

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
сіськогосподарських машин
(назва кафедри)
та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

_____ Гуменюк Ю.О. _____
(підпис) (ПІБ)

«___» _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА

**на тему: «МЕХАНІЗАЦІЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З УДОСКОНАЛЕННЯМ
КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТА»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Гарант освітньої програми

К.т.н., доцент

(підпис)

Сівак І.М.

Керівник дипломного проекту

_____ К.т.н., доц.

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

Виконав

(підпис)

Братченко С.В.

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Механіко–технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

К.Т.Н., доц. Гуменюк Ю.О.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« 19 » грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту бакалавра студенту

Братченку Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проекту бакалавра «Механізація обробітку ґрунту з
удосконаленням конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегата»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» листопада 2024р. № 2098 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедрі _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра Нормативно-технічна документація, інструкція
з експлуатації базової машин, глибина обробітку - 12 см.; наукова література; матеріали
мережі інтернет

Перелік питань, котрі потрібно розробити:

1. Аналіз існуючих систем обробітку ґрунту.
2. Огляд конструкцій машин комбінованого обробітку ґрунту.
3. Технологічний розрахунок параметрів удосконаленої машини.
4. Заходи з охорони праці.
5. Техніко-економічне обґрунтування удосконаленої машини.

Перелік графічних документів: 1 – Комбінований ґрунтообробний агрегат (загальних
вигляд); 2 – Схема гідравлічна принципова; 3 – Карта операційна; 4- Робочий процес
удосконаленої машини; 5 - Таблиця потенційних небезпек (охорона праці); 6 – Техніко-
економічна ефективність удосконаленої машини.

Дата видачі завдання «19» грудня 2024 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра _____ Гуменюк Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Братченко С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	7
1.1 Характеристика господарської діяльності сільськогосподарського підприємства.....	7
1.2 Вплив існуючих технологій ґрунтообробки на якість підготовки ґрунту.....	11
1.3 Огляд сучасної ґрунтообробної техніки та ефективність її застосування.....	17
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МАШИН КОМБІНОВАНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	21
2.1 Аналіз конструктивних особливостей машин передпосівного обробітку ґрунту.....	21
2.2 Основні завдання обробітку ґрунту.....	31
2.3 Огляд технологічних процесів обробітку ґрунту.....	33
2.4 Характеристика знарядь та форми робочих поверхонь ґрунтообробних машин передпосівного обробітку.....	34
2.5 Розроблення операційної технології передпосівного обробітку ґрунту при посіві зернових культур.....	39
3. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ.....	42
3.1 Розроблення конструктивно-технологічної схема комбінованої ґрунтообробної машини.....	42
3.2 Розрахунок основних параметрів ґрунтообробних робочих органів.....	44
3.3 Розрахунки показників тягового опору комбінованого ґрунтообробного агрегата.....	55
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	59
4.1 Стан охорони праці сільськогосподарського підприємства.....	59
4.2 Заходи охорони праці при виконанні ґрунтообробних операцій.....	60
4.3 Заходи з охорони навколишнього середовища.....	67
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ.....	70
5.1 Визначення економічного ефективності удосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату.....	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80
ДОДАТКИ.....	83

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт містить 83 сторінку, 13 таблиць, 25 рисунків, список використаних літературних джерел з 30 найменувань та 17 додатків.

Актуальність теми дипломного проєкту викликана необхідністю вибору високопродуктивної, якісної та надійної ґрунтообробної машини, яка б повністю відповідала вимогам сучасних технологій обробітку ґрунту та була універсальною.

Метою дипломного проєкту є удосконалення комбінованого агрегату для обробітку ґрунту шляхом заміни ґрунтообробних робочих органів з покращеними характеристиками.

У першому розділі проєкту подана характеристика сільськогосподарського підприємства, проаналізовано існуючі технології обробітку ґрунту та лінійку сучасної ґрунтообробної техніки.

У другому розділі проєкту проведено аналіз конструктивних особливостей машин для комбінованого обробітку ґрунту та намічено шляхи до їх подальшого удосконалення.

У третьому розділі розраховані параметри удосконалених робочих органів комбінованого ґрунтообробного агрегату та показники тягового опору.

У четвертому розділі проєкту подано аналіз стану охорони праці у сільськогосподарського підприємства та запропоновано шляхи щодо уникнення травматизму при виконанні ґрунтообробних операцій.

У п'ятому розділі розраховано техніко-економічні показники удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Ключові слова: технологія, обробіток, ґрунтове середовище, комбінований ґрунтообробний агрегат, ефективність, тяговий опір.

ВСТУП

Ситуація з обробіткою ґрунту в Україні є досить неоднозначною. З одного боку, це значний, понадсторічний досвід наукових досліджень і виробничих випробувань з величезною кількістю камеральних та польових дослідів з відпрацьованою системою виробничого впровадження, а з іншого боку - нинішня гостра криза, яка склалася в сільськогосподарському машинобудуванні з приходом на ринок України закордонної сільськогосподарської техніки та технологій, які пропагують інші підходи до обробітки ґрунту.

Наразі в Україні, поряд з новими технологіями обробітки ґрунту, традиційна технологія обробітки ґрунту, яка передбачає використання лемішних плугів, займає 38%. Лінійка плугів поповнюється новими типами: оборотними, поворотними, плугами зі змінною шириною захвату та різною кількістю корпусів (від 2 до 16). Однак полицева оранка як була, так і залишається найбільш енергомістким і високовитратним процесом до того ж в певних ґрунтово-кліматичних зонах шкідливим для ґрунту. Крім того, традиційна технологія передбачає проведення після оранки додаткових обробок (боронування, культивації), на які також витрачається значна кількість енергії. Такий «інтенсив» викликає погіршення водно-фізичного стану ґрунту, призводить до його висушування, порушення екологічної рівноваги ґрунтової системи провокує розвиток ерозії та втрати гумусу.

Усі вищезазначені недоліки традиційної технології формують потребу застосування нових підходів до обробітки ґрунту та нових ґрунтообробних машин і знарядь.

У теперішніх умовах ведення агровиробництва обробіток ґрунту зазнає істотних змін: скорочується кількість операцій, підвищуються вимоги до якості обробітки та дотримання термінів проведення робіт і збереження вологості ґрунту. І тому сучасні ґрунтообробні машини повинні відповідати вимогам, які

стосуються різноглибинної технології обробітку ґрунту.

У своєму намаганні не відставати від сучасних тенденцій, використовуючи досвід провідних світових фірм-виробників ґрунтообробної техніки, низка машинобудівних заводів України почала виробництво ґрунтообробної техніки, яка за технічним рівнем (досконалістю, надійністю, зносостійкістю робочих органів, тощо) відповідає кращим зразкам зарубіжної техніки. Однак з низки причин Україна все ще є залежною від імпорту техніки, що негативно впливає з економічної та соціальної точки зору, оскільки веде до втрати науково-технічного та виробничого потенціалу.[24]

З огляду на це важливим завданням сучасного виробництва є ретельний перегляд агротехніки та технологій машинобудування щодо відповідності ресурсозбереження. Вкрай важливим є відтворення машинно-тракторного парку аграрних підприємств шляхом наповнення його високотехнологічними машинами. У технологіях обробітку ґрунту це мають бути машини, які забезпечують ґрунтозахисний характер виконання процесу, сприяють відновленню родючості ґрунту і, одночасно з енергозбереженням, сприяють підвищенню урожайності та зниженню собівартості вирощеної продукції.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1 Характеристика господарської діяльності сільськогосподарського підприємства

ФГ «СФГ» «Десна» розташоване в селі Талалаївка, Ніжинського району, Чернігівської області.

Відстань до районного центра міста Ніжин — 10 км, до обласного центру міста Чернігів — 115 км.

Від найближчої залізничної станції «Талалаївка» підприємство знаходиться на відстані 1,2 км. Земельні угіддя господарства розміщені в лісостеповій зоні, клімат помірно-континентальний з середньо-достатньою кількістю опадів, ґрунти – дерново-підзолисті та чорноземи.

Напрямок господарської діяльності підприємства - вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, а також розведення свиней.

В підприємстві є наступні виробничі підрозділи, які знаходяться на даній території: гараж, заправна станція, тракторна бригада, ремонтна майстерня, тваринницька ферма, розрахована на 200 голів.

Наявний земельний банк підприємства подано у таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Земельний банк сільськогосподарського підприємства.

Категорія угідь	Площа, га
Всього с.г. угідь	4130
в тому числі рілля:	4000
-сіножаті	20
-пасовища	10
-інші землі	100

Структура посівних площ та урожайність основних культур подані в табл. 1.2.

Структура посівних площ та урожайність основних культур

№	Культура	Площа, га	Урожайність, ц/га
1	Кукурудза на зерно	1250	40
2	Соняшник	1050	35
3	Озима пшениця	730	60
4	Соя	500	21
5	Ярий ячмінь	470	55

Тракторний парк сільськогосподарського підприємства повністю забезпечений тракторами, кількісний склад яких подано в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Тракторний парк підприємства.

N	Марка трактора	Кількість
1	MT3-1523	2
2	MT3-82.1	6
3	MT3-923	3
4	XT3-17221	2
5	Claas Xerion 4500	1
6	Claas Xerion 3800	1
7	Case Steiger 500	1
8	Case Puma 155	2
9	Fendt 936 Vario	2
10	John Deere 8530	1

Для перевезення вантажу підприємство ФГ «СФГ» Десна» також має власний парк автомобілів, кількісний склад якого подано в табл. 1.4.

Автомобільний парк підприємства ФГ «СФГ» Десна»»

N	Марка автомобіля	Кількість
1	КамАЗ-6520	3
2	КамАЗ-55102	2
3	КамАЗ-5320	3
4	ГАЗ-3310	3
5	MAN TGA 440	2
6	DAF XF 105	1
7	Opel Combo	2
8	Mercedes Benz Sprinter 311	1

Виконання сільськогосподарських робіт на підприємстві здійснюється наявною сільськогосподарською технікою, кількісний склад якої подано в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Парк сільськогосподарської техніки господарства

Назва машини	Марка машини	Кількість
1	2	3
Плуги:	Lemken Euro Diamant (7+1)	2
	ПЛН-5-35	2
Глибкорозпушувач	Gregoire Besson Helios DVB	2
Луцильники:	Lemken Gigant 12000	1
	Amazone Catros 6001	2
	ЛДК-8	1
Культиватори:	John Deere 2210	1
	Amazone Centaur 6001	3
	КПН-8	1
	Unia Cross HP 4	1
Борони дискові:	Sunflower 4511	2
	БДТ-7	2

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
Борона зубова:	БЗСС-1,0	50
Коток:	Amazone AW	1
	Amazone ZA-U 1501	1

Розкидачі міңдобрив:	Amazone ZA-TS	1
Розкидач органічних добрив	Hawe DST	2
Сівалки зернові:	Астра-5,4 «Елворті»	2
	Amazone Condor 15000	1
	Lemken Solitar 12	1
Сівалки для просапних культур	John Deere 1700	2
	Kuhn Maxima 2 TRX	1
Обприскувачі:	Amazone UX 2200	1
	Amazone Pantera	1
Зернозбиральні комбайни:	Claas Lexion 580	2
	Claas Lexion 460	2
	Claas Lexion 570	1
Жатки:	Claas Conspeed 8-70	4
	Claas Vario 750	3
	Capello Helianthus 7500	3
	Claas Vario 900	1
Силосозбиральний комбайн:	Claas Jaguar 850	1
Косарка-плющилка:	Kuhn FC 883 RA	2
Валкоутворювач:	Kuhn GA 9531	2
Прес-підбирачі:	Claas Quadrant 2200	1
	Claas Quadrant 2500	1
Причепи:	Schmitz Cargobull	3
	Kroger HDK 320	2
	2ПТС-6	4
	НЕФА3 8560	5
	ПСЕ-2,5	1
Причіп-перенавантажувач зерна:	Hawe ULW	1
Агрегат для перевезення води:	ЗЖВ-3,6	2
Змішувач-роздавач кормів	Kuhn Euromix I 2270	3
Навантажувачі:	Manitou MLT 840	1
	JCB TM 3203	1

На території підприємства розміщені ремонтна майстерня з дільницею дефектування, адмінбудівля, ФАП та гуртожиток для працівників.

1.2 Вплив існуючих технологій ґрунтообробки на якість підготовки ґрунту

Чим глибше людина пізнає процеси, які відбуваються у кореневмісному шарі ґрунту, тим кардинальніше змінюються її погляди щодо підходів до ґрунтообробки в сенсі збереження родючості ґрунту. Вчені вважають, що родючість ґрунту визначається наявністю ньому гумінових кислот, разом з цим ключову роль відіграють фізико-механічні (структура ґрунту, будова кореневмісного шару), агрохімічні (водневий показник pH , вміст та доступність елементів живлення, тощо) та біологічні (фітосанітарний стан, біологічна активність) властивості ґрунту. З огляду на останній, біологічний чинник - з'явилася гіпотеза про агротехнічні заходи, які сприяють поліпшенню цих властивостей. Мінімальна і нульова технології покликані суттєво покращити структуру ґрунту, наблизивши її до природної. При цьому декларується, що поряд з оструктуреністю, буде покращуватись водно-повітряний та тепловий режими ґрунту, а за рахунок мінералізації пожнивних решток суттєво зменшиться винос основних елементів живлення. В сумі це призведе до підвищення родючості ґрунту та екологізації процесу обробки ґрунту. Головна ідея, яка «проповідується» прихильниками безполцевого обробки ґрунту, з вуст апологета цього напрямку М.К. Шикули: «Природа ніколи не орала, а лише сіяла...» [29] звучить досить емоційно, проте, поки що, фундаментально не обґрунтована і виробничо не підтверджена. При цьому автори не врахували, що природа і «не збирає» врожай, не рахується самостійно у бік наших потреб, а живе за своїми законами.

Альтернативний підхід до цього питання сформульований у поглядах академіка В.І. Вернадського, який формалізує ґрунтове середовище як біокосне тіло з притаманними йому процесами, як і у живих організмах або в термодинамічних системах відкритого типу [3].

Саме здатність поглинати зовнішню енергію і використовувати її для протікання внутрішніх процесів відрізняє ці системи від закритих систем, яким притаманна лише єдина тенденція — до збільшення внутрішньої ентропії, тобто

спрощення. В.І. Вернадський стверджував, що завдяки своїй відкритості, термодинамічні системи мають стійку тенденцію до розвитку (еволюції, комплікації (ускладнення)). Отже, чим термодинамічна система є відкритішою, тим активніше у ній протікають метаболічні процеси і тим швидшим буде кругообіг біогенних атомів у біосфері.

Тривалий час йшли пошуки відповідей на це питання: одні дослідники стверджували, що у стосунку до рослин ключову роль відіграє наявність в кореневмісному прошарку ґрунту гумусу — комплексу органічних кислот, які є своєрідним «плавильним цехом», в якому рештки органічних та мінеральних комплексів розщеплюються до малих фрагментів і поглинаються кореневою системою рослин. Проте на потужність «плавки», а надто на процес утворення нових субструктур після «плавки», впливають неконтрольовані чинники [4].

Поширюючи висновки щодо вищесказаного на процеси, що відбуваються в кореневмісному прошарку ґрунту, можна стверджувати, що саме активне перемішування шарів ґрунту (розпушування) створює хаотичне середовище, яке і стимулює активізацію метаболічних процесів. Це можна сказати і про мікроскопічні організми, що мешкають у верхньому шарі (ґрунтова біота) і визначають ферментативні процеси мінералізації. Дослідниками встановлено, що одразу після механічного обробітку спостерігається зменшення (загибель) мікроорганізмів у ґрунті, але через незначний період часу їх чисельність не лише відновиться, а й істотно переважатиме гомеостазисну (рівноважну) кількість, що спричинить більш активну ґрунтову діяльність.

З огляду на вищезазначене, сучасне інтенсивне землеробство має ґрунтуватися на технологіях обробітку ґрунту, які передбачають механічне перемішування ґрунтових шарів тим самим спричиняючи активізацію процесів метаболізму.

Існує ще один дуже важливий фактор, безпосередньо пов'язаний з обробітком ґрунту, який більше впливає не на ґрунтоутворюючі процеси, а на економічні - це витрати палива на гектар, які за безполицевого обробітку на 60-70% нижчі ніж при оранці. Залишати без уваги цю обставину в умовах гострої енергетичної кризи також не можна.

Таким чином стає цілком очевидним, що лише при вдалому поєднанні заходів з активного перемішування ґрунту та поступове зменшення втручання робочих органів у ґрунт можна отримати хороші результати. Тому актуальним є питання пошуку способів поєднання активного обробітку ґрунту і заходів щодо мінімізації механічного втручання.

Найкращі умови для протікання хімічних, фізико-хімічних і біологічних процесів створюються при оптимальній структурі ґрунтового середовища. Чисельними дослідженнями встановлено, що ґрунти, рівноважна щільність яких не перевищує оптимальної для конкретної культури, не потрібно щорічно обробляти. Оптимальна щільність ґрунту при вирощуванні більшості польових культур становить 1,1-1,3 г/см³.

Щільність ґрунту є величиною динамічною, яка під впливом ряду факторів змінюється у бік збільшення. У цьому випадку, для досягнення оптимальної щільності, ґрунт необхідно розпушити. Інтенсивність обробітку для забезпечення оптимальних умов на різних типах ґрунтів у значній мірі залежить від різниці між оптимальною і рівноважною щільністю (щільність, до якої ґрунт повертається під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів) та швидкості переходу до рівноважної щільності.

Цілком зрозумілим є те, що розпушування ґрунту має бути спрямованим на створення і підтримання бажаної структури ґрунту, однак інтенсивність розпушування різних типів ґрунтів повинна бути різною. Безструктурні дерново-підзолисті ґрунти мають схильність до більшого ущільнення ніж структурні чорноземи, тому потребують більшої інтенсивності обробітку. Суглинки швидше ущільнюються, ніж піщані та супіщані ґрунти.

Ґрунт є саморегулюючою системою, яка здатна забезпечити в певних межах природне відтворення родючості, проте дана властивість не гарантує повного збереження продуктивності ґрунту і тим більше її підвищення. В природних умовах на цілинних і перелогових землях родючість ґрунту має стійку тенденцію до підвищення за рахунок використання сонячної енергії.

Рослини отримують поживні речовини з навколишнього середовища і залишають після себе в ґрунті більше поживних речовин, ніж було ними

витрачено під час їхньої вегетації. Однак природне підвищення родючості одразу припиняється, якщо людина починає забирати органічну речовину у вигляді врожаю (зерна, коренеплодів, непромислової частини врожаю). Баланс порушується, після чого вступає в силу закон повернення: необхідно повернути в ґрунт як мінімум ту кількість поживних речовин, яка була винесена з попереднім урожаєм. Закон повернення - це по своїй суті закон збереження речовини.

Чисельними дослідженнями встановлено, що диференціація орного шару ґрунту за показниками родючості особливо чітко проявляється на чорноземах, гетерогенна будова якого є причиною поверхневого розміщення кореневої системи рослини при безполицевому обробітку. У посушливі це призводить до посилення негативної дії засухи за рахунок пересихання верхнього (0-10 см) ґрунтового шару. В нижніх шарах (10-30 см) волога зберігається до середини літа (така ситуація спостерігалася в минулому, 2024 році). В таких умовах у ґрунті виникає патова ситуація: коли найбільші запаси доступних форм поживних речовин розміщуються у верхньому шарі, а волога - у нижньому. Застосування безполицевого обробітку на постійній основі, особливо без використання гербіцидів, веде до суттєвого зниження продуктивності сівозмін.

Поряд з вищезазначеним, ще однією проблемою є глобальне потепління, яке також має суттєвий вплив на умови ведення землеробства. Так, у 2024 році в 7 областях України період відсутності ефективних опадів коливався від 7-ми до 62 днів за максимальної температура 35 - 41 С°. Температура на поверхні ґрунту, який оброблявся за традиційною технологією, досягала 62 - 67 С°.

Традиційна технологія обробітку ґрунту не здатна забезпечити одночасне накопичення додаткової вологи і захистити ґрунт від надмірного перегрівання. Світова практика доводить, що за екстремально жарких і посушливих умов найбільш доцільним є використання технологій No-Till.

Нині у світі технологія No-Till використовується на площах майже 96 млн. га. Найбільше ця технологія набула поширення в США — 25,8 млн. га (23% площі орних земель), Бразилії — 23,6 млн. га (60% площі орних земель), Аргентині — 18,3 млн. га (60% площі орних земель), Канаді — 12,5 млн. га.

Вищезазначені країни на сьогодні є основними експортерами світового ринку зернових.

В таблиці 1.6 наведені дані, які дозволяють оцінити переваги різних технологій обробітку ґрунту [24].

Таблиця 1.6

Оцінка переваг та недоліків систем обробітку ґрунту

Технології обробітку ґрунту	Основний обробіток ґрунту	Передпосівний обробіток ґрунту	Посів	Догляд за посівами	Результат
Звичайна	38 л/га 1 год./га	12 л/га 0,36 год./га	3,5 л/га 0,23 год./га	11,52 л/га 1,5 год./га	ПММ 65,09 л/га роб. час 3,09 год./га
Безполицева	25 л/га 0,75 год./га	9,4 л/га 0,26 год./га	3,5 л/га 0,23 год./га	9,72 л/га 1,46 год./га	ПММ 47,62 л/га роб. час 2,7 год./га
Мінімальна	16 л/га 0,4 год./га	8 л/га 0,21 год./га	3,5 л/га 0,23 год./га	9,72 л/га 1,46 год./га	ПММ 37,22 л/га роб. час 2,3 год./га
No-Till	0 л/га 0 год./га	0 л/га 0 год./га	7,8 л/га 0,25 год./га	1,2 л/га 1 год./га	ПММ 9 л/га роб. час 1,25 год./га

Узагальнюючи численні дослідження проведені як зарубіжними та вітчизняними вченими, переваги технології No-Till можна згрупувати у три основні групи:

1. Агрономічні (сільськогосподарські) переваги:

- зменшення ущільнюючої дії на ґрунт ходових систем тракторів та с.г. машин;
- покращення структури ґрунту;

- підвищення біологічної активності ґрунту;
- відновлення ґрунтової біоти;
- підвищення родючості ґрунту;
- підвищення вологості ґрунту і збільшення стійкості до посухи;
- захист ґрунту від водної та вітрової ерозії;

2. Економічні переваги:

- зниження затрат праці;
- зменшення витрат палива на 50-70 %;
- збільшення рівня доходів від землеробства;
- підвищення стійкості та конкурентно-спроможності господарства.

2. Суспільні переваги:

- зменшення глобального потепління та секвестрація вуглецю в землеробстві;
- зменшення викидів парникових газів;
- зниження втрат пестицидів;
- зменшення забруднення територій та водойм;
- поновлення ґрунтових вод і збільшення рівня води у водоймах;
- зниження витрат на очистку води;
- збереження біологічного різноманіття агроландшафтів.

Аграрна галузь – є тією галуззю, в якій в залежності від домінуючого способу обробітку ґрунту (оранка чи No-till) відбувається або зв'язування вуглецю, або інтенсивні викиди його в атмосферу. Масштаби викидів вуглекислого газу при полицевому обробітку можна прирівняти до викидів потужних заводів. Нині у світі сформовано світовий ринок CO₂ завдяки якому аграрії США, Канади та інших розвинутих країн отримують додаткові кошти від промислових підприємств за впровадження технологій No-Till, яка забезпечує CO₂ на рівні 2,5 т на рік.

Вивчаючи досвід передових країн, можна зробити висновок, що в аграріям України потрібно надавати перевагу використанню найбільш вивченого та адаптованого до конкретних ґрунтово-кліматичних умов комбінованого обробітку ґрунту, який передбачає поєднання глибокого обробітку з обертанням ґрунтового пласта, безполицевого розпушення та впровадження мінімального обробітку зі зменшенням глибини і кількості операцій.

Для переходу аграрної галузі України на нові економічно обґрунтовані та екологічно безпечні системи обробітку ґрунту необхідно розгорнути широкі польові дослідження з метою вивчення адаптації нових технологій до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.[24]

1.3 Огляд сучасної ґрунтообробної техніки та ефективність її застосування

Перспективним напрямком удосконалення ґрунтообробної техніки є розробка багатофункціональних широкозахватних комбінованих машин і агрегатів, які здатні за один прохід виконують декілька технологічних операцій, зменшуючи тим самим терміни польових робіт, скорочуючи витрати палива і знижуючи трудомісткість процесу.

Наслідуючи досвід зарубіжних фірм у питаннях високої безвідмовності і надійності техніки, якісного сервісного обслуговування в Україні створюються спеціалізовані вітчизняні та спільні підприємства. До прикладу, приватне підприємство «Дніпроагромаш», спеціалізується на виробництві ґрунтообробної техніки, співпрацює з німецькою компанією RabeWerk та французькою Moreau. Їхня техніка не поступається зарубіжним аналогам та водночас значно дешевша.

ПАТ «Ельворті» спільно з компанією Lemken (Німеччина) спроектували посівний агрегат «Soliter-12» (Рис.1.1), який разом з високою якістю і технологічністю має помірковану ціну. [18]



Рис. 1.1 Причіпна пневматична зернова сівалка Soliter-12

Спільне підприємство Horsch - «Агро-Союз» провідний виробник посівної та ґрунтообробної техніки, випускає для ринку України культиватори Horsch-«Агро-Союз» FG 12.30, FG 12.30, посівний комплекс Horsch-«Агро-Союз» АТД 9.35, який відповідає сучасним вимогам якості, надійності й довговічності.



Рис. 1.2 Культиватор Horsch-«Агро-Союз» FG 12.30

Виробничі потужності ПрАТ «Агро-Союз» локалізуються в с. Майське Дніпропетровської області, для обробітку ґрунту та сівби компанія пропонує середньо та широкозахватні багатофункціональні комбіновані агрегати, які відповідає всім сучасним вимогам. [16]



Рис. 1.3 Посівний комплекс Horsch-«Агро-Союз» АТД 9.35

У порівнянні з традиційними, ґрунтозахисні технології у комбінації середньозахватною технікою потребують майже у 3 рази менше моторесурсу, а із широкозахватною - у 2,3 і 3,2 рази відповідно. Підрахунок витрат при вирощуванні озимої пшениці за ґрунтозахисною технологією з використанням середньозахватної техніки, зменшилися в 6,3 рази порівняно з традиційними технологіями, а із широкозахватною - в 16,4 рази. Але попри очевидні переваги багатофункціональних машин, Україна все ще виробляє ґрунтообробні машини і знаряддя єдиного функціонального призначення.

З урахуванням вищезазначеного розроблення нових ґрунтообробних машин повинна здійснюватися з урахуванням вимог нових технологій та ґрунтово-кліматичних умов, в яких ці машини будуть використовуватись.

Отже, однією з вимог сьогодення є заміна одноопераційних машин на багатоопераційні, які є адаптивними до роботи в усіх зонах України. Використання комбінованих багатоопераційних машин і агрегатів крім економії

ресурсів дають змогу зберегти структуру ґрунту, а завдяки збереженню на поверхні ґрунту рослинних решток - запобігти ерозії та зберегти вологість.

Тому концентрація зусиль і фінансових ресурсів на розробці та впровадженні у виробництво сучасної елементної бази та інноваційних конструкційних рішень із зосередженням виробництва на високотехнологічних підприємствах є важливою завданням галузі машинобудування в Україні. Паралельно слід здійснити техніко-технологічне переоснащення та глибоку модернізацію підприємств, які мають застаріле обладнання та забезпечити освоєння ними конкурентоспроможної техніки за світовими стандартами.

Навіть попри труднощі фінансового та організаційного характеру, в Україні вже діють підприємства, які виробляють техніку для ґрунтозахисних технологій та мають хорошу ринкову репутацію. Серед найбільш відомих: АТ«Elvorti», ТОВ «Велес Агро», ВАТ «Галещина, машзавод», ТОВ «Лозівські машини», ТОВ «Агромаш-Калина», ТОВ «Краснянське СП «Агромаш» та інші підприємства, котрі спільно з науковими установами розробляють і серійно випускають ґрунтообробну техніку для економічного та екологічного землеробства. Ці машини значно дешевша імпортних аналогів, але за якістю не поступаються їм. [19]

Нещодавно НДІ «Укראгропромпродуктивність» провів дослідження згідно ДСТУ 4397:2005 провів порівняння показників ефективності комбінованого агрегату ККП-6 (ВАТ «Галещина, машзавод») із зарубіжним аналогом Еурорак-6000 виробництва Lemken (Німеччина) в агрегаті з трактором ХТЗ-17221.

Аналіз результатів порівняння виявив переваги агрегату ККП-6 «Кардинал» над Еурорак-6000, зокрема прямі експлуатаційні витрати знизились на 42,6%, а сума приведених витрат була меншою на 45,7%, витрати на капремонт зменшилися на 53,2%, амортизаційні відрахування — на 61,4%. Термін окупності комбінованого ґрунтообробного агрегату ККП-6 «Кардинал» становить півтора року, тоді як Еурорак-6000 - за майже п'ять [11].

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МАШИН КОМБІНОВАНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

2.1 Аналіз конструктивних особливостей машин передпосівного обробітку Ґрунту

Нині ринок України насичений широким асортиментом комбінованих ґрунтообробних машин закордонного і вітчизняного виробництва. Розглянемо будову та технічні характеристики деяких з них.

Підприємство ТОВ «Агромаш-Калина» пропонує для ринку комбінований агрегат АК-6 «Георгій» (рис. 2.1). Це універсальна, чотирьохопераційна машина з широким спектром використання, призначений як для поверхневого обробітку ґрунту, так і для інтенсивної культивуації з відмінним перемішуванням пожнивних решток на глибину від 5 до 25 см. Висока рама та оптимальна відстань між стійками робочих органів забезпечують перемішування пожнивних решток навіть при роботі у складних умовах. Ліва і права дискові батареї сформовані з 16 вирізних дисків кожна. Диски встановлюються на спільній осі, мають діаметр 610 мм і виготовляються з пружинної сталі 65Г за спеціальною технологією, що забезпечує їх довговічність.

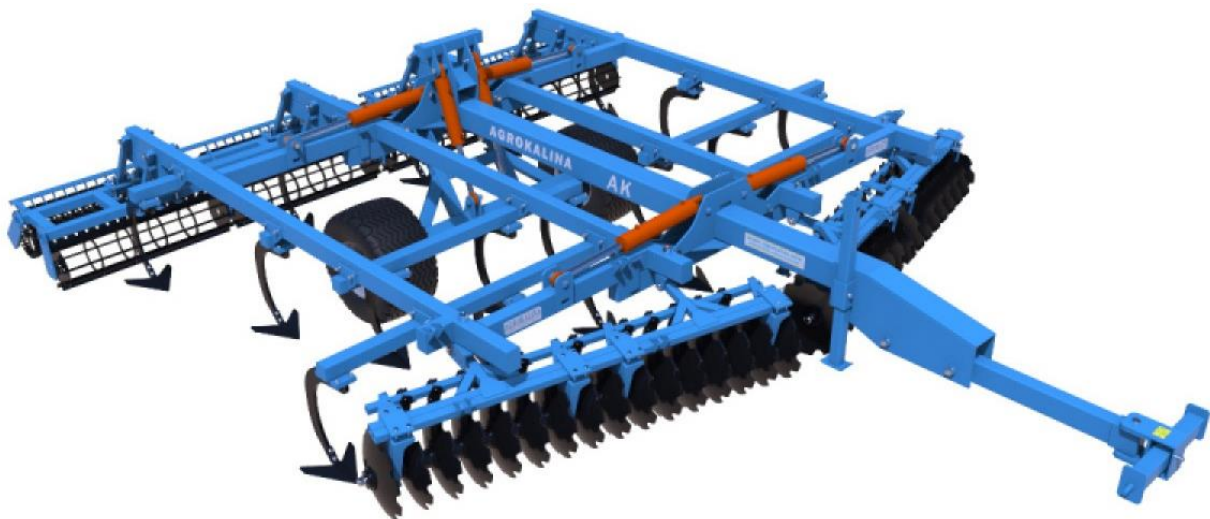


Рис. 2.1 Агрегат комбінований АК-6 «Георгій»

Пожнивні рештки, які залишаються на полі після збирання урожаю подрібнюються дисками і перемішуються з ґрунтом. Діапазон регулювання глибини обробітку від 3 до 12 см. Машина може комплектуватись трьома видами дисків: суцільними, вирізними і дисками з хвилястою робочою поверхнею (colter).

Культивувальна частина машини АК-6 «Георгій» - це чотири ряди лап жорстко закріплених на рамі культиватора, які призначені для суцільного обробітку ґрунту нижче рівня роботи дисків. Кут входження лапи в ґрунт становить 10...15°. Невеликий кут входження лапи створює ефект долота внаслідок чого лапа «втягується» у навіть у переущільнений ґрунт при незначному тяговому зусиллі трактора.

Планчастий барабан, який встановлений за лапами руйнує грудки і вирівнює поверхню, а завершує процес обробітку секція важких котків, здійснюючи фінальне подрібнення грудок і ущільнення ґрунту, що особливо важливо при роботі у посушливих умовах.[2]

Стерньовий культиватор KUNH Mixer 100 (рис. 2.2) являє собою комбінацією з трьох типів робочих органів: 2 рядів лап встановлених у шаховому порядку, 1 ряду сферичних дисків і ущільнюючого катка.



Рис. 2.2 Стерньовий культиватор KUNH Mixer 100

Mixer 100 призначений для провокації росту бур'янів шляхом створення сприятливих ґрунтових умов для їх проростання. Після проростання бур'янів проводять повторну ґрунтообробку. [25]

Диско-лаповий агрегат Sunflower 4511 (рис. 2.3) призначений для основного обробітку ґрунту за мінімальною технологією на глибина до 35 см з одночасною заробкою рослинних решток на глибину до 15см.



Рис 2.3 Дисковий чизель Sunflower 4511

Передні диски мають індивідуальну пружну стійку C-flex, яка сприяє самоочищенню диска та копіюванню поверхні, задні – встановлені на спільній осі і формують батарею. Положення передніх і задніх дисків по відношенню до осі можна регулювати незалежно. Стійки передніх дисків C-flex кріпляться до балки паралелограмного механізму, що також сприяє кращому копіюванню рельєфу поля.

Стійки чизельних лап мають пружинні запобіжники, розраховані на зусилля спрацювання 570...630 кг. Наявність пружин у конструкції кріплення стійки лапи сприяє також самоочищенню лапи від налиплого ґрунту і рослинних домішок, а також зниженню тягового опору. Для забезпечення можливості установки як стрілочастих так і чизельних лап, кронштейн пружинних запобіжників можна встановлювати під кутом 44° до 50°.

За один прохід Sunflower 4511 руйнує «плузну підшву» неглибокого

залагання і проводить якісний поверхневий обробіток ґрунту. [5]

Напівпричіпний комбінований культиватор ККП-6 «Кардинал» (рис. 2.4) призначений для передпосівного обробітку ґрунту у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Особливо ефективно його використовувати для обробітку ґрунту після зяблевої оранки під посіви ярих зернових, кукурудзи, цукрових буряків, соняшника, гороху, льону тощо. Культивацію проводять під кутом до напрямку оранки.



Рис. 2.4 Напівпричіпний комбінований культиватор ККП-6 «Кардинал»

Особливістю даного культиватора є те, що він послідовно, за один прохід виконує всі технологічні операції передпосівного обробітку:

- розпушення колії трактора слідорозпушувачами;
- вирівнювання ґрунту вирівнювальними планками (вирівнювачами);
- подрібнювання, вирівнювання та ущільнення ґрунту передніми ротаційними котками пруткового типу;
- інтенсивне остаточне подрібнення ґрунту, та сепарація агрономічно цінних фракцій ґрунту S-подібними або стрілочастими лапами, які встановлені у три ряди;

- додаткове вирівнювання ґрунту «вирівнювальними дошками» другої секції;
- остаточне вирівнювання та ущільнення шару ґрунту до необхідної щільності заднім ротаційним котком;
- легке ворухіння верхнього шару ґрунту (задля збереження вологи у нижньому шарі) пружинними борінками.

У транспортне положення культиватор переводиться за допомогою гідравлічної системи до ширини 3,15 м, і може транспортуватися шляхами загального призначення.

Слідорозпушувач являє собою дві пари розпушувальних лап, які заглиблюються на 10–12 см, подрібнюючи найбільші брили та розущільнюють колію трактора. Для запобігання поломок при перевантаженнях, кожна лапа слідорозпушувача оснащена запобіжником у вигляді зрізного болта. Рама культиватора виготовлена із труб квадратного перерізу з товщиною стінки 8 мм.

Кожна група робочих органів регулюється індивідуально. Діапазон зміни глибини обробітку - від 2 до 15 см, що особливо важливо при посіві дрібнонасінневих культур. [11]

Широкозахватний начіпний культиватор КШН-5,6 «Резидент» (рис. 2.5), призначений для основного обробітку ґрунту без обертання поверхневого шару, і так само як і ККП-6 «Кардинал» може працювати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Культиватор складається з центральної рами, обладнаної гідросистемою, двох бокових напіврам, які з'єднані шарнірно з центральною рамою, гідрофікованих опорних коліс та секцій робочих органів.

Робочими органами є два ряди лап, закріплених на центральній рамі і напіврамах, які підрізають і розпушують ґрунт на глибину 10 - 15см. Для захисту від пошкодження в кронштейні кріплення лап встановлено зрізний болт. Лапа комплектується накладним двобічним долотом, яке по мірі його зношування можна повертати на 180°, збільшуючи термін його роботи. Різальна кромка лап має твердосплавну наплавку, яка в процесі роботи лапи забезпечує її самозаточування.

Секція сферичних дисків, встановлених за лапами забезпечує подрібнення

і розпушення шар ґрунту, а також вирівнювання гребенів утворених лапами. Секції ротаційних пруткових котків - подрібнюють, ущільнюють та остаточно вирівнюють верхній ґрунтовий шар. За оптимальної вологості ґрунту КШН-5,6 не формує великих грудок і зберігає природну структуру ґрунту.



Рис. 2.5 Культиватор КШН-5,6 «Резидент»

Конструкція культиватора КШН-5,6 «Резидент» забезпечує можливість його регулювання на оптимальну глибину, при якій пожнивні рештки будуть перемішуватись тільки в межах верхнього шару ґрунту, а не заробляти у глибші шари, провокуючи виникнення ерозії. Культиватор забезпечує умови при яких мінералізація соломи мульчуючого поверхневого прошарку ґрунту проходить оптимально, а падалиця зерна бур'янів проростають одночасно.

КШН-5,6 «Резидент» рекомендовано до застосування на важких ґрунтах

для передпосівної культивуації після оранки, а також для передпосівного обробітку ґрунту без попередньої оранки. [12]

Культиватор паровий напівпричіпний КПН-8,2 «Вакула» (рис. 2.6) призначений для передпосівного обробітку ґрунту не засміченого камінням на глибину від 5 до 15 см в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Робочими органами культиватора є стрілочасті лапи шириною 270 мм, які встановлені на жорсткій стійці та передня і задня секції ротаційних котків.

Культиватор КПН-8,2 «Вакула» випускається в трьох модифікаціях для тракторів основних тягових класів.



Рис. 2.6 Культиватор паровий напівпричіпний КПН-8,2 «Вакула»

Демонтаж двох напіврам культиватора дає змогу отримати другу модифікацію - КПН-5,6, а при демонтажі двох крайніх секцій культиватора КПН-5,6 отримуємо третю модифікацію - культиватор КПН-3.

Секції і напіврами шарнірно з'єднуються з центральною рамою, що дозволяє трансформувати культиватор до ширини, прийнятної для його транспортування дорогами загального призначення. Колісна гідروفікована підвіска з двома пневматичними колесами, яка шарнірно кріпиться до рами, забезпечує переведення машини з робочого у транспортне положення. В робочому положенні культиватор спирається на передні опорні і задні

прикочуючі котки, опорні колеса підняті, тому культиватор не залишає після себе колії. Положення кожного ротаційного котка регулюється гвинтами.

Культиваторні лапи закріплюються на центральній рамі, напіврамах і секціях у три ряди в шаховому порядку і в процесі роботи культиватора підрізають та розпушують нижній шар ґрунту. Стійки лап захищені від ударних навантажень за допомогою зрізних болтів, а збільшена відстань між стійками, запобігає забиванню робочих органів налиплим ґрунтом і рослинними рештками. Планчастий коток, встановлений після стрілчастих лап розбиває грудки та на формує мікрорельєф.

Конструкція культиватора характеризується високою міцністю та надійністю, підшипникові вузли котків комплектуються закритими самоцентрованими підшипниками, які запобігають перекоосу при роботі в режимі перевантаження.

До основних переваг, даної машини слід також віднести:

- повне підрізання бур'янів та витягування їх решток на поверхню поля;
- підвищення продуктивності машини за рахунок збільшення ширини захвату культиватора;
- економію ресурсів: палива, затрат праці, тощо. [13]

Універсальний дисковий агрегат Lemken Rubin 10 (рис. 2.7) для обробки та подрібнення пожнивних залишків, в тому числі довгих стебел кукурудзи та соняшнику, для підготовки ґрунту до посіву.



Рис. 2.7 Універсальний дисковий агрегат Lemken Rubin 10

Lemken Rubin 10 призначений для обробітку ґрунту з великою кількістю пожнивних решток після збирання кукурудзи і соняшника, а також роботі по сидератах, які використовуються як зелене добриво. Lemken Rubin 10 здатний забезпечити рівномірне перемішування рослинних решток з ґрунтом на горизонтах від 3 до 15 см. Агрегат складається з двох рядів вирізних сферичних дисків, розташованих в шаховому порядку на індивідуальних стійках, секції штригельних борінок, секції вирівнювальних планок та секції дворядного котка. Відстань між стійками дисків становить 12,5 см, висока рама (80 см) виключає забивання органічною масою.

Lemken Rubin 10 - це універсальний агрегат, який за один прохід виконує усі операції передпосівної підготовки по стерновому фоні, а саме:

- підрізання ґрунту на глибині від 3 см до 15 см;
- подрібнення залишків стебел соняшника та кукурудзи;
- інтенсивне перемішування ґрунту з рослинними рештками;
- розпушування, вирівнювання, прикочування і ущільнення ґрунту.

Агрегат також можна використовувати у технологіях безполицевого обробітку. Виконання Lemken Rubin 10 вищеперахованих операцій дозволяє здійснювати посів.

Лінійка Lemken Rubin 10 включає машини шириною захвату від 3 до 12 м.

Для переведення Rubin 10 у транспортне положення до ширини 3 м (12-метровий – до 4 м), агрегат обладнаний гідравлічною системою. Діапазон робочих швидкостей швидкість: 12-15 км/год. [26]

Універсальний агрегат для передпосівної підготовки ґрунту за традиційною технологією Lemken System-Kompaktor (рис. 2.8).

За один прохід ґрунтообробний агрегат виконує усі необхідні для передпосівної підготовки операції по попередньо зораному фону:

- подрібнення, вирівнювання, розпушування ґрунту;
- формування насінневого ложа заданої глибини (від 2 см і більше).
- акумулювання ґрунтової вологи;
- прикочування шару ґрунту над насінневим ложем.

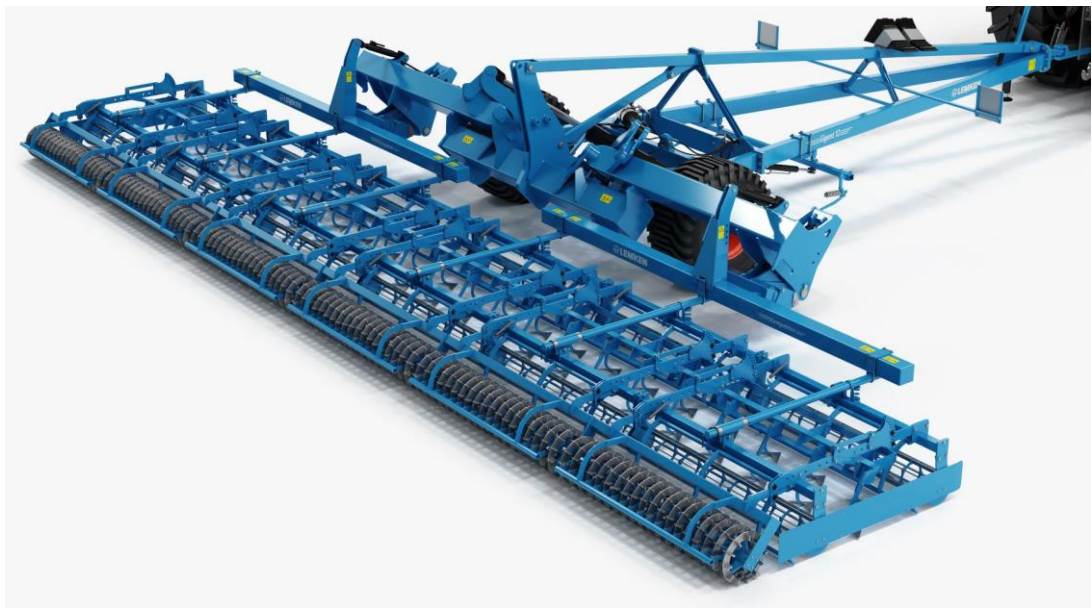


Рис. 2.8 Універсальний агрегат для передпосівної підготовки ґрунту по зораному фону Lemken System-Kompaktor

Робочими органами Lemken System-Kompaktor є два ряди планчастих котків, між якими розміщені два ряди стрілчастих лап. В задній частині агрегату встановлюється секції кільчасто-шпорових котків.

Для забезпечення повного подрізання бур'янів лапи встановлюються у шаховому порядку, планчасті котки подрібнюють і кришать ґрунт, кільчасто-шпоровий коток - прикочує і ущільнює ґрунтовий шар.

Лінійка System-Kompaktor складається з агрегатів шириною від 3 до 12 м., широкозахватні агрегати гідравлічно складається до 3 м (для 12-метрового агрегату – до 4 м) для їх транспортування дорогами загального призначення. Робоча швидкість агрегату 10-12 км/год. [27].

В господарстві передпосівний обробіток здійснюється такими машино-тракторними агрегатами:

- Case Steiger 500+John Deere 2210;
- Claas Xerion 4500+Amazone Centaur 6001;
- Claas Xerion 3800+КПН-8;
- Case Puma 150+Amazone Catros 6001.

Удосконалений в дипломному проєкті ґрунтообробний агрегат, можна використовувати як для основного обробітку, як альтернатива для Amazone Centaur, так і для передпосівної культивуації. З огляду на невеликі площі господарства, доцільніше використовувати компактну техніку з невеликою шириною захвату. Ширина удосконаленого ґрунтообробного агрегата становить 4,2 м, продуктивність агрегата - 5 га/год. за рахунок підвищення робочої швидкості.

2.2 Основні завдання обробітку ґрунту

Механічний обробіток ґрунту - це дія на нього робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь на відповідну глибину з метою оптимізації ґрунтових умов життя рослини, підвищення родючості ґрунту та його захисту від водної і вітрової ерозій.

Обробітком досягається оптимальна структура ґрунту завдяки його подрібненню (кришенню) на ґрунтові агрегати певного розміру та їх взаємне розміщення з урахуванням гранулометричного складу.

Раціональна система обробітку цілеспрямовано змінює співвідношення об'ємів твердої, рідкої і газоподібної фаз ґрунту, внаслідок чого змінюються фізико-хімічні властивості ґрунту, водно-повітряний, тепловий і поживний режими. Активізуються біологічні процеси, знищуються або пригнічуються

бур'яни, створюються оптимальні умови для повної реалізації генетичного потенціалу сортів та гібридів культурних рослин.

Крім того, обробіток ґрунту забезпечується сповільнення або прискорення процесів синтезу чи розпаду органічної речовини ґрунту, а також регулювання водного і повітряного режимів орного та підорного ґрунтових прошарків.

Обробітком ґрунту можна, з одного боку, сприяти акумулюванню ґрунтової вологи в ґрунті і зменшенню її непродуктивних втрат, а з іншого боку, в умовах надмірного зволоження - сприяти зниженню її кількості в орному прошарку. Усунення надлишкової ґрунтової вологи призводить до покращення аерації ґрунту, чим створюється оптимальне співвідношення води та повітря ґрунтового середовища.

Механічний обробіток ґрунту поряд з сівозміною і використання добрив є важливою ланкою сучасної системи землеробства, він, на відміну від внесення добрив або зрошення не додає ґрунту енергії чи поживних речовин, але змінюючи його фізико-хімічні і біологічні властивості, сприяє максимальній агротехнічній і економічній ефективності використання добрив, пестицидів, меліоративних заходів, тощо.

Заходи механічного обробітку ґрунту у поєднанні із системою внесення добрив у сівозмінах забезпечують найбільш повноцінне використання ґрунтів та сприяють відтворенню їхньої родючості. Однак вони ефективний тільки в тому випадку, коли враховуються властивості ґрунту, кліматичні і погодні умови, біологічні особливості сортів і гібридів, характер та ступінь засміченості полів бур'янами, наявність і кількість шкідників та збудників хвороб.

Ефективний вплив механічної дії робочих органів на ґрунт посилюється тоді, коли ці заходи здійснюються в науково-обґрунтованій послідовності та у тісній взаємодії з усіма ключовими ланками системи землеробства. Однак при цьому слід враховувати, що обробіток надмірної інтенсивності може призвести до руйнування структури ґрунту і спричинить зниження його родючості.[7, 23]

З метою відповідності сучасним реаліям ведення господарства, система обробітку ґрунту потребує періодичного уточнення. У відповідності до концепції продовольчої незалежності, для забезпечення оптимальних ґрунтових

умов і одержання сталих високих врожаїв механічний обробіток повинен вирішувати такі завдання:

- надання ґрунтовому шару дрібногрудочкуватої структури для забезпечення оптимального водно-повітряного, теплового і поживного режимів;
- посилення кругообігу поживних речовин у ґрунті шляхом активізації корисних мікробіологічних процесів, а також «підтягування» елементів живлення із більш глибоких підорних прошарків ґрунту в зону орного шару;
- запобігання процесам ерозії і пов'язаним з нею втратам вологи і поживних речовин;
- боротьба з бур'янами, збудниками хвороб та шкідниками;
- зароблення на необхідну глибину рослинних решток та добрив мульчування поверхні ґрунту;
- знищення багаторічної рослинності при обробітку цілинних і перелогових земель, а також полів з сіяними багаторічними травами;
- створення умов для пониження сольових горизонтів та запобігання підвищенню рівня ґрунтових вод.

2.3 Огляд технологічних процесів обробітку ґрунту

Під час обробітку ґрунту здійснюються такі технологічні процеси: перевертання, розпушування, кришіння, перемішування, вирівнювання та ущільнення ґрунту.

Перевертання верхніх шарів ґрунту потрібне для загортання поживних решток, дернини, добрив, насіння бур'янів, знищення збудників хвороб культурних рослин. Періодичне перевертання ґрунтового пласта поліпшує його фізичні властивості і біологічну активність, створює кращі умови для живлення рослин.

Розпушуванням і кришінням зменшують розміри ґрунтових частинок (агрегатів) та змінюють їх взаємне розташування що сприяє збільшенню пористості і зменшенню щільності ґрунту. Розпушування і кришіння ґрунту

поліпшує водо- і повітропроникність, життєдіяльність мікроорганізмів та умови росту і розвитку рослин.

Перемішування ґрунту здійснюють для створення однорідності орного шару та рівномірного розподілу в ньому мінеральних добрив, гіпсу, вапна, тощо. Однорідність орного шару є однією із ключових умов для рівномірного росту і розвитку рослин та своєчасного їх досягання.

Вирівнювання ґрунтової поверхні зменшує випаровування вологи, створює оптимальні умови для сівби, догляду за рослинами і збирання врожаю, а в умовах зрошувального землеробства ще й поливу.

Ущільнення ґрунту сприяє збільшенню його капілярної пористості і зменшенню некапілярної, а також запобігає надмірно глибокому заробленню насіння під час сівби та покращує контакт насіння з ґрунтом. Після ущільнення ґрунтова волога краще піднімається по капілярах з нижчих прошарків [23].

2.4 Характеристика знарядь та форми робочих поверхонь ґрунтообробних машин передпосівного обробітку

З курсу історії відомо, що першим знаряддям обробітку ґрунту було долотоподібне знаряддя – соха (рис. 2.9 а), яке чинила незначний тяговий опір. Зі зростанням енергонасиченості виробництва долотоподібні знаряддя зазнали трансформації і стали долото-полицевими. Першими знаряддями цього типу були «косуля» і «сабан» (рис. 2.9 б, в) – знаряддя, які конструктивно виконані як долото, оснащене імпровізованою полицею у вигляді дошки встановленої під кутом.

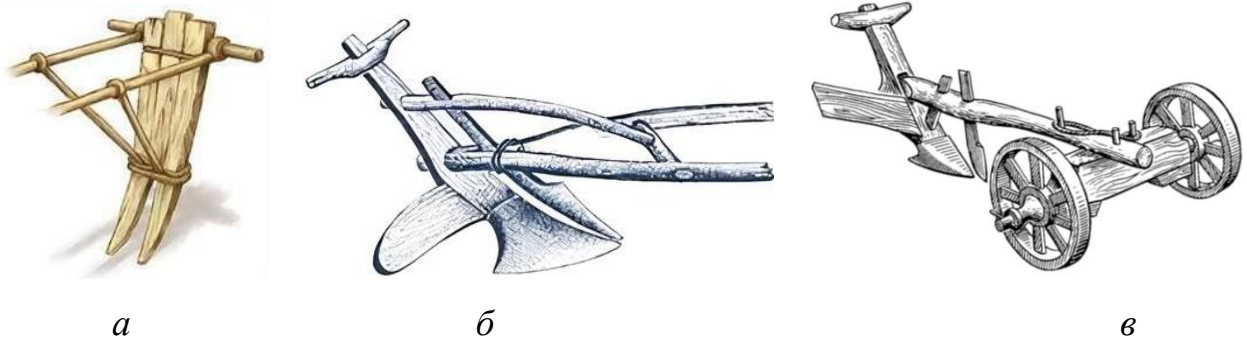


Рис. 2.9 Старовинні землеробські ґрунтообробні знаряддя:

а – соха, *б* – соха-косуля; *в* – сабан

Зміна агротехнічних вимог, підвищення енергонасиченості виробництва, науково-технічний прогрес призвели до переходу від долото-полицевих ґрунтообробних знарядь до лемішно-полицевих (рис. 2.10), а вимоги до енергозбереження призвели до створення долото-полицевих розпушувачів нового технічного рівня.



Рис. 2.10 Лемішно-полицевий плуг

Різні типи робочих органів відрізняються різним рівнем споживання енергії, що в свою чергу пояснюється різними механізмами їх взаємодії з ґрунтовим середовищем, у тому числі різною часткою енергомістких пластичних деформацій, які виникають при прониканні різальної кромки в ґрунт. Частка пластичних деформацій є максимальною для ножеподібних робочих органів плоскорізного типу із довжиною різальної кромки близької до ширини захвату робочого органу. Однак, градієнт напружень, який виникає у ґрунтовому середовищі під дією плоскорізальних знарядь є недостатнім для здійснення якісного кришення ґрунту [9].

На даний час спроектовано велику кількість різноманітних форм робочих поверхонь ґрунтообробних органів, які використовуються на різних типах машин, включаючи і комбіновані знаряддя для обробітку ґрунту.

Основними робочими органами комбінованих ґрунтообробних машин є:

- лапи – стрілоччасті, універсальні, долотоподібні, розпушувальні, полольні, пружинні, підживлювальні ножі, тощо (рис. 2.11);
- дискові робочі органи – голчасті, сферичні суцільні, сферичні вирізні, прямі диски з хвилястою різальною поверхнею (колтери) (рис. 2.12);
- вирівнювальні дошки та планки (рис. 2.13);
- котки - гладенькі, гладенько-рубчасті, кільчасті, кільчасто-зубчасті, кільчасто-шпорові, спіральні, планчасті, трубчасті, борінчасті, (рис. 2.14);
- штригельні борінки (рис.2.15).



Рис. 2.11 Різновиди культиваторних лап

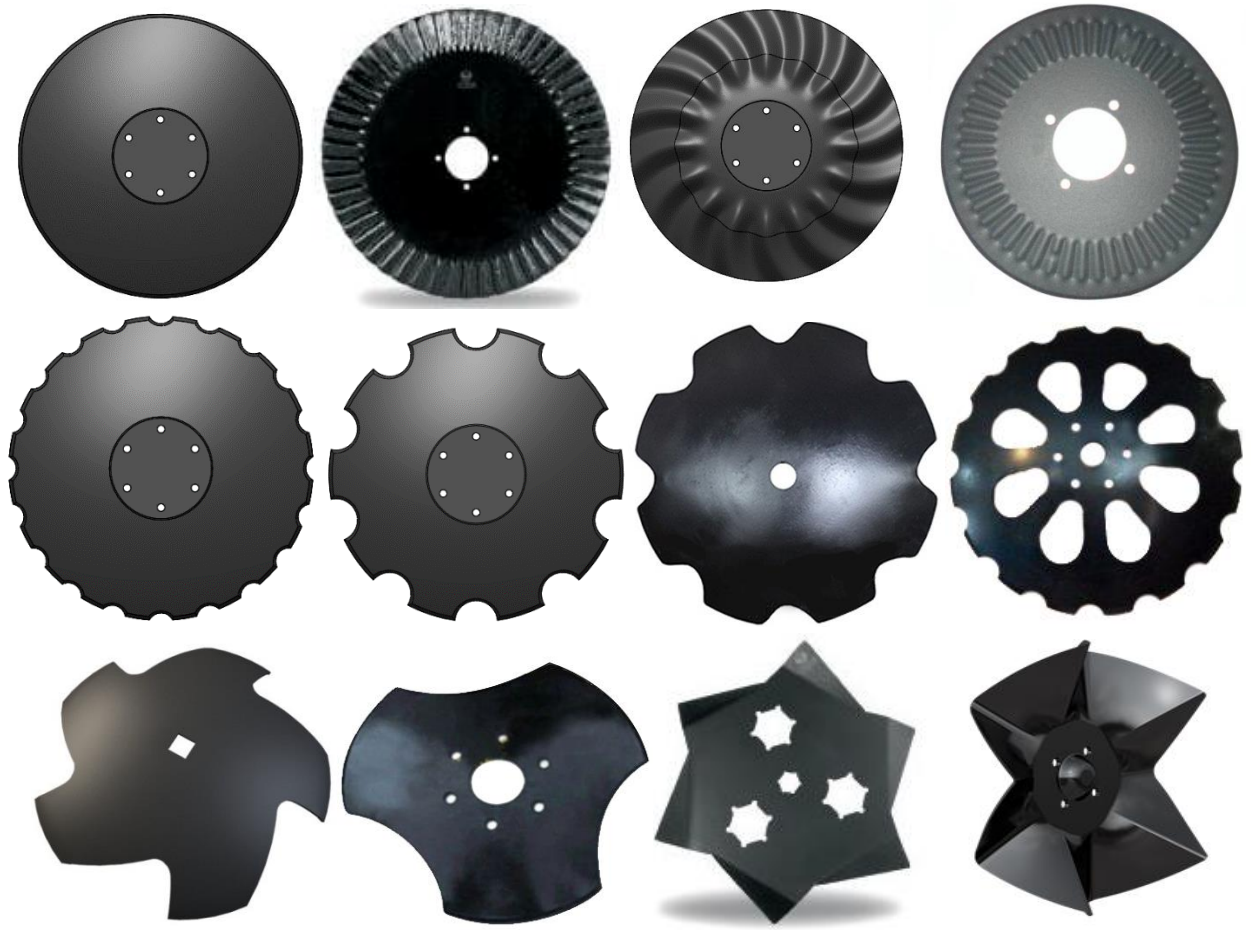


Рис. 2.12 Різновиди дискових робочих органів



Рис. 2.13 Вирівнювальні дошка і планка

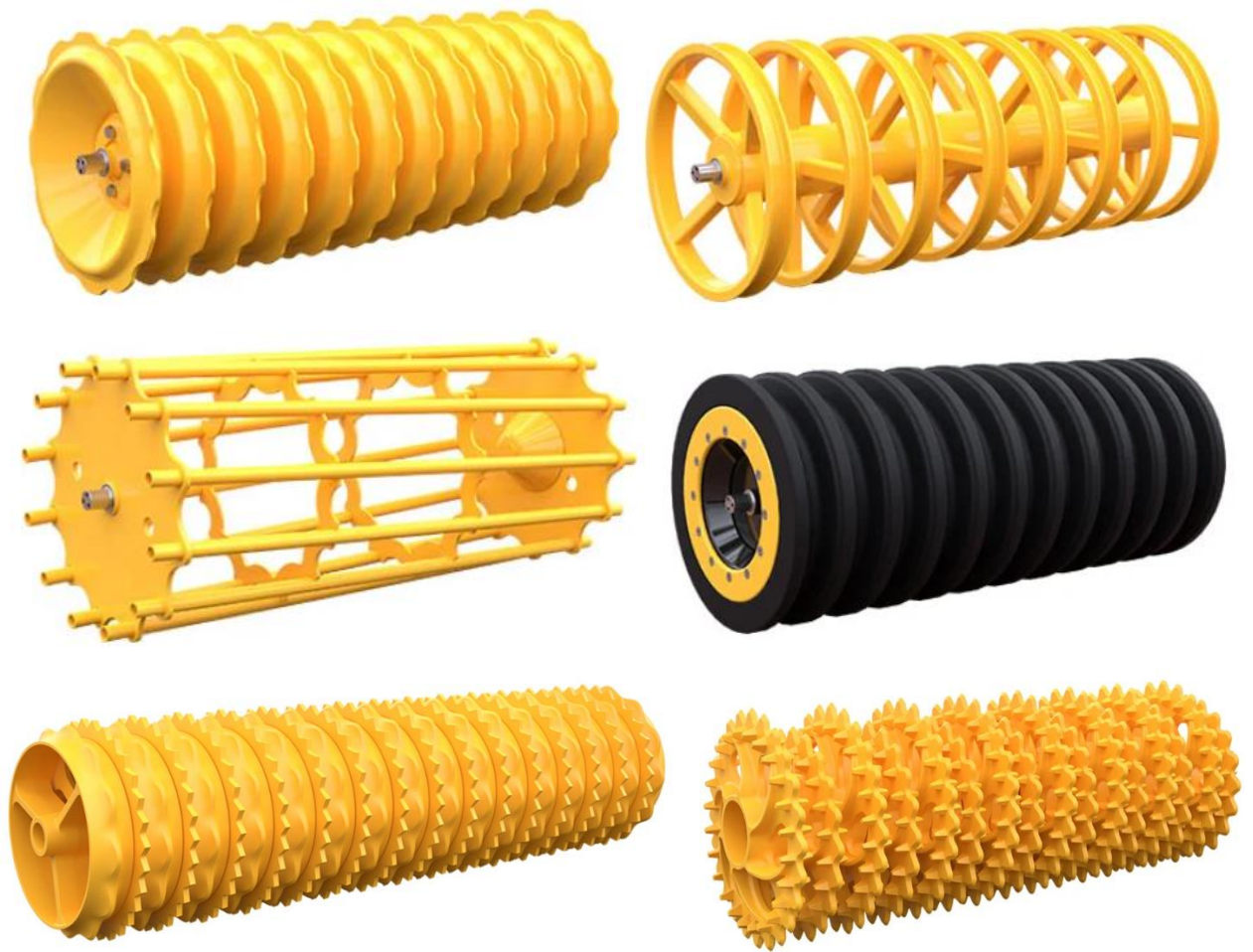


Рис. 2.14 Різновиди котків

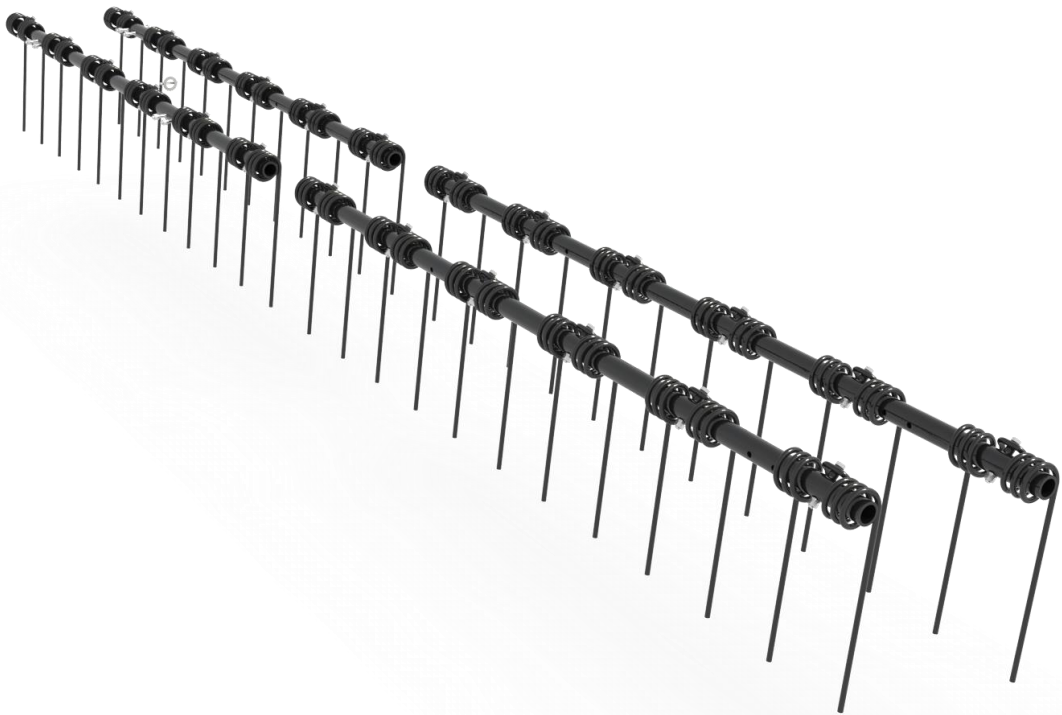


Рис. 2.15 Штригельна борінка

Залежно від технологій рільництва, уся перерахована номенклатура робочих органів для комплексних агрегатів повинна бути правильно підібрана і скомпонована. Помилки у комбінації різних типів робочих органів на одному ґрунтообробному агрегаті можуть призвести до ефекту протилежного бажаному. [17]

2.5 Розроблення операційної технології передпосівного обробітку ґрунту при посіві зернових культур

1. Агротехнічні вимоги та контроль якості роботи МТА.

Агротехнічні вимоги, які висуваються до передпосівної культивуації – це, перш за все терміни виконання роботи і глибина обробітку, яких слід дотримуватись залежно від зональних рекомендацій і біологічних особливостей культури. Час між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути якомога меншим, але краще коли сівба проводиться у день обробітку ґрунту. Особливо це стосується південних районів і за умов при весняної посухи. Культиватор повинен забезпечувати повне підрізання бур'янів.

Щоб запобігти висушуванню ґрунту, нижній вологий шар під час культивуації не повинен виноситись наверх. Верхній шар ґрунту після розпушення повинен мати дрібногрудкову структуру, поверхня ґрунту має бути вирівняною. Глибина борозен та висота гребенів та не повинні перевищувати 4 см. Культивуація проводиться під кутом або упоперек до напрямку попереднього обробітку, а поворотні смуги — упоперек напрямку попередньої культивуації, якщо ширина ділянки перевищує 500 м. Забороняється розпушування сухого ґрунту, оскільки це спричинить його ерозію. Контрольні показники оцінки якості передпосівного обробітку заносимо в таблицю.

Таблиця 2.1

Контрольні показники якості передпосівної культивуації

Показники якості обробітку	Норматив	Оцінки, бали	Метод визначення
1	2	3	4

1. Своєчасність виконання	в день сівби	-	Порівняння з фактичним терміном
2. Глибина розпушення, відхилення від заданої	Задана ± 1-2 см Понад 2 см	4 3 0	В 10 точках по діагоналі поля заміряти лінійкою по ширині проходу агрегату і визначити середню фактичну глибину
3. Вирівняність поверхні поля (висота гребенів), см	До 2 2-4 Понад 4	2 1 0	В 10 точках по діагоналі поля виміряти лінійкою чи профілеміром залишкову висоту гребенів
4. Кришення ґрунту – кількість грудок >2-2,5 см, %	До 4 До 5 До 10	3 2 1	По діагоналі поля через кожні 80-100м на ділянках 40х25см відібрати 5-10 зразків з розпушеного шару. Просіяти через сито з отворами 2см і визначити масу грудок, які залишились на ситі у % до маси всього зразка.
5. Якість розпушування – кількість грудок розміром 5 см, шт/м	До 20 20-30 Понад 30	3 2 1	
6. Наявність огріхів	Відсутні	-	Огляд поля
7. Підрізування бур'янів, залишилися шт/10м ²	Повне 1-2	2 1	Огляд поля і підрахунок кількості невідрізаних бур'янів накладанням рамки площею 1м ²

За сумарної кількості білів 11 - 10 - якість передпосівного обробітку вважається на відмінною, 9-8 – доброю і 7-6 – задовільною.

2. Підготовка МТА до роботи.

Суцільну культивуацію проводимо комбінованим ґрунтообробним агрегатом. Робоча швидкість до 15 км/год, але найбільш раціональна швидкість 12-13,5 км/год.

Підготовку культиватора до роботи починають з перевірки його комплектності і справності його вузлів і агрегатів після чого на регульовальному майданчику здійснюють регулювання робочої глибини обробітку.

3. Організація роботи МТА.

Ґрунтообробний агрегат водять човниковим способом з грушеподібними розворотами на кінцях гонів. При першому заїзді (через 40-50 м) в 10-15 точках

перевіряють глибину обробітку. По закінченню культивуації поля, обробляють поворотні смуги. Якість культивуації перевіряють в процесі роботи.

4. Підготовка поля до роботи.

При підготовці поля до передпосівної обробки прибрають сторонні предмети, які заважатимуть роботі, відзначають місця підвищеної крутизни (підйоми, впадини) і обирають спосіб і напрямок руху. За можливості розвернути агрегат за межами поля, - поворотні смуги не виділяють.

Перша культивуація проводиться упоперек оранки а наступні – впоперек попередніх. [7]

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ.

3.1 Розроблення конструктивно-технологічної схема комбінованої ґрунтообробної машини

На основі проведеного аналізу конструктивних особливостей комбінованих ґрунтообробних агрегатів нами запропонована внесення змін в конструкцію наявного в господарстві ґрунтообробного агрегату. Ці зміни, на нашу думку, зможуть забезпечити належний обробіток ґрунту при роботі машини в різних ґрунтово-кліматичних зонах нашої країни. Суть удосконалення полягає в заміні заводських робочих органів на робочі органи з удосконаленими параметрами.

Об'єктом дослідження є комбінований ґрунтообробний, який призначений для основного та передпосівної обробітку ґрунту на глибину 8-16см зі збереженням не менше 60% стерні та інших пожнивних решток. Агрегат також можна застосовувати для роботи по стерньових фонах на глибину 6-10см, знищення бур'янів, вирівнювання мікрорельєфу поля, підтримки грудкуватої структури верхнього ґрунтового прошарку і ущільнення нижнього

Комбінований ґрунтообробний агрегат (рис 3.1) складається з центральної рами 1 прямокутної форми зі сницею 2 і начіпним пристроєм 3. До центральної рами шарнірно приєднані дві напіврами – права 9 і ліва 11 із закріпленими на них лапами 10 та опорними колесами 4. З робочого у транспортне положення (і навпаки) напіврами переводяться за допомогою чотирьох гідроциліндрів 12. В задній частині агрегату змонтовано колеса 6, які виконують декілька функцій: як опорні колеса для транспортування ґрунтообробного агрегату, та вирівнювання, прикочування та ущільнення ґрунту. Робочим органом культиватора є стрільчаста лапа з удосконаленими параметрами.

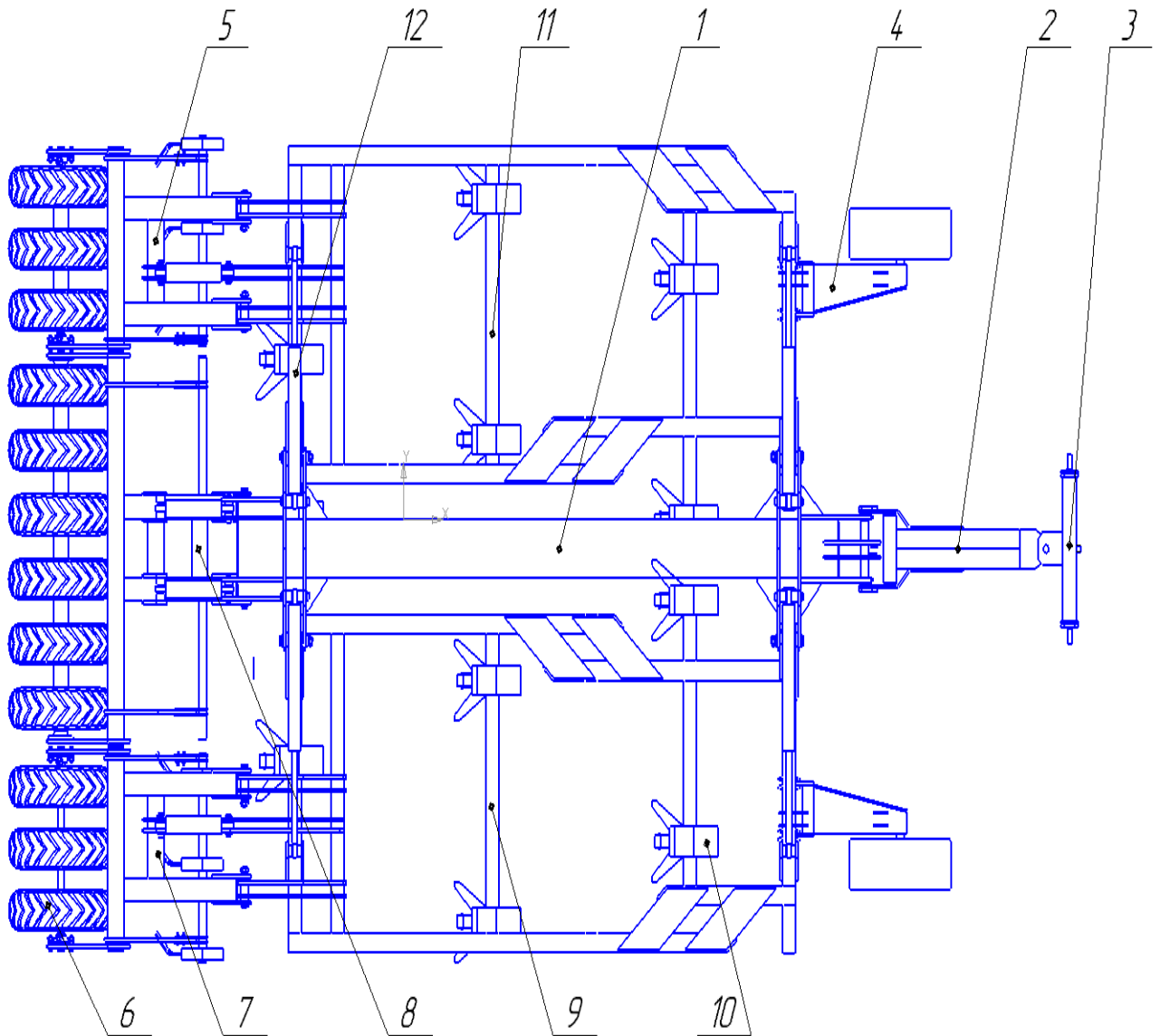


Рис. 3.1 - Комбінований ґрунтообробний агрегат:

1 – центральна рама; 2 – сниця; 3 – начіпний пристрій; 4 – опорне колесо;
 5 – секція прикочувальних коліс ліва; 6 – прикочувальні колеса; 7 – секція прикочувальних коліс права; 8 – секція прикочувальних коліс центральна; 9 – права напіврама; 10 – культиваторна лапа; 11 – ліва напіврама; 12 – гідроциліндр.

Технологічний процес комбінованого ґрунтообробного агрегату відбувається так: лапи, переміщуючись, підрізають і розпушують шар ґрунту на задану глибину, прикочуючі колеса обертаючись вирівнюють ґрунт і ущільнюють його верхній шар.

3.2 Розрахунок основних параметрів ґрунтообробних робочих органів

Комбінований ґрунтообробний агрегат комплектувався стрілочастими лапами, параметри яких зазначено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Параметри заводських стрілочастих лап

Значення параметрів, мм	b	b_1	b_2	δ	β	γ	2γ	H
1 ряд	400	75	55	10	30°	17°	60°	150
2 ряд	400	75	55	10	30°	17°	60°	150
3 ряд	400	75	55	10	30°	17°	60°	150

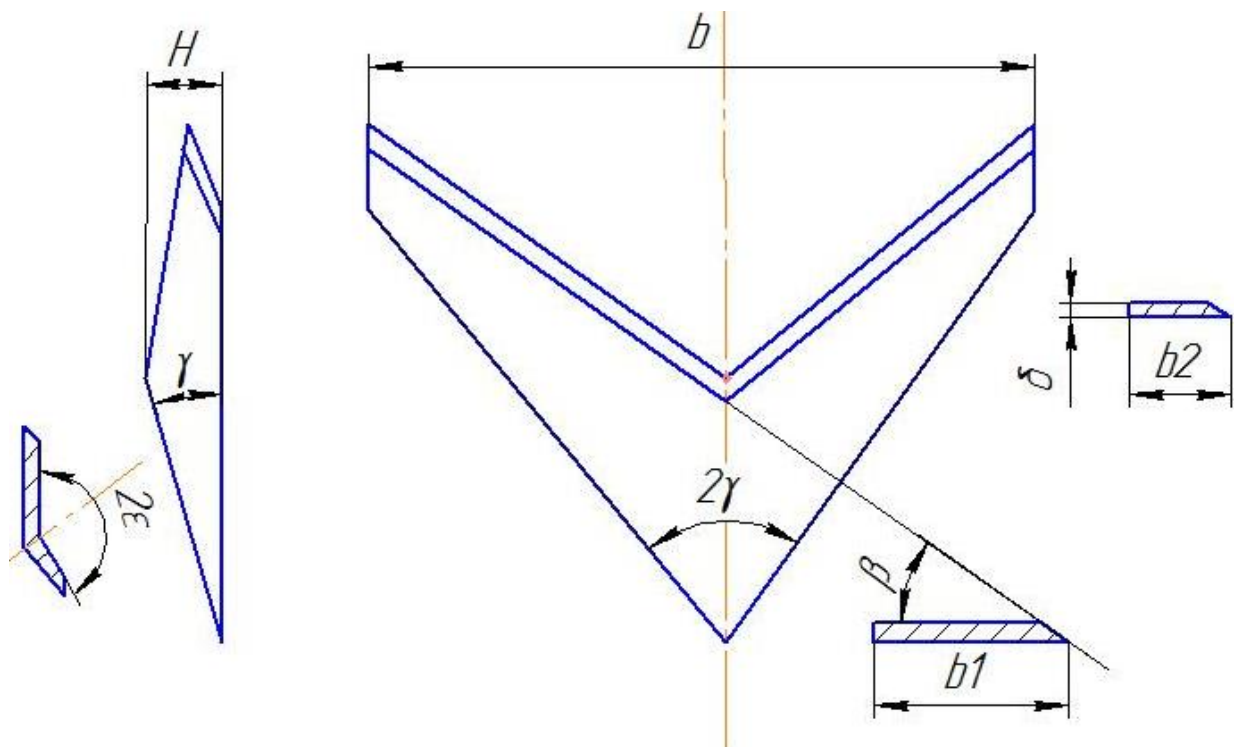


Рис. 3.2 Параметри стрілої лапи

Тяговий опір агрегату при робочій глибині обробітку 10-12см становить 17,5кН. З метою зменшення показників тягового опору агрегату необхідно здійснити розрахунок параметрів удосконаленої стрілої лапи, а саме: розрахувати величину кута 2γ при вершині лапи, раціональну величину перекриття лап Δb , їх ширину захвату b та інші параметри.

Вихідними даними для розрахунку є тип ґрунту, необхідна величина зміщення S бур'яну, за якої гарантується його перерізання або розрив.

Отже, комбінований ґрунтообробний агрегат передпосівного обробітку ґрунту комплектується лапами, працюючими на глибину 6 - 12см (за потреби до 25см), які розпушують ґрунт та знищують бур'яни. Лапа може бути з хвостовиком або без нього.

Форма та розміри розпушувальної лапи описуються кутами 2γ і β , загальною шириною захвату b , шириною на початку b_1 та в кінці b_2 крила лапи, а також кривизною. Кут γ слід вибрати таким, щоб підрізання бур'янів відбувалося з ковзанням, а коріння вирваних бур'янів здійснювало ковзання вздовж леза лапи. При невиконанні останньої умови відбувається скупчення бур'янів на лапі, що в свою чергу погіршує якість її роботи та сприяє зростанню тягового опору.

Для того щоб бур'ян O (рис. 3.3) ковзався вздовж леза лапи, має виконуватись умова:

$$\gamma \leq 90^\circ - \varphi \quad (3.1)$$

де φ – кут тертя бур'яну по лезу лапи.

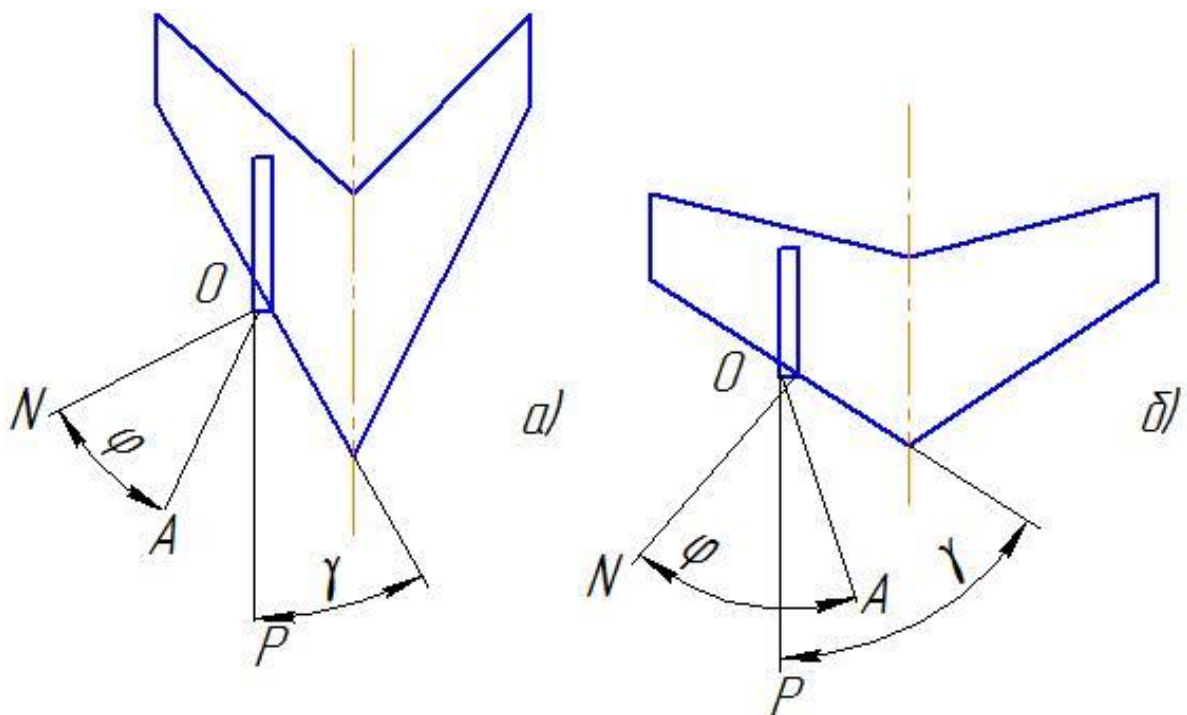


Рис. 3.3 Схема до обґрунтування кута γ :

a – різання з ковзанням; b – різання без ковзання

Якщо умова (3.1) не виконується, то вектор опору ґрунту P , спровокований бур'яном на поверхні лапи, буде проходити всередині кута тертя NOA і сила P буде недостатньою для виникнення ковзання бур'яну вздовж леза лапи.

Зазвичай $\varphi \approx 47,7^\circ$ згідно співвідношення (3.1), кут при вершині лапи $2\gamma \leq 90^\circ$. Однак при роботі на важких суглинках та в умовах перезволоженого ґрунту налипання ґрунту на лапу буде перешкоджати ковзанню бур'яну по її поверхні. Тому для роботи у вищезазначених умовах кут γ повинен бути значно меншим, ніж передбачено залежністю (3.1).

З іншого боку, зменшення кута γ знизить відсоток підрізання бур'янів, тому для забезпечення повного підрізання бур'янів кут 2γ зменшувати не рекомендується, а тільки обмежитися його вибором в рекомендованих межах: для лап, які працюють на важких і клейких ґрунтах (суглинках, чорнозем) кут 2γ рекомендується вибирати у межах $55 - 60^\circ$, а на піщаних ґрунтах – $75 - 80^\circ$. Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови господарства значення кута $2\gamma = 55 - 75^\circ$.

Слід також розрахувати необхідну величину S відхилення і зсуву стебла бур'яну, яку необхідно знати для визначення величини перекриття лап.

При контакті з бур'яном O (рис. 3.4) лезо лапи чинить тиск на його стебло і викликає вигин і зміщення його по лінії OO_1 , яка відхилена на кут φ від нормалі до леза лапи.

Якщо до моменту, сходу з крила лапи бур'ян не буде перерізаним, то він зміститься на відстань, яка описується залежністю:

$$S = \frac{\Delta b}{\cos(\gamma + \varphi)} \quad (3.2)$$

де Δb – перекриття між лапами.

З виразу (3.2) видно, що S зменшується із зменшенням перекриття і кута γ . Визначивши рекомендоване перекриття лап суміжних рядів, обчислимо за виразом (3.2) величину відхилення (зміщення) стебла бур'яну при роботі

удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату.

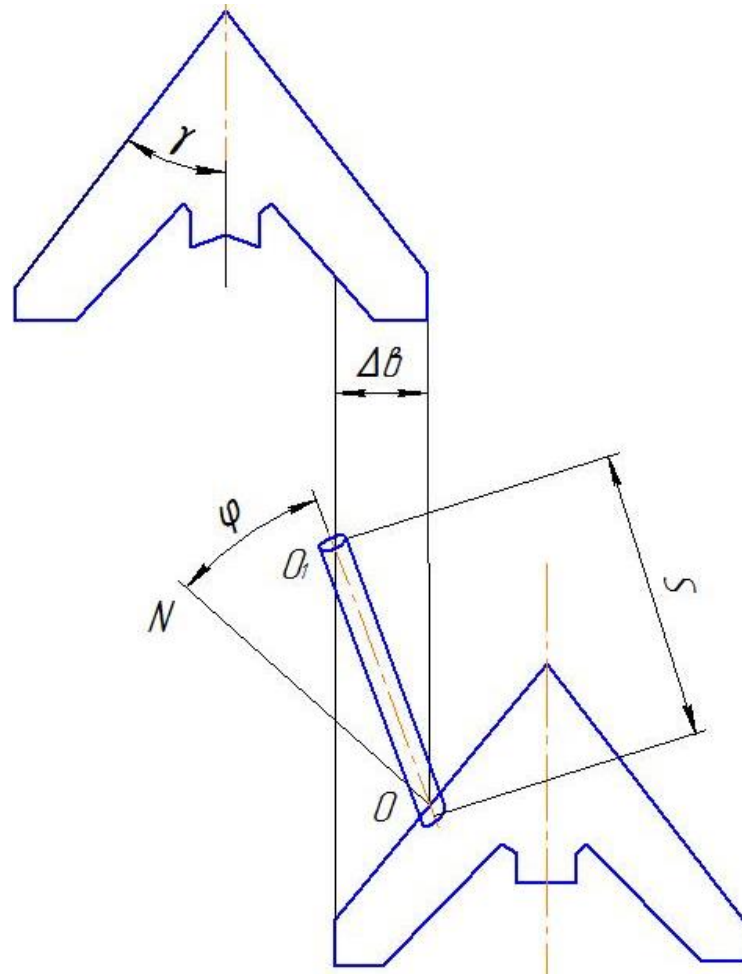


Рис. 3.4 Схема для визначення величини зміщення S стебла бур'яну під впливом леза лапи

Приймаємо величину перекриття між лапами суміжних рядів $\Delta b=30$ мм, для кута $\gamma_1=55^\circ$, а для кута $\gamma_2=75^\circ$ - $\Delta b=50$ мм. Тоді зміщення стебла S_1 буде рівним:

$$S_1=30/\cos (27,5^\circ+47,7^\circ)=99,765\text{мм},$$

$$S_2=50/\cos (37,5^\circ+47,7^\circ)=131\text{мм}$$

Ширина захвату лапи обирається з урахуванням того, що даний параметр теж суттєво впливає на скупчення непереріаних стебел бур'янів на кінцях крил

лапи. Процес нагромадження бур'яну на лезах широкозахватних лап і його відсутність на лезах лап малої ширини захвату в тих же умовах роботи і з

однаковими значеннями кутів 2γ і β , відзначено у працях багатьох дослідників. Ця особливість носить динамічний характер, оскільки бур'яни на лезі лапи не перебувають у статичному стані, а повільно ковзають вздовж нього.

При переміщенні лапи в розпушеному ґрунті з положення *I* в положення *II* (рис. 3.5) усі бур'яни, які знаходяться на площі *ABCD*, будуть підрізані і почнуть переміщуватимуться разом з лапою, одночасно ковзаючи вздовж її леза і накопичуючись на ділянці леза *CD*.

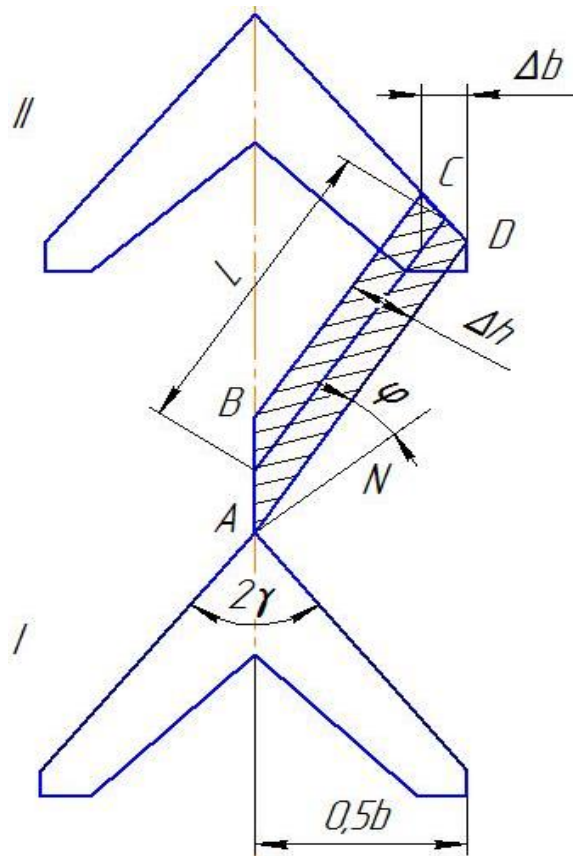


Рис. 3.5 Схема процесу динамічного обволікування бур'янами леза культиваторної лапи

Кількість бур'янів накопичених на цій ділянці леза лапи:

$$n = iL\Delta h \quad (3.3)$$

де i – число бур'янів на одиниці площі поля;

L – середня лінія трапеції;

Δh – висота трапеції $ABCD$.

Накопичення бур'яну на лезі лапи зазвичай відбувається вкінці крила ширших лап. Це зумовлено тим, що лапи більшої ширини в компоновальних схемах комбінованих агрегатів встановлюються в другому ряду.

Лапи більшої ширини рухаються в попередньо розпушеному лапами першого ряду ґрунті, тому лобовий опір бур'яну на кінці крил часто є недостатнім для того, щоб його тангенціальна складова була здатна подолати силу тертя та опір шару ґрунту налиплого на поверхні лапи. Бур'ян, ковзаючи вздовж леза лапи, повинен очистити її від шару налиплого ґрунту.

З рисунку 3.5 видно, що ділянка CD леза лапи є найбільш навантаженою бур'яном, який через неї проходять (у випадку їх неперерізаня передньою ділянкою леза).

Відповідно до перекриття лап довжину ділянки CD позначимо через Δl , тобто $CD = \Delta l$:

$$\Delta l = \frac{\Delta b}{\sin \gamma} \quad (3.4)$$

Щоб забезпечити безпосередній контакт бур'янів з лезом їх кількість на ділянці леза $CD = \Delta l$ має бути не більшою за:

$$n = \frac{\Delta l}{d} \quad (3.5)$$

де d – середній діаметр стебел бур'янів (ля розрахунку приймаємо $d=4$ мм).

Площа трапеції, з якої бур'ян скупчується на ділянці Δl леза лапи, визначається висотою Δh і довжинами сторін AD і BC :

$$\Delta h = \frac{\Delta b \cos \varphi}{\sin \gamma} \quad (3.6)$$

$$AD = \frac{b}{2 \cos(\gamma + \varphi)}, \quad (3.7)$$

$$BC = \frac{b}{2 \cos(\gamma + \varphi)} + \frac{\Delta b \sin \varphi}{\sin \gamma} - \frac{\Delta b \cos \varphi \operatorname{tg}(\gamma + \varphi)}{\sin \gamma} \quad (3.8)$$

З урахуванням залежності (3.3), можна визначити при якій ширині захвату лапи, умова перерізання бур'яну (навіть на кінцях крил лап) буде виконуватись:

$$b \geq \Delta b + \frac{2n \cos(\gamma + \varphi) \sin \gamma}{i \Delta b \cos \varphi} \quad (3.9)$$

Визначимо величину Δh :

$$\Delta h_1 = 30 \cdot \cos 47,7^\circ / \sin 27,5^\circ = 45,941 \text{ мм},$$

$$\Delta h_2 = 30 \cdot \cos 47,7^\circ / \sin 37,5^\circ = 58,077 \text{ мм}.$$

Ширину захвату лапи першого ряду приймаємо $b_1 = 370$ мм, тоді:

$$A_1 D_1 = 370 / 2 \cos (27,5^\circ + 47,7^\circ) = 649,944 \text{ мм},$$

$$B_1 C_1 = 649,944 + 30 \cdot 0,707 / 0,4617 - 30 \cdot 0,707 \cdot 3,1716 / 0,46 = 548,644 \text{ мм},$$

$$L_1 = A_1 D_1 + B_1 C_1 / 2,$$

$$L_1 = 649,944 + 548,644 / 2 = 548,794 \text{ мм}$$

Підставивши вираз (3) у (9) матимемо:

$$b \geq \Delta b + \frac{2iL_1 \Delta h_1 \cos(\gamma + \varphi) \sin \gamma}{i \Delta b_1 \cos \varphi} \quad (3.10)$$

звідки b_1 буде дорівнювати:

$$b_1 = 30 + [(2 \cdot 1 \cdot 548,794 \cdot 45,941) \cdot \cos(47,7^\circ + 27,5^\circ) \cdot \sin 27,5^\circ / 30 \cdot \cos 47,7^\circ] = 368,37 \text{ мм}$$

Виходячи з результатів розрахунку умова перерізання бур'яну лапою (навіть кінцями її крил) виконується.

Далі визначимо ті ж самі показники тільки для кута $\gamma = 37,5^\circ$.

Ширину захвату лапи другого ряду приймаємо $b_2 = 400$ мм, тоді:

$$A_2 D_2 = 400 / 2 \cos(37,5^\circ + 47,7^\circ) = 2064,1 \text{ мм},$$

$$B_2 C_2 = 2064,1 + (50 \cdot 0,707 / 0,608) - (50 \cdot 0,707 \cdot 7,59 / 0,608) = 1280,95 \text{ мм},$$

$$L_2 = A_2 D_2 + B_2 C_2 / 2,$$

$$L_2 = 2064,1 + 1280,95 / 2 = 1672,36 \text{ мм},$$

$$b_2 \geq 50 + [(2 \cdot 1 \cdot 3344,525 \cdot 58,07) \cdot 0,1305 \cdot 0,608 / 1 \cdot 50 \cdot 0,707] = 398,52 \text{ мм}.$$

Виходячи з результатів розрахунку умова перерізання бур'яну лапою (навіть кінцями її крил) виконується.

Ширину захвату лапи другого ряду приймаємо $b_3 = 420$ мм, тоді:

$$A_3 D_3 = 420 / 2 \cos(37,5^\circ + 47,7^\circ) = 2164,1 \text{ мм},$$

$$B_3 C_3 = 2164,1 + (50 \cdot 0,707 / 0,608) - (50 \cdot 0,707 \cdot 7,59 / 0,608) = 1430,56 \text{ мм},$$

$$L_3 = A_3 D_3 + B_3 C_3 / 2$$

$$L_3 = 2164,1 + 1430,56 / 2 = 1799,33 \text{ мм}$$

$$b_3 \geq 50 + [(2 \cdot 1 \cdot 3344,525 \cdot 58,07) \cdot 0,1305 \cdot 0,608 / 1 \cdot 50 \cdot 0,707] = 419,52 \text{ мм}$$

Виходячи з результатів розрахунку умова перерізання бур'яну лапою (навіть кінцями її крил) виконується.

Результати розрахунків порівнюємо із зональними рекомендаціями: для глинистих ґрунтів $b \leq 35$ см, для супісків $b \leq 45$ см.

При виборі ширини захвату лап (відповідно до виразу (9)) необхідно врахувати, що лапи заднього ряду рухаються в частково обробленому передніми лапами ґрунті, вони сприймають менші навантаження і тому можуть бути ширшими за лапи переднього ряду. За аналогією зі стандартними значеннями ширини захвату лап можна прийняти таке співвідношення:

$$b_{\text{пер}} = 0,82 b_{\text{зад}} \quad (3.11)$$

Таким чином, для клейких глинистих ґрунтів: $b_1 = 370 \cdot 0,82 = 303,27$ мм; $b_2 = 400 \cdot 0,82 = 328,44$ мм; $b_3 = 420 \cdot 0,82 = 344,44$ мм - умова $b \leq 350$ мм задовольняється; для супіщаних $b \leq 450$ мм умову також задовольняється.

Ступінь розпушування ґрунту стрілкою лапою залежить від величини кута β і ширини крила лапи: чим меншими будуть ці показники, тим меншим буде розпушування ґрунту. За величиною кута β культиваторні лапи поділяються на два види: плоскорізні ($\beta = 12 - 18^\circ$) та універсальні ($\beta = 25 - 30^\circ$).

Ширина крила лапи є змінною: ближче до носка лапи вона ширша, ближче до кінця крила - вужча. Мінімальна ширина крила $b_2 = 30 - 55$ мм, а максимальна $b_1 = b_2 \cdot 1,5$. Значення мінімальну ширину крила приймають $b_2 = 55$ мм, максимальну - $b_1 = 1,5 \cdot 50 = 75$ мм.

Товщина лапи δ вибирається залежно від її ширини захвату: для універсальних лап цей показник визначається залежністю: $\delta \leq 0,025b$, отже значення товщини для лап з шириною 370 мм, 400 мм і 420 мм відповідно:

$$\delta_1 \leq 0,025 \cdot 370 = 7,4 \text{ мм}; \quad \delta_2 \leq 0,025 \cdot 400 = 8,4 \text{ мм}; \quad \delta_3 \leq 0,025 \cdot 420 = 9,2 \text{ мм}.$$

Заточування леза лапи будемо виконувати комбінованим.

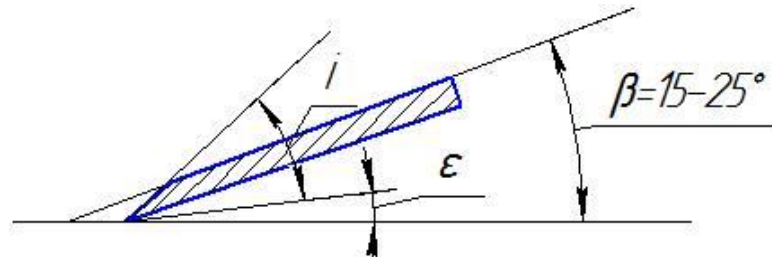


Рис. 3.6 Комбінований спосіб заточування леза лапи

Для забезпечення стійкості ходу лапи по глибині її лезо повинно мати позитивний задній кут різання $\epsilon \geq 10^\circ$ (рис. 3.6).

Враховуючи властивості матеріалу, який використовується для виготовлення лапи, кут заточування i не має бути меншим $12 - 15^\circ$, тоді передній кут різання визначається:

$$\beta_0 = i + \epsilon = (12^\circ \div 15^\circ) + 10^\circ = 22 \dots 25^\circ.$$

Тому заточку леза виконують комбінованою. Для удосконалених лап приймаємо кут заточування 12° .

Кут α , (рис. 3.7) утворений лінією $A'B'$ і опорною площиною, може бути визначений за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B'C'}{A'C'} \quad (3.12)$$

однак,

$$B'C' = b_1 \sin \beta$$

а

$$A'B' = \frac{b_1 \cos \beta}{\sin \gamma}$$

тому
 $tg\beta\sin\gamma$

$$tg\alpha = \quad (3.13)$$

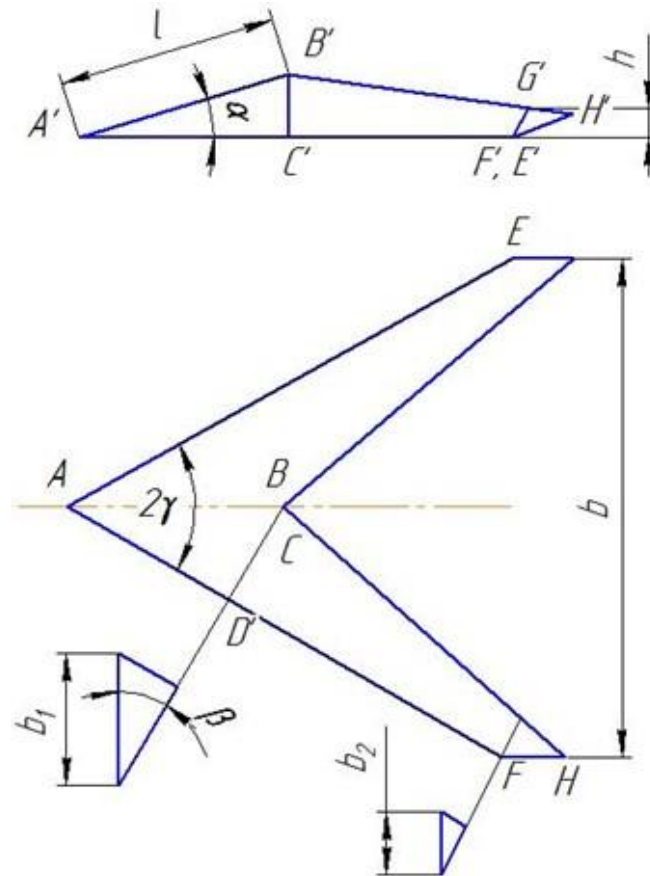


Рис. 3.7 Проекція стрілкової лапи

Довжину l , яка визначає положення верхньої точки лапи B' буде:

$$l = b_1 \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \quad (3.14)$$

$tg\alpha = tg15^\circ \cdot \sin27,5^\circ = 0,27 \cdot 0,47 = 0,13$, кут $\alpha = 7,4^\circ$; $tg\alpha = tg25^\circ \cdot \sin37,5^\circ = 0,284$
 кут, $\alpha = 15^\circ$; $l_1 = 75 \cdot 0,258 / 0,128 = 151$ мм; $l_2 = 57 \cdot 0,422 / 0,258 = 122,64$ мм. [20 - 22]

Розраховані параметри культиваторних лап наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Параметри розрахованих стрічастих лап

Значення параметрів лап, мм	b	b_1	b_2	δ	β	γ	2γ	H
1 ряд	370	55	45	8	28°	15°	60°	150
2 ряд	400	60	55	8	30°	15°	60°	150
3 ряд	420	65	55	8	35°	18°	60°	150

Удосконалений комбінований ґрунтообробний агрегат будемо комплектувати лапами фірми KUHN, які відповідають майже усім розрахунковим параметрам.

3.3 Розрахунки показників тягового опору комбінованого ґрунтообробного агрегата

Розрахунок показників тягового опору починаємо з визначення сил, що діють на лапи переднього та задніх рядів в залежності від їх ширини захвату глибини обробки і типу ґрунту.

Тяговий опір однієї лапи обчислюється за показниками питомого опору q , та ширини захвату b :

$$R_x = qb \quad (3.15)$$

де q – питомий опір ґрунту, Н/мм;

b – ширина захвату лапи, мм.

Значення показників питомого тягового опору стрілочастих лап шириною захвату 350 - 450мм при робочій швидкості 6 км/год наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Питомий опір стрілочастих культиваторних лап

Глибина обробітку, см	6	8	10	12
Питомий опір, Н/мм	1,8 - 2,0	1,9 - 2,3	3,1 - 3,7	4,0 - 4,8

При збільшенні швидкості руху комбінованого агрегату на 1 км/год

(більше 6 км/год) – тяговий опір лап збільшиться на 10%.

Для подальших розрахунків, показник питомого опору лапи приймаємо $q=4,8$ Н/мм, так як будемо здійснювати передпосівний обробіток на глибину 12см. Ширину захвату лапи обираємо максимальною - $b=420$ мм.

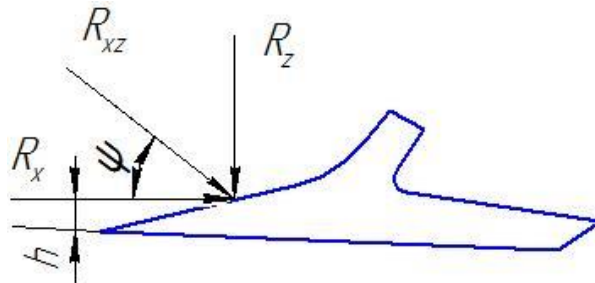


Рис. 3.9 Розподіл сили тягового опору ґрунту на поверхню лапи.

Однак величина питомого опору лап переднього ряду більша за величину питомого опору лап заднього ряду (з однаковою шириною захвату) приблизно у два рази. Цю особливість необхідно враховувати при визначенні тягового опору кожної окремої лапи.

$$q_{\text{пер}} = 1,33q, \quad (3.16)$$

$$q_{\text{зад}} = 0,67q, \quad (3.17)$$

Тяговий опір лап визначається аналогічно з виразу (3.15):

$$R_{\text{хпер}} = q_{\text{пер}}b_{\text{пер}} \quad (3.18)$$

$$R_{\text{хзад}} = q_{\text{зад}}b_{\text{зад}} \quad (3.19)$$

Крім тягового опору, на лапу ще діє вертикальна складова сили опору ґрунту R_z . Коефіцієнт $m = \text{tg}\beta_0$, який характеризує співвідношення вертикальної R_z і горизонтальної R_x складових опору, в залежності від гостроти леза лапи, кута різання, твердості ґрунту і глибини обробітку, може змінюватися

в широких межах і приймати як додатне, так і від'ємне значення. Від'ємне значення кута Ψ з'являється при роботі затупленим лезом на твердих сухих ґрунтах. Умовам обробітку ґрунту на глибину 10 - 12 см відповідає середній вологості ґрунту

і куту різання $\beta_0=22 - 28^\circ$. Приймаємо $\beta_0=25^\circ$.

$$q_1=1,33 \cdot 4,8=5,050 \text{ Н/мм},$$

$$q_2=0,67 \cdot 4,8=3,216 \text{ Н/мм},$$

$$q_3=0,67 \cdot 4,8=3,216 \text{ Н/мм}$$

Обчислюємо значення тягового опору переднього ряду лап R_{xz1} :

$$R_{xz1}=q_{nep} \cdot b_{nep} \cdot \cos 25^\circ=5,05 \cdot 370 \cdot 0,906=1681 \text{ Н},$$

Обчислюємо значення тягового опору другого ряду лап R_{xz2} :

$$R_{xz2}=q_{зад} \cdot b_{nep} \cdot \cos 25^\circ=3,216 \cdot 400 \cdot 0,906=1165 \text{ Н},$$

Обчислюємо значення тягового опору третього ряду лап R_{xz3} :

$$R_{xz3}=q_{зад} \cdot b_{nep} \cdot \cos 25^\circ=3,216 \cdot 420 \cdot 0,906=1296 \text{ Н}$$

Положення точки перетину напрямку сили R_{xz} з поверхнею лапи характеризується розміром h , який пов'язаний з глибиною обробітку:

$$h = (0,5 \div 0,3)a \quad (3.20)$$

$$h=0,5 \cdot 120=60 \text{ мм}$$

Загальну величину тягового опору агрегату визначаємо за формулою:

$$P = R_{xz1}n + R_{xz2}n + R_{xz3}n \quad (3.21)$$

де n – кількість лап в ряду.

Так як перший і другий ряди мають по 4 шт лап кожний, а третій – 2 шт, то загальний тяговий опір складе:

$$P=1681 \cdot 4 + 1165 \cdot 4 + 1296 \cdot 2 = 13976 \text{ Н}$$

Однак потрібно врахувати, що в конструкцію ґрунтообробного агрегата входять прикочувальні колеса, на які припадає близько 8% (1000 Н) тягового опору, тому величина загального тягового опору буде становити 15000 Н.

Заміна штатних робочих органів ґрунтообробного агрегату на нові дозволить зменшити тяговий опір на 15%. [20 - 22]

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Стан охорони праці сільськогосподарського підприємства

Охорона праці у фермерському господарстві «СФГ» «Десна» займає чільне місце у структурі загальної діяльності підприємства. Безпеці працівників надається необхідна увага, зокрема у питаннях створення комфортних і безпечних умов праці, забезпечення засобами індивідуального захисту та, за потреби, спеціальним харчуванням. У господарстві функціонує амбулаторія, персонал якої проводить медичний огляд та надає першу медичну допомогу. У виробничих приміщеннях, гаражі та майстернях облаштовані санітарно-гігієнічні приміщення з підведенням основних комунікацій: теплопостачання, водопостачання і каналізації.

Кабінет охорони праці розміщується у приміщенні ремонтної майстерні. Він обладнаний навчальними плакатами та стендами, зразками індивідуальних засобів захисту та технічними засобами пожежогасіння. Згідно рекомендацій щодо проведення інструктажів, в кабінеті охорони праці проводять: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі.

У штаті господарства є посада інженера з охорони праці, на яку призначений спеціаліст з вищою освітою та 10-річним стажем роботи. Інженер підпорядковується безпосередньо керівникові господарства. Він веде облік травматизму, аналізує причини нещасних випадків, проводить інструктажі, а також разом з керівником господарства бере участь у розробці та контролі виконання плану заходів щодо охорони праці.

Головні спеціалісти здійснюють контроль за станом охорони праці на всіх об'єктах господарської діяльності, виявляють недоліки, розробляють і вживаючи заходи щодо їх усунення. Керівники підрозділів проводять інструктажі на робочих місцях, стежать за станом технічних засобів, контролюють наявність

та справність засобів пожежогасіння, а також не допускають до роботи осіб, які не пройшли відповідний інструктаж з охорони праці.

Відповідальним за стан охорони праці на підприємстві є керівник господарства. Керівник регулярно перевіряє стан робочих місць у виробничих приміщеннях, майстернях і гаражі та щорічно подає звіт щодо виробничого травматизму до комісії з сільського господарства при районній державній адміністрації. Трудові відносини на підприємстві регулюються колективним договором, який включає положення щодо охорони праці та охорони життєдіяльності.

4.2 Заходи охорони праці при виконанні ґрунтообробних операцій

1. Загальні положення

1.1. До керування машино-тракторним агрегатом допускаються особи віком не молодше 18 років, які мають посвідчення на право керування і визнані медичною комісією придатними до цієї роботи.

1.2. Тракторист-машиніст (тракторист), який приймається на роботу, має пройти вступний інструктаж з охорони праці, інструктажі з виробничої санітарії і пожежної безпеки, володіти прийомами надання долікарської допомоги, під особистий підпис ознайомитись з умовами роботи, правами та пільгами за роботу в шкідливих та небезпечних умовах та правилами поведінки при виникненні аварійної ситуації.

Безпосередньо на робочому місці тракторист-машиніст повинен до початку роботи пройти вступний інструктаж, після проведення якого робиться відповідний запис в Журналі вступного інструктажу з питань охорони праці і Журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці за особистим підписом тракториста-машиніста і представника підприємства, який проводив інструктаж.

1.3. Тракторист-машиніст, який зараховується на роботу, після проведеного первинного інструктажу на робочому місці повинен протягом 2 – 15 змін (в залежності від досвіду, стажу і характеру роботи) пройти виробниче стажування під керівництвом досвідченого і кваліфікованого тракториста-

машиніста, який за наказом (розпорядженням) призначається підприємством-роботодавцем.

1.4. Повторний інструктаж з охорони праці та безпеки життєдіяльності тракторист-машиніст повинен проходити:

- періодично, не рідше одного разу на квартал;
- при незадовільних знаннях - не пізніше місячного терміну роботи;
- у випадку допущення виробничого травматизму або порушенням ним вимог охорони праці, які не призвели до отримання травм.

1.5. Тракторист-машиніст повинен працювати в спецодязі і спецвзутті, які передбачені Типовими галузевими нормами: бавовняному комбінезоні, комбінованих рукавицях, береті, сигнальному жилеті, черевиках.

Крім того, на зовнішніх роботах взимку: утеплених куртці, штанах, валянках і чоботах. Спецодяг і спецвзуття мають відповідати антропометрії працівника. Заборонено працювати в одязі, просоченому пально-мастильними матеріалами.

1.6. Ручний, електричний, гідравлічний та пневматичний інструменти використовувати тільки за їх призначенням.

1.7. Кабіна тракториста-машиніста, органи керування і прилади мають бути чистими, сухими і вільними від сторонніх предметів, які обмежують оглядовість.

1.8. В кабіні трактора заборонено зберігання просоченого паливно-мастильними матеріалами ганчір'я, а також будь-яких видів палива та інших легкозаймистих речовин.

1.9. Заправляти паливом трактор необхідно за допомогою спеціальних заправних пристроїв. Заправлення трактора в темну пору доби допускається тільки за наявності штучного освітлення. При цьому категорично заборонено користування джерелами відкритого вогню.

1.10. За наявності пускового двигуна його заправлення етилованим бензином дозволяється тільки механізованим способом на заправних станціях. Заборонено заправляти бак етилованим бензином з відра та інших підручних ємностей.

1.11. Стежити за паливною апаратурою трактора, у разі виявлення підтікань палива – негайно усунути причину і витерти сліди підтікань.

1.12. Заборонено працювати з непрацюючим або несправним звуковим сигналом. Забороняється експлуатація трактора в нічну пору доби з непрацюючими засобами освітлення та несправною світловою сигналізацією.

1.13. Перш, ніж залишити кабіну трактора, необхідно встановити важіль перемикачів передач у нейтральне положення і увімкнути стоянкове гальмо.

1.14. Перед завантаженням трактора на автомобільну, залізничну платформи або інший транспортний засіб необхідно встановити причіпний механізм у крайнє верхнє положення і зафіксувати його у цьому такому положенні механічним фіксатором. Необхідно злити рідину з системи охолодження двигуна і паливо з паливного бака, від'єднати акумуляторну батарею, ввімкнути стоянкове гальмо.

1.15. При завантажуванні і розвантажуванні трактора необхідно користуватися спеціальними захватами, які забезпечують збереження цілісності кабіни і обшивки трактора та безпечність завантажувально-розвантажувальних робіт.

1.16. Тракторист-машиніст повинен добре володіти прийомами керування трактором і виконувати їх у чіткій послідовності при запуску пускового та основного двигуна; при запуску двигуна і русі трактора; при зупинці трактора і двигуна.

1.17. Забороняється під час роботи проводити змащувальні, кріпильні, заправні, регулювальні і очисні роботи трактора і причіпного агрегату.

1.18. Заборонено виконання будь-яких ремонтних робіт під трактором і причіпними машинами під час ремонту двигуна.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи необхідно провести огляд машино-тракторного агрегату, переконавшись у його справності приступати до запуску двигуна.

2.2. Перед запуском двигуна необхідно:

- виконати операції щозмінного технічного обслуговування (ЩТО) з підготовки трактора до роботи;
- перевірити справність електрообладнання, пристроїв освітлення та сигналізації;
- відкрити запірний кран паливного бака основного двигуна;
- за необхідності стравити повітря з паливної системи.

2.3. Для запуску двигуна необхідно дотримуватись таких вимог:

- встановити важіль перемикачів передач у нейтральне положення;
- підключити акумуляторну батарею в електричну мережу, натиснувши до фіксації кнопку «вимикача маси»;
- встановити важіль подачі палива в положення «Вимкнено»;

2.4. Для полегшення запуску двигуна в зимовий період, в системі охолодження двигуна слід використовувати антифриз.

2.5. Заправлення системи охолодження двигуна антифризом слід проводити за допомогою спеціально посуду (бачка, воронки, каністри). У разі використання для заправлення антифризом неспецифічного посуду, він повинен бути чистим від твердих відкладень та іржі, промитий лужним розчином і пропарений. Такий посуд повинен мати надпис: «Тільки для антифризу». Додатково при заправленні антифризом потрібно вжити заходів, що виключають попадання в антифриз нафтопродуктів (бензину, дизельного палива, оливи тощо), оскільки це призводять до спінювання антифризу.

2.6. У разі відсутності в системі охолодження трактора розширювального бачка, заливати антифриз слід на 10% менше об'єму системи охолодження, тому що при нагріванні антифриз розширюється більше за воду, що може привести до його витікання. Переливання або розтарювання антифризу за допомогою шланга шляхом засмокування його ротом забороняється. Після закінчення роботи з антифризом слід ретельно вимити руки водою з милом або миючим засобом.

2.7. Забороняється запуск основного двигуна без попереднього провертання колінчатого валу, особливо в холодну пору, коли густота оливи висока і надходить до підшипників із запізненням.

2.8. Забороняється запуск двигуна за відсутності рідини в системі охолодження.

2.9. Забороняється користування джерелами відкритого вогню для полегшення запуску двигуна в холодну пору року.

2.10. Для уникнення зворотного удару від передчасного спалаху палива забороняється запуск перегрітого двигуна.

2.11. Починаючи рух з місця, при повороті і зупинці трактора, тракторист-машиніст зобов'язаний подати попереджувальний сигнал робітникам, які перебувають на причіпних машинах.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. У тракторах з механічною коробкою передач під час руху трактора муфта зчеплення має бути повністю увімкненою, щоб не допустити пробуксовування дисків і пов'язаного з цим передчасного спрацьовування фрикційних накладок. Перемикати передачі необхідно при повністю вимкненій муфті зчеплення.

3.2 Причіпний пристрій трактора повинен бути комплектним і відповідним чином налаштованим. Заборонено використовувати причіпний пристрій з явними ознаками пошкодження.

3.3. Тракторист-машиніст повинен ознайомитися з обсягом робіт та технологією виробничого процесу, провести перевірку справності захисних огорожень та наявність попереджувальних знаків, а також ознайомитись з рельєфом та особливостями ділянки поля, на якому буде виконувати роботу.

3.3. Забороняється під час руху переходити з трактора на причіпну машину і навпаки.

3.4. Забороняється починати рух при наявності людей між трактором і причіпною машиною.

3.5. Під час роботи тракторист-машиніст повинен стежити за показами контрольно-вимірювальних приладів:

– тиском у системі мащення двигуна (тиск на номінальних обертах 3–5 кгс/см², на мінімальних обертах холостого ходу – не менше 1 кгс/см²;

– температурою охолоджувальної рідини в системі охолодження на 75 – 100°C (не допускати роботу двигуна під навантаженням при температурі нижче 75°C, оскільки при цьому підвищується спрацьовування деталей циліндро-поршневої групи і знижується економічність двигуна.

3.7. Для запобігання опіків паром, гарячою водою (антифризом), при роботі з радіатором на перегрітому двигуні, кришку радіатора необхідно знімати в рукавицях.

3.8. Одночасна робота двох тракторів з причіпними машинами допускається якщо дистанція між агрегатами не менше 20м, а інтервал – не менше 10 м.

3.9. Під час роботи забороняється:

- передавати керування трактором іншій особі, яка не має посвідчення тракториста-машиніста;
- залишати трактор з працюючим двигуном;
- знаходитись поза кабіною трактора (на рамі та інших частинах);
- стояти у безпосередній близькості до коліс машини або гусениць трактора;
- від'єднувати машину від трактора до повної зупинки;
- перевозити в кабіні трактора пасажирів.

3.10. Технічне обслуговування (ТО) трактора необхідно проводити тільки після його повної зупинки, при непрацюючому двигуні, встановленому важелі перемикачів передач у нейтральне положення, опущеному начіпному механізмі і виключеному «вимикачі маси».

3.12. Для проведення ТО тракторист-машиніст повинен використовувати тільки справні інструмент і обладнання.

3.13. Застосовувати гайкові ключі відповідного розміру, не використовувати підкладки між площинами ключа і гранями гайок (болтів). З метою запобігання травмування при затягуванні різьбових з'єднань остерігатись розміщених поблизу деталей з гострими кутами і кромками.

3.14. Перевірку рівня мастила в кінцевих передачах необхідно проводити після їх повного вистигання.

3.15. При обслуговування акумуляторних батарей (АКБ) забороняється для перевірки рівня електроліту користуватись відкритим вогнем. Огляд і обслуговування АКБ проводити обережно.

3.16. При приготуванні електроліту необхідно спочатку налити в посудину воду, а потім, безперервно помішуючи, тонким струменем доливати кислоту. Зворотний порядок забороняється.

3.17. Забороняється при перевірці ступеня зарядженості АКБ навантажувальною вилкою торкатись опору, що нагрівся, оскільки це може призвести до опіку кінцівки.

3.18. Перевіряти натяг приводного паса вентилятора необхідно тільки на непрацюючому двигуні.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Перед зупинкою двигуна необхідно дати йому можливість попрацювати ще протягом 5 хвилин без навантаження при середній і малій частоті обертання колінчастого вала, а лише потім зупинити двигун. Це потрібно для того, щоб розігнати оливу до усіх деталей тертя.

4.2. Після закінчення роботи, необхідно провести контрольний огляд трактора та операції по технічному обслуговуванню. Забезпечити виключення можливості запуску двигуна сторонніми особами.

4.3. По закінченні роботи тракторист-машиніст повинен зняти спецодяг, очистити його від пилу та бруду і помістити його у відведене для зберігання місце. Вимити обличчя і руки теплою водою з милом або прийняти душ.

4.5. Про всі несправності, виявлені під час роботи або при огляді, тракторист-машиніст повинен повідомити інженера або змінника.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. При появі стуків і шумів у двигуні трактора необхідно негайно зупинити двигун і здійснити заходи щодо усунення несправності. Якщо частота обертання колінчастого вала двигуна починає самочинно збільшуватися (двигун

іде в рознос), необхідно припинити подачу палива, перемістивши важіль подачею палива до упору вгору та повідомити про це інженерну службу.

5.2. Для екстреної зупинки трактора необхідно виключити муфту зчеплення і натиснути на одну зі спарених педаль гальма. Для тривалої зупинки, необхідно встановити важіль перемикачів передач у нейтральне положення і виключити муфту зчеплення. Для стоянки на схилі, необхідно застопорити праву педаль гальма за допомогою зубчастого сектору.

5.3. Для уникнення опіків, забороняється знімати патрубки радіатора опалювача при працюючому двигуні.

5.4. При виникненні пожежі на тракторі потрібно негайно відімкнути АКБ, полум'я гасити порошковим чи вуглекислотним вогнегасником, засипати ґрунтом або накрити щільною тканиною (брзентом). Забороняється заливати водою паливо, що горить.

5.5. З метою запобігання перевертанню трактора не рекомендується рухатись впоперек схилів вище 15°, через канави, горби та інші перешкоди необхідно переїжджати обережно, на малій швидкості, не допускаючи різких нахилів трактора. Не допускати різких поворотів трактора з начепленим знаряддям.

5.6. При нещасних випадках тракторист-машиніст повинен вміти надати потерпілому першу домедичну допомогу, а при невідкладних випадках - викликати швидку медичну допомогу.

4.3 Заходи з охорони навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища є науково-обґрунтованою системою заходів, направлених на охорону, раціональне використання природних ресурсів і покращення стану навколишнього середовища в інтересах сучасного і майбутнього поколінь.

Промислові забруднення навколишнього середовища, з якими зіштовхується сучасна людина можна поділити на такі види:

- механічні – забруднення атмосфери, ґрунту і води твердими частинками, невластивими даній сфері природи;

- хімічні - утворення, виділення і скупчення рідких, твердих і газоподібних хімічних з'єднань, що вступають в реакцію з навколишнім середовищем;
- фізичні - теплові і світлові збурення, магнітні поля та іонізуюче випромінювання, шум та вібрації;
- біологічні - потрапляння в навколишнє середовище різноманітних організмів, що виникають в результаті діяльності людини і завдають шкоди навколишньому середовищу.

Ремонтні підприємства і майстерні можуть виділяти всі перераховані види забруднень або ж накопичують їх в процесі миття та очищення машин і в процесі їх ремонту.

В статті 16 Конституції України стверджується, що екологічна безпека є обов'язком держави, стаття 50 гарантує право громадян на безпечне для життя і здоров'я довкілля, а стаття 66 наголошує на обов'язок кожного громадянина не заподіювати шкоду природі та, у разі порушення, на відшкодувати завдані збитки.

Важлива роль в охороні навколишнього середовища відводиться працівникам сільськогосподарської галузі, особливо якщо врахувати те, що сільськогосподарські машини є одним із основних техногенних джерел забруднення довкілля. Автомобільний транспорт, який задіяний у галузі також розглядається як всевітня екологічна загроза.

Зменшення забруднення довкілля можна досягти шляхом раціональної експлуатації машинно-тракторного парку, до основних складових якої входять:

- підтримка техніки в технічно-справному стані та оптимальне регулювання її агрегатів та систем;
- оптимальне керування і експлуатація техніки;
- оптимізація використання автотранспорту;
- раціональне використання техніки під час виконання транспортних робіт.

Кількість шкідливих викидів, які продукують трактори, автомобілі і комбайни значною мірою залежать від їх технічного стану. У першу чергу це стосується їхніх двигунів. З огляду на це, під час технічного обслуговування і

ремонту значну увагу необхідно приділяти забезпеченню оптимальних регулювань та своєчасному виявленню та усуненню несправностей паливних і вихлопних систем двигуна.

Негативний вплив на стан довкілля чинять заправні пункти паливно-мастильних матеріалів, де найчастіше в процесі заправлення техніки та зберігання нафтопродуктів трапляються забруднення ґрунту та ґрунтових вод.

Тому під час виконання ремонтно-обслуговувальних робіт відпрацьовані рідини необхідно зберігати в закритих ємностях і своєчасно відправляти на регенерацію, мийно-очисні роботи необхідно проводити на спеціально відведених майданчиках. При проектуванні діляниць обслуговування та ремонту машин, розбирально-складальних та випробувальних діляниць необхідно продумати і реалізувати способи централізованого збору відпрацьованих технічних рідин, їх реєстрацію та подальшу утилізацію. [28]

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

5.1 Визначення економічного ефективности удосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату

Для удосконалення комбінованого агрегату потрібно закупити культиваторні лапи, в табл. 5.1 наведені ціни на лапи потрібних параметрів які нам потрібні.

Таблиця 5.1

Витрати на придбання необхідних деталей

№	Найменування	Кількість	Ціна за шт, грн	Сума, грн
1	Лапа $b=370$	4	987	3948
2	Лапа $b=400$	4	1465	5860
3	Лапа $b=420$	2	1788	3576
Разом, грн				13384

Дані про амортизаційні відрахування, відрахування на ТО і ремонт, річне навантаження і тарифні ставки на виконання технологічних операцій були надані мені підприємством. В ФГ «СФГ» «Десна» встановлені такі терміни корисного використання: на трактор 5 років, на комбінований ґрунтообробний агрегат - 3 роки, виходячи з цього амортизаційні відрахування на трактор становлять 1,66%, на ґрунтообробний агрегат - 2,77%.

Відрахування на ТО і ремонт трактора становлять 1,5%, ґрунтообробного агрегату - 2%. Вартість одного гектара передпосівної культивуації становить 560грн за 1 гектар.

Економічні показники, які характеризують ефективність використання удосконаленого агрегату, визначимо згідно із ДСТУ-4397:2005 за загальноприйнятою методикою [6].

Базовою моделлю буде машинно-тракторний агрегат у складі трактора Case Puma 155 і комбінованого ґрунтообробного агрегату Cross-4. Модернізованою машиною буде ґрунтообробний агрегат Cross-4 з удосконаленими робочими органами. Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності використання ґрунтообробного агрегату з новими робочими органами

Показник	Значення показників для МТА	
	Case Puma 155+Unia Cross-4 (базовий)	Case Puma 155+Unia Cross-4 (удок.)
1	2	3
Вартість ґрунтообробного агрегату, грн	1 214 487	1 227 871
Вартість трактора, грн	1 741 658	1 741 658
Річне завантаження трактора, год.	650	650
Річне завантаження агрегату, год.	250	250
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Продуктивність за годину змінного часу, га	4,59	4,7
Приведені затрати на оплату праці, грн/га.	22,87	22,34
Приведені затрати на паливно-мастильні матеріали, кг/га	6,5	5,39
Вартість палива, грн/кг	55,29	55,29
Норма відрахувань на амортизацію трактора/ґрунтообробного агрегату, %	1,66/2,77	1,66/2,77
Норма відрахувань на технічне обслуговування трактора/ґрунтообробного агрегату, %	1,5/2	1,5/2

Зменшення приведених експлуатаційних затрат визначається залежністю:

$$E_{zag} = (P_b - P_m), \text{ грн/га} \quad (5.1)$$

де P_b , P_m – приведені експлуатаційні затрати для базової і модернізованої машин, грн/га.

Приведені експлуатаційні затрати розраховуються за формулою:

$$P=e \cdot K+C, \text{ грн/га,} \quad (5.2)$$

де e – нормативний коефіцієнт ефективного використання капіталовкладень ($e=0,15$);

K – розмір капітальних вкладень, грн/га.

$$K = B_T / (W_T T_T) + B_A / (W_T T_A), \text{ грн/га,} \quad (5.3)$$

де B_T, B_A – балансова вартість трактора і ґрунтообробного агрегату, грн (для трактора Case Puma 155 – 1741658 грн, для базового ґрунтообробного агрегату Unia Cross-4 – 1241487 грн, для удосконаленого – 1227871 грн);

T_T, T_A – нормативне річне завантаження трактора і агрегату, год, (для агрегату Unia Cross-4 T_A становить 250 год, $T_T=650$ год);

W_T – годинна продуктивність машинно-тракторного агрегату, га/год.

Годинна продуктивність машинно-тракторного агрегату визначається:

$$W_T = 0,1 B_p V_p \tau, \text{ га/год,} \quad (5.4)$$

де τ – коефіцієнт ефективного використання часу зміни ($\tau=0,8$ для базового машинно-тракторного агрегату, $\tau=0,85$ – для удосконаленого машинно-тракторного агрегату);

B_p – робоча ширина захвату агрегату Unia Cross-4, м;

V_p – робоча швидкість поступального руху МТА, км/год.

$$W_{T_{\text{баз}}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 13,5 \cdot 0,8 = 4,59 \text{ га/год,}$$

$$W_{T_{\text{удос}}} = 0,1 \cdot 4 \cdot 13,5 \cdot 0,85 = 4,7 \text{ га/год,}$$

$$K_{\text{баз}} = \frac{1741658}{(4,59 \cdot 650)} + \frac{1214487}{(4,59 \cdot 250)} = 1642,01 \text{ грн/га}$$

$$K_{\text{удоск}} = \frac{1741658}{(4,7 \cdot 650)} + \frac{1227871}{(4,7 \cdot 250)} = 1615,71 \text{ грн/га}$$

У формулі (5.2) C – прямі експлуатаційні затрати, грн/га. Вони визначаються як сума затрат на оплату праці C_1 , затрати на паливо-мастильні матеріали (ПММ) C_2 , амортизаційні затрати на машини й енергетичного засобу (трактора) C_3 , а також затрати на їх ремонт та технічне обслуговування C_4

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ грн/га} \quad (5.5)$$

Складові (5.5) визначаються за формулами:

$$C_1 = (n_i T_i) / W_3, \text{ грн/га} \quad (5.6)$$

де n_i – кількість робітників відповідного класу, зайнятих на цій роботі, чол. (в нашому випадку – 1 тракторист-машиніст); T_i – погодинна ставка робітника цього класу, $T_i = 105$ грн/год.

$$C_{1\text{баз}} = \frac{(1 \cdot 105)}{4,59} = 22,87 \text{ грн/га,}$$

$$C_{1\text{удоск}} = \frac{(1 \cdot 105)}{4,7} = 22,34 \text{ грн/га}$$

Затрати на паливно-мастильні матеріали визначаємо за формулою

$$C_2 = Q C_{\text{п}}, \text{ грн/га} \quad (5.7)$$

де Q – витрата палива, кг/га; C_{II} – комплексна вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/кг (55,29 грн/кг).

Витрата палива знаходимо за формулою:

$$Q = (N_e q_e k) / W_{\Gamma} \quad (5.8)$$

де N_e – потрібна потужність двигуна трактора, кВт;

$$N_e = \frac{[R_a + G(f \pm i)]V_p}{3,6\eta_{mk}\eta_b}, \text{ кВт} \quad (5.9)$$

де R_a – опір агрегату, кН;

G – вага трактора з агрегатом, кН;

f – опір кочення трактора

i – нахил поля, %;

V_p – робоча швидкість, км/год;

η_{mk} – механічний ККД трансмісії трактора;

η_b – коефіцієнт, що враховує втрати на буксування;

Потрібна потужність двигуна трактора для базового і удосконаленого агрегатів:

$$N_{e \text{ баз}} = \frac{[17,5 + 65,5(0,1 + 0,01)]13,5}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85} = 136,69 \text{ кВт}$$

$$N_{e \text{ удоск}} = \frac{[15 + 62,5(0,1 + 0,01)]13,5}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85} = 120,63 \text{ кВт}$$

q_e – питома витрата палива кг/кВт год;

k – коефіцієнт використання потужності трактора, ($k=0,85$)

$$Q_{\text{баз}} = \frac{(136,69 \cdot 0,25 \cdot 0,85)}{4,59} = 6,5 \text{ кг/га}$$

$$Q_{\text{удоск}} = \frac{(120,63 \cdot 0,25 \cdot 0,85)}{4,7} = 5,39 \text{ кг/га}$$

тоді затрати на паливно-мастильні матеріали становитимуть:

$$C_{2 \text{ баз}} = 6,5 \cdot 55,29 = 359,39 \text{ грн/га,}$$

$$C_{2 \text{ удоск}} = 5,39 \cdot 55,29 = 298,01 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування визначаємо за виразом:

$$C_3 = \frac{B_{\text{тр}} \cdot \alpha_{\text{тр}}}{100 W_{\text{год}} \cdot t_{\text{тр}}} + \frac{B_{\text{м}} \cdot \alpha_{\text{м}}}{100 W_{\text{год}} \cdot t_{\text{м}}} \quad (5.9)$$

де $B_{\text{тр}}$, $B_{\text{м}}$ – відповідно балансова вартість трактора та агрегату, грн.;

$\alpha_{\text{тр}}$, $\alpha_{\text{м}}$ – норма амортизаційних відрахувань та трактор і агрегат – %;

$t_{\text{тр}}$, $t_{\text{м}}$ – фактичне завантаження трактора та агрегату;

$W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год;

$$C_{3 \text{ баз}} = \frac{1741658 \cdot 1,66}{100 \cdot 4,59 \cdot 650} + \frac{1214487 \cdot 2,77}{100 \cdot 4,59 \cdot 250} = 39,01 \text{ грн/га,}$$

$$C_{3 \text{ удоск}} = \frac{1741658 \cdot 1,66}{100 \cdot 4,7 \cdot 650} + \frac{1227871 \cdot 2,77}{100 \cdot 4,7 \cdot 250} = 38,40 \text{ грн/га}$$

Відрахування на ТО і поточний ремонт C_4 ;

$$C_4 = \frac{B_{mp} \cdot \beta_{mp}}{100W_{год} \cdot t_{mp}} + \frac{B_M \cdot \beta_M}{100W_{год} \cdot t_M} \quad (5.10)$$

де β_{mp} , β_M – норма відрахувань на технічне обслуговування і поточний ремонт трактора та ґрунтообробного агрегату;

$$C_{4\text{ баз}} = \frac{1741658 \cdot 1,5}{100 \cdot 4,59 \cdot 650} + \frac{1214487 \cdot 2}{100 \cdot 4,59 \cdot 250} = 29,91 \text{ грн/га}$$

$$C_{4\text{ удоск}} = \frac{1741658 \cdot 1,5}{100 \cdot 4,7 \cdot 650} + \frac{1227871 \cdot 2}{100 \cdot 4,7 \cdot 250} = 29,45 \text{ грн/га}$$

Тоді:

$$C_{баз} = 22,87 + 359,39 + 39,01 + 29,91 = 451,18 \text{ грн/га,}$$

$$C_{удоск} = 22,34 + 298,01 + 38,40 + 29,45 = 388,20 \text{ грн/га}$$

Приведені експлуатаційні затрати становлять:

$$П_{баз} = 0,15 \cdot 1642,01 + 451,18 = 697,48 \text{ грн/га,}$$

$$П_{удоск} = 0,15 \cdot 1615,71 + 388,20 = 630,55 \text{ грн/га}$$

Зменшення приведених експлуатаційних затрат становитиме:

$$E_{заг} = 697,48 - 630,55 = 66,93 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_p = E_{заг} \cdot T_A \cdot W_G, \text{ грн,} \quad (5.11)$$

$$E_p = 66,93 \cdot 250 \cdot 4,7 = 78642,75 \text{ грн}$$

Результати розрахунків занесемо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

**Розрахунок показників економічної ефективності використання
грунтообробного агрегату з удосконаленими розпушувальними лапами**

Показник	Значення показників для МТА	
	Case Puma 155+Unia Cross-4 (базов.)	Case Puma 155+Unia Cross-4 (удоск.)
1	2	3
Заробітна плата, грн/га	22,87	22,34
Вартість палива, грн/га	359,39	298,01
Амортизаційні відрахування на машинно-тракторний агрегат, грн/га	39,01	38,40
Відрахування на технічне обслуговування машинно-тракторного агрегату, грн/га	29,91	29,45
Сумарні прямі затрати на роботу машинно-тракторного агрегату, грн/га	451,18	388,20
Приведені експлуатаційні затрати, грн/га	697,48	630,55
Зменшення приведених експлуатаційних затрат, грн/га		66,93
Річний економічний ефект, грн		78642,75

Отже, за результатами розрахунків встановлено, що зменшення приведених експлуатаційних затрат становитиме 66,93 грн/га, що дозволить отримати річний економічний ефект при річному завантаженні удосконаленого грунтообробного агрегату 250 год. – 78642,75 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті було удосконалено комбінований ґрунтообробний агрегат Unia Cross-4, шляхом заміни штатних робочих органів на робочі органи з удосконаленими параметрами.

В роботі було здійснено аналіз існуючих аналогів вітчизняних та закордонних комбінованих ґрунтообробних агрегатів, розглянуто їх основні переваги та недоліки.

1. Аналіз результатів дозволив зробити висновок, що дані типи машин та агрегатів, які на даний час набули широкого застосування в Україні, якісно виконують технологічний процес, є високопродуктивними та надійними, проте їх спільним недоліком є значний тяговий опір.

2. Враховуючи даний спільний недолік нами у конструкторській частині проєкту було описано конструктивні особливості удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату, проведено розрахунок основних параметрів лап та здійснено розрахунки показників тягового опору агрегату.

Рекомендованими параметрами удосконалених лап є:

- для лап **1 ряду**: загальна ширина лапи $b=370$ мм, ширина крила лапи біля її носка $b_1=55$ мм, ширина на кінці крила лапи $b_2=45$ мм, кут входження лапи в ґрунт $\beta=28^\circ$, кут нахилу леза лапи $\gamma=15^\circ$, кут розхилу крил лапи $2\gamma=60^\circ$, кут заточування $i=12^\circ$, товщина лапи $\delta=8$ мм, висота лапи $H=150$ мм;

- для лап **2 ряду**: загальна ширина лапи $b=400$ мм, ширина крила лапи біля її носка $b_1=60$ мм, ширина на кінці крила лапи $b_2=55$ мм, кут входження лапи в ґрунт $\beta=30^\circ$, кут нахилу леза лапи $\gamma=15^\circ$, кут розхилу крил лапи $2\gamma=60^\circ$, кут заточування $i=12^\circ$, товщина лапи $\delta=8$ мм, висота лапи $H=150$ мм;

- для лап **3 ряду**: загальна ширина лапи $b=420$ мм, ширина крила лапи біля її носка $b_1=65$ мм, ширина на кінці крила лапи $b_2=55$ мм, кут входження лапи

в ґрунт $\beta=35^\circ$, кут нахилу леза лапи $\gamma=18^\circ$, кут розхилу крил лапи $2\gamma=60^\circ$, кут заточування $i=12^\circ$, товщина лапи $\delta=8\text{мм}$, висота лапи $H=150\text{мм}$;

3. Загальний тяговий опір ґрунтообробного агрегата з удосконаленими лапами становить 15 кН, що на 15% менше від тягового опору серійної машини.

4. Аналіз показників техніко-економічної ефективності удосконаленої машини вказує на те, що зменшення приведених експлуатаційних затрат становитиме 66,93 грн/га, що дозволить отримати річний економічний ефект при річному завантаженні удосконаленого ґрунтообробного агрегату 250 год. – 78642,75 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрегат комбінований АК-6 «Георгій» /[Рекламний ресурс].
2. Агрегат комбінований АК-6 «Георгій» /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <https://agrokalina.com/hruntoobrobna-tekhnika/peredposivni-kompaktory>.
3. Володимир Іванович Вернадський і Україна [Текст] / Нац. акад. наук України, Коміс. з наук. спадщини акад. В.І. Вернадського, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, Ін-т історії України. - (Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського ; Т. 1 ; кн. 2) Т. 1 ; кн. 2: Вибрані праці. – К. – 2011. – 583 с.
4. Ветохін В.І. Системні та фізико-хімічні основи проектування розпушувачів ґрунту: Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. тех. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» В.І. Ветохін. Глеваха, - 2010. С. 12-15.
5. Дискові чизелі Sunflower 4511 /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <http://www.amacoint.com/agriculture/new/tillage/minimum-tillage/sunflower-4511/>
6. ДСТУ 4397:2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.
7. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімот та ін., //За ред. В.Ю. Зінченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
8. Засуха В. Забезпечення агрофірм сучасною ґрунтообробною технікою та ефективність її використання. Український науково-дослідний інститут продуктивності агропромислового комплексу [Електронний ресурс]: стаття /В. Засуха Режим доступу до статті: <http://www.galmash.com/technol.php?ln=ukr>.
9. Історичні нариси з розвитку техніки в Україні: колективна монографія

- /За заг. ред. Гріффена Л.О; кол. авт.: Гріффен Л.О., Деркач О.П., Держинський В.О. [та ін.]. К.: Талком, 2023. 440 с
10. Кравченко М.С. та ін. Землеробство К.: Либідь. – 2002. – 494с
11. Культиватор комбінований напівпричіпний ККП-6 «Кардинал»
/[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний:
<http://www.galmash.com/prodid.php?ln=ukr&cat=1&idg=5&idp=17>
12. Культиватор широкозахватний навісний КШН-5,6 «Резидент»
/[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний:
<http://www.galmash.com/prodid.php?ln=ukr&cat=1&idg=5&idp=17>
13. Культиватор паровий напівпричіпний КПН-8,2 «Вакула»/[Електронний ресурс]:
Режим доступу вільний:
<http://www.galmash.com/prodid.php?ln=ukr&cat=1&idg=5&idp=19>
14. Культиватори Optima Evo/[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <https://www.moreauagri.cz/produkty/optima-evo>
15. Культиватор Tiger-AS/[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний:
<https://www.horsch.com/ua/produkti/gvruntoobrobna-tekhnika/kultivatori/tiger-as>
16. Культиватори Horsch-«Агро-Союз» FG 12.30/[Електронний ресурс]:
Режим доступу вільний: <https://agrosoyuz.ua/uk/121-silgosptekhnika>
17. Культиватор Väderstad Carrier-300-400/[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <https://www.vaderstad.com/ua/obrobitok-gruntu/dyskovi-kultyvatoru/carrier-300-400/>
18. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi
19. Пивовар В. Вітчизняна техніка для основного обробітку ґрунту [Електронний ресурс]: стаття /В. Пивовар //Режим доступу до статті: <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=3322&number=110>
20. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник /За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. //Суми. Університетська книга – 2008. – 450 С.

21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник /Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.М. Барановський та ін. За ред. Д.Г. Войтюка. 2-е вид. перероб. та доп. – К. НУБІП України, 2018. – 736 с.
22. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. /Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, М.С. Волянський, В.М. Мартишко, Ю.О. Гуменюк – К.: «Агроосвіта», 2017. – 180 с.
23. Сільськогосподарські машини : підручник /Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич [та ін.]; За ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Агроосвіта, 2015. - 678 с.
24. Скоцик В.Є. Оранка, мінімальний обробіток чи ноутіл? (точка зору науковців НАУ та спеціалістів АМАКО) /В.Є. Скоцик, С.П. Танчик, С.М. Бовсуновський //АМАКО ІНФОРМ Інформаційно науково-технічне видання. 2008. – Вип. 1/2008. – С. 12-15.
25. Стерневі культиватори Kuhn Mixer /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <http://www.amacoint.com/agriculture/new/tillage/minimum-tillage/kuhn-mixer/>
26. Універсальний дисковий агрегат Lemken Rubin /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <http://lemken.com.ua/production/obrobka/rubin/>
27. Універсальний агрегат для передпосівної підготовки ґрунту по оранці Lemken System-Компактор /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <http://lemken.com.ua/production/posev/kompaktor/>
28. Хмельовський В.С., Марчишина Є.І., Білько Т.О., Мотрич М.М., Скібчик В.І. Охорона праці. К. Центр учбової літератури. 2021. 594 с.
29. Шикуча М.К., Антоненко С.С. та ін. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні — К.: Оранта, 2000. — 390 с.
30. Широкозахватний універсальний культиватор Polaris 4 Premium /[Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: <https://elvorti.com/catalog/kultivator/polaris-4-premium.html?lang=ua>

ДОДАТКИ