

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
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 дипломного проекту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ
ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ І АГРЕГАТУ ДЛЯ
ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Виконав: студент _____ Гасенко Денис Валентинович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гасенко Д.В. Удосконалення механізації вирощування ріпаку і агрегату для передпосівного обробітку ґрунту/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 76 с.

В роботі представлено характеристики ріпаку і основні властивості ґрунту, проведено аналіз конструкцій сучасних машин для передпосівного обробітку ґрунту як вітчизняного, так і закордонного виробництва.

Проведено аналіз конструкцій робочих органів для обробітку ґрунту і розроблена конструкція, робочі креслення і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи агрегату для передпосівного обробітку ґрунту.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні ріпаку і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 880889 грн.

Ключові слова: ґрунт, ріпак, технологія, агрегат, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ.	9
1.1 Розповсюдження ріпаку.	9
1.2 Культура ріпаку в Україні.	11
1.3 Насіння ріпаку.	13
1.4 Ріпакова олія.	14
2 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ.	15
3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	19
4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ АГРЕГАТУ.	32
5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ.	35
5.1 Кінематичний розрахунок приводу агрегату.	35
5.2 Розрахунок ланцюгової передачі.	38
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	44
6.1 Організація робіт з охорони праці.	44
6.2 Охорона праці при вирощуванні ріпаку.	45
6.3 Розробка технологічної карти контролю агрегату для передпосівного обробітку ґрунту.	50
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	59
Д О Д А Т К И.	63

ВСТУП

Серед олійних культур ріпак є однією з найцінніших культур як за вмістом олії, так і за можливою врожайністю. Насіння ріпаку - важливе джерело дешевої рослинної олії, високоякісної макухи, екологічно безпечного біодизельного палива, мастил тощо. Ріпак за останнє десятиріччя зміцнив свої конкурентні позиції на світовому ринку, суттєво збільшилися валові збори насіння, розширилися ринки збуту, продукти його переробки досягли досить високого рівня. Навіть після початку широкомасштабного вторгнення росії ріпак залишився однією з основних культур. Якщо в довоєнному 2021 р в Україні намолочено 2,9 млн. т при середній урожайності 2,86 т/га, то в 2022 році – 3,4 млн. т при тій же середній урожайності 2,86 т/га [1, 3].

Нині в світі у зв'язку зі значним подорожчанням викопних джерел енергії і загрозою вичерпання їх запасів дедалі більша увага приділяється застосуванню енергії, накопиченої рослинами за рахунок фотосинтезу як для продовольчих, так і для технічних потреб.

Лідером у вирішенні цієї проблеми є Бразилія, де річне виробництво біоетанолу з цукрової тростини перевищило 150 млн. Гкл. Таку ж кількість біоетанолу планують виробляти США з кукурудзи, а в 2012 році підняти планку до 284 млн гкл, одночасно розвиваючи виробництво біодизельного палива - біодизеля з ріпаку, сої та соняшнику [2, 4, 5].

В Європі нарощується виробництво біодизеля переважно з ріпакової і соєвої олії, а також біоетанолу з кукурудзи та інших зернових культур. Європейські країни відрізняються за пріоритетами у виробництві біопалива - Франція віддає перевагу кукурудзі, пшениці, цукровим бурякам, Німеччина орієнтується наразі на біодизель з ріпаку. Як джерела для виготовлення біопалива почали використовувати також відходи сільського господарства, харчової і лісової промисловості (солома, стебла кукурудзи, стебла і лузга соняшника, тирса тощо).

В Україні, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, джерела для біопалива можна розташовувати в такій послідовності: кукурудза, тритикале, пшениця, різні види сорго та проса, соняшник, ріпак, відходи сільського і лісового господарства. Відомо, що в Україні щороку використовується близько 60 млн т нафтопродуктів, з яких лише 10-12% добувають із власних джерел. Решту треба купувати і, звичайно, за світовими цінами. Ряд європейських країн, що, як і наша, мають дефіцит власних ресурсів нафти, взялися за освоєння ріпаку як енергосировини, яка щороку росте на полях і самовідновлюється. З одержаного врожаю, крім біопалива, можливо одержати ще макуху - концентрований корм для годівлі тварин. У Німеччині, Бельгії, Нідерландах, Швейцарії та інших країнах технологія виробництва біодизеля добре вдосконалена, його широко використовують для машин у сільському господарстві, для громадського транспорту, техніки, яка працює на ріках та озерах, у лісах й інших екологічно вразливих місцях.

Незаперечна цінність біодизеля в його екологічній чистоті й можливості одержувати з відновлюваної сировини. У природних умовах біодизель та мастила з ріпаку знешкоджуються мікроорганізмами впродовж 7-8 днів на 95%, а звичайні нафтопродукти - на 16%. Найголовнішим фактором, що стримує практичне використання біодизеля, є те, що енергія цього пального занадто дорога. Не може бути мови про виробництво біодизеля при врожайності насіння ріпаку 0,9-1,8 т/га. Лише за умови підвищення її до 2,5-3,0 т/га цей процес набере певного розмаху і стане рентабельним. Середня врожайність озимого ріпаку в Україні в період з 1990 до 2008 роках перебувала на рівні між 0,8-1,8 т/га, що набагато нижче за європейський рівень середньої урожайності, який становить від 2,5 до 3,5 т/га. Ця різниця базується переважно на низькому рівні застосування інтенсивних технологій вирощування, особливо внесення азотних добрив, засобів захисту рослин та добору сортів. В успішних українських господарствах, де правильно враховують вплив наведених факторів на урожайність ріпаку, все ж таки досягають рівня 4,5-5,5 т/га.

Вітчизняна олійна галузь протягом 20 років демонструє зростання. Посівні площі та валові збори олійних культур за роки незалежності України збільшились у 3,4 разу, що вплинуло на структурні зміни в обсягах виробництва. За період 1990-2010 роки посівні площі ріпаку збільшились у 12 разів, а валовий збір - у 14,4 разу. Рекордний урожай, який становив 2,9 млн т зафіксовано у 2008 році. У 2009 році підприємства знизили виробництво на 36% до 1,9 млн т. Основним фактором зниження обсягів виробництва було зниження посівних площ на 30%. Обмеженню посівних площ під ріпаком сприяло скорочення попиту на нього з боку країн ЄС. Площу під ріпаком у 2009 році розподілили між ячменем і соєю. Сучасний стан на ринку ріпаку нагадує ситуацію на ринку соняшнику в 90-х роках, коли експортувалася насіннева сировина, а переробні заводи простоювали. Тому на сьогодні необхідно здійснювати стимулюючі заходи щодо налагодження переробки ріпаку в Україні, що підвищить рівень завантаженості переробних заводів.

Мета даного проекту – удосконалення механізації вирощування ріпаку і конструкції агрегату для передпосівного обробітку ґрунту.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРИ

1.1 Розповсюдження ріпака

Ріпак, рапс (лат.*Brassica napus L. var. oleifera Metzg.*) - однорічна олійна рослина родини хрестоцвітих. Існують 2 форми: ріпак ярий (кольза) і ріпак озимий, який має основне значення. Насіння ріпаку містить 48 - 52 % олії, що її використовують у лакофарбовій, миловарній, харчовій (маргариновій) та інших галузях промисловості. Макуху після пропарювання згодовують худобі. Ріпак озимий вирощують також на зелений корм. Посіви ріпаку в Україні в ХХ столітті значно зменшилися (1940 - 91200, 1966 - 5700 га), однак в ХХІ столітті знову зросли. Вони поширені головним чином у правобережному Лісостепу.



Рисунок 1.1 - Загальна будова рослини

Ріпак відомий ще за чотири тисячоліття до нашої ери. Одні дослідники вважають його батьківщиною Європу, зокрема її північно-західні прибережні райони (приморські землі Швеції, Нідерландів і Великобританії), інші - Середземномор'я. На користь останнього побічно говорить той факт, що



Рисунок 1.2 - Ріпак під час цвітіння



(a)



(б)

Рисунок 1.3 - Насіння (a) і загальний вид (б) ріпаку при дозріванні

культура ріпаку з самих найвіддаленіших часів і була якнайбільше поширена в Азії, точніше - в Індії, куди вона, швидше за все, проникла з Середземномор'я. До середини XIX ст. ріпак разом з іншими олійними хрестоцвітими (суріпицею і гірчицею) був в Європі досить поширеною культурою. Площа під ним в одній тільки Німеччині досягала у той час 300 тис. га. Таке порівняно широке розповсюдження до цього часу культури ріпаку пояснюється використанням його олії для технічних потреб у зв'язку із загальним промисловим розвитком попиту на технічні оливи. Молода нафтова промисловість тоді ще не була в змозі задовольняти цей попит, і ріпак, що опинився в європейських агрокліматичних умовах однією з найпродуктивніших олійних рослин, широко культивувався.

Проте поява на міжнародних ринках великої кількості дешевих нафтопродуктів, у тому числі мінеральних олив для змащування і освітлення, викликала різке падіння обсягів вирощування ріпаку, особливо в Європі, де з 1909—1917 рр. площі під ріпаком скоротилися з 178 до 92 тис. га. В Азії посіви ріпаку продовжували триматися на більш-менш стабільному рівні, з року в рік займаючи (в основному в Індії, на яку доводилося 3/4 всієї світової площі ріпаку) від 2,5 до 3 млн. га. Вдосконалення методів очищення олії стало поштовхом до інтенсивного використання її як харчового продукту, особливо в Першу світову війну, коли виникла потреба в харчових оліях і жирах у Центральній Європі.

1.2 Культура ріпаку в Україні

З Німеччини ріпак потрапив до Західної України, де у даний час займає досить стійке становище. Значно раніше, очевидно, ще на початку XIX ст., і не з Середньої Європи, а з районів Середземномор'я культура ріпаку з'явилася на півдні України під назвою «ріпове сім'я».

У кінці XIX ст. разом з пом'якшенням хлібної кризи і підвищенням попиту світового ринку на зерно з Російської імперії, в основному на пшеницю, почали скорочуватися посіви ріпаку. Разом з тим ріпак ще деякий

час (аж до революції) утримувався в Україні, займаючи досить значні площі (порядку 30-40 тис. га) і залишаючись основною олійною культурою, оскільки соняшник займав тоді в Україні всього близько 10 тис. га.

До початку 50-х років виробництво ріпаку в СРСР було майже повністю згорнуто. Основна причина - інтенсивний розвиток виробництва соняшника, з яким ріпак не міг конкурувати економічно. Свою роль зіграла також відсутність продуктивних сортів і ефективних засобів захисту рослини від шкідників.

Завдяки тому, що ріпак може ефективно використовуватися для виготовлення біопалива на початку XXI ст. в Україні ця культура почала завойовувати все нові і нові площі. Зокрема навіть німецькі виробники біопалива мають намір орендувати вже з 2008 року сільськогосподарських угідь в Україні площею у 50 тис. га, щоб забезпечити себе сировиною на тривалий час.

В 30-ті роки ріпак отримав відносно широке поширення у Великобританії, США і Новій Зеландії; дещо пізніше - у ряді країн Заходу і Сходу, перш за все в Китаї. Макуха використовувалася на корм худобі; в Америці і Новій Зеландії ріпак застосовувався як зелений корм і сировина для приготування силосу.

Відведення під ріпак рекордних площ і винятково високі урожаї (окрім Індії і Австралії) дозволили довести світове виробництво насіння ріпаку і каноли в 1999 р. до 42,5 млн. т. Особливо зросли збори ріпаку в Китаї, Індії, Канаді і країнах ЄС (Франції, Великобританії і Данії) завдяки політиці, спрямованій на підвищення самозабезпеченості регіону шротами та оліями і скорочення традиційного імпорту американської сої. Проте вже з середини 80-х років у зв'язку з перевиробництвом рослинних олій в Євросоюзі проводяться заходи з обмеження зборів ріпаку.

Провідний світовий виробник ріпаку сьогодні -Китай, що випередив Канаду (яка лідирує у виробництві високоякісного насіння ріпаку) і Індію. В сумі ці три країни збирають 57 % світового урожаю. Очевидно що і в

найближчому майбутньому зростання зборів ріпаку відбудеться в Китаї, Канаді, Індії, а також в США, тоді як в країнах ЄС збори залишаться незмінними або дещо знизяться. В Східній Європі найбільші урожаї ріпаку припадають на Чехію і Польщу (по 11 млн. т в 1999 р.).

1.3 Насіння ріпаку

Головні регіони світу по виробництву насіння ріпаку: Азія - 46,8 % світові виробництва, Європа - 30,3, Північна Америка - 19,2 %. В СНД вирощують порядку 0,16 млн. т в рік, у тому числі в Росії - 0,11, в Україні - 0,02 і в Білорусі - 0,02 млн. т.

Чинники, що стримують поширення - відсутність екологічно безпечних пестицидів і матеріально-технічної бази для переробки насіння. Сьогодні ріпак як олійна культура обробляється особливо широко в тих природних зонах, де більшість олійних культур не завжди і не скрізь надійно дозріває.

Залежно від конкретних природних умов окремих країн і регіонів вирощують яровий (однорічний) або озимий (дворічний) ріпак. Останній дуже вимогливий до клімату, морозостійкість його невелика; ще більшу небезпеку, ніж люті морози представляють для нього засухи або надлишок тепла в зимові місяці. Яровий ріпак (кольза - французька назва) менш вимогливий до кліматичних умов, але порівняно з озимим менш урожайний і поступається йому в олійності.

У Канаді, наприклад, умови для озимого ріпаку несприятливі і поширений яровий ріпак, тоді як в європейських країнах із сприятливим кліматом (Німеччина, Польща, Франція, Великобританія і ін.) обробляють в основному озимий ріпак врожайність якого в їх умовах вище, ніж у ярого майже удвічі. В Швеції приділяють однакову увагу обом формам ріпаку.

В континентальному кліматі Східної Європи обробіток озимого ріпаку є ризикованою справою. В більшості регіонів Росії, Білорусі, України і інших країн СНД слід вирощувати яровий ріпак, це підтверджують результати дослідів проведених в Білорусі. Головні експортери ріпаку і каноли у світі -

Європа, Канада і Австралія; імпортери -Китай, Мексика, Японія, Бангладеш, Пакистан і низка інших країн.

1.4 Ріпакова олія

Поліпшення якості ріпакової олії викликало у всьому світі різке збільшення попиту на неї. Обсяги виробництва ріпакової олії були вищими за обсяги виробництва соняшникової вже в 1985 р. і за 30 років збільшилися більш ніж в 8 разів, досягнувши в 1999 р. 127 млн. т. Ріпакова олія за обсягами виробництва стала третьою в світі після пальмової і соєвої. Майже чверть світового виробництва припадає на Китай (3,0 млн. т). Далі йдуть Індія (1,9), Німеччина (1,7), Канада(1,5), Японія(0,9) Великобританія і Франція(по 0,6), США, Польща, Мексика (по 0,3 млн. т). Прикладом збільшеного попиту на ріпакову олію стало збільшення її експорту із США і Канади з початку 80-х років більш ніж в 13 разів (з 3,7 до 49,2 тис. т). В світовій торгівлі ріпакова олія, включаючи гірчичну, за обсягом імпорту і експорту посідає четверте місце після пальмової, соєвої і соняшникової.

Нині в багатьох країнах ріпак обробляється перш за все як олійна культура. Канолова олія широко споживається в їжу у багатьох країнах світу: для смаження, салатів, виготовлення маргарину тощо. За смаковими якостями вона прирівнюється до оливкової, користується попитом і вважається однією із найкращих рослинних олій. Вона довго зберігає прозорість, не набуває неприємного запаху під впливом повітря, як, наприклад, соєва. В США канолова олія з 1985 р. має офіційний статус безпечної для споживання людиною.

Останнім часом поширеним стало використання ріпакової олії як сировини для виробництва біодизелю. В насінні ріпака міститься 35-50 % жиру, 19-31 % добре збалансованого за амінокислотним складом білка, 5-7 % клітковини.

2 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Ґрунт складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Вплив твердих часток на його фізико-механічні властивості проявляється тим сильніше, чим менші їх розміри, а значить і більша сумарна поверхня в одиниці об'єму ґрунтової системи.

В вітчизняному ґрунтознавстві прийнята класифікація ґрунтів, запропонована М.О. Качинським, згідно якої пропонується всі тверді частки розділяти на фізичний пісок ($d > 0,01$ мм) і фізичну глину ($d < 0,01$ мм). По кількості фізичного піску і фізичної глини ґрунт відносять до того чи іншого типу. При цьому враховують додатково генетичні ознаки ґрунтів, які проявляються в здатності глинистих фракцій до агрегування. Останні залежать від вмісту гумусу, складу обмінних катіонів, мінералогічного складу. Чим вища здатність агрегування ґрунту, тим слабкіше проявляються глинясті властивості при рівному вмісту фізичної глини. Тому степові ґрунти, як більш структурні, переходять в категорію важких при більшому вмісту глини, ніж підзолисті.

Основною технологічною характеристикою ґрунту, яка відображає його будову, водно-фізичні властивості і біологічну активність, є об'ємна маса [9]. Всі види обробітку ґрунту і дія ходових систем агрегатів приводять до зміни об'ємної маси. Прийнято вважати, що пухкий ґрунт відповідає об'ємній масі до $1,15$ г/см³, щільний ґрунт – $1,15-1,35$ г/см³, а дуже щільний – більше $1,35$ г/см³.

Твердість ґрунту – це опір проникненню в нього будь-якого деформатора. Вимірюється (в Па) різними приладами, принцип дії яких заснований на примусовому втисненні в ґрунт плунжерів різної форми і площі.

Вологість різко змінює всі механічні властивості ґрунту, впливає на якість обробітку.

Розрізняють абсолютну W_a і відносну W_v вологість (%):

$$W_a = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100, \quad (2.1)$$

$$W_B = \frac{W_a}{W_n} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де m – маса вологої проби ґрунту;

m_c – маса сухої проби ґрунту;

W_n – польова вологість.

Польова вологість – це кількість води в ґрунті, яка перестає рухатися вниз під дією гравітаційних сил. А кількість води, яку поглинає ґрунт до повного насичення, називається повною вологоємністю. При характеристиці вологості ще розрізняють вологість в'янення – це нижня межа вмісту води, яку можуть використовувати рослини.

При оптимальній вологості ґрунт добре кришиться і не налипає на робочі органи, а затрати енергії на його обробіток – мінімальні. Такий стан ґрунту називається фізичною сплістю.

Оптимальна відносна вологість ґрунту для обробки становить 60 – 70 %, задовільна – 50-60 %, надмірна – більше 80 %, недостатня – нижче 50 %. Супіщані і піщані ґрунти можна обробляти при відносній вологості 100 % і менше.

Від вологості ґрунту залежить і такий важливий показник, як питомий опір (K , Н/см²). Він визначається відношенням сили тягового опору до площі поперечного перерізу пласта, який обробляється:

$$K = \frac{P}{a \cdot b} \quad (2.3)$$

Встановлено, що із збільшенням вологості питомий опір спочатку

зменшується, а потім знову збільшується. Це пояснюється тим, що із збільшенням вологості понад оптимальні значення збільшується липкість (адгезія) ґрунту.

Липкість характеризується здатністю часток ґрунту склеюватися і прилипати до поверхні робочих органів. Цей показник визначається відношенням сили, необхідної для відриву (напрямок дії сили може бути по нормалі і по дотичній) частки до площі залипання.

В залежності від питомого опору і механічного складу ґрунти розділяють на легкі, середні, середньо-важкі і важкі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристика ґрунтів

Показник	Легкі	Середні	Середньо-важкі	Важкі
Питомий опір, Н/см ²	До 3	3,0 – 5,0	5,0 – 7,0	7,0 – 15,0
Вміст фізичної глини, %	До 20	20 - 30	31 - 50	Більше 51

Фрикційні властивості ґрунту характеризуються коефіцієнтом тертя і кутом тертя. Розрізняють коефіцієнт зовнішнього f і внутрішнього f_1 тертя. Значення коефіцієнта f залежить від багатьох факторів, головні з яких – механічний склад і вологість (табл. 3.2). Для приблизних розрахунків приймають $f = 0,5$ і кут тертя $\varphi = 26^{\circ} 30'$.

Однією з трибологічних характеристик ґрунту є зсув – зміщення однієї частини ґрунту по відношенню до другої в результаті бокового (тангенціального) тиску. Зсув ґрунту характеризується показником ψ , тобто відношенням зсуваючого зусилля T до нормального тиску N :

$$\psi = \frac{T}{N} \quad (2.4)$$

Таблиця 2.2 - Коефіцієнт тертя ковзання сталі по ґрунту
(при нормальному тиску $N = 3 - 8 \text{ Н/см}^2$)

Г р у н т	Абсолютна вологість	Коефіцієнт тертя
Дерново-підзолистий, легкосуглинковий	2 - 15	0,4 – 0,5
Дерново-підзолистий, середньосуглинковий	3 - 20	0,4 – 0,8
Лісостеповий, темно-сірий, важкосуглинковий	20 - 23	0,5 – 0,8
Чорноземи вилугувані, глинясті	23	0,7
Чорноземи важкосуглинкові	7 - 16	0,4 – 0,7
Чорноземи середньосуглинкові	6 - 27	0,5 – 0,8
Чорноземи звичайні, глинясті	10 - 30	0,7 – 1,0
Чорноземи південні, піщані	1 - 6	0,4 – 0,6

Експериментально встановлено, що між окремими характеристиками існують тісні кореляційні зв'язки і це дозволяє встановити закономірності зміни одних властивостей в залежності від інших.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують культиватори для суцільного обробітку в агрегаті з боронами або комбіновані агрегати. Відомі фірми, такі як LEMKEN, AGRISEM і інші, зазвичай випускають різні варіанти комбінованих агрегатів.

Комбіновані машини і агрегати призначені для одночасного виконання декількох операцій, що забезпечує раціональне завантаження енергетичних засобів. Крім того, завдяки скороченні кількості проходів агрегату по полю зменшується час на холості ходи і переїзди, а також ущільнення ґрунту, непродуктивні затрати часу на переміщення трактора і машини.

Можливість та доцільність суміщення технологічних операцій визначають системами землеробства та обробітку ґрунту, що застосовуються, засміченістю полів бур'янами та їх видовим складом, метеорологічними умовами, параметрами енергетичних засобів, агрономічними, техніко-економічними та іншими факторами.

Можливість суміщення технологічних операцій та використання комбінованих машин визначають такі фактори:

- збіг строків для виконання робіт – наприклад, передпосівної культивації, сівби, прикочування, внесення добрив, гербіцидів тощо;
- необхідність проведення робіт у стислі строки – наприклад, підготовка ґрунту для вирощування проміжних культур або озимих після непарових культур;
- нестійкі метеорологічні умови, які при роздільному виконанні передбачених операцій знижують ефективність останніх – наприклад, випадання опадів після передпосівної культивації знижує її ефективність аж до необхідності повторної культивації і призводить до розтягування строків проведення комплексу робіт;

- наявність енергоємних тракторів відповідних тягових класів, які придатні для агрегування з комбінованими машинами;
- пристосованість робочих органів для одночасного виконання різних технологічних операцій – наприклад, культивації та сівби.

Рисунок 3.1 – Комбінований агрегат Smaragd фірми LEMKEN (а), його конструктивна схема (б) і схема виконання процесу обробітку ґрунту (в)

Можливі поєднання операцій при обробітку ґрунту поділяють на три основні групи: обробіток ґрунту з одночасним внесенням добрив та пестицидів; суміщення кількох технологічних операцій обробітку ґрунту – наприклад, вирівнювання поверхні поля, розпушування ґрунту, прикочування; суміщення обробітку ґрунту із сівбою вирощуваної культури.

Для кожної з цих груп в умовах відповідної зони можливі такі суміщення операцій.

Для першої групи: основний обробіток (оранка, чизелювання, плоско різне розпушування) з одночасним внесенням мінеральних або органічних добрив; передпосівний обробіток ґрунту з одночасним внесенням добрив та пестицидів; основний обробіток з одночасним внесенням добрив та передпосівним обробітком.

Для цієї групи комбінованих машин ще недостатньо накопичено досвід щодо створення досконалих конструкцій, хоча науковими дослідженнями підтверджується можливість одержання досить значних економічних переваг перед використанням одно операційних машин для внесення добрив, пестицидів та проведення обробітку ґрунту.

Для другої групи – операції основного (зяблевого) обробітку ґрунту; основний обробіток (оранка) з одночасним передпосівним обробітком зораного поля; операції передпосівного обробітку (культивація з боронуванням і прикочуванням).

Ця група машин є найпоширенішою групою комбінованих машин, оскільки у ній вони конструктивно найбільш відпрацьовані, а також набуто досить значного досвіду у світі щодо використання різноманітних комбінацій у застосуванні робочих органів.

Одним із представників даної групи машин є комбінований агрегат АКП-5 (рис. 3.2), який призначено для основного обробітку ґрунту на глибину 8-14 см без обертання шару під сівбу озимих зернових, післяжнивних та післяукісних культур після непарових попередників. За один прохід полем даний агрегат здатний виконувати такі операції:

- розпушувати верхній шар ґрунту;
- розпушувати нижній шар ґрунту з повним підрізанням бур'янів і післяжнивних решток;
- прикочувати і ущільнювати нижні шари ґрунту з додатковим подрібненням брил у верхньому шарі;
- додатково кришити ґрунт і вирівнювати поверхню поля.

Виконання кожної з перелічених операцій забезпечується відповідним типом робочих органів, які входять до складу агрегату.

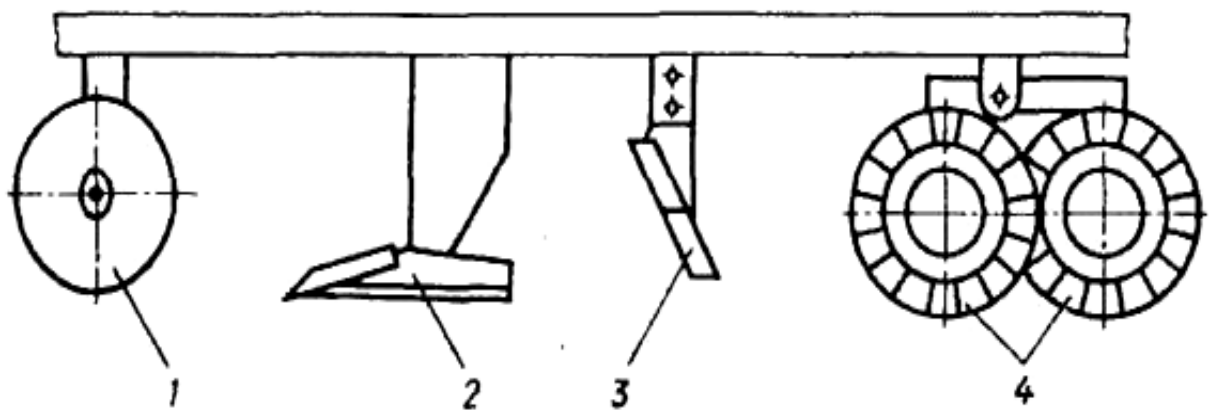


Рисунок 3.2 - Схема розміщення робочих органів комбінованого агрегату АКП-5: 1- дисковий лушпильник, 2 - плоскорізальна лапа, 3 - вирівнювальний шлейф, 4- кільчасто-шпорові котки

Для поверхневого передпосівного обробітку ґрунту досить широко застосовують комбіновані агрегати, спроектовані за принципом конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів «Європак» (рис. 3.3).

Агрегати подібних конструкцій забезпечують підготовку ґрунту на глибину 3-12см і вигідно відрізняються тим, що забезпечують рівномірне вирівнювання поверхні поля завдяки підпружиненим брусам фронтальної і центральної навісок; кришення ґрунту і ущільнення за допомогою системи тандем них котків (кутникових, пруткових, решітчастих і кільчастих); оптимально розпушену грудочкувату структуру підготовленого під сівбу ґрунту завдяки легким пружинним зубам з ротаційними амортизаційними

властивостями; можливість використання великої кількості різних типів додаткових робочих органів.

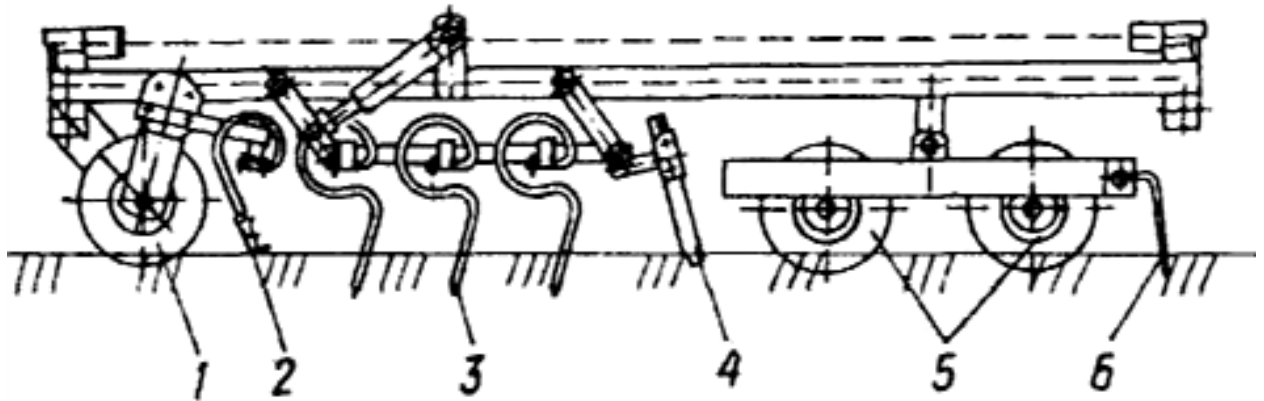


Рисунок 3.3 - Схема розміщення робочих органів комбінованого ґрунтообробного агрегату «Європак»: 1- розпушувальний коток, 2 - фронтальна волокуша на пружинному стояку, 3 – пружинні розпушувальні зуби, 4 - центральна волокуша, 5 - тандемний розпушувальний коток, 6 - легкі пружинні зуби

Завдання передпосівного обробітку ґрунту полягає у вирівнюванні поверхні поля при одночасному рихленні і кришінні верхнього шару ґрунту, товщина якого відповідає глибині заробітку насіння культури, що висівається.

Для зниження ступеня ущільнення ґрунту і скорочення затрат слід так підбирати ґрунтообробні знаряддя до існуючих умов роботи, щоб можна було виконувати необхідні операції з обробітку ґрунту відповідно до агротехнічних вимог для даної культури при одному або не більше двох робочих проходів трактора з агрегатом для додаткового обробітку ґрунту [19].

Достатньо велика потужність тракторів дозволяє у наш час об'єднувати в одному ґрунтообробному агрегаті два і навіть чотири типи знарядь (рис. 3.4, 3.5), завдяки чому можна здійснювати передпосівний обробіток при скороченому числі робочих проходів. Тому при підготовці ґрунту до посіву все рідше зустрічається одиничне застосування ґрунтообробних знарядь. При сучасному рівні оснащеності сільського господарства ґрунтообробними знаряддями і машинами можливості формування комбінованих агрегатів дуже

великі. В умовах, де двох проходів ґрунтообробного агрегату з пасивними робочими органами недостатньо, слід застосовувати знаряддя із активними робочими органами.

Отже, приступаючи до передпосівного обробітку ґрунту необхідно враховувати чотири можливі випадки, що характеризують умови роботи знарядь для додаткового обробітку ґрунту [13]:

- ґрунт зораний, осів самостійно або цей процес був прискорений застосуванням ущільнювача і можливо зубової обертової борони під час оранки;
- ґрунт після зяблевої оранки додатково оброблений весною;
- ґрунт оброблений чизель-культиватором як знаряддям, що замінює плуг;
- необроблений ґрунт (залишився після збирання врожаю просапних культур або після збирання зернових).

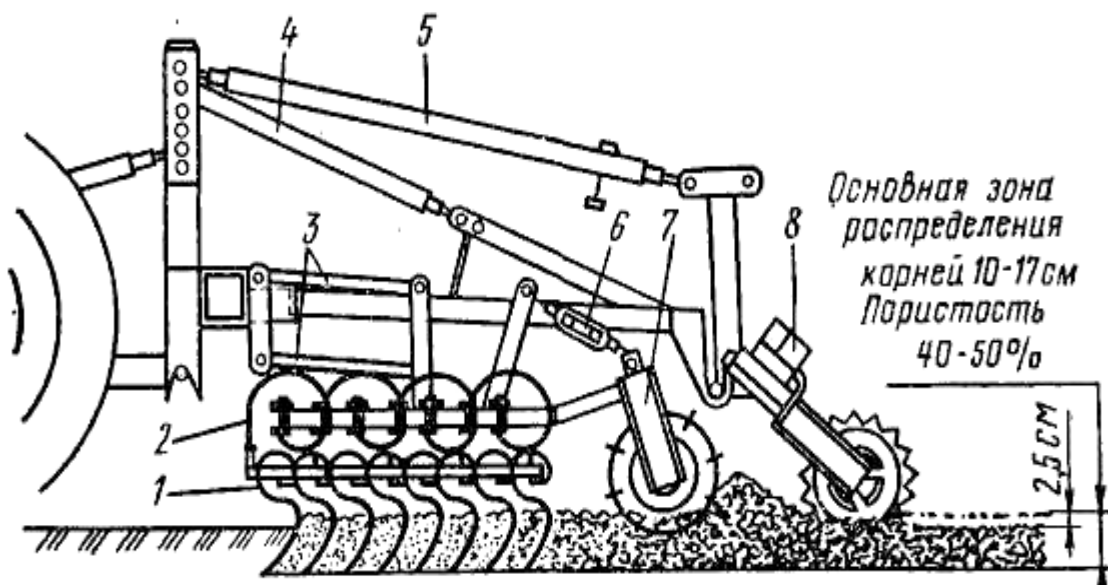


Рисунок 3.4 - Агрегат для передпосівного обробітку ґрунту:

1-подвійні пружинні зуби, 2 - несуча пружина, 3 - шарнірна чотирьох ланка (паралелограм) для приєднання ланки борони; 4 і 5 – з'єднувальні тяги, що створюють додаткове навантаження на котки; 6 - пристрій для регулювання глибини роботи зубів борін, 7 - рама пруткового котка, 8 - рама кільчасто-зубового котка

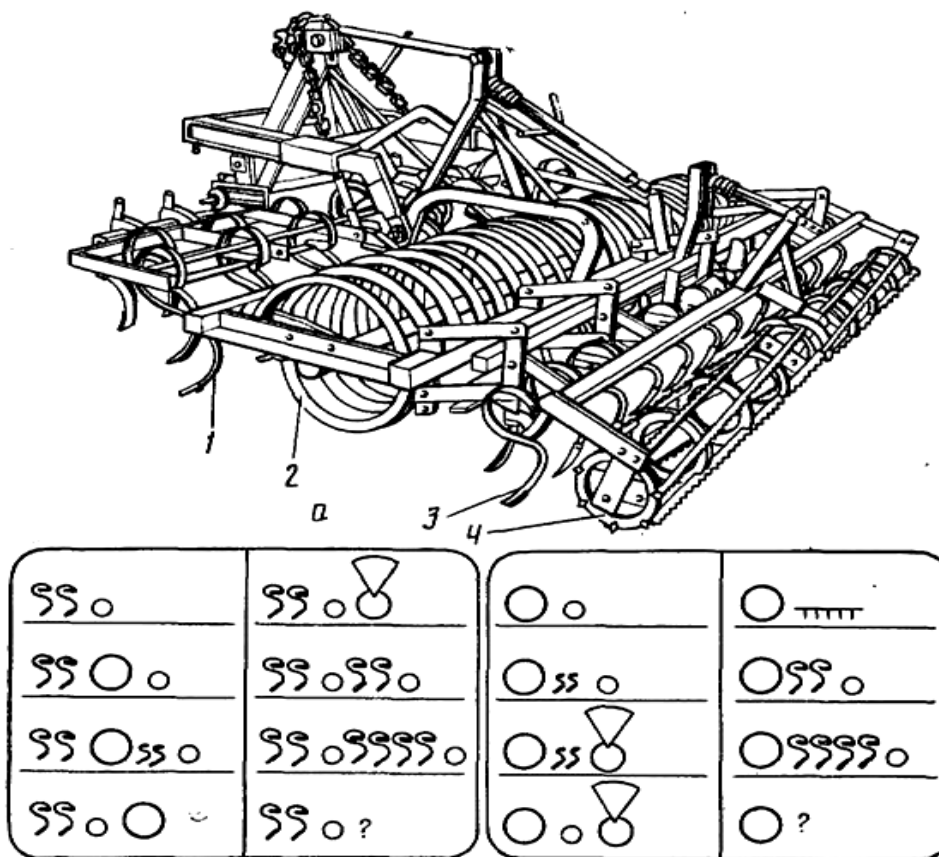


Рисунок 3.5 - Агрегат для передпосівного обробітку ґрунту з чотирма видами робочих органів: а) загальний вигляд агрегату; б) можливе поєднання робочих органів відповідно із ґрунтовими умовами і потребами господарства; 1 - лапи культиватора, 2 - коток для ущільнення і кришіння ґрунту, 3 - лапи культиватора або зуби борони, підвішені на шарнірному паралелограмі, 4 - прутковий коток

Прискорення осідання зораного ґрунту під дією знарядь, що агрегуються з плугом, забезпечує зменшення вдвічі глибини колії трактора, що працює із знаряддям для додаткового обробітку ґрунту, а також добре вирівнювання поверхні поля при дрібному передпосівному обробітку ґрунту.

Підготовка ґрунту, що осів після оранки до посіву озимих зернових культур, так і проведений після зяблевої оранки весняний обробіток, який передую сівбі ярих культур не викликає особливих труднощів. У переважній більшості випадків його можна проводити за один прохід об'єднаннями у

грунтообробні агрегати (рис. 3.6) знаряддями з пасивними робочими органами, тобто при використанні різних типів борін або культиваторів для обробітку вузьких міжрядь у поєднанні з прутковими котками [19].

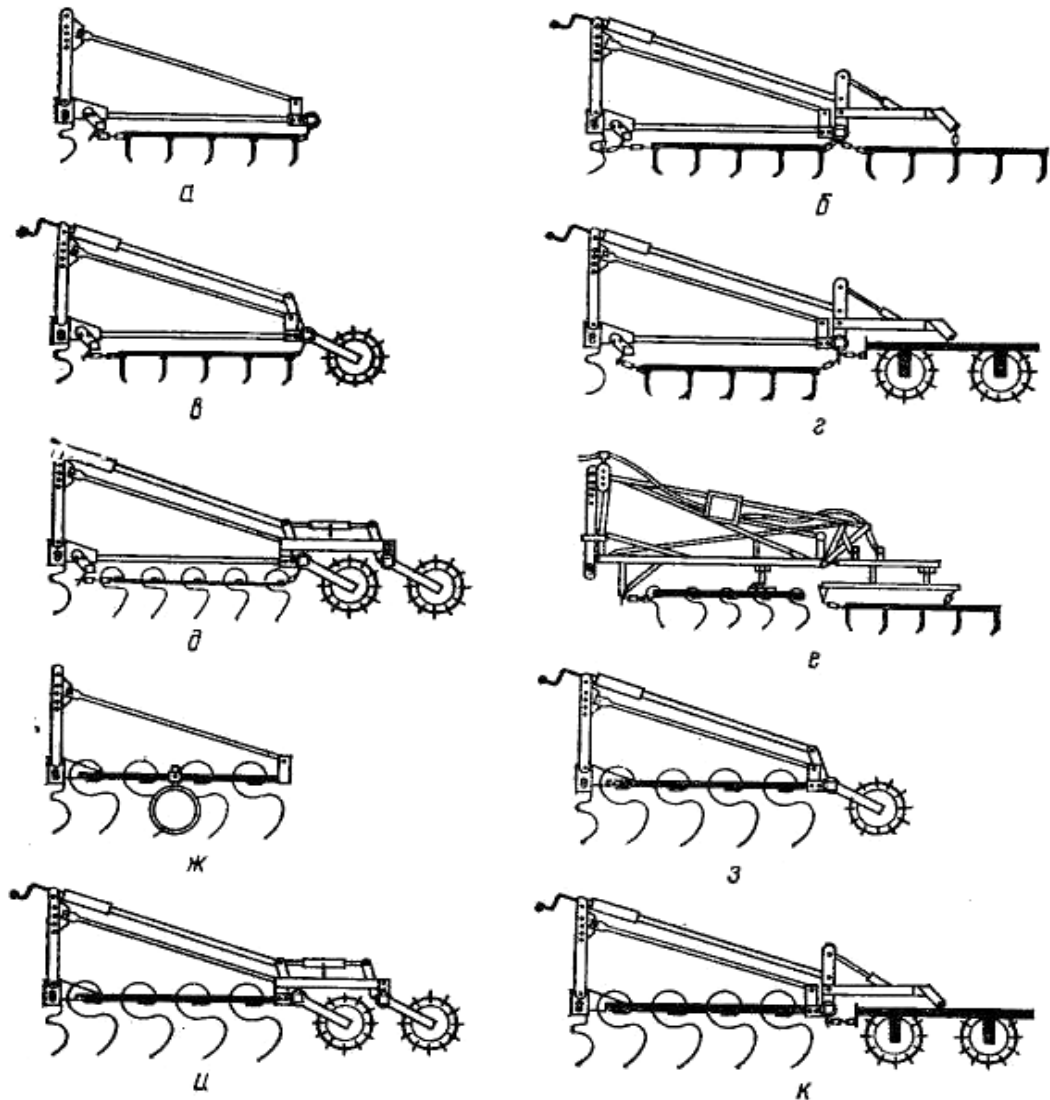


Рисунок 3.6 - Схеми ґрунтообробних знарядь з пасивними робочими органами: а) зубова борона, б) зубові борони (перші ланки важкі, другі – середні або легкі), в) борона з одним прутковим котком, г) борона, що має зуби з наральниками і здвоєні пруткові котки; д) борона з пружинними зубами і здвоєними прутковими котками, е) борони з пружинними і жорсткими зубами, ж) легкий культиватор, з) культиватор з одинарним прутковим котком, и) культиватор зі здвоєними прутковими котками, навантаження на які розподіляється окремо, к) культиватор зі здвоєними прутковими котками, що має спільну раму

Деякі типові комбіновані агрегати для передпосівного обробітку ґрунту показані на рис. 3.7. Перший з них включає в себе пруткові котки виготовлені із дроту, призначений для обробітку осілих ґрунтів. Головне завдання при цьому добре кришіння поверхневого шару. Другий агрегат служить для обробітку ґрунту і такому ж стані, але який не вимагає інтенсивного кришіння. У третьому агрегаті додатково використовується кільчатий коток для ущільнення під поверхневого шару підготовленого ґрунту. Цей агрегат призначений для обробітку легких ґрунтів.

Використання комбінованих машин зменшує шкідливий вплив колісних ходів на ґрунт, скорочує строки проведення операцій, підвищує якість робіт і продуктивність праці, знижує виробничі витрати.

Є ряд агротехнічних робіт, виконання яких можливе лише комбінованими машинами, зокрема, внесення у ґрунт добрив та меліорантів, а в окремих випадках і пестицидів; аміачної води під час передпосівної культивуації; безводного аміаку.

На можливість і доцільність суміщення технологічних операцій впливає рівень технічного рішення, вартість виготовлення та роботи агрегату. Комбіновані машини порівняно з одно операційними складніші й дорожчі, а їх технічна та технологічна надійність може виявитися нижчою, особливо у несприятливих умовах роботи. Тому ступінь суміщення операцій має певні межі. Загалом добре суміщаються схожі за характером такі операції, наприклад, як культивуація та боронування. Складніше суміщати ті операції, для виконання яких технічні засоби значно відрізняються [19].

Комбіновані машини і агрегати повинні містити набір робочих органів для одночасного виконання лише тих операцій, котрі можна сумістити в часі без порушення агротехніки, строків і якості.

За способом використання розрізняють спеціалізовані комбіновані машини і універсальні комбіновані агрегати.

Спеціалізовані комбіновані машини не допускають роздільного використання складових частин, що входять до їх складу.

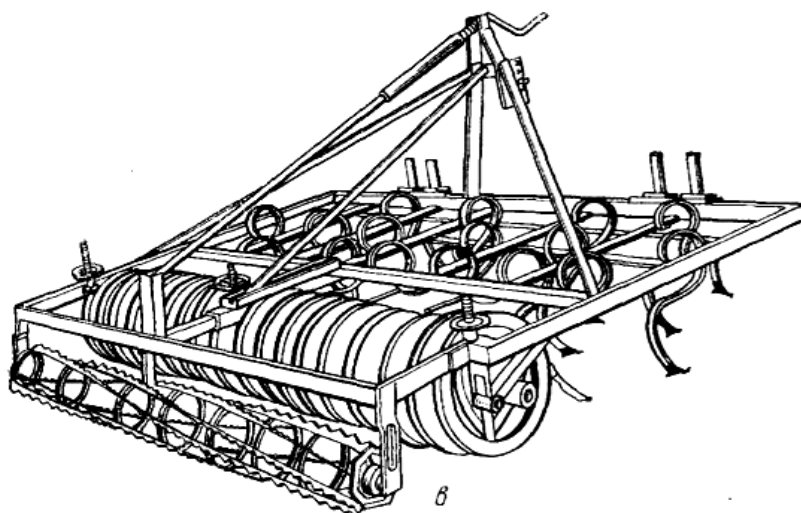
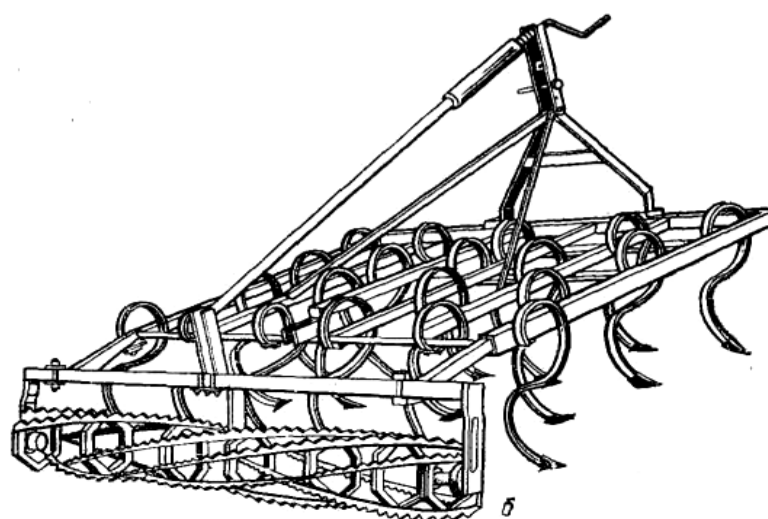
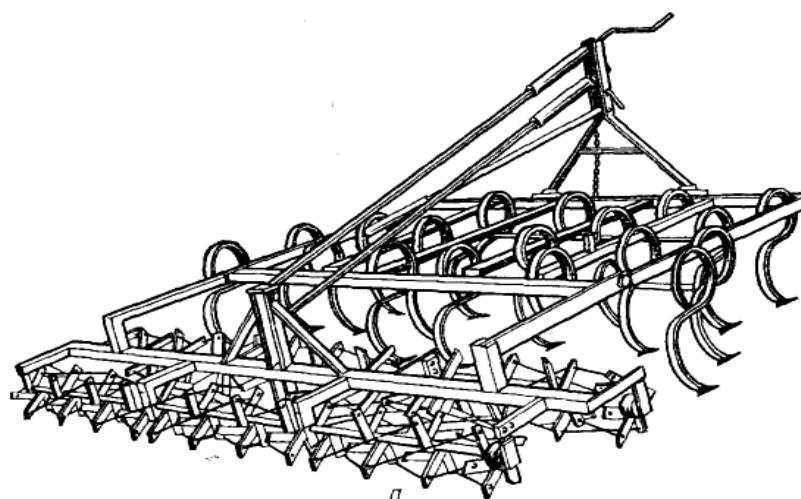


Рисунок 3.7 - Приклади конструктивних рішень комбінованих ґрунтообробних агрегатів різної дії: а) агрегат, що забезпечує інтенсивне кришіння, б) агрегат, що кришить і ущільнює ґрунт, в) агрегат, що кришить та інтенсивно ущільнює ґрунт

а)

б)

Рисунок 3.8 – Комбінований агрегат System-Korund фірми LEMKEN (а)
і ALFAКОМРАКТ РВ 1-080 (б) (Чехія)

Рисунок 3.9 – Робочі органи комбінованих агрегатів фірми LEMKEN

а)

б)

Рисунок 3.10 – Комбіновані агрегати Konzept (а) і Thorit (б) фірми LEMKEN

Суміщення декількох операцій передпосівного обробітку ґрунту дозволяє за один прохід якісно обробляти ґрунт, знищити бур'яни і вирівнювати поверхню поля. За набором робочих органів комбіновані машини і агрегати для передпосівного обробітку ґрунту розділяють на два типи: машини з не привідними робочими (культиваторні лапи, диски, катки, шлейфи і т.д.) і машини, які складаються з привідних і не привідних робочих органів.

Для передпосівного обробітку ґрунту під різноманітні культури широкого застосування набули комбіновані машини типу РВК, характеристика яких наведена у табл. 3.1.

На важких ґрунтах, особливо зонах поливного землеробства, ефективним є фрезерний культиватор КФГ–3,6, який забезпечує глибоке рихлення ґрунту на глибину до 18 см, фрезерування верхнього шару ґрунту до 8 см і вирівнювання поверхні.

Для умов степової зони під час підготовки ґрунту під озимі культури після високостеблових культур використовується комбінована машина АКР–3,6, яка складається з фрезерного ротора і культиваторних лап. Культиваторні лапи рихлять ґрунт на глибину до 12 см, а фрезерні ножі подрібнюють рослинні рештки і перемішують їх з верхнім шаром ґрунту.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика комбінованих машин типу РВК

Показники	РВК-3,6	РВК-5,4	РВК–7,2
Ширина захвату, м	3,6	5,4	7,2
Продуктивність за 1 год. основного часу, га	2,92	5,4	6,8
Робоча швидкість, км/год.	до 7	до 11	8 - 11
Глибина обробки, см	4 - 12	4 - 12	4 - 12
Діаметр дисків, мм	450,0	450,0	450,0
Маса, кг	2500	4880	5950
Агрегатується з трактором класу	1,4 - 3	3	5

Більшість типів робочих органів комбінованих машин і агрегатів аналогічні з робочими органами одноопераційних машин.

Широкий підбір робочих органів мають комбіновані машини і агрегати для суміщення декількох операцій передпосівного обробітку ґрунту.

У машинах і агрегатах з не привідними робочими органами встановлюються культиваторні лапи на жорсткі, гнучкі або підпружинені стояки, зубові або дискові борони, різні типи котків та інші робочі органи.

Оптимальним вважається суміщення трьох–чотирьох операцій передпосівного обробітку ґрунту: подрібнення грудок, знищення бур'янів, вирівнювання та ущільнення поверхні. Конструктивно-технологічна схема машини або агрегату включає два–три ряди розпушувальних культиваторних лап, вирівнювача і катків.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ АГРЕГАТУ

Між початком весняно-польових робіт і до настання оптимальних строків сівби пізніх ярих зернових, зокрема і кукурудзи залишається відносно великий проміжок часу. У цей період заходи обробітку мають бути спрямовані на вирішення двох головних завдань, по - перше, максимального очищення ґрунту від насіння бур'янів; по-друге - збереження вологи. Для вирішення їх рекомендується не менше двох культивацій: перша – більш глибока незабаром після ранньовесняного вирівнювання і розпушування ґрунту і друга – перед сівбою на глибину загортання насіння.

До передпосівного обробітку ґрунту висуваються такі вимоги: поверхневий шар має бути розпушений до дрібногрудочкуватого стану, вирівняний, створене насінневе ложе на глибині загортання, знищені сходи бур'янів та загорнуті гербіциди. Для передпосівного обробітку ґрунту використовують культиватори для суцільного обробітку в агрегаті з боронами або комбіновані агрегати. Необхідно зазначити, що на важких запливаючих ґрунтах зазначені машини і агрегати не зовсім якісно виконують передпосівний обробіток ґрунту. Крім того, вони мають значну металоємність.

Запропонований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту створений спеціально, щоб вирівнювати поверхню поля та ретельно розрихлити шар ґрунту на глибину загортання насіння. Але головна задача агрегату полягає в знищенні бур'янів без внесення гербіцидів. Запропонований агрегат знищує такі бур'яни, як гірчиця польова, редька дика, капуста дика, щиріця, мишій та багато інших однорічних бур'янів. Як відомо цих бур'янів найефективніше можна позбутися обробітком ґрунту в період білої ниточки, тобто в той період часу коли проросле насіння бур'янів, яке ще не встигло достатньо вкорінитися. Також цим пристроєм можна знищувати бур'яни в фазі вегетації при висоті бур'янів не більше 10 сантиметрів

Запропонований агрегат призначений для передпосівної підготовки поля після основної обробки ґрунту виконуваної плугами, а також плоскорізами і чизелями при відсутності на поверхні грубостебельних залишків. Його доцільно використовувати на ґрунтах, схильних до утворення глиб після глибокої відвальної або безвідвальної обробки ґрунтів на рівних ділянках і схилах до 8° . Він повинен забезпечити обробіток ґрунту на глибину до 10 см. Коефіцієнт варіації по глибині до $\pm 15\%$, по ширині захвату $\pm 5\%$.

Зберігання на поверхні поля і в верхньому (0...5 см) шарі поживних залишків до 80%.

Робоча ширина захвату – 3,6 м. Робоча швидкість до 9 км/год. Привід робочих органів активний від ВОМ трактора.

Схема агрегату для передпосівного обробітку ґрунту показана на рис. 4.1.

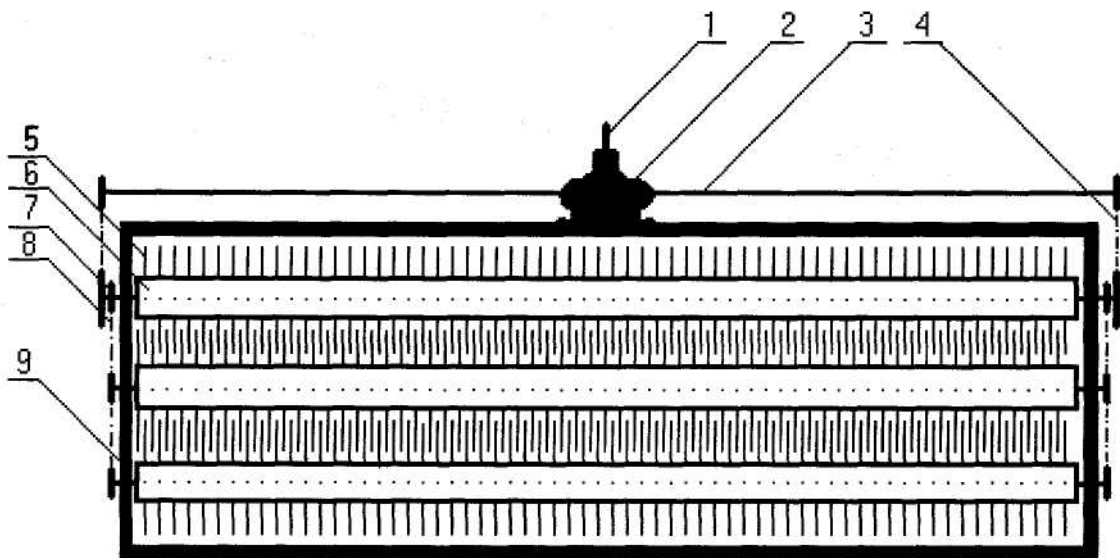


Рисунок 4.1 - Схема агрегату для обробітку ґрунту: 1- привідний вал; 2 - редуктор конічний; 3- вихідний вал редуктора; 4, 8 - ланцюгові передачі; 5 – зуби; 6 – барабан; 7-вал привода першого барабану; 9- рама

Працює агрегат наступним чином. Привідний вал (1) приводиться в дію за допомогою ВВП трактора і передає обертальний момент через конічний редуктор (2) на вихідний вал (3). З вихідного вала (3) здійснюється привід

першого барабана (6) за допомогою ланцюгової передачі (4), яка передає в свою чергу обертальний момент на вал першого барабана (7). З валу першого барабана (7) обертальний момент передається за допомогою ланцюгової передачі (8) на інші два вали. Всі три барабани на валах встановлюються на раму агрегату (9). Обробіток ґрунту здійснюється робочими органами (зубцями) (5).

Під час обертання барабанів агрегату, на яких закріплені зубці шар ґрунту добре очищається від вегетуючих бур'янів, кришиться, розпушується і ретельно перемішується на всю глибину роботи знаряддя, а поверхня залишається досить вирівняною, що створює сприятливі умови для сівби. При цьому немає потреби додатково застосовувати борони чи культиватори.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ

5.1 Кінематичний розрахунок приводу агрегату

Вихідні дані для розрахунку є наступними: обертальний момент на барабані становить $M_B = 330$ Нм при частоті обертання барабану, $n_B = 250$ хв⁻¹.

Підберемо потужність, що передається вихідним валом [12]:

$$N_{вих} = M_B \cdot \omega \quad (5.1)$$

де $N_{вих}$ – потужність на вихідному валу агрегату, Вт;

M_B – обертальний момент на барабані, Нм;

n_B – частота обертання вихідного валу агрегату, хв.⁻¹;

ω – кутова швидкість валу, с⁻¹.

$$N_{вих} = \frac{330}{26.18} = 8639.4 \text{ Вт}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot N_1}{30} \quad (5.2)$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 250}{30} = 26.18 \text{ с}^{-1}.$$

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу:

$$\eta_{заг} = \eta_k \cdot \eta_{нід}^2 \cdot \eta_{знк} \cdot \eta_l, \quad (5.3)$$

де η_k – ККД карданної передачі ($\eta_k = 0,95$);

$\eta_{нід}$ – ККД підшипників ($\eta_{нід} = 0,99$);

$\eta_{знк}$ – ККД конічної зубчатої передачі редуктора ($\eta_{знк} = 0,97$);

η_l – ККД ланцюгової передачі ($\eta_l = 0,92$).

$$\eta_{заг} = 0,95 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 \cdot 0,92 = 0,875.$$

Визначаємо потужність на валу відбору потужності (ВВП)

$$N_{ВВП} = \frac{N_{вих}}{\eta_{заг}} \quad (5.4)$$

$$N_{ВВП} = \frac{8639,4}{0,857} = 10079,2 \text{ Вт}.$$

Приймаємо частоту обертання валу ВВП трактора $n_{ВВП} = 1000$ об/хв.

Визначаємо фактичне передаточне відношення і розподіляємо його по ступенях приводу:

$$U_{\phi} = \frac{N_{\text{ВВП}}}{\eta_{\text{вих}}}, \quad (5.5)$$

де U_{ϕ} – фактичне передаточне число;

$N_{\text{ВВП}}$ – частота обертання ВВП, хв^{-1} ;

$N_{\text{вих}}$ – частота обертання вихідного агрегату, хв^{-1} .

$$U_{\phi} = \frac{1000}{250} = 4.$$

Приймаємо, що в нашому випадку передаточне число ланцюгової передачі $U_{\text{л}} = 2$. Тоді, передаточне число редуктора визначимо за формулою:

$$U_{\text{ред}} = \frac{U_{\phi}}{U_{\text{л}}}, \quad (5.6)$$

де $U_{\text{ред}}$ – передаточне число редуктора;

$U_{\text{л}}$ – передаточне число ланцюгової передачі.

Підставивши дані, будемо мати

$$U_{\text{ред}} = \frac{4}{2} = 2.$$

Визначаємо потужність і частоту обертання кожного вала приводу і крутні моменти.

Потужність на вхідному валу, визначимо за формулою:

$$N_1 = N_{\text{вен}} \cdot \eta_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{нід}}, \quad (5.7)$$

де N_1 – потужність на вихідному валу, Вт.

Підставивши дані, будемо мати

$$N_1 = 10079,25 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 9778,85 \text{ Вт}.$$

Обертальний момент на вхідному валу можна визначити так:

$$M_1 = \frac{N_1}{\omega_1}, \quad (5.8)$$

де ω_1 – кутова швидкість на вихідному валу, с^{-1} .

Кутову швидкість можна визначити за формулою:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot N_1}{30}, \quad (5.9)$$

де N_1 – частота обертання вхідного валу, хв.⁻¹.

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 1000}{30} = 104.72 \text{ c}^{-1}.$$

Тоді,

$$M_1 = \frac{9778.85}{104.72} = 93.38 \text{ Нм}.$$

Потужність, що передається вихідним валом редуктора визначимо за формулою:

$$N_2 = N \cdot \eta_{\text{нід}} \cdot \eta_{\text{знк}} \quad (5.10)$$

де N_2 – потужність на вихідному валу редуктора, Вт.

$$N_2 = 9778.85 \cdot 0.99 \cdot 0.97 = 9390.6 \text{ Вт}$$

Обертальний момент на проміжному валу становить:

$$M_2 = \frac{N_2}{\omega_2}, \quad (5.11)$$

де ω_2 – кутова швидкість на вихідному валу, с⁻¹.

Зазначену кутову швидкість визначимо за формулою:

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}, \quad (5.12)$$

де n_2 – частота обертання на вхідному валу, хв.⁻¹.

$$n_2 = \frac{n}{U_p} \quad (5.13)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$n_2 = \frac{1000}{2} = 500 \text{ хв},$$

$$\omega_2 = \frac{3.14 \cdot 500}{30} = 52.32 \text{ c}^{-1},$$

$$M_2 = \frac{9390.6}{52.35} = 179.34 \text{ Нм}.$$

Потужність на вихідному агрегаті визначимо за формулою:

$$N_{\text{вих}} = N_2 \cdot \eta_n, \quad (5.14)$$

де $N_{\text{вих}}$ – потужність на вхідному валі, Вт.

Підставивши дані, будемо мати

$$N_{\text{вих}} = 9390.6 \cdot 0.92 = 8639.38 \text{ Вт}.$$

Обертальний момент на вхідному валу:

$$M_{\epsilon} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\epsilon}}, \quad (5.15)$$

де $\omega_{\text{в}}$ – кутова швидкість вхідного валу, с^{-1} .

Зазначену кутову швидкість визначимо за формулою:

$$\omega_{\epsilon} = \frac{n_{\epsilon}}{30}, \quad (5.16)$$

де $n_{\text{в}}$ – частота обертання вхідного валу агрегату, хв^{-1} .

Підставивши дані, будемо мати

$$n_{\epsilon} = \frac{N_2}{U_1}, \quad (5.17)$$

$$n_{\epsilon} = \frac{500}{2} = 250 \text{ хв}^{-1},$$

$$\omega_{\epsilon} = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26,2 \text{ с}^{-1},$$

$$M_{\epsilon} = \frac{8639,38}{26,2} = 330 \text{ Нм}.$$

Дані розрахунку заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Дані кінематичного розрахунку привода агрегату.

ал	Тип передачі	Потужність, Вт.	Крутний момент, Нм	Частота обертання	Передавальне число
		9778,8	93,38	1000	
	Конічна				2
		9390,	179,34	5000	
	ланцюго				2
		8639,	330	250	

5.2 Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідні дані до розрахунку є наступними: споживана потужність $N = 9390.6$ Вт; обертальний момент $M = 179,34$ Нм; частота обертання ведучої

зірочки $n = 500 \text{ хв.}^{-1}$; передаточне число $U = 2$; кут нахилу лінії центрів $Q = 0$.

Рекомендоване значення числа зубців меншої зірочки визначаємо за формулою:

$$Z_1 = 31 - 2u \quad (5.18)$$

де U – передаточне число.

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 2 = 27$$

Приймаємо $Z_1 = 25$

Кількість зубців в веденій зірочки визначимо за формулою

$$Z_2 = Z_1 \cdot U. \quad (5.19)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$Z_2 = 25 \cdot 2 = 50.$$

Визначаємо крок ланцюга за формулою [6]:

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot 10^3 \cdot K_e}{Z_1 \cdot [P] \cdot m}} \quad (5.20)$$

де M_1 – обертальний момент на ведучій зірочці, Нм;

m – число рядів ланцюга. Приймаємо $m = 2$;

Z_1 – число зубців веденої зірочки;

$[P]$ – середній допустимий тиск в шарнірі ланцюга, Н/мм².

Тиск в шарнірі ланцюга, визначимо за формулою:

$$[P] = \frac{25}{\sqrt[3]{V}} \leq 5U, \quad (5.21)$$

де K_e – середній розрахунковий експлуатаційний коефіцієнт навантаження.

Коефіцієнт навантаження можна визначити за формулою [12]:

$$K_e = K_g \cdot K_a \cdot K_{peg} \cdot K_m \cdot K_{zm} \cdot K_p, \quad (5.22)$$

де K_d – коефіцієнт коливання навантаження;

$K_d = 1,4$ – при середньо пульсуючому навантаженні з невеликими поштовхами, $K_d = 1,4$;

$K_{и}$ – коефіцієнт міжосьової відстані, що враховує частоту навантаження ланок ланцюга, $K_{и} = 1,24$;

$K_{\text{рег}}$ – коефіцієнт, який враховує способи регулювання натягу ланцюга, $K_{\text{рег}} = 1,25$;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, який враховує кут нахилу лінії центрів передач, $K_{\text{н}} = 1$;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб змащування ланцюгів, $K_{\text{зм}} = 1,5$;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт, що враховує кількість годин роботи на протязі доби;

$K_{\text{р}} = 1$ – при однозмінній роботі;

$K_{\text{р}} = 1,25$ – при двозмінній роботі, $K_{\text{р}} = 1$.

Підставивши дані, будемо мати

$$K_e = 1.4 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1 = 3.15$$

При $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$ при кроці ланцюга 25,4мм

$$[P]^1 = 34.6 \cdot K \cdot Z = 1 + 0.01(Z_1 - 17) = 1 + 0.01(25 - 17) = 1.08 \text{ МПа} \quad (5.23)$$

$$[P] = [P]^1 + K \cdot Z = 34,6 + 1,08 = 35,68 \text{ МПа} . \quad (5.24)$$

Знаходимо крок ланцюга

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{179,34 \cdot 10^3 \cdot 3,15}{25 \cdot 35,68 \cdot 2}} = 19,05 \text{ мм} .$$

Приймаємо $t = 19,05 \text{ мм}$.

По ГОСТ 13568-75 [17] умова позначення ланцюга: 2ПР-19,05-7200 ГОСТ 13568-75.

Колову швидкість ланцюга визначимо за формулою [6]:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (5.25)$$

де Z_1 – число зубів ведучої зірочки. $Z_1 = 25$;

t – крок ланцюга $t = 19,05 \text{ мм}$;

n_1 – частота обертання зірочки $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$.

Підставивши дані, будемо мати

$$V = \frac{25 \cdot 19,5 \cdot 500}{60 \cdot 1000} = 4.06 \text{ м/с}$$

Визначаємо колове зусилля за формулою:

$$F_t = \frac{N}{V} \quad , \quad (5.26)$$

де N – потужність на ведучій зірочці, Вт;

V – швидкість ланцюга, м/с.

Підставивши дані, будемо мати

$$F_t = \frac{9390.6}{4.06} = 2312.9 \text{ Н}$$

Визначимо середній питомий тиску в шарнірах ланцюга [6]:

$$P = \frac{F_t \cdot K_e}{F}, \quad (5.27)$$

де F – площа опорної проекції шарніра, $F = 211 \text{ мм}^2$ [17].

Підставивши дані, будемо мати

$$P = \frac{2312.9 \cdot 3.15}{211} = 34.53 \text{ Н/мм}^2.$$

Таким чином, $p < [p] = 38,4 \text{ Н/мм}^2$, тобто вибраний ланцюг підходить по умові зносостійкості.

Перевіряємо ланцюг по допустимій частоті обертання малої зірочки за формулою:

$$n_1 \leq [n_1]_{\max} \quad (5.28)$$

де $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$ – по вихідних даних;

$[n_1]_{\max}$ – максимально допустима частота обертання ведучої зірочки,
 $[n_1]_{\max} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Умови $n_1 < [n_1]_{\max}$ виконується [6].

Приймаємо міжосьову відхиленя з умови:

$$a = 30 \cdot t \quad (5.29)$$

де t – крок ланцюга, мм.

$$a = 30 \cdot 19.05 = 571.5 \text{ мм}$$

Визначення попереднього сумарного числа зубів зірочок

$$Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 \quad (5.30)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$Z_{\Sigma} = 25 + 50 = 75. \quad (5.31)$$

Визначаємо необхідну довжину ланцюга в кроках ланцюга за формулою [6]:

$$L_t = 2a_t + 0.5Z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t} \quad (5.32)$$

де a_t – міжцентрова відстань в кроках ланцюга;

Z_Σ – сумарна кількість зубів обох зірочок;

Δ – поправка.

Поправку можна визначити за формулою

$$\Delta = \frac{Z_1 - Z_2}{2 \cdot \pi} \quad (5.33)$$

$$\Delta = \frac{50 - 25}{2 \cdot 3.14} = 3.98.$$

$$L_t = 2 \cdot 30 + 0.5 \cdot 75 + \frac{3.98}{30} = 97.23$$

Заокруглюємо до меншого числа $L_t = 97$ кроків.

Розрахункову довжину ланцюга визначимо за формулою

$$L = L_t \cdot t \quad (5.34)$$

$$L = 97 \cdot 19.05 = 1847.85 \text{ мм.}$$

Уточнюємо міжосьову відстань за формулою

$$a = 0.25 \cdot t \left(L_t - 0.5 \cdot Z_\Sigma + \sqrt{(L_t + 0.5 \cdot Z_\Sigma)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right) \quad (5.35)$$

$$a = 0.25 \cdot 19.05 \left(97 - 0.5 \cdot 75 + \sqrt{(97 + 0.5 \cdot 75)^2 - 8 \cdot 3.98^2} \right) = 921.67 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a = 921$ мм.

Для забезпечення вільного провисання ланцюга слід зменшити міжосьову відстань на $(0,002 \dots 0,004)a$, тобто на $921 \cdot 0,004 = 4$ мм.

$$a = 921 - 4 = 917 \text{ мм.}$$

Відцентрова сила P_V , яка діє на ланцюг можна визначити за формулою:

$$P_V = g \cdot V^2, \quad (5.36)$$

де g – вага погонного метра ланцюга вибираємо з [12].

Для дворядного ланцюга з кроком $t = 19,05$ мм, $g = 3,5$ кг/м.

$$P_V = 3.5 \cdot 4.06 = 14.21 \text{ Н}$$

Сила натягу, яка спричинена власною вагою гілки ланцюга [6]:

$$P_f = 9.81 \cdot K_f \cdot g \cdot a, \quad (5.37)$$

де K_f – коефіцієнт положення ланцюга в просторі.

a – міжосьова відстань, м.

При $\Theta = 0^\circ$; $K_f = 6$ [12]

$$P_f = 9.81 \cdot 6 \cdot 3.5 \cdot 0.921 = 189.7 \text{ Н}.$$

Розрахункове навантаження, що діє на вали визначимо за формулою

$$F = F_t + 2P_f \quad (5.38)$$

$$F = 2313 + 2 \cdot 189.7 = 2692.4 \text{ Н}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності і порівнюємо його з допустимим за формулою:

$$n = \frac{9.81 \cdot Q}{F_t + P_v + P_f} \quad (5.39)$$

де Q – руйнівне навантаження ланцюга, Н [17].

$Q = 72000 \text{ Н}.$

$$n = \frac{9.81 \cdot 7200}{2313 + 14.21 + 189.7} = 28.06$$

Нормативний коефіцієнт запасу міцності [n] для приводних роликів ланцюгів приведений в [6] [n] = 9,4.

Таким чином умова міцності вибраного ланцюга виконана.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Організація робіт з охорони праці

Організація роботи з охорони праці щодо технічного обслуговування машинно-тракторного парку у господарствах і на підприємствах покладається на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування на безпосередніх керівників цих підрозділів.

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки і охорони праці (інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварочних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;
- вимагати дотримання штатними працівниками і особами, що працюють за трудовою угодою, правил та інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Усі працівники, що влаштовуються на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазозварювальні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Важливим у зниженні виробничого травматизму є пропаганда безпечних методів ведення робіт, тому керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок з техніки безпеки.

Куточок з техніки безпеки організується у спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів та інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

6.2 Охорона праці при вирощуванні ріпаку

Для виконання технологічних операцій по вирощуванні ріпаку до роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не використовувались, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки всіх вузлів.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою і проінструктовані механізатори. Залежно від виду

роботи, механізатори забезпечуються засобами захисту та спецодягом.

На місце роботи агрегатів не допускаються сторонні особи, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані роботи і рух агрегатів повинні відповідати розробленим і затвердженим головним інженером господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

При агрегуванні різної техніки з тракторами необхідно застосовувати автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного приєднання машини до трактора не допускати перебування працюючих у небезпечній зоні.

Агрегати укомплектовані для сівби обладнують двосторонньою сигналізацією. Лише за командою старшого на агрегаті дозволяється розпочати рух. Один сівач може обслуговувати лише одну сівалку.

Під час руху агрегату забороняється виконувати будь-які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи, а також переходити на іншу сівалку. Розрівнювати насіння і мінеральні добрива у ящиках дозволяється лише спеціальними дерев'яними лопатками, очищати сошники – чистиками, а висівні апарати – спеціальними гачками. При цьому забороняється чіпляти до гачків мотузку, а її намотувати на руку.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяти палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводимо спеціальне місце на відстані 200 метрів від поля, обробленого отрутохімікатами. Слідкувати щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюють працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

Перед початком збиральних робіт проводять інструктаж з охорони праці, інформують робітників про існуючі небезпечні фактори і можливі наслідки в разі недотримання відповідних правил безпеки.

Розмічають поля на загінки відповідно до операційної карти та складають план поля.

Відпочивати на полі дозволяється в спеціально відведеному і відповідно позначеному місці.

Усунення несправностей, заміна ножів, ланцюгів, пасів, операції технічного обслуговування виконувати тільки при зупиненому двигуні. Запускати двигун методом буксирування або скочування з гори забороняється.

Видаляти масу при забиванні робочих органів можна лише за допомогою спеціальних пристроїв із дотриманням інших вимог безпеки.

Не дозволяється керувати транспортним засобом особам, які не закріплені за даною машиною наказом по господарству. У загінці механізатор повинен стежити за роботою робочих органів.

Перевірку технічного стану і технічну наладку машин потрібно проводити на спеціальному регульовальному майданчику. Регульовальний майданчик повинен бути оснащений справним інструментом та пристроями. На майданчику обов'язково повинна бути аптечка.

При перевірці технічного стану машин звертати увагу на наявність і надійність кріплення захисних засобів над карданними, ланцюговими та пасовими передачами. Для відкручування гайок забороняється використовувати несправні, спрацьовані ключі, зубило та молоток.

Піднімати машини потрібно спеціальним піднімачем або домкратом, попередньо перевіривши стійкість їх встановлення, під рами машини підкладати надійні підставки заданої висоти. Робітникам забороняється перебувати в зоні дії підйомних механізмів.

Під час наладки машин звертати увагу на наявність і справність системи сигналізації та освітлення машинно-тракторного агрегату.

Перед запуском двигуна трактора, перевірити, щоб важіль включення коробки передач знаходився у нейтральному положенні. Під'їжджати трактором до машини потрібно на малих обертах колінчастого валу двигуна, рухатись без ривків і не знімати ногу з педалі зчеплення.

Перед початком руху впевнитись, що люди знаходяться на безпечній відстані від агрегату та подати сигнал. Під час руху агрегату забороняється сходити або сідати на трактор чи сільськогосподарську машину.

Технічне обслуговування машинно-тракторних агрегатів проводити тільки після їх зупинки і вимкнення двигуна.

При роботі з акумулятором не допускати короткого замикання клем. В приміщенні, де заряджаються акумулятори, забороняється палити, запалювати сірники, виконувати зварні та інші роботи. Транспортувати акумулятори тільки на візку з гніздами. Переносити акумуляторні батареї на руках без спеціальних захватів забороняється.

Перед демонтажем шин необхідно очистити їх і випустити повітря з камери. Якщо шина пристала до ободу, необхідно застосувати спеціальний знімач.

Відкривати пробки картера двигуна, коробок передач, задніх або передніх мостів необхідно спеціальним ключем. Забороняється стукати по пробках молотком, щоб не викликати загоряння палива.

При проведенні наладки плугів та інших ґрунтообробних машин необхідно спочатку опустити їх робочі органи на регульовальний майданчик, а під раму машини підкласти надійні підставки. При загостренні лемішів плугів, обов'язково потрібно користуватися рукавицями та захисними окулярами. Забороняється залишати трикутну рамку в замку автозчіпки при від'єднанні машини від трактора. Перед транспортуванням навісної машини слід затягнути обмежувальні ланцюги навісної системи трактора.

У полі усувати несправності машини, очищати її робочі органи потрібно тільки після зупинки агрегату. Очищати робочі органи ґрунтообробних машин від землі та рослинних решток спеціальними чистиками.

Мінеральні добрива завантажувати в місткості (ящики, бункери) машин тільки при зупиненому агрегаті та вимкненому ВВП трактора. Якщо внесення добрив проводиться у вітряну погоду, то потрібно користуватись вітрозахисним пристроєм для машини. Під час роботи машин з розкидачами

відцентрового типу не можна наближатись до них ближче як на 10-15м. На поворотних смугах слід вимкнути ВВП трактора.

При внесенні аміачної води необхідно постійно стежити за герметичністю резервуарів, всмоктувальних та нагнітальних трубопроводів. Із кранів, клапанів, затворів трубопроводів не повинна підтікати рідина.

Працівники, що працюють на агрегатах для внесення добрив, повинні мати спецодяг, користуватися захисними окулярами, респіраторами. Крім того, працювати необхідно в головному уборі. Готуючи обприскувачі та протруювачі насіння до роботи звернути увагу на щільність закриття кранів, заливних горловин, щільність і надійність з'єднання трубопроводів тощо. Особливо уважно перевірити комплектність розпилювачів. Кріплення їх на колекторі повинно бути щільне, рідина не повинна підтікати із з'єднань.

У процесі обприскування вибирають напрямок руху агрегату так, щоб розпилена рідина не потрапляла на працюючих. Кабіна трактора при обприскуванні повинна бути закрита. Після закінчення обприскування вимити водою з милом руки, обличчя. Заборонено вживати їжу під час обприскування та протруєння.

При постановці машин на зберігання дотримуватись діючих правил техніки безпеки. Застосовувати засоби безпеки при підготовці до зберігання машин, які працювали з отрутохімікатами, протруєним насінням та іншими шкідливими речовинами. Слідкувати, щоб під рами та робочі органи машини встановлювались тільки міцні та надійні спеціально виготовлені підставки.

Для механізованої мийки машин, нанесення захисних покриттів обов'язково використовувати фартухи, рукавиці та захисні окуляри.

Місця зберігання машин та їх окремих складальних одиниць, агрегатів повинні бути забезпечені укомплектованим справним протипожежним інвентарем та обладнанням.

6.3 Розробка технологічної карти контролю агрегату для передпосівного обробітку ґрунту

Суворе дотримання правил техніки безпеки є обов'язковим при прийманні, транспортуванні, підготовці до роботи, обкатці і в процесі експлуатації машини для передпосівного обробітку ґрунту. До роботи по використанню машини допускаються тільки підготовлені трактористи. Ремонт і технічне обслуговування проводяться при опущеній на землю машині, яка від'єднана від трактора або з трактором із заглушеним двигуном.

Таблиця 6.2- Технологічна карта контролю агрегату

Елемент агрегату, що підлягає огляду	Характерні несправності	Можливі наслідки небезпеки	Усунення недоліків
1. Справність коліс, їх кріплень	Спрацювання ґрунтозачепів понад допустимий рівень	Занос трактора на схилах, перекидання.	Заміна шин.
2. Система освітлення.	Несправність фар, їх забрудненість.	Аварія при русі в темний період доби.	Провести ТО системи освітлення.
3. Кабіна, система вентиляції, остекління	Несправність системи вентиляції. Несправність дверей та інших елементів кабіни.	Захворювання тракториста. Аварія.	Ремонт системи вентиляції. Ремонт кабіни. Відновлення остекління.
4. Рульове керування	Люфт рульового колеса перевищує допустимі межі	Втрата водієм управління. Аварія	Встановлення нормального люфту
5. Стан зчеплення гальм, блокувального пристрою коробки передач.	Пробуксовування муфти зчеплення. Хід педалі не відповідає нормі. Несправність гальм.	Несправність трактора. Спрацювання деталей зчеплення. Аварія.	Регулювання муфти зчеплення, вільного ходу педалі. Ремонт блокувального пристрою.

Для попередження нещасних випадків забороняється: їздити на великих швидкостях і виконувати круті повороти в людних місцях; стояти поблизу

машини при її підніманні і опусканні; проводити очистку, змащення, ремонт і підтяжку різьбових з'єднань коли вона приєднана до трактора і переведена в положення „дальній транспорт”; виконувати повороти із заглибленими робочими органами; від'єднувати машину від трактора без встановлення підставок; перевозити на рамі сторонні предмети і вантажі.

В кабіні трактора необхідно мати укомплектовану аптечку, яку постійно необхідно поповнювати необхідними медикаментами. Працювати необхідно в зручній одежі, яка виключає можливість її попадання в рухомі пасові і ланцюгові передачі та інші механізми.

При роботі необхідно застосовувати тільки справний інструмент і обладнання, подавати звуковий сигнал перед запуском двигуна і початком руху агрегату.

При переїздах через мости і греблі необхідно впевнитися в можливості переїзду і тільки потім продовжувати рух на першій передачі.

Перед тим, як приступити до роботи агрегат повинен підлягти контролю, хід якого висвітлений в технологічній карті (табл. 6.1).

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Запропонована в дипломному проекті машина для передпосівного обробітку ґрунту дозволяє якісно виконувати зазначену операцію.

Для виконання цієї операцій в господарстві здебільшого використовується агрегат, який включає трактор МТЗ-82 і культиватор УСМК-5,4, а тому саме цей агрегат був вибраний за базу для порівняння при розрахунках економічної ефективності.

Розроблена машина за складністю виготовлення і конструкцією подібна фрезерному культиватору КФО - 4,2, який має масу 1660 кг і ціну 3590 ум. од. або 136420 грн.

Маса запропонованої машини для передпосівного обробітку ґрунту становить 685 кг. Тоді, її ціна, буде становити $\frac{136420}{1660} \cdot 685 \approx 56300$ грн.

Прийmemo, що розроблена машина має рівні з культиватором КФО-4,2 нормативне річне завантаження і норму відрахувань на ремонти і ТО.

Норма виробітку запропонованої машини в агрегаті з трактором МТЗ-82 становить 16,5 га, при питомих витратах палива 4,9 л/га.

Згідно з прийнятими в господарстві нормами виробітку норма виробітку агрегату МТЗ-82 + УСМК-5,4 на передпосівній культивації становить 21,7 га при витратах палива 3,6 л/га.

Дані, необхідні для розрахунку економічної ефективності, приведені в табл. 7.1.

Затрати праці на передпосівному обробітку ґрунту можна визначити за формулою:

$$Z_{\text{п}} = M/W_{\text{г}}, \quad (7.1)$$

де М – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W_{\text{г}}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Оскільки обидва агрегати обслуговує тракторист, то за (7.1) будемо мати наступні затрати праці на передпосівному обробітку ґрунту:

- агрегатом, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4:

$$Z_{п.б} = 1/3,10 = 0,32 \text{ люд.год/га}$$

- агрегатом, в склад якого входить запропонована машина:

$$Z_{пн} = 1/2,38 = 0,42 \text{ люд.год/га.}$$

Таблиця 7.1- Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Марка трактора, машини	Ціна, грн	Нормативне річне завантаження, год	Відрахування, %	
			амортизаційні	на ремонти і ТО
УСМК-5,4	84600	270	15,0	9,0
Розроблена машина	56300	280	15,0	6,0
МТЗ-82	105530	1600	15,0	8,0

Питомі прямі експлуатаційні витрати визначимо за формулою:

$$C = C_{оп} + C_a + C_{то} + C_{пмм}, \quad (7.2)$$

де $C_{оп}$ – витрати на оплату праці, грн/га;

C_a – відрахування на амортизацію, грн/га;

$C_{то}$ – витрати на ремонти та технічне обслуговування, грн/га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн/га.

Витрати на оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_{оп} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots + m_i f_i}{H}, \quad (7.3)$$

де $m_1, m_2 \dots m_i$ – кількість працівників, які обслуговують агрегат окремо за кожною кваліфікацією (розрядом), грн.;

$f_1, f_2, \dots f_i$ - оплата праці за змінну норму виробітку працівника кожної кваліфікації, грн;

H - змінна норма виробітку, га

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на передпосівному обробітку ґрунту. Оплату праці механізаторів здійснюють по третьому розряду тарифної сітки. З врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати до 7100 грн. за норму виробітку, будемо мати наступні витрати коштів на оплату праці:

- агрегатом, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4:

$$C_{\text{оп}}^B = \frac{1 \cdot 7100}{21,7} = 327,2 \text{ грн/га,}$$

- агрегатом, в склад якого входить запропонована машина:

$$C_{\text{оп}}^{\text{КА}} = \frac{1 \cdot 7100}{16,5} = 430,3 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на амортизацію можна визначити за формулою:

$$C_a^{\delta} = \frac{\alpha_m B_m n}{100W T_m} + \frac{\alpha_k B_k}{100WT_k}, \quad (7.4)$$

де B_T і B_K відповідно, вартість трактора і машини, грн.;

α_T і α_K – норма річних відрахувань на амортизацію від вартості відповідно трактора і машини, %;

T_T і T_K – нормативне річне завантаження відповідно трактора і машини, год.

Підставивши дані, будемо мати наступні амортизаційні відрахування:

- агрегатом, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4

$$C_a^{\delta} = \frac{15 \cdot 105530}{100 \cdot 3,1 \cdot 1600} + \frac{15 \cdot 84600}{100 \cdot 3,1 \cdot 270} = 18,35 \text{ грн/га,}$$

- агрегатом, в склад якого входить запропонована машина:

$$C_a^{\delta} = \frac{105530 \cdot 15}{100 \cdot 1600 \cdot 2,38} + \frac{56300 \cdot 15}{100 \cdot 280 \cdot 2,38} = 16,82 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонти і технічне обслуговування машин в агрегаті можна визначити за аналогічною формулою, якщо підставити відповідні значення норм відрахувань.

Підставивши дані, будемо мати наступні відрахування на ремонт і ТО при передпосівному обробітку ґрунту:

- агрегатом, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4:

$$C_{mo}^{\delta} = \frac{8 \cdot 105530}{100 \cdot 3,1 \cdot 1600} + \frac{9 \cdot 84600}{100 \cdot 3,1 \cdot 270} = 10,8 \text{ грн/га,}$$

- агрегатом, в склад якого входить розроблена машина:

$$C_{mo}^{\eta} = \frac{105530 \cdot 8}{100 \cdot 1600 \cdot 2,38} + \frac{56300 \cdot 6}{100 \cdot 280 \cdot 2,38} = 7,29 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали визначимо за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = Q \text{ Ц}_{\text{к}}, \quad (7.5)$$

де Q – витрати палива, л/га;

$\text{Ц}_{\text{к}}$ – комплексна ціна палива, грн/л.

З врахуванням сьгоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 57,0 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть становити:

- при використанні базового агрегату:

$$C_{\text{ПММ}}^{\delta} = 3,6 \cdot 57,0 = 205,20 \text{ грн/га.},$$

- при використанні агрегату, в склад якого входить розроблена машина:

$$C_{\text{ПММ}}^{\eta} = 4,9 \cdot 57,0 = 279,30 \text{ грн/га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати будуть становити:

- при використанні агрегату, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4

$$C^{\delta} = 327,2 + 18,35 + 10,8 + 205,20 = 561,55 \text{ грн/га,}$$

- при використанні агрегату, в склад якого входить розроблена машина:

$$C^{\eta} = 430,3 + 16,82 + 7,29 + 279,30 = 733,71 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, використання запропонованої машини для передпосівного обробітку ґрунту призведе до збільшення питомих експлуатаційних витрат на 172,16 грн/га.

Питомі капіталовкладення визначимо за формулою

$$K = \frac{B_m}{WT_m} + \frac{B_{\text{ка}}}{WT_{\text{ка}}}. \quad (7.6)$$

Підставивши дані, будемо мати наступні показники капіталовкладень:

- при використанні агрегату, в склад якого входить культиватор УСМК-5,4:

$$K^{\delta} = \frac{105530}{3,1 \cdot 1600} + \frac{84600}{3,1 \cdot 270} = 122,36 \text{ грн/га,}$$

- при використанні агрегату, в склад якого входить розроблена машина:

$$K^{\pi} = \frac{105530}{2,38 \cdot 1600} + \frac{56300}{2,38 \cdot 280} = 112,19 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, використання комбінованого агрегату призведе до зменшення питомих капіталовкладень на 10,17 грн/га.

Доказано [21], що якісна підготовка ґрунту під сівбу ріпаку сприяє збільшенню врожайності культури до 5 - 15%. Прийmemo, що розроблена машина за рахунок якісного обробітку ґрунту дозволить збільшити врожайність ріпаку на 8%. Отже, при середній урожайності ріпаку в господарстві рівній 2,86 т/га збільшення її урожайності на 8 % дасть прибавку, яка буде становити $2,86 \cdot 0,08 = 0,23$ т/га.

При закупівельній ціні ріпаку 16700 грн./т запровадження розробленої машини дасть змогу одержати додаткову продукцію, грошовий еквівалент якої можна визначити за формулою:

$$D_{\pi} = E_{\pi} \cdot C_{\pi}, \quad (7.7)$$

де E_{π} – прибавка врожайності, кг/га;

C_{π} - ціна зерна, грн./кг.

$$D_{\pi} = 0,23 \cdot 16700 = 3841 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробленої машини визначимо за формулою:

$$E_p = [(C_{\delta} + EK_{\delta}) - (C_{\pi} + EK_{\pi}) + D]F, \quad (7.8)$$

де E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E = 0,15$;

F - площа посівів кукурудзи на зерно в господарстві, $F=240$ га.

$$E_p = [(561,55 + 0,15 \cdot 122,36) - (733,71 + 0,15 \cdot 112,19) + 3841]240 \approx 880889 \text{ грн.}$$

Оскільки питомі капіталовкладення при використанні розробленої машини є меншими, ніж в культиватора УСМК-5,4, то термін окупності їх визначати немає необхідності.

Результати розрахунків економічної ефективності від використання розробленої машини зведемо в табл. 7.2.

Таблиця 7.2- Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення (+,-)
	МТЗ-82 + УСМК-5,4	МТЗ-82 + розроблена машина	
1. Вартість машини, грн.	84600	56300	- 28300
2. Продуктивність, га/год.	3,1	2,38	- 0,72
3. Затрати праці, люд.год/га.	0,32	0,42	+ 0,10
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	561,55	733,71	+ 172, 16
в тому числі:			
оплата праці	327,2	430,3	+ 103,1
відрахування на амортизацію	18,35	16,82	- 1,53
відрахування на ремонти і ТО	10,8	7,29	- 3,51
витрати на ПММ	205,20	279,30	+ 74,1
5. Питомі капітальні вкладення, грн./га	122,36	112,19	- 10,17
6. Річний економічний ефект, грн.	880889		

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що від використання на передпосівному обробітку ґрунту під ріпак розробленої машини може бути одержаний річний економічний ефект в сумі 880889 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Серед олійних культур ріпак є однією з найцінніших культур як за вмістом олії, так і за можливою врожайністю. Насіння ріпаку - важливе джерело дешевої рослинної олії, високоякісної макухи, екологічно безпечного біодизельного палива, мастил тощо. Ріпак за останнє десятиріччя зміцнив свої конкурентні позиції на світовому ринку, суттєво збільшилися валові збори насіння, розширилися ринки збуту, продукти його переробки досягли досить високого рівня.

2. Розроблений агрегат дозволить провести якісний передпосівний обробіток ґрунту на більш високій швидкості і підвищити урожайність цієї культури одночасно зі зменшенням затрат праці і збільшенням продуктивності.

3. Розрахунки параметрів і режиму роботи удосконаленого знаряддя дають можливість спроектувати вузли і деталі агрегату. Розроблені заходи з охорони праці можна використовувати при проведенні інструктажів з техніки безпеки на робочому місці.

4. Економічний ефект від впровадження розробки і одержання додаткової продукції становить 880889 грн. в рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гусарова А. Агросезон-2022: погодні умови та результати воєнного року. - <https://superagronom.com/articles/636-agrosezon-2022-pogodni-umovi-ta-rezultati-voyennogo-roku>.
2. Що таке ріпак та що з нього роблять? - <https://olis.com.ua/press-centre/statti/st-raps/>.
3. Ріпак в Україні і світі. - <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ripak/ripak-v-ukraini-ta-sviti/>.
4. Максимова Г. Ріпак: для чого використовується і що з нього роблять? <https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/ripak-dlya-chogo-vykorystovuyetsya-i-shho-z-nogo-roblyat/>.
5. Використання ріпаку як універсальної сировини. - <https://www.kws.com/ua/uk/agroservis/vykorystannya/ripak/>.
6. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
7. Войтюк В.С., Гапоненко Д.Г. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай, 1988. - 384 с.
8. Мігальов О., Малярчук М., Альохін А. Концептуальна модель використання ґрунтообробної техніки вітчизняного виробництва на півдні України// Техніка АПК. - №9 (вересень), 2004. – с. 28 – 29.
9. Тронь М., Кошеленко І. Сучасна техніка для ґрунтообробки// Пропозиція, №3.- 2002.- с.97 – 102.
10. Ясенецький В., Шустик Л. Вітчизняні культиватори// Пропозиція. - № 12, 2005. – с. 100 – 106.
11. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2 (ч. 1 і 2): Зернозбиральні машини. – Харків.: Око, 2004.

12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
13. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
14. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
15. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
16. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007. - 360 с.
17. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
18. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
19. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
20. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
21. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
22. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня

2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

23. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.