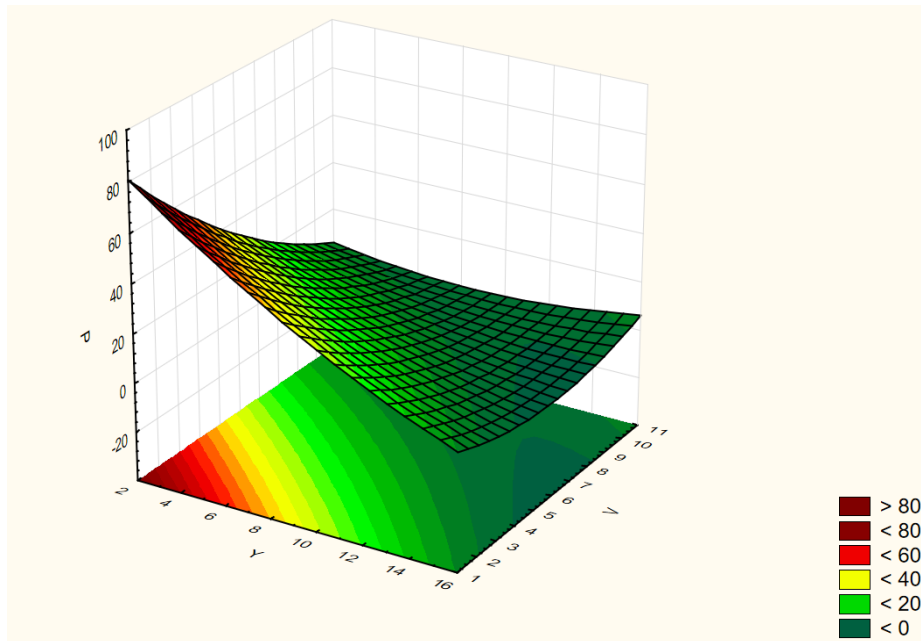


Рис. 3.3. Графічне відображення залежності показника імовірності $P(\%)$ забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою від кута зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана $Y, \text{град}$ та робочої швидкості виконання технологічного процесу $V, \text{км/год}$:

Досягти бажаної надійності виконання технологічного процесу (рис. 3.3) можна при кутові зміщення лез ножів понад 12° та робочих швидкостях, які перевищують 5 км/год .

Результати проведених експериментальних досліджень можуть бути враховані при розробці конструкторської документації на виробництво удосконаленої конструкції котка подрібнювача рослинних решток для соняшнику та знайшли відображення в розробленій графічній частині кваліфікаційної роботи.

4. Конструкторська частина

4.1. Інформація по машині, що модернізується

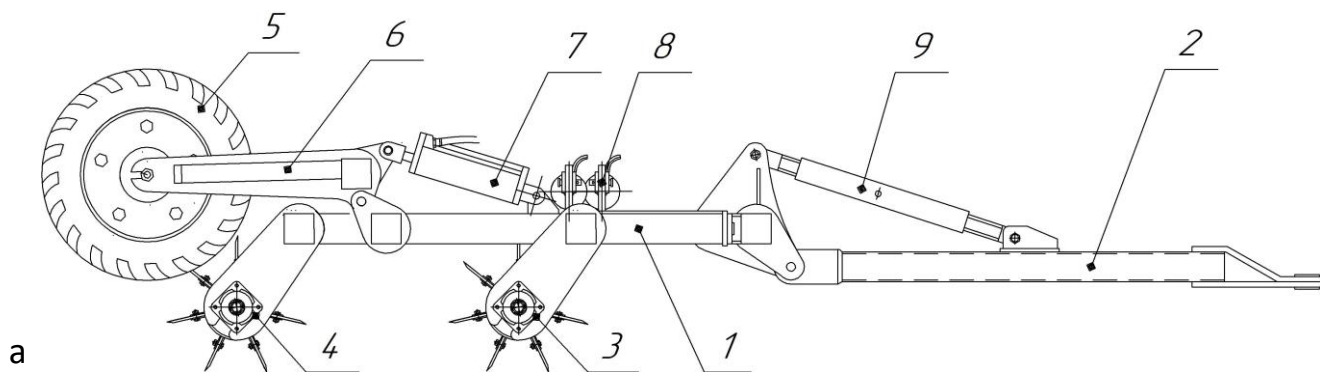
4.1.1. Призначення та будова машини

В якості базової машини для модернізації прийнято коток–подрібнювач КП–6, який призначений для подрібнення пожнивних решток листостеблової маси соняшнику та ряду інших культур, з метою подальшого якісного загортання їх у ґрунт різними типами ґрунтообробних машин [15].

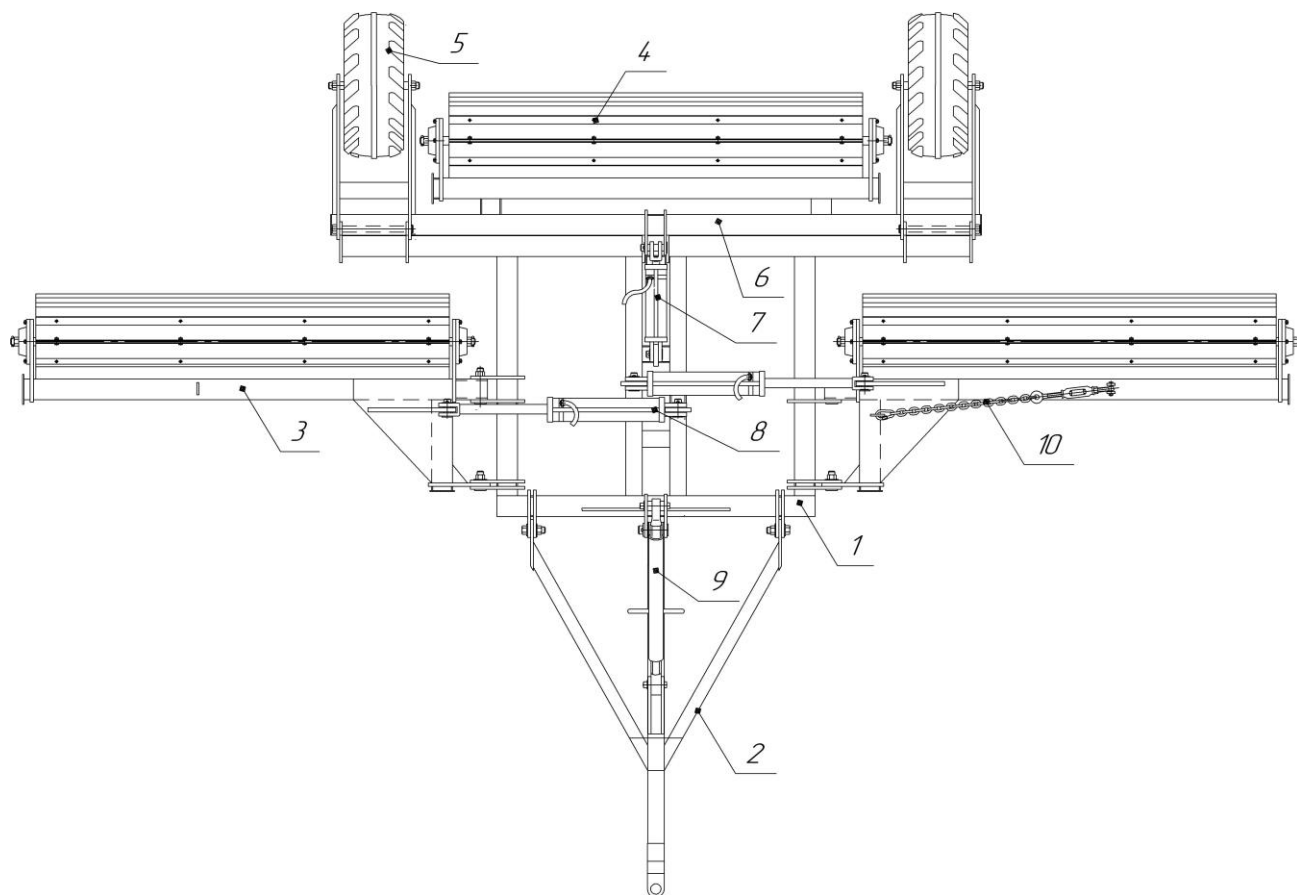
Коток–подрібнювач пожнивних решток складається з рами 1 (рис. 4.1) до передньої балки якої закріплено причіпний пристрій 2. З обох боків до рами шарнірно закріплено бокові секції 3 з ножовими барабанами, а позаду рами жорстко закріплено ще одну секцію з ножовим барабаном 4. Переведення котка–подрібнювача з робочого положення в транспортне і навпаки здійснюється шляхом опускання чи піднімання гідроциліндрами 8 бокових секцій 3. Після чого проводиться піднімання чи опускання опорних коліс 5 гідроциліндром 7. Опорні колеса за допомогою вилок з'єднані з траверсою яerez яку і передається зусилля від гідроциліндра до коліс. В результаті виконання названих дій рама машини опускається чи піднімається відносно поверхні поля.

Гідроциліндри 7 та 8 з'єднані гідравлічними рукавами високого тиску з гідросистемою трактора. В транспортному положенні, при транспортуванні котка на великі відстані та по дорогах загального призначення бокові секції з ножовими барабанами піднятими в вертикальне положення фіксуються спеціальним ланцюгом 10 (рис. 4.1б), щоб запобігти непередбаченому аварійному падінню секцій в разі пошкодження чи несанкціонованих дій з гідравлічною системою. Барабани-подрібнювачі представляють собою підвищену небезпеку і потребують надмірної уваги та обережності при їх обслуговуванні та роботі.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б

Рис. 4.1. Коток-подрібнювач КП-6: а – вигляд збоку; б – вигляд зверху

Ножові барабани (рис. 4.2) складаються з металевого циліндра 1 на якому болтовими з'єднаннями 3 закріплено ножі 2. Всього встановлюють сім рядів ножів. Довжина одного барабана становить 2м. На цій довжині в одному ряду закріплено 4 ножі довжиною 50см кожен. Це пов'язано з технологічною складністю виготовлення ножів такої довжини та подальшого їх заточування. Для виготовлення ножів використовують сталь 65Г, або Ст 45

					КП 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

з подальшим закалюванням в зонах леза. Барабани закріплюються і обертаються в підшипникових вузлах через цапфи 4. Цапфи з'єднуються з циліндром барабана за допомогою двох дисків шляхом зварювання.

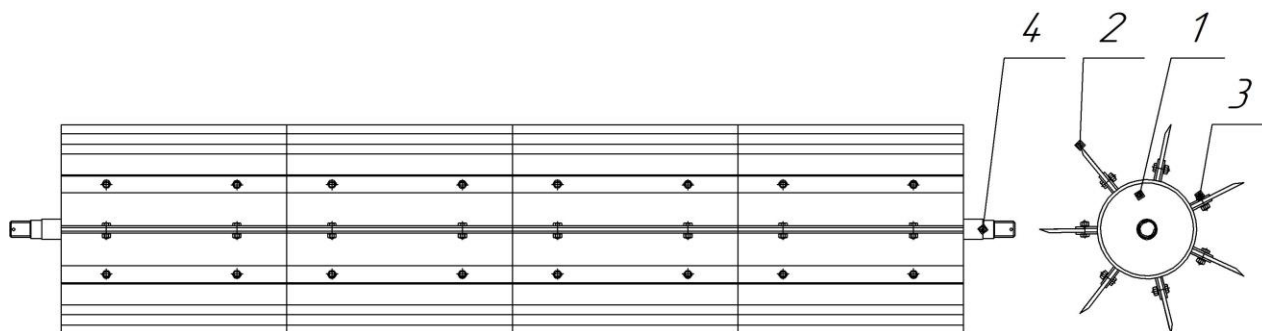


Рис. 4.2. Ножовий барабан

4.2. Аналіз конструкції машини та напрямки її удосконалення

Аналіз конструкції машини та відгуків споживачів щодо її роботи свідчить про те, що вона досить ефективно і надійно виконує технологічний процес, але є і ряд зауважень, до найбільш суттєвих з них належить низький ступінь подрібнення рослинних решток. Особливість конструкції ножових барабанів полягає в тому, що вони забезпечують мінімальну довжину частинок подрібнених стебел, яка формується відстанню між рядами лез ножів.

В даному випадку вона перевищує довжину у 20 см. Така довжина не є оптимальною ні для загортання їх в ґрунт класичними ґрунтообробними машинами ні для подальшого перетворення їх в органічні речовини уже безпосередньо в ґрунті. Від їх розмірів залежить і час розкладання і розвиток на їх основі різного виду шкідників та хвороб. Така довжина рослинних частинок, як і кількість та відстань між ножами вибрані не випадково. Справа в тім, що при збільшенні кількості ножів на барабані зменшується відстань між лезами ножів сусідніх рядів, але зменшується і кут розхилу між ножами, а це призводить до забивання міжножового простору рослинними рештками – тими ж частинками стебел рослин які вони перерізають. Як встановлено попередніми

дослідженнями мінімальний кут розхилу ножів при якому не відбувається забивання становить $42...46^0$. Звідси і кількість рядів ножів на барабані -7 [14].

Ще одним недоліком такої конструкції є те, що постійно з рослинними рештками та поверхнею ґрунту контактує тільки один ряд ножів. В результаті цього вісь барабана не перекочується по поверхні поля, а виконує складний рух одночасно переміщаючись у поздовжньому напрямку та здійснює зворотно-поступальні рухи у вертикальній площині. Величина вертикальних переміщень близька до різниці половини діаметра барабана та висоти трапеції бокові сторони якої утворені поперечними перетинами ножів, в якості верху є поверхня циліндра між сусідніми ножами, а нижня – лінія, яка з'єднує леза вказаних ножів. Для даної машини це висота в 25...30мм. Негатив полягає в тому, що такі барабани є генераторами потужних вібрацій, які передаються не тільки на саму робочу машину, а й на засіб агрегування, що призводить до вихід з ладу вузлів кріплення, підшипникових вузлів, зварних швів та ін.

З метою часткового вирішення даних недоліків пропонується внести в конструкцію базової машини деякі зміни.

Результати попередніх досліджень та спостереження за протіканням технологічного процесу свідчать про те, що стебла рослин, які контактують з лезами ножів під кутом не затримуються між ножами і забивання міжножового простору не відбувається. Дане припущення підтвердили польові експериментальні дослідження, результати, яких наведені в даній роботі

Вирішити дану задачу конструктивно можна шляхом встановлення рядів лез ножів під певним кутом до осі барабана (рис.4.3). Мінімальне значення такого кута попередньо встановлене в межах $12...15^0$.

Проблема з вібрацією в даному випадку вирішується сама собою так як одночасно з поверхнею ґрунту контактуватимуть як мінімум два ножі.

Щоб переконатися в працездатності машини з урахуванням запропонованих конструктивних змін необхідно провести розрахунки окремих вузлів та деталей

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

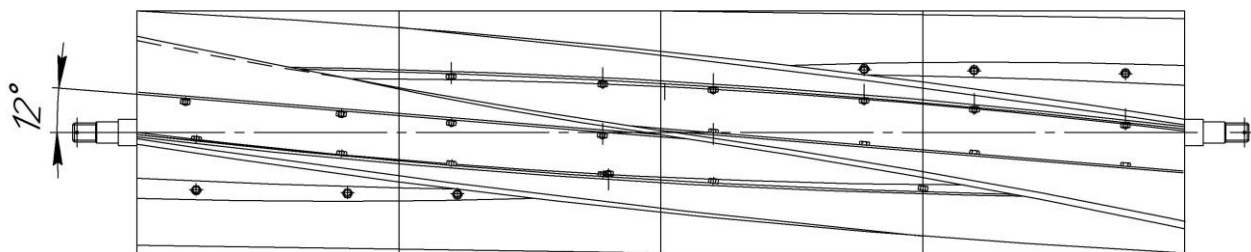


Рис.4.3. Барабан з рядами ножів, встановлених під кутом відносно його осі

машини, а також перевірити безпечність її агрегування з вибраним трактором на схилах.

4.3. Технологічні розрахунки

4.3.1. Параметри котка [16,17]

До основних параметрів ножового барабана належать його діаметр та ширина. Варто зауважити, що розглянуті в літературі методики визначення параметрів класичних ґрунтообробних котків не є тотожними. Так як барабани подрібнювачі призначені для виконання зовсім інших функцій і їх технологічні параметри визначаються виходячи з можливості надійного виконання технологічного процесу та його якості. Нажаль до даного часу якісні показники напряду залежать від можливості виконання технологічного процесу.

Отже основні параметри ножових барабанів визначені експериментальним шляхом. Так, діаметр більшості ножових-барабанів для подрібнення стебел соняшнику та ряду інших культур наближений до 500мм. При такому діаметрі можна досягти мінімальних розмірів частинок подрібнених стебел при надійній роботі – відсутності забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою. Ширина захвату одного барабана повинна знаходитися у межах до 2-х метрів (2000 мм). Таке значення є обґрунтованим для більшості машин робочі органи яких мають жорстку конструкцію і контактують з поверхнею ґрунту. Цей розмір продиктований необхідністю копіювання поверхні поля. При більшій ширині захвату досягти суцільного обробітку вдається не завжди.

					КП 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

Отже приймаємо аналогічні параметри для модернізованого ножового барабана. Третім важливим параметром при якому можливе протікання технологічного процесу це маса барабана або питомий тиск на одиницю ширини захвату, якого повинно бути достатньо для одночасного перерізання декількох десятків стебел рослин соняшнику та інших. Можна припустити, що конструктивна маса котка-подрібнювача рівномірно розподіляється між трьома ножовими барабанами. $G_6 = G_k/3 = 2300/3 = 766\text{кг} = 7660\text{Н}$

Конструктивні параметри котка також пов'язані з коефіцієнтом об'ємної деформації ґрунту через глибину проникнення ножів чи поперечних ребер в ґрунт, h :

$$h = \frac{1,3\sqrt[3]{G^2}}{\sqrt[3]{q_0^2 B^2 D}}, \quad (4.1)$$

де G – вага котка, Н;

q – коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту, Н/см³.

B - ширина ножового барабана, см

D - діаметр ножового барабана, см

Звідки

$$q_0 = \frac{\sqrt{2,2G^2}}{\sqrt{h^3 B^2 D}} = \sqrt{\frac{2,2G^2}{h^3 B^2 D}} = \sqrt{\frac{2,2 \cdot 766^2 \cdot 9,81^2}{1,5^3 \cdot 200^2 \cdot 50}} = 5,3 \text{ Н/см}^3.$$

Зусилля на перекочування не гладкого котка визначають за формулою

$$P = 0,86k\sqrt[3]{\frac{G^4}{q_0 B D^2}}. \quad (4.2)$$

де $k = 1,0 \dots 1,3$ – коефіцієнт, який враховує додатковий опір на деформацію ґрунту, при рубчастих негладких елементів котка.

Для кільчастих котків $k = 1,1 \dots 1,2$, для комбінованих – $k = 1,1 \dots 1,3$.

Приймаємо значення $k = 1,3$

З урахуванням того, що на котки під час роботи також діє сила ваги всієї машини, то опір на перекочування котка – подрібнювача визначається наступним чином

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = 0,86k \sqrt[3]{\frac{G_{\text{маш}}^4}{q_0 B D^2}} = 0,86 \cdot 1,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{23000^4}{5,3 \cdot 600 \cdot 50^2}} = 3607 \text{ Н.}$$

4.4. Силовий аналіз механізмів машини

4.4.1. Перевірка рівноваги машини

В даній машині закладена симетрична схема розташування робочих органів. Схема сил які діють на ножові барабани під час роботи агрегату матиме вигляд [18,19] (рис. 4.4).

Несиметричне розташування ножових барабанів відносно поздовжньої осі машини збуджує крутні моменти, які будуть провертати її в горизонтальній площині відносно точки з'єднання з трактором.

Баланс моментів сил матиме вигляд

$$q_1 \cdot B_1 \cdot x_1 + q_3'' \cdot B_3 \cdot x_3'' - q_2 \cdot B_2 \cdot x_2 - q_3' \cdot B_3 \cdot x_3' = 0, \quad (4.3)$$

де q_1 – розподілений опір на перекочування лівого барабана;

q_2 – розподілений опір на перекочування правого барабана;

q_3' , q_3'' – розподілений опір на перекочування окремо правої та лівої половини центрального барабана

$$P_1 = q_1 \cdot B_1; P_2 = q_2 \cdot B_2; P_3' = q_3' \cdot \frac{1}{2} B_3; P_3'' = q_3'' \cdot \frac{1}{2} B_3. \quad (4.4)$$

Оскільки барабани мають однакову ширину, приймаємо

$$B_1 = B_2 = B_3 = B. \quad (4.5)$$

Враховуючи те, що середина заднього котка лежить на осі симетрії машини, то буде правильним наступний вираз

$$q_3' \cdot \frac{1}{2} B_3 = q_3'' \cdot \frac{1}{2} B_3 = \frac{1}{2} q_3 \cdot \frac{1}{2} B = \frac{1}{4} q_3 \cdot B. \quad (4.6)$$

З урахуванням рівнянь (4.3)–(4.4) рівняння балансу моментів сил прийме наступний вигляд

$$P_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot x_2 = 0. \quad (4.7)$$

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

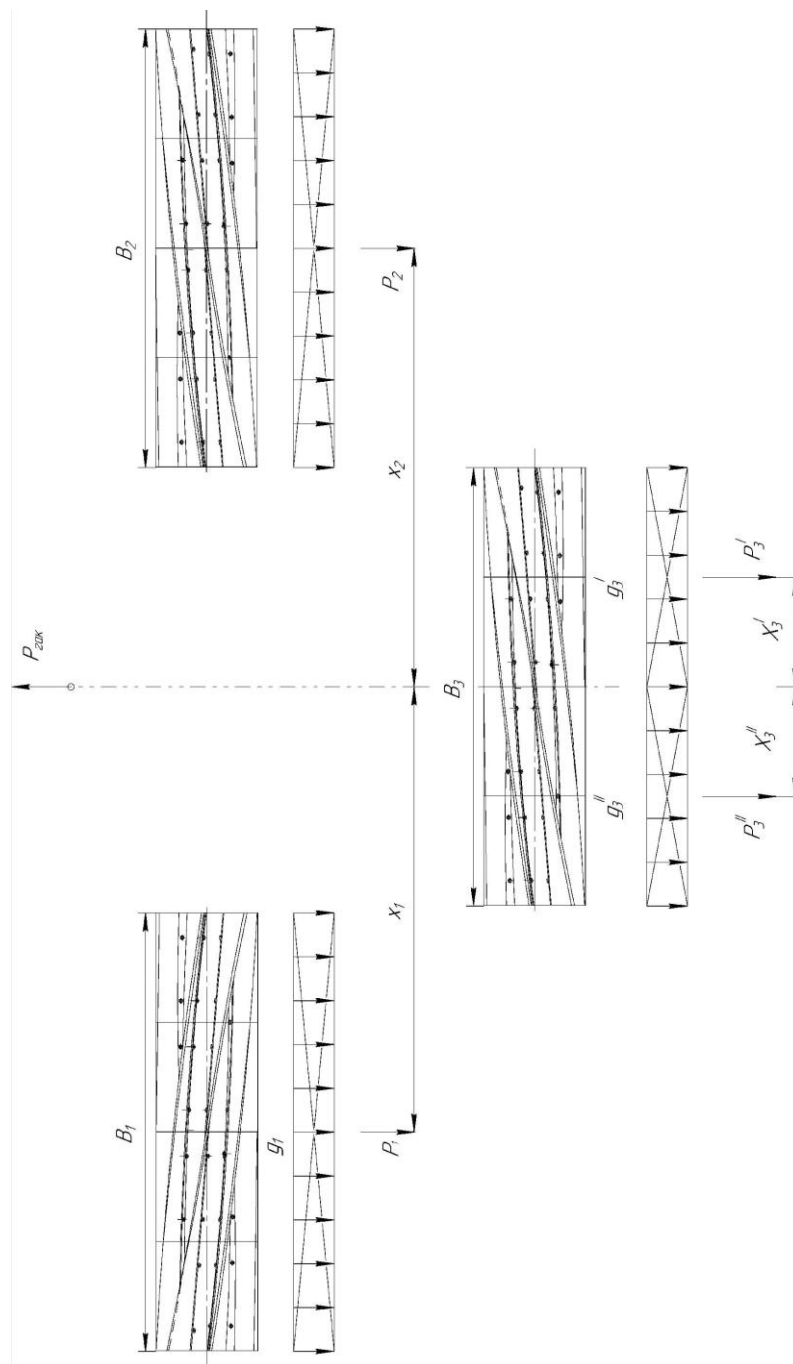


Рис. 4.4. Схема сил, які діють на коток-подрібнювач в горизонтальній площині

Аналізуючи дане рівняння можна припустити, що:

- на рівновага машини залежить від точності її виготовлення, а саме від різниці їх мас після складання, а також від розташування середин барабанів відносно вісі машини

$$P_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot x_2 \neq 0; \quad (4.7)$$

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

– при роботі машини в полі її рівновага залежить від значення різних факторів, які мають суттєвий вплив на опір перекочування барабанів – стан ґрунту (його вологість чи щільність), маса рослинних решток та ін.

В результаті цього формулу (4.6) можна записати як

$$\begin{cases} P(x_1 - x_2) = 0; \\ (P_1 - P_2)x = 0. \end{cases} \quad (4.8)$$

4.4.2. Вибір гідроциліндрів бокових секцій

Гідроциліндри вибирають за їх технічними характеристиками – габаритами, довжині та діаметру штока, тиску у гідросистемі, зусиллі на штоку.

Для конструкції, яку розглядаємо, в поперечній площині діють дві сили (рис. 4.5)

$P_{шт}$ – зусилля на штоку гідроциліндра;

P_C – вага секції, $P_C = 7600$ Н.

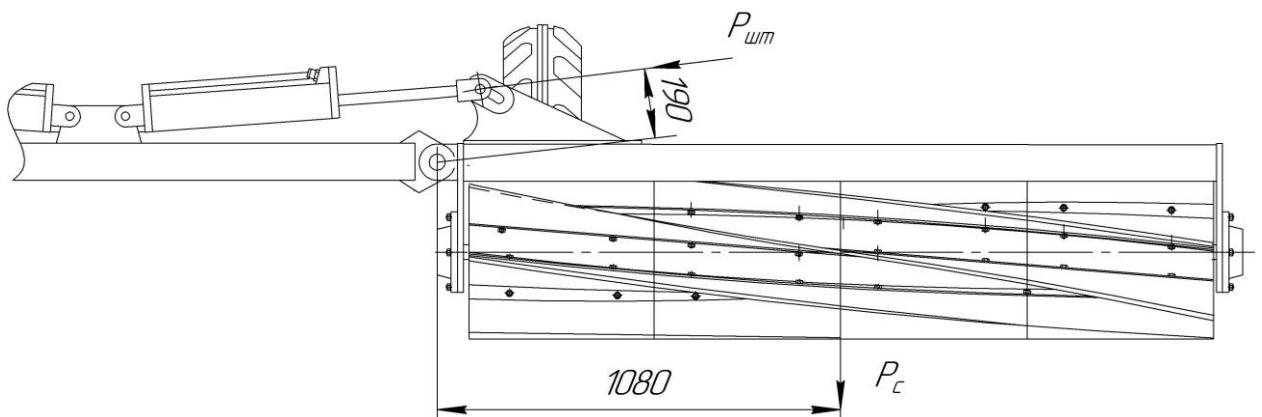


Рис. 4.5. Схема для визначення зусилля на штоку гідроциліндра

Для того, щоб відбувалося піднімання секції необхідно, щоб момент сили на штоку гідроциліндра перевищував момент сили ваги секції

$$0,19 \cdot P_{шт} > 1,08 \cdot P_C. \quad (4.9)$$

Звідки

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$P_{um} = \frac{1,08 \cdot P_c}{0,19} = \frac{1,08 \cdot 7600}{0,19} = 41246 \text{ Н.}$$

Обираємо гідроциліндр з максимальним зусиллям при вході 50000 Н з наступними технічними дані [17,18,19]:

діаметр робочої порожнини – 80 мм;

діаметр штока – 40 мм

площа поршня – 50,4 см²;

площа штока – 12,56 см².

Визначимо тиск необхідний для роботи гідроциліндрів

$$P = \frac{4P_{um}}{\pi D^2}; \quad (4.10)$$

$$P = \frac{4 \cdot 41246}{3,14 \cdot 0,08^2} = 8,24 \text{ МПа.}$$

З урахуванням того, що у гідросистемі трактора робочий тиск 16 МПа, то використання даних гідроциліндрів повинно забезпечувати надійне піднімання та опускання бокових секцій.

4.4.3. Визначення зусилля, яке діє на транспортні колеса

Зусилля, які діють на транспортні колеса під дією ваги машини, визначимо склавши рівняння балансу моментів сил відносно точки приєднання даної машини до причіпного пристрою трактора (рис. 4.6)

$$2,3 \cdot G_p + 2,65 \cdot 2G_c + 3,6 \cdot G_b - 3,4 \cdot R_k = 0 \quad (4.11)$$

Звідси знаходимо зусилля, що діє на транспортні колеса

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

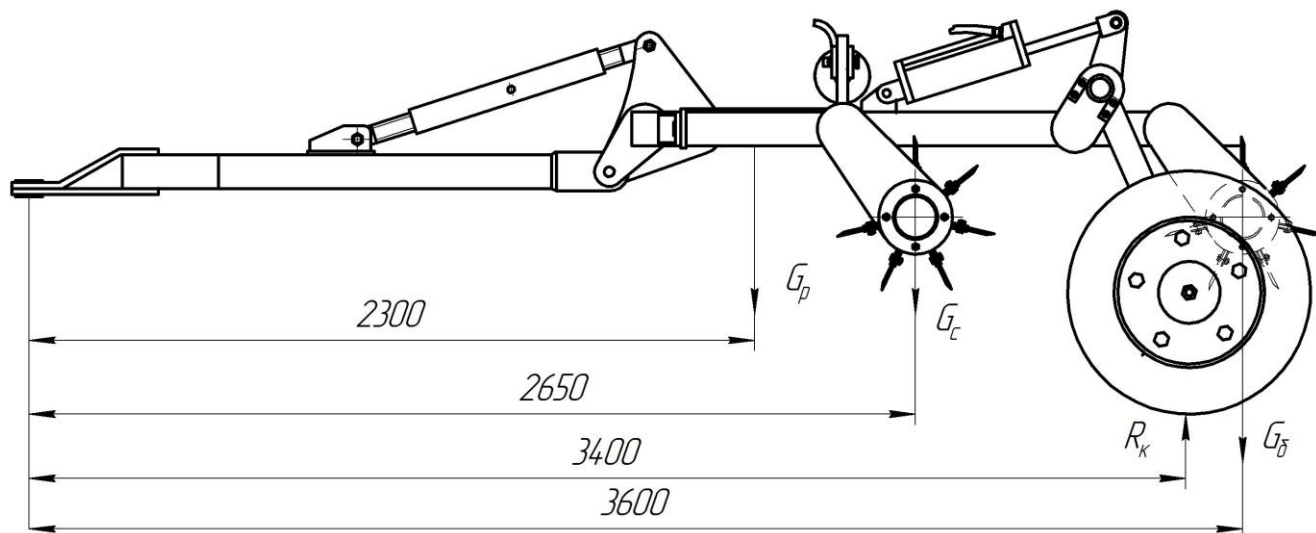


Рис. 4.6. Схема для визначення зусилля, що діє на транспортне колесо

$$R_k = \frac{2,3 \cdot G_p + 2,65 \cdot 2G_c + 3,6 \cdot G_b}{3,4} =$$

$$= \frac{2,3 \cdot 3500 + 2,65 \cdot 2 \cdot 6500 + 3,6 \cdot 5000}{3,4} = 17794 \text{ Н.}$$

На одне колесо діє зусилля рівне 8897 Н

4.4.4. Вибір гідроциліндрів переводу машини в робоче положення та навпаки

Для вибору гідроциліндра необхідно визначити зусилля на його штокові з боку механізму переводу машин в транспортне положення. Для цього складаємо рівняння балансу моментів сил відносно точки 0 (рис. 4.7).

$$0,2 \cdot P_{шт} = 0,66 \cdot R_k. \quad (4.12)$$

Знаходимо зусилля на штоку гідроциліндра

$$P_{шт} = \frac{0,66 \cdot R_k}{0,2} = \frac{0,66 \cdot 17794}{0,2} = 58720 \text{ Н}$$

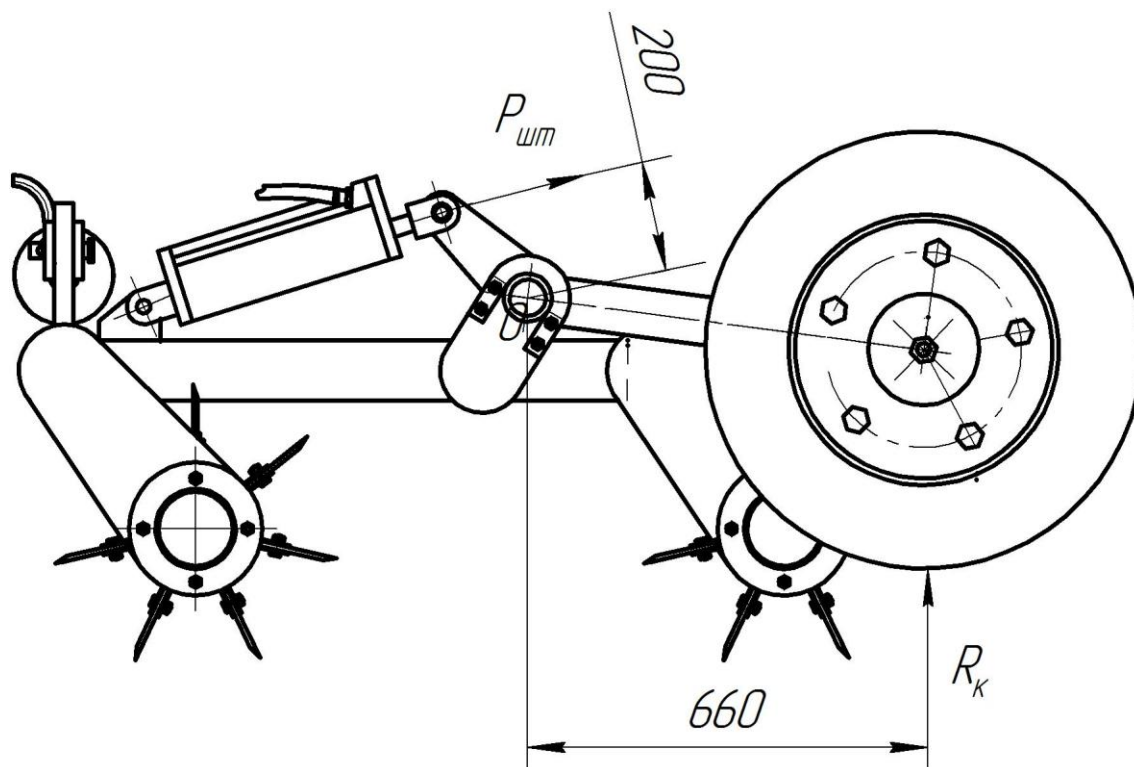


Рис. 4.7. Схема визначення зусилля на штоковий гідроциліндра механізму переводу машин в транспортне положення

Обираємо гідроциліндр який має наступні технічні дані [18,19]:

діаметр робочої порожнини – 100 мм;

діаметр штока – 40 мм

площа поршня – 78,5 см²;

площа штока – 12,56см².

Знайдемо необхідний тиск для роботи гідроциліндрів

$$P = \frac{4P_{шт}}{\pi D^2}; \quad (4.13)$$

$$P_{шт} = \frac{4 \cdot 58720}{3,14 \cdot 0,1^2} = 6,908 \text{ МПа}$$

Робочий тиск у гідросистемі трактора 16 МПа, отже працездатність гідроциліндра забезпечена.

4.4.5. Вибір шин для транспортних коліс

За проведеними розрахунками навантаження на одне колесо становить $R_k=8897$ Н.

Згідно визначеного навантаження на колесо приймаємо шину Л-163 12–16. Вона здатна витримувати навантаження в межах 12,0–14,0 кН, без перевищення допустимого тиску на ґрунт [16,17].

Встановимо допустимий тиск на ґрунт за екологічними нормами:

$$G_o = \frac{0,12 \cdot \pi \cdot P_{ш} \cdot P^2 \cdot b_{ш}^2 \cdot D_k^2}{\pi^2 \cdot P_{ш}^2 \sqrt{b_{ш} \cdot D_k^3} + 4 \cdot P^2 \sqrt{D_k \cdot b_{ш}^3}}; \quad (4.14)$$

де $P_{ш}$ – тиск повітря в шині, $P_{ш}=0,14$ МПа;

P – тиск з яким колесо впливає на ґрунт, $P=0,2$ МПа;

$b_{ш}$ – ширина шини, $b_{ш}=32,5$ см;

D_k – діаметр шини зовнішній, $D_k=76$ см.

Таким чином

$$G_o = \frac{0,12 \cdot \pi \cdot 0,14 \cdot 0,2^2 \cdot 32,5^2 \cdot 76^2}{\pi^2 \cdot 0,14^2 \sqrt{32,5 \cdot 76^3} + 4 \cdot 0,2^2 \sqrt{32,5^3 \cdot 76}} = 11,13 \text{ кН.}$$

Перевіряємо відповідність знайденого значення тиску колеса на ґрунт з допустимим значенням:

$$G_o=11,13 \text{ кН} \leq [G_o]=12,0 \text{ кН.}$$

4.5. Розрахунки на міцність

4.5.1. Розрахунок на міцність підшипників опорних коліс [18,19]

Підшипники в опорах секцій ножових барабанів сприймають навантаження від ваги машини та опору перекочуванню.

Розрахунок на міцність підшипникових вузлів виконаємо згідно зі схемою (рис.4.8).

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

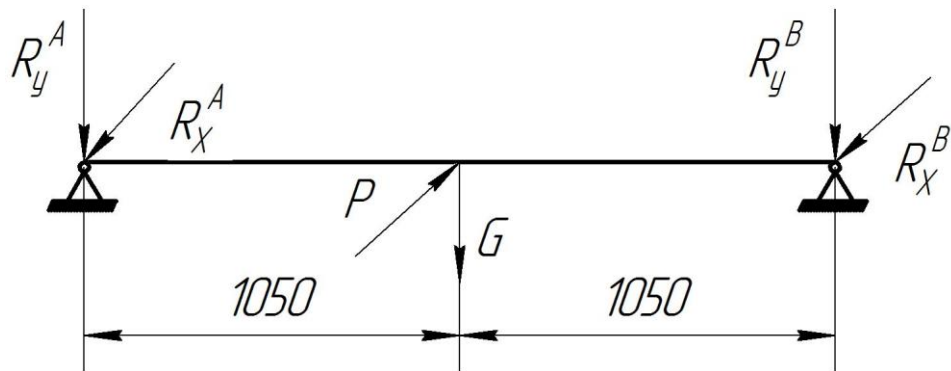


Рис. 4.8. Схема навантаження підшипників котків

Для лівої опори A обираємо радіальний кульковий підшипник. Для правої опори B , яка є нижньою транспортному положенні, обираємо радіально–упорний кульковий підшипник, так як у транспортному положенні він сприймає дію сили ваги котка.

Визначаємо значення реакцій опор у вертикальній площині, на підставі системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} R_y^B \cdot 2,1 - P \cdot \cos 20^\circ \cdot 1,05 + G \cdot 1,05 &= 0 \\ R_y^A \cdot 2,1 - P \cdot \cos 20^\circ \cdot 1,05 + G \cdot 1,05 &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (4.15)$$

де P – зусилля, яке витрачається на перекочування негладкого ножового барабана $P_k=3607\text{Н}$; $P=3607/3=1203\text{Н}$

G – частина ваги машини, яка припадає на 1 коток

$$G = \frac{G_M - 3 \cdot G_B}{3} = \frac{23000 - 3 \cdot 6660}{3} = 1006 \text{ Н.}$$

Таким чином

$$R_y^B = \frac{1203 \cdot \cos 20^\circ \cdot 1,05 - 1006 \cdot 1,05}{2,1} = 61,7 \text{ Н;}$$

$$R_y^A = \frac{1203 \cdot \cos 20^\circ \cdot 1,05 - 1006 \cdot 1,05}{2,1} = 61,7 \text{ Н.}$$

Для визначення реакції опор у горизонтальній площині складемо систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} R_x^B \cdot 2,1 - P \cdot \sin 20^\circ \cdot 1,05 &= 0 \\ R_x^A \cdot 2,1 - P \cdot \sin 20^\circ \cdot 1,05 &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (4.16)$$

Таким чином

$$R_x^B = \frac{1203 \cdot \sin 20^\circ \cdot 1,05}{2,1} = 432,02 \text{ Н};$$

$$R_x^A = \frac{1203 \cdot \sin 20^\circ \cdot 1,05}{2,1} = 432,02 \text{ Н}.$$

Сумарні реакції в опорах

$$R_A = R_B = \sqrt{(R_y^B)^2 + (R_x^B)^2} = \sqrt{61,7^2 + 432,02^2} = 436,4 \text{ Н}. \quad (4.17)$$

Частота обертання осі підшипника

$$n = \frac{60v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 8,46}{3,14 \cdot 0,55} = 293,9 \text{ хв}^{-1}. \quad (4.18)$$

Розрахунковий час роботи котків

$$L = t_p \cdot T_p \cdot T_{екс}, \quad (4.19)$$

де t_p – робочий час зміни, $t_p=6,95$ год;

T_p – нормативне річне завантаження котка, $T_p=30$ днів;

$T_{екс}$ – термін експлуатації котка, $T_{екс}=8$ років

$$L = 6,95 \cdot 30 \cdot 8 = 1668 \text{ год}.$$

Для діаметра осі в місці посадки підшипників $d=40$ мм обираємо кульковий підшипник 66408 ГОСТ 831–75, у якого $C_0=72,2$ кН, а $C_r=42,3$ кН. Значення коефіцієнтів сприйняття радіального і осьового навантаження становлять відповідно, $X=0,45$, $Y=1,1795$.

Еквівалентне навантаження становитиме

$$R_E = (VXR_r + YR_a) K_B K_T, \quad (4.20)$$

де V – коефіцієнт, який враховує яке кільце підшипника обертається. Так як обертається внутрішнє кільце, то $V=1$;

R_r – навантаження радіальне;

R_a – навантаження осьове;

K_B – коефіцієнт безпеки. Оскільки коток працює зі сильними динамічними періодичними навантаженнями, то приймаємо $K_B=2$;

K_T – температурний коефіцієнт, $K_T=1$

$$R_E = (1 \cdot 0,45 \cdot 61,7 + 1,1795 \cdot 432,02) \cdot 2 \cdot 1 = 1074 \text{ Н.}$$

Визначаємо довговічність підшипника

$$L_{10ah} = a_{23} \left(\frac{C_r}{R_E} \right)^p \frac{10^6}{60n}, \quad (4.21)$$

де a_{23} – коефіцієнт, який враховує сумісний вплив на ресурс підшипника умов експлуатації, якості тіл кочення та матеріалу тіл кілець, $a_{23}=0,8$;

p – показник ступеню, для кулькових підшипників $p=3$.

Отже

$$L_{10ah} = 0,8 \left(\frac{42300}{1074} \right)^3 \frac{10^6}{60 \cdot 293,9} = 2753 \text{ год.}$$

Розрахункове значення значення більше ніж нормативне, тому припускаємо, що працездатність підшипника забезпечена.

4.6. Перевірка обраного агрегату на поздовжню стійкість

При формуванні нових сільськогосподарських агрегатів необхідно враховувати спосіб агрегування, тяговий опір робочої машини і потужність трактора, продуктивність агрегату та ін. [16]. Визначальними факторами залишаються - спосіб агрегування і потужність трактора. Вони визначають як структуру агрегату так і його економічні показники. Від цього також залежить забезпечення безпеки при роботі агрегату, яка суттєво залежить від його стійкості. Під стійкістю розуміють здатність робочої машини протидіяти зовнішнім силам, що призводять до відхилення її від заданого сталого положення рівноваги. Виведення машини з нормального сталого стану призводить до аварійних ситуацій, таких як перекидання; сповзанням чи бокового заносу, порушення керованості в результаті надмірного зменшення

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

тиску на керовані колеса, чи їх надмірного перевантаження, прискореного виходу з ладу окремих вузлів і деталей в результаті перевищення допустимих навантажень та ін.

Стійкість колісних машин залежить від конструктивних характеристик колісної бази, величини колії, розташуванням центру ваги, зчепленням протекторів коліс з ґрунтом, характеристикою та станом поверхні ґрунту, нерівностями рельєфу поверхні поля чи дороги. Машина може втрачати стійкість як у поздовжньому так і поперечному напрямку.

Стійкість машинно-тракторного агрегату у поздовжньому напрямку в основному визначається умовою перекидання трактора. В поздовжній площині трактор може перекинутися при рухові як на підйом так і на спуск.

Розглянемо умову перекидання колісного трактора марки ЮМЗ-6Л при роботі з причіпним котком-подрібнювачем ПК-6, який рухається на підйом під кутом α до горизонту (рис.4.9)

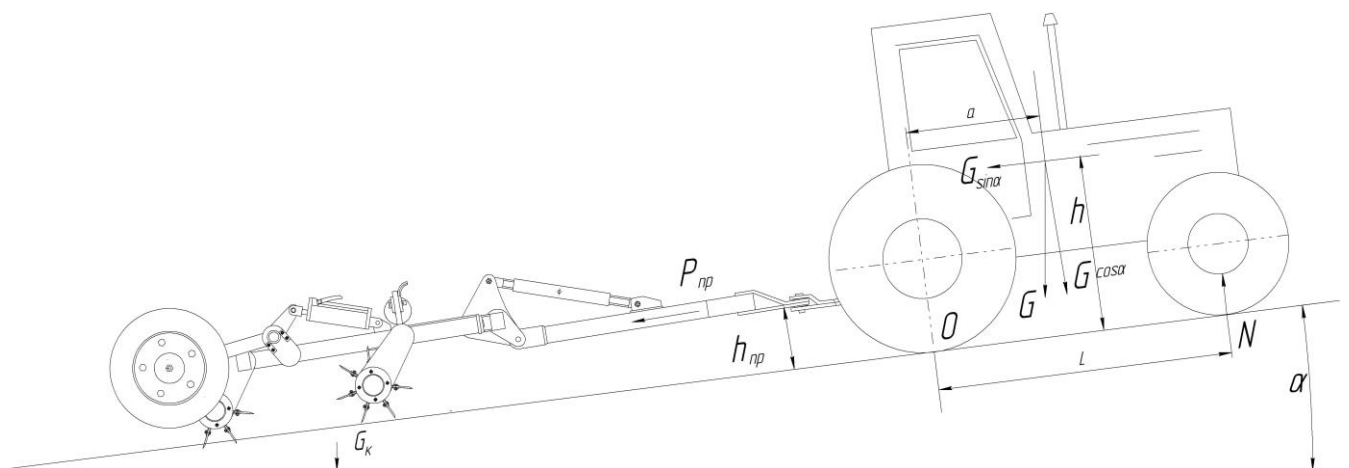


Рис.4.9. Схема сил, які діють на колісний трактор та робочу машину при виконанні технологічного процесу на підйомі.

Перекидання трактора в даному випадку можливе відносно точки O контакту заднього колеса з ґрунтом. Рівняння моментів сил відносно даної точки має вигляд

$$NL = G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha - P_{кр} \cdot h_{кр} \quad (4.22)$$

Де N – реакція з боку ґрунту на керуємі колеса, Н; L – поздовжня база трактора, м (2,45м); G – сила тяжіння (маса) трактора, Н (34870Н); a, h – координати центру тяжіння (маси) трактора, м (a=0,813, h=0,945м); α - кут нахилу поверхні поля до горизонту, град $\alpha=5^0$; P_{np} - сила тяги на серзі причіпного пристрою трактора, Н, (12500 н); h_{np} - висота шарніра снці машини в точці кріплення до трактора, м (0,5м).

Для порушення стійкості колісного трактора необхідно, щоб він рухався на підйом під певним критичним кутом схилу, який визначається за формулою

$$tg \alpha_{кр} = \left(G^2 a \cdot h - P_{кр} \cdot h_{кр} \sqrt{G^2 \cdot (h^2 + a^2) - P_{кр}^2 \cdot h_{кр}^2} \right) / (G^2 \cdot h^2 - P_{кр}^2 \cdot h_{кр}^2) \quad (4.29)$$

$$tg \alpha_{кр} = (34870^2 \cdot 0,813 \cdot 0,945 - 12500 \cdot 0,5 \sqrt{34870^2 \cdot (0,945^2 + 0,813^2) - 12500^2 \cdot 0,5^2}) / (34870^2 \cdot 0,945^2 - 12500^2 \cdot 0,5^2) = 0,483$$

$$\alpha_{кр} = 25^0 76'$$

З урахуванням умов виконання технологічного процесу, згідно з якими, максимальні схили, які можуть мати місце в межах роботи агрегату, не перевищують 5 град., то стійкість ходу агрегату в поздовжній площині забезпечена.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі з подрібнювачем рослинних решток.

При експлуатації сільськогосподарських машин з активними робочими органами, привід яких відбувається від валу відбору потужності трактора чи в результаті контакту з матеріалом який обробляється мають місце явища з підвищеною небезпекою для виробничого персоналу [20]. Практично вся група спеціальних машин, до яких відносяться подрібнювачі пожнивних решток на поверхні поля, за особливістю будови та специфікою виконання технологічного

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

процесу робочими органами є одними з найнебезпечніших. У зв'язку з цим, дотриманню вимог з охорони праці та рекомендацій і застережень викладених в інструкціях по експлуатації даних машин слід приділяти особливу увагу.

До основних небезпечних та шкідливих факторів для обслуговуючого персоналу, які можуть мати місце при експлуатації модернізованого подрібнювача пожнивних решток належать:

- наявність механізмів, робочих органів та окремих деталей, які обертаються чи виконують інший рух (рух самого агрегату по полю, механізми підймання та опускання подрібнювача, механізми підймання та опускання бокових секцій, ножові барабани);
- небезпеку представляють самі процеси переведення подрібнювача із робочого положення в транспортне і навпаки;
- перевищення допустимого рівня запилення в зоні роботи механізатора;
- наявність гострих конструктивних елементів, а також шорстких поверхонь окремих деталей машини (в першу чергу ножові барабани);
- забивання робочих органів ґрунтом та необхідність використання ручної праці для усунення даного явища;
- робота з паливно-мастильними матеріалами при дозаправленні енергетичних засобів та технічному обслуговуванні робочої машини;
- пожежна безпека (загорання рослинних решток на поверхні поля в результаті необережного поводження з вогнем, особливо при виконанні операцій з паливом).

5.2. Заходи з охорони праці при експлуатації подрібнювача.

З метою попередження нещасних випадків при експлуатації подрібнювача рослинних решток забороняється:

- транспортування машини на швидкостях понад 25 км/год;
- залишати каток - подрібнювач в піднятому стані без фіксації бокових секцій стопорним ланцюгом;

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

- виконувати операції з технічного обслуговування, (ремонт, змащення, підтягування кріплення), очищення ножових барабанів, як під час руху агрегату так і при працюючому двигунові трактора;

- знаходитися біля подрібнювача стороннім особам як під час піднімання та опускання бокових секцій ножових барабанів так і при переведенні подрібнювача рослинних решток в транспортне положення і навпаки;

- використовувати подрібнювач без світловідбивачів в темний час доби [20].

Роботи пов'язані технічним обслуговуванням чи ремонтом, дозволяється виконувати тільки при відчепленому від засобу агрегування стані, опущених на землю ножових барабанів як центральної так і бокових секцій, як виняток, при непрацюючому двигунові трактора.

При транспортуванні подрібнювача рослинних решток поганими дорогами чи містках транспортна швидкість не повинна перевищувати 5 км/год.

Переведення подрібнювача із транспортного положення в робоче і навпаки виконувати тільки на рівній ділянці поля з нахилом не більше 5°.

Для виключення самовільного опускання подрібнювача з транспортного положення в робоче, як і бокових секцій ножових барабанів необхідно постійно контролювати справність гідравлічної системи як трактора так і робочої машини. В разі виявлення несправностей будь-якого характеру експлуатація котка-подрібнювача рослинних решток забороняється.

Виконання вказаних операцій повинен здійснювати один механізатор, перебування в цей момент сторонніх людей на відстані меншій за 5м від робочого агрегату не допускається.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

В сільському господарстві ефективність використання робочих машин і сільськогосподарських агрегатів визначається рядом показників, основними з яких є їх продуктивність, надійність конструкції та якість і надійність виконання технологічного процесу, вартість.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Основним конструктивним недоліком котків-подрібнювачів рослинних решток з робочими органами у вигляді ножових барабанів залишається забивання ґрунтово-рослинною масою їх міжножового простору в процесі виконання технологічного процесу. Це явище є причиною низької технологічної надійності машини, в результаті цього, механізатор змушений зупиняти агрегат і виконувати очищення котків у зоні забивання. На виконання даної роботи припадають значні затрати часу, і як результат, суттєво знижується змінна продуктивність праці.

Проведене в даній роботі удосконалення конструкції ножових барабанів подрібнювача дозволяє цілком усунути даний недолік. Так, у споживача машини з'являється можливість суттєвого підвищення продуктивності праці.

Не менш важливим, позитивним фактором є підвищення безпеки при виконанні робіт на удосконаленій машині. Механізатору не доведеться проводити періодичне небезпечне очищення гострих ножів барабана від ґрунтово - рослинної маси в незручних умовах.

Обґрунтування нового складу сільськогосподарського агрегату у складі трактора ЮМЗ-6Л та котка-подрібнювача КП-6 в порівнянні з трактором Т-150К та важкою дисковою бороною ДДВ-7 дозволить знизити затрати палива при обробітку 100 га угідь на 369кг.

Проведені технологічні, кінематичні та енергетичні розрахунки, а також розрахунки на міцність підтверджують працездатність конструкції експериментального котка-подрібнювача. Все це може забезпечити економічний ефект у споживача знаряддя в результаті більш якісного обробітку ґрунту, підвищення продуктивності і відповідно зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

					<i>КП 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. – К.: Урожай, 1991. –213 с.
2. Технологія вирощування озимої пшениці. <http://apk-group.com.ua/index.php?option=content&task=view&id=128>
3. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія.– 2-е вид. Перероб. і доп.– К.: Урожай, 1991.– 400 с.
4. Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві. Техніка і технології АПК.2014.№10. С.16-19.
5. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник.– К. Вища шк., 1995.– 237 с.
6. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського виробництва”, „Експлуатація машинно-тракторного парку” для студентів спеціальності – Агрономія / Укл: П.Г.Лузан, І.М.Осипов, В.М.Сало, С.М.Мороз.-Кіровоград КДТУ. 1999. – 44с.
7. Кукурудзяний метелик – значення, попереджувальні заходи і стратегія боротьби (аграрна школа Triesdorf); Нещадне різання. Terra HORSCH. 2018. №16. С.12 – 14, 28 – 32. Режим доступу: https://www.horsch.com/fileadmin/user_upload/downloads (дата звернення: 18.09.2023)
8. О. Гайденко. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту та сівби. / Механізація АПК / Вівторок, 11 серпня 2020 15:15. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html> (дата звернення: 22.09.2023)
9. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей./ Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В.- Х.: Мачулін, 2016.-244с.:іл.
10. Борона причіпна БП-6 2-х рядна з ріжучими катками. URL: <https://voshod.dp.ua/ua/p1060647819-borona-pritsepnaya-ryadnaya.html> (дата звернення: 02.11.2023)

					<i>КП 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

11. Компактна дискова борона KRONOS 4 з ножовими котками. URL: <https://www.velesagro.com/products/compact-disc-harrows/221/> (дата звернення: 03.10.2023)
12. Луцильник ЛДП-6 (з переднім котком-подрібнювачем). URL: <https://sloboda.pro/lushhilnik-ldp> (дата звернення: 06.11.2023)
13. Універсальний дискатор, призначений для луцення стерні та передпосівної підготовки ґрунту. URL: https://www.bednar.com/ru/swifterdisc-хо_profі/ (дата звернення: 17.10.2023)
14. В.М. Сало, С.М. Лещенко, Д.В. Богатирьов. Вплив параметрів барабана для подрібнення рослинних решток на надійність протікання технологічного процесу. / Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник/ Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький, 2021.,2021,вип..51 . с.70-77
15. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві.// Сало В., Богатирьов Д., Лещенко С., Савицький М.// Техніка і технології АПК.№10,2014, с. 16-19.
16. Сисолін П.В., Сало В.М., В.М. Кропівний. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
17. Проектування сільськогосподарських машин : Навч. посібник для виконання курсових проектів з розробки с.-г. техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / І.М. Бендера, Я.В. Козій, А.В. Рудь та ін. ; за ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. 640 с.
18. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин: Підручник / В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 560 с.
19. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студ. машинобуд. спец. усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
20. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский.- К.: "Урожай", 1991. – 186 с.

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТКИ

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примеч.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1					Документація		
						Складальні одиниці		
	A2	1	КП 00.010	Рама	1			
	A3	2	КП 00.020	Причіп	1			
	A1	3	КП 00.030	Траверса	3			
A3	4	КП 00.040	Коток	1				
A3	5	КП 00.050	Гвинтова стяжка	1				
						Деталі		
A4	6	КП 00.601	Палець	4				
A4	7	КП 00.602	Палець	4				
A4	8	КП 00.603	Палець	6				
A4	9	КП 00.604	Болт	2				
						Стандартні вироби		
			10			Болт М20х135.58	2	
						ГОСТ7796-70		
			11			Гайки М20 ГОСТ 5915-70	2	
			12			Гайка М30х3	2	
			13			Шайба 20. 65Г ГОСТ6402-70	2	
			14			Шайба 30. 65Г ГОСТ6402-70	2	
Інв. № подл.	Разроб.	Дуднік ІІ.			КП 00.000			
	Проб.	Соло В.М.						
	Нконтр.	Мачок Ю.В.			Коток-подрібнювач	Лит.	Лист	Листов
	Утв.	Лещенко С.М.					1	2

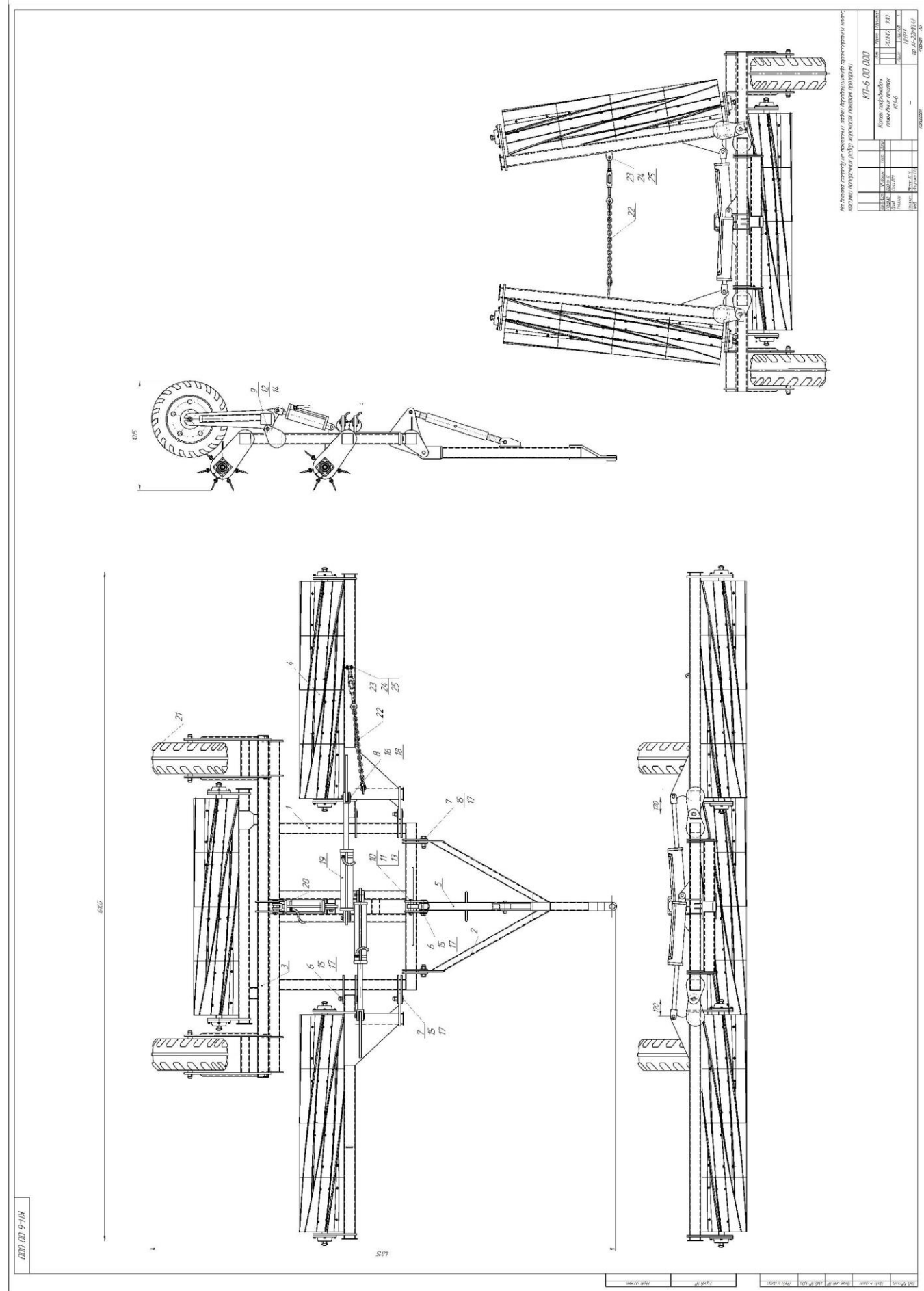
Копіював

Формат А4

[illegible]

Копировал

					КП 00.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A2					Документація		
						Складальне креслення		
						Складальні одиниці		
Подп. и дата	A4					Деталі		
Инв. № докл.	A4					Стандартні вироби		
Взам. инв. №	A4					Підшипниковий вузол ST 491 B	2	
Подп. и дата	A4					Болт 2М 12х50	8	
						ГОСТ 15591-70		
						Гайка М12-6Н	8	
						ГОСТ 2524-70		
						Шайба 12	8	
						ГОСТ 6402-70		
Инв. № подл.	A4							

КП 00.040

Секція ножового
барабана

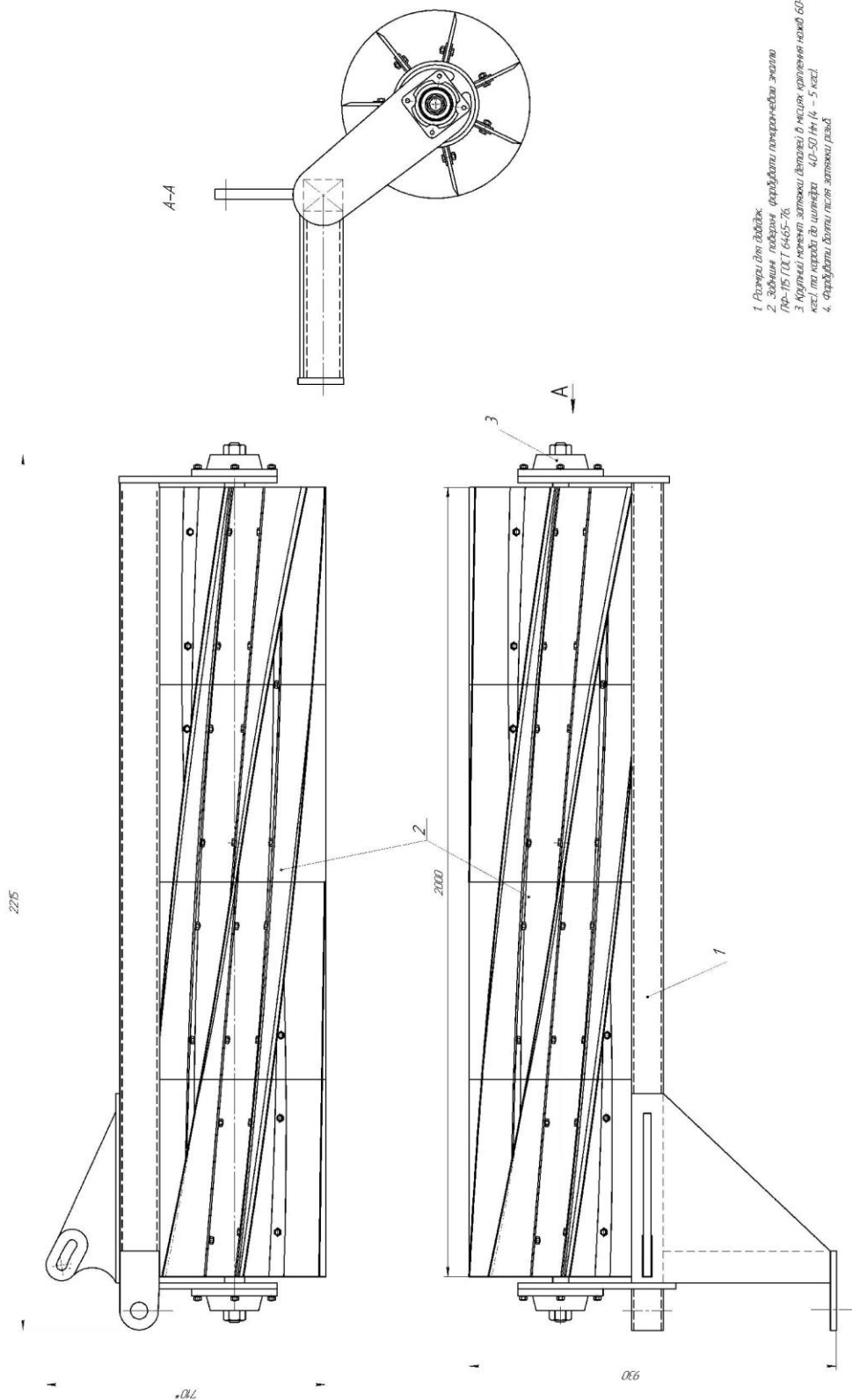
Лит. Лист Листов
1 2
ЦНТУ
гр. АІ-20М(1,4)

Копіював

Формат А4

[illegible]

1. Размеры даны в мм.
2. Значения поданы в градусах поперечного сечения.
3. Круглые метал. стержни (шпильки) в метал. креплениях имеют 60-70 мм в диаметре, а в картах 40-50 мм в диаметре.



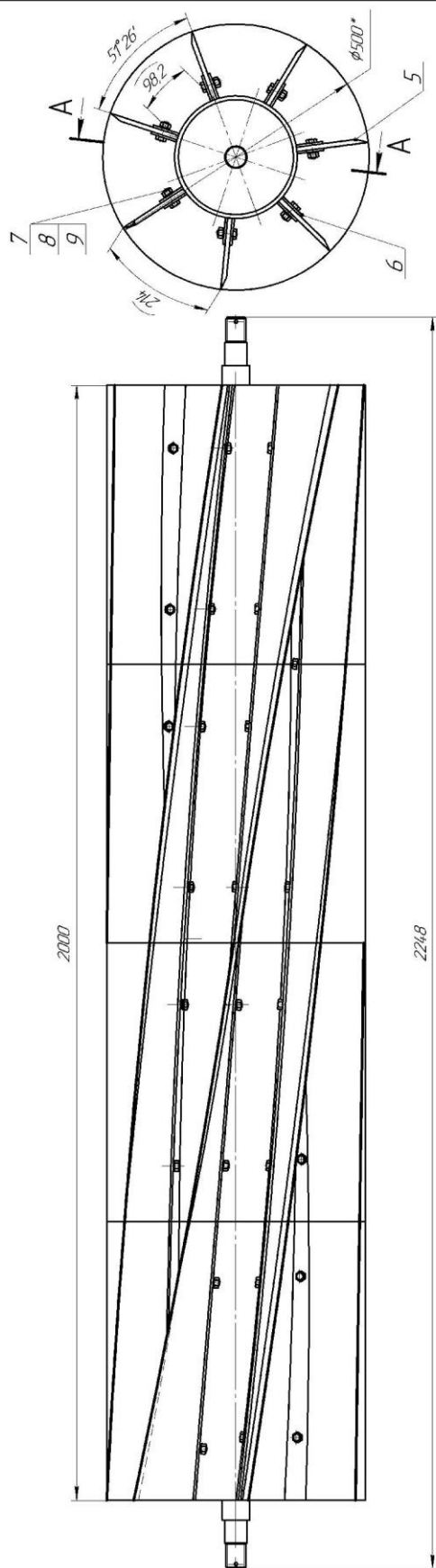
K17-6 00.040 CB

Перв. примеч.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						Документація				
					КП.040.02 СБ	Складальне креслення				
						Деталі				
			1	КП.040.02.801	Труба 219 х8 L=2000мм	1				
	A3		2	КП.040.02.410	Диск внутрішній	2				
	A3		3	КП.040.02.411	Диск зовнішній	2				
	A3		4	КП.040.02.612	Цапфа	2				
	A3		5	КП.040.02.412	Ніж	7				
	A4		6	КП.040.02.413	Пластина	14				
						Стандартні вироби				
Підп. і дата			7		Болт 2М 12х50	56				
					ГОСТ 15591-70					
			8		Гайка М12-6Н	56				
					ГОСТ 2524-70					
			9		Шайба 12	56				
					ГОСТ 6402-70					
Підп. і дата										
Взам. инв. №										
Инв. № докум.										
Підп. і дата										
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП 040. 02					
	Разработ.	Дуднік ІІ.			Ножовий барабан подріднювача					
Пров.	Соло В.М.			Лист					Лист	Листов
									1	2
Н.контр.	Мачок Ю.В.			ЦНТУ						
Утв.	Лещенко С.М.				гр АІ-22М(1,4)					

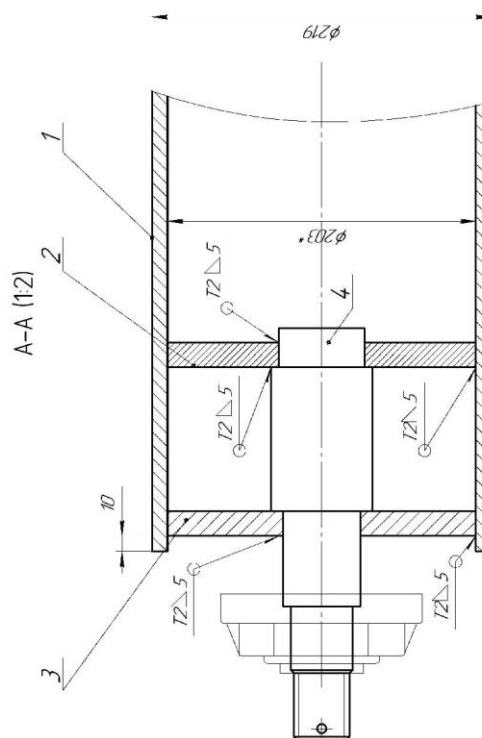
Копіював

Формат А4

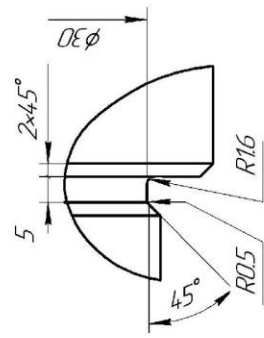
KT7 040 02 CB



1. Зовнішній поверхні фартуку чорною емаллю.
2. Купити 15 ЛІТ 64-65-76.
3. Надати момент з'єднанні деталей в місцях кріплення ножиб 60-70 кгс/см² (4-5 кгс) та карданів до шпіндрів 40-50 (4-5 кгс).
4. Жалюбки до деталей після з'єднання різьб.
4. Жалюбки на деталі А-А не показані.



Wid. N° rodn	Ročn u iz N°	Wid. N° rodn	Ročn u iz N°
Ročn u iz N°	Wid. N° rodn	Ročn u iz N°	Wid. N° rodn



MBN 00. 000. 03 T4

[illegible]

Арк.
73

ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

Удосконалення технологічного процесу подрібнення пожнивних решток сояшинику котками - подрібнювачами.

Мета даного дослідження підвищення технологічної надійності подрібнювача рослинних решток сояшинику шляхом обґрунтування раціональних конструктивних параметрів ножового барабана.

Об'єкт дослідження процес подрібнення рослинних решток сояшинику на поверхні поля.

Предмет дослідження залежність імовірності забивання міжножового простору барабана рослинно-грунтовою масою від характеру розташування ножів на його поверхні.

Задачі досліджень:

- розробити методику оцінки параметру оптимізації $P\%$ імовірність забивання;
- провести обмежені експериментальні польові дослідження процесу подрібнення стебел сояшинику з використанням робочого зразка подрібнювача рослинних решток;
- встановити залежності імовірності P забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою від кута зміщення рядів ножів відносно вісі барабана Y робочої швидкості агрегату V .
- провести обробку та аналіз отриманих результатів досліджень;
- виконати аналіз отриманих результатів та оцінити можливість їх врахування при удосконаленні конструкцій існуючих подрібнювачів рослинних решток.

Наукова новизна. Встановлено вплив кутів зміщення рядів ножів відносно вісі барабана та робочої швидкості агрегату на імовірність забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою.

Технічне забезпечення досліджень та вихідні дані



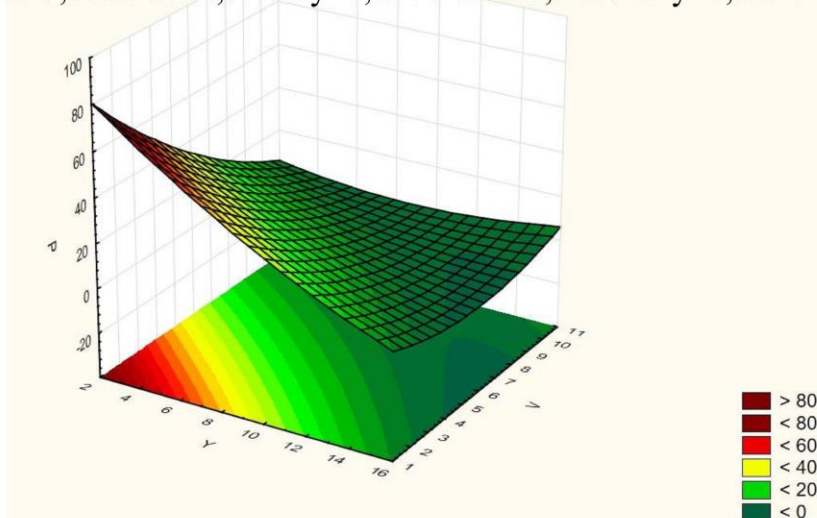
Загальний вигляд макетного зразка котка-подрібнювача на базі якого проводили польові експериментальні дослідження

№ п. п.	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позна- чення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Кут зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана ($Y, \text{град}$)	x_1	15	3	3
2	робоча швидкість агрегату ($V, \text{км/год}$)	x_2	10	2	2

Вихідні дані до проведення експериментальних досліджень

Результати досліджень

$$P = 107,48 - 7,9181 \cdot x - 12,7929 \cdot y + 0,1206 \cdot x^2 + 0,5267 \cdot x \cdot y + 0,3536 \cdot y^2$$



Графічне відображення залежності показника імовірності $P(\%)$ забивання міжножового простору рослинно-грунтовою масою від кута зміщення лінії лез ножів відносно вісі барабана $Y, \text{град}$ та робочої швидкості виконання технологічного процесу $V, \text{км/год}$

КП-6 00 000 ДЧ					
Дир. деп.	№ докум.	Підп.	Дато.	Лист	Макс.
Розроб.	Додаток 1				
Вироб.	Стор. ВМ			Листів	1
Заступ.					
Начальн.	Розроб. КД			ЦНТУ	
Вирб.	Стор. РМ			ар. А-22М14	
Коробити					