

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр" на тему:

Обґрунтування параметрів конструкції та дослідження вібраційного копача коренеплодів

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-19
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Красан Роман Вікторович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище,

ініціали)

«_____» _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Красан Роману Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування параметрів, конструкції та дослідження вібраційного копача коренеплодів

керівник роботи Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«08» жовтня 2020 року № 2556

2. **Строк подання студентом роботи** 07.12.2020 р.

3. **Вихідні дані до роботи** Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих машин. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан проблеми та задачі досліджень. 2. Аналітичні обґрунтування кінематичних параметрів копача столових коренеплодів. 3. Програма і методика польових досліджень. 4. Результати польових досліджень. 5. Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність проекту. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. 2. Аналіз літературних і патентних джерел. 3. Теоретичні дослідження. 4. Програма і методика досліджень 5. Результати досліджень. 6. Економічні показники. 7. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Кравець В.В., доцент		
6	Вінніченко І.І., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 08.12.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 29.05.2020 р.	Виконав
2	Теоретичний	до 10.07.2020 р.	Виконав
3	Експериментальний	до 29.09.2020 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 16.10.2020 р.	Виконав
5	Економічний	до 02.11.2020 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 07.12.2020 р.	Виконав

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Фрм	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
A4		1	52.ДР.016.000000.ПЗ	Пояснювальна записка	92	
				Графічні матеріали		
		2	52.ДР.016.000002	Мета і задачі досліджень	1	
		3	52.ДР.016.000003	Аналіз існуючих конструкцій	2	
		4	52.ДР.016.000004	Теоретичні дослідження	1	
		5	52.ДР.016.000005	Програма досліджень	1	
		6	52.ДР.016.000006	Результати досліджень	1	
		7	52.ДР.016.000007	Економічні показники	1	
		8	52.ДР.016.000008	Висновки	1	

					52.ДР.016.000000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Красан Р.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пугач А.М.					4
Реценз.					ДДАБУ		
Н. Контр.		Теслюк Г.В.			Відомість дипломної роботи		
Затверд.		Теслюк Г.В.					

РЕФЕРАТ

Красан Р.В. Обґрунтування параметрів конструкції та дослідження вібраційного копача коренеплодів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

У першому розділі представлено агробіологічні властивості коренеплодів, огляд існуючих копачів коренеплодів, аналіз досліджень в галузі вібраційного підкопування.

У другому розділі проведено аналітичні обґрунтування кінематичних параметрів копача столових коренеплодів.

У третьому розділі представлено програму і методику проведення експериментальних досліджень.

У четвертому розділі приведено результати розрахунків, експериментальних досліджень і їх аналіз.

У п'ятому розділі розглянуті заходи безпеки при використанні копача коренеплодів, та заходи щодо покращення умов праці.

У шостому розділі виконано розрахунки техніко-економічних показників впровадження запропонованого вібраційного копача.

Ключові слова: *коренеплоди, копач, V-подібний, вібрація, коливання.*

Красан Р.В. Напрями діяльності органів публічної влади щодо охорони навколишнього середовища / Р.В.Красан /**Забезпечення сталого розвитку аграрного сектору економіки: проблеми, пріоритети, перспективи** : матеріали XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції 29-30 жовтня 2020 р. : В 2 т. – Том 2. – Дніпро : Видавничо-поліграфічний центр «Гарант СВ», 2020. - С. 106-108.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1 Агробіологічні властивості коренеплодів	10
1.2 Огляд існуючих копачів	13
1.3 Аналіз досліджень в галузі вібраційного підкопування коренеплодів...21	
Висновки.....	33
2 АНАЛІТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОПАЧА СТОЛОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ.....	35
Висновки.....	50
3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
3.1 Конструкція дослідного зразка машини	51
3.2. Визначення показників агрофону	52
3.3 Визначення показників кінематичного режиму.....	57
3.4 Показники використання технологічного процесу.....	59
Висновки.....	60
4 РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	62
4.1. Умови проведення досліджень	62
4.2. Загальні результати досліджень	63
4.3. Дослідження підкопування моркви копачем у активному режимі	64.

4.4. Перевірка достовірності впливу факторів, що вивчаються, на отримані результати	67
4.5. Визначення швидкості поступового руху	69
4.6. Енерговитрати механізму приводу коливань.....	71
Висновки.....	72
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	74
5.1 Організація охорони праці на підприємстві.....	74
5.2 Стан охорони праці на підприємстві.....	74
5.3 Аналіз виробничого травматизму в господарстві та причини нещасних випадків.....	75
5.4 Заходи безпеки при використанні копача коренеплодів.....	76
5.5 Заходи по покращенню умов праці.....	76
Висновки.....	79
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ.....	80
Висновки.....	85
ВИСНОВКИ ТА	ТА
ПРОПОЗИЦІЇ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88
ДОДАТКИ.....	93

ВСТУП

Актуальність теми. Збирання коренеплодів є однією з найбільш ресурсозатратних технологічних операцій в сільському господарстві. І внаслідок конструктивних та технологічних недосконалостей робочих органів і їх розташування сучасні машини не можуть в повній мірі задовольнити агротехнічні вимоги, які висуваються.

Застосування вібраційних копачів при викопуванні коренеплодів з землі сприяють зменшенню затрат на енергію та паливо, що витрачається на руйнацію ґрунту вібраційних зусиль обумовлює найменші затрати енергії на руйнування ґрунту, а також суттєво зменшують пошкодження плодів при відриві. Тому, саме цей технологічний процес потребує докладного аналітичного дослідження та подальшої розробки і впровадження вдосконалених вібраційних викопуючих робочих органів.

У порівнянні з іншими способами викопування вібраційне викопування коренеплодів мають ряд переваг, зокрема, значно менше накопичується ґрунт в робочому руслі копача та значно покращується процес оббивання налиплого

грунту з поверхні коренеплодів. Тому саме цей технологічний процес потребує докладного аналітичного дослідження та подальшої розробки вдосконалених вібраційних викопуючих органів.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є покращення якості збирання коренеплодів шляхом удосконалення копача на базі робочого органу V-подібної форми.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати огляд і аналітичні дослідження існуючих копачів різного виконання і призначення, вивчення їх конструкцій;
- теоретично обґрунтувати конструктивні параметри копача з умови виключення втрат і травмування коренеплодів;
- розробити конструкцію дослідного зразка копача;
- розробити методики проведення експериментальних досліджень;
- провести комплекс лабораторних і польових досліджень для визначення раціональних параметрів робочих органів;
- оцінити економічну ефективність впровадження конструкції в виробництво.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес взаємодії копача з ґрунтовим середовищем та коренеплодом, що в ньому знаходиться.

Предмет дослідження. Функціональні зв'язки геометричної форми копача та параметрів механізму приводу на якість підкопування коренеплодів.

Методики дослідження. Теоретичні дослідження проводились з використанням основних положень теорії машин і механізмів, вищої математики, теоретичної механіки. Експериментальні дослідження здійснювались в польових умовах з використанням математичного планування багатофакторного експерименту та на спеціально розроблених стендах і експериментальній установці в лабораторних.

Наукова новизна одержаних результатів.

- теоретично обґрунтовано конструктивні параметри копача з умови виключення втрат і травмування коренеплодів;

- розроблено конструкцію дослідного зразка копача;
- проведено комплекс лабораторних і польових досліджень для визначення раціональних параметрів робочих органів;

Практичне значення одержаних результатів. Практичну цінність має конструкція вібраційного копача коренеплодів.

1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Агробіологічні особливості коренеплодів

Так як коренеплоди має досить велика група рослин, то створити один копач для всіх - завдання скоріш за все неможливе. Ціль, що ми поставили перед собою полягає в тому, щоб забезпечити збирання найбільш масових коренеплодів, які, спираючись на їх форму тіла, можна умовно поділили на такі типи: морквяний, буряковий та редькоподібний.

Будова коренеплодів всіх типів однакова: головка у верхній частині з черешками листя та бруньками в основі, основне тіло і кінцева частина. Для коренеплодів всіх типів є характерною наявність бокових корінців. При збиранні, за винятком цукрового буряку, ці корінці легко відриваються.

Коренеплоди бурякового типу – овочі з округлою, округло-плоскою, овальною та подовженою формою тіла. Група представлена тільки цукровим і столовим буряком. У коренеплодів темно-красна м'якоть, яка передується з

світлими кільцями. Чим менше питома вага світлих кілець, тим вище харчова цінність кореня.

Коренеплоди морквяного типу – овочі з подовженою формою кореня, який може бути циліндричним, конічним, подовжено – конічним, веретеноподібним. При цьому кінцева (нижня) частина кореня може бути тупою або гострою. До коренеплодів даного типу відносять моркву та пряні коренеплоди (петрушка та ін.).

Редькоподібний тип – овочі округлої, реповидної та подовжено-конічної форми. До коренеплодів даного типу відносять редьку, редис, брукву, репу.

Найбільш перспективними з точки зору технологічних можливостей розробленого нами копача є морква, буряк, редька, та частково редис. Тому детальніше розглянемо особливості саме цих культур.

Морква вирощується прямим висівом у полі - на гребенях або без них. При посіві без гребенів використовується рядовий посів. В залежності від розміщення коліс трактора і робочих органів машин, що використовуються для догляду за посівами, відстань між рядами може бути 30-45 см і в ряду через 2,5-3 см (в залежності від призначення продукції). Найкращому методом є вирощування на гребенях, і посів у два ряди на одному гребені (ширина міжрядь при цьому способі 65-75 см, між рядами в рядку 6 см). Глибина посіву - 1-2 см. Норма висіву насіння на 1 м рядка за широкорядної сівби 0,15-0,2 г, за широкосмугової - 0,2-0,3 г (відповідно 100-200 та 200-300 шт. насінин на 1 м). При ранньовесняній сівбі, коли в ґрунті достатньо вологи, норму висіву зменшують, а на підзимових і травневих посівах збільшують на 20-25%.

Морква стійка до засухи, тому що має розвинену кореневу систему, що занурюється у ґрунт до 2,5 м у глибину і до 0,8 м у ширину. В сухий період ця система розширюється в пошуках води. В залежності від довжини сорта моркви поділяють на каротелі (5 – 8 см), напівдовгі (10 – 20 см) та довгі (більше за 20 см). Оптимальна відстань між коренями у рядку 15...20 см. Врожайність від 2,5 до 8,0 кг/м².

Буряк. Овочева, а також кормова і цукроносна культура. Її вирощують на всіх континентах, в Україні - у всіх землеробських районах, окрім Криму. За формою коренеплід буває округлий, плоский і циліндричний. Містить білка до 2%, цукрів 14,5%, солі калію, кальцію, магнію, фосфору. Розподіл цукру в коренеплоді нерівномірно: найменше його в голівці, де знаходиться багато азотистих сполук, що ускладнюють процес вироблення цукру з коренеплоду. Найбільший вміст цукру - в основі шийки і в центральній частині тіла коренеплоду. У нижньому відділі, особливо в хвостіку, кількість цукру знову знижується. Вирощують цукровий буряк в Україні, Киргизії, Росії, Грузії та інших країнах. На відміну від моркви в буряку немає каротину, але більше аскорбінової кислоти. Рослина волого - і світлолюбна, досить холодо- і засухоустійка. Буряк більш вимогливий до тепла, чим морква. Оптимальна температура для росту коренеплодів +16..+22°C.

Редиска є однією з найбільш ранньостиглих культур. Окремі ранньостиглі сорти дають товарну продукцію через 20-25 днів після з'явлення сходів. Насіння редиски на грядках висівають розкидним, вузькорядним (відстань між рядками 7—10 см) або широкосмуговим способом. Норма висіву - до 5 г/м.кв., глибина загортання 1-3 см (залежно від вологості ґрунту). На літніх посівах глибину загортання насіння збільшують до 3-4 см. До і після сівби ґрунт ущільнюють. Збирають редиску в 2-3 строки, коли коренеплоди досягнуть товарних розмірів (1,5 см у діаметрі). Скоростиглі сорти редиски часто використовують для ущільнення інших культур (картоплі, цибулі з сіянки, моркви та ін.) і як маячну культуру. В останньому випадку насіння її висівають (2-3% від основної культури) одночасно з морквою, петрушкою, цибулею тощо. Сходи редиски з'являються на 10-15 днів раніше основних культур, а це дає змогу швидше проводити мірядний обробіток. Проте механізоване збирання в такому разі виконати не можливо.

Редьку широко використовують як компонент багатьох страв, особливо для приготування салатів.

Редьку літню висівають рано навесні. Спосіб сівби - широкорядний (30-45 см), широкосмуговий (ширина міжрядь 45 см, смуги - 5-12 см) або стрічковий (30+15+15+15; 45+15+15+15 см). Норма висіву насіння за широкорядного способу сівби становить 0,4-0,6 г/ м.кв., за широкосмугового і стрічкового - 0,6-1,0 г/м.кв. Насіння загортають на глибину 0,5-1,5 см. Після сівби ґрунт ущільнюють. Догляд за рослинами такий самий, як за редискою.

Особливістю вирощування є те, що в рядках і смугах рослини проривають на відстані 4-5 см і в період вирощування міжряддя 2-3 рази розпушують.

Урожай редьки збирають за один або два прийоми, коли діаметр коренеплодів досягне 3-5 см. Відразу після вибирання на них обрізують листки, довгі корінці, сортують на товарні і нетоварні. Перші використовують за призначенням. Коренеплоди редьки літньої зберігаються краще, ніж редиски.

Редьку зимову в умовах України, як правило, висівають як повторну і післяжнивну культуру. Оптимальний строк сівби насіння – кінець червня - перша половина, а в південних областях - і друга половина липня.

Спосіб сівби - широкорядний (30-45 см), широкосмуговий (ширина міжрядь 45 см, смуги - 5-12 см) або стрічковий (20+50 см). Норма висіву насіння - 0,4-0,5 г/м.кв., глибина загортання - 2-3 см (залежно від вологості ґрунту). До і після сівби ґрунт ущільнюють. 1.2. Огляд існуючих копачів у розрізі їх можливого використання на збиранні столових коренеплодів.

1.2. Огляд існуючих копачів для збирання коренеплодів

Вивчення літературних джерел виявило значну кількість різновидів копачів клубне- та коренеплодів. Проте реально знайшла практичне застосування їх обмежена кількість: лемішні, дискові, ротаційні (вильчаті), V-подібні (об'ємні).

Основною задачею копача – винести на поверхню ґрунту підкопуваний коренеплід з мінімальними ушкодженнями і створити оптимальні умови для

його підбирання підбирачем. Оптимальними умовами для цього є те, що на поверхні ґрунту розміри винесеного коренеплоду будуть перевищувати розміри частинок ґрунту. В іншому випадку механізоване підбирання дуже ускладнюється. Проаналізуємо з цієї точки зору наведені у класифікації копачі.

1.2.1. Дискові та вильчаті копачі

У коренезбиральних машинах часто застосовуються дискові та вильчаті копачі. Механіко-технологічний принцип роботи копачів полягає в порушенні зв'язку коренеплоду з ґрунтом і здійсненні витягаючого зусилля для наступного переміщення коренеплоду.

Процес витягання копачами коренеплодів різних за розмірами відбувається по-різному.

Невеликі коренеплоди починають витягуватися уже в середній частині робочого русла і процес витягування відбувається за незначних витягуючих деформацій коренеплоду.

Великі, міцно зв'язані з ґрунтом коренеплоди витягуються в задній частині робочого русла, а деякі під час витягування зазнають безпосередньої дії поверхні робочих органів без прошарку ґрунту. При цьому відбувається пошкодження кореня

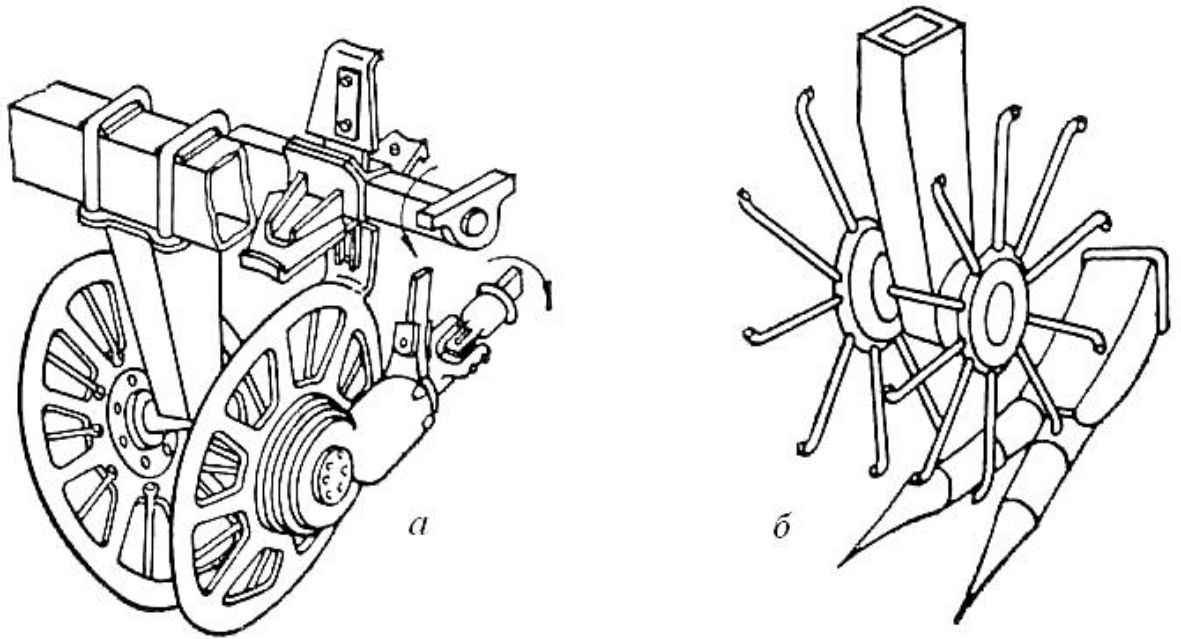


Рисунок 1.1 - Схема дискового (а) і вилкового (б) копача

Під час витягування коренеплоду вертикальна складова витягувальної сили повинна перевищувати сили опору, а діюча в горизонтальному напрямку сила не повинна перевищувати допустиму силу опору вигину

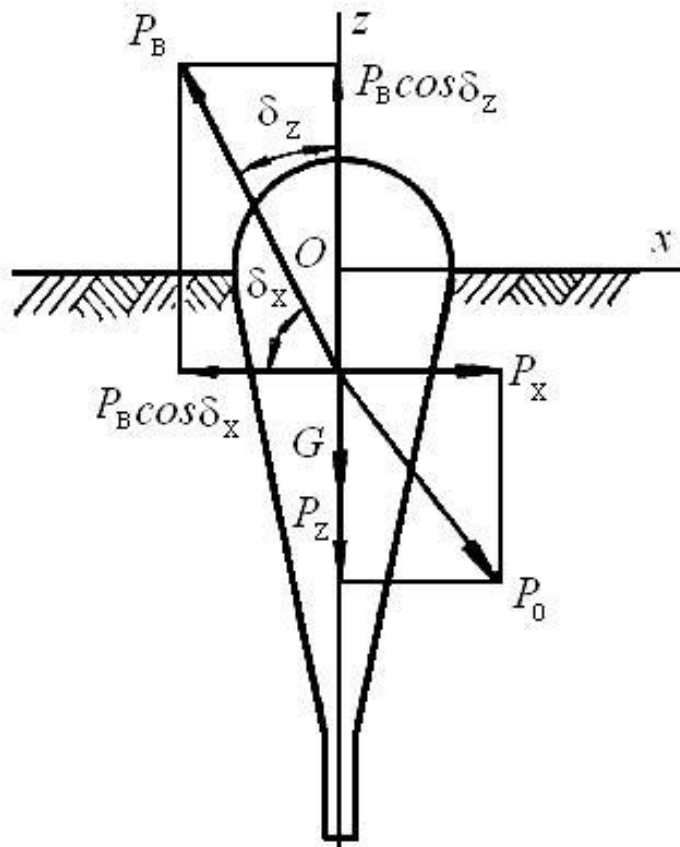


Рисунок 1.2 - Схема діючих на коренеплід сил при витягуванні копачем

Дискові копачі характеризуються такими параметрами: R - радіус сфери диска; r - радіус диска; $2c$ - мінімальна відстань між дисками; α - кут між лініями перетинання горизонтальної площини з площиною обертання диска (кут атаки) і β - кут між площиною диска і горизонтальною площиною (кут розвалення).

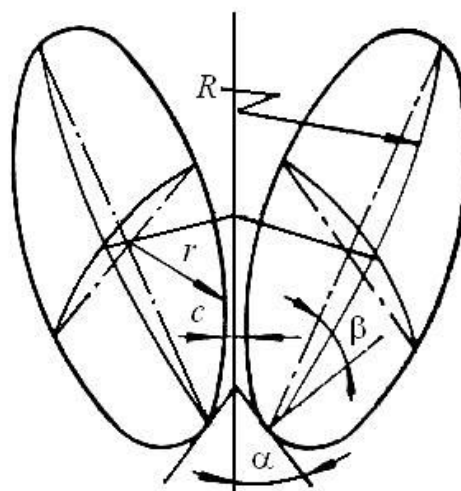


Рисунок 1.3 - Параметри дискових копачів

Якщо витягувальна сила більша від сили опору коренеплоду вертикальному переміщенню, то він витягується без пошкоджень, якщо менша, то кореплід не витягується і можливе його пошкодження різальними кромками копача.

Вилчасті копачі з обертовими конічними наконечниками характеризуються кутом розхилу осей вилок λ_0 , кутом розхилу твірних наконечників λ , кутом нахилу до горизонту площини, в якій розміщені їх осі α_0 , кутом конуса наконечника α , шириною розхилу a , довжиною русла копача l , швидкістю обертання наконечників ω .

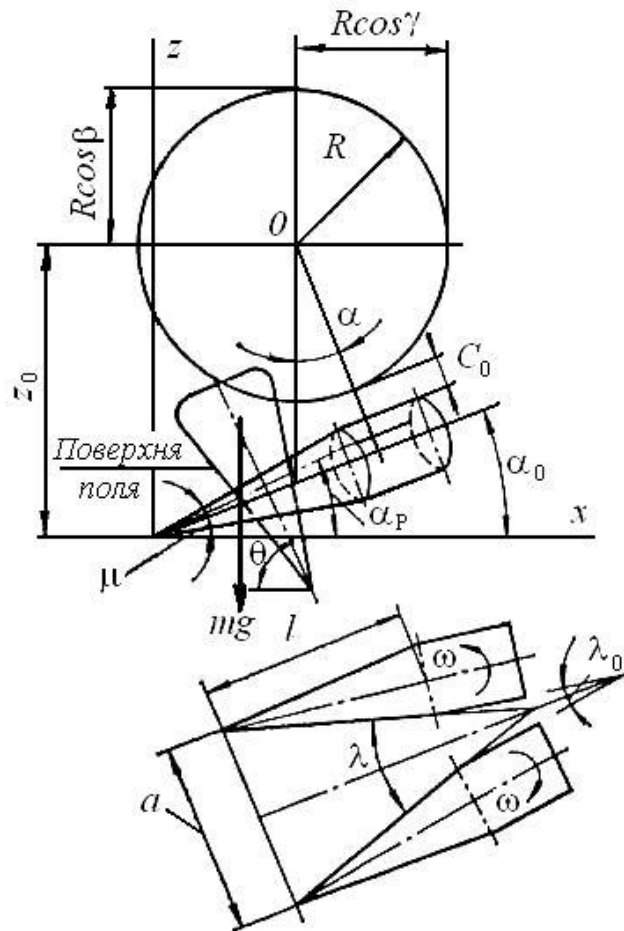


Рисунок 1.4 - Схема активного вилчастого копача

1.2.2. Лемішні копачі

Переважаюча кількість лемішів являють собою двогранний клин. За формою леміші бувають плоскі, кроноподібні, секційні. В практиці

машинобудування використовують в основному плоскі зі скошеною кромкою, як секційні, так і одиничні. Форма активного і пасивного лемішів однакова. Вадами пасивних є великий тяговий опір і скупчення ґрунту, активних – динамічна неурівноваженість.

У процесі роботи леміш підрізає шар ґрунту, розпушує його і передає разом з коренеплодами на сепаруючі пристрої, на які лягає основне навантаження по виділенню коренів з вороху. Тому якість роботи машини в цілому залежить від розпушення ґрунту. При розпушенні на комки, що за розмірами менші за корінь, їх можна сепарувати на звичайних транспортерах, при більших – треба застосовувати комкоподрібнювачі і ручне перебирання.

Основними параметрами плоского пасивного двогранного леміша є кут нахилу робочої поверхні α , довжина L , ширина B і кут розхилу 2γ (рис.1.1).

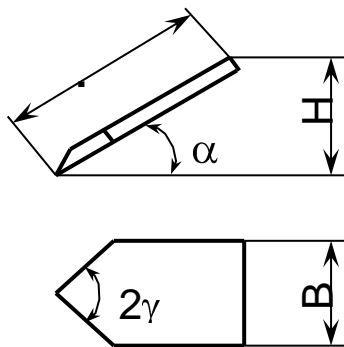


Рисунок 1.5 - Основні параметри плоского леміша

Одним з суттєвих недоліків копачів даного типу є великий тяговий опір. Як наслідок, стан ґрунтового середовища стає більш напруженим і це сприяє травмуванню коренів. Відомо два основних напрямки зниження тягового опору: підведення коливань і оптимізація профілю поверхні леміша.

Підведення коливань за даними Верняєва О.В. знижує тяговий опір на 25...30% і інтенсифікує процес сепарації. Дані про зміни у якості розпушення відсутні.

Оптимізація робочої поверхні леміша з використанням методів варіаційного обчислення вирішувались неодноразово. На основі теорії руху

часток ґрунту по поверхням робочих органів сільськогосподарських машин Василенка П.М. з урахуванням сил тертя між шарами ґрунту складено систему рівнянь, вирішення якої дало оптимальну форму поверхні (рис.1.2).

Використання даного профілю на експериментальній морквозбиральній машині, розробленій ХДТУСГ, дозволило знизити тяговий опір на 14,3% [12] у порівнянні з аналогічним за розмірами прямолінійним.

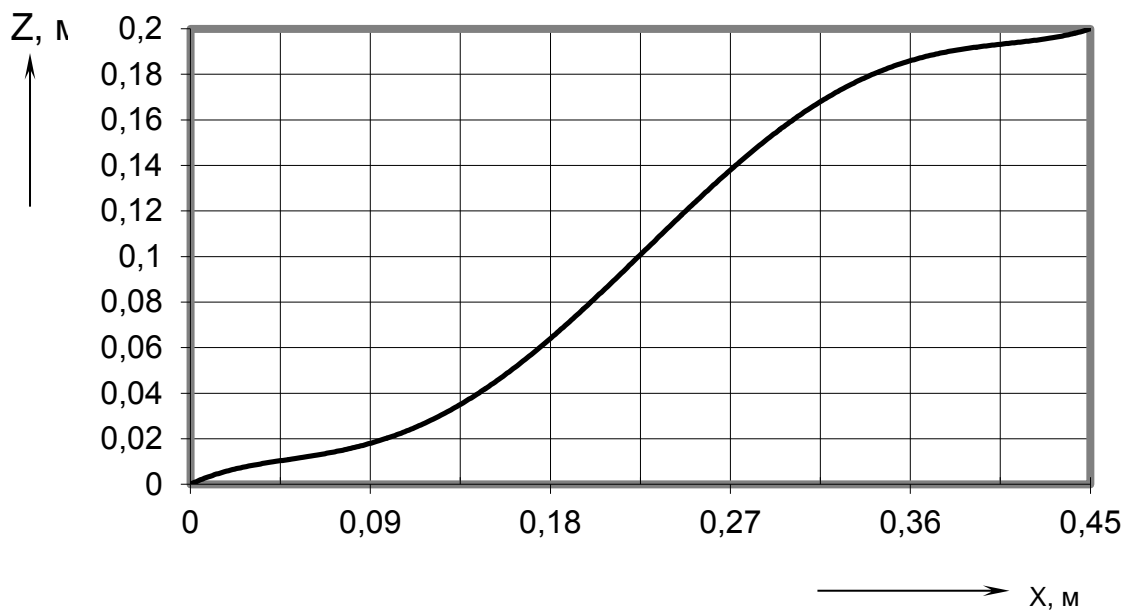


Рисунок 1.6 - Профільна лінія робочої поверхні леміша для підняття ґрунту з коренеплодом у повздовжньо-вертикальній площині

Білоруським державним агротехнічним університетом (БДАТУ) запропоновано використовувати для підкопування бульб активний леміш еліпсоїдної форми, що виконує коливання у поперечному (боковому) напрямку (рис.1.7). Дослідженнями [81] встановлено, що раціональною формою леза є крива, що описується рівнянням

$$\frac{X^2}{0,09} + \frac{Y^2}{0,04} = 1 \quad (1.1)$$

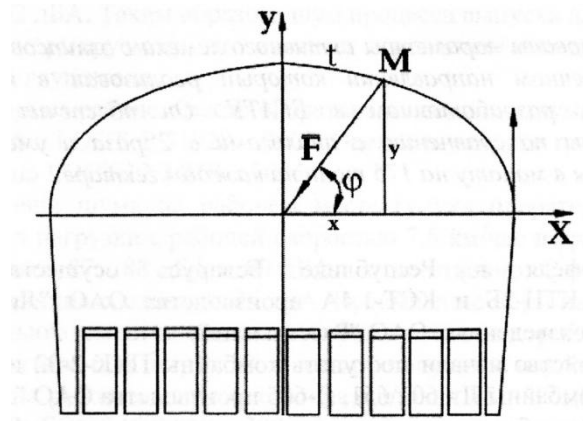


Рисунок 1.7 – Профіль леміша конструкції БДАТУ

Y - напрямок руху; X – напрямок коливань.

В результаті польових випробувань було відмічено зменшення тягового опору у 2 рази та зменшення надходження технологічної маси в машину на 175 т на гектарі.

Тригранні лемешкові копачі використовують як одиночні так і дволемешкові. Одиночні, як правило, використовують в машинах теревильного типу для порушення зв'язків коренеплоду з ґрунтом. Дволемешкові – у бурякопідійомниках вижимної дії, наприклад СНС-2.

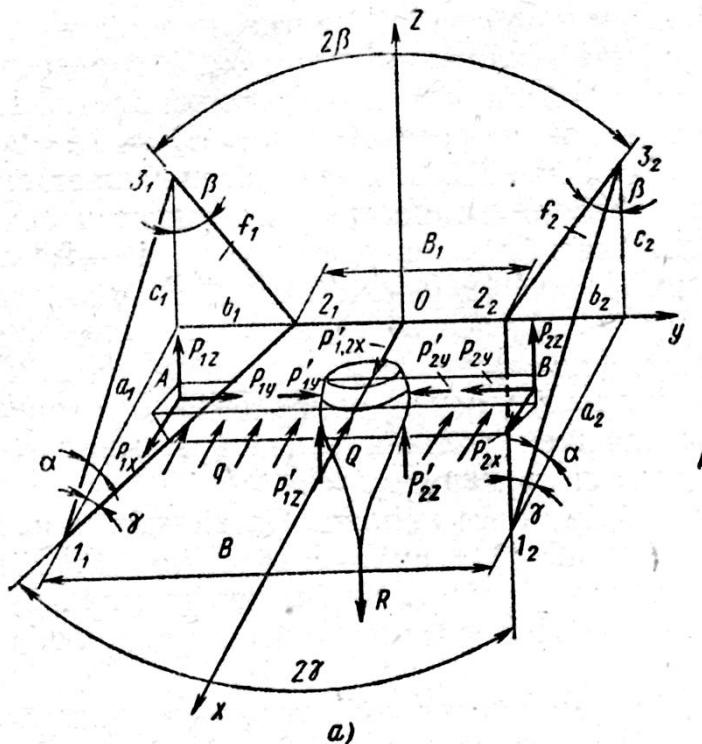


Рисунок 1.8 - Розрахункова схема дволемішного копача на основі тригранних клинів.

Дволемешкові можуть бути представлені як спарені тригранні клини (рис.1.8), робочі поверхні яких (f_1, f_2) утворюють русло, що звужується вздовж осі рядка. Основними параметрами, що визначають якість роботи копача є кут атаки 2γ , кут розвалу 2β та кут різання α , а також відстань між носками клинів B .

Оптимальне положення робочих площин визначається системою рівнянь

$$f_1 = X_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma + Y_1 + Z_1 \cdot \operatorname{tg} \beta + 0,5B - b_1, \quad (1.2)$$

$$f_2 = X_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma + Y_2 + Z_2 \cdot \operatorname{tg} \beta - 0,5B + b_2. \quad (1.3)$$

Таким чином лемішні копачі можна використовувати на підкопуванні столових коренеплодів, але це потребує складних очисних пристроїв або ручного перебирання.

1.2.3. V- подібні у пасивному варіанті

В ДДАУ на прикінці 90-х років проводились експерименти по використанню V- подібного копача у пасивному варіанті (рис.1.9.) на підкопуванні картоплі.

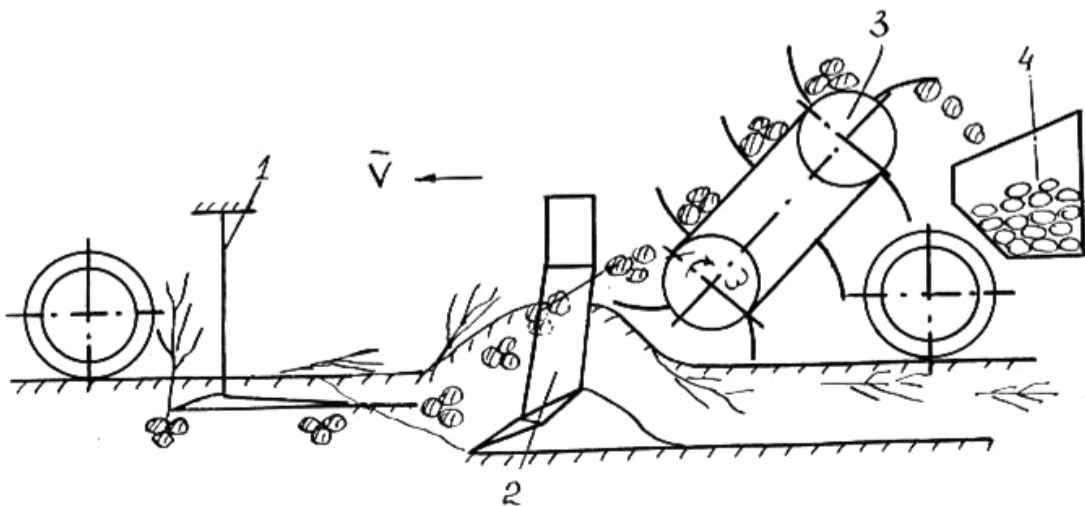


Рисунок 1.9 - Пасивний V- подібний картоплекопач

Роботи з пасивним варіантом були припинені так як експерименти показали, що такий копач працює тільки в межах чітко обумовлених ґрунтово-кліматичних умов і на підвищених швидкостях (3,5 м/с та більше).

1.3. Аналіз досліджень в галузі вібраційного підкопування коренеплодів

Аналіз теоретичних досліджень в галузі вібраційного підкопування коренеплодів вказує на те, що практично всі дослідження стосуються підкопування цукрового та кормового буряка, картоплі. Існуючі теоретичні розробки можуть бути використані при створенні копача для коренеплодів у разі уточнення та адаптації до умов їх збирання. Це дозволяє взаємозапозичувати результати досліджень.

Фундаментальні дослідження в галузі вібраційного підкопування розпочались наприкінці 60-х років 20 століття і були започатковані такими людьми, як Василенко П.М., Погорілим Л.В, Бреєм В.В. В їх роботі вперше було описано поперечні коливання коренеплоду за допомогою системи диференціальних рівнянь в часних похідних четвертого порядку. При розробці моделі коренеплоду було представлено як стержень змінного перетину з одним закріпленим кінцем та як тіло, що має пружні властивості.

Підсумувавши роботи відомих авторів, науковий колектив під керівництвом В.С. Ловейкіна прийшов до наступних висновків.

Вібрація є цілком реальним засобом інтенсифікації не тільки майже всіх процесів обробки ґрунту, але і ряду інших процесів, що дозволяють значно понизити їх енергоємність і підвищити ефективність.

Один з основних принципів, що визначають ефективність вібрації ґрунтообробних знарядь, полягає в тому, що частота вимушених коливань повинна випереджати природну частоту сколювання, тобто повинна дотримуватися умова, згідно якій довжина хвилі вібрації (шлях, на який

переміщається зняття протягом одного коливання) повинна бути менше довжини сколюваної ділянки, тобто шляху, на який просувається зняття за одне сколювання ґрунту. Ефект вібрації досягається тим легше, чим менше поступальна швидкість, більше частота вимушених коливань і розмір зняття та щільніше ґрунт.

Крім того, результати дослідів показали, що при використанні невібраційних ґрунтообробних машин з підвищеними швидкостями на нерівному рельєфі, а також машин з пружними системами навішування або зчеплення, випадках виникають вимушені коливання, довжина хвилі яких значно більше довжини сколюваної ділянки, і це викликає різке збільшення тягової потужності.

При підкопуванні коренеплодів вібраційним копачем, внаслідок коливального руху лемешів, ґрунт в зоні робочого русла інтенсивно розпушується, сили вилучення коренеплодів не виникають і тому не відбувається потрібної деформації стискання ґрунту у руслі копача. Таким чином, наявність ґрунту в робочому руслі не є обов'язковою умовою працездатності вібраційного копача. В цьому полягає основна відмінність вібраційного копача від копачів інших типів.

Виходячи з цього була запропонована конструкція копача [39], що доводила до коренеплоду коливання, що його розхитували, рис.1.10.

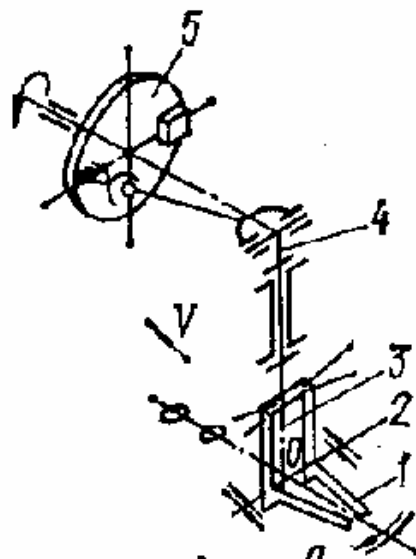


Рисунок 1.10 - Кінематична схема копача розхитуючої дії

Проте, створити дійсно працездатну машину на цьому принципі не вдалося: зв'язки коренеплоду з ґрунтом з успіхом порушались, а рух у напрямку поверхні не був стабільним. Крім того навіть не значні зміни механіко-технологічних властивостей ґрунту вимагали зміни кінематичного режиму копача.

Враховуючи недоліки наведеної вище конструкції, Булгаковим В.М. була створена теорія викопуючого робочого органу лемешкового типу, де знайдено умови вилучення коренеплоду з ґрунту при поступовому русі копача з урахуванням умов його не ушкодження. В названих працях отримано вираз для визначення допустимою швидкості поступового руху робочого органу при заданих його конструктивних параметрах. Складені диференціальні рівняння, що описують кутові коливання коренеплоду навколо його точки закріплення, які виникають під дією вертикальної збурюючої сили, що надається коренеплоду від вібраційного робочого органу, та тягового зусилля, що виникає внаслідок поступового руху копача. За результатами досліджень розроблено копач, конструктивно – технологічна схема якого представлена на рис. 1.11.

Конструкція вібраційного викопуючого робочого органу, побудована за принципом, за яким коливання його викопуючих лемешів здійснюються у повздовжньо-вертикальній площині з амплітудою і частотою, що можуть регулюватись у широких межах. Це дає можливість використовувати дані вібраційні викопуючі робочі органи на різних типах ґрунтів, які мають на момент збирання різні вологість і твердість. Крім того, дані робочі органи мають здатність самовстановлюватись відносно повздовжньої осі рядка коренеплодів, що також забезпечує зниження пошкоджень коренеплодів буряків при викопуванні з ґрунту. Наявність механізму, який забезпечує зміну відстані між викопуючими лемешами, дає можливість здійснювати високоякісне викопування з ґрунту різних за розмірами і формою коренеплодів цукрових буряків.

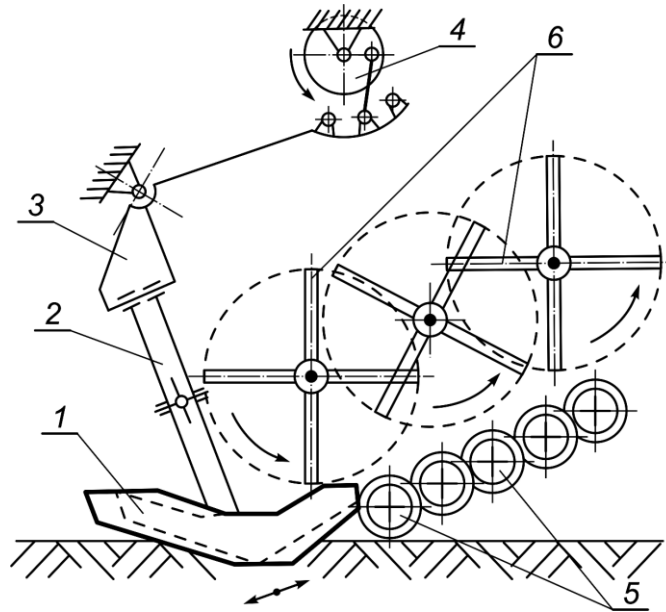


Рисунок 1.11 - Конструктивно-технологічна схема:

1 – викопуючі лемеші; 2 – стійки; 3 – механізм регулювання відстані між лемешами; 4 – вібраційний привід.

Вібраційний викопуючий робочий орган має таку технічну характеристику: частота коливань – 8,5...20,3 Гц; поступальна швидкість руху – 0,75...2,28 м/с; амплітуда коливань – 8...24 мм; глибина ходу в ґрунті викопуючих лемешів – 75...150 мм.

На розрахунковій схемі (рис.1.12) лемешковий копач представлено у виді двох клинів $A1B1C1$ и $A2B2C2$ з кутами постановки у просторі α, β, γ . Система виконує коливання у повздовжньо-вертикальній площині. Коренеплід апроксимовано тілом конусоподібної форми, вісь якого строго вертикальна.

Авторами було складено диференційне рівняння руху коренеплоду і проаналізовано його складові. В результаті математичних перетворень отримані залежності, що визначають швидкість та переміщення коренеплоду у вертикальному напрямку у функції часу t .

$$\dot{z} = -\frac{H}{m\omega} \left(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta \right) \cos \omega t - \frac{1}{m} \left(R_z + G_k \right) + \frac{H}{m\omega} \left(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta \right) \quad (1.4)$$

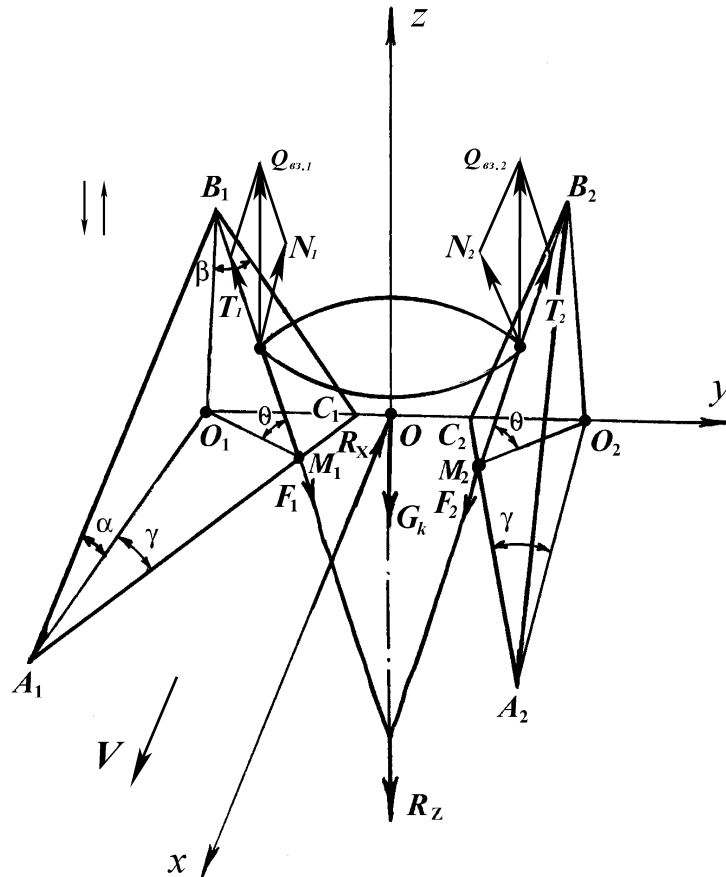


Рис. 1.12. Розрахункова схема взаємодії коренеплоду з клинами копача вібраційного типу

$$z = -\frac{H}{m\omega^2} \left(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta \right) \sin \omega t - \frac{1}{m} \left(R_z + G_k \right) \frac{t^2}{2} + \frac{H}{m\omega} \left(\cos^2 \theta - f \cos \theta \sin \theta \right) t - h_1. \quad (1.5)$$

та у напрямку поступового руху агрегату

$$\dot{x} = -\frac{H}{m\omega} \sin \gamma \left(\cos \theta \sin \theta + f \cos^2 \theta \right) \cos \omega t - \frac{R_x}{m} t + \frac{H}{m\omega} \sin \gamma \left(\cos \theta \sin \theta + f \cos^2 \theta \right) \quad (1.6)$$

$$x = -\frac{H}{m\omega^2} \sin \gamma \left(\cos \theta \sin \theta + f \cos^2 \theta \right) \sin \omega t - \frac{R_x}{2m} t^2 + \frac{H}{m\omega} \sin \gamma \left(\cos \theta \sin \theta + f \cos^2 \theta \right) x_0. \quad (1.7)$$

де H – амплітуда збуджуючої сили;

ω – частота збуджуючої сили;

f – коефіцієнт тертя;

m – маса кореня;

θ – відповідає позначенню на рис. 1.12.

Як показують розрахунки, виконані І. Головачем, зі збільшенням амплітуди коливань і швидкості поступального руху робочого органу, допустима частота коливань різко зменшується.

Як показують експериментальні дослідження, надійність приводу різко зменшується коли частота коливань робочого органу стає вищою за 20 Гц. Аналіз конструкцій викопуючих робочих органів провідних фірм Європи показує, що частота їх коливань за останні роки збільшилась, але не перевищує 10 Гц. Тому, у відповідності до [12], для забезпечення нормального перебігу процесу вібраційного підкопування за швидкості 2,0 м/с і частоті коливань 10 Гц необхідно мати такі співвідношення між геометричними параметрами робочого органу, які б забезпечували довжину активної частини робочого русла $L > 0,2$ м.

Дослідженнями встановлені такі співвідношення швидкості поступального руху V та оптимальної частоти коливань γ :

$$V = 2,0 \text{ м/с} \quad - \quad \gamma = 20,3 \text{ Гц}$$

$$V = 1,3 \text{ м/с} \quad - \quad \gamma = 15,7 \dots 20,3 \text{ Гц}$$

А.Г. Рамазанов виконав аналогічні з використанням серійного копача КВС-6 і встановив наступні оптимальні параметри:

- частота кругових коливань – 25 с^{-1} ;
- амплітуда – 6,5 мм;
- поступальна швидкість агрегату – 1,5 м/с.

При виконанні таких умов енерговитрати зменшуються на 14...18% при одночасному зменшенні травмування майже у 2 рази.

М.Л. Погорілим з метою дослідження інтенсифікації процесу викопування коренеплодів досліджено три варіанти доведення коливань до лемешкового копача: приведення стандартних лемешів у коливальний рух, приведення лемешів у протифазний рух, приведення протифазних лемешів у обертовий рух. Найбільш вдалою виявилася конструктивна схема з наданням лемешам коливань у протифазі, рис.1.13.

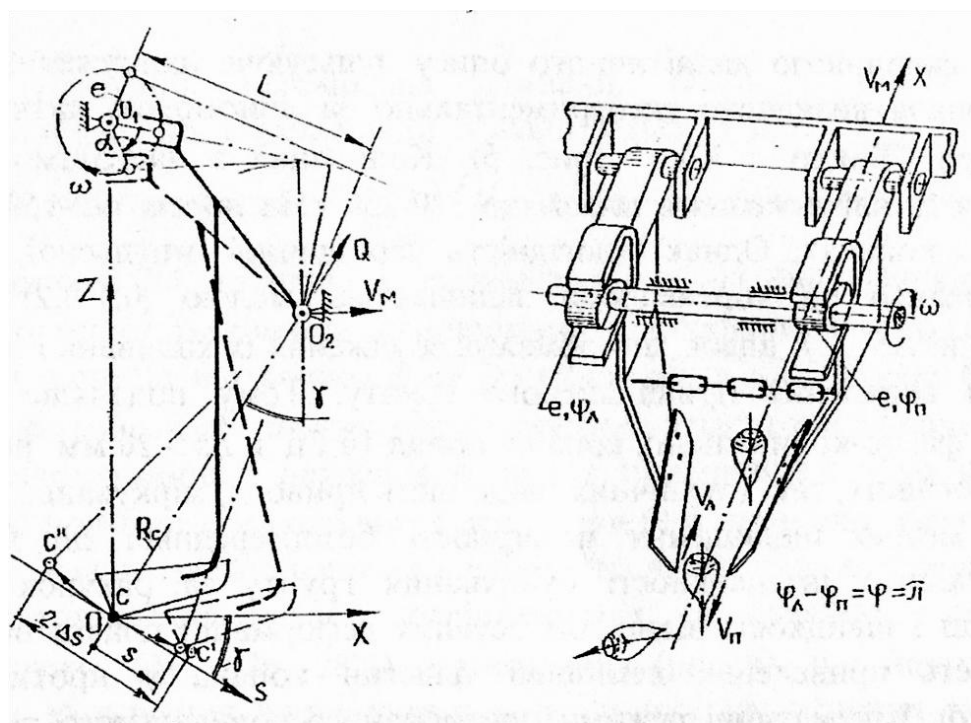


Рисунок 1.13 - Кінематична схема лемешкового копача, що виконує коливання у протифазі

Експериментально визначено, що найбільшого ефекту при підкопуванні коренеплодів копачем даної конструкції можна досягти при параметрах: відстань між лемешками у протифазі – 20 мм з частотою 10 Гц.

Заслуговує на інтерес конструктивне рішення фірми FRANZ KLEINE Vertriebs & Engineering GmbH, За класифікацією заводу-виробника – це вібраційний копач коренеплодів плоско різного типу. Стояки копача рухаються

у міжрядді і плоско різи розпушують ґрунт довкола кореня. Коренеплід, що знаходиться у розпушеному ґрунті направляючими виноситься на поверхню.

Недолік – копач може бути виготовлений тільки для підкопування одного виду коренеплодів.

Кафедрою сільськогосподарських машин Дніпропетровського ДАУ було виконано ряд досліджень по інтенсифікації процесу підкопування V – подібним копачем шляхом підведення до нього повздовжніх зворотно-поступальних та кругових коливань (рис.1.14).

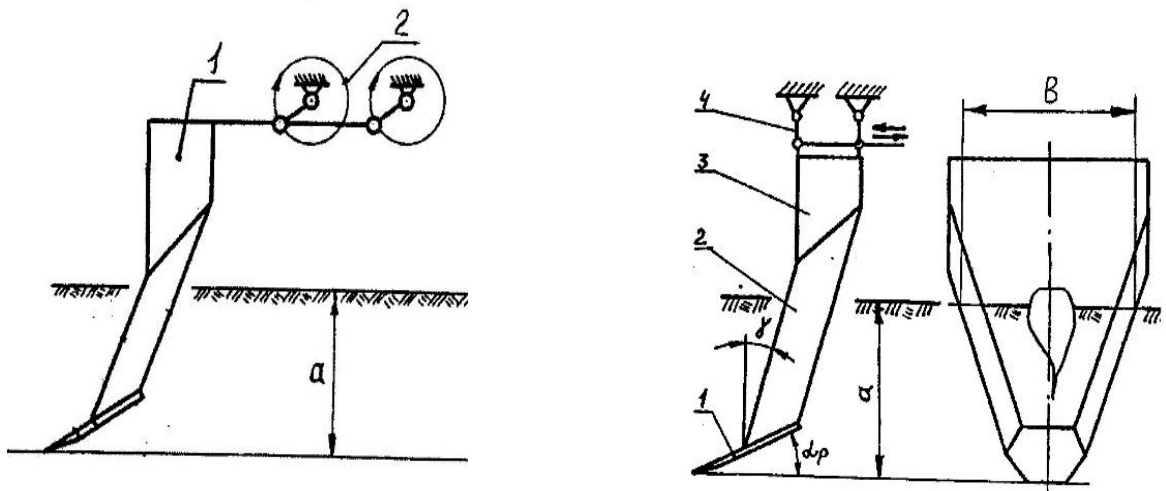


Рисунок 1.14 - Кінематичні схеми копачів коливальної дії

За аналог при розробці корпусу був прийнятий V-подібний чизель, конструктивні параметри якого пристосовно до основного обробітку ґрунту конструктивні параметри корпусу треба обґрунтувати окремо.

На приклад, розглянемо викопування моркви, її у рекомендують висівати трьох смуговим способом з шириною міжрядь 45 см. Відстань між смугами 5 см (рис.1.15.).

Враховуючи, що довжина коренеплоду може досягати 240 мм при максимальному діаметрі 50 мм та з урахуванням запасу по 10 мм в кожен бік відстань b між стояками повинна знаходитись в межах (рис.1.16)

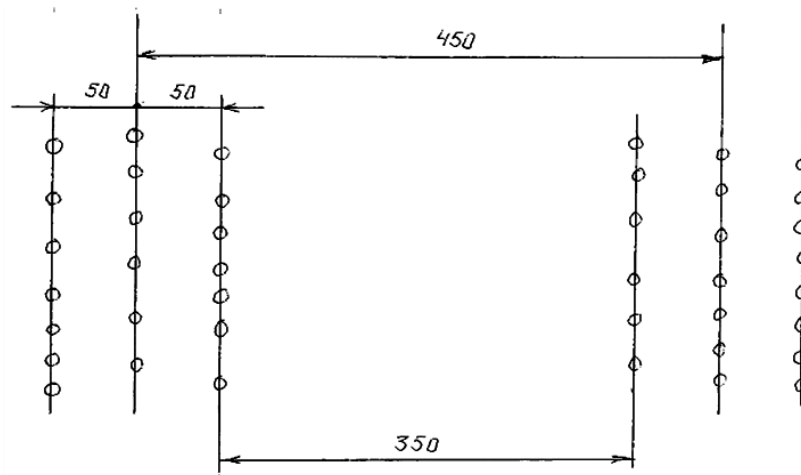


Рисунок 1.15 - Схема посадки моркви

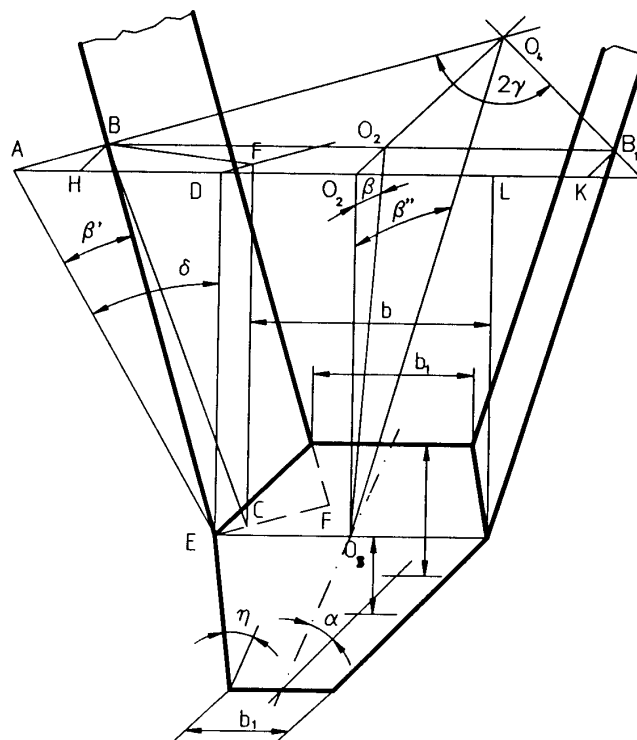


Рисунок 1.16 - Розрахункова схема V-подібного корпусу

$$b_{\text{MIN}} = 100 \text{ мм} + 50 \text{ мм} + 20 \text{ мм} = 170 \text{ мм}$$

Кутові параметри прийняті: $\alpha = 300$; $\beta = 100$; $\gamma = 600$; $\delta = 300$. Глибину ходу така, щоб перекривала максимально можливу довжину коренеплоду.

Довжина долота прийнята 200 мм. Інші конструктивні параметри, виходячи з розрахункової схеми визначаємо за формулами:

$$B_p = b + 2 \cdot (a_2 - a_1) \cdot (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma) \quad (1.8)$$

$$b_2 = b - 2 \cdot (a_2 - a_1) \cdot (\operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \delta) \quad (1.9)$$

$$c = (a_2 - a_1) \cdot \frac{(-\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta) \cdot \sin \beta'}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta \cdot \operatorname{tg} \beta} \quad (1.10)$$

Тоді

$$a_2 = 200 \cdot \sin \alpha = 100 \text{ мм};$$

$$a_1 = 0,5 \cdot a_2 = 50 \text{ мм}.$$

$$B_p = 170 + 2 \cdot (240 - 50) \cdot (\operatorname{tg} 30 - \operatorname{tg} 10 \cdot \operatorname{tg} 60) = 273 \text{ мм}$$

Приймаємо $B_p = 270 \text{ мм}$.

$$c = (100 - 50) \cdot \frac{(1 - \operatorname{tg} 30 \cdot \operatorname{tg} 10) \cdot \operatorname{tg} 10}{\operatorname{tg} 30 \cdot \cos 30 \cdot \operatorname{tg} 10} = 90 \text{ мм}.$$

В разі активного копача, рекомендовано кут нахилу δ визначати за формулою

$$\delta = \operatorname{arctg} \left[\frac{\operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{2} - \varphi_1 - \operatorname{arctg} \frac{(1 + \lambda \cdot \cos(\omega \cdot t)) \cdot \cos(\delta)}{\lambda \cdot \sin(\omega \cdot t)} \right]}{\cos(\gamma)} \right], \quad (1.11)$$

де ω – частота; λ – коефіцієнт кінематичного режиму руху знаряддя.

Аналіз наведеної залежності вказує на те, що значення кута δ в умовах, коли копач примусово коливається можна суттєво зменшити у порівнянні з

пасивним робочим органом. Технологічно це вигідно, тому що дає більші можливості впливання на інтенсивність розпушення.

Творчим колективом під керівництвом проф. А.С.Кобця запропонований вібраційний копач типу «скоба» (рис.1.17).

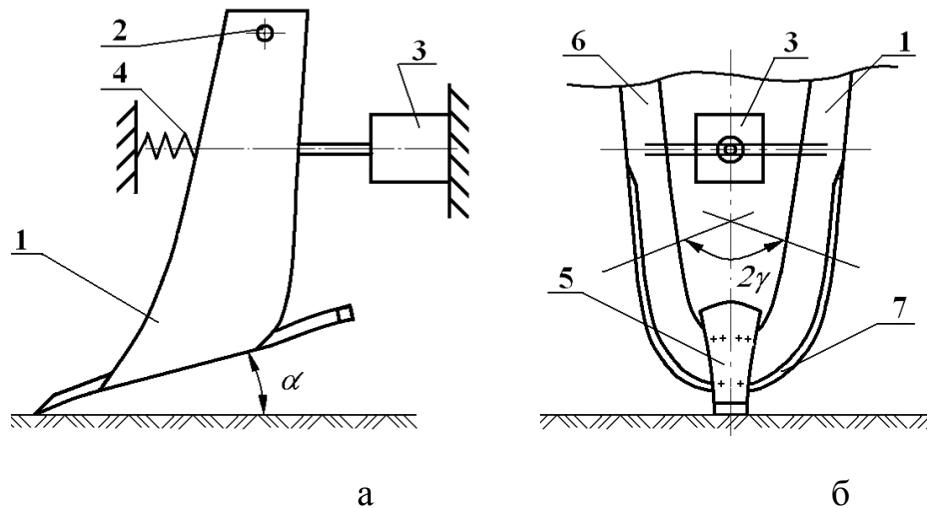


Рисунок 1.17 - Копач типу «скоба»: а – кінематична схема; б – на викопуванні моркви; 1, 6 – бокові стояки; 2 – шарнірне з’єднання з рамою; 3 – привод збуджувача коливань; 4 – пружний елемент; 5 – леміш; 7 – різальна кромка стояка

На рис.1.14а і 1.14б наведені два можливих варіанти конструкцій привода скоби, вібрація якої забезпечується кулісою синусного механізму при обертанні кривошипа O_1A . Пружина в механізмі привода служить для розвантажування кулісного механізму і при відсутності коливань призначена для створення сили пружності, момент якої відносно центра коливань скоби (точка O на рис. 1.15.) зрівноважує момент сил робочого опору R_1 , тобто

$$c f_{cm} \cdot OD_1 = R_1 \cdot OB, \quad (1.12)$$

де: f_{cm} – деформація пружини, що викликається силою R_1 .

Вважаючи, що привод витримує навантаження від періодичної дії сили R при вібраціях, які він забезпечує, було розглянуто динамічні навантаження, які передаються на привод від скоби при її поворотних коливаннях.

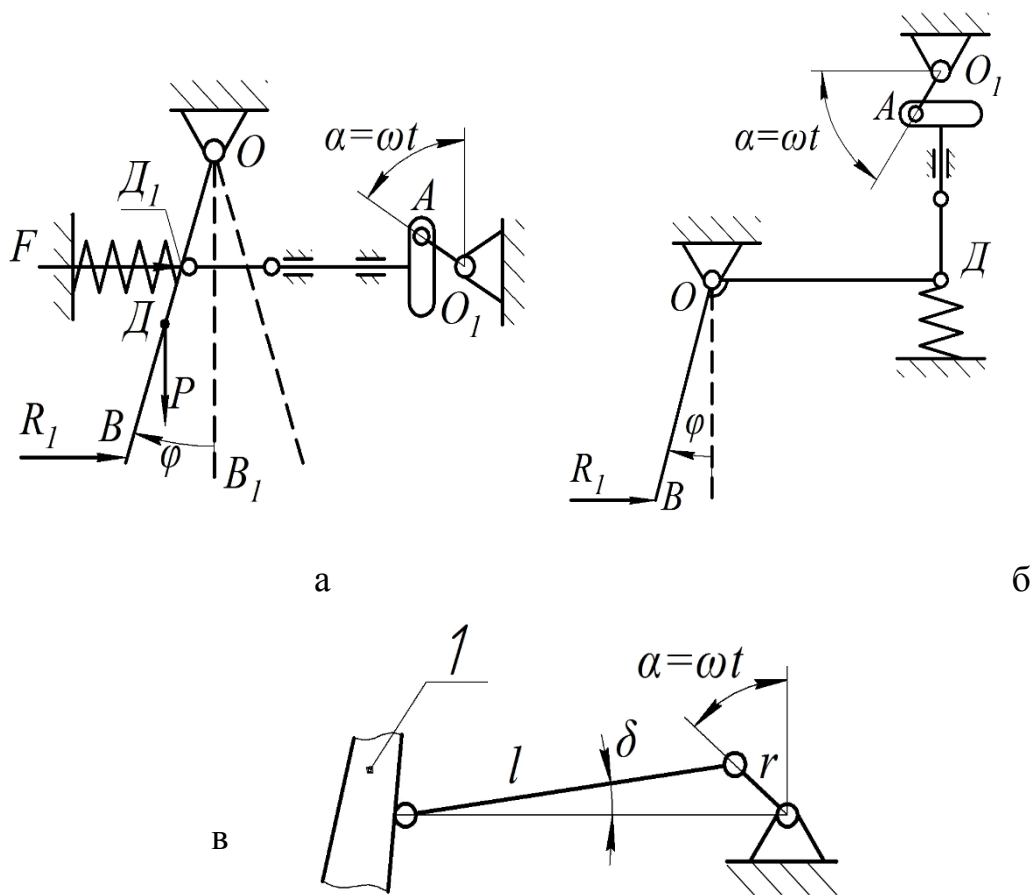


Рисунок 1.18 - Варіанти схем приводу активного робочого органа:
 а – привод діє безпосередньо на скобу; б – привод діє на скобу через важіль; в – кривошипно-шатунний механізм приводу; 1 – робочий орган

В результаті виконаного аналізу, було доведено, що для оптимальної роботи конструкції коефіцієнт жорсткості пружини повинен становити

$$c = \frac{I\omega^2 - mgh}{OD^2}, \quad (1.13)$$

де I – осьовий момент інерції скоби відносно осі обертання в точці O ;

m – маса скоби;

h – відстань від осі обертання до центра ваги скоби;

ОД – відстань від осі обертання до т. закріплення пружини і штока куліси;

Слід відмітити, що кулісний механізм запропоновано в конструкцію привода, тому що він забезпечує періодичний рух скоби, який являється гармонійним коливанням. Наближено такий же рух можна отримати за допомогою кривошипно-шатунного. Наближення буде максимальне, при максимально можливому значенню відношення l/r .

Висновки

Коренеплоди, до яких відносять моркву, столовий, цукровий та кормовий буряк, редьку, редис, картоплю та інші, мають різну геометричну форму і розміри, що значно ускладнює розробку та створення універсального копача.

Механізоване збирання коренеплодів ускладнюється тим, що в процесі підкопування утворюються ґрунтові комки, які за розмірами однакові чи більші за самі корені. Ворох, що поступає на сепаруючі робочі органи, містить значну кількість ґрунтових домішок. А механічна сепарація крім того, що може пропускати грудки, ще має суттєвий недолік – травмує корені, що робить неможливим тривалим зберігання. Тому прибігають до ручного збирання після підкопу.

Виконаний аналіз існуючих конструкцій копачів для різного виду коренеплодів дав нам побачити, що для підвищення якості підкопування та зменшення енерговитрат одним з найбільш перспективних напрямків є створення копача, що поєднує в собі позитивні якості пасивного V – подібного і лемешкового вібраційного. Основною перевагою даної варіації копача є те, що підкопування відбувається без посереднього контакту коренеплоду з робочим органом а шляхом розпушення шару ґрунту та його протрушування. Аналіз теоретичних досліджень в галузі вібраційного підкопування коренеплодів вказує на те, що практично всі дослідження стосуються підкопування цукрового та кормового буряка, картоплі.

Як показують експерименти, виконані з чизелем V- подібної форми, виконані в Дніпропетровському державному аграрному університеті, винесення на денну поверхню картоплі, цибулі, моркви відбувається за наступних умов:

- час взаємодії робочого органу з прилеглим до коренеплоду середовищем $t = 0,3 \dots 0,4$ с.
- коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів – $KP = 10 \dots 14$;
- ступінь подрібнення ґрунту – $i = 65$;

2 АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО КОПАЧА СТОЛОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ

Столові коренеплоди, до яких відносять моркву, столовий буряк, редьку, редис та інші висівають на відносно не великих площах, тому найбільш доцільним є створення єдиного копача під ці культури. Але складність полягає в тому, що вони суттєво відрізняються один від одного за формою та розмірами і мають підвищену чутливість до травмування. У більшості культур (за винятком окремих сортів моркви) на момент збирання гичка опадає, що робить неможливим використання теребильного апарату. Найбільш привабливою в такому випадку є технологічна схема коренезбиральних машин, що використовуються на збиранні цукрового буряка: копач підкопує коренеплоди і виносить їх на денну поверхню, а потім інший робочий орган їх підбирає. Але копачі цих машин роблять за контактним принципом, тобто підкопування відбувається за рахунок безпосереднього контакту коренеплоду з робочими поверхнями робочого органа. Створення єдиного копача за таким принципом дуже проблематичне. Єдиний вихід – використання копача, що підкопує коренеплоди безконтактним способом.

В процесі відпрацювання конструктивних параметрів V- подібного розпушувача, які виконувались Дніпропетровським аграрним університетом [1,2,3] було відмічено, що чим більше ступінь розпушення ґрунту знаряддям, тим інтенсивніше сторонні вкраплення виштовхуються до денної поверхні. Цей ефект вказав на можливість використання розпушувача у якості копача коренеплодів.

Знаряддя (рис.2.1.) складається з трапецевидного леміша 1 і двох стояків 2, які зорієнтовано таким чином, що їх поверхні утворюють між собою кути атаки леміша α , сходження 2γ , розвалу 2β і різання δ стояків.

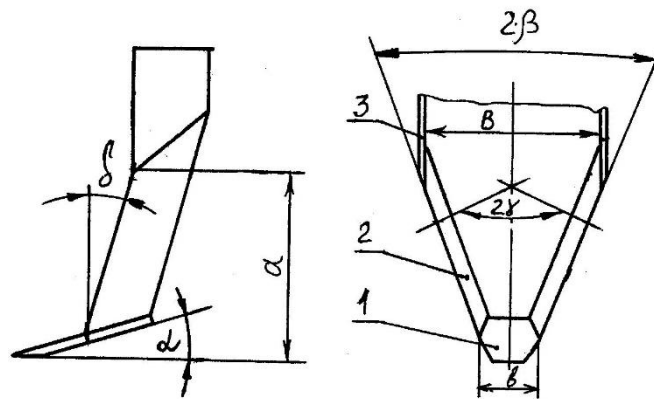


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема V- подібного знаряддя
 $B = 270$ мм; $b = 100$ мм; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $\gamma = 60^\circ$; $\delta = 10^\circ$.

Технологічний процес підкопування виглядає так. Леміш 1 рухається по осі рядка насаджень на глибині, що перевищує глибину розташування кореня на 1...2 см і підрізає шар ґрунту. Ґрунт разом з коренем рухається по поверхні леміша і поступає у міжстояковий простір, де інтенсивно вспушується та обжимається стояками 2. Далі шар ґрунту сходить з поверхні леміша і вкладається на дно борозни. При цьому він перегинається. Інтенсивне вспушення та перегиб призводять до того, що структуровані агрегати перерозподіляються за профілем наступним чином: мілкі частки просипаються у нижні шари, більш крупні – виносяться на поверхню. У випадку, якщо коренеплід перебільшує розміри утворених структурованих агрегатів, він виноситься на поверхню, де його підбирають підбирачем. З цього витікає, що копач повинен перш за все розпушувати ґрунт з попередньо обумовленою якістю і бажано у процесі роботи цією якістю керувати.

В ході подальших досліджень [4,5] було встановлено, що підведення до корпусу коливань значно інтенсифікує процес. В результаті, нами була розроблена наступна конструктивна схема (рис.2.2.), яка і була прийнята для подальших досліджень.

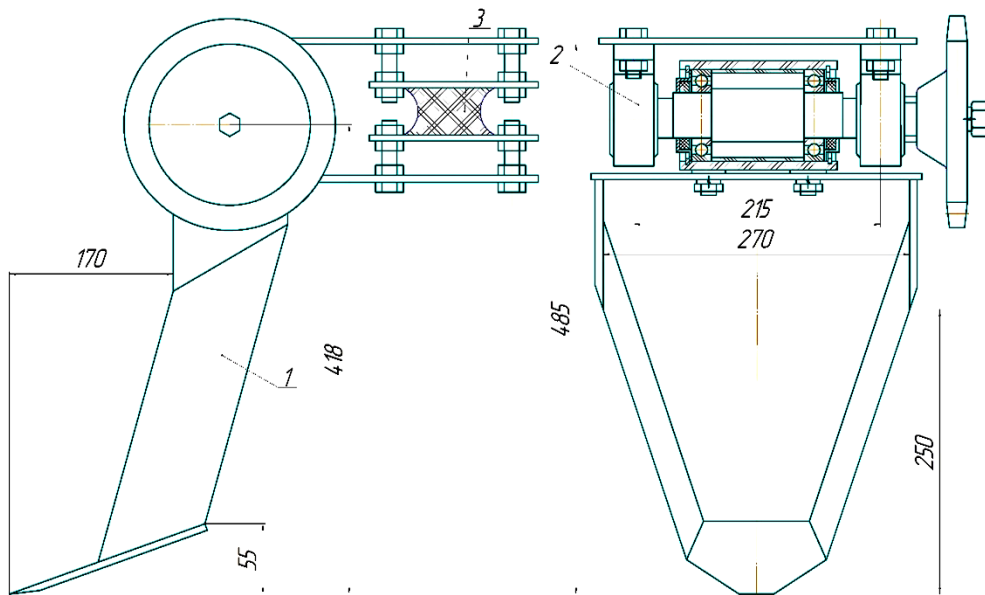


Рисунок 2.2 - Конструктивна схема вібраційного копача:

1 – корпус; 2 – ексцентриковий механізм; 3 – гумовий амортизатор

В наведеній схемі корпус підвішений на рамі через ексцентриковий привід, який є генератором кругових коливань і гумовий амортизатор, який є рухомою другою опорою і компенсує переміщення хвостової частини копача.

Кругові коливання, що підведені до корпусу, сприяють інтенсифікації процесу розшарування підкопаного шару ґрунту і одночасно з цим зменшенню сил тертя по робочим поверхням корпусу. У відповідності до прийнятої гіпотези, зменшення сил тертя відбувається за рахунок зменшення часу контакту ґрунту з робочими поверхнями. Найбільш раціональний режим коливань буде відповідати наступним умовам:

- відсутність подвійного (багаторазового) удару робочих поверхонь по відокремленій призмі ґрунту в час, коли вона знаходиться в режимі вільного польоту;

- відсутність відносного переміщення ґрунту по поверхні робочого органа в момент контакту.

Розглянемо, яким чином ці умови можна виконати.

Можливі два варіанти кінематичного режиму:

- з відкиданням ґрунту в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша;
- з відкиданням по лінії сколу призми ґрунту.

Проаналізуємо з точки зору кінематики перший варіант, коли ґрунт відкидається в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша (рис.2.3.).

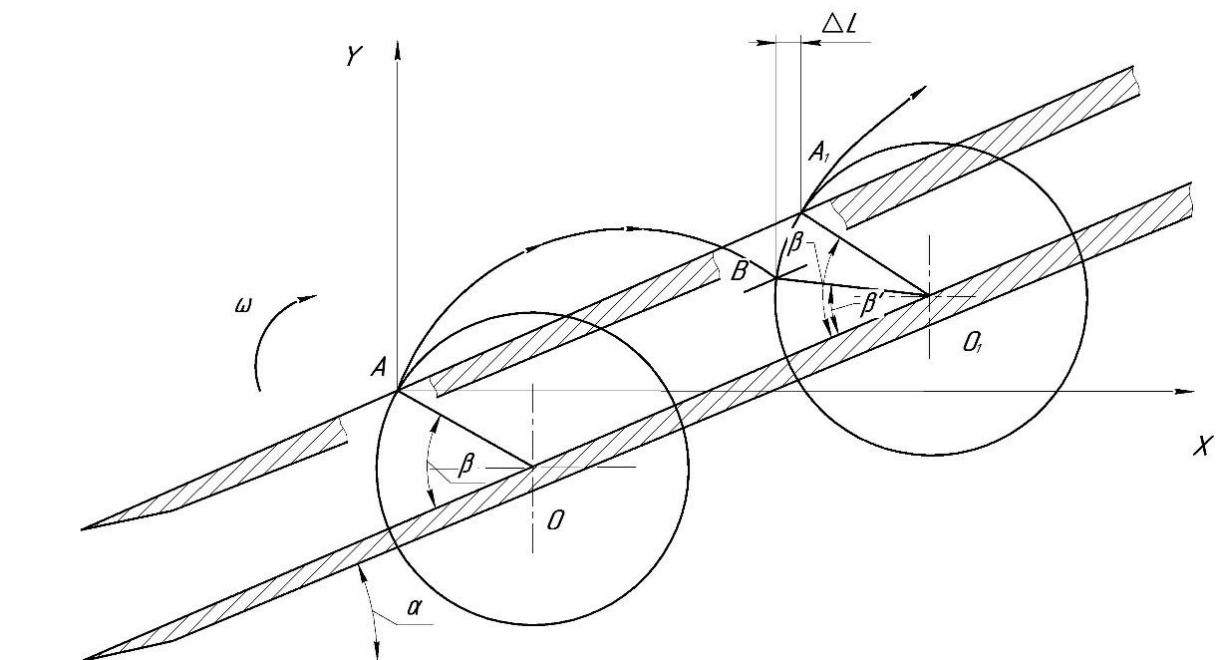


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема до визначення конструктивних параметрів

Розглянемо послідовно два положення лемеша в межах одного періоду обертання. Помістимо начало координат в точку А, в якій відбудеться відрив призми ґрунту від робочої поверхні. Вважаємо, що в цій точці знаходиться центр мас призми. Положення точки А визначається величиною кута відриву:

$$\beta = \arcsin \frac{\cos \alpha}{k},$$

(2.1)

де α – кут нахилу лемеша до дна борозни;

$$k = \frac{\omega^2 r}{g} - \text{коефіцієнт кінематичного режиму};$$

ω – кутова швидкість;

r – радіус ексцентриситету.

В точці А відбувається відрив шару від поверхні лемеша під кутом метання β_M

$$\beta_M = 0,5 \cdot \pi + \alpha - \beta \quad (2.2)$$

Після сходу з робочої поверхні шар ґрунту буде знаходитись у вільному польоті, траєкторія якого описується системою рівнянь

$$x = \omega \cdot r \cdot t \cdot \cos \beta_M = \omega \cdot r \cdot t \cdot \sin(\beta - \alpha) \quad (2.3)$$

$$y = \omega \cdot r \cdot t \cdot \sin \beta_M - \frac{gt^2}{2} = \omega \cdot r \cdot t \cdot \cos(\beta - \alpha) - \frac{gt^2}{2}, \quad (2.4)$$

де t – час, відлік якого починається від моменту відриву шару від поверхні;

V_M – швидкість поступового руху машини.

Наступний контакт відокремленої призми ґрунту з поверхнею відбудеться в точці В, положення якої визначається за умови $\beta' < \beta$. Остання умова забезпечує контакт призми ґрунту з поверхнею лемеша на ділянці ВА₁, що необхідне для її розгону до швидкості відриву.

Центр обертання вала ексцентрика переміститься при цьому з точки 0 до 0₁. Початкове значення координат центру обертання (точка 0):

$$x = r \cdot \cos(\beta - \alpha) \quad (2.5)$$

$$y = - r \cdot \sin(\beta - \alpha) \quad (2.6)$$

Координати центру обертання на момент зустрічі призми з лемешем (точка 0₁):

$$x_1 = r \cdot \cos(\beta - \alpha) + V_M \cdot t \quad (2.6)$$

$$y_1 = - r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot t \cdot \sin \alpha \quad (2.8)$$

Координати точки В:

$$x_B = x_1 - r \cdot \cos(\beta' - \alpha) = r \cdot \cos(\beta - \alpha) + V_M \cdot t - r \cdot \cos(\beta' - \alpha) \quad (2.9)$$

$$y_B = y_1 + r \cdot \sin(\beta' - \alpha) = -r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot t \cdot \sin \alpha + r \cdot \sin(\beta' - \alpha) \quad (2.10)$$

Прирівнявши $x = x_B$, $y = y_B$, підставивши t і виконавши ряд математичних перетворень, отримуємо систему з двох рівнянь першого ступеня з двома невідомими V_M та t , якщо значення ω , r та β' вважати наперед заданими:

$$\omega \cdot r \cdot t \cdot \sin(\beta - \alpha) = r \cdot \cos(\beta - \alpha) + V_M \cdot t - r \cdot \cos(\beta' - \alpha) \quad (2.11)$$

$$\omega \cdot r \cdot t \cdot \cos(\beta - \alpha) - \frac{gt^2}{2} = -r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot t \cdot \sin \alpha + r \cdot \sin(\beta' - \alpha) \quad (2.12)$$

З рівняння (2.11) знаходимо t ;

$$t = \frac{r \cdot [\cos(\beta - \alpha) - \cos(\beta' - \alpha)]}{\omega \cdot r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot \sin \alpha} \quad (2.13)$$

Значення t підставляємо в (2.12) і вирішуємо відносно V_M .

$$\begin{aligned} & \frac{r \cdot [\cos(\beta - \alpha) - \cos(\beta' - \alpha)]}{\omega \cdot r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot \sin \alpha} \cdot [\omega \cdot r \cdot \cos(\beta - \alpha) - V_M \cdot \sin \alpha] + r \cdot \sin(\beta - \alpha) - \\ & - r \cdot \sin(\beta' - \alpha) - 0,5 \cdot g \cdot \left[\frac{r \cdot [\cos(\beta - \alpha) - \cos(\beta' - \alpha)]}{\omega \cdot r \cdot \sin(\beta - \alpha) + V_M \cdot \sin \alpha} \right]^2 = 0 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Вирішення отриманого таким чином рівняння складнощів не визиває, але у зв'язку з громіздкістю викладок аналітичне рішення не наводимо. Результати розрахунків за формулою (2.14) для допустимих кінематичних режимів приводимо в табл. 2.1. – 2.3, графічний аналіз отриманих залежностей – на рис.2.1.

Діапазон припустимих значень вихідних даних для проведення розрахунків.

1. Кут атаки лемеша $15^0 < \alpha < 35^0$ обраний за рекомендацією [6], як діапазон найбільш оптимального розпушення ґрунту. Для розрахунків прийнятий симетричний план $\alpha = 15^0 - 25^0 - 35^0$.

2. Коефіцієнт кінематичного режиму механізму k .

Максимальне значення визначаємо за умови $\beta > \alpha$, тому що в протилежному випадку ґрунт буде відкидатись вперед по ходу копача.

При $\alpha = 15^\circ$ коефіцієнт $k_{\max} < 3,73$

При $\alpha = 25^\circ$ коефіцієнт $k_{\max} < 2,15$

При $\alpha = 35^\circ$ коефіцієнт $k_{\max} < 1,42$

Мінімальне значення визначаємо за умови $\beta < 0,5\pi$, бо в протилежному випадку траєкторія польоту буде співпадати з кутом атаки леміша і сходу ґрунту з поверхні не відбудеться.

При $\alpha = 15^\circ$ коефіцієнт $k_{\min} > 0,966$

При $\alpha = 25^\circ$ коефіцієнт $k_{\min} > 0,906$

При $\alpha = 35^\circ$ коефіцієнт $k_{\min} > 0,819$

3. Радіус ексцентриситету приймаємо конструктивно, виходячи з реальних можливостей компоновки копача $r = 0,001 - 0,003 - 0,007$ м.

4. Кутова швидкість. За результатами розрахунків визначено, що діапазон кутових швидкостей для всіх варіантів лежить в межах $40 - 80$ с⁻¹.

5. Кут $\beta' = 5^\circ$

Таблиця 1 - Розрахункові параметри кінематичного режиму при куті атаки леміша 15°

Вихідні дані			Розраховані значення		
$r, \text{ м}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	k	$\beta, \text{ град}$	$\beta_M, \text{ град}$	$V_M, \text{ м/с}$
0,003	60	1,10	61,33	43,67	1,63
	70	1,50	40,14	64,86	1,32
	80	1,96	29,57	75,43	1,27
0,005	60	1,83	31,87	73,13	1,25
	70	2,50	22,58	82,42	0,94
	80	3,26	17,22	87,78	0,86
0,007	60	2,57	22,09	82,91	0,73
	70	3,50	16,02	88,98	0,63

Таблиця 2 - Розрахункові параметри кінематичного режиму при куті атаки леміша 25°

Вихідні дані			Розраховані значення		
$r, \text{ м}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	k	$\beta, \text{ град}$	$\beta_M, \text{ град}$	$V_M, \text{ м/с}$

0,003	60	1,10	55,45	59,55	1,42
	70	1,50	37,16	77,84	1,15
	80	1,96	26,49	88,51	0,99
0,005	45	1,03	50,40	64,60	1,22
	50	1,27	45,51	69,49	1,08
	60	1,83	28,37	86,93	0,97
0,007	40	1,14	45,54	69,46	1,02
	45	1,44	39,00	76,00	0,98
	50	1,78	30,71	84,29	0,92

Таблиця 2 - Розрахункові параметри кінематичного режиму при куті атаки лемеша 35°

Вихідні дані			Розраховані значення		
$r, \text{ м}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	k	$\beta, \text{ град}$	$\beta_M, \text{ град}$	$V_M, \text{ м/с}$
0,003	55	0,92	62,91	62,09	0,90
	60	1,10	48,12	76,88	0,86
	65	1,29	39,41	85,59	0,81
0,005	45	1,03	52,67	72,33	0,85
	50	1,27	40,16	84,84	0,80
0,007	40	1,14	51,41	73,59	0,81
	42	1,26	50,00	75,00	0,80

Проаналізуємо графічно отримані залежності (рис. 2.4.).

Чим більше радіус ексцентриситету r та кутова швидкість ω , тим більше колова швидкість і відповідно більше кут метання β_M . Час вільного польоту стає більшим і шар ґрунту піднімається на більшу висоту. Тому, для забезпечення контакту шару ґрунту з лемешем необхідно зменшити швидкість поступового руху, що наглядно відстежується на представлених залежностях.

Аналіз графіків також показує, що збільшення кута атаки лемеша α негативно впливає на кінематичний режим і звужує діапазон припустимої поступової швидкості машини. Враховуючи те, що копач планується використовувати у складі мотоблоку де швидкість поступового руху витримати постійною складно, слід вважати раціональними кінематичними параметрами копача наступні:

- радіус ексцентриситету $r = 0,003 \text{ м}$;
- кутова швидкість $\omega = 60 - 80 \text{ с}^{-1}$;

- кут атаки лемеша $\alpha = 15^{\circ}$.

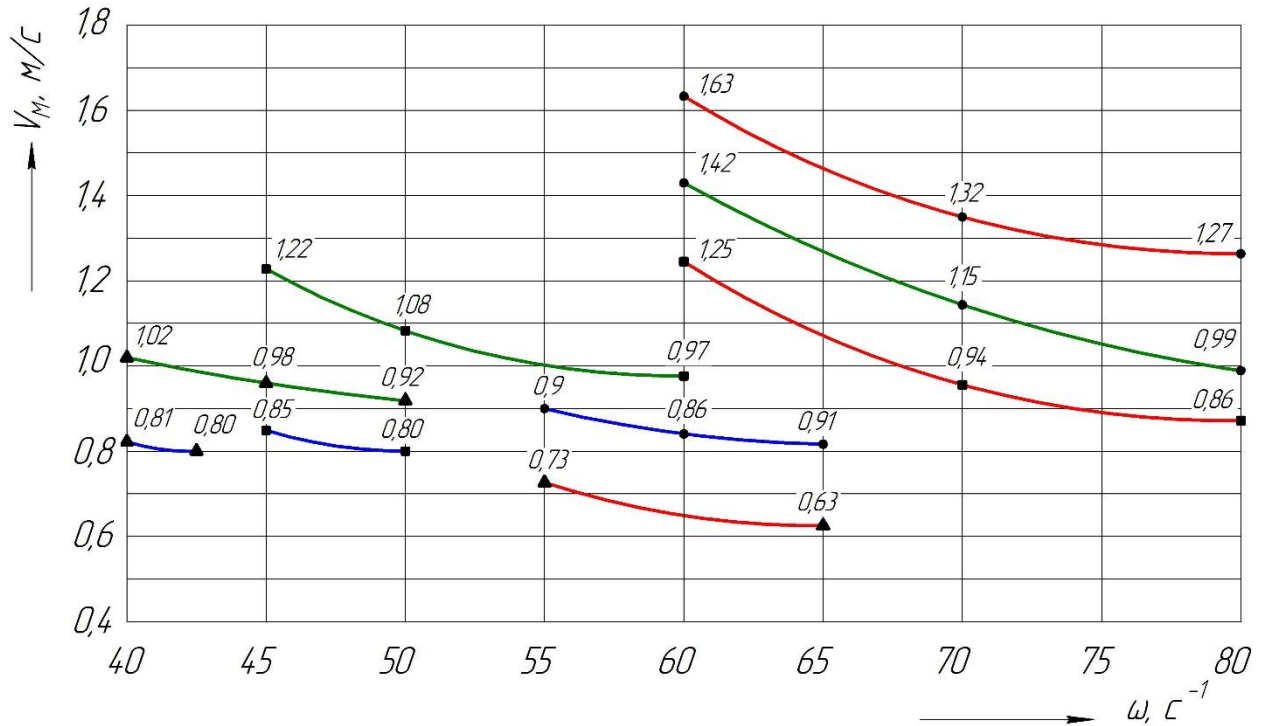


Рис. 2,4 Залежність раціональної швидкості копача від частоти і амплітуди коливань в межах припустимих значень коефіцієнта кінематичного режиму роботи

- Кут атаки лемеша 15°
- Кут атаки лемеша 25°
- Кут атаки лемеша 35°
- - $r = 0,003$ м
- - $r = 0,005$ м
- ▲ - $r = 0,007$ м

Розглянемо варіант, коли відкидання ґрунту відбувається по лінії сколу призми ґрунту.

Як відомо у повздовжно-вертикальній площині на початковому етапі, коли силове поле, що утворюється лезом, ще не розсіяне, діє закон найбільшої дотичної напруги і лінії сколу розповсюджуються під кутом $90^{\circ} + \varphi_1$, де φ_1 – кут

зовнішнього тертя. Далі, зі збільшенням відстані від леза, силове поле зменшується і дія кута внутрішнього тертя φ_2 стає пріоритетною. Лінія сколу продовжує розповсюджуватись під кутом $90^\circ + \varphi_2$. Враховуючи те, що коефіцієнт зовнішнього тертя для ґрунту більше за коефіцієнт зовнішнього тертя по сталі, картина відділення ґрунтових призм прийме наступний вигляд (рис.2.5.)

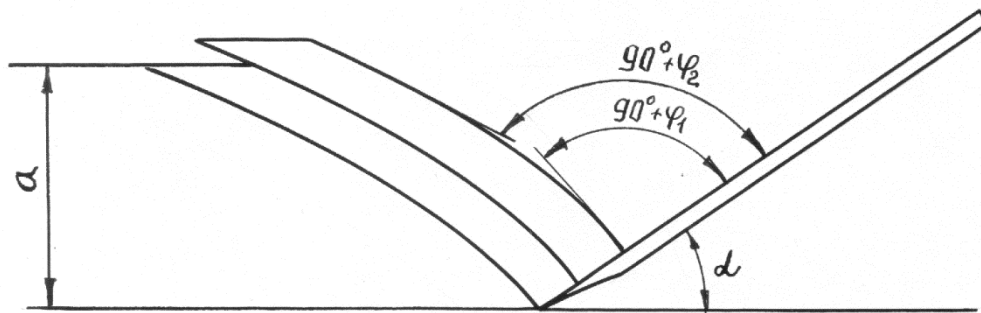


Рисунок 2.5 - Теоретичне розповсюдження ліній сколу у повздовжно-вертикальній площині: a – глибина ходу лемеша; α – кут атаки лемеша.

Проте, як показали досліди, поправкою, що вносить початковий етап, можна нехтувати. Можна вважати, що лінія сколу з самого початку розповсюджується під кутом $90^\circ + \varphi_2$. Тому можна прийняти, що лінія сколу розповсюджується вперед по ходу лемеша під кутом $\alpha + 90^\circ + \varphi_2$

Розглянемо розрахункову схему (рис.2.6.).

$$\beta_M = 180^\circ - (\alpha + 90^\circ + \varphi_2) = 90^\circ - \alpha - \varphi_2 \quad (2.15)$$

Наступний контакт відколотої призми ґрунту повинен відбутись в момент, коли вона досягне максимальної висоти підйому за рахунок отриманого імпульсу в момент, коли лемеш виконає один неповний (0,9 – 0,95 від повного) оберт довкола осі (рис.2.6,б.). Такий режим забезпечить постійне знаходження ґрунту у «псевдокиплячому» стані.

Відмінність з розглянутим вище полягає в тому, що переміщення відокремленої призми буде проходити по лінії контакту AB з не розпушеним

шаром. При цьому вважаємо, що відносного переміщення призм одна відносно одної не буде. Таким чином, траєкторія руху буде пряма лінія.

З точки зору раціональності кінематичного режиму необхідно, щоб наступний контакт призми з лемешем відбувся тоді, коли призма досягне максимуму у вертикальному переміщенні.

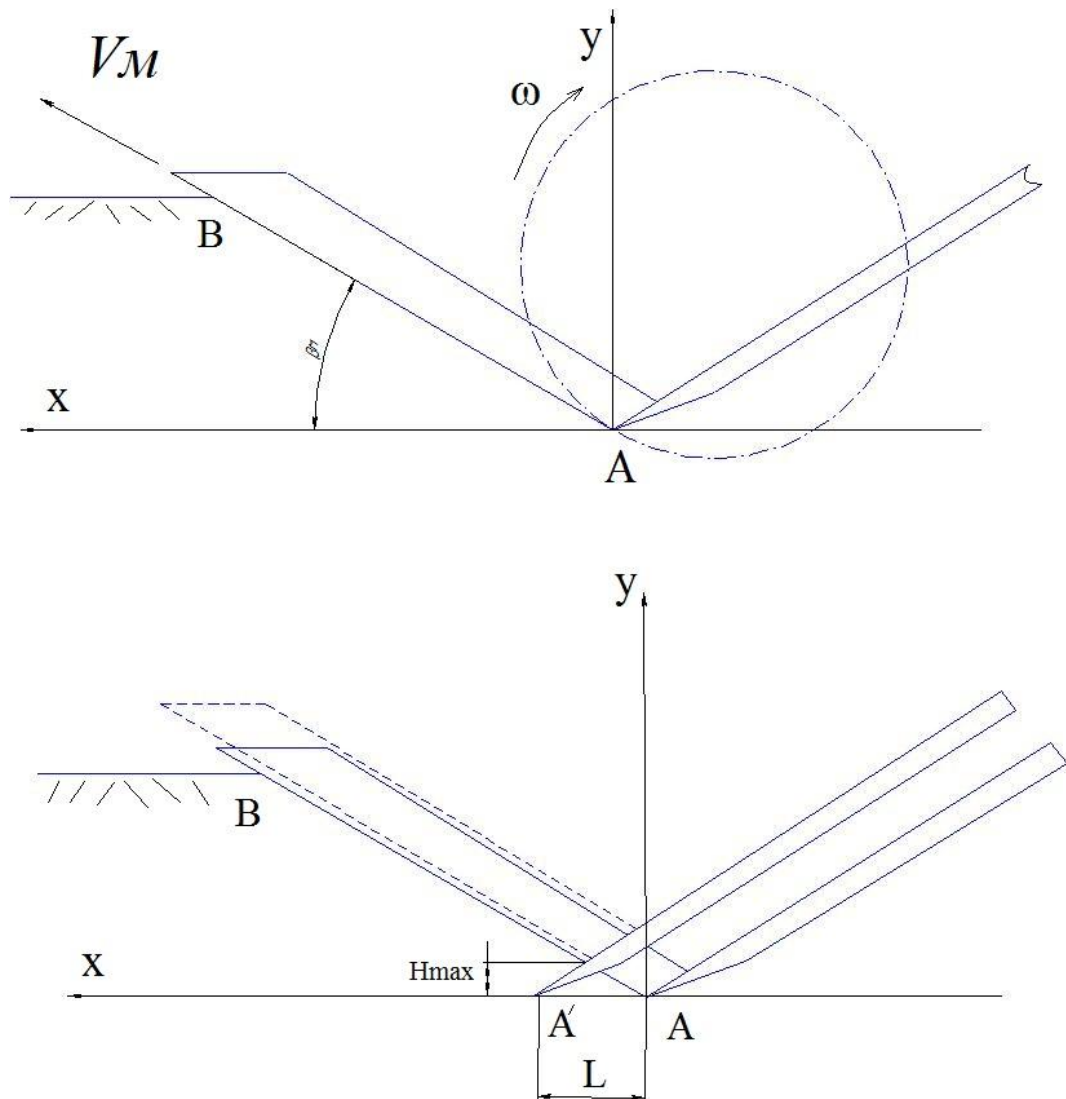


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема варіанту коли відкидання відбувається по лінії сколу призми ґрунту

Враховуючи, що переміщення відбувається в режимі вібрації, коли сили тертя суттєво знижуються, сили тертя не враховуємо. Тоді час між двома послідовними імпульсами можна визначити з рівняння

$$g \cdot t \cdot \sin \beta_M = \cdot r,$$

або

$$t = \frac{\omega \cdot r}{g \cdot \sin(90 - \alpha - \varphi_2)} = \frac{\omega \cdot r}{g \cdot \cos(\alpha + \varphi_2)} \quad (2.16)$$

За цей час копач повинен переміститись у поступовому напрямку з такою швидкістю, щоб забезпечити наступний контакт призми з лемешем в точці максимального підйому.

Висота підйому (по осі Y):

$$H = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \left[\frac{\omega \cdot r}{\cos(\alpha + \varphi_2)} \right]^2 \quad (2.17)$$

Шлях, який за цей час пройде робочий орган:

$$L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1}{2 \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha} \cdot \left[\frac{\omega \cdot r}{\cos(\alpha + \varphi_2)} \right]^2 \quad (2.18)$$

Остаточно, раціональна поступова швидкість агрегату:

$$V_M = \frac{1}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \cdot \left[\frac{\omega \cdot r}{\cos(\alpha + \varphi_2)} \right] \quad (2.19)$$

Результати виконаних за формулою (2.19) розрахунків представлені в табл. 2.4 – 2.5. Аналіз отриманих залежностей на графіках (рис. 2.7 та 2.8.).

Таблиця 2.4. Розрахункові значення раціональної швидкості поступового руху
 копача при куті атаки лемеша $\alpha = 15^{\circ}$, $\varphi_2 = 28^{\circ}$

r , м	ω , c^{-1}	$\omega \cdot r$, м/с	V_M , м/с
0,003	60	0,18	0,46
	70	0,21	0,54
	80	0,24	0,61
	100	0,3	0,77
	120	0,36	0,92
0,005	60	0,3	0,77
	70	0,35	0,89
	80	0,4	1,02
	100	0,5	1,28
	120	0,6	1,53
0,007	60	0,42	1,07
	70	0,49	1,25
	80	0,56	1,43
	100	0,7	1,79
	120	0,84	2,14
0,010	60	0,6	1,53
	70	0,7	1,79
	80	0,8	2,04

	100	1	2,55
	120	1,2	3,06

Таблиця 2.5. Розрахункові значення раціональної швидкості поступового руху копача при куті атаки лемеша $\alpha = 15^\circ$, $\varphi_2 = 45^\circ$

г, м	ω , с^{-1}	$\omega \cdot r$, м/с	V_M , м/с
0,003	60	0,18	0,67
	70	0,21	0,78
	80	0,24	0,9
	100	0,3	1,12
	120	0,36	1,34
0,005	60	0,3	1,12
	70	0,35	1,31
	80	0,4	1,49
	100	0,5	1,87
	120	0,6	2,24
0,007	60	0,42	1,57
	70	0,49	1,83
	80	0,56	2,09
	100	0,7	2,61
	120	0,84	3,13
	60	0,6	2,24
	70	0,7	2,61

0,010	80	0,8	2,99
	100	1	3,73
	120	1,2	4,48

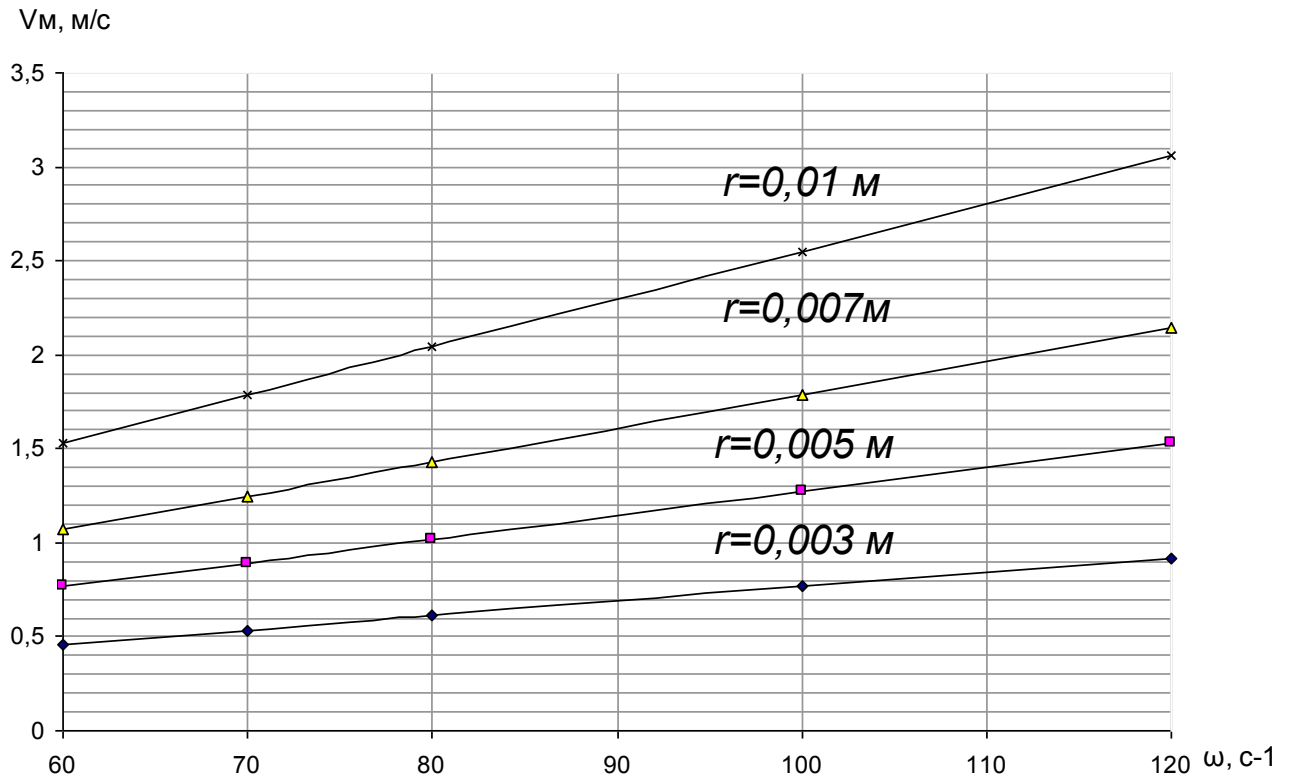


Рисунок 2.7 - Залежність поступової швидкості копача від частоти і амплітуди коливань при $\alpha=15^\circ$, $\varphi_2=28^\circ$

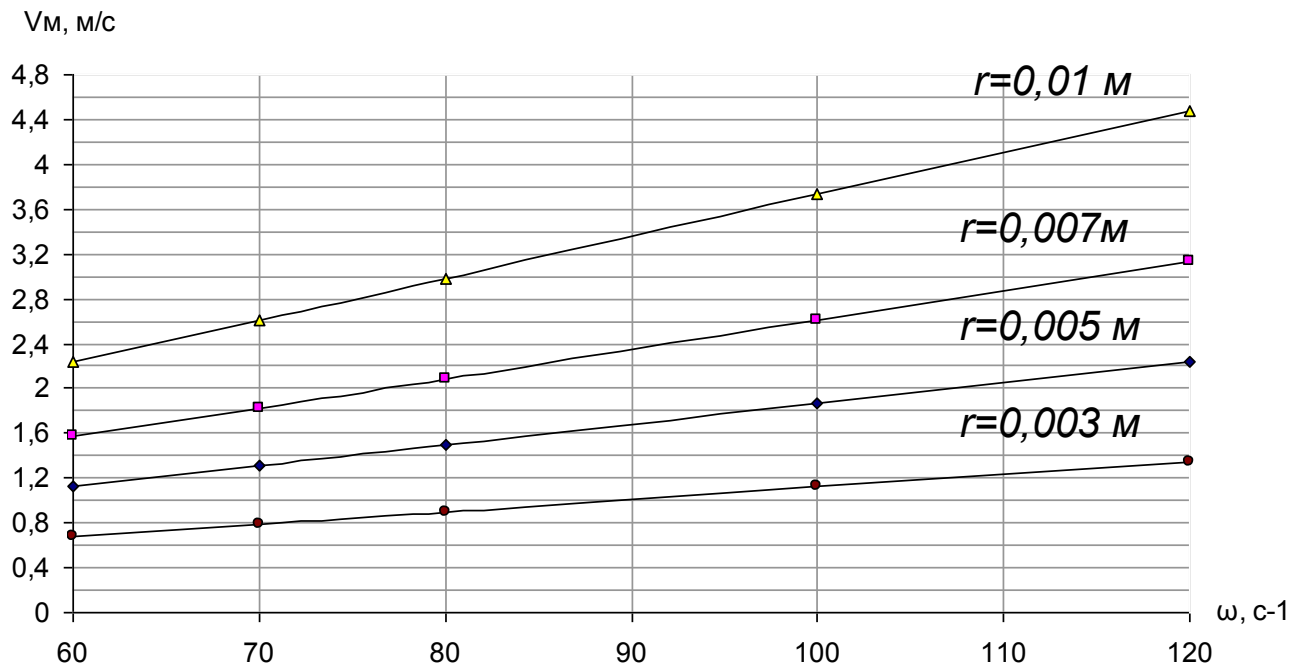


Рисунок 2.8 - Залежність поступової швидкості копача від частоти і амплітуди коливань при $\alpha=15^\circ$, $\varphi_2=45^\circ$

Як показує аналіз отриманих залежностей випадок, коли відкидання ґрунту відбувається по лінії сколу призми ґрунту потребує більших поступальних швидкостей.

Висновки

1. Дослідженнями окреслено два можливих кінематичних варіанти копача: з відкиданням ґрунту в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша та з відкиданням по лінії сколу призми ґрунту. Обидва варіанти з точки зору кінематичного режиму роботи працездатні.

2. Перший варіант з відкиданням ґрунту в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша більше підходить до мотоблоку, бо потребує робочих швидкостей, що знаходяться в межах швидкості ходи тракториста. Оптимальним обрано режим, при якому кінематичний діапазон буде найширшим:

- кут атаки лемеша – 15 градусів;

- радіус ексцентриситету – 0,003 м;
- діапазон кутових швидкостей – 60 – 80 с⁻¹;
- діапазон робочої швидкості – 1,27 – 1,63 м/с.

3. Другий варіант з відкиданням по лінії сколу призми ґрунту може бути використаний у складі коренезбиральної машини. Це пов'язане з тим, що в даному випадку можна працювати на більших швидкостях і діапазон припустимих коливань значно більший. В залежності від кута внутрішнього тертя ґрунту рекомендований раціональний кінематичний режим:

- кут атаки лемеша – 15 градусів;
- радіус ексцентриситету – 0,003 – 0,010 м;
- діапазон кутових швидкостей – 60 – 120 с⁻¹;
- діапазон робочої швидкості – 0,8 – 3,00 м/с.

3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Конструкція дослідного зразка машини

Досліджувався попередній зразок вібраційного V-подібного копача, що був розроблений в попередні роки кафедрою сільськогосподарських машин. Цей копач навішувався на серійну машину МКК-6 – 02 замість вильчатого. За результатами досліджень були виявлені окремі недоліки, які нами були частково усунені (рис.3.1.). Додатково було прийняте рішення пристосувати копач до роботи з мотоблоком.

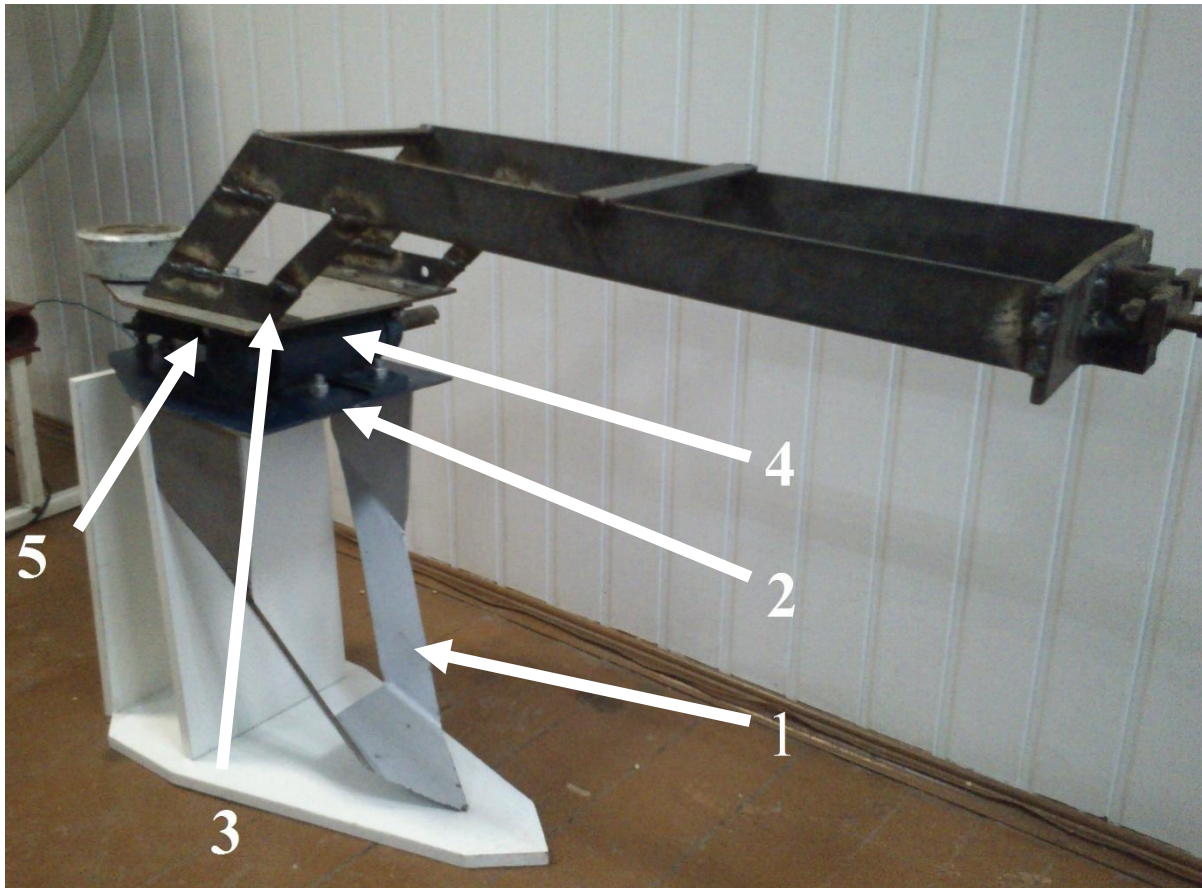


Рисунок 3.1 - Дослідний зразок модернізованого копача:

1 – корпус; 2 – плита нижня; 3 – плита верхня; 4 – ексцентрик; 5 – пружний гумовий елемент.

Діло в тому, що при зміні умов роботи треба корегувати пружність пружного елемента 5 і нахил плити нижньої 2. Введенням механізму регулювання положення пружного елемента ця проблема була вирішена.

3.2 Визначення показників агрофону

3.2.1 Питоме зчеплення часток

Важливими показниками для подальшої оцінки якості роботи копача були питоме зчеплення часток ґрунту і характеристики розташування коренів по плантації.

Питоме зчеплення часток визначали за допомогою твердоміра ДорНДІ (рис. 3.1).

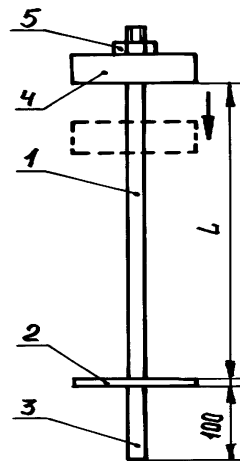


Рисунок 3.2 – Твердомір ДорНДІ:

1 – направляюча; 2 – обмежувач; 3 – наконечник; 4 – вантаж.

Суть заміру полягає у підрахунку кількості ударів вантажу 4 до повного занурення на глибину 100 мм наконечника 3 твердоміра. При цьому, робота, яку виконує вантаж за кожен удар, повинна дорівнювати 1 кГм.

Далі, у відповідності до графіка (рис.3.2), якого побудовано на базі експериментальних даних, за кількістю ударів вантажу визначають питоме зчеплення часток ($C_{уд}$). Додатково можна визначити і межу несучої спроможності (K')

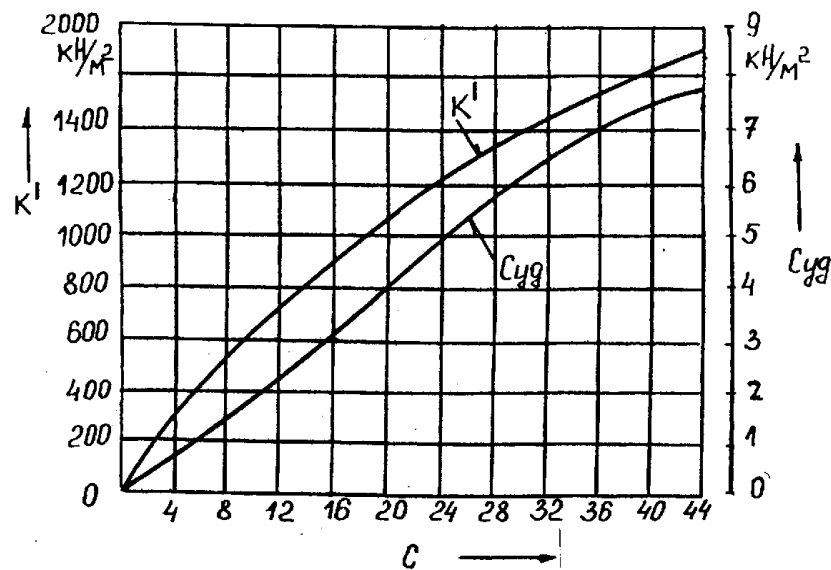


Рисунок 3.3 - Залежність питомого зчеплення часток ($C_{уд}$) та межі несучої спроможності (K') від кількості ударів щільноміра ДорНДІ

3.2.2 Коефіцієнт зовнішнього тертя

Для визначення коефіцієнта тертя спокою можна використати найпростіший прилад (рис. 3.4). На горизонтальній плиті 1 закріплено дві опори 6, у яких встановлено з можливістю обертання гвинт 3. На гвинті розміщено гайку 7, яка кронштейном 8 і тягою 9 зв'язана з кронштейном 10 рухомої поверхні 2. Правий за схемою кінець поверхні 2 кронштейном 11 опирається на опору 6.

При обертанні гвинта 3, що здійснюється рукояттю 5, кут нахилу рухомої поверхні 2 змінюється у діапазоні $0-90^\circ$. Відлік значення кута виконується за шкалою 4. На поверхні 2 у процесі експерименту закріплюється смуга одного з досліджуваних матеріалів. Тому до комплекту установки входить струбцина (на схемі не показана). Початок руху досліджуваного матеріалу по рухомій поверхні 2 відповідає моменту, КОЛИ $\rho = (\rho_i)$, де (ρ_1) - кут зовнішнього тертя спокою).

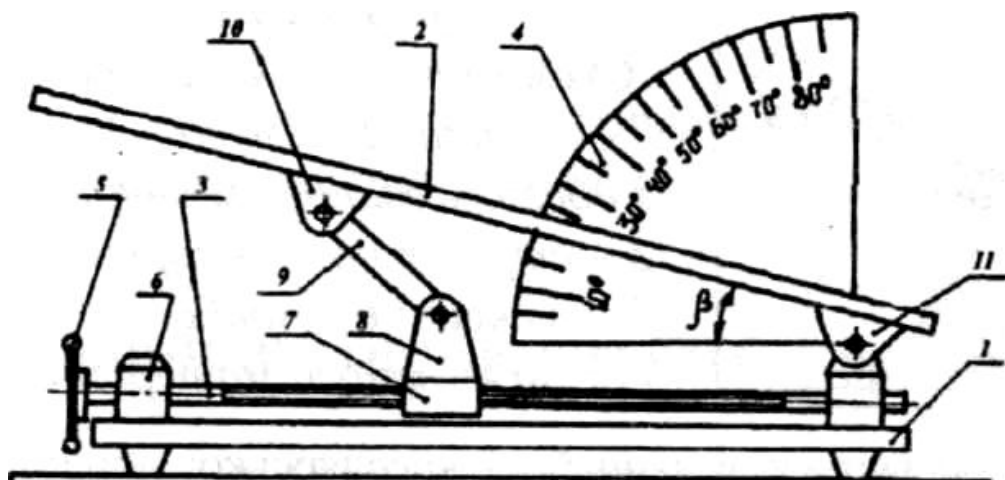


Рисунок 3.4 - Схема приладу для визначення коефіцієнта тертя спокою:
1 - плита; 2 - рухома поверхня; 3 - гвинт; 4 - шкала; 5 - рукоять; 6 - опора;
7 - гайка; 8 - кронштейн приводу; 9 - тяга; 10- кронштейн рухомої поверхні;
11 - кронштейн опорний

Коефіцієнт тертя ковзання визначається за допомогою спеціальних приладів різної конструкції. Найпростішим з них є прилад системи Желіговського (рис. 3.5).

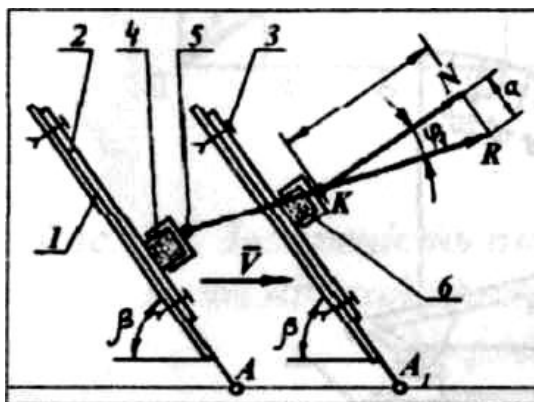


Рисунок 3.5 - Схема приладу Желіговського:

- 1 - лінійка; 2 — смуга з досліджуваного матеріалу; 3 - струбцина; 4 - каретка;
5 - олівець; 6 - проба досліджуваного матеріалу

Порядок визначення кута зовнішнього тертя ковзання полягає в тому, що креслярську дошку встановлюють горизонтально і під лінійку 1 кріплять полозки. Струбцинами з обох боків кріплять смугу 2 з досліджуваного матеріалу. Смуга і лінійка не повинні торкатися поверхні дошки. Встановлюють кут β у діапазоні $30-50^\circ$. У каретку 4 встановлюють пробу з іншого досліджуваного матеріалу. Поверхня проби повинна на 3-5 мм виступати за обріз каретки. Лінійку розміщують у положення А і підводять до неї каретку, як показано на рис. 3.5. Повільно переводять лінійку з положення А у положення А₁. При цьому олівець 5 намітить напрямок лінії К. Обирають усереднене положення лінії К і з довільно обраної точки К проводять нормаль N до поверхні лінійки.

Із точки К на нормалі N відкладають відрізок 100 мм і з отриманої точки встановлюють перпендикуляр до перетину з К. Заміряють "а", і обчислюють значення коефіцієнта тертя ковзання.

$$\varphi_1^k = \frac{a}{100}$$

Кут зовнішнього тертя спокою для чорнозему становить 22-30°, тертя ковзання - 70-85 % від кута тертя спокою.

3.2.3 Граничний опір ґрунту на зсув

Зразок ґрунту поміщають у зсувний прилад (рис. 3.6). Після навантаження зразка силою P прикладають горизонтальне навантаження T . Поступово збільшуючи T , заміряють мікрометром 4 відносне переміщення b верхнього кільця 2 відносно нижнього 1, поки не відбудеться остаточне порушення ґрунту. Величину зусилля відраховують динамометром 5.

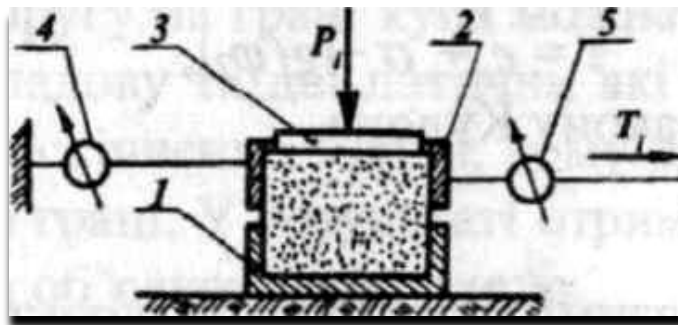


Рисунок 3.6 - Схема лабораторної установки:

1 - обойма нерухома; 2 - обойма рухома; 3 - кришка; 4 - мікрометр;
5 - динамометр

Введемо позначення: $\tau = T/F$ - зсувна напруга; $\sigma = P/F$ - стискаюча напруга; P - площа поперечного перетину зразка.

За результатами дослідів будують експериментальний графік залежності τ від σ по декількох значеннях стискаючої сили P .

3.2.4 Розташування коренеплодів

За аналогією з попередніми дослідженнями, випробування експериментального зразка машини виконувались на посівах моркви та буряків (столового, цукрового і кормового). Посіви моркви мали міжряддя 45 см і розроблений нами копач добре вписувався в міжряддя.

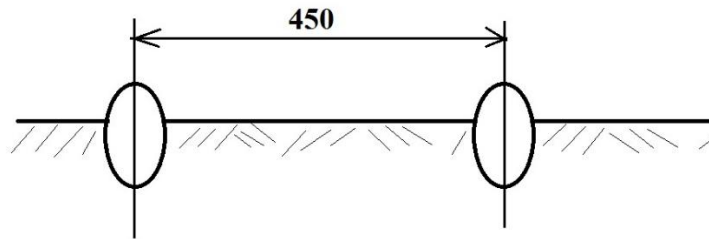


Рисунок 3.7 - Досліджувані варіанти розміщення коренеплодів моркви

Дослідження на підкопуванні моркви виконувались при смуговому посіві в звичайному виконанні (рис.3.7).

Особливість звичайного смугового посіву в тому, що лезо робочого органу виконує блоковане різання. Дослідження проводили для посіву кормового та цукрового бур'яків, моркви.

Підготовка плантації. Обирались три характерні ділянки довжиною $10 \pm 1,0$ м на відстані не менше 20 м від дороги. З обох боків ділянок робили смуги для заглиблення та виглиблення копача довжиною до 1,5 м, з яких вручну видаляли коренеплоди. Після цього знімалися наступні показники:

- твердість, питоме зчеплення часток, вологість ґрунту;
- висота головок коренеплодів над рівнем ґрунту;
- кількість бур'янів на $1,0 \text{ см}^2$, які за довжиною співставимі, або перевищують довжину гички.

Далі, копач навішували на коренезбиральну машину, підключали гідросистему та виставляли опорні колеса на необхідну глибину підкопування. Агрегат заводили в рядок, в межах смуги заглиблення заглиблювали на глибину робочого ходу і протягували по рядку.

Якість роботи оцінювали наступним чином.

Спочатку підбирались коренеплоди, які повністю винесені на денну поверхню. Такими вважали ті, що укладені горизонтально на поверхні і їх тіло не присипане ґрунтом. Потім підбирали частково винесені, тобто такі, що винесені на денну поверхню, але їх тіло присипане ґрунтом. В останню чергу такі що підкопані, але не винесені на денну поверхню. За результатами підрахунку знаходилось процентне співвідношення кожних фракцій. Окремо

підраховувалась залежність повністю винесених коренеплодів від довжини та форми коренеплодів.

Окремо визначали кількість пошкоджених коренеплодів. За рекомендацією такими слід вважати такі, 1/3 поверхні яких має ушкодження. Але такі дані не фіксувались, бо таких значних ушкоджень не відмічено.

Кількість зв'язаного ґрунту за масою визначали зважуванням підібраних коренеплодів після проходження агрегатом відстані 10 м., що відповідає загальноприйнятій методиці для згаданих машин. Потім вручну з коренеплодів відділяли ґрунт, окремо зважували чисті коренеплоди і ґрунт. Показник забрудненості визначали як виражене у відсотках відношення ґрунту до чистих коренеплодів.

3.3 Визначення показників кінематичного режиму

3.3.1 Потужність, що витрачається на коливання

Потужність віброприводу визначаємо шляхом визначення потужності, що розвиває гідромотор

$$N = \frac{P \cdot Q}{\eta}, \quad (3.1)$$

де N – потужність, кВт;

Q – швидкість потоку, л/хв.;

P – тиск в гідросистемі, бар;

$\eta = 0,92$ – коефіцієнт об'ємних втрат (паспортні дані).

Тиск і швидкість потоку визначали шляхом введення в гідросистему манометра і дроселя-витратоміра ДР – 70 (рис.3.8). Діапазон замірювань дроселя-витратоміра 0 – 70 л/хв., що повністю достатньо для виконуваних нами досліджень.



Рисунок 3.8 - Дросель-витратомір ДР-70

3.3.2 Визначення частоти обертання ексцентрика

Частоту обертання вала ексцентрика визначали цифровим контактним тахометром DT – 223А (рис.3.9).

Діапазон вимірювань тахометра 0 – 19999 об/хв. При точності $\pm 1,0$ об/хв., що достатньо для проведення досліджень.



Рисунок 3.9 - Цифровим контактний тахометр ДТ–2856

3.3.3 Визначення швидкості поступового руху

Швидкість поступового руху визначали шляхом нанесення крейдою риси на шині колеса мотоблока. В процесі руху визначався час, що витрачається на певну кількість обертів колеса. Швидкість визначали за формулою

$$V_M = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}{t}, \quad (3.2)$$

де r – радіус колеса;

n – підрахована кількість обертів

t - час замірювань.

3.4 Показники якості виконання технологічного процесу

3.4.1 Кількість винесених на денну поверхню коренеплодів

Після проходу агрегату відміряли ділянку довжиною 10 – 15 м. В межах ділянки збирали окремо коренеплоди повністю винесені на денну поверхню, частково винесені і не винесені. Кількість коренеплодів підраховувалась і знаходилось процентне співвідношення:

- кількість винесених на денну поверхню

$$K_B = \frac{n_B}{n_B + n_{чВ} + n_{НП}} \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

- кількість частково винесених

$$K_{чВ} = \frac{n_{чВ}}{n_B + n_{чВ} + n_{НП}} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

- кількість не підкопаних

$$K_{НП} = \frac{n_{НП}}{n_B + n_{ч} + n_{НП}} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

де n_B – кількість коренеплодів, повністю винесених на денну поверхню;

$n_{ч}$ – кількість коренеплодів частково винесених на денну поверхню;

$n_{\text{НП}}$ – кількість не підкопаних коренеплодів.

3.4.2 Кількість налиплого ґрунту

Кількість налиплого ґрунту визначали у процентному співвідношенні маси налиплого ґрунту до загальної маси коренеплодів, повністю і частково винесених на денну поверхню. Для цього з означених проб коренеплодів відділявся налиплий ґрунт. Окремо зважувались чисті коренеплоди і ґрунт.

3.4.3. Кількість травмованих коренеплодів

В межах взятої проби відділялись коренеплоди з зовнішніми ушкодженнями: скол хвостовика, механічні ушкодження поверхні, розрив тіла коренеплоду. Травмовані коренеплоди зважувались і знаходилось їх процентне співвідношення до загальної маси взятої проби.

Висновки

1. Так як ми прагнемо розробити універсальний копач, що повинен підкопувати не один тип коренеплоду, а гаму найбільш поширених в регіоні. Це створює певні особливості на всі етапи його створення – обґрунтування параметрів, розробка конструкції, лабораторні та польові дослідження. При цьому методики на всіх етапах повинні бути ідентичними для всіх типів коренеплодів.

2. Прийнята програма досліджень дозволяє в повному обсязі визначити параметри, необхідні для оцінки адекватності розробленої математичної моделі.

3. Як показали проведені експерименти використання даних методик є виправданим. Точність вимірних параметрів методики забезпечують.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Умови проведення досліджень

Для досліджень був виготовлений дослідний зразок копача у відповідності до наведеної схеми. У зв'язку з тим, що підкопування буряку є найбільш актуальним, основні дослідження виконувались нами саме на підкопуванні буряку.

Дослідження виконувались в активному режимі роботи копача.

Дослідження проводились на дослідних ділянках в господарствах Дніпропетровської області.

Умови роботи:

- Тип ґрунту – чорнозем звичайний малогумусовий;
- Аґрофон – посіви моркви звичайним смуговим способом ;
- Щільність взятих ґрунтових зразків, г/см³ :

мінімальна	- 1,17
максимальна	- 1,32
середня	- 1,25
- Вологість по горизонтах, %

до 5 см	- 18,1
від 5 до 10 см	- 17,9
від 10 до 15 см	- 17,3
- Кількість коренеплодів на погонному метрі:

в рядку	- 11
в смузі	- 7
- Кількість коренеплодів з розташуванням голівок, %

нижче рівня ґрунту	- 12,3
на рівні ґрунту	- 5,1
вище рівня ґрунту	- 82,3
- Кількість коренеплодів за довжиною, %

до 100 мм	- немає
від 100 до 150 мм	- 35
від 150 до 200 мм	- 41
більше за 200 мм	- 24
- Глибина підкопування по нижньому обрізу леміша, мм - 250

4.2 Загальні результати досліджень

1. Копач стало виконує технологічний процес на швидкостях у діапазоні 0,10 – 1,10 м/с як при попередньо обрізаній гичці, так і не обрізаній. При меншій швидкості міжстояковий простір забивається. Пояснюється це тим, що для подолання сил опору, що виникають при звуженні русла копача, ґрунту треба надати певну кількість енергії, якої при швидкості менше за 1,0 м/с явно не достатньо. Для серійної скоби цей показник не є критичним, бо міжстояковий простір не звужується.

2. Різниця у виконанні технологічного процесу серійною та дослідною машинами відстежується досить чітко. Серійна скоба не виносить коренеплоди на денну поверхню. Вона тільки порушає їх зв'язки з ґрунтом і залишає у вихідному положенні. Такий результат ускладнює підбирання коренеплодів, бо всі відомі підбирачі здатні працювати при винесених на денну поверхню коренеплодах. Дослідний копач коренеплоди на денну поверхню виносить.

Слід відмітити, що досліди виконувались на коренеплодах моркви, які практично не мали конусності.

3. Шлях занурення на робочу глибину – 0,8 м.



4.3 Дослідження підкопування моркви копачем у активному режимі

Скориставшись результатами досліджень у пасивному режимі приймаємо для подальших експериментів $\alpha = 15^\circ$.

Для основних досліджень в активному режимі був прийнятий трифакторний симетричний план $3 \times 3 \times 3$. Рівні варіювання факторів представлені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Рівні варіювання факторів

№	Фактор	Код	Рівні факторів		
			- 1	0	+ 1
1	Частота коливань, c^{-1}	X_1	60	70	80
2	Амплітуда коливань, мм	X_2	3	5	7
3	Робоча швидкість, м/с	X_3	1,10	0,60	0,10

Експерименти проводились у відповідності до розрахункової матриці (табл. 4.2), яка включає всі можливі комбінації рівнів факторів. Для кожного рівня факторів експеримент проводився тричі і бралось середнє значення. Коренеплід вважали винесеним на денну поверхню в разі, коли не менше 70...80% його тіла знаходилося вище рівня ґрунту.

Таблиця 4.2. Розрахункова матриця експерименту

№ дос	X_0	X_1	X_2	X_3	X^2_1	X^2_2	X^2_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	Кількість коренеплодів повністю винесених на денну поверхню, %		Нев'язка
											Факт	Розрах	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93,575	93,342	0,233
2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	92,72	92,751	-0,031
3	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	92,15	92,260	-0,110
4	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	90,725	90,837	-0,112

5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	90,155	90,325	-0,170
6	1	1	0	-1	1	0	1	0	-1	0	89,87	89,914	-0,044
7	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	88,445	88,560	-0,115
8	1	1	-1	0	1	1	0	-1	0	0	88,16	88,127	0,033
9	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	87,875	87,794	0,081
10	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	91,865	92,059	-0,194
11	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	91,485	91,571	-0,086
12	1	0	1	-1	0	1	1	0	0	-1	91,2	91,183	0,017
13	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	89,68	89,713	-0,033
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89,395	89,304	0,091
15	1	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	89,11	88,995	0,115
16	1	0	-1	1	0	1	1	0	0	-1	87,685	87,594	0,091
17	1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	87,21	87,264	-0,054
18	1	0	-1	-1	0	1	1	0	0	1	86,925	87,034	-0,109
19	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	91,01	91,067	-0,057
20	1	-1	1	0	1	1	0	-1	0	0	90,725	90,682	0,043
21	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	90,345	90,397	-0,052
22	1	-1	0	1	1	0	1	0	-1	0	88,825	88,879	-0,054
23	1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	88,635	88,573	0,062
24	1	-1	0	-1	1	0	1	0	1	0	88,35	88,367	-0,017
25	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	86,925	86,918	0,007
26	1	-1	-1	0	1	1	0	1	0	0	86,64	86,691	-0,051
27	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	86,45	86,565	-0,115
	0Y=2416,135	1Y= 15,77	2Y=38,76	3Y=6,46	Y11=1611,58	Y22=1611,39	Y33=1611,01	Y12=1,9	Y13=1,235	Y23=0,95			

За даними табл. 4.2 отримане рівняння регресії.

Коефіцієнти рівняння регресії

$$b_0 = A_0(OY) - A_{01}(11Y) - A_{02}(22Y) - A_{03}(33Y) =$$

$$= 0,25926 \cdot 2416,135 - 0,11111 \cdot (1611,58 + 1611,39 + 1611,01) = 89,3$$

$$b_1 = A_1(1Y) = 0,05556 \cdot 15,77 = 0,876$$

$$b_2 = A_2(2Y) = 0,05556 \cdot 38,76 = 2,15$$

$$b_3 = A_3(3Y) = 0,05556 \cdot 6,46 = 0,36$$

$$b_{12} = A_{12}(12Y) = 0,08333 \cdot 1,9 = 0,167$$

$$b_{13} = A_{13}(13Y) = 0,08333 \cdot 1,235 = 0,1$$

$$b_{23} = A_{23}(23Y) = 0,08333 \cdot 0,95 = 0,08$$

$$b_{11} = A_{11}(11Y) - A_{01}(OY) = 0,16667 \cdot 1611,58 - 0,11111 \cdot 2416,135 = 0,15$$

$$b_{22} = A_{22}(22Y) - A_{02}(0Y) = 0,16667 \cdot 1611,39 - 0,11111 \cdot 2416,135 = 0,11$$

$$b_{33} = A_{33}(33Y) - A_{03}(0Y) = 0,16667 \cdot 1611,01 - 0,11111 \cdot 2416,135 = 0,05$$

У результаті обробки експериментальних даних отримана модель

$$P = 89,3 + 0,876X_1 + 2,15X_2 + 0,36X_3 + 0,15X_1^2 + 0,11X_2^2 + 0,05X_3^2 + 0,16X_1X_2 + 0,1X_1X_3 + 0,05X_2X_3, \quad (4.1)$$

де P – відсоток коренеплодів, повністю винесених на денну поверхню.

Як показує аналіз рівняння регресії поверхні відгуку (рис.4.1.) найбільший вплив на процес підкопування має амплітуда коливань. Найбільш якісно копач виконує технологічний процес в діапазоні частоти коливань $60 - 70 \text{ с}^{-1}$ та амплітуді $3 - 7 \text{ мм}$. Остаточний вибір параметрів треба приймати на основі енергетичних затрат.

На даному етапі досліджень технологічні відмови практично не відмічались.

В якості приклада, проаналізуємо рівняння регресії при $X_1 = 0$.

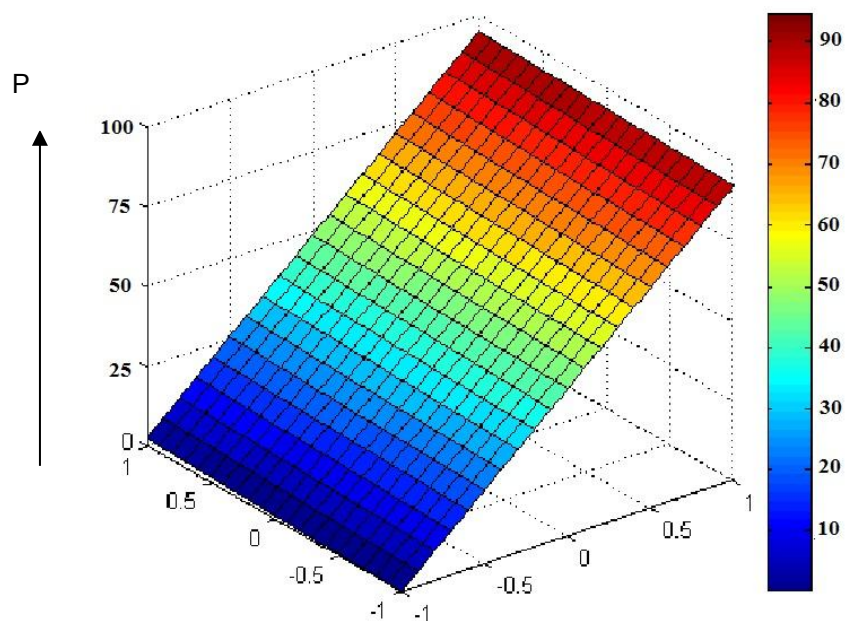


Рисунок 4.1 - Графічна інтерпретація рівняння регресії (поверхня відгуку):

При $X_1 = 0$

$$P = 89,3 + 2,15X_2 + 0,36X_3 + 0,11X_2^2 + 0,05X_3^2 + 0,05X_2X_3$$

$$P_{\text{MIN}} = 86,92; P_{\text{MAX}} = 92,47$$

4.4 Перевірка достовірності впливу факторів, що вивчаються, на отримані результати

Проаналізуємо сумісно отримані експериментальну і теоретичну виборки. Для цього скористаємось критерієм Фішера, тобто порівняємо виборки за дисперсіями. Середнє значення кількості винесених на денну поверхню коренеплодів

$$N_{\text{CP}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{27} N_i,$$

де $n = 27$ - об'єм виборки.

Знаходимо дисперсію виборок

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(N_i - N_{\text{CP}})^2}{n}.$$

Кількість ступіней свободи $k_1 = k_2 = 27 - 1 = 26$, тому теоретичне значення критерія Фішера $F = 1,67$.

Таблиця 4.3. Зведені данні експерименту

№	Експериментальні дані			Розрахункові дані		
	N_i	N_{CP}	$(N_i - N_{\text{CP}})^2$	N_i	N_{CP}	$(N_i - N_{\text{CP}})^2$
1	93,575	89,48648	16,716	93,342	89,51	14,685
2	92,72		10,456	92,751		10,503
3	92,15		7,0943	92,26		7,5629
4	90,725		1,5339	90,837		1,7621
5	90,155		0,4469	90,325		0,6648
6	89,87		0,1471	89,914		0,1631
7	88,445		1,0847	88,56		0,9024
8	88,16		1,7596	88,127		1,9123

9	87,875	2,5969	87,794	2,9421
10	91,865	5,6574	92,059	6,4993
11	91,485	3,9941	91,571	4,2477
12	91,2	2,9361	91,183	2,7996
13	89,68	0,0374	89,713	0,0412
14	89,395	0,0084	89,304	0,0425
15	89,11	0,1417	88,995	0,265
16	87,685	3,2453	87,594	3,671
17	87,21	5,1824	87,264	5,0445
18	86,925	6,5612	87,034	6,128
19	91,01	2,3211	91,067	2,4249
20	90,725	1,5339	90,682	1,3731
21	90,345	0,7371	90,397	0,7866
22	88,825	0,4376	88,879	0,3978
23	88,635	0,725	88,573	0,878
24	88,35	1,2916	88,367	1,3059
25	86,925	6,5612	86,918	6,7157
26	86,64	8,1025	86,691	7,9444
27	86,45	9,2202	86,565	8,6739
	$\sigma^2_1=1,929586$	$\sigma^2_2=1,927733$		

У відповідності до даних таблиці $\sigma^2_2 > \sigma^2_1$, тому критерій Фішера визначаємо як відношення

$$F = \frac{1,929586}{1,927733} = 1,00096 < 1,67$$

Тому наша модель адекватна.

4.5 Визначення швидкості поступового руху

Враховуючи те, що на поступову швидкість мотоблока впливає значна кількість факторів, витримувати її постійною досить складно. В той же час, для проведення три факторного експерименту потрібен симетричний план. В процесі роботи тракторист намагався тримати швидкість постійною, проте результати замірів показують на відхилення. За результатами замірів нами було

обчислене середнє значення, а дійсна значення було округлене таким чином, щоб вийшов симетричний план (табл.4.4 – 4.6).

Таблиця 4.4. Результати визначення середньої швидкості агрегату на нижній передачі

V_i , м/с	V_{CP} , м/с	$(V_i - V_{CP})^2$	σ^2	Прийняте значення V , м/с
0,14	0,1107	0,00086044	0,10666472	0,10
0,16		0,0256		
0,09		0,0081		
0,11		0,0121		
0,12		0,0144		
0,09		0,0081		
0,10		0,01		
0,11		0,0121		
0,13		0,0169		
0,10		0,01		
0,10		0,01		
0,12		0,0144		
0,10		0,01		
0,10		0,01		
0,09		0,0081		

Таблиця 4.5. Результати визначення середньої швидкості агрегату на нижній передачі

V_i , м/с	V_{CP} , м/с	$(V_i - V_{CP})^2$	σ^2	Прийняте значення V , м/с
0,63	0,6113	0,00034844	0,58982192	0,60
0,67		0,4489		
0,57		0,3249		
0,63		0,3969		
0,62		0,3844		
0,59		0,3481		
0,64		0,4096		
0,60		0,36		
0,61		0,3721		
0,62		0,3844		
0,59		0,3481		
0,62		0,3844		

0,60		0,36		
0,59		0,3481		
0,59		0,3481		

Таблиця 4.6. Результати визначення середньої швидкості агрегату на нижній передачі

V_i , м/с	V_{CP} , м/с	$(V_i - V_{CP})^2$	σ^2	Прийняте значення V , м/с
1,13	1,1093	0,00042711	1,07045558	1,10
1,14		1,2996		
1,08		1,1664		
1,10		1,21		
1,12		1,2544		
1,09		1,1881		
1,11		1,2321		
1,11		1,2321		
1,14		1,2996		
1,10		1,21		
1,10		1,21		
1,11		1,2321		
1,10		1,21		
1,13		1,2769		
1,08		1,1664		

Прийняті значення швидкості руху використані нами при визначенні рівнів варіювання факторів (табл.4.1.).

4.6. Енерговитрати механізму приводу коливань

Результати визначення енерговитрат представлені на графіках (рис. 4.2 та 4.3). Аналіз наведених залежностей показує наступне.

Енерговитрати на коливання робочого органа не перевищують 1,2 кВт. Для кінематичного режиму, який найбільш оптимальний з точки зору розробленої математичної моделі енерговитрати не перевищують 0,65 кВт.

Аналіз графіків також показує, що енерговитрати ростуть інтенсивніше зі збільшенням частоти коливань. Залежність від амплітуди носить практично лінійний характер.

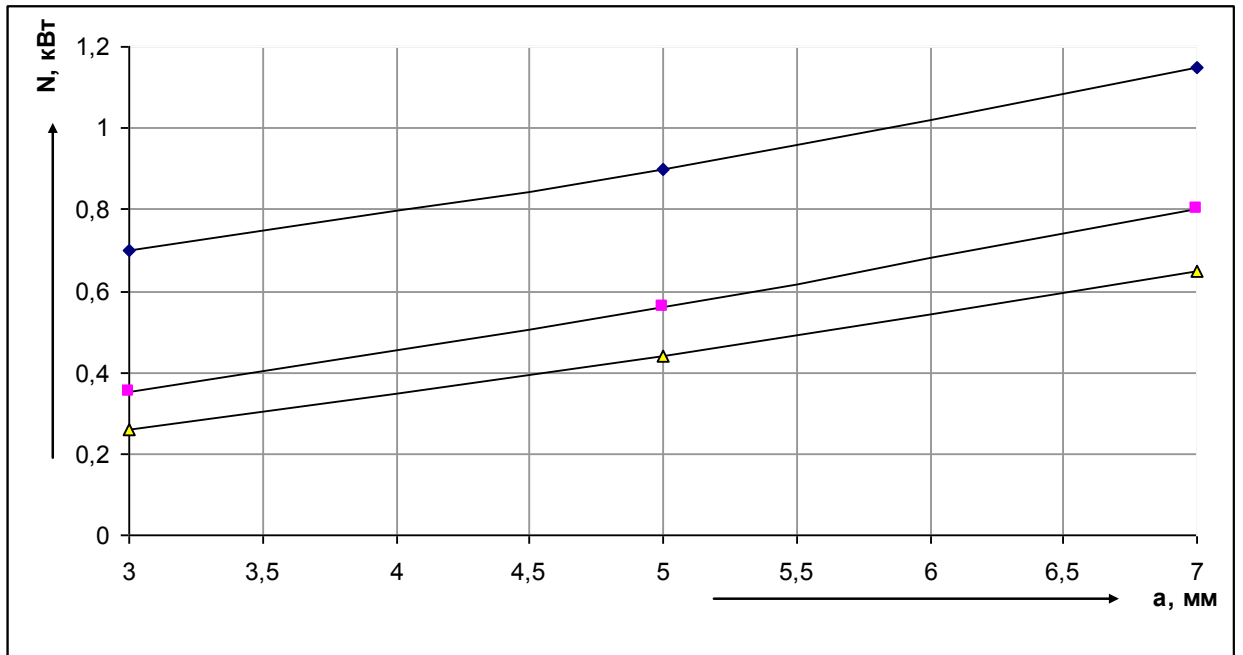


Рисунок 4.3 - Залежність енерговитрат на привід механізму коливань від амплітуди коливань прирізних значеннях частоти

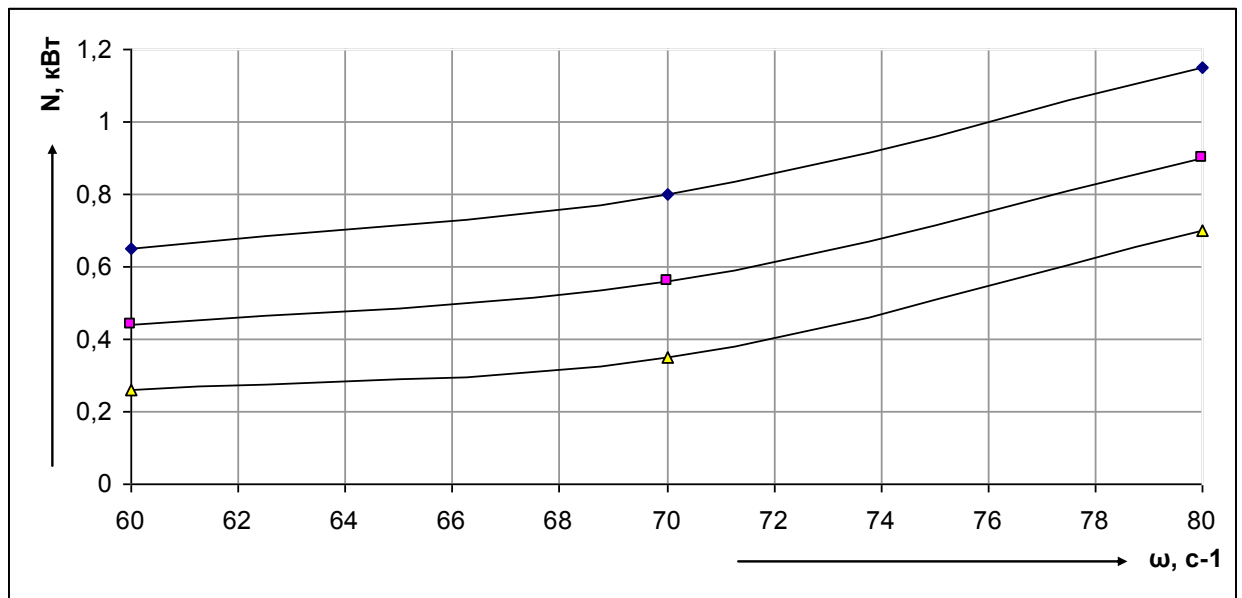


Рисунок 4.3 - Залежність енерговитрат на привід механізму коливань від частоти при різних значеннях амплітуди

Висновки

1. Проведеними експериментальними дослідженнями підтверджена працездатність робочого органу і вірність обґрунтованих конструктивних і кінематичних параметрів.

2. Визначено фактори, які найбільше впливають на показники якості роботи копача: це форма тіла коренеплоду та співвідношення його розмірів і утворюваних в процесі розпушення ґрунтових комків.

3. Копач запропонованої конструкції показав в ході польових досліджень хорошу якість підкопування. Показники розпушення ґрунту нами не контролювались, хоча візуально ступінь розпушення була припустимою.

4. У результаті опрацювання експериментальних даних обґрунтовані раціональні значення конструктивних та кінематичних параметрів:

- кут атаки долота α , град	- 15
- колова частота, с^{-1}	- 60- 80
- амплітуда коливань A , мм	- 3
- глибина підкопування, см	- 15

5. В результаті експериментів встановлено, що оптимальна робоча швидкість копача, при якій показники травмування знаходяться в припустимих межах, знаходиться в межах $0,1 - 1,2$ м/с. .

6. На практиці перевірені розроблені методики польових досліджень, підтверджена їх раціональність і ефективність.

7. Підтверджена можливість створення універсального копача для широкої групи коренеплодів. Особливістю є те, що підкопування відбувається без безпосереднього контакту коренеплодів з поверхнями робочого органу, що зменшує травмування.

8. Розроблений копач може бути використаний в якості знаряддя для основного обробітку ґрунту без оберту шару, при цьому профіль дна борозни відповідає принципам чизельного обробітку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці на підприємстві

За стан охорони праці в дослідному господарстві відповідає інженер з охорони праці, обов'язками якого є:

- організувати на кожному робочому місці умови праці для робітників в чіткій відповідності з вимогами нормативних актів з охорони праці;
- забезпечити функціонування систем управління охорони праці;
- творити службу охорони праці;
- виконати заходи, запропоновані комісією з розслідування нещасних випадків;

- організувати навчання, перевірки знань і проводити пропаганду безпечних умов праці в господарстві.

За станом охорони праці на господарстві відповідають спеціалісти та керівники відділень та бригад.

При прийомі на роботу, та для працюючих працівників проводяться відповідні види інструктажів (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий), які проводять головні спеціалісти, інженер та безпосередньо керівники робіт. Для даних цілей ведуться спеціальні журнали реєстрації інструктажів, які зберігаються у особи що їх проводить. Основна нормативна загальногосподарська документація з питань охорони праці ведеться і зберігається у інженера.

5.2 Стан охорони праці на підприємстві

На сьогоднішній день стан охорони праці в господарстві в цілому задовільний. Але виявлені такі недоліки:

- не повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та спецодягу;
- недостатність знань з охорони праці у працюючих на підприємстві;
- відсутність на виробничих ділянках куточків з охорони праці.

5.3 Аналіз виробничого травматизму в господарстві та причини нещасних випадків

Аналіз та облік виробничого травматизму на підприємстві ведеться згідно з формами статистичної звітності(акти за формою Н-1)за підсумками року. Вся документація, що стосується аналізу виробничого травматизму,

зберігається у інженера з охорони праці. Як показують дані аналізу основними факторами виробничого травматизму є недотримання правил, незадовільна організація деяких видів робіт, незастосування засобів індивідуального захисту, в зв'язку з їх відсутністю, або несправним станом та використанням не за призначенням

Для аналізу виробничого травматизму на підприємстві використовують статистичний метод, який визначає кількісні показники, що характеризують загальний рівень виробничого травматизму. Для цього використовують відносні величини-показники частоти, важкості і втрат.

Показник частоти травм, що припадає на 1000 працюючих за певний період, визначається за формулою

$$K_{ч} = 1000T / П \quad (5.1)$$

де T – загальна кількість травм, що виникла на підприємстві за звітний період;

$П$ – середня кількість працюючих за той же період.

Показник важкості травматизму характеризує загальну важкість травм, що виникли протягом звітного періоду. Визначаємо цей показник за виразом

$$K_{м} = Д / T \quad (5.2)$$

де $Д$ – сумарна кількість днів тимчасової непрацездатності по всіх нещасних випадках, що враховані за звітний період.

Показник втрат ($K_{н}$) характеризується кількістю днів непрацездатності, що припадає на 1000 працюючих за звітний період :

$$K_{н} = K_{ч} K_{м} = 1000Д / П \quad (5.3)$$

5.4 Заходи безпеки при використанні копача коренеплодів

Вимоги до копача коренеплодів:

- приводити в рух і зупиняти збиральний агрегат трактористові можна тільки по сигналу помічника. Сигнали заздалегідь обумовлюються;
- очищення машини проводиться спеціальним очисником – різакон;
- у процесі роботи необхідно остерігатися обертоних частин, не знаходитися поблизу головної карданної передачі;
- максимальний кут при транспортуванні машини зі швидкістю до 4 км/год не повинний перевищувати 10°;
- при поворотах швидкість необхідно зменшувати до другої пониженої (3 - 4 км/год) передачі;

Забороняється:

- регулювати різальний апарат і виконувати які-небудь роботи під машиною без установки в місцях піддомкратування надійних підставок;
- знаходитися під машиною піднятою на домкрат;
- працювати на машині при ослабленому кріпленні вузлів і деталей;
- очищати робочі органи машини при включеному ВВП трактора.

5.5 Заходи по покращенню умов праці

До роботи на тракторах і сільськогосподарських машинах допускаються особи, що мають відповідне посвідчення на право керування, знайомі з правилами з техніки безпеки цих машин і обов'язково пройшли інструктаж.

Всі роботи потрібно проводити під керівництвом відповідальної особи з числа адміністративно-технічного персоналу виробничої ділянки.

В залежності від виду виконуваних операцій механізатори повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту і спецодягом.

До початку роботи переконатися в повній справності агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення всіх захисних щитків і огорожень.

Приєднання машин до трактора робити в повній відповідності з вказівками заводської інструкції.

Перед початком руху переконатися, чи немає між трактором і знаряддям людей, а також обов'язково подати звуковий сигнал.

Розрахунок засобів індивідуального захисту

Кількість спецодягу розраховуємо по формулі:

$$H=(P*12/C)-N, \quad (5.4)$$

де P - кількість працюючих людей.

C - термін використання, місяців

N - залишкова кількість спецодягу.

Кількість і різновид спецодягу представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Кількість та різновид спецодягу

Професії	В	Індивідуальні засоби захисту	Термін носки	Залишок	Потреба
Тракторист	10	Комбінезон ХБ	12	3	7
Слюсар	2	Фартух	6	0	4
Водій	12	Комбінезон ХБ	12	2	10
Допоміжні робітники	2	Комбінезон ХБ	12	1	1

Вимоги до транспортних засобів

Переїжджати через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням усіх запобіжних заходів.

Не можна знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їхнього транспортування.

При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення.

Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції.

Освітленість. Згідно з вимогами стандарту на тракторах встановлюють не менше двох фар, які забезпечують освітленість шляху в темний час на рівні гігієнічних умов. Для освітлення причіпних і начіпних машин трактори обладнують додатковими фарами.

Умови праці на тракторах нових марок значно поліпшені: знижений до гранично допустимого рівня шум, зменшені зусилля на органах керування, вібрація на сидіння і рівень запиленості, поліпшені оглядовість і наближені до гігієнічних вимог параметри мікроклімату; в будові кабін використані сучасні досягнення ергономіки.

Протипожежні заходи

На машинах, де передбачається вогнегасник, він повинний бути завжди справним і вчасно заправленим. Не дозволяється навішувати на нього одяг або укладати сторонні предмети.

У нічний час при виході з ладу електроустаткування користуються вогнебезпечними ліхтарями.

Щоб запобігти замиканню проводів, щодня перевіряють справність електропроводки, не допускають забруднення її маслом і пилом.

Потрібно стежити за тим, щоб прокладка колектора не пропускала відпрацьовані гази. Недостатнє ущільнення може привести до запалення легкозаймистих матеріалів, що знаходяться поблизу. Періодично варто очищати вихлопну трубу від нагару.

Не можна користуватися відкритим вогнем при заправленні машин паливом, біля сховищ, цистерн і бачків з рідкими азотними добривами або нафтопродуктами, допускати підтікання пального в місцях з'єднання паливопроводів, заливати бензин, що запалився, водою (його гасять вогнегасниками, закидають землею, піском, накривають брезентом і т.д.), при відкриванні бочок, бити по пробці металевими предметами.

Також пропонуються наступні заходи, спрямовані на покращення умов праці співробітників господарства:

- проведення навчання працівників та керівників виробничих підрозділів та перевірка знань з охорони праці з обов'язковим оформленням протоколу результатів роботи комісії з перевірки знань;
- повне оформлення документації з питань охорони праці на підприємстві;
- повне забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та спецодягу;
- оформлення куточків охорони праці на виробничих ділянках;
- підвищення якості контролю за питаннями охорони праці.

Висновки

На підприємстві робота з охорони праці відбувається згідно нормативних документів. Порушення, які були виявлені не суттєві, і легко піддаються виправленню.

Використання модернізованої машини суттєво не відобразилось на стані охорони праці при роботі копачами.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

Розрахунки техніко-економічних показників виконуємо у машинною копач+мотоблок «ЗІРКА» виробництва заводу «МОТОР СІЧ». Основні відмінності: за рахунок оптимізації параметрів копача машина має менше технологічних зупинок для чищення і регулювання. Це підвищує коефіцієнт використання робочого часу зміни і, як наслідок, продуктивність агрегату. Також за рахунок вібраційних коливань зменшується опір ґрунту, що знижує затрати на ПММ.

Вихідні дані для розрахунків зведено до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			Серійна	Модернізована
1	Річний обсяг гоботи	га	2	2
2	Продуктивність	га/год	0,65	0,77
3	Витрати ПММ	кг/га	4,81	4,2
4	Вартість:	грн.		
	Мотоблок		13000	13000
	Машини		2500	3000
	Всього		15500	16000
5	Кількість обслуговуючого персоналу		2	1

Кількість нормо-годин у обсязі робіт:

Базовий

Проект

$$K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{2}{0,65} = 3,07 \text{ год}$$

$$K_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{2}{0,77} = 2,59 \text{ год}$$

Витрати праці:

Базовий

Проект

$$V_{П1} = K_{НГ} \cdot n = 3,07 \cdot 1 = 3,07 \text{ год}$$

$$V_{П} = K_{НГ} \cdot n = 2,59 \cdot 1 = 2,59 \text{ год.}$$

$$V_{П2} = K_{НГ} \cdot n = 3,07 \cdot 1 = 3,07 \text{ год}$$

де n =1- кількість обслуговуючого персоналу.

Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати складаються з основної і додаткової заробітної плати, амортизаційних відрахувань, витрат на паливо-мастильні матеріали, витрат на технічне обслуговування, ремонт і зберігання агрегату.

Основна і додаткова заробітна плата

Основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями:

$$П = \frac{C_T}{W_{год}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.1)$$

де $C_T = 30$ - тарифна ставка, грн/год;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$K_2 = 1,375$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні заходи.

Базовий

Проект

$$П = \frac{30}{0,65} \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 152,30 \text{ грн/га} \quad П = \frac{30}{0,77} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 64,28 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування

Норма енергетичного засобу – 15%, коренезбиральної машини – 15%.

Нормативне завантаження на рік:

- енергетичного засобу - 1000год;
- машини - 500год

Базовий

Проект

$$\text{Енергозасіб: } A_{TP} = \frac{13000 \cdot 15}{100 \cdot 1000 \cdot 0,65} = 3 \text{ грн/га} \quad A_{TP} = \frac{13000 \cdot 15}{100 \cdot 1000 \cdot 0,77} = 2,53 \text{ грн/га}$$

$$\text{Машина: } A_M = \frac{2500 \cdot 15}{100 \cdot 500 \cdot 0,65} = 1,15 \text{ грн/га} \quad A_M = \frac{3000 \cdot 15}{100 \cdot 500 \cdot 0,77} = 1,16 \text{ грн/га}$$

$$\text{Всього: } A_{\Sigma} = 3 + 1,15 = 4,15 \text{ грн/га} \quad A_{\Sigma} = 2,53 + 1,16 = 3,65 \text{ грн/га}$$

Витрати на ПММ

Базовий

Проект

$$V_{ПММ} = C_{ПММ} \cdot V_{ПММ} = 30 \cdot 4,81 = 144,3 \text{ грн/га}$$

$$V_{ПММ} = 30 \cdot 4,2 = 126 \text{ грн/га}$$

Витрати на ТО, ПР, зберігання

Норма витрат на ПР, ТО і зберігання:

- $\alpha_{ТО} = 11\%$ - норма відрахувань на ТО;
- $\alpha_3 = 0,2\%$ - норма відрахувань на зберігання;
- $\alpha_{ТР} = 8\%$ - норма відрахувань на ремонт.

Витрати на ТО, ТР і зберігання:

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_3 + \alpha_{ТР})}{100 \cdot K_{НГ} \cdot W_{ГОД}} \cdot K, \quad (6.2)$$

де B_B – балансова вартість, грн;

K – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Базовий

$$\text{Енергозасіб: } B_{ТР} = \frac{13000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 3,07 \cdot 0,65} = 1250,81 \cdot \text{грн/га}$$

Проект

$$B_{ТР} = \frac{13000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 2,59 \cdot 0,77} = 1251,56 \text{ грн/га}$$

Базовий

$$\text{Машина: } B_M = \frac{2500 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 3,07 \cdot 0,65} = 102,73 \text{ грн/га}$$

Проект

$$B_M = \frac{3000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 2,59 \cdot 0,77} = 123,35 \text{ грн/га}$$

Всього по агрегатам:

$$B_6 = B_{ТР} + B_M = 1250,81 + 102,73 = 1353,54 \text{ грн/га}$$

$$B_M = 1251,56 + 123,35 = 1374,91 \text{ грн/га}$$

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

Базовий

$$E_B = 152,30 + 4,15 + 144,3 + 1353,54 = 1654,29 \text{ грн/га}$$

Проект

$$E_B = 64,28 + 3,65 + 126 + 1374,91 = 1568,84 \text{ грн/га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

Базовий

Проект

$$E_{\Sigma} = E_B \cdot W_{CEZ} = 1654,29 \cdot 2 = 3308,58 \text{ грн} \quad E_{\Sigma} = 1568,84 \cdot 4 = 3137,68 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення на 1 га:

Базовий

Проект

$$\text{Енергозасіб: } K_B = \frac{B_B}{W_{CEZ}} = \frac{13000}{2} = 6500 \text{ грн/га} \quad K_B = \frac{13000}{2} = 6500 \text{ грн/га}$$

$$\text{Машина: } K_B = \frac{2500}{2} = 1250 \text{ грн/га} \quad K_B = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ грн/га}$$

Всього:

$$K_B = 6500 + 1250 = 7750 \text{ грн/га}$$

$$K_B = 6500 + 1500 = 8000 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на 1 га:

$$P_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

Базовий

$$P_B = 1654,29 + 0,15 \cdot 7750 = 2816,79 \text{ грн/га}$$

Проект

$$P_B = 1568,84 + 0,15 \cdot 8000 = 2768,84 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

Базовий

$$P_{B\Sigma} = P_B \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 2816,79 \cdot 2 = 5633,58 \text{ грн}$$

Проект

$$P_B = 2768,84 \cdot 2 = 5537,68 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект:

$$E_E = 5633,58 - 5537,68 = 95,57 \text{ грн}$$

Результати розрахунків представлено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	збирання коренеплодів	
2	Об'єм роботи, га	2	2
3	Склад агрегату: Енергетичний засіб Машина	Мотоблок Копач	Мотоблок Копач М
4	Продуктивність, га/год	0,65	0,77

продовження табл. 6.2

5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	3,07	2,59
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 1	1 -
7	Тарифний розряд роботи	V	V
8	Тарифна ставка, грн/год	30	30
9	Норма витрати пального, кг/га	4,81	4,2
10	Балансова вартість, грн: мотоблока копача	13000 2500	13000 3000
11	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	30	30
12	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата	1654,29 152,30	1568,84 64,28

	б. Амортизаційні відрахування	4,15	3,65
	в. Витрати на ПММ	144,3	126
	г. Витрати на ТО, ПР, зберігання	1353,54	1374,91
13	Капітальні вкладення, грн/га	7750	8000
14	Приведені затрати, грн/га	2816,79	2768,84
	На весь обсяг роботи, грн	5633,58	5537,68
15	Річний економічний ефект, грн		95,57

Висновки

Як показують розрахунки, проведена модернізація копача коренеплодів покращила основні його техніко-економічні показники, річний економічний ефект застосування складає 95,57 грн при річному навантаженні 2 га.

Прогнозований економічний ефект незначний, але перевагою нашого досліджуваного органу - менший відсоток травмування коренеплодів, та вивільнення допоміжного працівника.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Різноманітна кількість форм коренеплодів ускладнює створення універсального копача. Також при викопуванні коренеплодів значна частина їх пошкоджується об робочі органи. Проведений аналіз існуючих конструкцій копачів для різного виду коренеплодів показав на актуальність подальших розробок, спрямованих на підвищення якості підкопування, зменшення енерговитрат. Виявлено, що одним з найбільш перспективних напрямків є V-подібний активному копач. До переваг обраної концепції копача слід віднести те, що підкопування відбувається без посереднього контакту коренеплоду з робочим органом, а шляхом розпушення шару ґрунту та його протрушування.

Найбільш перспективною формою коливань є кругові повздовжні коливання. Копач столових коренеплодів V- подібної форми в разі наведення саме таких коливань є найбільш перспективним.

Дослідженнями окреслено два можливих кінематичних варіанти копача: з відкиданням ґрунту в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша та з відкиданням по лінії сколу призми ґрунту. Обидва варіанти з точки зору кінематичного режиму роботи працездатні.

Перший варіант з відкиданням ґрунту в напрямку сходу з робочої поверхні лемеша більше підходить до мотоблоку, бо потребує робочих швидкостей, що знаходяться в межах швидкості ходи тракториста. Оптимальним обрано режим, при якому кінематичний діапазон буде найширшим:

- кут атаки лемеша – 15 градусів;
- радіус ексцентриситету – 0,003 м;
- діапазон кутових швидкостей – 60 – 80 с⁻¹;
- діапазон робочої швидкості – 1,27 – 1,63 м/с.

Другий варіант з відкиданням по лінії сколу призми ґрунту може бути використаний у складі коренезбиральної машини. Це пов'язане з тим, що в даному випадку можна працювати на більших швидкостях і діапазон припустимих коливань значно більший. В залежності від кута внутрішнього тертя ґрунту рекомендований раціональний кінематичний режим:

- кут атаки лемеша – 15 градусів;
- радіус ексцентриситету – 0,003 – 0,010 м;
- діапазон кутових швидкостей – 60 – 120 с⁻¹;
- діапазон робочої швидкості – 0,8 – 3,00 м/с.

Визначено фактори, які найбільше впливають на показники якості роботи копача: це форма тіла коренеплоду та співвідношення його розмірів і утворюваних в процесі розпушення ґрунтових комків.

У результаті опрацювання експериментальних даних обґрунтовані раціональні значення конструктивних та кінематичних параметрів:

- кут атаки долота α , град - 15
- колова частота, с^{-1} - 60- 80
- амплітуда коливань А, мм - 3
- оптимальна швидкість копача без
- травмування коренів знаходиться в межах 0,1 – 1,2 м/с.

Підтверджена можливість створення універсального копача для широкої групи коренеплодів. Особливістю є те, що підкопування відбувається без безпосереднього контакту коренеплодів з поверхнями робочого органу, що зменшує травмування.

Розроблений копач може бути використаний в якості знаряддя для основного обробітку ґрунту без оберту шару, при цьому профіль дна борозни відповідає принципам чизельного обробітку.

Виконаний аналіз показує, що розроблена конструкція не є небезпечною з точки розу охорони праці, і не погіршує його стану на підприємстві.

Виконані техніко-економічні розрахунки показуються, що від впровадження агрегату в виробництво можна отримати прогнозований економічний ефект 95,57 грн. при річному навантаженні 2 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Булгаков В.М. Совершенствование технологического процесса и машин для уборки корнеплодов свеклы/ Автореф. Дис. ...д-ра техн. Наук в форме научного доклада: 05.20.01; 05.20.04/ АО ВИСХОМ.- М.;993.- 61с.

2. Булгаков В.М. Математичне моделювання кутових коливань коренеплоду у ґрунті як у пружному середовищі при вібраційному викопуванні./ М. Булгаков, І.Головач. / Праці // Таврійська державна агротехнічна академія – Вип..39, - Мелітополь: ТДАТА, 2006. – с.124 – 134.

3. Волик Б.А. Методические указания к технологическим регулировкам и расчету рабочих органов свеклоуборочных машин / Б. Волик, К. Шрамко. - Днепропетр. гос.агр.ун-т – Днепропетровск, 1994. – 40с.

4. Волик Б.А., Обґрунтування параметрів та дослідження активного копача коренеплодів V – подібної форми / Б. Волик, С.Друздь. - Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів, 2008. - №12, том 1. – С.354 – 358.

5. Волик Б., Друздь С. Лабораторні дослідження процесу вібраційного підкопування столових коренеплодів // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів: Львів.нац.аграр. ун-т, 2008. - №12,(2). – С.273 - 277.

6. Волик Б.А. Комбіноване ґрунтообробно-підкопуюче знаряддя для присадибних ділянок/ Б. Волик, О. Гаврильченко, С. Друздь. - Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 75.- Том 1. «Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків, 2008. – С.142-148.

7. Волик Б.А. Розрахункова модель активного віброкопача столових коренеплодів / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.-2010. – Вип..144, ч.2. – с.210-217.

8. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / Дніпроп. держ. агр. ун-т – Дніпропетровськ, 1999. – 204с.

9. Панченко А.Н. Теория и расчет сельскохозяйственных машин: Лабораторный практикум / Днепропетр.гос.агр.ун-т. – Днепропетровск, 2002. – 396с.

10. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, теория, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232с.
11. Погорілий М.Л. Підвищення динамічної активності і технологічної ефективності копачів бурякозбиральних машин / Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». Том VIII. – Київ: НАУ, 2000. – с.97-106.
12. Ільченко В.Ю. Практикум з використання машин в рослинництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Кобець, В.П. Мельник, П.І. Карасьов, П.М. Кухаренко, А.В. Ільченко; Дніпропетр. держ. агр. ун-т, - Дніпропетровськ, 2002. – 212с.
13. Кобець А.С. Теорія і розрахунок копачів для збирання картоплі: монографія / А.С. Кобець, О.А. Демидов, Б.А. Волик, С.П. Сокол – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 144 с.
14. Булгаков В.М. Розрахунок основних параметрів технологічного процесу збирання буряків / В.М. Булгаков, М.К. Лінник, О.П. Гурченко // Зб. наук. праць Національного аграрного університету „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том VI. „Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин”. – К.: НАУ, 1999. - С. 220.
15. Паньків М.Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гвинтово-еліпсного очисника коренезбиральних машин. Дис... канд. техн. наук. – Тернопіль, 2003. – 160 с.
16. Гандзюк М.О. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів доочисника коренеплодів: Дис... канд. техн. наук: 05.05.11. – Луцьк, 2002. - 163 с.
17. Петрикович Ю.Я. Тенденції розвитку сепаруючих пристроїв коренезбиральних машин / Ю.Я. Петрикович, М.Р. Паньків // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст., вип.7. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2000. - С. 115-120.
18. Патент № 2363977, Франція, кл. А 01D 33/08, 1979.
19. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко. – К.: Вища освіта, 2004. - 544 с.
20. Данильченко М.Г. Розробка і дослідження шнекових та роторних

очисників коренеплодів бурякозбиральних комплексів: Дис... канд. техн. наук: 05.02.04. – Тернопіль, 1992. - 153 с.

21. Шабельник Б.П. Результаты испытаний свеклоуборочной машины с экспериментальным очистителем сахарной свеклы от почвы / Б.П. Шабельник, И.Г. Бойко, А.П. Скорик. // Сб. науч. тр. МИИСП, т. 15, вып. 2, - М.: 1978, - С. 57-59.

22. Шабельник Б.П. Теорія і практика обґрунтування параметрів робочих органів бурякозбиральних машин / Б.П. Шабельник. – Харків, 2001.- С. 314.

23. Шабельник Б.П. Разработка технологического процесса очистки корнеплодов и создание конвейеров-очистителей свеклоуборочных машин / Б.П. Шабельник. // – Ростов-на-Дону, Сб. науч. тр. МИИСП ,т.11, вып.3, 1977. - С. 17-19.

24. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Марков, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976, - 279 с.

25. ДСТУ 2258-93. Машини бурякозбиральні. – К.: Держстандарт України, 1993. - 18 с.

26. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. - 159 с.

27. Кринецкий И.И. Основы научных исследований / И.И. Кринецкий. – К.: Вища школа, 1980. - 266 с.

28. КД 46.16.01.005 – 93 “Випробування сільськогосподарської техніки. Основні положення”. – К.: - 34 с.

29. Основы научных исследований. Под ред. В.И.Крутова, В.В. Попова - М.: Высшая шк., 1989. – 363 с.

30. Бабицкий Л.Ф. Основы научных исследований / Л.Ф. Бабицкий, В.М. Булгаков, Д.Г. Войтюк – К.: Издательство НАУ, 1999. - 205 с.

31. Программа и методика проведения испытаний машин для уборки кормовой свеклы. УНИИМЭСХ, УНИИЗ, ВНИИМОЖ, 1987.

32. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин /

Г.А. Хайлис. Киев, УСХА, 1992. - 240 с.

33. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. - 706 с.

34. Тудель М.В. Спеціальні комбайни / М.В. Тудель, Б.О. Козаченко, В.Г. Герасимчук. – К.: “Урожай”, 1988. - 184 с.

35. Барановський В.М. Дослідження пропускної здатності комбінованого доочисника вороху коренеплодів / В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, А.Ю.Виговський. // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст., вип. 13. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2005. – С. 8-17.

36. Барановський В.М. Конструктивні та кінематичні параметри комбінованого очисника вороху коренеплодів / В.М. Барановський, Д.Г. Войтюк, А.Ю. Виговський // Науковий журнал. Вісник ТДТУ, – Тернопіль, 2002. Том 7, № 2. – С. 90-94.

37. Гевко Б.М. Механізми з гвинтовими пристроями / Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський. – Львів: Світ. – 380 с.

38. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины / А.А. Вайсон – М.: - 1975г.

39. Гевко Б.М. Научные основы разработки винтовых транспортирующих механизмов сельскохозяйственных машин. Автореф. дис....д-ра техн. наук. Ростов-на-Дону, 1987.

40. Янчин С.К. Коэффициент заполнения винтовых транспортеров / С.К. Янчин, А.И. Обертышев // Механизация и электрофикация сельского хоз-ва. 1970. № 3.

41. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельхозмашин / Е.С. Босой, О.В. Верняев. – М.: Машиностроение, 1978. - 567 с.

42. Вальщиков Ю.Н. Производство, расчет и конструирование щеточных устройств / Ю.Н. Вальщиков. – Л.: ЛГУ, 1974. – 203 с.

43. Виговський А.Ю. Експериментальні дослідження транспортерно-гвинтового доочисника вороху коренеплодів / А.Ю. Виговський // Техніка

АПК, № 5. – 2006. С. – 7-12.

44. Погорілий Л.М. Технологічні принципи інтенсифікації робочих процесів і удосконалення бурякозбиральних машин / Л.М. Погорілий // Зб. наукових праць НАУ. “Сучасні проблеми механізації сільського господарства”. Том 5. – Київ: НАУ, 1999.- С. 379-387.

45. Данильченко М.Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки. Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. М.Г. Данильченко, Б.Б. Гладич, Р.Б. Гевко. – Тернопіль: Економічна думка, 2001.

46. Четыркин Б.Н. Сельскохозяйственные машины и основы эксплуатации машинно-тракторного парка / Б.Н. Четыркин, З.И. Воцкий, Н.Г. Поликутин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2001. – 336 с.

ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ**

ЗБІРНИК ТЕЗ

**XI Міжнародної
науково-практичної інтернет-конференції**

„ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ: ПРОБЛЕМИ, ПРІОРИТЕТИ, ПЕРСПЕКТИВИ”

2 том

29-30 жовтня 2020 року



м. Дніпро

НАПРЯМИ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ ПУБЛІЧНОЇ ВЛАДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

*Р. Застава, аспірант, Р. Красан, магістр
Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Пріоритетним завданням реформування системи управління охороною навколишнього природного середовища є побудова ефективної системи регіонального управління зі створенням заохочувальних інструментів щодо збереження та заощадливого використання природних ресурсів. Важливим завданням, також, є налагодження належних взаємозв'язків між економікою і навколишнім середовищем, задоволенням потреб суспільства та захистом довкілля.

Аналіз досвіду країн ЄС свідчить про застосування широкого переліку механізмів управління охороною довкілля, які поділяються на адміністративні, економічні, ринкові й засновані на активній участі громадянськості [1]. Суттєвим

моментом є те, що визначення переліку механізмів, які застосовуються у тій чи іншій країні залежить від рівня розвитку економіки, соціального становища тощо. Крім того, останнім часом, спостерігається спрямування на зменшення прямого державного управління у природоохоронній сфері та на поступове перехід до більш широкого використання ринкових механізмів управління, механізмів, що дозволяють активізувати участь громадян і підприємств в охороні навколишнього середовища. Експерти та науковці все частіше зауважують на тому, що сучасний механізм організаційно-правового забезпечення сталого природокористування та охорони навколишнього природного середовища повинен базуватися на співробітництві державних органів і громадян із перенесенням тягаря розв'язання екологічних проблем на власника джерела їх виникнення. Саме такий підхід найбільшою мірою відповідає завданням інтегрованого управління в галузі довкілля та спрямований на досягнення цілей екологічної політики з найбільшою ефективністю [2].

До переліку найбільш поширених економічних механізмів управління природоохоронною діяльністю, які застосовуються в європейських країнах належать:

- платежі за споживання водних, мінерально-сировинних, земельних і рибних ресурсів;

- екологічні платежі за забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, шумове забруднення, утилізацію відходів тощо;

- система застави, що передбачає встановлення надбавок до роздрібних цін на товари, утилізація яких доцільна після періоду експлуатації;

- штрафи за адміністративні порушення природоохоронного законодавства, що стягуються на постійній основі, коли не застосовуються виплати чи платежі, а також місцеві збори за утилізацію, очищення твердих та стічних відходів

- пільгові кредити і субсидії, що надаються на конкурсній основі для реалізації різних природоохоронних програм;

- податки за шкідливу продукцію (різні види пального, тару, міндобрива, пестициди, миючі засоби тощо) [1]. Необхідність запровадження екологічного податку на офіційному рівні була вперше підтверджена у Програмі дій ЄС з охорони навколишнього середовища (1973 р.), що пов'язувалося із реалізацією принципу «забруднювач платить».

Система застави активно застосовується у Німеччині, Австрії, Франції, Італії, Великобританії. Фінляндії, У Швеції система застави використовується на ринку продажу автомобілів, завдяки цьому понад 90 % реалізованих у країні автомобілів згодом здається на утилізацію;

У багатьох країнах держава субсидує розробку устаткування, технологій, альтернативних джерел енергопостачання, енергозбереження (Нідерланди, Данія, Канада Норвегія, Швеція.). Поширеною є практика надання субсидій, як податкових пільг. Зниження податків на більш екологічно чисті автомобілі застосовується в Австрії, Німеччині, Норвегії, Швеції, Нідерландах. В Іспанії, поряд із податковими пільгами, надаються особливі субсидії у розмірі до 30 %

інвестиційних витрат на дослідницьку діяльність щодо моніторингу довкілля, скорочення викидів і запобігання забрудненню навколишнього середовища. Субсидії на програми у сфері охорони навколишнього середовища виділяються підприємствам із державного бюджету або зі спеціальних фондів міністерств із питань охорони природи. Наприклад, в Австрії існує фонд навколишнього середовища, у Швеції – фонд щодо запобігання забрудненню внаслідок спалювання палива, у Туреччині – фонд щодо запобігання забрудненню навколишнього середовища тощо.

Стосовно пільгових кредитів і субсидій слід відзначити, що у деяких країнах субсидії отримують ті фірми, які відмовляються від застосування пестицидів і отрутохімікатів. В останні роки у країнах Західної Європи намітилася тенденція до відмови від державних субсидій при реалізації добрив. Відмова субсидіювати споживання добрив сприймається як спосіб, за допомогою якого можна зберегти ґрунти від забруднення внаслідок надмірного використання добрив і заохотити біологічні методи збільшення врожайності [1].

На наш погляд, вітчизняна практика потребує значно більшого врахування зарубіжного досвіду щодо застосування такого інструменту як кредитування природоохоронних заходів та пільгове оподаткування. Цей інструмент має стати одним з основних в економічному механізмі управління охороною навколишнього природного середовища в Україні.

Література:

1. Центр екологічного моніторингу Дніпропетровської обласної ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ecoinfo.pro/site/all_objects.
2. Зуєв В. Правове регулювання реалізації екологічного управління в Україні та шляхи його вдосконалення [Електронний ресурс] / В. Зуєв // Управління у сфері охорони довкілля та природокористування в Україні: проблеми та шляхи вирішення. – К., 2003. – С. 51 – 92. – Режим доступу: http://archive.mama-86.org/archive/ecodemocracy/experts_zuev_u.htm.

Полська Л.

Державна політика забезпечення сталого розвитку аграрного сектору та сільських територіальних громад..... 84

Блиндюк О.

Удосконалення практики розробки та реалізації програм у сфері державної молодіжної політики на регіональному рівні з урахуванням досвіду ЄС..... 86

Бондаренко В.

Розширення напрямів підтримки формальних об'єднань та неформальних груп молоді як пріоритет державної молодіжної політики і складова забезпечення розвитку регіону..... 88

Бойко Я.

Напрями розвитку публічного управління..... 90

Дмитренко Д.

Зарубіжний досвід надання публічних послуг..... 92

Напрями розвитку публічного управління.....	
<i>Гарковий В.</i>	
Управління нововведеннями як обов'язковий елемент розвитку економіки.....	94
<i>Кравченко Д.</i>	
Інноваційне підприємництво як фактор ефективного розвитку економіки.....	96
<i>Застава Р., Болгов Д.</i>	
Регіональні цільові екологічні програми: проблеми та перспективи удосконалення.....	97
<i>Омельченко Д.</i>	
Удосконалення засобів підтримки молоді сім'ї в умовах модернізації соціальної політики в Україні.....	99
<i>Омельян О.</i>	
Система мотивації праці державних службовців в Україні.....	101
<i>Плотницька А.</i>	
Шляхи вдосконалення системи мотивації праці державних службовців	103
<i>Застава Р., Красан Р.</i>	
Напрями діяльності органів публічної влади щодо охорони навколишнього природного середовища.....	106
<i>Копейко А.</i>	
Цифрова складова транспортної логістики.....	108
<i>Ковтун Ю.</i>	
Управління збутовою діяльністю підприємств.....	109
<i>Хомякова А.</i>	
Сутність конкуренції та конкурентоспроможності.....	110
<i>Шевченко О.В.</i>	