

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломного проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА  
КОНСТРУКЦІЇ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ**

**Виконав:** студент групи МСз-1-20

\_\_\_\_\_ Касяненко Владислав Анатолійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

## АНОТАЦІЯ

Касяненко В.А. Удосконалення процесу механізації вирощування зернових культур та конструкції ґрунтообробного знаряддя/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 73 с.

Приведені основні агротехнічні вимоги до плоскорізного обробітку ґрунту. Проаналізовано конструкції сучасних машин для безполицевого обробітку ґрунту як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Запропонована модернізація культиватора-плоскоріза на базі КПП-250, яка дозволить покращити якість обробітку. Розраховані основні параметри удосконаленого культиватора-плоскоріза. Розроблено заходи з охорони праці при виконанні підготовчих та польових робіт при вирощуванні пшениці озимої. Проведено розрахунки економічних показників проекту.

Ключові слова: ґрунт, обробіток, культиватор-плоскоріз, конструкція, удосконалення, параметри, економічна ефективність.

## З М І С Т

В С Т У П. . . . .	6
1 ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ, ВИДИ І АГРОВИМОГИ ДО ПЛОСКОРІЗНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ. . . . .	8
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ. . . . .	14
3 СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ. .	19
4 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ. . . . .	31
5 ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА. . . . .	40
6 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА. . . . .	43
6.1 Розрахунок на міцність. . . . .	43
6.2 Розрахунок болтів на зрізання. . . . .	45
6.3 Розрахунок зварного шва на розрив. . . . .	47
6.4 Розрахунок запобіжника. . . . .	48
7 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	52
7.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. . . . .	52
7.2 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці. . . . .	52
8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ. . . . .	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. . . . .	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. . . . .	71
Д О Д А Т К И. . . . .	73

## ВСТУП

У сільському господарстві України зерновий комплекс є однією з найбільш вагомих його складових. Так, у 2013 році, частка зернових у валовій продукції сільського господарства становила 26,5%, а в рослинництві 38,1% [1, 2].

Вирішення проблеми продовольчого зерна пов'язано зі збільшенням зерновиробництва саме пшениці озимої м'якої, яка в Україні займає близько 7 млн. га, або 40 % посівних площ зернових культур і формує від 45 до 50 % валових зборів зерна [3]. Збільшення урожайності озимої пшениці набагато залежить від правильно вибраної системи обробітку ґрунту і відповідного комплексу машин.

Важлива умова високої ефективності будь-якого прийому обробітку ґрунту - застосування його з урахуванням ґрунтових і кліматичних умов, біологічних особливостей вирощуваних культур й інших факторів, від яких залежать майбутній урожай сільгоспкультур. Важливе ґрунтоводоохоронне значення в сучасних агроландшафтах має обробіток ґрунту, який забезпечує оптимізацію всіх чинників життя рослин. Виходячи з великої різноманітності ґрунтів України, віддавати перевагу одній із технологій обробітку ґрунту сьогодні проблематично. Потрібен компроміс між полицевим і безполицевим обробітком, поверхневим і глибоким розпушуванням [4].

Обробіток ґрунту є базовою операцією у формуванні майбутнього врожаю. А якість проведення основного обробітку ґрунту є необхідною умовою доброго врожаю. Обробіток ґрунту є однією з найбільш енергоємних операцій у рільництві. По Україні на нього в середньому витрачається 24-30 кг/га дизельного палива, що становить 20-25 % загальних його витрат [5].

Залежно від кліматичних умов, типу, механічного складу, вологості та твердості ґрунту, попередника, забур'яненості і культури, яку слід

використати, та дальшої сівозміни нині можна виділити розвиток трьох головних технологій основного обробітку ґрунту [6, 7]:

- традиційна технологія, яка ґрунтується на полицевому основному обробітку, і при якій на поверхні поля може залишатися до 15 % пожнивних залишків;

- ґрунтозахисна технологія, яка ґрунтується на системі мінімального обробітку ґрунту і яка в свою чергу ділиться на:

- \* система зменшеного обробітку ґрунту, при якій на полі після посіву залишається від 15 до 30 % рослинних залишків;

- \* система збереження родючості ґрунту, при якій на полі залишається більше 30 % рослинних залишків. Обробіток ґрунту за даною системою може проводитись із створенням мульчованого шару (на глибину 3-10 см) або із створенням гребнів для просапних культур;

- технологія нульового обробітку ґрунту, при якій на полі залишається більше 90 % пожнивних рослинних залишків і яка ґрунтується на використанні сівалок прямого висіву та інтенсивному застосуванні гербіцидів.

Ефективного використання всіх технологій обробітку ґрунту можна досягти тільки за комплексного їх поєднання. Але це потребує застосування великої кількості різних машин і агрегатів, що, з економічної точки зору, не завжди можливо.

Метою дипломного проекту є удосконалення механізації вирощування пшениці озимої і конструкції культиватора-плоскоріза.

## ПЛОСКОРІЗНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Обробіток ґрунту, що оптимізує ґрунтові умови життя рослин, підвищує родючість і забезпечує захист ґрунту від вітрової та водної ерозії - є найбільш енергоємним технологічним прийомом порівняно з іншими, які застосовуються протягом періоду виробництва рослинницької продукції.

В умовах загострення екологічних, економічних, енергетичних і соціальних, демографічних та інших факторів все актуальнішим стає питання пошуку раціональних, ефективних, біологічно стабільних способів ведення сільськогосподарського виробництва і найбільш вагомим при цьому є ставлення до обробітку ґрунту.

В зв'язку з динамічними змінами, які відбулися в нашій країні за останні роки, ринок техніки пропонує велику, різнопланову номенклатуру знарядь, сформовану на різних континентах і адаптованих під власні потреби, яка може задовольнити будь-якого споживача. Відповідно до цього практично кожне господарство на базі цієї техніки застосовує (а найбільш розвинені пропонують власні) технології ґрунтообробки, які, на їх думку, є найбільш раціональними, ресурсощадними і перспективними.

Плуг і оранка, як добре знайоме техніко-технологічне забезпечення для виробництва рослинної продукції за традиційної системи обробітку ґрунту, що має вікові традиції застосування, ще й до теперішнього часу займає суттєвий сектор в господарствах України. За різними інформаційними джерелами, плугом обробляється від 50 до 60 % ріллі.

Можливість заміни звичайного плуга обертовим і поворотним, пропонована якість плугів формує і відповідні технологічні підходи до застосування такої техніки. При цьому в рамках технологічного прийому оранки є суттєві резерви ресурсозбереження, значення яких, за нашими дослідженнями, можуть коливатись в межах до 25 % економії паливно-мастильних матеріалів (ПММ).

Стрімке поширення в Україні глибокорозпушувачів і чизелів вимагає відповідних технологічних знань про консервуючу систему обробітку ґрунту, яка передбачає збереження і накопичення вологи за рахунок ефектів наявності замульчованої безполицевої поверхні, високої, адсорбуючої вологу, здатності спущеного шару з розвиненою мережею тріщин.

Обробіток ґрунту на глибину близько 10 см є досить ефективним для культур, які невибагливі до глибокого обробітку (переважна більшість зернових колосових культур). Така система обробітку (умовна назва мульчуюча) забезпечується знаряддями, які подрібнюють рослинні решти на ґрунтовій поверхні. Найбільш ефективними є лемішно-дискові знаряддя (типу “Смарагд” фірми Лемкен, Німеччина) робочі органи на основі лап культиваторного типу, дискові робочі органи.

Безпосередня сівба при нульовому обробітку ґрунту вимагає знарядь з долотоподібними робочими органами, анкерами з гострим кутом входження в ґрунт, лапами, або з дооснащенням сівалок різальними ножами.

ґрунт - поверхневий шар землі, здатний забезпечити рослини всіма життєвими факторами (елементами живлення, водою та ін.) необхідними для вирощування врожаю [4].

Механічний обробіток ґрунту - це дія на нього робочими органами ґрунто-обробних машин і знарядь на певну глибину з метою оптимізації ґрунтових умов життя рослин для їх успішного розвитку, підвищення родючості та захисту ґрунту від вітрової та водної ерозії.

Механічний обробіток змінює співвідношення твердої, рідкої, газоподібної фаз у ґрунтовій системі і впливає на хімічні, фізико-хімічні і біологічні процеси, прискорюючи або уповільнюючи їх. Водночас, надмірний обробіток ґрунту може призвести до руйнування структурних агрегатів ґрунту і зменшення його родючості.

Для забезпечення оптимальних ґрунтових умов і отримання стійких високих врожаїв обробіток ґрунту вирішує такі завдання [5]:

- надання ґрунту на тій чи іншій глибині дрібногрудочкуватого стану з сприятливою структурою для забезпечення якісного волого-повітряного теплового режиму та режиму живлення;
- підсилення кругообігу поживних речовин шляхом винесення їх з більш глибоких горизонтів у зону орного шару, а також активізації корисних мікробіологічних процесів у ґрунті;
- зменшення бур'янів, збудників хвороб та шкідників;
- загортання на необхідну глибину добрив і рослинних решток або залишення стерні на ґрунтовій поверхні;
- попередження ерозійних процесів і зв'язаних з цим втрат води і поживних речовин;
- припинення життєдіяльності багаторічної рослинності після обробки цілих і перелогових земель, а також полів зайнятих сіяними багаторічними травами;
- надання необхідних властивостей і стану верхньому шару ґрунту для загортання насіння, що висівається на задану глибину;
- створення умов для пониження сольових горизонтів і попередження підвищення рівня ґрунтових вод.

Застосовуючи певний механічний обробіток ґрунту, слід враховувати кліматичні та погодні умови, а також біологічні особливості рослин. Лише правильний обробіток ґрунту в поєднанні з хімічними засобами може забезпечити формування високих врожаїв. Обробіток ґрунту вимагає великих енергетичних витрат. Тому його вдосконалювання відповідно до зональних особливостей і вимог різних культур - першочергове завдання землеробства.

Відповідно до літературних джерел [6, 7, 8] за глибиною обробіток ґрунту може бути: поверхневий - до 8 см; мілкий - від 8 см до 16 см; середній - від 16 см до 24 см; глибокий - понад 24 см; плантажний - понад 40 см.

За способами обробіток ґрунту диференціюється на полицевий та безполицевий [8] і мають ознаки, що наведені в табл. 3.1.



Таблиця 1.1 - Аналіз способів обробітку ґрунту

Способи обробітку ґрунту	Ознаки	
	Позитивні	Негативні
1. Полицевий	Мобілізація потенційної полярності ґрунту; протибур'янова ефективність	Втрати вологи, зниження протиерозійної стійкості агропідшару; погіршення фізичних властивостей ґрунту; посилення мінералізації гумусу; значні витрати ресурсів
2. Безполицевий	Опалпиве використання полярності ґрунту; сприяння нагромадженню гумусу; збільшення доступності фосфору і калію; збереження вологи в ґрунті; поліпшення агрегатного стану ґрунту; підвищення протиерозійної стійкості ґрунту; зменшення витрат ресурсів	Легкість доступного азоту в ґрунті; підкислення верхнього шару ґрунту; небезпека істотного зростання забур'яненості; поширення хвороб і шкідників на полях

Кожен спосіб визначає свою систему обробітку ґрунту, зокрема: полицевий - традиційну (на базі оранки), безполицевий - консервувальну (на базі глибокого розпушування), мульчувальну (на базі поверхневого розпушування) та систему нульового обробітку (на базі прямої сівби).

*Прикочування ґрунту* - прийом обробітку котками, що забезпечує кришення грудок, ущільнення ґрунту та часткове вирівнювання його поверхні.

*Плоскорізний обробіток ґрунту* - безполицевий спосіб обробітку ґрунту плоскорізними знаряддями без його обертання із збереженням на поверхні більшої частини післязбиральних решток.

*Фрезування ґрунту* - прийом обробітку ґрунту фрезою, який забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування шару оброблюваного ґрунту.

*Оранка* - полицевий спосіб обробітку ґрунту плугом, що забезпечує кришення, розпушення й обертання шару ґрунту не менше ніж на 135°.

*Чизельний обробіток ґрунту* - безполицевий обробіток ґрунту розпушувальним знаряддям з вертикальними або похилими стояками на глибину, що

перевищує максимальну в сівозміні, задля усунення негативної дії ущільнених прошарків ґрунту і запобігання ерозії.

*Щілювання ґрунту*- прийом обробітку ґрунту щілювачами, що забезпечує утворення щілин для підвищення водопроникності ґрунту та зменшення його змивання.

*Боронування ґрунту* - прийом обробітку ґрунту різними типами борін (зубовими, голчастими, пружинними), що забезпечує кришення, розпушення, вирівнювання поверхні ґрунту, часткове знищення проростків бур'янів та їх сходів.

*Культивація ґрунту* - прийом обробітку ґрунту культиватором, який забезпечує кришення, розпушування й часткове перемішування ґрунту, а також цілковите підрізання бур'янів і вирівнювання поверхні поля.

*Луцнення ґрунту* - поверхневий або мілкий обробіток ґрунту після збирання сільськогосподарських культур, який забезпечує розпушування, часткове обертання, перемішування ґрунту, підрізання і провокацію сходів бур'янів.

*Шлейфування ґрунту* - прийом обробітку ґрунту шлейфами, який забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування шару оброблюваного ґрунту.

*Агровимоги на умови роботи:*

- повинен забезпечуватися обробіток ґрунтів різного механічного складу на полях із стернею колосових та інших культур суцільної рядкової сівби, а також з подрібненими рослинними залишками високостеблих попередників;
- повинна забезпечуватися необхідна якість роботи за вологості (17-20) % і твердості ґрунту в оброблюваному шарі до 2,5 МПа;
- повинна забезпечуватися робота на схилах до 8°;
- наявність крупного каміння, пеньків, незібраних куп соломи і скупчення інших пожнивних залишків не допускається.

*Показники якості:*

-глибина розпушування ґрунту - 8... 18 см, середньоквадратичне відхилення глибини обробітку - не більше 1,5 см;

- грудочок розміром до 50 мм - не менше 80 %;

- грудочок розміром більше 100 мм - не допускається;

- підрізання коренів бур'янів - повне;

- збереження стерні і рослинних решток на поверхні - не менше 75 %;

- вміст ерозійно-шкідливих часток розміром до 1 мм в поверхневому шарі ґрунту 0-5 см не повинен збільшуватись порівняно з вихідною їх кількістю до проходу знаряддя;

- поверхня поля після проходу культиватора-плоскоріза повинна бути рівною: середня висота гребнів і глибина борозн по слідах стояків робочих органів - не більше 3 см.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва приносить з собою крім позитивних явищ і негативні, які проявляються в деяких погіршеннях властивостей ґрунту. Основною проблемою є ущільнення ґрунту, яке виникає внаслідок різних природних і штучних дій. Ущільнені ґрунти відрізняються більш високою об'ємною масою, низькою пористістю, що ускладнює аерацію для проникнення води, повітря. Одночасно підвищується опір ґрунту при його обробці, ускладнюється підготовка ґрунту до посіву, урожаї культур знижуються або залишаються на одному і тому-ж рівні.

До головних природних факторів ущільнення ґрунту належать: високий вміст глини, велика доля глинистих матеріалів, підвищений вміст вологи без природного дренажу, тиск верхніх горизонтів, ущільнення ґрунтоутворюючими процесами нижніх шарів ґрунту, низький вміст органіки, проливні дощі, тиск коренів та ін.

Основні штучні фактори ущільнення ґрунту – важкі сільськогосподарські машини і трактори, маса яких постійно збільшується, недостатня глибина оранки, зайві проїзди машин, транспортування в полі при підвищеній вологості ґрунту, обробіток ґрунту при невідповідній вологості, недостатнє внесення в ґрунт органічної маси, невідповідна сівозміна, вирощування монокультур, невідповідний склад мінеральних добрив.

Культурні рослини можуть добре рости і розвиватися тільки при сприятливих фізичних, хімічних і біологічних умовах. Тому утримання ґрунту в рихлому стані при визначеному ущільненні має важливе значення для одержання високого стійкого урожаю культур, які вирощуються в даних умовах.

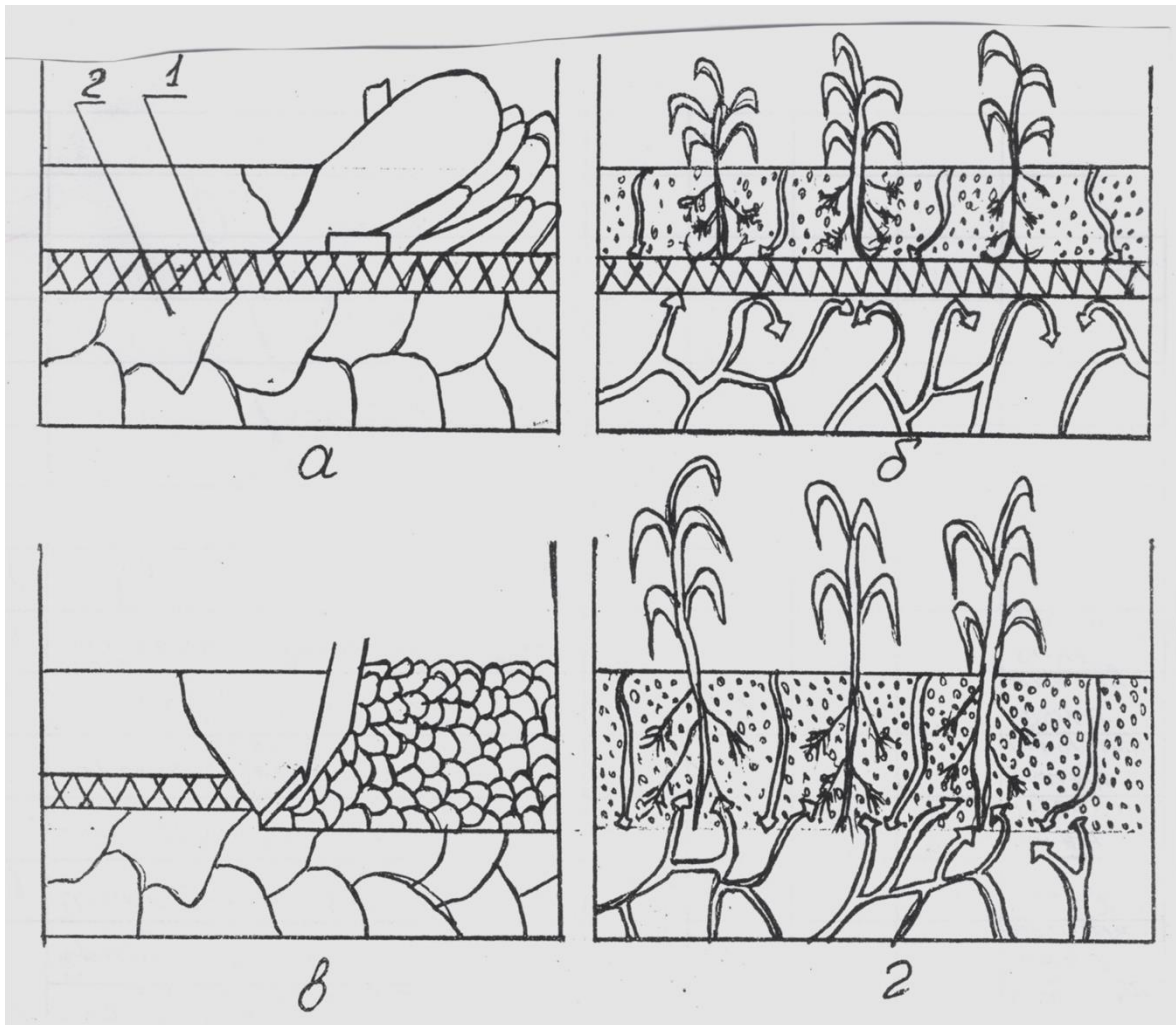


Рисунок 2.1 - Схеми виникнення і руйнування плужної підшови:

а – виникнення плужної підшови при багаторічній роботі полицевого плуга на одну і ту-ж глибину; б – коріння рослин до руйнування плужної підшови; в – руйнування плужної підшови при глибокому обробітку ґрунту чизельним плугом; г – коріння рослин після зруйнування плужної підшови

Для ґрунтів середнього і важкого механічного складу щільність ґрунту  $1,6-1,7 \text{ г/см}^3$  є критичною, при якій ріст і розвиток рослин неможливий.

При багаторічному обробітку ґрунту на одну і ту ж глибину більше 50 % ґрунтів зазнають ущільнення підорного шару робочими органами ґрунтообробних знарядь [8].

Ущільнення (рис. 2.1, а) умовно розділяють на: верхнє (в шарі орного горизонту); плужну підшову 1 (в шарі нижче орного горизонту); ущільнення підорного горизонту 2 (в шарі нижче плужної підшови). Плужною підшовою називають ущільнення ґрунту в шарі, розміщеному нижче проходу лез робочих органів знарядь. Вона починається безпосередньо після границі обробленого шару ґрунту. Внаслідок ущільнення цей шар ґрунту містить мінімальну кількість пор. В залежності від конструкції робочих органів, маси знаряддя, кількості обробок на одну і ту ж глибину, ступені вологості і механічного складу ґрунту товщина шару плужної підшови може складати 12-17 см [8].

Коріння рослин не може пробити ущільнений шар ґрунту (плужну підшову) і проникнути в нижні шари. Якщо провести спостереження під час вегетаційного періоду, то на рослинах, які вирощуються при затяжному періоді посухи, раніше, ніж на інших ділянках з'являються ознаки в'ялості, хоч нижні шари ґрунту мають ще достатньо вологи. Це пояснюється тим, що коріння рослин не може досягнути води з глибших шарів ґрунту, так як повітря і волога надходять до рослин по порах, ущільнення нижніх шарів впливає на проникнення води і повітря в усі шари ґрунту.

Якщо сумарна кількість пор, їх форми і розміри зменшуються або змінюється під дією ущільнення, то це чинить опір створенню оптимального співвідношення між повітрям і вологою в ґрунті, і разом з тим забезпеченню сприятливих умов росту і розвитку культурних рослин.

При глибокому обробітку ґрунту чизельними знаряддями плужна підшова руйнується (рис. 2.1, в). Внаслідок чого створюються сприятливі умови для оптимального-водно-повітряного балансу. В сильно засушливий період коріння рослин може проникати глибше (рис. 2.1, г) і використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту, а при підвищеному рівні опадів зайва волога з верхніх шарів ґрунту може надходити в нижні шари. При цьому випаровування вологи з верхніх шарів ґрунту різко зменшується, створюються

сприятливі співвідношення між повітрям і водою в ґрунті і разом з тим оптимальні умови для росту культурних рослин.

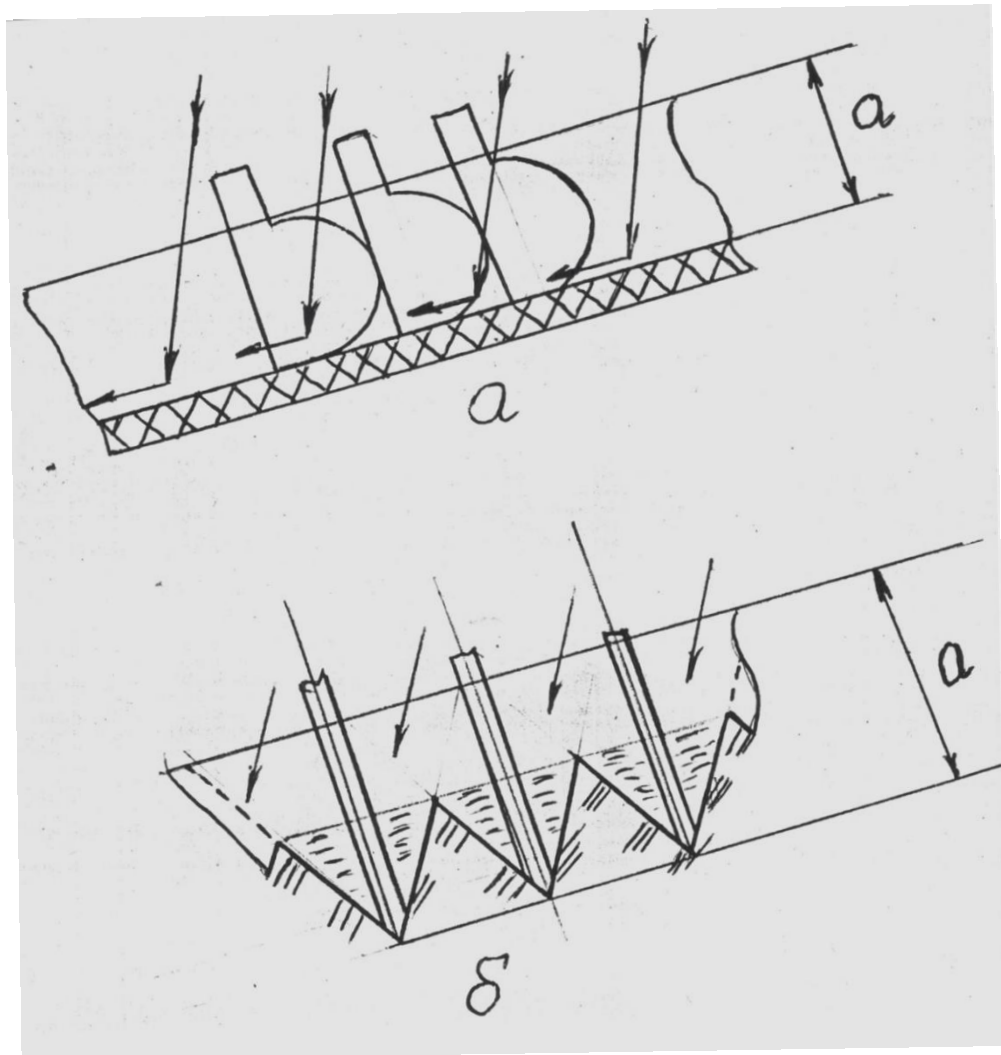


Рисунок 2.2 - Схема роботи ґрунтообробних машин на схилі:

а – лемішно-полицевого плуга; б – чизельного плуга

Чизельне знаряддя навіть при багаторічному обробітку ґрунту на одну і ту ж глибину не сприяє інтенсивному утворенню плужної підшви в ґрунті. Це пояснюється тим, що їх робочі органи мають порівняно малу ширину захвату, а відповідно і малу площу опори на ґрунт по глибині ходу.

Бажано проводити разове глибоке рихлення на вологих ділянках, так як при цьому збирається зайва волога в нижні горизонти. На чистих від бур'янів ділянках, наприклад після збирання цукрових буряків і картоплі, глибоке чизелювання може успішно замінити глибоку оранку. Ефективно

застосовувати чизельні знаряддя з метою затримання ґрунтової вологи на схилах. При цьому рихлення проводиться поперек схилу.

При лемішно-полицевій оранці (рис. 2.2, а) волога по плужній підшві сходить вниз, практично не затримуючись на схилі.

Після обробітку схилу чизельним плугом профіль dna утворюється складним (рис. 2.2, б), пилкоподібним з висотою гребнів до 20 см. Завдяки цьому відбувається акумуляція вологи в борознах, насичення ґрунту вологою.

Таки м чином, при обробітку ґрунту слід періодично застосовувати плужно-полицевий обробіток, плоскорізний та чизельний. Застосування чизельного обробітку ґрунту дозволяє підвищити якість обробітку в умовах Степу України, зруйнувати плужну підшву, досягти оптимального водно-повітряного балансу в ґрунті. Це приводить до підвищення урожайності культур, родючості ґрунту. Плоскорізний обробіток з одночасним поєднанням щілювання поєднує обидва позитивні ефекти при обробітку ґрунту.



### 3 СУЧАСНІ МАШИНИ ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Понад з полицевим в Україні майже на 15 % орних земель застосовують безполицевий обробіток ґрунту, який є базовим у ґрунтозахисній технології обробітку. В степовій зоні України стратегічним напрямком є зерновиробництво. Хлібні злаки не вимагають для оптимального росту, розвитку і формування високого врожаю глибоко-розпушеного орного шару, для них достатня глибина основного обробітку 12-14 см і не є обов'язковим перевертання скиби [3].

Багаторічна практика землеробства в степовій зоні України свідчить, що зменшення глибини обробітку ґрунту є одним з основних факторів мінімалізації його обробітку, зниження енергоємності операцій і збереження вологи. Тому ґрунтообробні знаряддя для підготовки площі під зернові колосові як озимі так і ярі, а це майже 50% орних земель, конструюються з розрахунку на максимальну глибину розпушування 14-16 см, завдяки чому ширина захвату агрегатів збільшується до повного завантаження потужності тракторів. Для виконання цієї операції найбільш придатні насамперед:

- культиватор важкий КН-7,2 (ВАТ Одесасільмаш);
- культиватори важкі КТК-8 і КТС-6,4; КОП-7 (ЗАТ Дніпроагромаш);
- культиватор важкий протиерозійний КВП-7,4 (Шепетівка) та ін.

На схилових землях та на ґрунтах з важким механічним складом, в тому числі і на землях замкнутих низин (подових землях) мілкий обробіток під зернові колосові бажано поєднувати із щільюванням.

Особливо важливо в плані накопичення вологи в ґрунті, зменшення втрат енергоносіїв, скорочення термінів виконання робіт, збереження екологічної ситуації – застосування комбінованих агрегатів. Це блочно-

модульний агрегат АГ-4 (ВАТ „Одессільмаш), який дозволяє на одній рамі машини використовувати різні набори знарядь і робочих органів, комбіновані агрегати АКШ-3,6 та АКШ-5,4 (ВАТ „Хмільниксільмаш), який виконує за один прохід всі операції обробітку ґрунту під посів. Дані агрегати укомплектовані плоскорізними односторонніми лапами, оснащені вихляючими дисками та гнучкою обертовою бороною, яка додатково розпушує, вирівнює ґрунт, знищує і викидає на поверхню бур'яни. Продуктивність агрегату АКШ-3,6 становить до 6 га/год., агрегату АКШ-5,6 – до 10 га/год. за питомої витрати палива не більше 15 кг/га. Агрегати забезпечують глибину обробітку ґрунту до 20 см. Основні технічні характеристики вітчизняних культиваторів представлені в таблиці 3.1 і 3.2.



Рисунок 3.1 - Культиватор паровий КПС-8

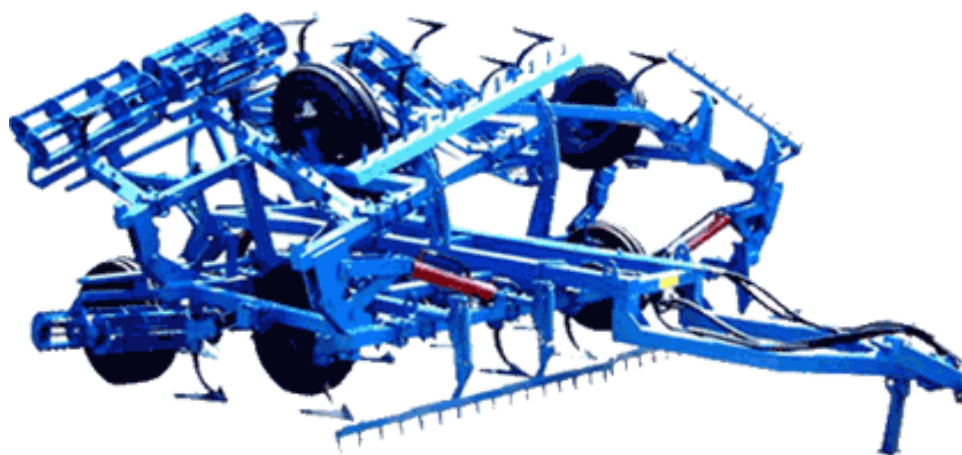


Рисунок 3.2 - Культиватор паровий причіпний КПП-8

Таблиця 3.1 - Коротка технічна характеристика вітчизняних  
культиваторів [5]

Показник	КПН-8	КГР-6	КЛД-2	АКШ-3,6	АКШ-5,6	КУН-3	КУН-6,3
Агрегативання, (клас трактора)	3,0	3,0	1,4	3,0	5,0	1,4	1,4
Конструкційна ширина захвату, м	8	6	2	3,6	5,6	3	6,3
Продуктивність, га/год	4,8	5,71	2 – 2,25	1,5 – 4	3 – 6	2,4 –	4,96 –
Робоча швидкість, км/год	6,2	9,5	До 10,7	6	6	4,5	9,3
Гребнистість поля, см	-	3,2	2,1 –	-	-	До 10	До 10
Глибина обробітку, см	6 - 12	До 16	3,0	5 - 20	5 - 20	-	-
			8 - 9			6 - 16	6 - 16

Таблиця 3.2 - Коротка технічна характеристика вітчизняних  
культиваторів КПС-КПЕ [5]

Показник	КПС-6,6	КПС-7,1	КПС-7,4	КПС-8,1	КПС-9,5	КН-3,8-12	КПН-4
Агрегативання, (клас трактора)	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	1,4; 3,0	1,4
Конструкційна ширина захвату, м	6,6	7,1	7,4	8,1	9,5	3,8	4
Продуктивність, га/год	До 6,6	До 7,1	До 7,4	До 8,1	До 9,5	3,38	2,4 –
Робоча швидкість, км/год	10	10	До 10	8,1	9,5	9,0	4,8
Глибина обробітку, см	3,9	3,9	3,9	10	10	5,5	6,2
	8 - 17	8 - 17	8 - 17	3,9	3,9	4 - 12	-
				8 - 17	8 -		6 - 12
					17		

Таблиця 3.3 - Коротка технічна характеристика культиваторів [5]

Завод-виробник	Шепетівський завод культиваторів					ВАТ „Галещина маш-завод”	
	АПБ-6	КГ-4	УКР-5,6	КПШ-8	КФ-5,4	КШН-5,6 „Резидент”	ККП-6 „Кординен”
Агрегативання, (клас трактора)	3,0	1,4	1,4	3,0	1,4	3,0	3,0
Конструкційна ширина захвату, м	6	4	5,6	8	5,4	5,6	6
Продуктивність, га/год	5,4	До	До 5,0	До 8	2,4 –	4,48 – 5,6	4,8 – 6
Робоча швидкість, км/год	До 16	4,8	6 - 16	4 - 12	3,9	6 - 16	2 - 15
Глибина обробітку, см		5 -			До 8		
		12					

Деякі заводи України розробили і виготовляють комбіновані агрегати за аналогами деяких зарубіжних машин даного типу західноєвропейських фірм. Так, заводом „Галещина машзавод” за останні роки розроблено і нині налагоджено випуск цілого ряду машин для безпліцевого обробітку ґрунту – „Агро-2”, КШН-5,6, КШН-3, КШН-2,2 [4]. Знаряддя з дисковими



Рисунок 3.3 - Культиватор для передпосівної обробки ґрунту КПП-4

робочими органами, які змонтовані на окремих стояках – БГН-6, БГН-4, БГД-2,4. Аналогічний агрегат виготовляють на заводі „Білоцерківсьільмаш” – АГД-2,3.



Рисунок 3.4 - Культиватори КН-2,8 і КН-3,8



Рисунок 3.5 - Культиватор широкозахватний напівнавісний  
КШН-5, 6 «Резидент»

Рисунок 3.6 - Об'ємний розпушувач ґрунту конструкції ДДАБУ

Заводи „Агромаш” (Київ) та „Червона зірка” (Кіровоград) виготовляють ґрунторозпушувачі ГРН-3,9, які забезпечують пошарове розпушування ґрунту на глибину 20-22 см, а також їх можна використовувати для культивації.

АТ „Борекс” (м.Бородянка) розробило й рекомендувало до виробництва комбінований ґрунтообробний агрегат АКГ-4, який задовільно агрегується

з тракторами кл. 3 і якісно виконує технологічний процес.

Таблиця 2.4. Основні показники затрат при різних системах обробітку ґрунту [6]

Затрати, USD на 1 га	Класична система	Система зменшеного обробітку	Система збереження родючості	Нульовий обробіток
Паливо	18,70	13,63	7,26	5,34
Експлуатація обладнання	8,15	7,33	5,85	2,05
Гербіциди	23,81	23,81	23,81	33,96
Азотні добрива	66,93	66,93	66,93	102,25
Всього:	117,59	111,70	103,85	143,60
Всього економія затрат в порівнянні з використанням класичної системи	0,00	5,89	13,74	-26,01



Рисунок 3.7 - Культиватор комбінований напівпричіпний

ККП-6 «Кардинал»

Мінімальний обробіток ґрунту (прямий висів) найприйнятніший для зон, ґрунти яких схильні до вітрових ерозій та недостатнього запасу вологи, - зони Степу та Півдня України. Проте використання такої технології можливе

і в інших зонах України, залежно від кліматичних умов. Основні показники затрат при застосуванні різних систем обробітку ґрунту показані в таблиці 3.4.



Рисунок 3.8 - Причіпний культиватор КУ-6,2



Рисунок 3.9 - Щілювач навісний ЩН-4 «Кіндрат»

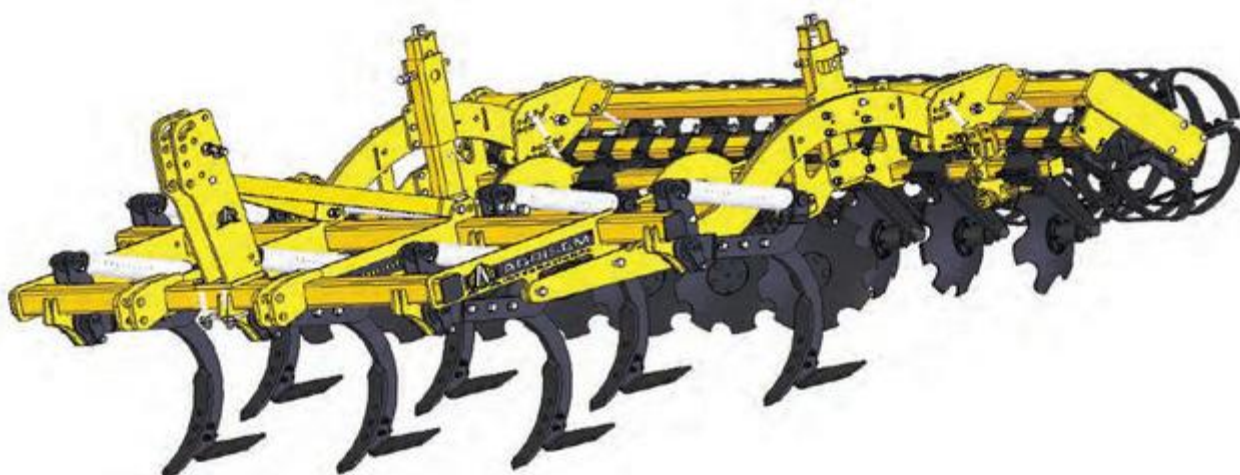


Рисунок 3.10 - Культиватор-плоскоріз AGRISEM Agromulch Silver R

Таблиця 3.5 - Характеристики культиватора-плоскоріза AGRISEM

## Agromulch Silver R

Тип	Причіпний		
	4.00	5.00	6.00
Робоча ширина (м)	4.00	5.00	6.00
Транспортна ширина (м) (без додаткового обладнання - згідно розміщення лемешів)	3.00	3.00	3.00
Вага агрегату з $\varnothing 526$ трубчатим валом (кг)	2080	2730	3220
Потужність - мін-макс. (к.с.)	140-	160-	180-
	180	200	260
Кількість лап	12	14	16
Кількість дисків	18	22	30



Рисунок 3.11 - Культиватор-плоскоріз UNIA KOS PREMIUM

Культиватор-плоскоріз UNIA KOS PREMIUM має унікальні 2 ряди зубів СХ з підрізаючими крилами  $\varnothing 370$  мм (рис. 3.12).





зуб СХ

Рисунок 3.12 - Основний робочий орган культиватора-плоскоріза  
UNIA KOS PREMIUM



Рисунок 3.13 - Культиватор-плоскоріз KUNH MIXTER

Культиватор-плоскоріз KUNH MIXTER (рис.3.13, табл. 3.6) виконує культивування, перемішування і прикочування стерні за один прохід. Надійна конструкція KUNH MIXTER - міцна конструкція за рахунок міцних, посиленних рам і лап (70 x 25 мм) - тривалий термін служби лемешів завдяки якості сталі і трьох положень використання. Система безпеки обладнана Optiblock-

запобіжниками з болтами на розрив. Максимальна надійність при транспортуванні завдяки гідроамортизатора і автоматичному складанню.

Таблиця 3.6 - Характеристики культиватора:

Тип	Mixer 107	Mixer 109	Mixer 111	Mixer 113
Кількість лап	7	9	11	13
Кількість дисків	6	8	10	12
Робоча ширина	3	4	5	6
Транспортна ширина (м)	3			
Висота під рамою (см)	80			
Вага (кг)	1112	1921	2159	2477
Максимальна потужність трактора (кВт)	103	125	147	169
Максимальна потужність трактора (к.с)	140	170	200	

Чизельні плуги також призначені для розпушення ґрунту з поглибленням орного шару, безполицевого обробітку ґрунту та для глибокого розпушення схилів.

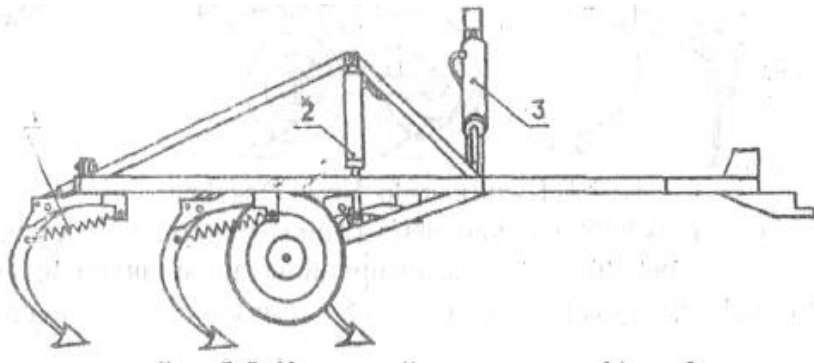


Рисунок 3.14 - Чизельний культиватор фірми Leon: 1 - пружинний запобіжник лапи; 2 - гідроциліндр для регулювання глибини ходу; 3 - гідроциліндр для складання бічних секцій

Робочими органами чизельних плугів є стрілчасті і долотоподібні лапи. Розміщують їх на рамі з кроком 40 і 50 см. Глибина обробітку стрілчастими лапами 20-30 см, а долотоподібними – 30-45 см [7].

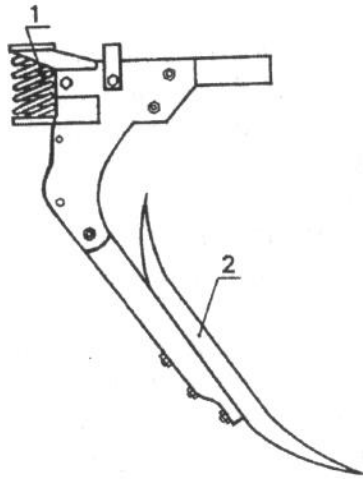


Рисунок 3.15 - Реверсивне долото типу Twister: 1 - запобіжна ресора;  
2 - змінне оборотне долото

Плуг ПЧ-2,5 складається з п'яти робочих органів, рами з начіпним пристроєм, двох опорних коліс та підставок. На рамі плуга можуть встановлюватись долотоподібні або стрілочасті лапи. Робочі органи розміщені у два ряди. При роботі плуга долото розпушувача шириною 70 мм підрізує і піднімає вгору шар ґрунту, а стояк та обтічники розсувають його і розпушують.

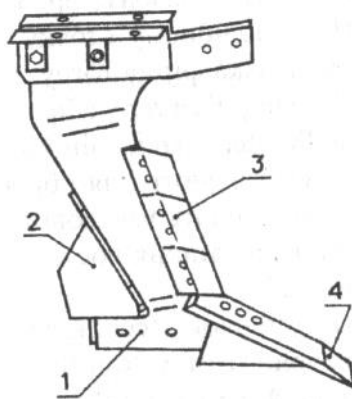


Рисунок 3.16 - Корпус плуга Paraplow: 1 - польова дошка;  
2 — розпушувальна пластина; 3 - полиця; 4 - долото

Стрілочасті лапи мають ширину захвату 270 мм. Встановлюють їх для підрізання бур'янів та більш інтенсивного розпушування ґрунту. Глибину обробітку регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс.

Як відомо, фірма „Лемкен” є першою серед заводів – виробників ґрунтообробної техніки, що створила таку конструкцію безполицевого агрегату, який дає змогу за один прохід подрібнити пожнивні рештки, рівномірно перемішати їх з ґрунтом, вирівняти та ущільнити ґрунт, підготувати його для посіву зернових культур [9]. До того ж, цей агрегат є допоміжним засобом для боротьби з бур’янами механічним способом: робочі органи культиватора виносять на поверхню бур’яни разом із кореневою системою і подрібнюють їх.

Серед закордонних виробників чизельних плугів всесвітньо відома фірма Howard Rotowator [8] (Великобританія), яка випускає чизельні плуги Paraplan (рис. 3.16) з розпушуючими робочими органами і нахиленими стояками.

При обробці ґрунту чизельними плугами не створюється ґрунтова підшва, покращується аерація ґрунту, зберігається і накопичується волога.

Таким чином, в умовах степової зони України необхідно проводити мінімальний обробіток ґрунту і в тому числі безполицевий. Це дає позитивний результат для підвищення урожайності культур, зменшення затрат і збереження родючості ґрунту.

#### 4 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ

Аналізуючи патентну літературу, ми розглянули відомі технічні рішення, які можуть бути аналогами чи прототипом наших конструкторських розробок.

З метою зниження тягового опору і підвищення якості обробітку ґрунту розроблена плоскоріжуча лапа [14], яка містить леміші, які складаються з окремих секцій 1 (рис. 4.1 – 4.3). Секції 1 кожного леміша закріплені на основі 2, яка шарнірно зв'язана з башмаком 3.

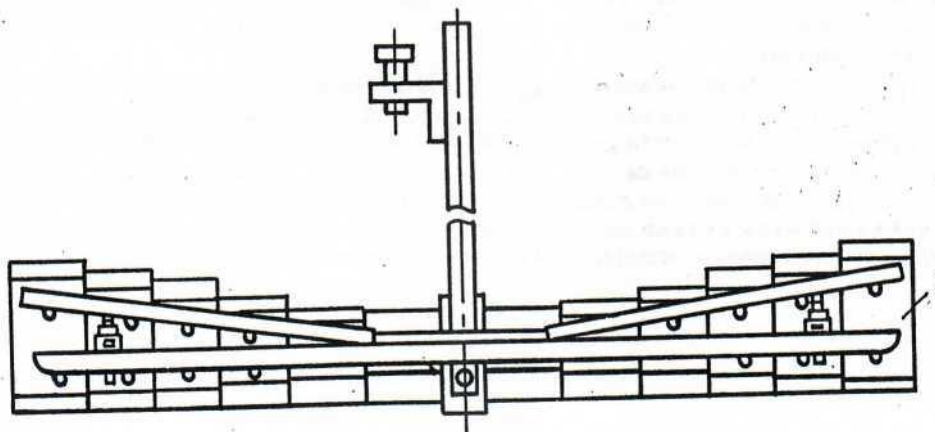


Рисунок 4.1 - Плоскоріжуча лапа [14], вид ззаду

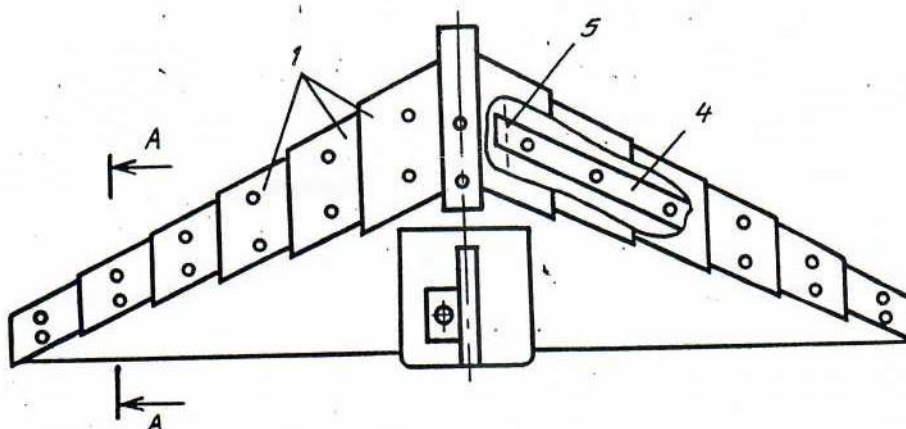


Рисунок 4.2 - Плоскоріжуча лапа [14], вид зверху

Для регулювання кута різання кожної секції 1 леміша лапа має механізм, який містить важіль 4, один кінець якого за допомогою шарніра 5 зв'язаний з носовою частиною башмака 3, а другий за допомогою сферичного шарніра 6 – з регулювальним гвинтом 7, який встановлено в напрямній, виконаній, наприклад, у вигляді втулки 8, жорстко прикріпленою до башмака 3. Гвинт 7 фіксується в певному положенні гайками 9. В башмаку 3 для забезпечення переміщення гвинта 7 виконано отвір 10.

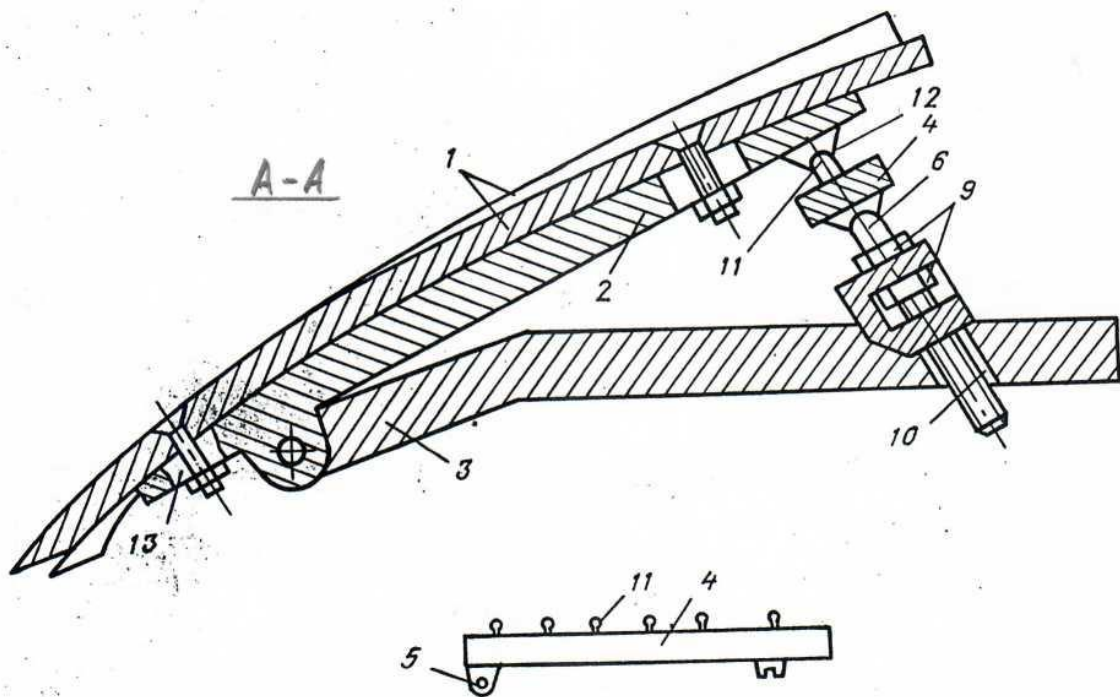


Рисунок 4.3 - Плоскоріжуча лапа [14], перетин А-А на рис. 4.2 (а) і важіль з упорами (б)

Важіль 4 з боку основи 2 має упори 11 із сферичною головкою, а основа 2 – відповідної форми гніздо 12. Для забезпечення можливості переміщення кожної секції 1 леміша відносно основи 2 в останній виконані подовжені пази 13.

Встановлення різниці між більшим кутом різання на п'ятці і меншим на носку леміша виконується наступним чином, наприклад, для зменшення існуючої різниці. Ослаблюють гайки 9, потім закручуючи одну з них (нижню)

і продовжуючи ослабляти другу, добиваються переміщення регулювального гвинта 7 вниз, вкорочуючи його робочу довжину.

Регулювальний гвинт 7 веде за собою важіль 4 і разом з ним основу 2, на якій закріплені секції 1 лемішів. Відбувається поворот основи 2 відносно башмака, а важеля 4 – навколо шарніра 5.

При досягненні заданої різниці між більшим і меншим кутами різання по довжині леміша гвинт 7 фіксують відносно втулки 8 гайками 9. Для того, щоб нижні різальні кромки леза секцій 1 леміша знаходилися в одній площині, ослабляють їх болти кріплення і по подовженим пазам 13 зсовують вниз до отримання загальної горизонтальної площини, потім фіксують леза секцій 1 лемішів в заданому положенні, зтягуючи болти.

При використанні запропонованої лапи покращується кришення ґрунту, обумовлене ступінчастим розташуванням лез лемішів і верхньої кромки леміша. А можливість розташувати різальні кромки в одній горизонтальній площині сприяє зниженню тягового опору. Недоліком такого конструктивного рішення є складність конструкції і незручність та надійність регулювань, так як ця частина лапи рухається в ґрунті.

З метою підвищення ерозійної стійкості ґрунту і зниження тягового опору розроблено ґрунтозахисний робочий орган [15], який складається із стояка 1 (рис. 4.4 – 4.6), плоскорізальної лапи 2, на крилах 3 якої розташовані розсікачі 4, які мають форму V-образних стрілочастих лап. Кожен із розсікачів 4 має розміщений в його площині симетрії розпушувач 5 з хвостиком 6. Передній профіль різальної кромки 7 стояка 1 і різальних кромок 8 хвостовиків 6 виконані ввігнутими по кривій «Лемніската», рівняння якої в полярних координатах має вигляд  $\rho = a\sqrt{2\cos 2\varphi}$ , де  $a$  – висота робочої частини різальної кромки;  $\rho$  і  $\varphi$  – полярні координати різальної кромки.

Ґрунтозахисний робочий орган працює наступним чином. Під час руху робочого органу шар ґрунту підрізається плоскорізальною лапою 2 і піднімається по її крилах 3. При цьому в нижній частині шару ґрунту виникають дрібні тріщини, які при подальшому русі шару ґрунту

поглиблюються і розширюються. Одночасно різальна кромка 7 стояка 1 розрізає шар ґрунту на дві частини. При цьому форма переднього профілю різальної кромки 7 забезпечує зниження зусилля різання і винесення вгору по ввігнутій криволінійній кромці 7 рослинних залишків для створення протиерозійної дернини.

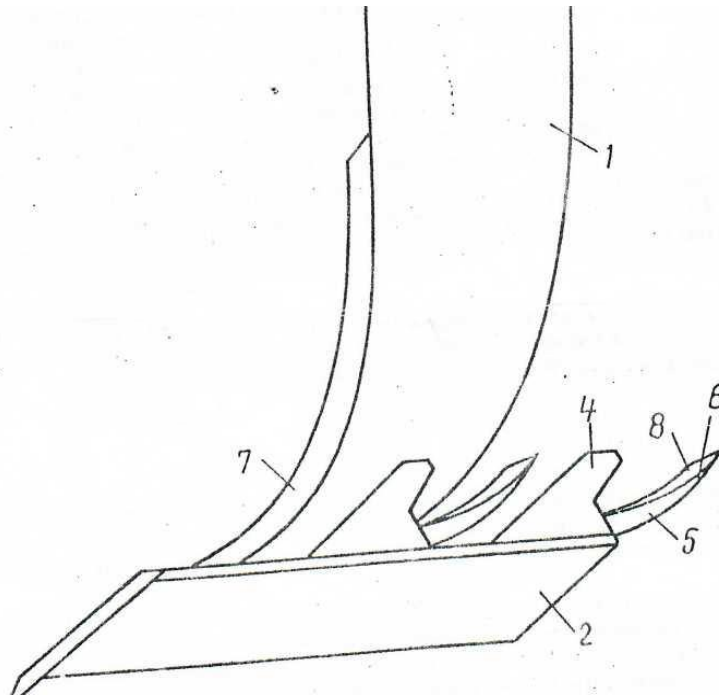


Рисунок 4.4 - Ґрунтозахисний робочий орган [15], вид збоку

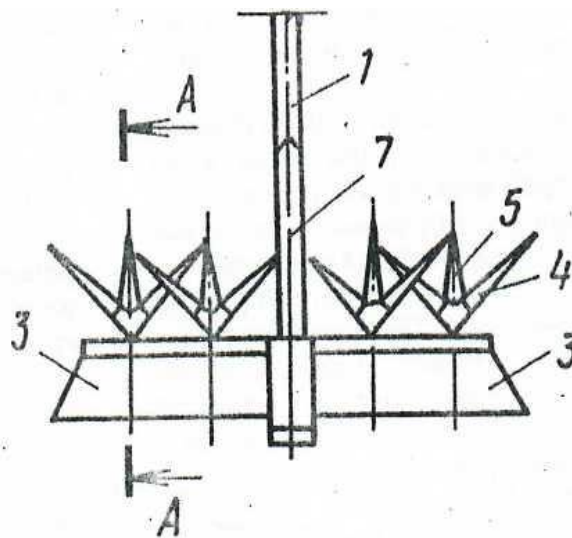


Рисунок 4.5 - Ґрунтозахисний робочий орган [15], вид спереду



Потім кожна частина шару ґрунту розсікається розсікачами 4 на паралельні ґрунтові смуги, де по мірі вирізання нижня частина кожної смуги деформується профільними поверхнями розсікачів 4 і розпушувачів 5. Верхня

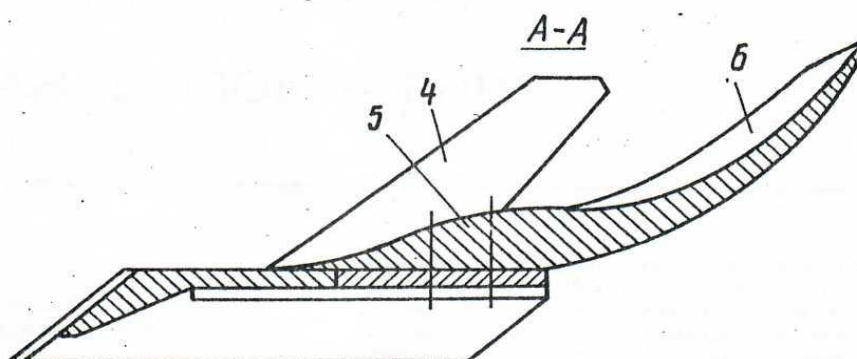


Рисунок 4.6 - Ґрунтозахисний робочий орган [15], перетин А-А на рис. 4.5

частина смуги, попадаючи на різальну кромку 8 хвостовика 6, розламується і розпадається на дрібні грудки, а рослинні залишки вичісуються і виносяться вгору по ввігнутих криволінійних кромках 8 хвостовиків 6 з мінімальним опором, створюючи шар дернини, яка запобігає вітровій і водній ерозії ґрунту.

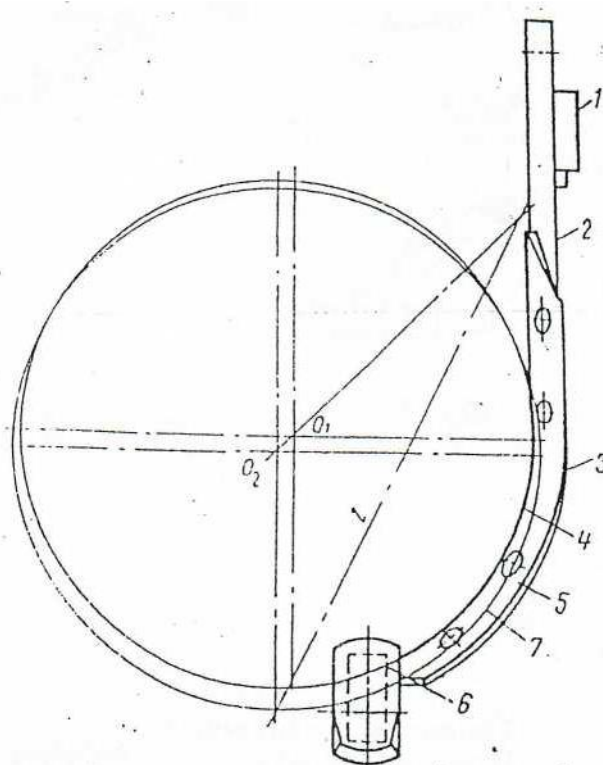


Рисунок 4.7 - Робочий орган розпушувача [16], вид спереду

З метою зменшення тягового опору і підвищення якості розпушування ґрунту розроблено робочий орган розпушувача [16], який містить стояк 1 (рис. 4.7 і 4.8), верхня частина 2 якого вертикальна, а нижня 3 – криволінійна в поперечному напрямку і має гвинтоподібну передню кромку 4 і закріплені на ній гелікоїдальний леміш 5 і долото 6.

Робоча поверхня нижньої частини 3 стояка 1 виконана по формі частини нахилоного урізаного конуса (з віссю  $i$  і утворюючою  $l$ ), менша основа якого розташована сумісно з передньою кромкою 4 стояка 1. Центр  $O_1$  (рис. ) меншої основи розташований вище відповідного центру  $O_2$  більшої основи і зміщений від нього по горизонталі в бік стояка 1. Задня кромка 7 нижньої частини 3 стояка 1 виконана гвинтоподібною з перемінним шагом.

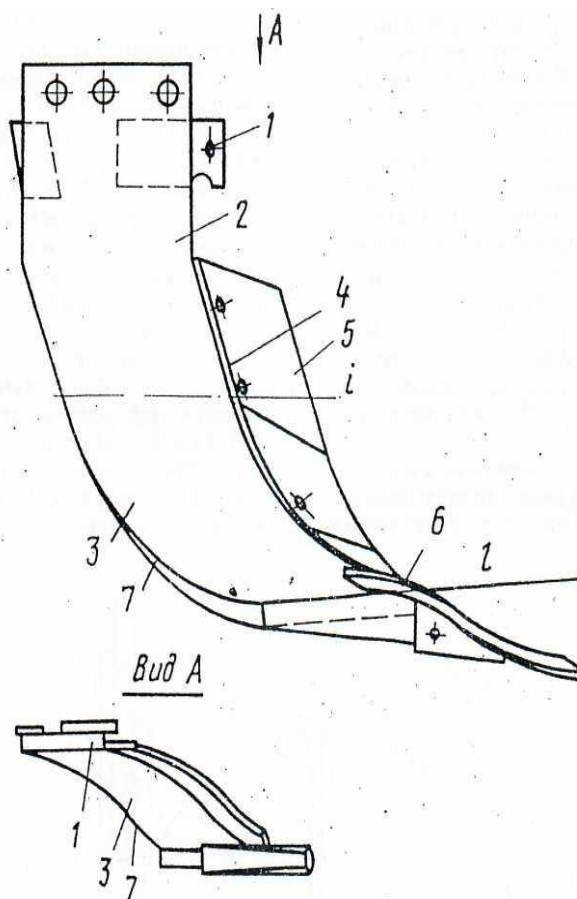


Рисунок 4.8 - Робочий орган розпушувача [16], вид збоку

Робочий орган працює наступним чином. Під час руху агрегату вперед робочий орган входить в ґрунт на задану глибину обробітку (до 45 см) і лемішем 5 вирізає шар ґрунту. Долото 6 при входженні в ґрунт створює поперечні тріщини сколювання, по яких з одного боку проходить леміш 5, а з іншого – відрив від моноліту шару ґрунту, який обробляється. Леміш 5 гелікоїдальною робочою поверхнею піднімає шар ґрунту і, згинаючи його, розтягує в поперечному і поздовжньому напрямках. Під дією розтягуючих сил інтенсивно руйнується внутрішньоґрунтові зв'язки, що зменшує створення пилоподібних часток і виключає порушення структури ґрунту.

Пересуваючись по лемішу 5, шар підрізаного ґрунту остаточно кришиться в момент сходження з його робочої поверхні, проходячи через гвинтоподібну передню кромку 4 стояка 1. В цей момент швидкість руху шару ґрунту зменшується, а розміри поперечного перетину збільшуються за рахунок деформації і утворення тріщин. Конічна поверхня нижньої частини стояка 1, яка розширюється по ходу руху пласта, усуває це зменшення і сприяє зменшенню сил тертя на поверхні дотику, що покращує умови розпушення ґрунту і сприяє зменшенню тягового опору. Проходячи через задню кромку 7 стояка 1, пласт отримує остаточно ступінь розпушення за рахунок її гвинтоподібної форми, яка забезпечує розшарування нижньої частини пласта і ефективно розділення шару ґрунту на окремі ґрунтові частки.

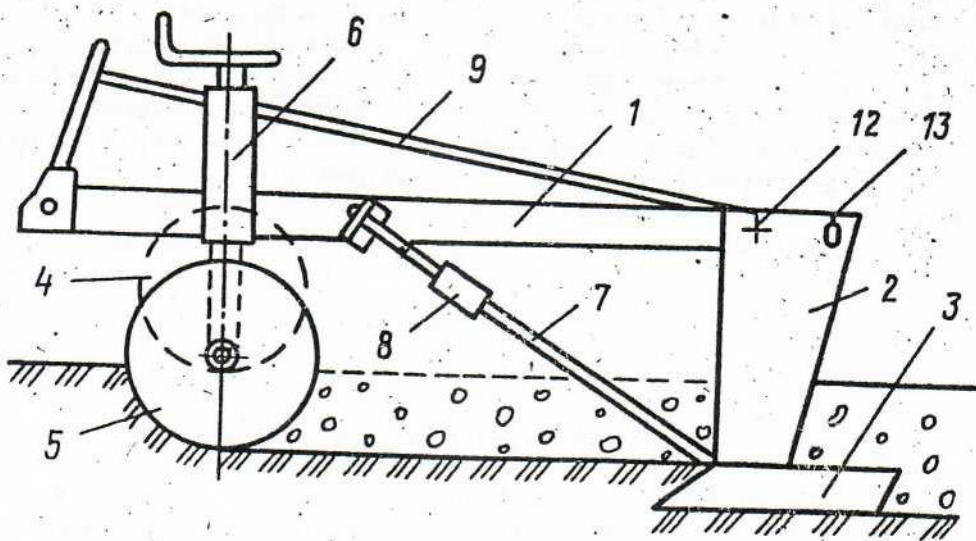


Рисунок 4.9 - Ґрунтообробне знаряддя [17], вид збоку

З метою зниження металоємності і підвищення якості обробітку ґрунту розроблено схему ґрунтообробного знаряддя [17], яке складається з рами 1 (рис. 4.9 – 4.11) із закріпленими на ній стояками 2 і робочими органами 3, опорними колесами 4, дисковими ножами 5, гвинтовим механізмом 6, розтяжками 7 з натяжними пристроями 8 і начіпного пристрою 9.

Дискові ножі 5 закріплені на одному гвинтовому механізмі 6 з опорними колесами 4, при цьому осі 10 ножів 5 нижче осі 11 коліс 4 по висоті.

Стояк 2 кожного робочого органу закріплений на рамі за допомогою болтів 12 і має розтяжку 7, один кінець якої з'єднаний з нижньою частиною стояка 2, а протилежний – з рамою 1 попереду робочого органу 3. Овальний отвір 13 дозволяє стояку повертатися відносно переднього болта при зміні нахилу лапи.

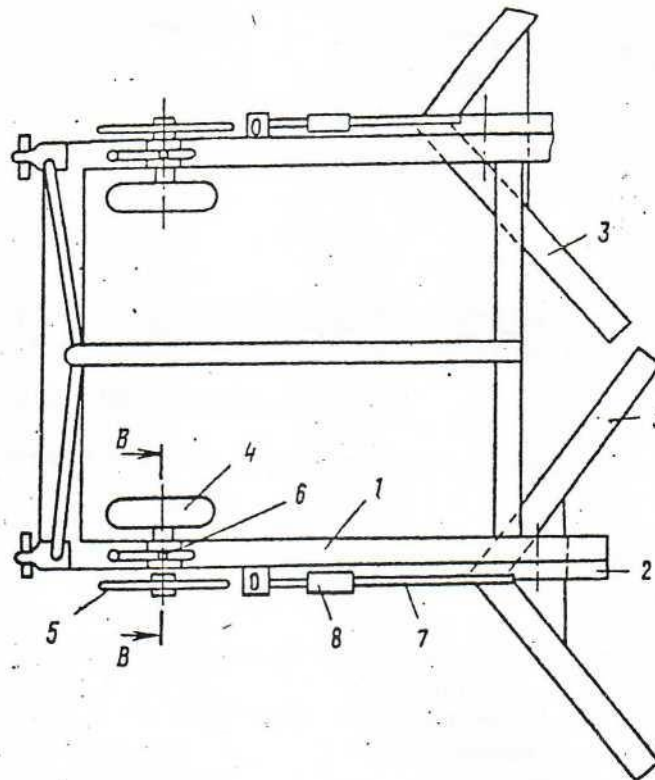


Рисунок 4.10 - Ґрунтообробне знаряддя [17], вид зверху

Знаряддя працює наступним чином. При заглибленні знаряддя дискові ножі 5 прорізають в ґрунті щілини в поздовжньо-вертикальній площині по

яких рухаються розтяжки 7 і стояки 2 робочих органів 3, які лежать в цій же площині. Діаметр дискових ножів 5 підбирається таким чином, щоб глибина щілини від ножа дорівнювала глибині заглиблення в ґрунт нижніх кінців розтяжок 7. Це полегшує заглиблення робочих органів 3 в ґрунт і зменшує тяговий опір при роботі знаряддя, сприяє більшому збереженню стерні на поверхні ґрунту. Дискові ножі 5 одночасно розрізають бур'яни і пожнивні залишки у вертикальній площині. Все це виключає забивання стояка 2 бур'янами, покращує якість обробітку ґрунту і знижує тяговий опір руху знаряддя.

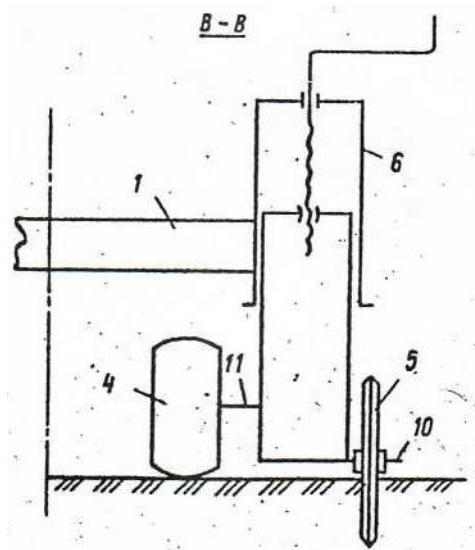


Рисунок 4.11 - Ґрунтообробне знаряддя [17], перетин В-В на рис. 4.10

Регулювання глибини обробітку ґрунту виконується за допомогою гвинтового механізму 6. Розтяжки 7 сприймають частину навантаження, яке виникає від сил опору ґрунту під час руху робочих органів 3. Величина цього навантаження на розтяжки 7 залежить від величини сили натягу їх за допомогою натяжного пристрою 8 і площі поперечного перетину розтяжок. Створені попередні напруження в елементах стояка 2 і рами 1 дозволяють зменшити поперечні перетини як стояка 2, так і в елементах рами 1, тобто зменшити металоемність всього знаряддя.

Проведений патентний аналіз дозволив оптимізувати напрямок удосконалення знаряддя для обробітку ґрунту.

## 5 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА

Важливішою ланкою підвищення родючості ґрунту і збільшення виробництва сільськогосподарської продукції в господарстві є науково обґрунтована, ґрунтозахисна, волого- та енергозберігаюча система обробітку ґрунту.

Найбільш ефективним ґрунтозахисним і вологонакопичувальним прийомом є своєчасне і якісне виконання глибокого щілювання.

Відомо, що при щорічній відвальній оранці, як і при поверхневому дискуванні знаряддями основного обробітку утворюється так звана „накатана підошва”, що веде до різкого погіршення її вологості, здатність повніше вбирати, накопичувати і віддавати рослинам накопичені запаси вологи. Особливо несприятливі умови вологобезпечності, утвореної на полях, де в якості основного обробітку ґрунту виконується мілка плоскорізна чи поверхнева обробка дисковими знаряддями. В засушливих умовах літньо-осіннього періоду це веде до різного погіршення фільтрувальної здатності ґрунту і суттєво знижує кількість накопиченої в ній вологи за рахунок випадючих опадів. При цьому на полях озимих таке погіршення фізичних якостей ґрунту веде до часткового утворення в ґрунті застою води.

При цьому інтенсивність накопичування ґрунтом вологи з випадających опадів збільшується в 2,5-3 рази, в одночасному зменшенні в 2-3 рази стоку води з полів, та погіршення родючості ґрунту. За зимово-весняний період в 1,5-ри метровому шарі ґрунту накопляється до 300 м<sup>3</sup> води на гектар, а врожай зерна підвищується на 2-4 ц/га.

Багаторічні дослідження показують, що в період з травня по серпень включно, в нашій зоні випадає до 170-220 мм опадів. З них 70-80% витрачається на стікання та випаровування.

Дипломне проектування передбачає щільовання ґрунту з одночасним рихленням на парах в другій декаді травня наступного року перед передпосівною культивацією під посів озимої пшениці.

Знаряддя на основі плоскорізу КПП-250 для щільовання ґрунту одночасно з поверхневою обробкою складається з наступних робочих органів та механізмів: рама, до якої кріпиться механізм регулювання глибини обробітку ґрунту, робочий агрегат для щільовання ґрунту і механізму навіски.

До робочого агрегату для щільовання ґрунту приварюється кутник, а вище до нього на 330 мм - кронштейн з отворами. Для одночасного підрізання бур'янів до привареного кутника приєднується плоскоріжуча пластина культиватора КПП-2,2 з допомогою проміжної ланки. Ширина захвату культиватора лапи 1150 мм. Кут розхилу культиваторної лапи 75°, що потребує доброго підрізання бур'янів.

Операції щільовання, поверхневого обробітку ґрунту і прикочування виконується одночасно переобладнаним культиватором-плоскорізом КПП-250.

Після кожного проходження агрегату залишаються щілини глибиною 350-400 мм, призначення яких переводити поверхневий стік води в

підґрунтовий. Така глибина щілин дозволяє знищити „накатану підшву” і покращити водононакопичувальну здатність ґрунту.

Плоскоріжучі лапи, що йдуть вперед у слід за щілерізом при глибині 8–14 см, підрізають бур’яни і утворюють зверху оптимальну структуру ґрунту. Кільчасто-шпоровий коток подрібнює крупні глиби, зменшує щільність ґрунту на глибину оброблюваного шару і вирівнює поверхню поля.

Дипломним проектом передбачується щілювання ґрунту з одночасним прикочуванням і підрізанням бур’янів для додаткового накопичення вологи. Дана розробка дає можливість збільшити врожайність озимої пшениці на 3–5 ц/га.



## 6 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА

### 6.1 Розрахунок на міцність

Небезпечним місцем з погляду умови міцності є місце кріплення стояка лапи в місці кріплення в проекції рами.

Тому необхідно перевірити стійку на згин. Для цього складаємо епюру згинаючого моменту в спрощеному вигляді (рис. 6.1.)

У точці А прикладена сила опору різання робочим органом  $P_p = 0,3$  кН, у точці В прикладені сили опору різання стояка, а також сила опору в бічних прорізах. Тоді епюра згинаючих моментів буде мати вигляд, як показано на рис. 6.1.

Максимальний згинаючий момент буде в точці С, що і є небезпечним перерізом.

$$M_{max} = P_{p\gamma} \cdot l + P_{pH} \cdot l_1; \quad (6.1)$$

де  $P_{p\gamma} = 0,3$  кН,

$l = 0,46$  м – довжина стояка,

$l_1 = 0,38$  м – довжина від закріплення стояка.

$$P_{pH} = 0,6 + 2 \cdot 0,13 = 0,86 \text{ кН}$$

$$M_{max} = 0,6 \cdot 0,46 + 0,86 \cdot 0,38 = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Але тому, що в нас секція кріпиться до основної рами в трьох місцях, а розроблюваний орган тільки в одному місці, то згинаючий момент буде складати:

$$M_{изб} = 0,6 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

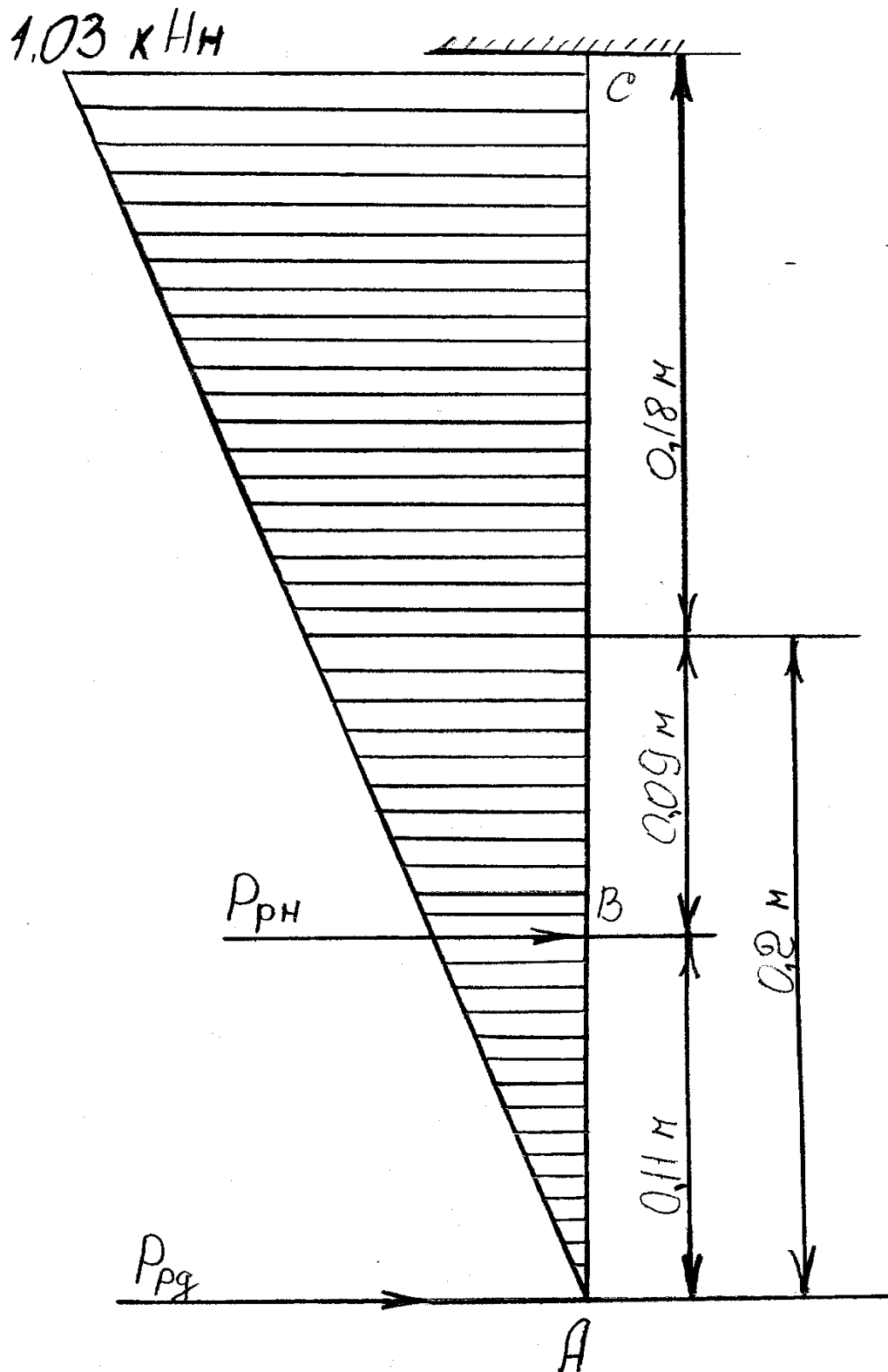


Рисунок 6.1 - Епюра згинаючого моменту

Визначаємо допустиму згинаючу напруга по формулі:

$$\sigma = 6 \left( \frac{M_{изз}}{W} \right) = 6 * \left( \frac{0,6}{0,02 * 0,05^2} \right) = 79 \text{ МПа}$$

Для сталі Ст3  $[\sigma] = 140$  МПа. З цього випливає, що в стояку є необхідний запас міцності.

## 6.2 Розрахунок болтів на зрізання

На стояк робочого органу діють дві сили:  $P_1 = 10$  кН – при щільованні та  $P_2$  – при розпушуванні. Розраховується тяговий опір плоскоріжучої лапи при розпушуванні за формулою [3]:

$$R_l = K_{nut} \cdot b_l \quad (6.2)$$

де  $K_{nut}$  – питомий опір ґрунту, кН/м;

$b_l$  – ширина захвату плоско ріжучої лапи, м.

$$R_l = 2,8 \cdot 1,15 = 3,22 \text{ кН}$$

Сила  $P_1$  діє на відстані 900 мм від центру болтів,  $P_2$  на відстані 540 мм.

$$l_1 = 900 \text{ мм}, R_1 = 10 \text{ кН},$$

$$l_2 = 540 \text{ мм}, R_2 = 3,22 \text{ кН}.$$

Проводимо розрахунки:

Складаємо рівняння моментів відносно точки В.

$$\sum M = 0$$

$$\sum P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 - 2R_A \cdot Q \quad (6.3)$$

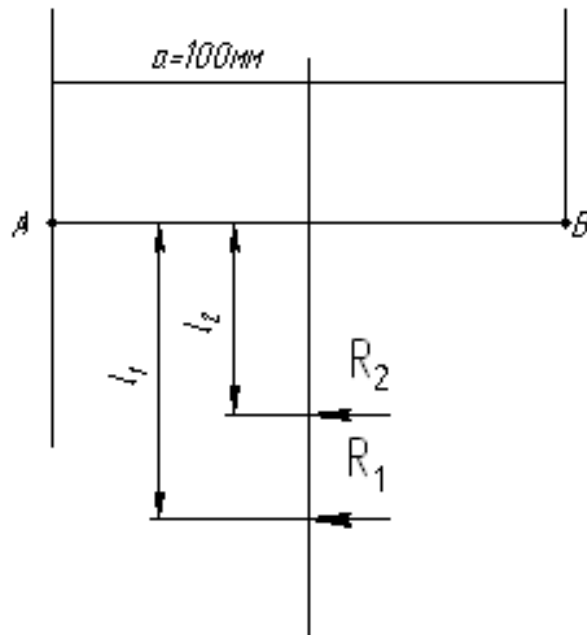


Рисунок 6.2 - Схема дії сил

Тоді:  $2R_A \cdot Q = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2}{2 \cdot Q} \quad (6.4)$$

$$R_A = \frac{900 \cdot 10 + 3.22 \cdot 540}{2 \cdot 100} = 53.7 \text{ кН}$$

Допустимий поперечний переріз болтів:

$$F = \frac{R_A}{[\tau_{cp}]} \quad (6.5)$$

де  $[\tau_{cp}] = 1400 \text{ кН/см}^2$  – допустиме напруження при зрізі для сталі 3.

$$F = \frac{5370}{1400} = 3.83 \text{ см}^2$$

Знаходимо діаметр болта:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (6.6)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.83}{3.14}} = 2.21 \text{ см}$$

Діаметр болтів на культиваторі-плоскорізі дорівнює 30 мм. Болти, що застосовуються, повністю підходять для нашого навантаження і підсиленню не підлягають. [3]

### 6.3 Розрахунок зварного шва на розрив

Розраховуємо довжину зварного шва, що забезпечуватиме міцність з'єднання при навантаженні  $P = 3,22$  кН.

$$P = 0.7 \cdot \delta \cdot r \cdot l \cdot [\sigma], \quad (6.7)$$

звідси:

$$l = \frac{P}{0.7 \cdot \delta \cdot r \cdot [\sigma]} \quad (6.8)$$

де  $P$  – навантаження на розрив шва.

$$\delta = 4 \text{ мм}$$

$[\sigma] = 800 \text{ кН/см}^2$  – допустиме навантаження на розрив.

$$l = \frac{3,22}{0.7 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot 800} = 0,72 \text{ см}$$

По конструкторським розрахункам довжину зварного шва приймаємо на всю довжину кутника тобто 180 мм, що значно зміцнить з'єднання. [13].

#### 6.4 Розрахунок запобіжника

З метою попередження виходу з ладу робочих органів ґрунтообробних машини їх оснащують запобіжними пристроями. Запобіжники можна поділити на дві основні групи: односторонньої (неавтоматичної) і двохсторонньої (автоматичної) дії.

Запобіжники односторонньої дії, в свою чергу, можна розділити на два типи: групові, які вимикають з роботи всі робочі органи (машину в цілому) при зустрічі з перешкодою одного з них, і індивідуальні, які виключають з роботи лише один робочий орган – той, який зустрівся з перешкодою.

Запобіжники двохсторонньої дії по характеру дії розділяють на групові, індивідуально-групові та індивідуальні.

Групові запобіжники автоматичної дії засновані на різних принципах дії: виглиблення всіх робочих органів при збільшенні тягового опору за допомогою гідросистеми трактора при силовому способі регулювання глибини ходу, виключення муфти зчеплення трактора, включення пружного елемента в верхню тягу механізму навіски і т.д. Індивідуально групові запобіжники по принципу дії поділяють на важільні, вальково-тросові і гідравлічні. Вони вигубляють лише один робочий орган – той, який зустрівся з перешкодою, але одночасно міняє режим роботи всіх інших робочих органів машини. Виглиблений робочий орган після проходження над перешкодою повертається в робоче положення внаслідок дії на нього через відповідні механізми зв'язку тягового опору інших корпусів.

Індивідуальні запобіжники засновані на принципі накопичення енергії при відхиленні робочого органу, який зустрівся з перешкодою, і використанні цієї енергії для повернення робочого органу в попереднє положення після проходження перешкоди.

В якості акумуляторів енергії в запобіжниках цього типу служать: пружина, газ, спеціальна рідина або надлишок тиску в гідросистемі трактора.

Ґрунти на території господарства мало засмічені камінням, тому для удосконаленого культиватора приймаємо індивідуальний зрізний запобіжник. Його роль буде виконувати болт. Зусилля спрацювання запобіжника повинно бути трохи більше нормального тягового опору робочого органу:

$$R_c > R_{xz} \quad (6.9)$$

Для розрахунку запобіжника приймаємо, що він буде спрацьовувати при збільшенні величини  $R_x$  на 50 %, тобто:

$$R_c = 1,5 R_{xz} \quad (6.10)$$

Визначаємо момент, який діє на лапу при зіткненні з перешкодою, відносно точки А (умовного центру обертання лапи під час спрацювання запобіжника):

$$M_a = R_c \cdot l, \quad (6.11)$$

де  $l$  – найкоротша відстань від точки А до лінії прикладання сили  $R_c$ ,  $l = 0,8$  м.

$$M_a = 5,52 \cdot 0,8 = 4,42 \text{ кН} \cdot \text{М}$$

Визначаємо силу  $P$ , яка діє в лапі:

$$P = \frac{M_A}{l_1}, \quad (6.12)$$

де  $l_1$  – відстань від точки А до запобіжника,  $l_1 = 0,15$  м.



$$P = \frac{4,42}{0,15} = 29,5 \text{ кН.}$$

Умова міцності на зріз має вигляд [11, с. 219]:

$$\tau_{\max} = \frac{P}{F} \leq [\tau] \quad (6.13)$$

З цього виразу:

$$\tau = \frac{P}{F} = \frac{P}{\frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4}} \quad (6.14)$$

Вважаючи, що дотичні напруження діють рівномірно, і те, що болт буде підлягати подвійному зрізу, одержимо:

$$\tau = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{2}} \quad (6.15)$$

Таким чином, умова міцності болта прийме вигляд:

$$\frac{2P}{\pi d^2} \leq [\tau] \quad (6.16)$$

де  $[\tau]$  - допустиме напруження при чистому зрізі.

Для сталі  $[\tau] = 100 \text{ МПа}$ . Тоді,

$$d = \sqrt{\frac{2P}{\pi \cdot [\tau]}} \quad (6.17)$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 29,5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 100}} = 0,0153 \text{ м.}$$

Приймаємо в якості запобіжника болт діаметром 16 мм.

Розраховані значення параметрів враховуються при проведенні конструювання робочих органів і машини в цілому.

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Нормативною і методичною основою (зовнішня інформація) системи управління охороною праці (СУОП) є: законодавчі акти про працю; постанови і розпорядження міністерства та інших центральних органів державної виконавчої влади, кабінету міністрів України, а також нормативна та нормативно-технічна документація. При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

В сільському господарстві суттєвий вплив на умови праці визначають небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які класифікуються (ДСТУ ГОСТ 12.0.003-74) на такі групи: фізичні, хімічні та фізіологічні [5].

В групу фізичних факторів входять машини та механізми, що рухаються, їх захисні рухомі частини, підвищена запиленість і загазованість повітря, підвищена температура повітря; яскравість світла.

Група хімічних небезпечних та шкідливих факторів виробництва поділяються на наступні підгрупи по фактору впливу на організм людини: загально токсичні, подразнюючі; та ті, що проходять через шкіру людини.

Фізичні перевантаження можуть бути статичними, динамічними та гідродинамічними. Також бувають нервово-психологічні перевантаження.

### 7.2 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці

Робочі місця механізаторів укомплектовуються необхідним інвентарем, а робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяється палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводиться спеціальне місце.

Слідкують, щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

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

При вирощуванні озимої пшениці вносять гербіциди і пестициди, тому при швидкості вітру більше 4 м/с роботи припиняються. Такі роботи проводять вранці або ввечері. Раніше щорічно на робочих місцях механізаторів проводили паспортизацію, складали санітарно-технічний паспорт робочого місця. Аналізуючи одержані дані при паспортизації намічалось ряд заходів по поліпшенню умов праці та організації робочого місця механізатора.

При вирощуванні та збиранні урожаю використовується велика кількість сільськогосподарських агрегатів та шкідливих речовин. Все це сприяє створенню для працюючих шкідливих умов та небезпечних умов праці.

Причинами професійних захворювань і виробничих травм можуть бути:

- забруднення повітря пилом вище допустимих норм під час обробітку ґрунту;
- внесення гербіцидів та мінеральних добрив при вирощуванні та збиранні озимої пшениці;
- відсутність захисних огорожень та щитків на частинах машин та механізмів, що рухаються або обертаються;
- робота на нахилах з крутизною 8–9 градусів;
- відпочинок механізаторів в необладнаних місцях;
- проведення ремонтних робіт при працюючому двигуні трактора;
- незадовільний технічний стан тракторів та сільськогосподарських машин;

- необдумані та небезпечні дії робітників, які обслуговують агрегати;
- відсутність, несправність або не використання засобів індивідуального захисту;
- погана організація робочих місць;
- слабкий контроль з сторони керівників по дотриманню вимог охорони праці при виконанні небезпечних та шкідливих робіт;
- не підготовленість працюючих та неякісне проведення інструктажів.

Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами з пилозахисної тканини, чоботами, рукавицями, окулярами типу ПО-2 для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипилевими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця пов'язані з виробництвом озимого ячменю забезпечується повністю укомплектованими медичними аптечками. Трактори і автомобілі забезпечені двохсторонньою сигналізацією. Робітникам, які зайняті на роботах з шкідливими умовами видається спеціальне харчування (молоко), обладнано місця для відпочинку, а також встановлено особливий режим праці. На кожному агрегаті для забезпечення пожежної безпеки встановлено:

- вогнегасник ОУ- 3 – 1 шт.;
- штикова лопата – 1 шт.;
- брезент, ящик з піском;
- всі машини обладнані спеціальними засобами для відводу статичної електрики.

При технічному обслуговуванні МТА в польових умовах до роботи на пересувних агрегатах технічного обслуговування допускаються особи, які добре знають обладнання, трактори і сільськогосподарські машини, володіють навиками безпечного виконання робіт, пройшли навчання та інструктажі відповідно до вимог.

У зв'язку з тим, що деякі діагностичні прилади, інструмент і обладнання пунктів та пересувних агрегатів технічного обслуговування живляться електричним струмом, вони відповідно до Правил влаштування електроустановок (ПВЕ) належать до категорії електроустановок. Тому майстри діагности (майстри-наладчики), які обслуговують електроустановки та прилади, що від них живляться, відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПВЕ і ПТБ) мають третю кваліфікаційну групу з техніки безпеки для роботи з установками до 1000 В.

Трактористи-машиністи, які беруть участь у технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки разом з майстром-наладчиком, виконують роботу, яку він їм доручає.

Технічне обслуговування в польових умовах виконують у світлий час доби, як виняток допускається проведення його в нічний час двома працівниками за умови достатнього штучного освітлення.

Для технічного обслуговування сільськогосподарських машин в польових умовах вибирається рівна, горизонтальна ділянка з урахуванням вимог пожежної безпеки, особливо під час збирання врожаю зернових культур.

Під'їжджають агрегатом на підготовлений майданчик, гальмують, опускають робочі органи на землю і обов'язково вимикають двигун. В роз'єднаному стані для стійкості тракторів і сільськогосподарських машин підкладають упори. Перед тим, як домкратом підняти машину, під нього підкладають дошку, а потім під раму міцні підставки. Домкрати встановлюють в місцях, позначених на рамі або зазначених в заводській інструкції даної машини.

Для технічного обслуговування використовується тільки справний інструмент, який відповідає вимогам техніки безпеки.

При огляді вузлів, механізмів і окремих деталей перш за все звертається увага на наявність запобіжника, щитків і захисних кожухів на

деталях, що обертаються. Всі передачі надійно огороджують, а на відкидних огороженнях монтують засувки та замки. У машинно-тракторних агрегатах перевіряють стан причіпного пристрою і механізму навіски, отвори причіпної серги трактора і машини.

Після заміни спрацьованих деталей, регулюванні вузлів або механізмів роботу машини перевіряють на холостому ходу. Перед перевіркою прибирають з робочих органів інструмент та інші зайві предмети, подають попереджувальний сигнал і плавно без ривків пускають машину. Перед пуском тракторів або самохідних машин переконуються, що важіль коробки передач знаходиться у положенні “Нейтральне”. Не дозволяється стояти навпроти валів, які обертаються, ланцюгових та пасових передач, розвантажувальних вікон або конвеєрів.

Від’єднують трубопроводи або шланги, а також підтягують кріплення для усунення течі масла в гідравлічній системі тільки при відсутності тиску в системі і опущених на землю начіпних машинах чи робочих органах.

Заправляють трактори і самохідні машини паливом і мастильними матеріалами за допомогою механізованих заправних агрегатів МЗ-3905Т (03-1401И, 03-1401, 03-1362И, 02-1362) на шасі тракторних причепів 2ПТС-4М і 2ПТС-4МЗ-793, При цьому відстань між трактором і заправним агрегатом становить не менше 3 м. Пролите паливо або мастило з деталей машин витирають ганчіркою, а землю перекопують. Під час заправки трактора паливом не курять і не користуються відкритим вогнем. Стежать за справним станом заземлення.

Відкриваючи пробку радіатора, щоб не допустити опіку гарячою парою обличчя і рук, необхідно користуються рукавицями і стоять з навітряного боку, а пробку відкривають поступово.

При використанні закритих систем рідинного охолодження двигунів заливні горловини радіаторів мають бути обладнані кришками, що швидко знімаються і зблоковані з пароповітряними клапанами. Застосування закритих систем рідинного охолодження дозволяє підняти температуру

закипання рідини від 100 до 105°C і вище, завдяки чому значно скорочується витрата рідини на охолодження двигуна.

При підвищенні температури в системі охолодження понад 105 °C і тиску (надлишковому) вище 30—40 кПа (0,3—0,4 ат) паровий клапан, при закритій кришці автоматично відкривається і випускає випари в атмосферу. Якщо ж необхідно відкрити кришку радіатора, то відповідно до вимог безпеки праці, механізатор повинен цю операцію здійснює за два прийоми. Спочатку частково повертають до обмежувального упору (при цьому паровий клапан повністю відкриє доступ для пари від заливної горловини в зливну трубку), коли тиск у внутрішній порожнині радіатора повністю зрівняється з атмосферним знімають кришку повністю. Проте найчастіше в умовах експлуатації дуже часто відкривають кришку з горловини-радіатора за один прийом. В результаті чого з горловини викидається перегріта пара і охолоджена рідина, яка потрапивши на незахищену шкіру рук або обличчя, викликає опіки.

При попаданні дизельного палива на руки механізатора, паливо викликає подразнення шкіри. Щоб запобігти цьому необхідно використовувати профілактичні пасти і мазі, а також мийні та дезинфікуючі засоби.

Перевіряють справність обода, відсутність тріщин, забоїн. Якщо спрацьований протектор, то покришку вибраковуюють.

При заміні деталей необхідно застосовувати знімачі і пристрої, які входять до обладнання пересувної майстерні.

В кабінах тракторів при проведенні технічного обслуговування перевіряють справність склоочисника, який забезпечує чистоту лобового скла, справність замків дверей кабіни, щоб запобігти їх самовільному відкриванню.

При підготовці трактора до роботи в нічний час перевіряють справність електроосвітлення (фар, плафонів, підсвічування панелі контрольно-вимірювальних приладів в кабіні та ін.).

У процесі роботи необхідно періодично очищають радіатор двигуна від пилу й бруду. Продувають його стиснутим повітрям від агрегату технічного



обслуговування або на стаціонарних пунктах технічного обслуговування.

Працюють в захисних окулярах, спрямовуючи потік повітря від себе.

Переконавшись у відсутності людей поблизу, випробовують машину спочатку на холостому ході, а потім під навантаженням, старанно перевіряють гальма і випробовують їх на ході.

Для безпечного з'єднання трактора з начіпним знаряддям під'їжджають заднім ходом так, щоб кульові втулки нижніх тяг розмістилися проти відповідних пальців на рамі машини. За допомогою важеля гідророзподільника підводять втулки до стикання з пальцями, з'єднують кульові шарніри тяг з пальцями машини і зашплінтовують. Якщо тракторний агрегат обладнаний автоматичною зчіпкою, її опускають разом з начіпним механізмом. Трактор подають назад, стежачи, щоб рамка автозчіпки увійшла в замок знаряддя і після включення гідросистеми на "Піднімання" знаряддя приєднують до трактора.

Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя вбік від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік більш як на 15°.

В процесі підготовки до роботи дискових борін і луцильників, перевіряють кріплення, регулюють положення чистиків, змащують підшипники й встановлюють необхідний кут атаки дискових батарей, щільно підтягують і стопорять гайки на осях батарей. Зазор між чистиком і поверхнею диска встановлюють у межах 2—4 мм. Під час регулювання положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, користуються рукавицями. Очищають дискові борони і луцильники спеціальними чистиками.

Забивання зубових борін значно зменшується, якщо зуби скошеними гранями встановити під кутом до напрямку руху агрегату, це сприяє їх самоочищенню.

Перед культивацією полів перевіряють стан культиваторів, кріплення гряділів, штанги, стояків робочих органів і вилок для їх піднімання.

Перед початком польових робіт поле оглядають і при необхідності

підготовляють: засипають рови, ями, видаляють каміння, перешкоди позначають віхами. Біля ярів та крутих схилів встановлюють попереджувальні знаки та відбивають контрольні борозни, а в межах поля для роботи агрегатів – поворотні смуги.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30 - 40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

Переїзд тракторним агрегатом в поле, на місце роботи і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства.

Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову повертають у робоче положення. Якщо під час роботи в польових умовах потрібно замінити леміші плуга чи лапи культиватора, двигун трактора вимикають або від'єднують машину від трактора, а під раму начіпної машини підставляють надійні підставки.

При роботі в умовах надмірної запиленості, під час заправки туковисівних апаратів, а також при заточуванні робочих органів ґрунтообробних машин необхідно користуються захисними окулярами і рукавицями.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на агрегаті сигналу у відповідь. Необхідно стежити, щоб кришки ящиків для зерна й туків у сівалок були щільно закриті, при завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив стоять з навітряного боку, надівши респіратор.

Періодично протягом робочого дня очищають бункери, живильні ковші, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та

інших сторонніх предметів і усувають виявлені несправності. Чистики для очищення сошників мають дерев'яні ручки. Усувають несправності та очищають машину тільки після зупинки агрегату.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Послаблені ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс. Тиск повітря в камерах повинен відповідати заводській інструкції.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками.

Під час грози необхідно зупинити агрегат, вимкнути двигун, а важіль коробки передач встановити у положення “Нейтральне”, зафіксувати гальма, начіпну машину опустити на землю і відійти від трактора на відстань не менше як 15 м.

Протягом світлового дня підготовляють поле до збирання врожаю. Видаляють або позначають віхами перешкоди, розбивають поле на загінки площею не більше, обкошують і прокошують їх, розорюють прокоси та підготовляють поворотні смуги.

Якщо у польових умовах необхідно усунути несправність, то після зупинки комбайна на рівній ділянці поля — вимкнути двигун, а на рульовому колесі вивісити табличку: “Не включати! Працюють люди”. Якщо необхідно вийти з кабіни, комбайн слід зупинити, включити гальма та заглушити двигун.

## 8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Основним показником економічної ефективності кожного прийому обробітку ґрунту, як відомо, є підвищення урожайності сільськогосподарських культур з мінімальними затратами праці і засобів при виконанні всіх технологічних операцій.

Результати досліджень, проведених науково-дослідними організаціями в основних зонах країни, показали, що при вирощуванні сільськогосподарських культур плоскорізний обробіток ґрунту в порівнянні з традиційною полицевою оранкою забезпечує підвищення урожайності зернових до 10 %, просапних культур до 34 % з меншими затратами праці і засобів на виконання цієї операції [8].

Крім того, плоскорізнi знаряддя в порівнянні з традиційними ґрунтообробними знаряддями, які застосовуються для основного обробітку ґрунту, мають значні економічні переваги за експлуатаційними показниками.

При розрахунках економічної ефективності за базову машину приймаємо культиватор-плоскоріз КПП-250А. Вихідні дані для розрахунку зводимо в таблицю 8.1.

Основним техніко-економічним показником роботи агрегату є продуктивність, яка визначається за формулою:

$$W = 0,1 B_p \cdot V \cdot \tau, \quad (8.1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату, м;

$V$  - робоча швидкість, км/год.;

$\tau$  - коефіцієнт використання змінного часу,  $\tau = 0,5-0,95$ . Приймаємо для розрахунків  $\tau = 0,76$ .

Тоді продуктивність серійної машини буде становити:

Таблиця 8.1. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності застосування удосконаленого КПГ-250М

Показники	Базова машина КПГ-250А	Удосконалена КПГ-250М
Маса, кг	475	500
Ширина захвату, м	2,1	2,1
Робоча швидкість, км/год.	До 8	До 10
Агрегується з трактором	Т-150К	Т-150К,Т-150

$$W_c = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 8 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ га/год.}$$

А продуктивність агрегату з новим універсальним знаряддям буде становити

$$W_H = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 10 \cdot 0,76 = 1,6 \text{ га/год.}$$

Енергоємність операції визначається за формулою:

$$F = \frac{N}{W}, \quad (8.2)$$

де  $N$  – потужність двигуна трактора,  $N_{Т-150К} = 121,3$  кВт.

Енергоємність операції, яку виконує серійний агрегат, становить:

$$F_c = \frac{121,3}{1,28} = 94,8 \text{ кВтгод./га.}$$

Енергоємність операції, яку виконує розроблений агрегат, становить:

$$F_H = \frac{121,3}{1,6} = 75,8 \text{ кВтгод./га.}$$

Металоемність операції визначається за формулою:

$$M = \frac{M_M}{W}, \quad (8.3)$$

де  $M_M$  – маса машини, кг.

Для серійної машини металоемність становить:

$$M_c = \frac{475}{1,28} = 371,1 \text{ кг} \cdot \text{год./га}$$

Для розробленого універсального знаряддя металоемність становить:

$$M_n = \frac{500}{1,6} = 312,5 \text{ кг} \cdot \text{год./га.}$$

Затрати праці на чизелювання ґрунту визначаємо за формулою:

$$H = \frac{K}{W}, \quad (8.4)$$

де  $K$  – кількість обслуговуючого персоналу агрегату;

$W$  – продуктивність агрегату за годину.

Затрати праці на чизелювання ґрунту серійним агрегатом становлять:

$$H_c = \frac{1}{1,28} = 0,78 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на обробіток ґрунту агрегатом з розробленим знаряддям становлять:

$$H_n = \frac{1}{1,6} = 0,63 \text{ люд.год./га}$$

Прямі експлуатаційні затрати при проведенні обробітку ґрунту визначаються по формулі:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (8.5)$$

де  $C_o$  – оплата праці з усіма нарахуваннями, грн./га;

$C_a$  – амортизаційні відрахування, грн./га;

$C_p$  – затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

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

Оплата праці механізатору, який працює на агрегаті, нараховується по тарифній сітці за норму виконаної роботи. За 1 га обробленої площі оплата праці становить:

$$C^1_o = \frac{C_T}{W_{\text{ЗМ}}}, \quad (8.6)$$

де  $C_T$  – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{\text{ЗМ}}$  – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті з трактором Т-150К оплата праці по п'ятому розряду тарифної сітки коректується, виходячи з мінімальної заробітної плати 6700 грн. в місяць і становить 291,3 грн. за зміну [18]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C^1_{O.B} = \frac{291,30}{8,96} = 32,51 \text{ грн./га}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт (становить 16,26 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 3,90 грн./га).

І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C^{\text{н}}_{o6} = 32,51 + 16,26 + 3,90 = 52,67 \text{ грн./га}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 10,53 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 26,86 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 52,67 + 10,53 + 26,86 = 90,06 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на тракторі Т-150 і розробленому універсальному знарядді, оплата праці буде проводитися по четвертому розряду тарифної сітки і з коректуванням мінімальної заробітної плати 6700 грн. в місяць за 1 га обробленої площі вона становить:

$$C_{O.H}^1 = \frac{291,30}{11,2} = 26,01 \text{ грн./га}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (13,06 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (3,12 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^н = 26,01 + 13,06 + 3,12 = 42,19 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування (21,52 грн./га) і 20% за класність (становить 8,42 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 42,19 + 21,52 + 8,42 = 72,13 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм відрахувань на знаряддя за формулою:



$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (8.7)$$

де  $S$  – ціна машини, грн.;

$D$  – кількість днів роботи за рік;

$K$  – коефіцієнт змінності.

За нормативами [16] річна норма відрахувань для всіх плугів загального і спеціального призначення становить 15 %. Тоді нарахування на амортизацію для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{6000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 8,96} = 1,86 \text{ грн./га}$$

Для нового універсального знаряддя амортизаційні відрахування будуть становити:

$$C_{ан} = \frac{6100 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 11,2} = 1,51 \text{ грн./га.}$$

Так як норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування така ж сама, як і для амортизаційних відрахувань, то приймаємо ці ж самі значення для відповідних машин.

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot g_{га}, \quad (8.8)$$

де  $C_{п}$  – комплексна ціна 1 кг палива, грн./кг;

$g_{га}$  – витрати палива на 1 га.

$$g_{га} = \frac{G \cdot K}{W} \quad (8.9)$$

$G$  – витрати палива за годину [16] –  $G_{T-150K} = 31,4$  кг/год.

$K$  – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостих поворотах і переїздах, під час зупинок трактора з працюючим двигуном –  $K = 0,92$  [16].

Комплексна ціна палива і мастильних матеріалів залежить від ситуації на ринку, постачальника і інших причин. Приймаємо її  $C_{п} = 52,80$  грн./кг.

$$g_{габ} = \frac{31,4 \cdot 0,92}{1,28} = 22,6 \text{ кг/га};$$

$$g_{ган} = \frac{31,4 \cdot 0,92}{1,6} = 18,1 \text{ кг/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату будуть становити:

$$C_{пмм}^б = 52,8 \cdot 22,6 = 1193,28 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні затрати на роботу нового агрегату будуть складати:

$$C_{пмм}^н = 52,8 \cdot 18,1 = 955,68 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробку ґрунту серійним чизельним плугом будуть становити:

$$C_c = 90,06 + 1,86 + 1,86 + 1193,28 = 1287,06 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробіток ґрунту новим універсальним знаряддям будуть становити:

$$C_n = 72,13 + 1,51 + 1,51 + 955,68 = 1030,83 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні нового універсального знаряддя будуть становити:

$$E = C_c - C_n = 1287,06 - 1030,83 = 256,23 \text{ грн./га.}$$

В відсотках економічний ефект становить:

$$E_n = \frac{256,23 \cdot 100}{1287,06} = 20 \%$$

Таблиця 8.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Серійний агрегат	Новий агрегат
1. Продуктивність агрегату, га/год.	1,28	1,6
2. Питомі витрати палива, кг/га	22,6	18,1
3. Енергоємність, кВт · год./га	75,8	75,8
4. Металоємність, кг · год./га	371,1	312,5
5. Затрати праці, люд.год./га	0,78	0,63
6. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	1287,06	1030,83
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	90,06	72,13
амортизаційні відрахування	1,86	1,51
затрати на ремонт і ТО	1,86	1,51
затрати на ПММ	1193,28	955,68
7. Зниження прямих затрат, грн./га	--	256,23
8. Економічний ефект від додаткової продукції, грн.	--	1417500
9. Річний економічний ефект, грн..	--	1673730
10. Строк окупності затрат, років	--	0,004

Річний економічний ефект за умови впровадження розробки на площі 1000 га буде становити

$$E_p = 256,23 \times 1000 = 256230 \text{ грн.}$$

При впровадженні розробок у виробництво урожайність зернових збільшується до 10%. При урожайності 45 ц/га і при збільшенні урожайності на 7% приріст становить 3,15 ц/га. При закупівельній ціні зерна озимої пшениці в середньому 4500 грн/т з площі 1000 га економічний ефект від додаткової продукції становить:

$$E_d = 0,315 \times 1000 \times 4500 = 1417500 \text{ грн.}$$

Загальний річний економічний ефект при впровадженні розробки становитиме

$$E_z = 1417500 + 256230 = 1673730 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники представлені в таблиці 8.2.

Строк окупності затрат на виготовлення нового універсального знаряддя визначається за формулою:

$$Z_o = \frac{S}{E_p} \quad (8.10)$$

$$Z_o = \frac{6100}{1673730} = 0,004 \text{ роки.}$$

При впровадженні нового багатофункціонального знаряддя зменшується енергоємність процесу, металоємність і прямі експлуатаційні затрати за рахунок зменшення витрат на паливо і мастильні матеріали.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасної ґрунтообробної техніки показує, що в світі і Україні зокрема розроблено і застосовується велика і різноманітна кількість ґрунтообробних машин. Це дозволяє зробити правильний їх вибір в конкретних виробничих умовах для забезпечення високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур.

2. Для умов степової зони України необхідно застосовувати мінімальний обробіток ґрунту з використанням культиваторів-плоскорізів, які мають ряд переваг в порівнянні з традиційним полицевим обробітком, що підтверджується багатьма науковими дослідженнями і виробництвом.

3. Розроблена конструкція універсального ґрунтообробного знаряддя дозволяє використовувати його в агрегаті з трактором класу 3 – Т-150К, Т-150, ДТ-75. При цьому він має досить високі технологічні показники.

4. Розроблені заходи по охороні праці можуть бути використані в господарстві при проведенні інструктажів з техніки безпеки на робочому місці перед початком польових робіт.

5. Доцільність використання розробленого багатофункціонального знаряддя підтверджується річним економічним ефектом, який становить 1673730 грн., а затрати на його виготовлення окупаються протягом першого року експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистичний збірник «Сільське господарство України»: за 2018 рік/ Державний комітет статистики України. – К., 2019. – 400 с.
2. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л.Мельник, С.В.Васильєв, В.О.Олексюк// Агросвіт. - 2015. - №22. - С. 11-17.
3. Маслак О. Прогноз розвитку ринку зерна/ О.Маслак// Агробізнес сьогодні.- №21(292), листопад 2014. С.12-14.
4. Думич В. Докладніше про чизелі /В.Думич// The Ukrainian Farmer, вересень 2014 року.- с.102-104.
5. Тронь М. Сучасна техніка для ґрунтообробки / М.Тронь, І.Кошеленко// Пропозиція, №3. - 2002.- с. 97 – 102.
6. Маслак О. На черзі – пізні культури// Пропозиція. - №9, 2012. - с. 24-29.
7. Тронь М. Сучасна ґрунтообробна техніка/М.Тронь, І.Кошеленко// Пропозиція. - № 8-9. – 2002. – с. 90 – 91.
8. Ясенецький В., Шустик Л. Вітчизняні культиватори// Пропозиція. - № 12, 2005. – с. 100 – 106.
9. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
10. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
11. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. – 384 с.
12. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/

А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

13. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

14. Блідних В.В., Буряков А.С., Свечніков П.Г. Плоскоріжуча лапа// Авторське свідоцтво №1165247. – 07.07.85. Бюл. №25.

15. Кулик А.Г., Кайшева Л.І., Макуха А.І. Ґрунтозахисний робочий орган// Авторське свідоцтво №1664130. – 23.07.91. Бюл. №27.

16. Павлоцький А.С. Робочий орган розпушувача// Авторське свідоцтво №1664126. – 23.07.91. Бюл. №27.

17. Белоногов В.А., Любимов А.І., Нефедов Б.А., Архипов А.С.// Ґрунтообробне знаряддя. Авторське свідоцтво №1461380. – 28.02.89. Бюл. №8.

18. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

19. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

20. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. - Харків, Око. – 2003. – с. 375.

21. Землеробська механіка. Т 3. Аналіз і результати досліджень робочих органів машин для обробітку ґрунту/А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, В.І. Дирда і ін. – Дніпро, Пороги, 2022. – 408 с.

22. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

23. Конарєв Ф.М., Пережогін М.А., Грянїк Т.Н. Охорона праці, М.: Колос, 1982 – 355 с.

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