

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“___” _____ 2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Удосконалення конструкції чизельного культиватора»

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу, групи ГМ-22з-1

ОПП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»

_____Ващенко Сергій Олександрович

«___» _____ 2026 р.

Керівник проекту

професор., докт. техн. наук

_____Василь САЛО

«___» _____ 2026 р.

Рецензент

_____доц. Годунко М.О.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет ЦЗДО
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти I-й , бакалавр
Галузь знань Механічна інженерія
Спеціальність «Галузеве машинобудування»
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма
«Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

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

Ващенко Сергій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Удосконалення конструкції чизельного культиватора
2. Керівник роботи (проекту) Сало Василь Михайлович
докт. техн.. наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2026р
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищення технічного рівня чизельного культиватора
5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-4	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка змісту модернізації механізму регулювання та начіпного пристрою	01.03.26 – 05.04.26	
	Виконання конструкторської частини роботи	06.04.26 – 25.04.26	
	Розробка та оформлення графічного матеріалу роботи	26.04.26 – 15.05.26	
	Оформлення пояснювальної записки	16.05.26 – 01.06.26	

Дата видачі завдання

« 23 » 02 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 23 » 02 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Ващенко С.О.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			КЧМ 00.000. ПЗ	Пояснювальна записка	40	
A0			КЧМ 00.000 ВЗ	Культиватор чизельний	1	
				<u>Документація по складальних</u>		
				<u>одиницях</u>		
				Заново розроблена		
A1			КЧМ 00.070 СК	Механізм регулювання	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A3			КЧМ 00.406	Кронштейн	1	
A2			КЧМ 00.301	Маточина	1	
A3			КЧМ 00 501	Лапа		
				КЧМ 00.000 ВР		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи	
Розробив	Ващенко С.О.					
Перевірів	Сало В.М.					
Н. контр.	Артеменко Д.Ю					
Затвердив	Васильковський				ЦНТУ гр. ГМ -223-1	
					Літера	Аркуш
						6

Анотація

В роботі представлена інформація про технологічні процеси пов'язані з основним безвідвальним обробітком ґрунту. Приведений короткий аналіз поширених технічних засобів для їх реалізації. Приділена увага важливості забезпечення, як надійної так і якості виконання ними технологічного процесу згідно агротехнічних вимог.

Для покращення показників роботи чизельного культиватора запропонована його модернізація, яка полягає у переведенні конструкції машини з причіпного у начіпний варіант та розробку механізму регулювання глибини та інших складових, пов'язаних з даною трансформацією. Виконана розробка запропонованих конструкцій вказаних вузлів, відповідні креслення. Наведені необхідні технологічні, енергетичні, розрахунки та розрахунки на міцність, які певною мірою підтверджують працездатність запропонованих змін.

Передбачається, що запропонована конструкція начіпного чизельного культиватора матиме вищу надійність, маневреність та якість виконання технологічного процесу.

Ключові слова: ґрунт, чизельний культиватор, оборотна лапа, якість.

Abstract

The paper presents information on technological processes related to the main landfill-free tillage. A brief analysis of common technical means for their implementation is given. Attention is paid to the importance of ensuring both reliable and quality of their implementation of the technological process in accordance with agrotechnical requirements.

To improve the performance of the chisel cultivator, its modernization is proposed, which consists in transferring the design of the machine from the trailed to the trailed version and developing a depth adjustment mechanism and other components related to this transformation. The proposed designs of the specified nodes, the corresponding drawings, have been developed. The necessary

technological, energy, calculations and strength calculations are given, which to some extent confirm the efficiency of the proposed changes.

It is assumed that the proposed design of the mounted chisel cultivator will have higher reliability, maneuverability and quality of the technological process.

Key words: soil, chisel cultivator, reversible paw, quality.

					КЧМ 00.000 ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
	Вступ	8
2	Стан питання щодо модернізації чизельного культиватора	10
2.1.	Аналіз існуючих конструкцій чизельних культиваторів	10
2.2.	Зміст технічного удосконалення конструкції чизельного культиватора	19
2.3	Основні технічні вимоги до чизельного культиватора.	20
2.4	Аналіз призначення та будови чизельного культиватора, який пропонується до використання	21
2.5.	Технічна характеристика чизельного культиватора	23
3.	Конструкторська частина	24
3.1	Технологічні розрахунки	24
3.1.1	Розрахунок розташування робочих органів на чизельному культиваторі	24
3.2.	Силовий аналіз механізмів чизельного культиватора	29
3.2.1.	Розрахунок механізму підіймання чизельного культиватора	29
3.2.2	Розрахунок опорного колеса	32
3.3.	Розрахунки на міцність	34
3.3.1.	Розрахунок с-подібної стійки оборотної лапи	34
3.4.	Перевірка обраного ґрунтообробного агрегату на поздовжню стійкість	36
	Висновки по розділу	39
	Література	40
	Додатки	42

Вступ

Подальший прогрес рослинницької галузі значною мірою визначається рівнем її матеріально-технічного забезпечення, насамперед ступенем розвитку національного сільськогосподарського машинобудування. Вітчизняне аграрне машинобудування нині перебуває на етапі глибоких структурних перетворень і орієнтоване на максимальне задоволення потреб агропромислового виробництва. Програма створення технологічних комплексів машин та обладнання для агропромислового комплексу передбачає доведення рівня забезпеченості аграрних підприємств технікою вітчизняного виробництва до 90 %. Наразі в структурі випуску сільськогосподарських машин домінують енергетичні засоби, частка яких становить близько 55 %. У новітніх розробках українських машинобудівників відображені актуальні напрями розвитку механізації рослинництва з урахуванням умов України.

Ключову тенденцію інтеграції технологій і засобів механізації агропромислового виробництва продукції рослинництва на сучасному етапі можна охарактеризувати як орієнтацію на ресурсозбереження. Такий підхід зумовлює необхідність поглибленої диференціації сільськогосподарської техніки залежно від ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей вирощуваних культур і становить складну комплексну науково-технічну проблему. Відповідно до цього, основними напрямками розвитку механізації рослинництва в Україні є комплексне забезпечення галузі ефективними енергетичними засобами, впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, а також створення нових технологій і технічних рішень для використання окремих культур у енергетичних цілях.

					КЧМ 00.000.ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Ващенко С.			ВСТУП				Літера	Аркуш	Аркушів	
Перев.		Сало В.М.									8	
Н.контр.		Артеменко Д										
Затвер.		Васильковський			ЦНТУ, гр. ГМ -22з-1							

У технологічному аспекті важливим показником розвитку ресурсозберігаючих процесів є скорочення обсягів традиційного основного обробітку ґрунту, що передбачає розширення застосування безвідвальних знарядь до 50–55 % посівних площ [1, 2, 3]. Розроблені комбіновані багатоопераційні ґрунтообробні агрегати для передпосівного обробітку та багатофункціональні ґрунтообробно-посівні комплекси активно впроваджуються у виробництво. Їх використання дозволяє у 2–4 рази зменшити кількість проходів агрегатів по полю, скоротити витрати праці та паливно-мастильних матеріалів на 20–30 %, а також істотно зменшити тривалість виконання механізованих робіт.

Паралельно розробляються та впроваджуються екологічно безпечні способи механізації локально-дозованого внесення мінеральних добрив і захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб. Поширення набувають технології вирощування сидеральних культур, загортання соломи й інших органічних матеріалів у ґрунт із застосуванням відповідних технічних засобів, що дає змогу зменшити витрати на транспортування органічних добрив до віддалених полів. Активно розвиваються інтегровані системи захисту рослин.

Вагомим етапом у розвитку механізованих технологій стало створення технічного забезпечення систем точного землеробства, які дають змогу здійснювати моніторинг стану ґрунту та посівів на окремих ділянках поля й диференційовано вносити добрива відповідно до потреб рослин.

Для Степової зони України характерною залишається проблема постійного дефіциту ґрунтової вологи, зумовлена незначною кількістю атмосферних опадів. У зв'язку з цим у даній ґрунтово-кліматичній зоні особливо важливим є виважений вибір способів і прийомів основного обробітку ґрунту.

Одним із можливих шляхів часткового розв'язання цієї проблеми є застосування чизельних ґрунтообробних машин, які забезпечують глибоке розпушування ґрунту, формування мульчованого поверхневого шару, руйнування підорної підшви та створення сприятливих умов для накопичення вологи в зимовий період.

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

З метою вирішення зазначених завдань у даній дипломній роботі здійснено спробу розроблення конструкції сучасного чизельного культиватора, здатного забезпечити виконання наведених технологічних операцій.

2. Стан питання щодо модернізації чизельного культиватора

2.1. Аналіз існуючих конструкцій чизельних культиваторів

У процесі вирощування сільськогосподарських культур багаторазові проходи машинно-тракторних агрегатів по полю, а також використання лемішних плугів і плоскорізних знарядь спричиняють надмірне ущільнення ґрунту та порушення його структурного стану. Такий негативний вплив призводить до зниження водопроникності ґрунту, ускладнення газообміну між ґрунтовим середовищем і атмосферою, зменшення біологічної активності, що в кінцевому підсумку зумовлює значні втрати врожайності. Порушення ґрунтової структури супроводжується активізацією ерозійних процесів, унаслідок чого площі еродованих земель на території України щороку зростають.

Для покращення агрофізичного стану ґрунтів доцільним є періодичне їх глибоке розпушування з використанням знарядь чизельного типу. Разом з тим, наявні конструкції чизельних ґрунтообробних машин характеризуються підвищеними енергетичними витратами на виконання технологічного процесу та не завжди забезпечують належну якість обробітку ґрунту [4, 5]. Зниження тягового опору чизельних робочих органів за одночасного підвищення ефективності обробітку можливе за умови раціонального поєднання в їх конструкції коливально-ударних і ротаційних елементів розпушування, адаптованих до змін фізико-механічних властивостей оброблюваного ґрунтового середовища.

Обсяги безвідвального розпушування ґрунту без обертання скиби з використанням відповідних знарядь мають стійку тенденцію до зростання і

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

найближчим часом можуть досягти близько 50 % посівних площ Лісостепової зони України. Плоскорізи та чизельні розпушувачі доцільно ширше застосовувати в умовах недостатнього зволоження, на агрофонах з невеликою кількістю рослинних решток (до 30 ц/га) як альтернативу весняній оранці. Це дозволяє скоротити тривалість виконання основного обробітку ґрунту на 20–40 %, зменшити витрати пального на 6–12 кг/га та ефективно вирішувати питання захисту ґрунтів за умов обмеженого енергозабезпечення.

Сучасному виробникові сільськогосподарської продукції пропонується широкий спектр машин аналогічного функціонального призначення, які відрізняються конструктивними особливостями та мають власні характерні риси реалізації технологічного процесу. Доцільно розглянути окремі найбільш поширені та відомі конструкції таких машин.

На вітчизняних машинобудівних підприємствах серійно виготовляються ефективні ґрунтообробні знаряддя, оснащені плоскорізними та чизельними робочими органами, що підтверджується наведеними у таблиці 2.1 даними.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика деяких розпушувачів ґрунту

Показник, одиниці виміру	Агрегат ґрунтообробний чизельний	Плоскоріз-шілювач	Розпушувач	Чизельний плуг з приставкою	
Марка машини	АГЧ-4,0	ПЩН-2,5	КР-4,5	АЧП-2,5	АЧП-4,5
Ширина захвату, м	4,0	2,5	4,5	2,5	4,5
Глибина обробітку, см	до 45	до 35	до 20	до 35	до 35
Швидкість робоча, км/год	5...10	7...9	7...9	7...9	7...9
Продуктивність га/год	1,8...3,0	1,7...2,2	3,1...4,1	1,7...2,2	3,0...4,0
Маса, кг	1850	1860	1560	860	1310
Агрегатується з тракторами класу	5	3	3	3	5

Агрегат ґрунтообробний чизельний АГЧ – 4,0 (рис. 2.1) [6] - агрегат глибокого розпушування чизельний, призначений для усунення ущільнення ґрунту, що утворюється після роботи тракторів і сільськогосподарської техніки,

що заважає розвитку кореневої системи рослин, покращує структуру ґрунту і сприяє підвищенню врожайності с / г культур. Конструкція робочих органів дозволяє домогтися відносно низького витрат палива, до 20 л / га.

Агрегат забезпечує:

- глибоке розпушування ґрунту;
- поліпшення дренажних властивостей ґрунту;



Рис. 2.1. Загальний вигляд агрегату ґрунтообробного чизельного АГЧ – 4,0

- покращення газообміну в орному шарі ґрунту на глибину до 50 см;
- збереження максимально можливої кількості рослинних решток на поверхні поля;
- забезпечення належних умов для подальшого ефективного обробітку дисковими агрегатами.

У зазначених розпушувальних агрегатах використовуються результативні допоміжні робочі органи, призначені для подрібнення та вирівнювання верхнього шару ґрунту. Вагоме значення ця група машин має під час обробітку схилених земель з крутістю до 8°, зокрема при впровадженні контурно-меліоративних ґрунтозахисних систем землеробства. Серед імпортованих ґрунторозпушувачів простежується тенденція застосування параболічних чизельних робочих органів, установлених на фронтальній рамі (Rotation, Razol,

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

Deltaplow). Такий підхід є подальшим розвитком енергоощадних плугів типу Paraplow та їх вітчизняних аналогів — плугів-розпушувачів ПРПВ–3–50 і ПРПВ–5–50, використання яких дає змогу зменшити тяговий опір чизельного плуга на 10–15 %. Обробіток ґрунту зазначеними знаряддями сприяє накопиченню додаткових 12–15 мм продуктивної вологи й рекомендується до застосування, зокрема, в умовах півдня України (рис. 2.2) [7].

Ущільнення ґрунту ходовими системами сільськогосподарських машин у зоні Лісостепу України є одним із суттєвих факторів, що стримують ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Використання важких машинно-тракторних агрегатів на полях, особливо навесні, призводить до формування ущільнених шарів ґрунту на глибину до 1 м і більше.



Рис. 2.2. Агрегат на базі культиватора-розпушувача КР–4,5

Повторне виконання обробітку ґрунту на однакову глибину зумовлює формування підорного ущільненого шару, який майже повністю блокує проникнення вологи та повітря до нижчих горизонтів ґрунту.

Застосування комбінованих ґрунтообробних машин дає змогу замінити декілька одноопераційних агрегатів, що забезпечує скорочення витрат пального, трудових ресурсів і тривалості виконання технологічних операцій приблизно на

30 %, сприяє збереженню ґрунтової вологи та формуванню рівномірного за щільністю посівного шару ґрунту (рис. 2.3) [8].



Рис. 2.3. Комбінований ґрунтообробний агрегат Т-150 + КН-7,2

У ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепової зони найбільш ефективними зарекомендували себе комбіновані ґрунтообробні агрегати АКГМ-3,6, АКГМ-6,0, ККП-3,7, ККП-7,2, ККП-6, а також машини типу «Компактор», «Еурораск» і «Сераск». При цьому агрегати вітчизняного виробництва виявилися більш пристосованими до місцевих ґрунтово-кліматичних умов порівняно з імпортними аналогами.

У випадках, коли виникає потреба у більш інтенсивному обробітку верхнього шару ґрунту та ефективному подрібненні рослинних решток, останнім часом дедалі ширше застосовуються чизельні культиватори марок КР-4,5, КШН-3 і КШН-5,6. У конструкції таких машин до послідовно розташованих робочих органів додатково встановлюють дискові секції або окремі диски, що підвищує якість виконання технологічного процесу (рис. 2.4) [9].

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Рис. 2.4. Агрегат на базі чизельного культиватора КШН–3 у роботі

Такі ґрунтообробні знаряддя застосовуються під час основного або передпосівного обробітку ґрунту на глибину 6–16 см під зернові культури. Аналогічні чизельні культиватори широко використовуються і в країнах Західної Європи (Multitiller, Smaragd, Eurogruber). Ефективним прикладом є конструкція плуга-культиватора для пошарового розпушування ґрунту на глибину 16–24 см, розроблена професором Сисоліним П. В. на кафедрі сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ та серійно виготовлювана заводом «Агромаш» (м. Київ). Зазначений плуг-культиватор забезпечує рівномірне розпушення ґрунту по всій глибині обробітку за один прохід агрегату (рис. 2.5) [10].

Відомі також інші розробки та спроби практичного застосування ярусних ґрунтообробних машин, однак їх конструктивне виконання потребує високої точності виготовлення вузлів і деталей, що наразі залишається складним завданням для вітчизняних машинобудівних підприємств. За відсутності належної якості виготовлення такі машини не здатні забезпечити необхідну надійність і стабільність виконання технологічного процесу.



Рис. 2.5. Грунторозпушувач для пошарового обробітку ґрунту ГРН-2,9

Для роботи в умовах важких ґрунтів, а також на полях, засмічених великою кількістю грубих рослинних решток або камінням, рекомендується застосування чизельних машин, оснащених запобіжними пристроями різних конструктивних виконань. До представників такого типу техніки належать чизелі-глибокорозпушувачі виробництва Іспанії (рис. 2.6, 2.7) [11]. Зазначені машини можуть комплектуватися від п'яти до тринадцяти стояків розпушувальних робочих органів та обладнуватися зубчастими котками або дисковими боронами. Крім того, передбачена можливість встановлення робочих органів типу долото або різак.



Рис. 2.6. Загальний вигляд чизеля



Рис. 2.7. Робочий орган з

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

глибокорозпушувача (Виробництва Іспанії)

пружинним запобіжником

Подібний захист робочих органів, але на основі іншого конструкційного рішення, передбачений в конструкції чизельного плуга для безвідвального обробітку «CHIZELMASTER» (Рис. 2.8, 2.9 [12])



Рис.2.8. Чизельний плуг «CHIZELMASTER»



Рис. 2.9. Робочий орган з запобіжним пристроєм

Чизельний плуг «CHIZELMASTER» призначений для виконання безвідвального розпушування ґрунту на глибину до 28 см. Його використовують як для щорічного основного обробітку ґрунту за традиційною технологією, так і для усунення надмірного ущільнення ґрунтового профілю за умов мінімального обробітку, коли чизелювання доцільно проводити один раз на 5–7 років або один раз протягом ротації сівозміни.

Порівняно з відвальною оранкою, безвідвальний обробіток забезпечує збереження всіх рослинних решток на поверхні поля, які формують захисний рослинно-солом'яний покрив. Такий шар запобігає надмірному висушуванню ґрунту, зменшує вплив прямих сонячних променів, а також знижує інтенсивність водної й вітрової ерозії.

Плуг комплектується міцними стояками з пружинної сталі, встановленими на двопружинних амортизаторах. У разі наїзду на перешкоди стояки відхиляються, що захищає їх від пошкоджень. Під час роботи пружинні стояки здійснюють коливальні рухи, що сприяє більш ефективному розпушуванню орного шару ґрунту.

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

Чизельний плуг «ВІБРОМАКС» (рис. 2.10, 2.11) [13] розроблений для оперативного усунення проблеми ущільнення ґрунтів на значних площах. Найбільш доцільним є виконання чизельного обробітку в період осінніх польових робіт. Таке глибоке розпушування, окрім руйнування щільних підґрунтових прошарків і розпушення поверхні поля, покращує проникнення вологи та поживних речовин у ґрунт у зимовий період. Глибина обробітку становить до 20 см при роботі лапами та до 30 см при використанні доліт із кроком їх розміщення 36 см.

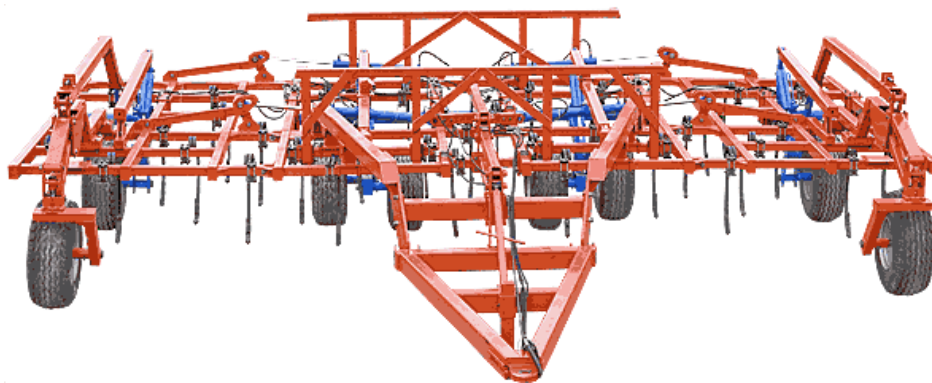


Рис. 2.10. Чизельний плуг "ВІБРОМАКС"



Рис. 2.11.
Робочий орган

У чизельному плузі "ВІБРОМАКС" використані робочі органи від відомого європейського виробника – італійської компанії BIANCHI. Двоспиральні стійки розміром 40×40 мм з прямим долотом 50×15×360 мм та спеціальним серцеподібним наконечником довжиною 130 або 180 мм забезпечують універсальне застосування плуга на різних типах ґрунтів, як при неглибокому обробітку стерні, так і при глибокому основному розпушуванні. Це дозволяє досягати ефективного перемішування та відмінного розпушування ґрунту. Чизельний плуг "ВІБРОМАКС" підходить як для стандартної, так і для безвідвальної обробки ґрунту.

Стійки такої конструкції мають низку переваг:

- завдяки С-подібній формі вони забезпечують хорошу рухливість і ефект перемішування;

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

- вібруючий спосіб обробітку сприяє самоочищенню, запобігає забиванню та полегшує занурення в ґрунт;
- передбачена інтегрована система захисту від каменів;
- мікровібрація знижує опір при обробці, що зменшує витрату тягової потужності трактора та економить паливо й мастильні матеріали.

Аналіз існуючих машин показує, що на ринку представлено достатньо варіантів для чизельного обробітку ґрунту, проте разом із позитивними конструкційними особливостями деякі з них мають недоліки:

- відносно велика металомісткість;
- ряд робочих органів долотовидної форми має конструктивні особливості, які підвищують тяговий опір машини;
- не всі машини здатні забезпечити виконання технологічного процесу на різних глибинах з дотриманням агротехнічних вимог;
- у деяких випадках робочі органи мають досить складну конструкцію.

Отже, на основі викладеного, доцільним видається удосконалення конструкції експериментального комбінованого культиватора, що дозволить виконувати якісний чизельний обробіток ґрунтів на глибину до 20 см у технологіях вирощування зернових культур.

2.2. Зміст технічного удосконалення конструкції

чизельного культиватора

Аналіз ґрунтово-кліматичних умов та технологій вирощування сільськогосподарських культур показує, що основною перешкодою для отримання високих урожаїв у більшості випадків є нестача вологи в ґрунтах. За даними багатьох науковців, одним із можливих шляхів часткового вирішення цієї проблеми є повернення до застосування чизельного основного обробітку ґрунту, який здатний більш глибоко та інтенсивно розпушувати ґрунт, мульчувати верхні шари подрібненими рослинними рештками, створювати оптимальні умови для запобігання вітровій та водній ерозії, а головне —

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

накопичувати достатню кількість вологи в зимовий період і зберігати її протягом усього періоду вегетації культурних рослин [1,2,3].

Технічною базою для розробки конструкції чизельного ґрунтообробного знаряддя виступає експериментальний важкий комбінований культиватор, у якого основними робочими органами є важкі культиваторні лапи на жорстких стояках. Аналіз його конструкції свідчить про можливість оснащення машини чизельними робочими органами на пружинних стояках. Кріплення нових робочих органів можна здійснювати безпосередньо до поперечних брусів рами за допомогою болтових з'єднань через спеціальні накладки. Для забезпечення правильного розташування чизельних робочих органів необхідно частково змістити опорні колеса вздовж ходу машини та застосувати гвинтові механізми регулювання глибини обробітку ґрунту. Враховуючи невеликі розміри багатьох фермерських полів та наявність у господарствах потужних тракторів із гідравлічними навісними системами, доцільним є виконання нової машини у навісному варіанті агрегування.

2.3. Основні технічні вимоги до чизельного культиватора

Призначення виробу: культиватор чизельний призначається для основного обробітку ґрунту з метою збереження вологи, зниження енерго- та трудовитрат і:

- може використовуватись у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України за винятком зон гірського землеробства;
- повинен відповідати вимогам ДСТУ 2189-93 «Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки»;
- навішування культиватора на трактор повинно здійснюватись одним трактористом;
- повинен мати стійке покриття, що забезпечує захист від корозії під час експлуатації;

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

- повинен забезпечувати якісний обробіток ґрунту при його вологості до 26%;
- повинен експлуатуватися згідно діючих стандартів та посібника експлуатації до нього;
- повинен відповідати вимогам ОСТ 23.2.161-87 «Культиватори для суцільного обробітку ґрунту. Загальні технічні умови».

2.4. Аналіз призначення та будови чизельного культиватора, який пропонується до використання

Чизельний культиватор призначений для розпушування важких та середніх ґрунтів при відсутності каміння, як у весняний, так і осінній період та часткового загортання в ґрунт органічних та мінеральних добрив.

Чизельний культиватор:

- агрегують з тракторами тягового класу 3-5. Спосіб агрегування – начіпний;
- можна експлуатувати на полях з ухилом до 8^0 на ґрунтах вологістю до 26% та твердістю до 3,5 МПа;
- має рамну конструкцію з трирядним рівномірним розташуванням чизельних робочих органів;
- складається з таких основних частин: рами, навісного пристрою, коліс, С-подібних стійок кріплення робочих органів, оборотних лап. До складу культиватора можуть входити додаткові робочі органи – котки, зубові борони, та інші;

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

Рама чизельного культиватора – зварна конструкція з пустотілих брусів. З'єднання культиватора з трактором виконується за допомогою навісної системи.

Транспортні габарити чизельного культиватора менше 4,4 м, що дозволяє безпечно транспортування по шляхах загального користування.

Переведення культиватора в транспортний стан і навпаки здійснюється з місця тракториста гідросистемою трактора.

Механізм регулювання глибини ходу робочих органів є гвинтова пара. При закручуванні або викручуванні гвинта міняється положення опорного колеса відносно рами. Один повний оберт гвинта забезпечує зміну глибини обробітку ґрунту на 15 мм.

Робочими органами є оборотні лапи з конструкційною шириною захвату 65 мм, мають індивідуальне кріплення до С-подібних стійок і можуть розпушувати ґрунт на глибину до 25см.

Додаткові робочі органи, які призначені для додаткового кришення попередньо розпушеного лапами ґрунту, розташовані позаду лап по всій ширині захвату культиватора.

В конструкції даного чизельного культиватора передбачається використання, як базових додаткових робочих органів – рубчастих котків. Конструкція кріплення котків передбачає можливість зміни тиску на ґрунт з боку ребер котків за допомогою натискних штанг з пружинами.

При комплектуванні чизельного культиватора, ступінь тиску на ґрунт додатковими робочими органами встановлюють залежно від стану ґрунту.

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

2.5. Технічна характеристика чизельного культиватора

Продуктивність за 1 год. основного часу, га/г	до 4,8
швидкість руху, робоча, км/год, до	12
Глибина обробітку, см, до	25
Коефіцієнт використання часу зміни, робочого	0,85
Обслуговуючий персонал, люд	1
Термін експлуатації, гарантійний (крім лап), місяців	24
Термін служби до списання, років	8
Наробіток на відмову, середній год	40
Оперативний щозмінний час технічного обслуговування, год	0,15
Вага культиватора, кг	1200
Просвіт дорожній, мм	300
Швидкість транспортна, км/год	15

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

3. Конструкторська частина

3.1. Технологічні розрахунки

3.1.1. Розрахунок розташування робочих органів на чизельному культиваторі

Робочі органи чизельного культиватора рухаються в злежаному, ущільненому ґрунті. Розпушування ґрунту оборотною лапою культиватора на відміну від дії корпусу плуга протікає без відділення від суцільного масиву розрізом, зробленим ножом та стінкою борозни, які точно обмежують ширину скиби ґрунту, яку руйнує корпус плуга. При роботі чизельної лапи, краї скиби ґрунту, що розпушуються, визначаються механічними властивостями ґрунту, розмірами та конструкційними особливостями і параметрами робочої поверхні оборотної лапи. При рухові лапи на певній глибині a , відбувається сколювання ґрунту попереду під кутом τ [14] (рис.3.1).

Багаторічний досвід та знання даних процесів дозволяють припустити, що кут нахилу робочої поверхні лапи α та кут тертя по ній ґрунту φ рівні між собою. Тоді можна вважати дійсною рівність

$$\tau = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2}, \text{ або}$$

$$\tau = 90^\circ - \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right) \quad (3.1)$$

де φ_1 – кут внутрішнього тертя ґрунту, рекомендоване значення $\varphi_1 = 50^\circ$;

α – кут піднімання (кришення), приймаємо $\alpha = 25^\circ$.

тоді

$$\tau = 90^\circ - (25^\circ + 50/2) = 40^\circ$$

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

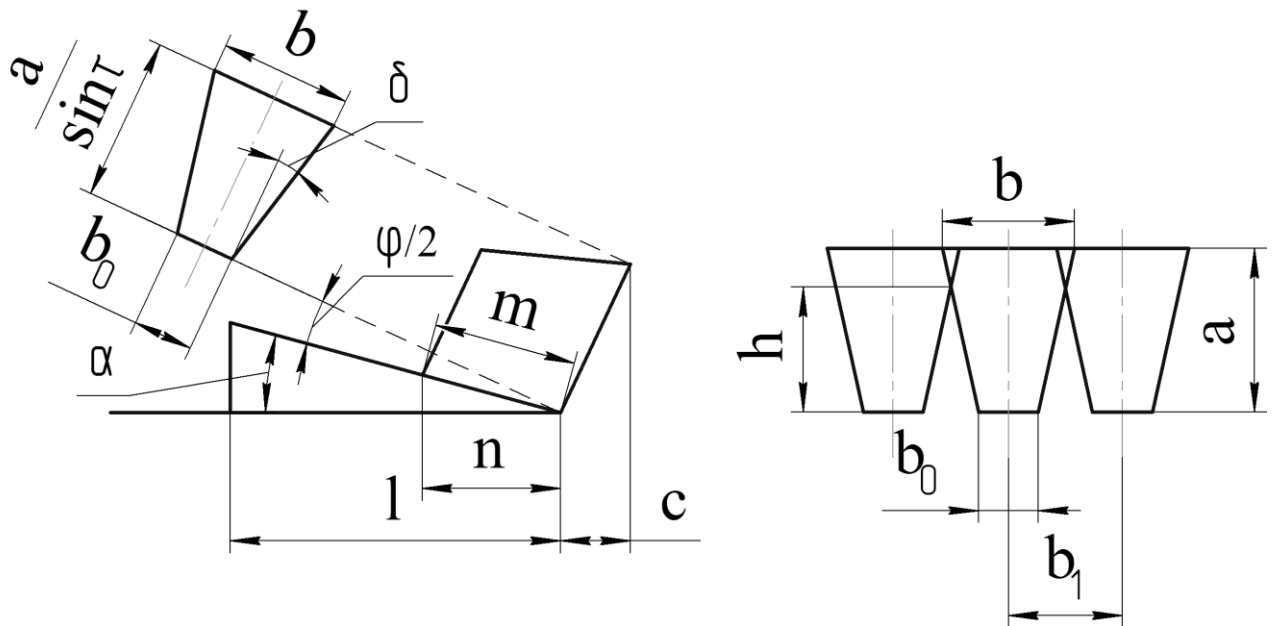


Рис. 3.1. Взаємодія лапи з ґрунтом

Перетин ґрунту, який розпушує лапа, можна представляти як рівнобоку трапецію з нижньою основою b_0 , що дорівнює ширині лапи, тобто $b_0=65$ мм, а її верхня основа b є шириною розпушеного ґрунту на поверхні поля. Кут, який знаходиться в площині сколювання ґрунту δ дорівнює половині внутрішнього кута тертя оброблюваного ґрунту

$$\Delta = \frac{\varphi 1}{2}$$

Довжину верхньої основи трапеції b можна визначити за формулою

$$b = b_0 + \frac{2atg\delta}{\sin\tau} = b_0 + \frac{2atg\delta}{\cos(\alpha + \frac{\varphi}{2})} \quad (3.2)$$

де a – глибина обробітку, заявлено технічною характеристикою машини

$$a = 250 \text{ мм.}$$

Підставивши відповідні значення, отримуємо

$$b = 65 + \frac{2 \cdot 250 \cdot \operatorname{tg} 25^\circ}{\cos 50^\circ} \approx 427,5 \text{ мм}$$

Розпушування ґрунту у поздовжньому напрямку попереду лапи розповсюджується на відстань C , яку розраховують як

$$C = a \cdot \operatorname{ctg} \tau \approx a \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \varphi / 2) \quad (3.3)$$

Підставивши відповідні значення, отримаємо

$$C = 250 \cdot \operatorname{tg}(25^\circ + 25^\circ) = 297,9 \text{ мм}$$

Щоб уникнути явища забивання простору між лапами ґрунтово-рослинною масою при роботі, визначимо відстань між сусідніми лапами по ширині захвату культиватора (рис.3.2.)

$$A \approx b_0 + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \varphi / 2}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (3.4)$$

Підставивши відповідні значення, отримаємо

$$A \approx 65 + \frac{2 \cdot 250 \cdot 0.414}{\cos 50^\circ} = 390 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань та з метою відповідності агротехнічним вимогам що до гребенистості поверхні обробленого ґрунту, а також рельєфу поверхні підорного горизонту приймаємо відстань між лапами по ширині захвату чизельного культиватора 150 мм., а між лапами одного ряду 450 мм.

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

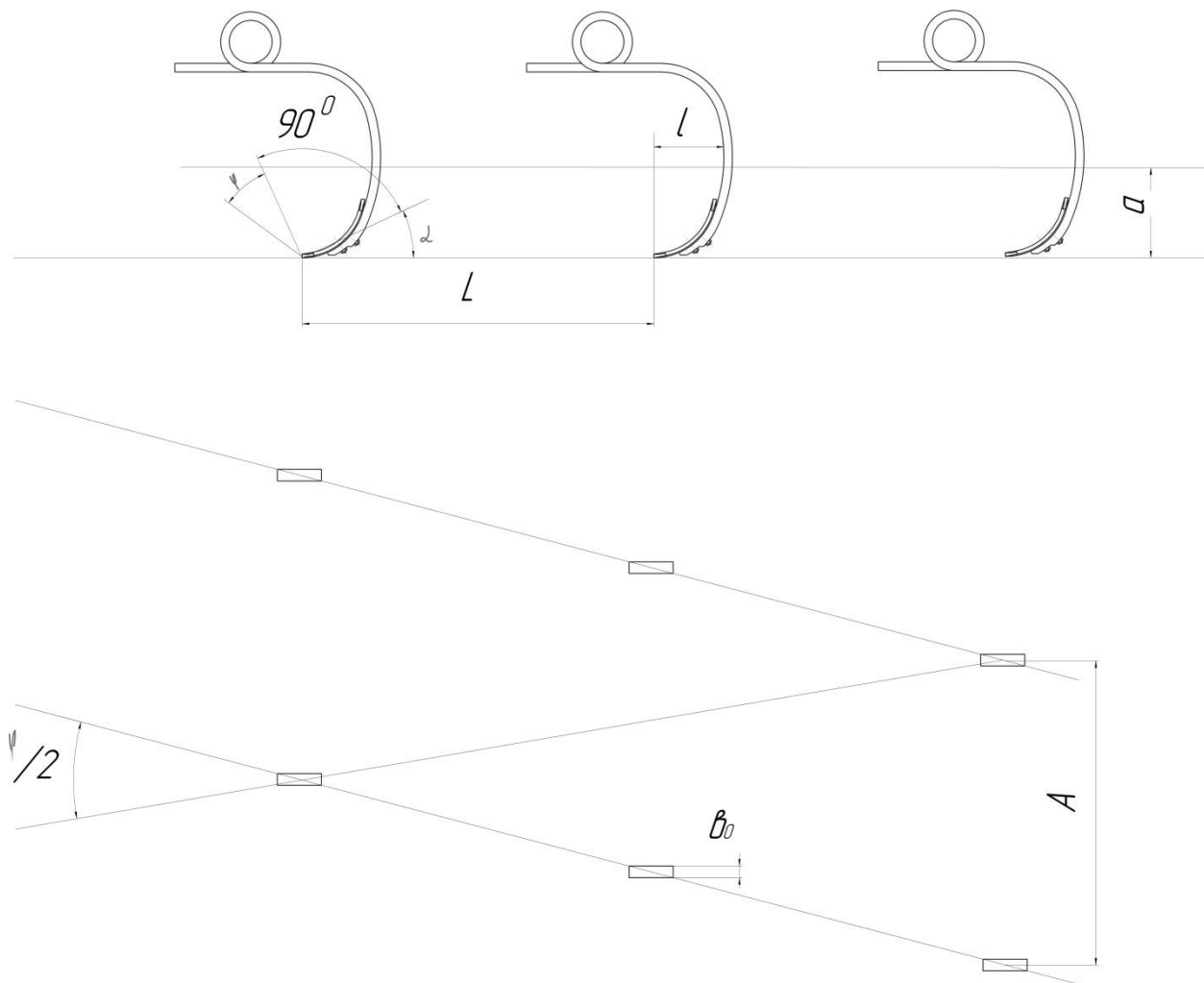


Рис. 3.2. Взаємне розташування лап на культиваторі в горизонтальній площині

Відстань між рядами лап визначимо з умови

$$L > a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + C \quad (3.5)$$

Підставивши визначені раніше значення, отримаємо

$$L > 250 \cdot \operatorname{tg}(25^\circ + 25^\circ) + 297,5 = 595 \text{ мм}$$

З конструкційних міркувань приймаємо відстань між передніми рядами 850 мм, а між задніми – 925 мм.

Розраховані теоретичним шляхом параметри взаємного розташування оборотних лап в запропонованій конструкції чизельного культиватора повинні

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

задовольняти вимогам надійного та якісного розпушування ґрунту на глибину до 25см при можливій наявності на поверхні поля допустимої агротехнічними умовами кількості рослинних решток.

Ширину захвату чизельного культиватора для суцільного обробітку ґрунту визначимо за формулою [14,15,16]

$$B = \eta \cdot P_T / q \quad (3.6)$$

де η – коефіцієнт, що характеризує ефективність використання тягового зусилля трактора, приймаємо рекомендоване значення $\eta = 0,8$;

P_T – тягове зусилля трактора, згідно з технічною характеристикою чизельного культиватора, його агрегування рекомендоване з тракторами тягового класу 3,0. При робочій швидкості 9 км/год тягове зусилля трактора становить 29кН;

q – опір ґрунту на ширині 1 м захвату культиватора. З урахуванням того, що до складу чизельного культиватора входять рубчасті котки, то згідно рекомендацій приймаємо $q = 5,5\text{кН/м}$ [17].

Підставивши значення отримаємо

$$B = 0,8 \cdot 29 / 5,5 = 4,21 \text{ м} \quad (3.7)$$

З урахуванням особливостей транспортування, приймаємо $B = 4 \text{ м}$.

Оборотні лапи на рамі культиваторі розташовані у три ряди.

Загальна кількість робочих органів становить

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$n = B / b \quad (3.8)$$

де B – загальна ширина захвату культиватора;

b – технологічна ширина захвату одної оборотної лапи.

Підставивши попередньо отримані значення, маємо

$$n = 4000 / 150 = 26,6$$

Приймаємо загальну кількість лап на культиваторі $n = 26$

3.2. Силевий аналіз механізмів чизельного культиватора

3.2.1 Розрахунок механізму підймання чизельного культиватора

Щоб визначити сили, які діють на окремі елементи конструкції культиватора скористаємося схемою (рис.3.3)

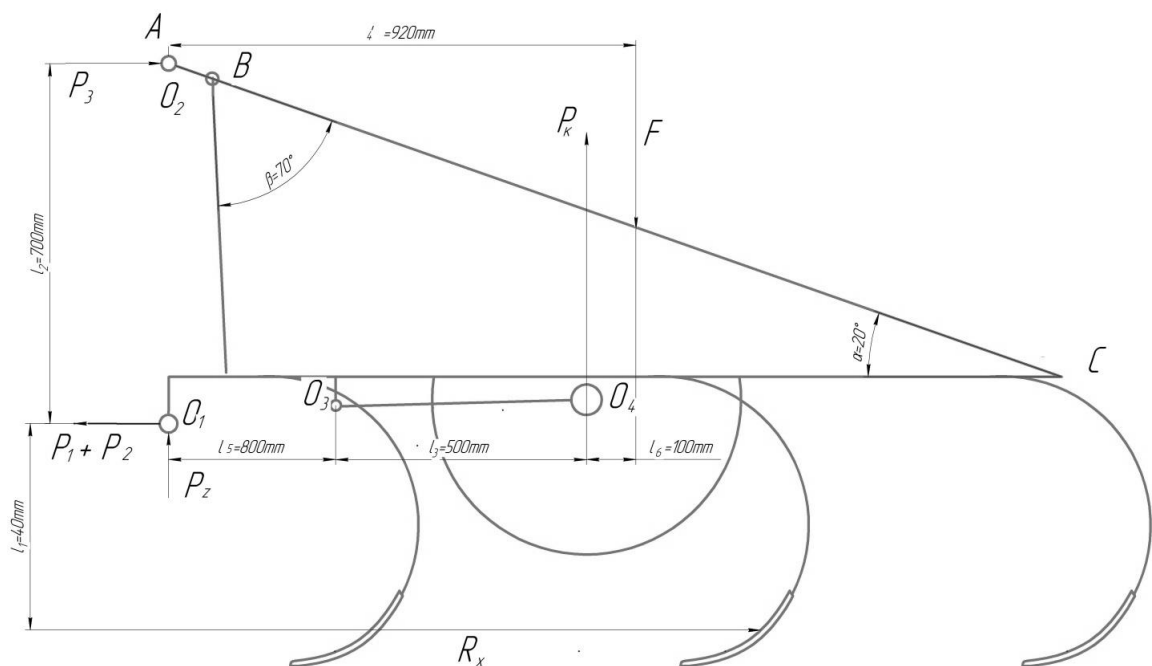


Рис. 3.3. Схема для силового аналізу механізмів начіпного культиватора

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Сумарна сила, що діє на культиватор [18,19]

$$F = G + Q + Q_1 \quad (3.9)$$

де G - маса чизельного культиватора;

Q – маса ґрунту, який знаходиться над робочими органами;

Q_1 – зусилля, яке витрачається на відрив шару ґрунту від масиву.

Маса ґрунту, яке знаходиться над робочими органами становить

$$Q = a \cdot v^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \gamma \cdot q \cdot n / 2 \quad (3.10)$$

де a - глибина обробітку ґрунту, 25см;

v – ширина захвату однієї лапи, 15см;

n – кількість лап, 26;

q – питома вага ґрунту, 1,4т/м³.

Зусилля, яке необхідно для відриву шару ґрунту орієнтовно дорівнює масі самого ґрунту

$$Q \approx Q_1$$

Таким чином

$$F = G + 2(a \cdot v^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha \gamma \cdot q \cdot n / 2)$$

Підставивши значення, маємо

$$F = 1200 + 2 \cdot (0,2 \cdot 0,42^2 \cdot 1,38 \cdot 1400 \cdot 11/2) = 1881,6 \text{ кг} = 18816 \text{ Н}$$

Визначивши рівнодіючу F , маємо можливість розрахувати реакції на колесах та нижньому шарнірі начіпного пристрою

$$P_K = F \cdot l_4 / (l_3 + l_5) \quad (3.11)$$

$$P_Z = F \cdot l_6 / (l_5 + l_3) \quad (3.12)$$

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

Підставивши значення і визначивши довжину плечей з креслень загального вигляду культиватора отримаємо

$$P_K = 18816 \cdot 920 / (500 + 800) = 13315 \text{ Н} = 1331,5 \text{ кгс}$$

$$P_z = 18816 \cdot 100 / (500 + 800) = 1447 \text{ Н} = 144,7 \text{ кгс}$$

Можна припустити, що $P_1 + P_2 = R_x = P_{\text{культ.}}$,

де $P_{\text{культ.}} = q \cdot B = 550 \cdot 4 = 2200 \text{ кгс}$

q – питомий тяговий опір культиватора на одиницю ширини захвату

Зусилля, яке діє в верхньому шарнірі начіпного пристрою визначимо скориставшись рис.3.3.

$$P_3 = R_x \cdot l_1 / l_2 \quad (3.13)$$

$$P_3 = 2200 \cdot 0,4 / 0,7 = 1257 \text{ кгс.}$$

Максимальний згинаючий момент $M_{\text{зг}}$, діє на поздовжню тягу начіпного пристрою в перетині В, і рівняється

$$M_{\text{зг}} = P_3 \cdot \sin \alpha \cdot l = 1257 \cdot 0,34 \cdot 0,15 = 64,1 \text{ кГсм} = 641 \text{ Нм} \quad (3.14),$$

де $\alpha = 20^\circ$ – кут між напрямком дії сили P_3 і поздовжньою віссю тяги;

$l = 15 \text{ см}$ – відстань між шарнірами А і В

Сила N , яка тисне на поздовжню тягу АС, рівняється

$$N = P \cdot \sin(\alpha + \beta) / \sin \beta = 1257 \cdot 0,98 / 0,94 = 1310 \text{ кгс}, \quad (3.15)$$

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

де $\beta = 70^\circ$ – кут у вертикальній площині між поздовжньою тягою і розкосами.

Зусилля, які діють у розкосах націпного пристрою будуть рівні

$$S = P_3 \cdot \sin \alpha / 2 \cdot \cos \gamma = 1257 \cdot 0,34 / 2 \cdot 0,8975 = 191,7 \text{ кгс}, \quad (3.16),$$

де $\gamma = 26^\circ$ – половина кута між розкосами націпного пристрою

3.2.2 Розрахунок опорного колеса

Для визначення геометричних параметрів коліс необхідно враховувати навантаження, які передаються на них від маси машини та сил, що діють на робочі органи. Величина навантаження на кожне колесо визначається схемою їх розміщення.

Під час розташування коліс слід забезпечити достатню стійкість машини та якомога рівномірніший розподіл навантажень між опорними елементами. У випадку, коли рівнодійна сил ваги та сил опору робочих органів проходить через нижню точку націпного пристрою, реакція на колесах дорівнює нулю. Якщо ж лінія дії сили, що впливає на робочі органи, розташована вище точки причеплення, навантаження на колеса може суттєво зрости.

При проектуванні коліс, на підставі інформації про навантаження, визначають ширину обода [19,20]

$$B \geq \frac{P_k}{G_0} \quad (3.17)$$

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

де G_o – допустимий питомий тиск на 1 сантиметр ширини обода, який дорівнює для стерні 45 кг/см;

P_k – навантаження на колесо, з попередніх розрахунків $P_k=1331,5/2=665,7$ кгс;

k – коефіцієнт тиску для різних типів коліс – для ґрунтообробних машин 3-4.

Підставивши значення, отримаємо

$$B \geq \frac{665,7}{45} = 14,8 = 148\text{мм}$$

Визначимо діаметр колеса

$$D = \left(\frac{P_k}{Bk} \right)^2 \quad (3.18)$$

Підставивши отримані значення, маємо

$$D = \left(\frac{665,7}{14,8 \cdot 4} \right)^2 = 124 = 1240\text{мм},$$

З урахування того, що більшість стандартних шин для сільськогосподарської техніки мають ширину ободу близьку до 220 мм, то отримуємо

$$D = \left(\frac{665,7}{22 \cdot 4} \right)^2 = 57,1 = 571\text{мм},$$

На підставі того, що перевантаження на колеса можуть бути тільки тимчасовими, то обираємо шину 8,40-15 з розмірами $B=218\text{мм}$, $D=777\text{мм}$, та робочим навантаженням 7602Н (775 кг).

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3.3. Розрахунки на міцність

3.3.1. Розрахунок с-подібної стійки оборотної лапи

Розраховуємо стійку лапи на згин

Діюче на оборотну лапу зусилля R_{zx} (рис. 3.4) при розрахунках перетину стійки слід подвоїти, враховуючи високу нерівномірність навантаження [19,20].

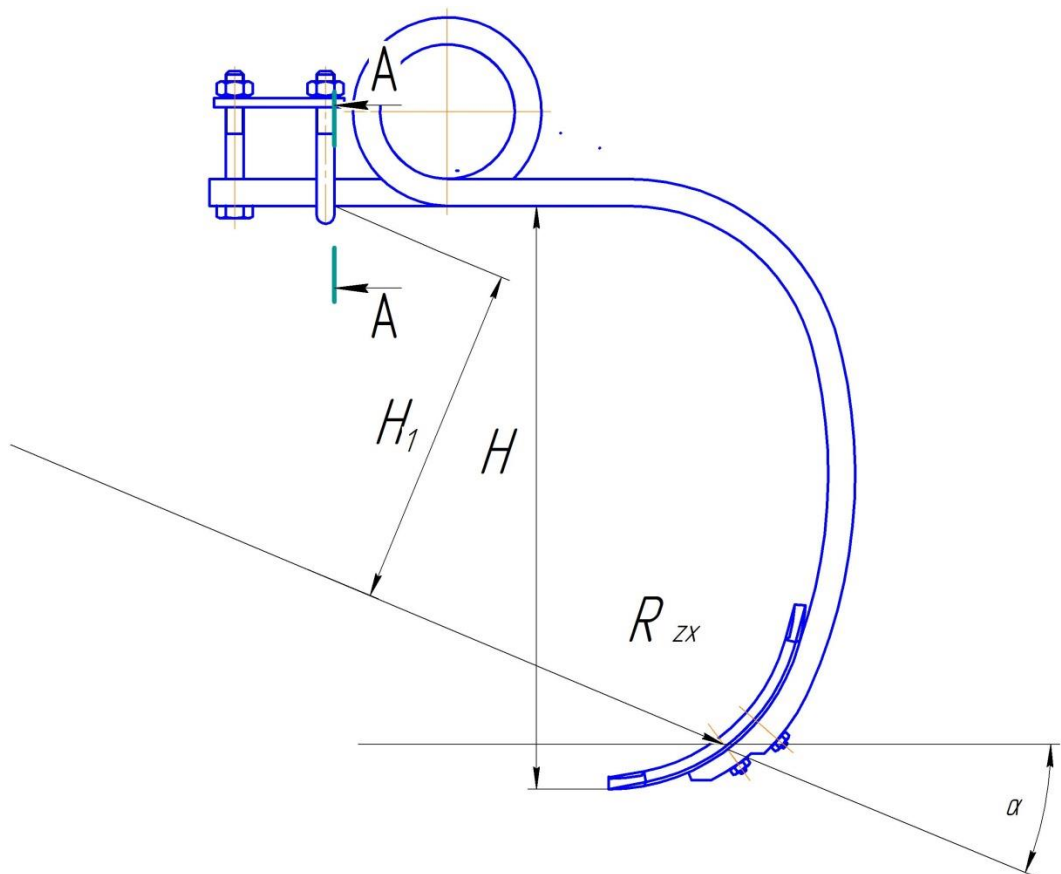


Рис.3.4. Схема для розрахунку стійки оборотної лапи

$$M_3 = 2 \cdot R_{zx} \cdot H_1 \quad (3.19)$$

де - $R_{zx} = R_x / \cos \alpha$ або

$$R_{zx} = q \cdot B / n \cdot \cos \alpha \quad (3.20)$$

де - R_x – горизонтальна рівнодіюча;

α – кут нахилу даної рівнодіючої до горизонту, рекомендоване значення 10° ;

q – опір, який приходить на 1 м ширини захвату культиватора. З попередніх розрахунків $q = 550$ кг/м;

B – ширина захвату культиватора, м

n – кількість робочих органів на культиваторі.

Перетворюємо формулу (3.19) і отримуємо

$$M_3 = (q \cdot B / n \cdot \cos \alpha) \cdot 2 \cdot H_1 \quad (3.21)$$

Підставивши розраховані значення, отримаємо

$$M_3 = (550 \cdot 4 / 27 \cdot \cos \phi) \cdot 2 \cdot 0,46 = 73,55 \text{ кг м} = 735.5 \text{ Нм}$$

Знаходимо необхідні параметри перетину стійки, враховуючи, що вона виготовлена з матеріалу Ст 5 Гпс з то $\sigma = 1600 \text{ кг/см}^2$.

Тоді

$$W = M_3 / \sigma = 73,55 \cdot 10^2 / 1600 = 4,59 \text{ см}^3$$

Приймаємо ширину поперечного перетину стійки 3 см, тоді довжина перетину

$$a = 6W / b^2 = 6 \cdot 4,59 / 3^2 = 3,06 \text{ см}$$

З урахуванням можливих і допустимих тимчасових перевантажень стійки в процесі роботи приймаємо стандартне значення $a \times b = 30 \times 30$ мм.

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

3.4. Перевірка обраного ґрунтообробного агрегату на поздовжню стійкість

Стійкість агрегатів з колісними тракторами оцінюється коефіцієнтом запасу поздовжньої стійкості X_n . При цьому стала положення і робота агрегату відповідає значенню коефіцієнта $X_n \leq 0.4$, а при значенні $X_n > 0.4$ агрегат втрачає стійкість [15]

Даний коефіцієнт визначається за формулою:

$$\tilde{O}_I = G_E \cdot a_I / G_O \cdot a_O \quad (3.22)$$

де G_E - маса начіпного чизельного культиватора (12.00 кН).(рис.3.5);

де a_I - поздовжня координата центру ваги начіпного культиватора, піднятого в транспортне положення відносно осі задніх ведучих коліс трактора (1.4 м.)

G_O - маса трактора (76 кН);

a_O - поздовжня координата розташування центру ваги трактора відносно осі ведучих коліс (0,813 м).

Тоді: $X_n = 12,0 \cdot 1,4 / 76,0 \cdot 0,813 = 0,26$

Оскільки одержали значення коефіцієнта $X_n < 0,4$ то маємо стійке положення трактора.

Перевіряємо навантаження на колеса трактора, задні і передні.

Навантаження на передні колеса трактора визначаємо за формулою:

$$N_{II} = (G_T \cdot a_T - G_K \cdot a_K - (G_T + G_K) f \cdot r_{II}) / l, \quad (3.23)$$

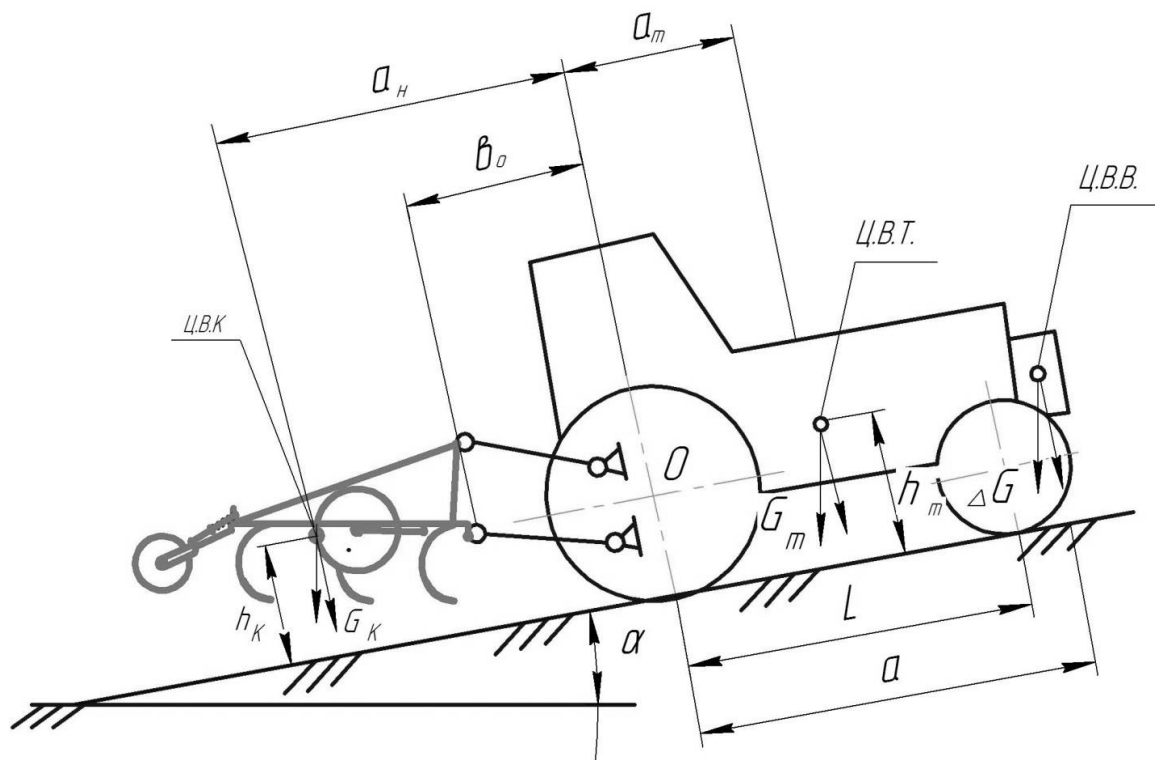


Рис.3.5. Розрахункова схема агрегату, який рухається на підйомі.

де f – коефіцієнт перекочування (рекомендоване значення 0,2);

r_{II} - радіус кочення ведучих коліс трактора (0,64 м);

l - поздовжня база трактора (2,86м).

$$N_{II} = (70,0 \cdot 0,83 - 12,0 \cdot 1,4 - (70,0 + 12,0) \cdot 0,2 \cdot 0,73) / 2,45 = 12,0 \text{ кН}$$

Не перевищує допустиме навантаження $12,2 > 12,0$

На задні колеса розраховуємо за формулою:

$$N_3 = G_T + G_K - N_{II} = 70,0 + 12,0 - 12,0 = 70 \text{ кН} \quad (3.23)$$

Оскільки допускається тривале перевантаження на 40% то умова виконується.

Розрахуємо критично допустимий кут нахилу схилу за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{гран}} = [\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}} (1 - X_{\text{II}}) / (1 + S_{\text{II}})] - f \quad (3.24)$$

Де

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}} = a_m / h_m; \quad (3.25)$$

a_{δ}, h_{δ} - горизонтальна та вертикально координати центру ваги трактора відповідно (0,813 і 0,95м);

$$S_{\text{II}} = G_K / (G_T) \quad (3.26)$$

Згідно (3,26) та (3,25)

$$S_{\text{II}} = 12 / 70 = 0,17$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}} = 0.813 / 0.95 = 0.856$$

Тоді згідно (3.24)

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{гран}} = [0.856 \cdot (1 - 0.26) / (1 - 0.17)] - 0.2 = 0.56$$

$$\alpha = 30^{\circ}$$

Враховуючи те, що на поляж можуть бути схили величина яких не перевищує 8° , то ґрунтообробний агрегат може надійно виконувати технологічний процес.

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Висновки по розділу

Використання начіпного чизельного культиватора для суцільного обробітку ґрунту є ефективним заходом, спрямованим на зменшення витрат у процесі виробництва сільськогосподарської продукції. Це досягається за рахунок скорочення споживання пального й трудових затрат, підвищення рівня продуктивності праці та забезпечення більш високої якості обробітку ґрунтового шару. Водночас конструктивні особливості культиватора, зокрема його відносно невелика маса, забезпечують кращу маневреність агрегату, що є важливим чинником під час роботи на полях зі складною конфігурацією.

Результати виконаних конструкторських розрахунків свідчать про надійність роботи культиватора та підтверджують можливість його раціонального використання в агрегаті з тракторами тягових класів 3 і 5.

Застосування в конструкції комбінованого чизельного культиватора розпушувальних робочих органів дає змогу забезпечити однорідний за глибиною обробіток ґрунту й сформувати поверхню з заданими показниками якості відповідно до початкових вимог. Крім того, така конструкція сприяє руйнуванню ущільненого підорного шару та створює передумови для ефективного накопичення вологи в ґрунті протягом зимового періоду.

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ЛІТЕРАТУРА

1. . Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Шикула Н. К., Антоненко С. С., Андрієнко В. А., Андріяка Ю. В., Балаєв А. Д. та інші. Наукова монографія Під загальною редакцією доктора с.-г. наук, професора Шикули М. К. – К.: 1998.
2. Шикула М.К. Ґрунтозахисна система землеробства: Довідк. кн. – Х.: Прапор, 1987.-200 с.
3. Медведєв В.В., Бука А.Я., Губарева Д.І., Дерев'янко Р.Г. Ґрунтово-екологічні умови виробництва сільськогосподарських культур. / Під ред. Медведєва В. В.– К.: Урожай, 1991. – 175с.
4. Шевченко М.В. Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на умови росту та продуктивність культур зернопросапної ланки сівозміни в умовах лівобережного лісостепу України: Автореф. дис... канд. с.-г. наук. – К., 1997. – 22 с.
5. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. / ISBM966-383-042-5. Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005, 265с.
6. Агрегат ґрунтообробний чизельний АГЧ – 4,0.
<https://www.google.com/search?client=opera&q=6>
7. Культиватор-розпушувач КР-4,5.
<http://www.minagro.kiev.ua/page/?2289>
8. Культиватор напівнавісний КН-7,2.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiDiYic-s6SAxV4UVUIHaPmIScQFnoECC0QAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.avtomash.ru%2Fpred%2Fodessa%2Fkn72.htm&usg=AOvVaw0IRzk9_aN4qqncUDrbvZoQ&opi=89978449
9. Культиватор КШН-3-«Резидент» <https://traktorist.ua/catalog/obrobitok-gruntu-kultivator-galeschina-mashzavod-kshn-3-rezident-id122280>
10. Сисолін П.В. Конструкторські розробки нових вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічно-безпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні: [наукове видання]. Кіровоград : КОД, 2009. 128 с.
11. Чизелі-глибокорозпушувачі (Іспанія).
http://www.erna.com.ua/Soil_processing_machines.shtml
12. Чизельний плуг для безвідвального обробітку. CHIZELMASTER.
<http://dvagro.ru/goods/info/138936>
13. Чизельний плуг"ВІБРОМАКС"
14. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Т. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

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

15. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування: Підруч. Для студент вищ. навч. закл. із спец. «Машини та облад. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І.Черновола. Кн.1 Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

16. Проектування сільськогосподарських машин. Навчально-методичний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. – Кам'янець-подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. – 640 с. ISBN 978-611-539-016-8

17. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського виробництва”, „Експлуатація машинно-тракторного парку” для студентів спеціальності – 7.130102 – Агрономія / Укл: П.Г.Лузан, І.М.Осипов, В.М.Сало, С.М.Мороз.-Кіровоград КДТУ. 1999. – 44с.

18. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Т. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

19. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник / В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 560 с.

20. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машин.– Харків, 1987.– 270 с

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

ДОДАТКИ

					КЧМ 00.000.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		