

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.352:634

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету
_____ Братішко В.В.
«__» _____ 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: "ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ В
КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТАХ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І
СІВБИ"**

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітня програма: Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор техн. наук, професор _____ В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
К.Т.Н., доцент _____ Мартишко В.М.

Виконав

_____ Ростовський А. В.

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка, к.т.н., доцент
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Ростовському Андрію Володимировичу

Спеціальність: 208 Агроінженерія
Освітня програма: Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **"Дослідження дискових робочих органів
в комбінованих агрегатах для обробітку ґрунту і сівби"**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 30 грудня 2022 року

№ 1943 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 24.10.2022 року.

Вихідні дані до магістерської роботи –

- Способи поверневого обробітку ґрунту
- Агротехнічні вимоги до процесу передпосівного обробітку ґрунту
- Конструкції машин і робочих органів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Обґрунтування теми магістерської роботи.
2. Механіко-технологічні передумови удосконалення парового культиватора
3. Теоретичні обґрунтування технологічних та конструктивних параметрів універсального ґрунтообробного агрегату із змінними робочими органами
4. Експериментальні дослідження процесу обробітку ґрунту універсальним культиватором
5. Аналіз економічної ефективності

Дата видачі завдання “ 15 ” січня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ Мартишко В.М.

Завдання прийняв до виконання

_____ Ростовський А. В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 83 сторінках машинописного тексту, 12 таблиць, 18 рисунків і 53 назви використаних літературних джерел.

Ключові слова: *обробіток ґрунту, технології, машини, механізований процес, комбіновані агрегати, культиватори дослідження, удосконалення, критерії оцінювання, рентабельність, ефективність, прибутковість.*

Проаналізовано аналіз систем обробки ґрунту спрямованих на створення найбільш сприятливих умов для розвитку рослин та зниження енерговитрат в технологіях вирощування сільськогосподарських культур України.

1) Проведений аналіз технологій і технічних засобів для передпосівного обробітку ґрунту з метою обґрунтування нового ґрунтообробного робочого органу культиватора.

2) Теоретично обґрунтувати параметри багатофункціонального агрегату зі змінними робочими органами.

3) Експериментально визначити якісні та енергетичні показники ґрунтообробного робочого органу в польових умовах і встановити найбільш значимі показники, що впливають на ефективність процесу.

Проведений попередній розрахунок техніко-економічних показників економічної ефективності універсального ґрунтообробного агрегату із змінними робочими органами.

Запропоновано конструктивно-технологічну схему багатофункціонального агрегату зі змінними робочими органами для тракторів класу 14 і 20 кН, призначеного для здійснення в умовах дрібнотоварних господарств основного безпліщового обробітку ґрунту на глибину 16-25 см зі створенням мульчувального шару та комплексу операцій передпосівного обробітку ґрунту на глибину 5-12 см.

ЗМІСТ

1. АКТУАЛЬНІСТЬ, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	7
1.1. Актуальність теми.....	7
1.2. Обґрунтування теми магістерської роботи.....	12
2. АНАЛІЗ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ З ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	14
2.1. Дисккові робочі органи - як базовий елемент у комбінованих агрегатах для обробітку ґрунту та сівби.....	14
2.2. Аналіз конструктивних схем ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами.....	19
3. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ЗІ ЗМІННИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	32
3.1. Прогнозування технологічних параметрів дискових робочих органів на етапі проектування.....	32
3.2. Обґрунтування технологічної схеми.....	36
3.3. Відстань між плоскоріжучими лапами і дисковою секцією.....	48
3.4. Відстань між дисковою секцією і прикочувальним когком.....	50
3.5. Ширина захвату багатофункціонального ґрунтообробного агрегату.....	54
3.6. Тяговий опір дискової секції і плоскоріжучих лап.....	54
4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	59
4.1. Програма і методика проведення польових досліджень.....	59
4.2. Результати польових досліджень.....	62
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ШИРИНИ ЗАХВАТУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО АГРЕГАТУ.....	69
ВИСНОВКИ.....	76
СМІСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
ДОДАТОК.....	83

ВСТУП

Основними завданнями обробітку ґрунту є оптимізація фракційного складу ґрунту, регулювання водно-повітряного, теплового та поживного балансу, створення сприятливих для розвитку культурних рослин, зниження негативних наслідків водної та вітрової ерозії, а також водної та вітрової ерозії ґрунту.

Вибір системи обробітку ґрунту час вирощування сільськогосподарських культур безпосередньо залежить від ґрунтових і кліматичних умов сільськогосподарського виробництва, а також від його рівня інтенсифікації [1, с. 93-114].

Для природно-кліматичних умов лісостепу України, доцільним є застосування комбінованої системи обробітку ґрунту, яка передбачає чергування безплідного і відвального обробітку ґрунту. Частота та послідовність зміни виду обробітку залежить від прийнятої співвідношення засміченості ріллі бур'янами тощо. [2; 3, 4].

Сучасні завдання підвищення ефективності обробітку ґрунту також неодмінно включають зниження енергетичних і трудових затрат [5].

Найважливішим напрямом у цьому аспекті є поєднання технологічних операцій, яке раціонально застосовувати за доповнення плоскорізного обробітку, як виду основного обробітку ґрунту, операціями з розпушування верхнього шару ґрунту, а також у разі одноразового виконання завершеного комплексу операцій передпосівного обробітку [6]. При цьому суміщення операцій, крім виконання основного завдання, істотно знижує енергетичні і трудові витрати на проведення обробітку ґрунту, підвищує його якість, дає змогу раціональніше використовувати капіталовкладення.

Широче застосування оранки в комбінованій системі основного обробітку ґрунту зумовлює використання традиційних прийомів передпосівного обробітку ґрунту, що включає послідовне виконання

весняного боронування, дискування або культивуації зябу і коткування, а також культивуацію чистих парів. До їхніх недоліків слід віднести високий рівень енергетичних витрат і трудомісткість, необхідність наявності значної номенклатури технічних засобів, що можливо мінімізувати шляхом виконання всього комплексу даних технологічних операцій багатofункціональними комбінованими агрегатами.

Вибір раціонального поєднання технологічних операцій визначається таким чином:

1) дотримання оптимальних агрономічних строків проведення операцій і зменшення залежності якості обробітку ґрунту від метеорологічних умов;

2) зменшення переушільнення ґрунту через негативного впливу ходових систем МТА за рахунок скорочення числа технологічних ходів;

3) можливість використання енергонасичених тракторів на дрібноконтурних полях із нерівним рельєфом за рахунок їх повнішого завантаження.

З огляду на вказане, можна зробити висновок про актуальність розроблення адаптованого до агрокліматичних умов лісостепової частини

України багатofункціонального ґрунтообробного агрегату для тракторів класу 14 і 20 кН, призначеного для здійснення основного безполицевого обробітку ґрунту на глибину 16-25 см зі створенням мульчувального шару і передіосівного обробітку ґрунту на глибину 5-12 см. Його застосування дасть

змогу більш раціонально та комплексно використовувати енергоресурси та фінанси, зменшити шкідливий вплив проходів тракторів і сільськогосподарських машин на структуру і пильність ґрунту, збільшити продуктивність праці, знизити собівартість продукції за збереження її якості, зменшити витрати на виробництво сільськогосподарських культур.

Мета роботи. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми та основних параметрів багатofункціонального агрегату зі змінними робочими органами, здатного виконувати основний безполицевий обробіток ґрунту зі

створенням мульчувального шару та комплекс операцій передпосівного обробітку ґрунту.

НУВІП України

1. АКТУАЛЬНІСТЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

НУВІП України

Дискові знаряддя застосовують для різних систем обробітку ґрунту, як традиційних так і новітніх. Їх використання дозволяє досягати такі результати:

НУВІП України

якісний обробіток ґрунту на глибину 4-18 см;
рівномірний розподіл добрив та рослинних добрив по земельній ділянці та по всій оброблюваній глибині ґрунту;

НУВІП України

збільшення показників вологопоглинання ґрунтом, що сприяє активнішому зростанню культур, які будуть тут висаджені згодом;
зменшення ерозії ґрунту;
надання ґрунту однорідної структури без великих грудок, що також позитивно впливає на зростання та плодоношення культур;

НУВІП України

ефективне вирівнювання рельєфу поля.



НУВІП України

Дискові борони можна застосовувати при мінімальній, консервуючій та традиційній обробітку ґрунту. У будь-якому випадку вони виявлятимуть

максимально високу ефективність, дозволять впоратися з поставленими завданнями.

Конструктивні особливості дискових борін. Головні особливості сучасних борін полягають в наступному:

використання підшипників високої якості забезпечує можливість експлуатувати обладнання до повного зношування диска без необхідності розбирання підшипникового вузла;

зменшений крок між дисками сприяє продовженню терміну їхньої справної служби та підвищенню якості обробки ґрунту;

збільшений радіус катка суттєво знижує ризики його забивання; для під'єднання до трактора в обладнанні передбачено два отвори. Це дозволяє використовувати борони із великою кількістю різних моделей сільськогосподарської техніки;

цілісна конструкція кронштейнів кріплення та регулювання положення катка сприяє зниженню навантаження на балку основної рами, забезпечує більш тривалий термін її служби;

покриття антикорозійною фарбою робить обладнання стійким до різних негативних факторів довкілля.

Дискові ґрунтообробні знаряддя отримали широке розповсюдження в сучасних агротехнологіях і машинобудівні заводи пропонують все ширші та різноманітніші за конструкціями та типами робочих органів модельні ряди таких машин. Тому саме тип та конструкція дискових робочих органів є визначальним фактором при виборі конкретної моделі дискової борони під виконання конкретних технологічних операцій. В статті наведені узагальнені тенденції розвитку дискових знарядь. Запропонований комплексний критерій оцінки якості їх роботи та експериментально визначена агротехнічна ефективність на підставі показника адаптованості типу робочого органу до роботи на полі із значною кількістю рослинних решток.

Взагалі дискові борони мають різне технічне виконання, що дає змогу їм виконувати різні операції з обробітку ґрунту. Навіть можна сказати, що

спостерігається деяка тенденція до витіснення з ринку таких знарядь, як культиватори для виконання передвисівного ґрунтообробітку.

Дискові борони застосовують для луцнення стерні, обробітку зябу, культивування ґрунту перед висівом, подрібнення поживних решток рослин (особливо товстостеблових) і боротьби з бур'янами, а також для вирівнювання рельєфу поля. Особливо інтенсивно дискові агрегати використовують за технології мінімального обробітку ґрунту.

Інтенсивне застосування дискових борін також пов'язане зі специфікою вирощування агрокультур. Ні для кого не секрет, що сьогодні в Україні значно збільшилися площі під технічними культурами, після збирання яких на полях залишається велика кількість поживних решток, які потрібно загорнути в ґрунт. До таких культур, передусім, слід віднести кукурудзу. Крім того, також є потреба в загортанні в ґрунт сидеральних культур перед обробітком поля, яке не культивувалося досить тривалий час.

Робочий орган такого знаряддя — сталевий диск із загостреною різальною крайкою. Диски в різних виробників, та навіть в одного й того самого, можуть бути виготовлені в багатьох варіаціях: різної форми — сферичної, конусної тощо; бути суцільними або мати різноманітні вирізи по краях; встановлюватися на індивідуальних стійках або на суцільному валу (дискові батареї).

Кожен виробник має свої технологічні секрети щодо виробництва дискових борін, які стосуються, зокрема, використання дисків різної форми та діаметра, їхнього розташування на рамі (кути встановлення, відстань між дисками в ряду, кількість рядів), що дає змогу забезпечити відмінний обробіток ґрунту, зменшити тягове зусилля трактора, підвищити продуктивність тощо. Попит вітчизняних аграріїв до цих машин стимулює їхню пропозицію — виробники техніки пропонують все більші й більші машини, щоб підвищити продуктивність праці, знизити енергозатрати на виконання одиниці роботи та збільшити її ефективність у цілому.

Проте поряд із зазначеними вище перевагами, які пропонують широкозахватні машини, є також і недоліки їхнього використання. Основним, як би парадоксально це не звучало, є велика ширина захвату. Адже що більша машина, то складніше проконтролювати її роботу по всій робочій ширині.

Особливо актуальне питання щодо забезпечення контролю роботи машини під час виконання відповідальних технічних робіт, таких як, скажімо, передвисівний обробіток ґрунту або лушення стерні, які потребують чіткого дотримання глибини обробітку. Втім, на ринку вже є широкозахватні агрегати, які перетворили цей недолік на велику перевагу.

Тенденцією, яка спостерігається і прогресує в останні роки є мінімізація затрат в технологіях виробництва сільськогосподарських культур та широке розповсюдження спрощених, поверхневих систем основного обробітку ґрунту [1]. Це, з однієї сторони, визвано значним зростанням цін на паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива та інші матеріальні ресурси, а з другої, створенням нових робочих органів сільськогосподарських знарядь, які дозволяють за один прохід агрегату обробити ґрунт з необхідними показниками якості.

В цілому, таке поєднання сучасних конструкцій сільськогосподарських агрегатів в нових технологічних прийомах з обробітку ґрунту дозволяє забезпечити рентабельне, стабільне виробництво основних видів сільськогосподарської продукції. В той же час, не завжди вирішеним питанням є збереження родючості ґрунту та підвищення врожайності вирощуваних культур.

Одним із перспективних шляхів в цьому напрямку є використання давно відомого технологічного прийому, а саме заробка в ґрунт рослинних решток після збору врожаю та сидеральних посівів. В той же час, необхідно вирішити цілий ряд завдань, виконання яких ускладнюється наявністю значної кількості рослинних решток (маса до 40 т/га, висота 40-50 см і т.д.), по якісній підготовці ґрунту до посіву, а саме рівномірно подрізати та розподілити рослинні рештки; забезпечити хороше мульчування ґрунту, низьку

гребенистість його поверхні та вирівняність дна борозни при високій продуктивності агрегату та незначних затратах енергії [3]. Саме ці перераховані показники і вибрані нами, як основні параметри, що характеризують якість роботи різних типів робочих органів при поверхневому обробітку ґрунту.

Як свідчать результати оцінки якості роботи різних типів робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту всі вони, на перший погляд, мають близькі показники якості виконання технологічного процесу. В той же час є значні відхилення в їх кількісних значеннях, які суттєво можуть впливати на стабільність посіву та роботу сучасних посівних агрегатів.

За результатами визначення показників якості роботи ґрунтообробних робочих органів виконана результуюча бальна оцінка. Визначено показник адаптованості кожного робочого органу для поверхневого обробітку ґрунту за значної наявності рослинних решток, який обраховано, як відношення сумарної кількості балів до максимально-можливої і представлений у відсотках.

За показниками якості кришення ґрунту (найвищий бал) слід надати перевагу сучасним дисковим агрегатам з елементами кріплення з зовнішньої сторони сфери диска, встановлених на пружинних підвісках, що забезпечують коливання (вібрацію) диска в широких поздовжніх та поперечних діапазонах. Якісне кришення ґрунту забезпечує також лаповий робочий орган, але при цьому він працює при дещо більшій глибині обробітку ґрунту (більше 20см), що позитивно відображається на кришенні пласта ґрунту та додатково дозволяє обробити кореневмісні горизонти ґрунту.

За повнотою загортання рослинних решток практично всі дискові агрегати знаходяться на одному середньому рівні (оцінений бал 0,75). Лаповий культиватор навіть при високих робочих швидкостях (більше 9 км/год.) не в змозі забезпечити якісну заробку рослинних решток (більше 60%) за значної їх кількості на поверхні

По показнику вирівняності нижнього обробленого горизонту ґрунту (гребенистість дна борозни) є робочі органи, що кріпляться до рами за допомогою пружних стійок, які забезпечують їх вібрацію при виникненні неоднорідностей в обробленому шарі ґрунту та русі агрегату по полю.

Кращу вирівняність поверхні поля забезпечують, уже відмічені по передніх показниках, два сучасних дискових агрегати, які мають пружинну підвіску диска, жорстко встановлений кут атаки та крену диска і кріплення диска до стійки виконано або повністю або частково з зовнішньої сторони сфери.

Таким чином за загальною бальною оцінкою: нові сучасні конструкції лапових мульчуючих культиваторів за якістю поверхневого обробітку ґрунту не можуть конкурувати з дисковими робочими органами (показники адаптованості 70%). Такі агрегати можна лише частково рекомендувати для поверхневого обробітку ґрунту, але їх використання є доцільне при комплексному диференційованому обробітку ґрунту (мілкий-середній-глибокий), який реалізується за допомогою наведених знарядь.

— класичні дискові борони, як з кріпленням дисків на одній батареї так і при паралельному двохрядному їх розміщенні на окремій стійці забезпечують середню якість поверхневого обробітку ґрунту, за наявності рослинних решток на поверхні (адаптованість 81 та 75%), але в той же час є універсальним знаряддям так як можуть забезпечувати обробіток ґрунту на глибину до 15-20 см;

— найвищу якість поверхневого обробітку ґрунту, за наявності значної кількості рослинних решток на поверхні ґрунту, забезпечують два типи сучасних дискових агрегати, що пропонуються машинобудівниками останні 10-15 років. Відповідно сільськогосподарські знаряддя обладнані такими робочими органами фірми Лемкен (Германія) та фірми Велес Агро (Україна) є найбільш адаптованими до таких умов роботи — коефіцієнт адаптації більше 90%.

НУБІП України

1.2 Обґрунтування теми магістерської роботи

Запропоновано конструктивно-технологічну схему

багатофункціонального агрегату зі змінними робочими органами для тракторів класу 14 і 20 кН, призначеного для здійснення в умовах дрібнотоварних господарств основного безпліщового обробітку ґрунту на глибину 16-25 см зі створенням мульчувального шару та комплексу операцій передпосівного обробітку ґрунту на глибину 5-12 см. Для швидкої адаптації ґрунтообробного агрегату до зміни умов експлуатації розроблено нові способи регулювання кута атаки дискових секцій, ширини захвату агрегату та кута вхідження плоскорізючих лап у ґрунт.

Практикою визначено мінімально допустимі відстані між рядами робочих органів ґрунтообробного агрегату: від плоскорізних лап до дисків секції не менше 0,55 метра, від дисків секції до котка не менше 0,45 метра. На підставі теоретично й експериментально визначених тягових опорів робочих органів обчислено раціональну ширину захвату агрегату з робочими органами для основного обробітку ґрунту, що дорівнює 2,2-2,3 метра.

Експериментально вивчено вплив розміщення плоскорізючих лап за схемою "прямого" і "зворотного" клина на тяговий опір плоскоріза. Виявлено, що в діапазоні середніх робочих швидкостей відмінність у тяговому опорі перебуває в межах помилки дослідів: для "прямого" клина – $F_{Пл} = 7,05$ кН, для "зворотного" клина – $F_{Пл} = 7,12$ кН.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2. АНАЛІЗ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТОБРОБНИХ

АГРЕГАТИВ З ДИСКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

НУБІП України

2.1. Дискові робочі органи - як базовий елемент у комбінованих агрегатах для обробки ґрунту та сівби

Комбіновані ґрунтообробні та посівні агрегати являють собою складні інженерні конструкції. До них висувуються підвищені вимоги, оскільки за один прохід вони виконують кілька операцій, забезпечуючи при цьому умови для отримання сходів і розвитку рослин.

Розроблення комбінованих агрегатів має базуватися на всебічному дослідженні технології обробки ґрунту та сівби, з обґрунтуванням можливості та необхідності поєднання двох і більше технологічних операцій або об'єднання кількох робочих органів в одному агрегаті для більш якісного виконання однієї технологічної операції за один прохід машинотракторного агрегату. При цьому необхідно врахувати природно-кліматичні умови зони, фізико-механічні характеристики ґрунту, біологію культури, а також вихідні агротехнічні вимоги.

Новий технологічний процес, що закладається в комбіновану машину, має не просто копіювати елементарні операції, з яких він і складається, або становити їхню просту суму, а являти собою якісно новий процес, за якого агротехнічні вимоги, які пред'являють до нього, мають виконуватися якісніше та з високими техніко-економічними показниками.

Як у нашій країні, так і за кордоном визначилися три основні напрямки конструктивного виконання комбінованих агрегатів:

— з випущених навісних або причіпних ґрунтообробних знарядь чи сівалок за допомогою зчіпок складають різні агрегати;

на рамі єдиної машини монтують ґрунтообробні, посівні робочі органи та іншу допоміжну апаратуру; на базі фрез і культиваторів встановлюють висіваччі апарати у вигляді окремого пристосування або на базі посівних машин встановлюють ґрунтообробні робочі органи.

Найбільшого поширення набули більш ефективні спеціальні комбіновані агрегати, в яких використовуються стандартні робочі органи культиваторів, плоскорізів, посівних машин, дискових борін і лушпильників. Іноді такі агрегати мають певну кількість змінних робочих органів для виконання різних варіантів обробки ґрунту, допустимих у даній зоні.

Тут, з огляду на загальну спрямованість даної проблеми, пов'язаної з технологічним проектуванням дискових борін і лушпильників та їхніх робочих органів, доцільно розглянути комбіновані агрегати, складені з різних робочих органів на загальній рамі, зокрема й зі сферичних і плоских дисків. Аналіз комбінованих агрегатів показує, що найбільшого поширення набули ротаційні плоскі та сферичні диски в ґрунтообробних агрегатах у підготовці ґрунту на глибину 8...14 см під висівання озимих колосових культур після просапних попередників, в агрегатах для розушільнення ґрунту, а також у ґрунтообробних

- посівних агрегатах

Комбінований ґрунтообробний агрегат АКП-2,5 (рис. 1.1) призначений для пошарового обробки ґрунту під озимі колосові культури без обороту пласта. Під час роботи агрегату робочі органи дискових батарей 1,2 розпушують шар ґрунту на глибину 6...8 см. Плоскоріжучі робочі органи 3 слідом за ними підрізають і кришать ґрунт на глибину до 12 см, а також знищують бур'яни, що залишилися. Борона-волокуша 5 вирівнює ґрунт, каток 4 кришить брили і ущільнює ґрунт до необхідної щільності. Найбільшого ефекту цей агрегат досягає в посушливі роки після збирання просапних культур - кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків тощо.

Комбінований ґрунтообробний агрегат АПК-6 являє собою неслідове розташування дискових батарей 1, плоскоріжучих лоп 5, вирівнювача 6, 7 і

катків 8 (рис. 1.2). Під час роботи агрегату дискові секції подрібнюють поживні рештки та кришають верхній шар ґрунту.

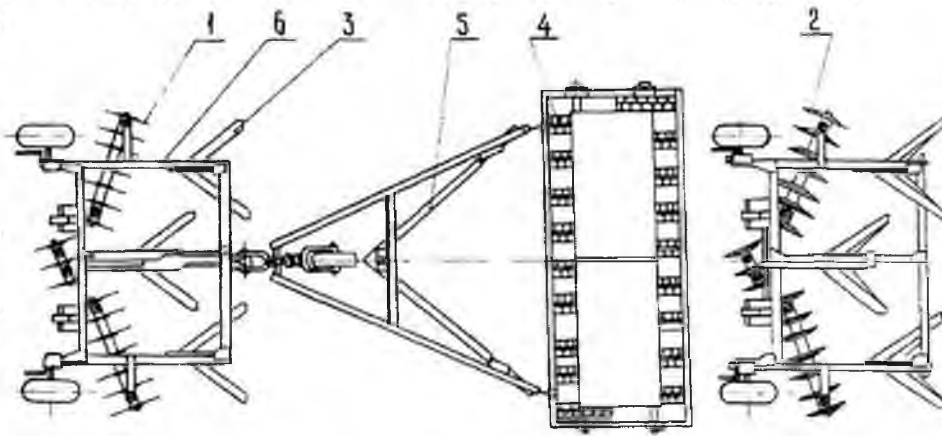


Рис. 1.1 - Комбінований агрегат АКП-1,5: 1,2 - дискові батареї; 3 - плоскоріжучі робочі органи; 4 - коток; 5 - борона-волокуша

Плоскоріжучі лапи підрізають бур'янисту рослинність і розпушують нижній шар ґрунту. Вирівнювач розрівнює гребінь, утворений дисковими знаряддями посередні агрегату, а коток додатково розбиває грудки ґрунту, що залишилися, і ущільнює ґрунт.

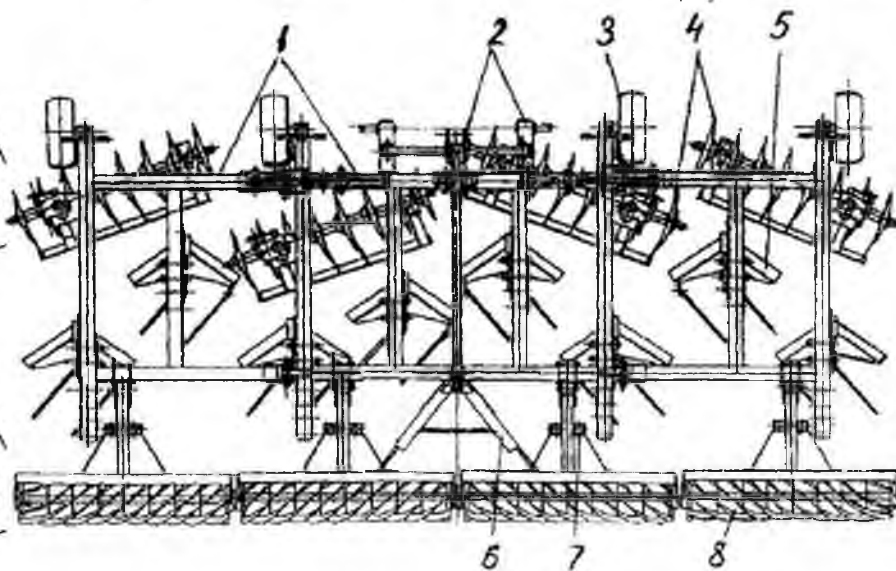


Рис. 1.2 - Комбінований агрегат АПК-6: 1,4 - батареї сферичних дисків; 2 - навісна система; 3 - опорні колеса; 5 - плоскоріжучі лапи; 6,7 - вирівнювачі; 8 - коток

Більшість відомих комбінованих агрегатів із робочими органами пасивної дії складаються з одного ряду дискових батарей і плоскорізів, за якими вже йдуть дроблячі робочі органи на кшталт котків різної конструкції. При цьому агрегати відрізняються найчастіше діаметром дисків, шириною захоплення плоскорізів і конструкцією дроблячих і прикочувальних робочих органів. Однак, як засвідчили численні дослідження, ці агрегати в окремі посушливі роки за умов підвищеної твердості ґрунту та наявності на поверхні ґрунту значної кількості пожнивних решток не забезпечують необхідної якості обробітку ґрунту. Глибина обробітку ґрунту в таких умовах сильно варіює і становить насамперед 5...6 см. Ступінь подрібнення ґрунту становить 40...50 %, що не відповідає агротехнічним вимогам.

У всіх агрегатів однослідним обробітком дисковими боронами ступінь подрібнення рослинних решток нижчий від необхідної величини. Це може призводити до виглиблення під час наїзду дискового сошника на стебло, що лежить зверху. Водночас ступінь подрібнення рослинних решток у серійної дискової борони БДТ-3 значно вищий за умови, що заглиблення її робочих органів більше, ніж величина вирізу диска за радіусом. Отже, в технологічну схему агрегату необхідно вводити дискові батареї в два сліди.

Якщо в складі агрегату відсутні плоскорізи, під час роботи на твердих ґрунтах дискові робочі органи мало заглиблюються в ґрунт і через це не опрацьовується ґрунт у міждисковому просторі. Це призводить до огріхів. Тому введення в структуру агрегату плоскоріза, що підрізає всі бур'яни на всю ширину захвату агрегату й обробляє ґрунт на задану глибину, необхідне.

Після проходу основних робочих органів (дискових батарей і плоскорізів) на поверхні ґрунту залишаються брили понад 30 мм, які необхідно додатково кришити. Для цього і для коткування розпушеного ґрунту, а також вирівнювання його поверхні в технологічну схему агрегату необхідно вводити кільчасті-шпорові котки або інші подрібнювальні та коткові пристрої.

Загалом технологічна схема агрегату представлена на рисунку 1.3. Вона передбачає використання принципу пошарового обробітку ґрунту і включає два

ряди дискових батарей із вирізними дисками 1, плоскоріжучі робочі органи 2 і кільчасто-шпоровий коток 3. Дискові та плоскоріжучі робочі органи розміщені на рамі агрегату на різних рівнях за глибиною обробітку зі зміщенням кожного наступного ряду за висотою, тобто весь оброблюваний шар ґрунту 8... 12 см ділиться на три яруси. Причому, другий ряд дискових батарей установлено із зсувом відносно першого ряду на величину h_2 , а плоскорізи відносно другого ряду батарей на величину h_1 і знаходяться на заданій глибині обробітку "а". Такою схемою розстановки переслідується мета отримання кращої якості подрібнення ґрунту. У технологіях мінімального та нульового обробітку ґрунту значного поширення набули комбіновані агрегати для обробітку ґрунту та висівання, в яких ротаційні дискові робочі органи відіграють роль головного робочого органа.

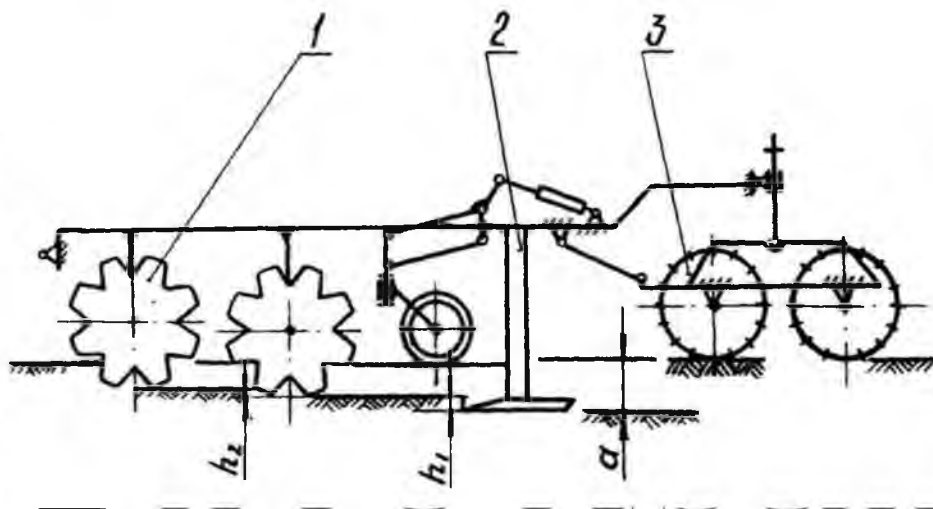


Рис. 1. 3. - Технологічна схема комбінованого ґрунтообробного агрегату:

1 - дискова батарея; 2 - плоскоріжучі робочі органи; кільчато-шпоровий коток

Умови роботи комбінованих агрегатів за мінімального обробітку ґрунту, особливо за прямого посіву, насамперед характеризуються наявністю на поверхні ґрунту пожнивних решток і підвищеною твердістю ґрунту. У таких важких умовах загортальні робочі органи звичайних кукурудзяних сівалок практично не здатні виконувати технологічний процес. Тому основним завданням під час розроблення комбінованих агрегатів для посіву за системою

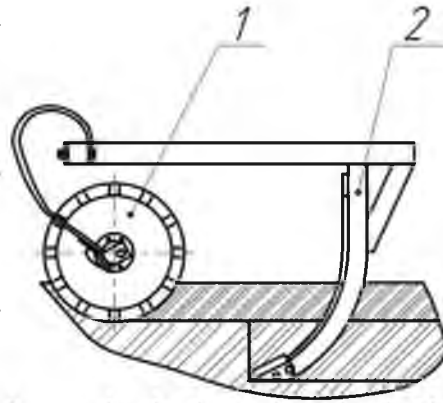
мінімального обробітку ґрунту за наявності на поверхні пожнивних решток є розроблення нових робочих органів, які забезпечують висів насіння в повній відповідності з агротехнічними вимогами. Розробку комбінованих агрегатів для висіву просапних культур уперше було розпочато у США в 1930 р. після сильних пилових бур, що були названі "пиловим котлованом". Згодом такими розробками почали займатися і в багатьох інших країнах і нині вже запропоновано безліч агрегатів. У нашій же країні й понині цей напрямок робіт у сільськогосподарському машинобудуванні через різні причини не знайшов належної уваги. Незважаючи на велику кількість комбінованих агрегатів, принципи підходу під час вибору їхньої конструктивної та технологічної схеми і, особливо робочих органів, загальні для всіх, і тільки аналіз найхарактерніших із них допоможе вибрати правильний варіант для певних ґрунтово-кліматичних умов.

У більшості сучасних комбінованих агрегатів як елемент конструктивно-технологічної схеми ротаційні дискові робочі органи трапляються в 3 варіантах виконання: однорядний ґрунтообробний орган, призначений для часткового розпушення ґрунту, розрізання та перемішування пожнивних решток і добрив із ґрунтом; дворядний ґрунтообробний орган, призначений для ретельного розпушення, розрізання та перемішування рослинних решток із ґрунтом, а також вирівнювання поверхні; похилі ввігнуті диски, призначені для розпушування ґрунту та перемішування рослинних решток з ґрунтом, а також для вирівнювання поверхні; похилі ввігнуті диски, призначені для розпушування ґрунту.

2.2. Аналіз конструктивних схем ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами

Навісний щільвач Salfrod серії 9200 (рис.1.4) призначений для руйнування ущільненого шару ґрунту, за умови збереження його структури та профілю.

НУБІП України



НУБІП України

Рис. 1.4 - Навісний щіловач Salfrod серії 9200: 1 - дискові культери, 2 - стійки щіловача

стійки щіловача

НУБІП України

Передні дискові культери 1 розрізають поживні рештки та запобігають забиванню. Стійки щіловача розпушують ґрунт без зміни його структури на глибину до 45 см.

Глибокорушувач Salfrod серії 9700 (рис. 1.5) призначений для

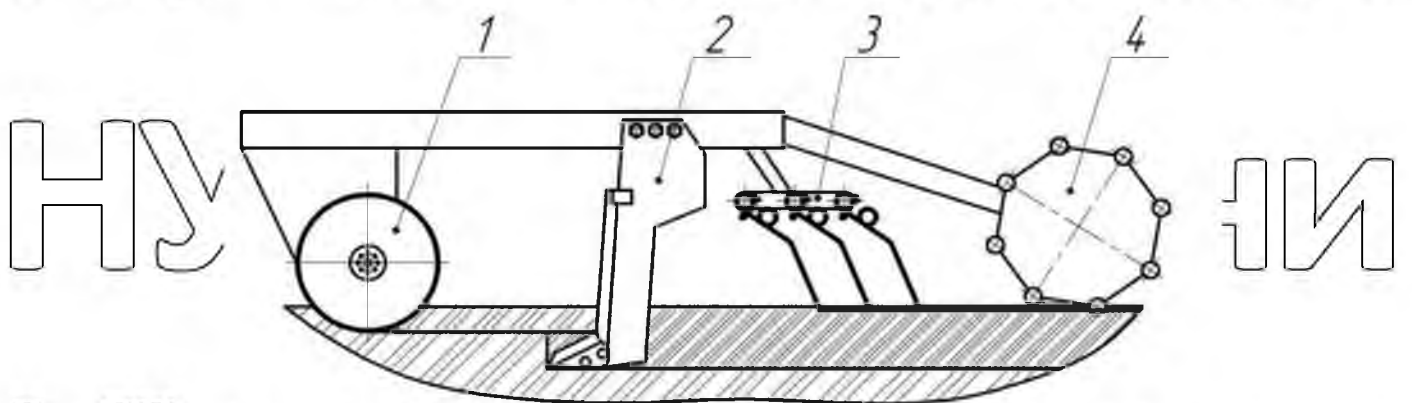
НУБІП України

глибокого безплідневого обробки ґрунту. За один прохід ряд батарей дисків 1 розрізає поживні рештки і розпушує ґрунт, що полегшує проходження решток і запобігає забиванню. Стійки корушувача розпушують ґрунт

рівномірно по всьому профілю на глибину до 35 см. В остаточній стадії

НУБІП України

трирядна борона 4 і коток 5 розбивають грудки, плющують поживні рештки, кондиціонують і вирівнюють ґрунт. Як дискові робочі органи використано плоскі диски.



НУБІП України

Рис.1.5 - Глибокорозпушувач Salfrod серії 9700: 1 - батареї плоских дисків; 2 - розпушувальні лаги; 3 - трирядна борова; 4 - скаток

Лушильник Discorak фірми "Gregoire Besson" (рис.1.6) випускається у навісному та напівнавісному варіанті. Дисккові робочі органи лушильника виконані на спарених стійках. Під час роботи лушильника передні диски 1 в один слід розрізають поживні рештки, розпушують ґрунт і перемішують його з поживними рештками. За дисками розташований в один ряд штригель 2, який розбиває і спрямовує грудки, а також решту поживних решток на другий ряд дисків.

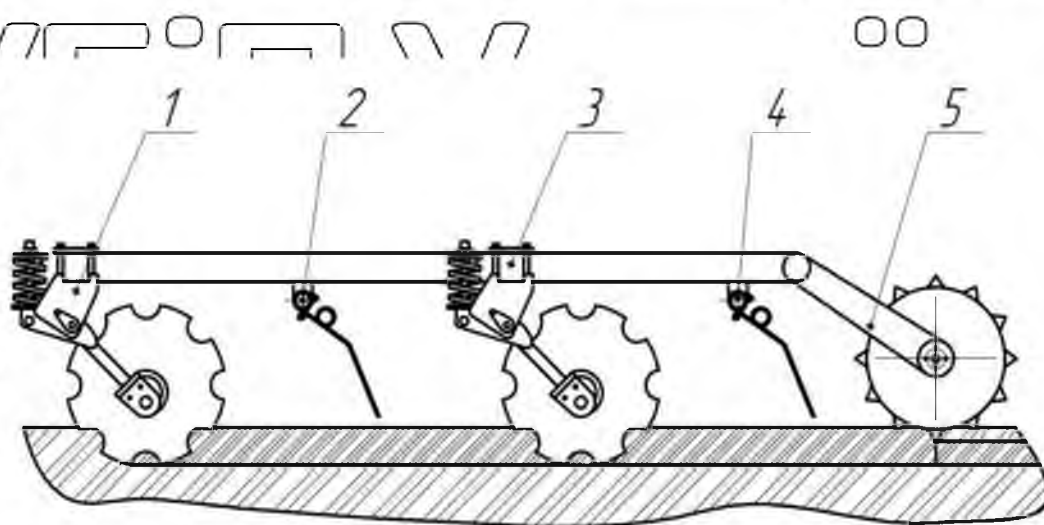


Рис.1.6 - Лушильник Discorak фірми "Gregoire Besson": 1,3 - дисккові робочі органи; 2,4 - штригель; 5 - коток

Другий ряд дисків 3 здійснює повторне розпушування і перемішування ґрунту. За другим рядом дисків розташований ще один ряд штригеля 4, який здійснює боронування і розподіл ґрунту. На завершальному етапі обробітку коток 5 виконує вирівнювання ґрунту, дроблення грудок і зворотне ущільнення ґрунту, що забезпечує добру схожість насіння зернових, втраченого під час збирання, і насіння бур'янів. Під час подальшого обробітку сходи знищуються механічними та хімічними способами. Відмінною особливістю цієї конструкції можна виділити те, що дисккові робочі органи мають різний розмір, який

чергується, що дає змогу більш ефективно проводити розпушування ґрунту, і сприяє меншому засиванню робочих органів поживними залишками.

Глибокорозпушувачі Helios фірми "Gregoire Besson" фірми Hatzenbichler, Diablo фірми Gaspardo (рис.1.7) призначені для глибокого безполицевого обробітку ґрунту на відвальних та безполицевих фонах.

Застосовується для поліпшення водо-повітряного режиму кореневого шару ґрунту, що запобігає розвитку ерозії ґрунту і сприяє накопиченню вологи та підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

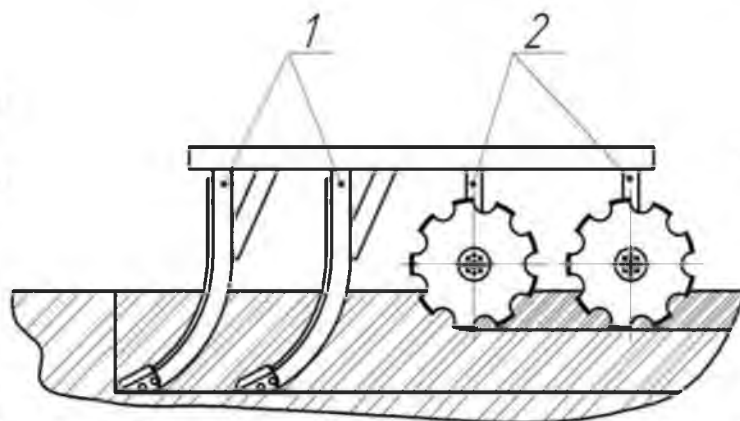


Рис.1.7 - Глибокорозпушувач Helios фірми "Gregoire Besson" фірми Hatzenbichler, Diablo фірми Gaspardo: 1 - глибокорозпушувачі; 2 - дискові батареї

У процесі роботи розпушувальні лапи 1 розрізають ґрунт до 50...60 см. Сійки залежно від технології обробітку ґрунту можуть обладнуватися долотоподібними лапами для смугового розпушування або наральниками для суцільного розпушування. Після розпушування відбувається двома рядами дискових батарей 2, які розбивають грудки, перерізають і перемішують поживні рештки та вирівнюють ґрунт. У процесі роботи дискові батареї використовуються для регулювання робочого заглиблення. Відмінною

особливістю глибокорозпушувача Дельта фірми Hatzenbichler є те, що другий ряд розпушувальних лап можна замінювати на стрілочасті лапи, які дають змогу вести стерньовий обробіток на глибину до 35 см, а також установа

пневматичної чи механічної сівалки-розкидачі або системи внесення добрива під лапи другого ряду.

Глибокорозпушувач Salfrod серії DRH9800 (рис. 1.8) призначений для глибокого безполицевого обробітку ґрунту. Два ряди дисків 1 розрізають рослинні рештки, змішують їх із землею та вирівнюють поверхню. Диски встановлені на індивідуальних стійках, що дає змогу працювати за великої кількості пожнивних решток. Підрама дисків регулюється за висотою гідравлічною системою. Стійки щілинника 2 розпушують ґрунт без зміни його структури на глибину до 41 см. Проміжні або ділильні стійки 3 розташовані позаду і призначені для розпушення ґрунту в проміжках між основними стійками. Оскільки ґрунт уже частково розпушений, проміжні стійки обробляють ґрунт на глибину до 28 см, що є більш економічним рішенням. Обробіток ґрунту завершує трирядна борона 4 і коток 5, які розбивають грудки, площать пожнивні рештки та вирівнюють ґрунтовий фон.

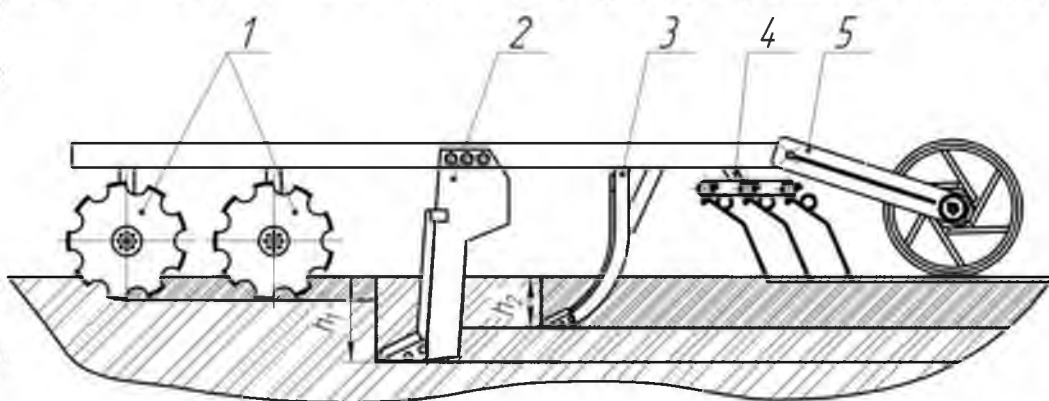


Рис. 1.8 - Глибокорозпушувач Salfrod серії DRH9800: 1 - дискові робочі органи; 2 - лапа щілювача; 3 - лапа чизеля; 4 - трирядна борона; 5 - коток

Комбінований дискокультиватор АДК фірми "Техмаш" (рис.1.9)

призначено для одночасного проведення основного та передпосівного обробітку ґрунту. Дискокультиватор може застосовуватися тільки для основного обробітку. Комбінований дискокультиватор складається з двох рядів сферичних дисків 1 на індивідуальних стійках, які здійснюють вирівнювання і

розпушування ґрунту, подрібнення і перемішування поживних залишків на глибину до 25 см. Пружинна борона 2 здійснює подрібнення грудок ґрунту. Стрілчасті лапи 3 проводять подальше розпушування ґрунту і перемішування поживних залишків на глибині до 10 см. Прикочувальний коток 4 здійснює плющення і ущільнення для контакту поживних залишків із ґрунтом, а також дроблення грудок. Трирядна пружинна борона 5 здійснює розпушування для кращого прогрівання ґрунту і запобігання утворенню поверхневої кірки.

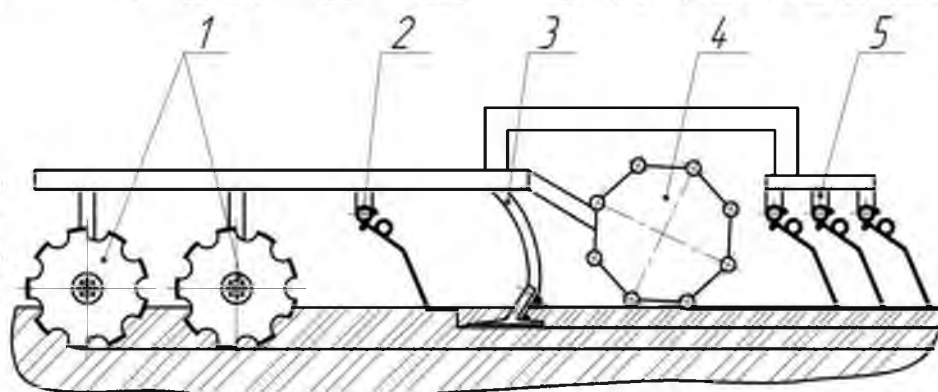


Рис. 1.9 - Комбінований дискокультиватор АДК фірми "Техмаш": 1 - сферичні диски; 2 - пружинна борона; 3 - культиваторна лапа; 4 - коток; 5 - трирядна пружинна борона

Слід зазначити, що під час обробки ґрунту на глибину 10...25 см більша частина поживних решток опиниться на значній глибині, де розкладання відбуватиметься довше, отже, розвиток і проростання кореневої системи буде утруднено, а насіння бур'янів гарантовано не проросте до наступного основного обробітку.

Сівалка Rapid фірми Vaderstad (рис. 1.10) призначена для посіву проміжних, зернових і просапних культур за будь-якою технологією обробки ґрунту. Два ряди конічних дисків 1 на індивідуальній стійці подрібнюють і переміщують ґрунт і рослинні рештки з поверхні на глибину близько 10 см, а поверхня поля вирівнюється. Вирівнювач Strassboard 2 встановлюється для подальшого інтенсивного подрібнення та вирівнювання ґрунту. Вирізні висівні диски 3 розрізають ґрунт і вносять добрива між рядками нижче насіння. Слідом

вирізні висівні диски 4 проводять посів, вирізні диски 5 накривають борозди землею. Коток 6 розбиває грудки землі й утрамбовує посівне ложе. Післяпосівна борона 7 здійснює дрібне розпушування і запобігає утворенню кірки.

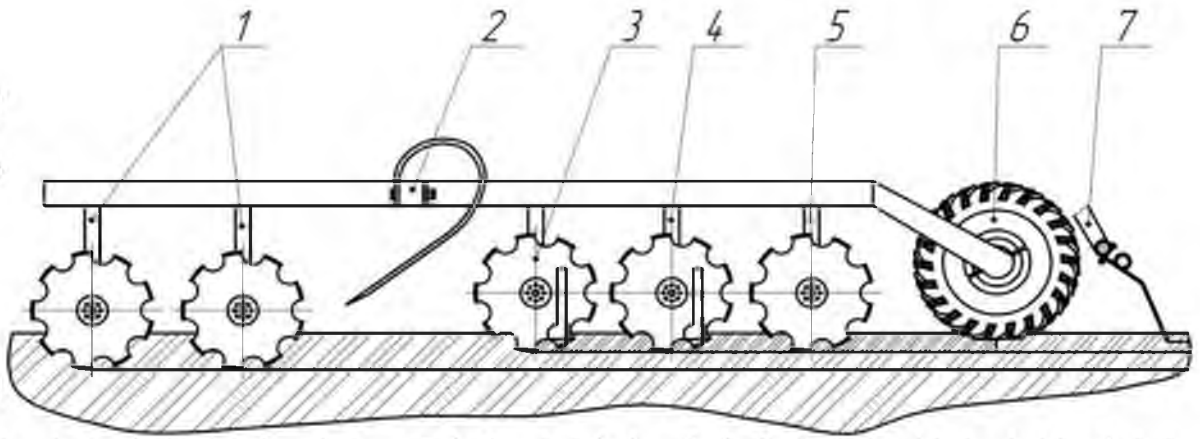


Рис. 1.10 - Сівалка Rapid фірми Vaderstad: 1,5 - конічні вирізні диски; 2 - вирівнювач; 3, 4 - вирізні висівні диски; 6 - коток; 7 - післяпосівна борона

Відмінною особливістю цієї конструкції є те, що вирівнювач залежно від технології обробки ґрунту може розташовуватися попереду дисків або замінений на інший ґрунтообробний орган. Під час сівби без внесення добрив, висівні диски для добрив можуть використовуватися для додаткового розпушування або відключені зовсім.

Ці конструктивно-технологічні схеми агрегатів вирізняються рядністю розпушувачів, що є суттєвим чинником під час обробки ґрунту з різною кількістю рослинних решток.

Ціла низка стерневих культиваторів, таких як Pegasus, Serius та Centaur фірми "Amazone", Кристал, Торіт і Карат фірми "Lemken", Mickter Cultimer фірми "Kuhn", культиватор CLM та СКС фірми "Kver-neland", Грубер фірми Hatzenbichler, виконані за однотипною конструктивно-технологічною схемою (рис. 1.11). На рамі змонтовано стійки культиватора 1, які подрібнюють і перемищують ґрунт і рослинні рештки, а також вирівнюють поверхню поля. За

використання стійок різної конструкції обробіток ґрунту можна вести на глибини 5...20 см, а деякими агрегатами до 40 см, суцільним або смуговим способом. За культиваторними лапами розташовані увігнуті вирівнювальні диски 2, які створюють плоский і вирівняний поверхневий шар, перемішують і закладають рослинні рештки в ґрунт. Коток 3 розбиває грудки, ущільнює та вирівнює шар ґрунту.

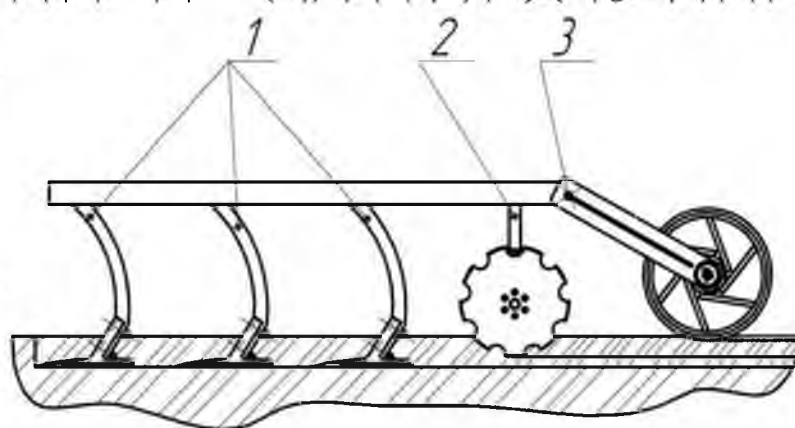


Рис. 1.11 - Стерньовий культиватор Торіт фірми "Lemken": 1 - культиваторні лапи; 2 - увігнуті вирівнювальні диски, 3 - коток

Відмінною особливістю кожної конструкції є до-обладнання для пневматичного або механічного висіву сидератів, дрібнонасінневих культур або внесення добрив.

Культиватор CTSEvo фірми "Kverneland" (рис. 1.12) призначений для одночасного проведення культивування та глибокорозпушування ґрунту.

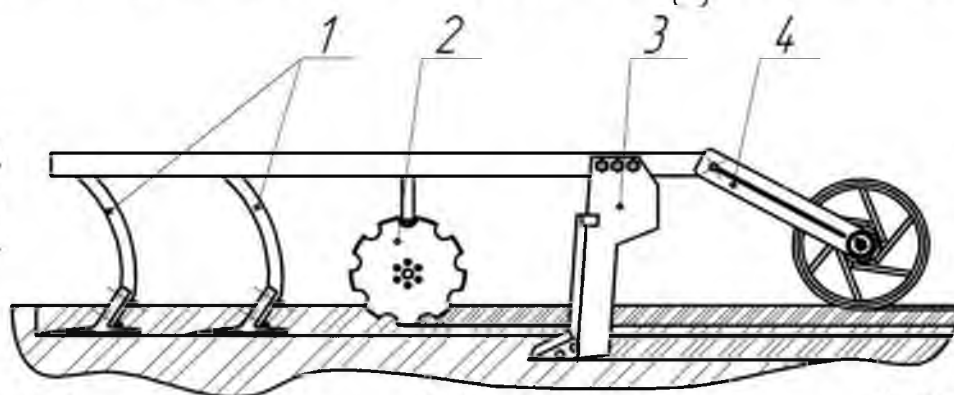


Рис. 1.12 – Культиватор CTSEvo фірми «Kverneland»: 1 – лапи для лущення, 2 – вирівнювальні диски, 3 – глибокорозпушувальні лапи, 4 – каток

У процесі обробітку ґрунту лапи для лущення 1 розпушують і перемішують ґрунт і поживні рештки на глибину до 15 см. За лапами для лущення розташовані увігнуті диски 2 для створення плоского і вирівняного верхнього шару, перемішування і закладення в ґрунт осілих та інших рослинних решток. Після вирівнювальних дисків обробіток ґрунту на глибину до 40 см проводять глибокорозпушувальні лапи 3. Завершують обробіток шару ґрунту каток, який кришить грудки ґрунту, вирівнює й ущільнює поверхневий шар, а також пліщить поживні рештки. Під час роботи культиватора глибокорозпушувальні лапи можна переводити в неробоче положення, тоді обробіток ґрунту зводиться до лущення стерні.

Культиватор TopDown фірми "Vaderstad" (рис. 1.13) призначений для одночасного проведення поверхневого та оснoвного обробітку ґрунту

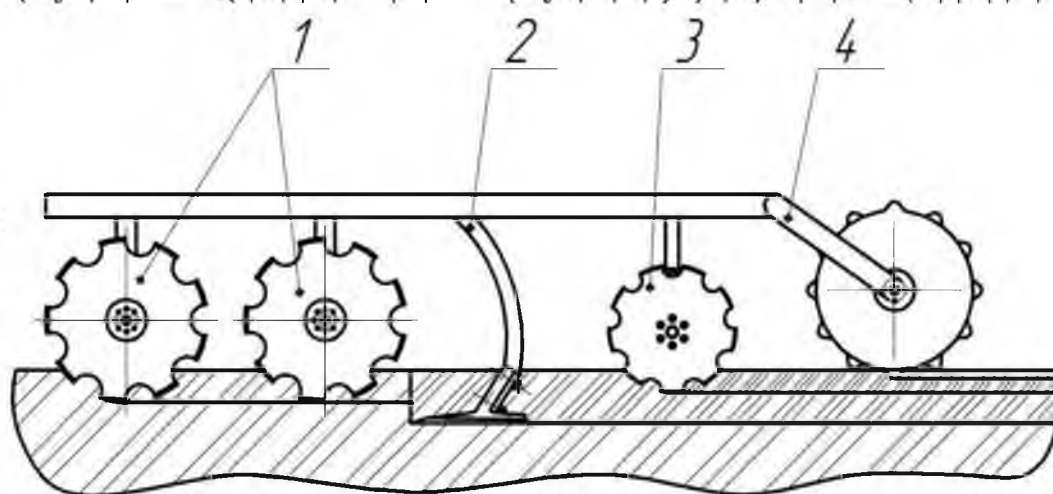


Рис. 1.13 – Культиватор TopDown фірми Vaderstad: 1 – ґрунтообробні диски; 2 – культиваторні лапи; 3 – вирівнювальні диски; 4 – каток

На агрегат спереду встановлено два ряди ґрунтообробних кенічних дисків 1, які подрібнюють і змішують поживні рештки з ґрунтом на глибину до 15 см. Культиваторні лапи 2 розпушують ґрунт і перемішування поживних

решток на глибині до 20 см, за потреби можливе встановлення стрілочастих лам для суцільної культивування, або прямих допоть для розпушування на глибину до 30 см. Задні диски 3 розрівнюють борозну після культиваторних лап, додатково перемішують ґрунт і поживні рештки. Каток 4 розпушує грудки й ущільнює ґрунт. Ґрунтообробні диски та культиваторні лапи можуть використовуватися як разом, так і окремо залежно від технології та виду обробки ґрунту.

Пневматична сівалка Мустанг фірми "Hatzenbichler" (рис. 1.14) призначена для сівби зернових і дрібнонасінневих культур за мінімальною технологією.

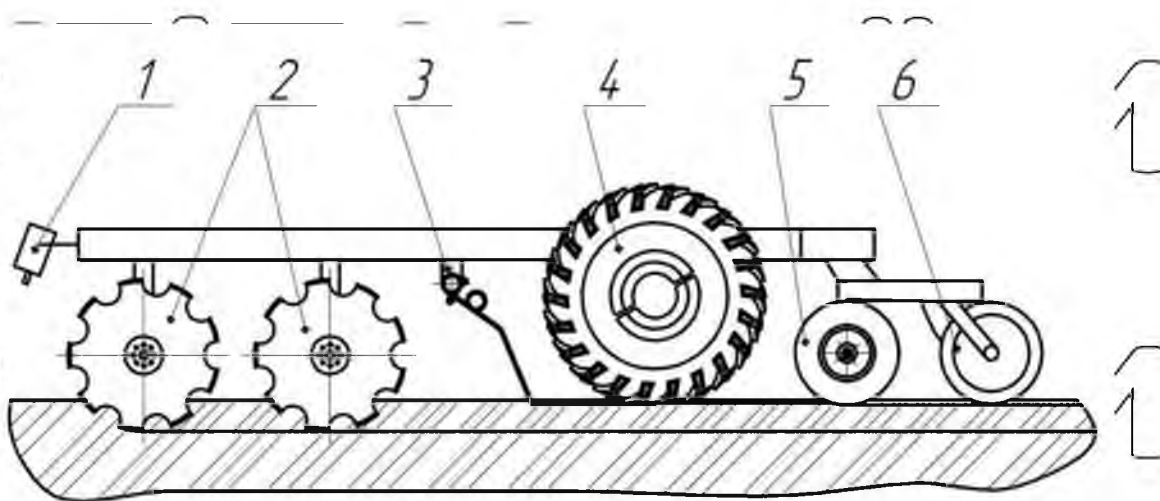


Рис. 1.14 - Пневматична сівалка Мустанг фірми "Hatzenbichler": 1 - розпилювач; 2 - ґрунтообробні диски; 3 - штригель; 4 - ґрунтоущільнювач; 5 - дводисковий сошник; 6 - притамачний коток

У процесі роботи агрегату, добрива вносяться розпилювачем 1 суцільним внесенням в горизонт посіву. Ґрунтообробні диски 2 подрібнюють, перемішують і кришать рослинні рештки та ґрунт. Штригелем 3 проводиться додаткове кришіння грудок ґрунту. Ґрунтоущільнювач 4 кришить грудки й ущільнює ґрунт. Посів проводиться дводисковим сошником 5. Кожен рядок накривається пружинним котком 6. За схожою технологією працює універсальний посівний комплекс ProntoDC ProntoDC фірми "Horsch".

Відмінною особливістю є те, що внесення добрив проводиться після
грунтообробних дисків рядовим способом і не використовується штригель.

Основний поперечний брус сівалки «Multitiller» фірми «Cole» (рис. 1.15)
спирається на опорно-ходові колеса і до нього на окремих радіальних поводках
монтують: двухдисківий сошник с пружною стовбою, ножеподібними
загортачами і прикочувальним котоком, який приводить в дію висівний
апарат.

На передньому допоміжному поперечному брусі рами на окремих
кронштейнах, пов'язаних жорсткою пружиною, змонтовано розрізний диск із
гладкою різальною кромкою та лапу завширшки 38 мм із чизельним
наконечником, з підведеним до неї тупою проводом, за яким установлено
загортачі. Лапа легко обходить можливі перешкоди. Добрива вносять осторонь
від рядка насіння на 50...150 мм.

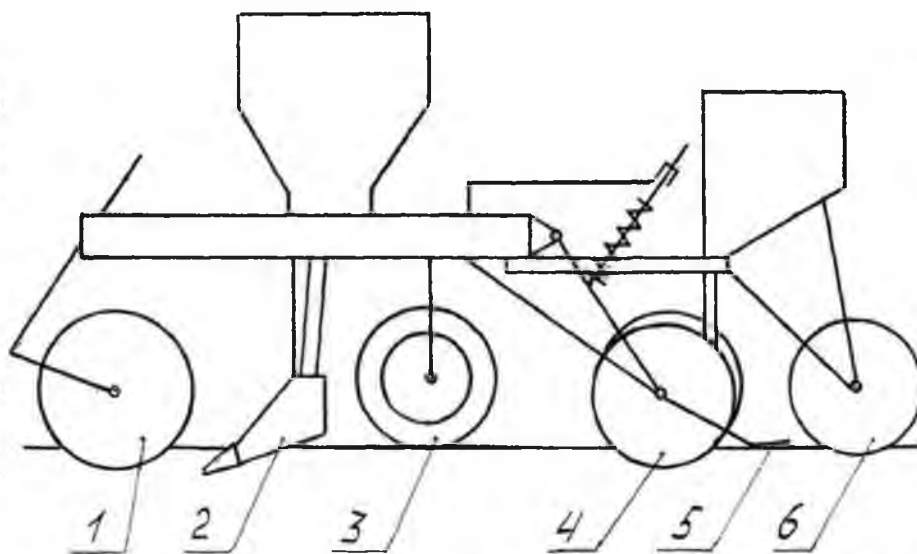


Рис. 1. 15 - Секція сівалки "Multitiller" фірми "Cole": 1 - плоский
розрізний диск; 2 - лапа з чизельним наконечником для добрив; 3 - опорне
колесо; 4 - двухдисківий сошник; 5 - загортачі; 6 - прикочувальне колесо.

Фірма "Hiniker" випускає сівалку "Econ-o-Till" різних модифікацій,
призначених для традиційної сівби по зяблевій оранці, по стерньовому фоні і
для прямого посіву на різних типах ґрунтів, включно з ґрунтами засміченими
камінням (рис. 1.16).

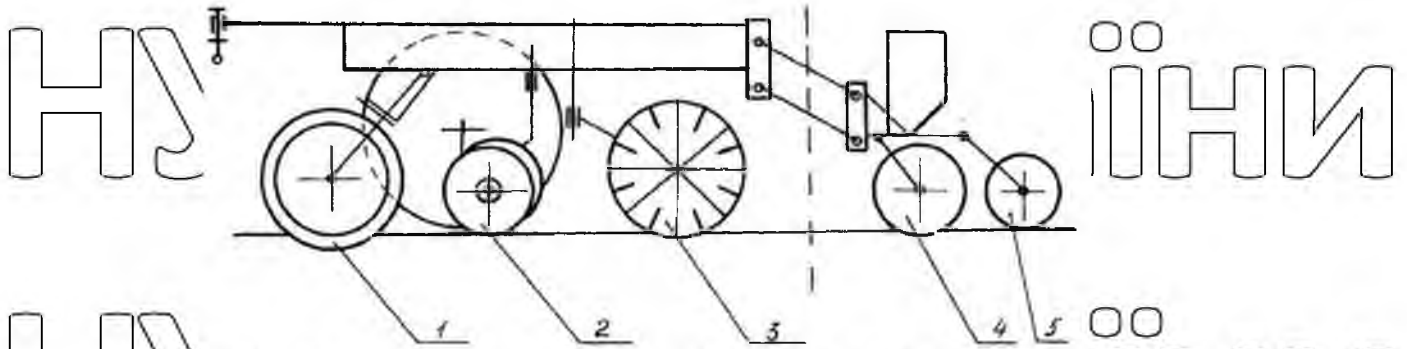


Рис. 1.16 - Комбінована сівалка "Ecop-o-Till" фірми "Hisher": 1 - стабілізуюче колесо з обмежувачем; 2 - очищувальні диски; 3 - хвилястий диск; 4 - дводисковий сошник; 5 - прикочу вальні колеса

Сівалка містить розташовану спереду ґрунтообробну частину і змонтовану на другому поперечному брусі посівну частину. Для забезпечення носіву традиційним способом достатньо зафіксувати секцію ґрунтообробної частини в піднятому положенні за допомогою фіксаторів. Ґрунтообробна частина змонтована на окремій рамі включає передній ріжучий, спарені очищувальні та гофровані диски. Передній ріжучий диск розрізає та розсовує рослинні рештки перед очищувальними та гофрованими дисками, обмежує глибину їхнього ходу та забезпечує стабільність ходу ґрунтообробної секції в поперечному напрямку. Очисні диски встановлюються на таку глибину ходу, щоб формувати борозну глибиною до 50 мм по обидві сторони від вертикальної щілини, утвореної лезом ріжучого диска. Передбачається, що очищення від рослинних залишків смужка прогріватиметься швидше. Мінеральні добрива вносять за допомогою дводискового сошника збоку від майбутнього рядка.

Насіння закладається по сліду ґрунтообробних робочих органів дводисковим сошником, по обидва боки якого встановлено копіювальні обгумовані катки, а висіяне насіння наочується двома вузькими гумовими колесами, встановленими під кутом одне до одного. На ґрунтообробній секції передбачено пристрій для довантаження робочих органів у важких ґрунтових умовах до 318 кг на один ряд. Ґрунтообробну частину можна встановлювати на сівалки "White 1500", "JohnDiere 7100", "Krizze" тощо. Одним із класичних варіантів сучасних сівалок для висівання просапних культур за мінімального

обробітку ґрунту є сівалки "Кінзе" (рис.1.17). На кожній посівній секції цієї сівалки є хвилеподібний розрізний диск, дводисковий сошник із подвійними колесами-конірами та V-подібні прикочувальні котки.

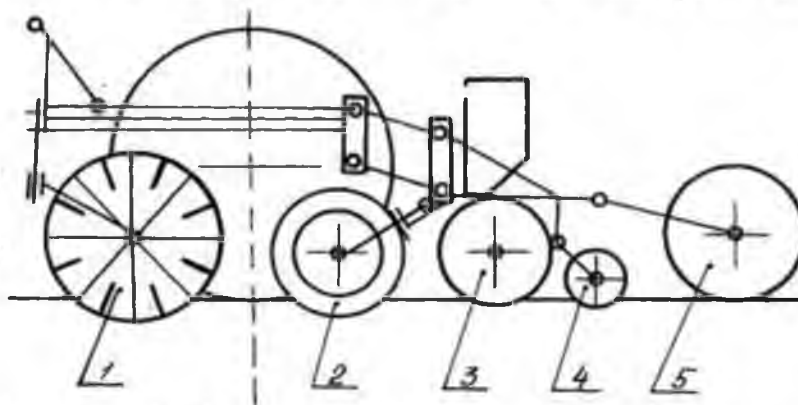


Рис. 1.17 Комбінована сівалка «Кінзе 2000» (США): 1 – дискові сошники для закладки мінеральних добрив; 2 – хвилевий диск; 3 – дводисковий сошник; 4 – котки

Кожна посівна секція може бути автономно налаштована на потрібну глибину і тиск на ґрунт за допомогою пружин, встановлених на паралелограмній підвісці робочих органів, за важких ґрунтових умов до 318 кг на один ряд. Ґрунтообробна частина може встановлюватися на сівалки "White 1500", "John Deere 7100", "Kinze" та ін.

Аналіз наведених даних показує, що всі комбіновані агрегати можна розділити на два типи: спеціальні та універсальні. Спеціальні сівалки призначені для прямого посіву і посіву з мінімальним обробітком ґрунту, що випускаються в одно-, дво- і трибрусному виконанні (сівалки фірм "Bridger", "Cole", "Fleischer", "Allis-Chalmers", "Gaspardo" та ін.). Універсальні ж сівалки призначені переважно для роботи в умовах мінімальної та традиційної технології.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БАГАТФУНКЦІОНАЛЬНОГО ҐРУНТОБРОБНОГО АГРЕГАТУ ЗІ ЗМІННИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

3.1. Прогнозування технологічних параметрів дискових робочих органів на етапі проектування

До основних технологічних параметрів робочих органів дискових борін і лущильників, що забезпечують якість обробітку ґрунту відповідно до вихідних вимог, високу технологічну надійність і ефективність належать діаметр диска D і радіус кривизни сфери диска R . Від значення цих параметрів залежать багато технологічних показників роботи дискових борін і лущильників: якість подрібнення ґрунту, заглиблення, подрібнення та загорання поживних решток, технологічна надійність, ширина захвату диска. Порядок розрахунку параметрів дисків залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, попередників, способу їхнього збирання, які визначають умови роботи, технології підготовки ґрунту під наступну культуру, що визначає вихідні агротехнічні вимоги, а також від технологічної схеми борін і лущильників.

Залежно від умов роботи та вихідних вимог визначаються першочергові вимоги до якісних та експлуатаційних показників роботи знаряддя. З урахуванням цих вимог вибирають діапазон значень параметрів дисків, які коригуються під час розгляду інших показників. У науковій літературі зустрічається велика кількість аналітичних залежностей значень параметрів дисків та їхньої орієнтації в ґрунті від показників, що характеризують умови роботи, які супроводжуються експериментально підтвердженими даними. Але, на жаль, у більшості випадків ці результати не відтворюються на практиці через постійно змінювані умови роботи. Ця обставина вказує на необхідність проведення експериментальних досліджень у найрізноманітніших умовах, аж до критичних. У таких складних об'єктах, як ґрунт і дослідженнях, пов'язаних із ним, слід перевагу віддати експериментальним роботам. Теоретичні ж дослідження мають при цьому слугувати початковим орієнтиром для вибору чинників, що діють на об'єкт, і напрямку руху до оптимуму.

Під час обробітку озимих колосових культур, що збираються пізно, за сучасною технологією основний обробіток ґрунту проводять дисковими боронами. При цьому умови роботи характеризуються часто підвищеною твердістю ґрунту та наявністю великої кількості високостеблових пожнивних решток. Після збирання зернових колосових культур зазвичай ґрунт легко обробляється і пожнивні культури не потребують додаткового подрібнення - умови роботи дискових борін і лушчильників легші.

Абсолютно інший підхід потрібен для пересушеного або перезволоженого ґрунту. Щоб не прогавити рекомендовані строки сівби, як важливий фактор для майбутнього врожаю, іноді доводиться і в таких жорстких умовах розпочинати обробіток ґрунту.

Однак, за будь-якого стану поля, що підлягає обробітку, слід насамперед розглянути питання технологічної надійності, яка залежить від забивання ґрунтом і пожнивними залишками міждискового простору, коли неможливо продовжувати роботу. Через конструктивні особливості цей параметр є найбільш важливим для дискових борін батарейного типу. У них борін міждискова відстань на одній батареї становить усього лише 220 мм і всі диски обертаються синхронно.

Ці дві обставини є причиною частого забивання цих борін. Тому для борін батарейного типу слід починати розв'язання проблеми оптимізації параметрів диска з повного усунення забивання бороми ґрунтом і пожнивними рештками.

Кришіння ґрунту дисковими боронами та лушчильниками залежить не тільки від ґрунтових умов, а й від параметрів дисків, їхньої орієнтації в ґрунті та параметрів розміщення на рамі.

ґрунт, після відриву від моноліту піднімаючись внутрішньою поверхнею сфери диска, кришиться від деформацій стиснення та вигину.

Що менший радіус сфери, тобто більша її кривизна, то вищою є деформація ґрунту, а отже й кришіння. Ступінь кришіння ґрунту залежить

також і від кута атаки дисків. Збільшення кута атаки дисків сприяє підвищенню якості обробітку ґрунту.

Але надмірне захоплення цим параметром може призводити до забивання борони ґрунтом і пожнивними рештками. Це пояснюється тим, що за збільшення кута атаки, залежно від умов роботи, спостерігається протягування дисків без обертання, а також знижується прохідність ґрунтової маси в просторі між дисками, що звужується.

Підвищення швидкості обробітку ґрунту та збільшення кривизни дисків сприяє кращому перемішуванню пожнивних залишків із ґрунтом. Але ці два фактори при цьому знижують заглиблення за одного й того самого діаметру і збільшують опір ґрунту.

Для дискових борін батарейного типу співвідношення між діаметром диска D борони батарейного типу

$$D = ka,$$

де k – коефіцієнт, що враховує схильність до забивання міждискового простору ґрунтом, що обробляється, і пожнивними залишками.

Коефіцієнт k , як встановила практика, для борін перебуває в межах 4...6.

Для унеможливлення забивання ґрунтом і пожнивними рештками рекомендується відстань між дисками b теж вибирати залежно від глибини обробітку ґрунту.

$$b \geq 1,5 a$$

У разі встановлення дисків на окремих стійках під кутом атаки α і нахилом його осі до горизонталі випадки забивання міждискового простору лише зрідка спостерігаються при збільшенні відстані b до 300...400 мм. Але під час вибору діаметра диска і відстані між дисками на батареї необхідно врахувати і допустиму висоту гребенів e , утворену між сусідніми дисками.

При батарейному розміщенні дисків відстань між дисками в плані дорівнює

$$bcos\alpha = D_e sin\alpha,$$

де D – діаметр диска на рівні допустимого значення висоти гребенів.

НУБІП УКРАЇНИ

$$D_e = D - e,$$

e – допустима висота гребеня на дні борозни.

НУБІП УКРАЇНИ

Отже, найважливішим показником якості обробітку ґрунту дисковими боронами є дотримання висоти поздовжнього гребеня дна борозни e , що створюється між ґрунту дисковими боронами є дотримання висоти

поздовжнього гребеня дна борозни e , створюваного між дисками, що

НУБІП УКРАЇНИ

обробляють суміжні смужки землі (рис. 5.1). При цьому ці диски можуть бути розташовані в різних рядах. Вибір діаметра диска, радіуса його сфери, кута заточування та інших параметрів добре висвітлено в літературі [27].

У дискових боронах батарейного типу відстань між сусідніми дисками в

одній батареї визначається виходячи з принципу виключення заклинювання

НУБІП УКРАЇНИ

ґрунту між ними. За такого підходу навіть наявність другого, зміщеного щодо дисків першого ряду (передньої батареї), ряду (задньої батареї) не забезпечувала умову повного підрізання ґрунту без огрехів. Дискові

багаторядні борони позбавлені цього недоліку.

НУБІП УКРАЇНИ

Для оптимізації відстані між дисками на осі багаторядної борони в одному ряду та відстані між дисками, що обробляють суміжні смужки землі з дотриманням агротехнічної вимоги на висоту гребеня на дні борозни,

необхідно визначити ширину захоплення одного окремо взятого диска, що

НУБІП УКРАЇНИ

характеризується низкою параметрів: діаметра диска D , кута атаки α , кута нахилу до вертикалі β , допустимої висоти гребеня на дні борозни e

Таким чином, при розміщенні робочих органів необхідно враховувати стан поля, відстань між дисками в одному ряду залежно від розміру диска, кута

його атаки α , кута нахилу β , а також їх взаємної орієнтації.

НУБІП УКРАЇНИ

3.2. Обґрунтування технологічної схеми

Підвищення ефективності технологій обробітку сільськогосподарських культур можливо забезпечити за рахунок застосування багатофункціональної техніки для обробітку ґрунту та посіву.

Аналіз ґрунтообробної техніки засвідчив, що актуальною є розробка багатофункціонального ґрунтообробного агрегату, здатного виконувати основний безполіцевий обробіток ґрунту зі створенням мульчувального шару та комплекс операцій передпосівного обробітку ґрунту. Виявлено перспективні конструкції машин, такі як стерньовий культиватор фірми Bomet (Польща) та ґрунтообробний агрегат КПА-2,2, що можуть стати основою під час розроблення багатофункціонального ґрунтообробного агрегату.

Проведений аналіз наявної ґрунтообробної техніки засвідчив, що на сучасному етапі вітчизняне сільгоспмашинобудування не випускає універсальних, багатофункціональних ґрунтообробних агрегатів, здатних виконувати як основний безполіцевий обробіток ґрунту на глибину до 25 см, так і комплекс операцій передпосівного обробітку ґрунту на 5-12 см.

Серед зарубіжних ґрунтообробних агрегатів заслуговує на увагу багатофункціональний агрегат фірми Bomet (Польща) (рис.3.1), здатний виконувати три комплекси технологічних операцій:

- безполіцевий обробіток ґрунту на 14-16 см із коткуванням;
- розпушування ґрунту культиваторними стрічастими лапами на 8-12 см із боронуванням верхнього шару пружинними зубами;
- а також обробіток ґрунту під просапні культури на глибину до 12 см за допомогою пружинних розпушувальних лап із формуванням гребенів [7].

Рама забезпечує використання культиватора з робочою шириною 3,0 м, після монтажу розширювальних елементів ширина культиватора збільшується до 3,8 або 3,7 м, а також може здійснювати 4-рядове підгортання або нарізування гребенів (табл. 1).

Швидкозмінні кронштейни кріплення робочих органів дають змогу змінювати їхнє місце розташування на брусах рами, а на виносних балках

можуть розміщуватися трубчастий коток, зубова пружинна борона або гребенеутворювачі.

У першому варіанті культиватор оснащений плоскорізючими лапами шириною захвату 425 мм, а на виносних балках кріпляться коток і сферичні диски для усунення гребенів після проходу лап.



а



б



в

Рис. 3.1. Загальний вигляд багатofункціонального стерньового культиватора Bonnet (Польща) за оснащенням: а – плоскорізючими лапами та котком; б – стрілочастими лапами та вичісувальною бороною; в – розпушувальними лапами, гребенеутворювальними корпусами та профілювальною приставкою

У другому варіанті на культиватор встановлюються стрілочасті робочі органи шириною захвату 335 мм, а на подовжувачі рами монтується 3- рядна вичісувальна борона, оснащена пружинними лапами. У першому випадку опорним елементом знаряддя є ущільнюючий коток, у другому – опорні колеса. Для нарізування гребенів або підгортання на першому сегменті рами культиватора кріпляться розпушувальні робочі органи, на другому –

гребенеутворювальні корпуси, а на подовжувачах рами розташоване оснащення для гребнепрофільювання.

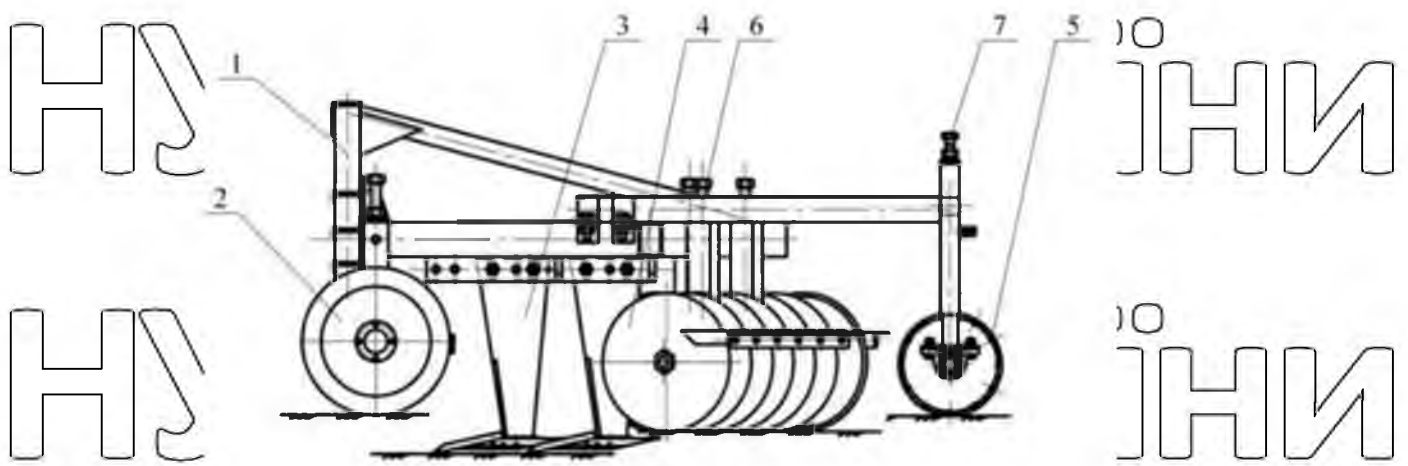
Недоліками даного культиватора є мала глибина обробіток ґрунту плоскоріжучими робочими органами, що для проведення різноглибинних обробітків ґрунту потребує наявності додаткової відповідної техніки в господарстві, і можливість його застосування лише на легких за складом ґрунтах.

Серед існуючих розробок цього типу ґрунтообробної техніки інтерес представляє конструкція багатфункціонального агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, створеного у Польщі [8; 9]. Технологічну схему зняряддя побудовано на інтенсивному подрібненні пласта ґрунту під час сходження його з лемеша плоскоріжучої лапи плоско-сферичними дисками секції лушильника, що забезпечує високу якість безполицевого обробітку ґрунту зі створенням мульчувального шару. Конструкція цього агрегату містить раму з опорними колесами, плоскоріжучі лапи, дискові робочі органи та змінний адаптер для виконання додаткових операцій обробітку ґрунту – коток прикочу вальний або корпуси для нарізування гребенів (рис. 3.2).

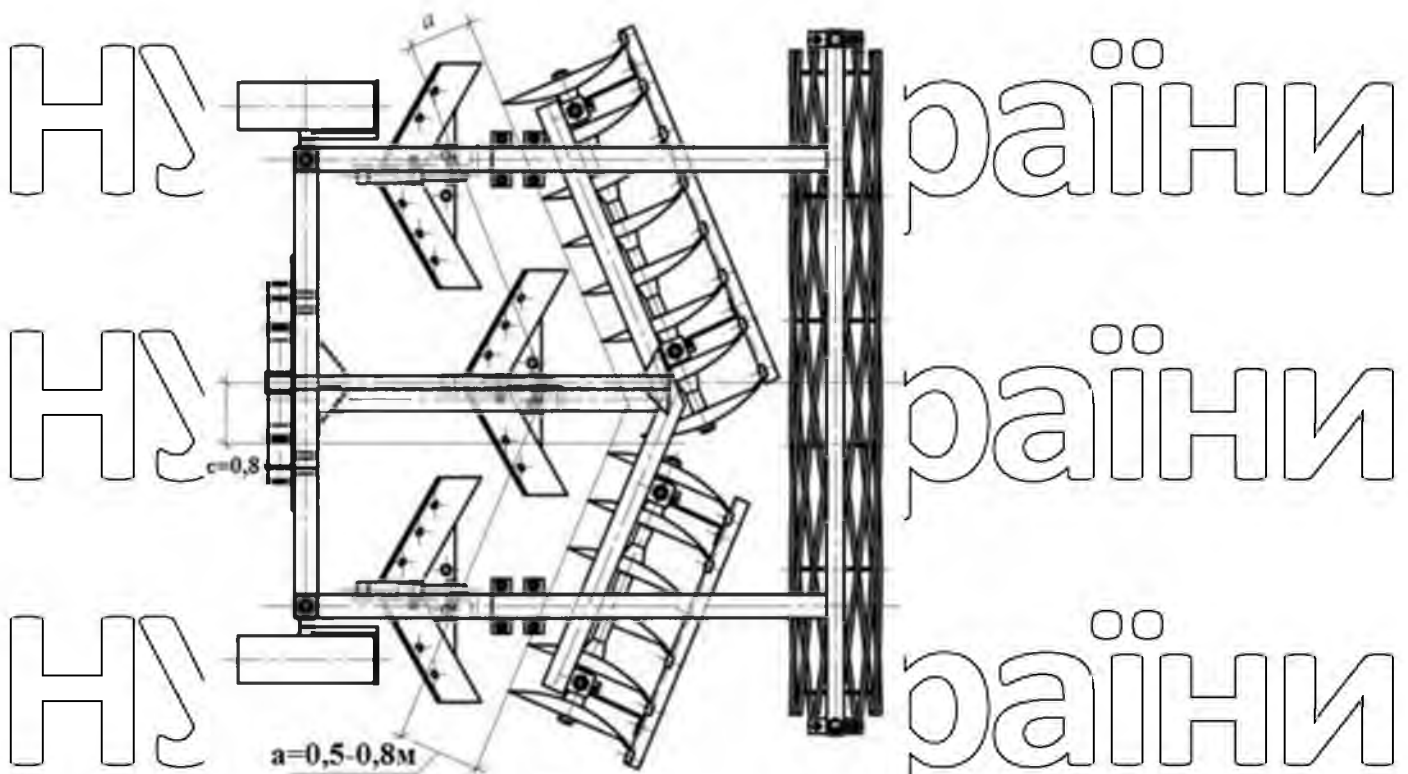
Плоскоріжучі робочі органи встановлені на рамі у вигляді "зворотного клина" для підвищення компактності конструкції агрегату. Оскільки зниження енергоємності обробітку ґрунту [10].

У якості дискових робочих органів використано плоско-сферичні гладкі диски діаметром 450 мм, які показали більш високу якість розпушування ґрунту за їхнього встановлення на мінімальній відстані від плоско-різальних лап.

Дискові робочі органи у вигляді секцій на загальному валу жорстко закріплені на рамі, що стабілізує глибину обробітку ґрунту плоскоріжучими лапами. Розміщення секцій дисків паралельно рядам плоскоріжучих лап забезпечує компактність конструкції і низьку металоємність конструкції.



а)



б)

Рис. 3.2. – Комбінований агрегат для безпліцевого обробітку ґрунту: а) вигляд збоку, б) вигляд зверху: 1 - автозчеплення; 2 - опорне колесо; 3 - дапи плоскоріжучі; 4 - дискові секції; 5 - коток що накочує; 6 - механізм регулювання глибини обробітку; 7 - механізм регулювання глибини обробітку дискової секції

Розроблена конструктивно-технологічна схема знаряддя реалізована в навісній системі багатofункціональному агрегаті КПА-2,2 для тракторів класу 14 і 20 кН (табл. 2), які призначені для виконання основної безпліцевої обробітку ґрунту на 16-25 см із дискуванням верхнього шару ґрунту.

Під час обробітку ґрунту на 8-16 см агрегат крім дискування може здійснювати вирівнювання і прикочування ґрунту за допомогою змінного адаптера у вигляді пруткового котка або нарізку гребенів під посадку картоплі за допомогою змінного адаптера з корпусами для утворення гребенів [11].

Таблиця 1.

Технічна характеристика стерневого культиватора Comet (Польща)

Показники	Операція що виконується		
	Стерневий культиватор з котком	Агрегат із зубовою бороною	Окучник
Глибина обробітку ґрунту, см	14 - 16	8 - 12	до 12
Ширина захвату, м	3	3	3
Число культиваторних лап, шт	7	9	5
Ширина захвата лапи культиватора, мм	425	435	13
Число дисків, шт	6	-	-
Діаметр дисків, мм	460	-	-
Діаметр котка, мм	500	-	-
Кількість рядків що обробляють, шт	-	-	4
Междурядье, см	-	-	75
Габаритні розміри, мм.			
- ширина	2990	2995	3180
- довжина	2860	2700	2220
- висота	1250	1230	1250
Маса, кг	880	670	790
Клас трактора, кН	1,4	1,4	1,4

У процесі досліджень у польових умовах виявлено, що багатофункціональний агрегат КПА-2,2 надійно виконує безвідвальний обробіток ґрунту відповідно до агротехнічних вимог [12; 13], витримує робочу ширину захвату та встановлену глибину обробітку.

Водночас відсутність можливості виконувати передпосівний обробіток ґрунту на глибину 5-12 см суттєво обмежує його застосування, також суттєвим

недоліком даного агрегату є відсутність регулювання кута атаки дискових секцій, що не дає змоги адаптувати робочі органи до різних умов роботи.

Проведений аналіз конструкцій багатофункціональних ґрунтообробних агрегатів показав, що варіант основного безвідвального обробітку ґрунту, що полягає в додатковому подрібненні плоско-сферичними дисками секцій лущильника пласта ґрунту підрізаного і піднятого лемешами плоскоріжучого робочого органу, що дає змогу досягти високої якості обробітку ґрунту.

В якості прототипу при розробленні багатофункціонального ґрунтообробного агрегату призначено для основного безвідвального обробітку ґрунту на глибину 16-25 см і передпосівного обробітку ґрунту на глибину 5-12 см, прийнято схема агрегату КПА-22.

Для розширення функціональних можливостей агрегат запропоновано встановити на агрегаті два змінних робочих органів для виконання основних технологічних операцій: основної безвідвального обробітку ґрунту і передпосівної культивачі, при цьому дискові секції передбачається використовувати з обома варіантами змінних робочих органів.

Підвищення якості передпосівного обробітку ґрунту буде досягнуто завдяки обладнанню агрегату змінними адаптивними для додаткової обробки котками для прикочування, штигель-боронами, ланцюговими шлейфами тощо.

Загалом, не враховуючи змінних адаптерів для додаткового обробітку ґрунту, багатофункціональний агрегат складається з рами, опорних коліс із механізмом регулювання глибини обробітку ґрунту, змінних робочих органів: плоско-різних лап або стрілчастих культиваторних лап, і дископодібних секцій, які жорстко зафіксовані відносно рами за допомогою кронштейнів (рис. 3).

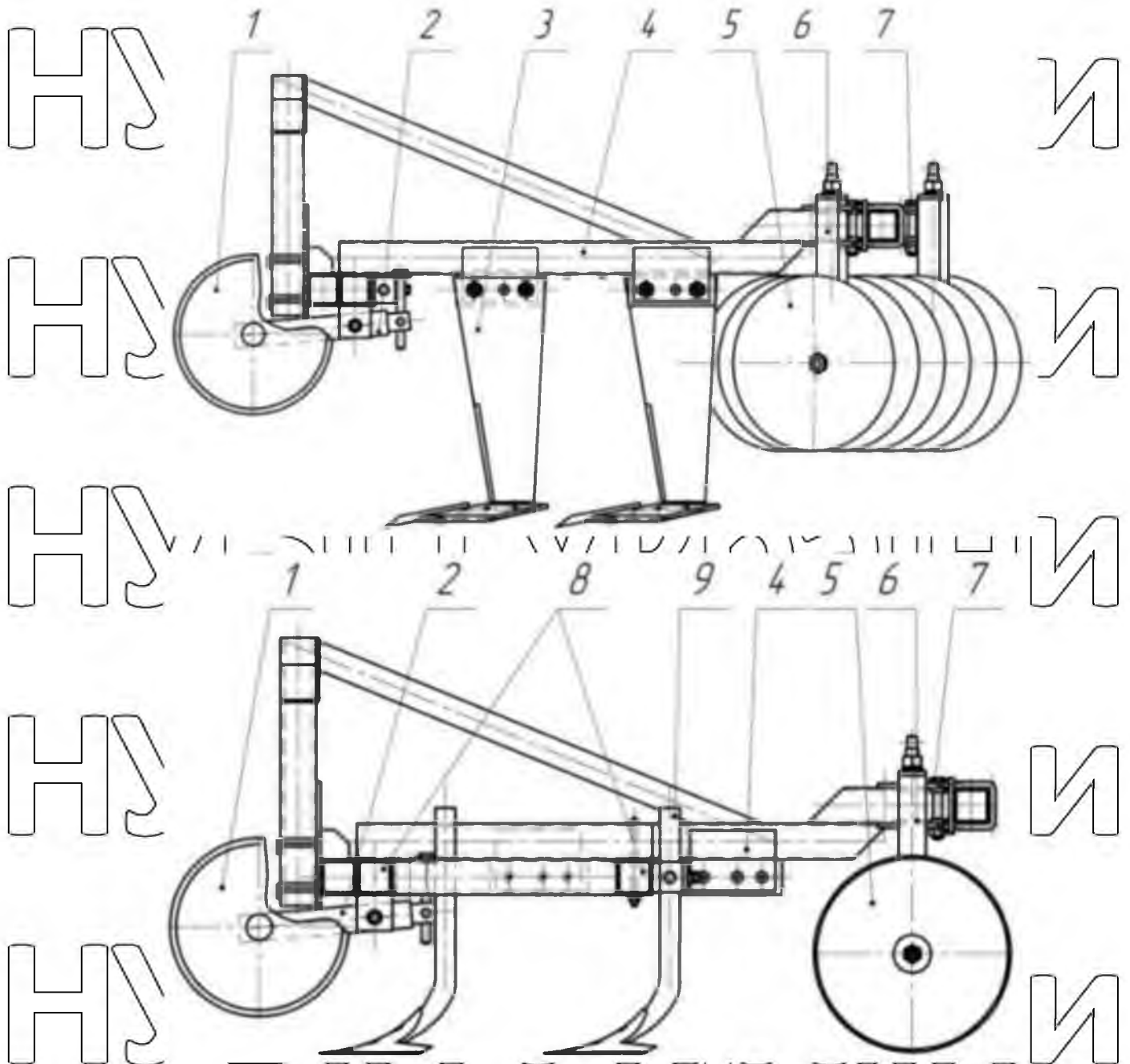


Рис. 3.3 – Ґрунтообробний агрегат у разі комплектації плоскоріжучими

(а) і культиваторними лапами (б): 1 - опорне колесо; 2 - механізм регулювання положення опорних коліс; 3 - лапи плоскоріжучі; 4 - рама; 5 - дискові секції; 6 - механізм регулювання положення дискової секції; 7 - кріплення кріплення дискової секції; 8 - брус знімний; 9 - лапи культиваторні

Характер виконуваної роботи агрегатом залежить від типу змінних робочих органів, установлених на рамі.

При розміщенні на ній плоскоріжучих робочих органів проводиться основний безвідвальний обробіток ґрунту, при цьому дискові секції здійснюють розпушування верхнього шару ґрунту на глибину до 8 см (рис. 4, а, б). У такому разі на рамі кріпляться три плоскоріжучі лапи за схемою "зворотного клину", що має знизити тяговий опір агрегату [10], і дві дискові секції.

Стик дискових секцій розташовано збоку від стійки середньої плоскоріжучої лапи на відстані від неї не менше ніж 0,3 м, що усуває ефект створення борозни від сумарної дії стояка лапи і стику крайніх дискових секцій які при розміщенні на одній лінії працюють на поглиблення борозни [10].

Дискові секції з великими кутами атаки проводять розпушування верхнього шару ґрунту, сприяють зменшенню бур'янів за рахунок скорішого розкладання решток.

При зменшенні кута атаки глибина і інтенсивність обробітку ґрунту плоско-сферичними дисками зменшується. Також на дані показники суттєво впливає стан різальної кромки дисків (тобто їх затуплення).

У разі монтажу на рамі культиваторних стрілочастих лап шириною захвату 300–330 мм відповідно виконується передпосівна культивація, а дискові секції, які в цьому разі використовують більшої довжини та які встановлені на мінімальних кутах атаки, здійснюють вирівнювання й коткування ґрунту, також у разі потреби розміщуються котки кочення або інший змінний адаптер.

Культиваторні лапи мають дворядне розміщення на рамі з відстанню між рядами 450–500 мм, при цьому другий ряд культиваторних лап монтується на знімній балці.

Таблиця 2.
Технічна характеристика агрегату для безвідвального обробітку ґрунту
КПА-2,2

Показники	Операція що виконується		
	Основний безвідвальний обробіток ґрунту	Обробіток ґрунту з коткуванням	Обробіток ґрунту з нарізанням гребенів
Продуктивність основного часу, га/год	до 1,6	до 2,0	до 2,0
Глибина обробки, м	до 0,25	0,08 – 0,16	0,10 – 0,16
Робоча швидкість, м/с	-	1,2 – 2,5	-
Ширина захвата, м	-	2,2	-
Ширина захвату плоско-різальної лапи, м	-	0,76	-
Габаритні розміри, мм:			
– ширина	1970	2450	2500
– довжина	2200	2400	2400
– висота	1300	1300	1300
Маса, кг	475	590	575

Збільшення довжини дискових секцій досягається за рахунок встановлення осей більшої довжини та додаткових плоско-сферичних дисків.

Для швидкої адаптації дискових робочих органів агрегату до умов експлуатації внаслідок зміни властивостей ґрунту, рельєфу місцевості або агротехнічних вимог до обробітку ґрунту під певну сільськогосподарську культуру передбачено регулювання кута атаки дискових секцій.

Зміна кута атаки дискових секцій виконується ступінчасто за рахунок того, що їхні кронштейни кріплення на рамі, крім механізму регулювання глибини обробітку, мають шарнірне сполучення, що допускає за допомогою повороту в горизонтальній площині здійснювати перестановку кронштейнів на різні боки бруса і між різною кількістю дисків на осі дискової секції (рис. 4, в).

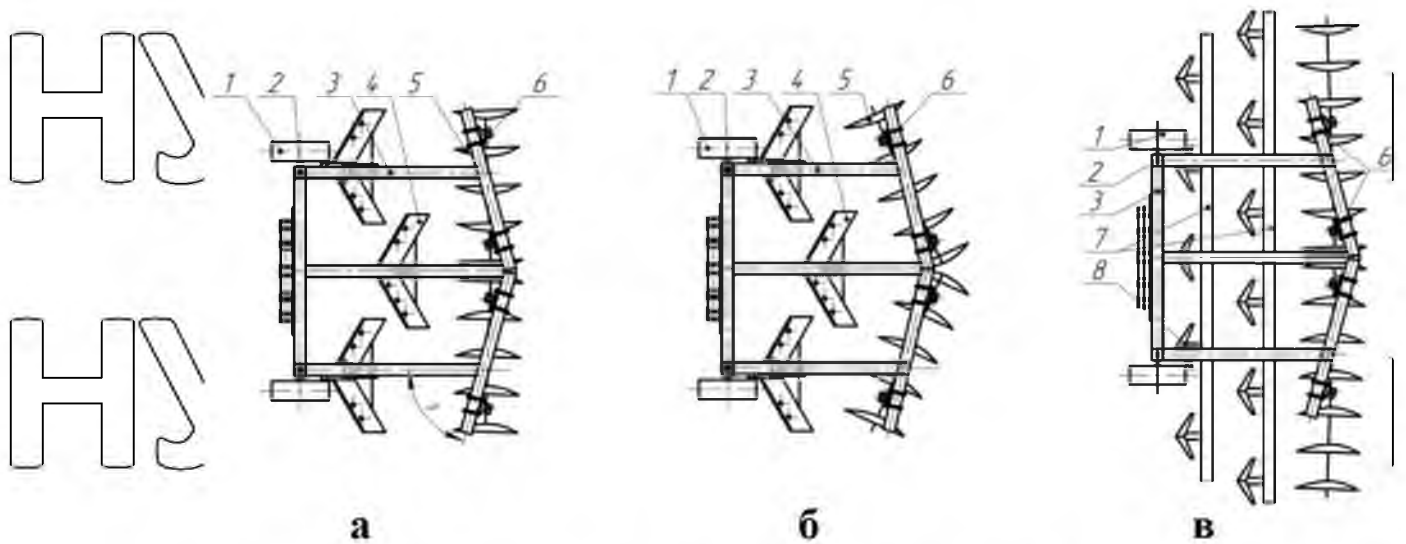


Рис. 3.4. Схема розміщення змінних робочих органів ґрунтообробного агрегату.

а – плоскоріжучі лапи та дискові секції за мінімального кута атаки;

б – плоскоріжучі лапи та дискові секції за максимального кута атаки;

в – культиваторні лапи та дискові секції за мінімального кута атаки;

1 – опорне колесо; 2 – механізм регулювання положення опорних коліс; 3 – рама; 4 – лапи плоскоріжучі; 5 – дискові секції; 6 – кронштейн кріплення дискової секції; 7 – брус знімний; 8 – лапи культиваторні

При цьому в даному разі їхній кут атаки доцільно зменшити до 0–5° так, як додатковий обробіток ґрунту, який можна порівняти за глибиною і якістю з проходом культиваторних лап, призведе до подрібнення частинок ґрунту до ерозійно-небезпечного стану. Під час обробітку ґрунту на малих або навіть мінімально негативних кутах атаки дискові секції забезпечують додаткове вирівнювання і коткування ґрунту, розпушеного ґрунтообробними лапами.

Брус рами для кріплення дискових секцій розташований під кутом β (рис. 3.4, а), який відповідає середньому і мінімальному куту атаки. Це дає змогу досягти необхідного для дискування ґрунту діапазону регулювання кута атаки в межах 0–20° градусів без зміни кута установки бруса дискових секцій, а тільки за рахунок перестановки їхніх кронштейнів кріплення на різні сторони.

бруса і між різною кількістю дисків на осі секції, що істотно спрощує конструкцію агрегату.

Також для розширення можливості адаптації агрегату зі змінними робочими органами для основного безполицевого обробітку ґрунту до умов експлуатації запропоновано нові способи регулювання його ширини захоплення та регулювання кута входження плоскоріжучих лап у ґрунт.

Зміна ширини захвату агрегату здійснюється шляхом перестановки плоскоріжучих лап на внутрішні або зовнішні майданчики кронштейнів рами за супутнього монтажу або демонтажу крайніх плоско-сферичних дисків секції. Причому ширина b кронштейнів рами, які мають наскрізні отвори, дорівнює міждисківій відстані секції (рис. 3.5).

Регулювання кута входження плоскоріжучої лапи в ґрунт здійснюється шляхом ослаблення болтових з'єднань і зміни положення ексцентрикової втулки в отворі стійки лапи. Розміщення одного з болтів у горизонтальному прорізі стійки плоскоріжучої лапи, шириною, що дорівнює діаметру болта, та довжиною - не менше за суму діаметру болта і величини ексцентриситету втулки, дає змогу здійснювати плавне регулювання кута входження плоскоріжучої лапи в ґрунт за умови заданого співвідношення ексцентриситету втулки, відстані між болтами та необхідної величини кута повороту лапи. Під час розміщення ексцентрикової втулки в отворі стійки в крайні положення за висотою забезпечує в одному випадку мінімальний кут входження плоскоріжучої лапи в ґрунт рівний 0° , у другому - максимальний рівний 5° .

Ці регулювання дають змогу ефективніше використовувати трактор, що агрегується з агрегатом, що дає змогу зменшити енергоємність обробітку ґрунту за допомогою вибору оптимального навантаження, а також підвищують якість обробітку ґрунту завдяки експлуатації МТА в зоні оптимальних, відповідних агротехнічним вимогам, робочої глибини обробітку ґрунту і швидкості руху.

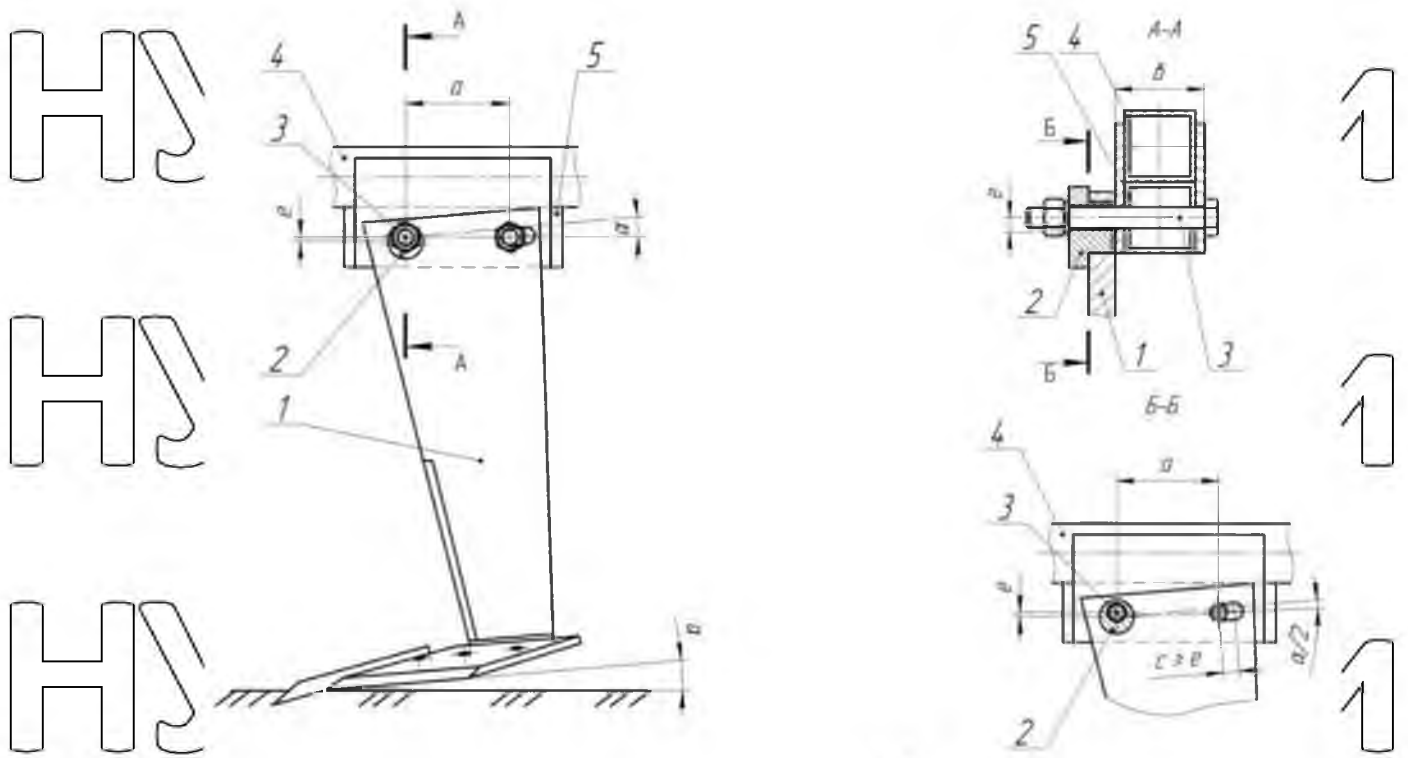


Рис. 3.5. – Схема кріплення плоскоріжучої лапи на рамі ґрунтообробного агрегату: 1 – лапа плоскоріжуча; 2 – ексцентрикова втулка; 3 – болт; 4 – рама; 5 – кронштейн кріплення рами

Для проектування експериментального зразка агрегату необхідно теоретично визначити його основні параметри, такі як мінімально припустима відстань між рядами робочих органів і його раціональну ширину захвату для заданого класу тракторів. У зв'язку з тим, що ширина захоплення агрегату з культиваторними лапами лімітована їхнім жорстким кріпленням на рамі та меншими габаритними розмірами робочих органів для передпосівного ґрунтообробітку, розрахунок цих параметрів проведено для варіанта агрегату з плоскоріжучими лапами та дисковими секціями.

3.3. Відстань між плоскоріжучими лапами і дисковою секцією

Робота плоскоріжучих лап являє собою вплив тригранних (лемешів) і прямих двогранних (долота) клинів на оброблюваний шар ґрунту. Під час роботи відбувається рух частинок ґрунту по поверхні плоскоріжучих лап.

Визначивши відстань, яку пролетить частинка ґрунту після її сходження з лемеша лапи, можна визначити мінімально допустиму відстань між плоскоріжучими лапами та дисковою секцією.

У цьому разі скористаємося методикою розрахунку, запропонованою С. А. Івженко [16]. У цьому разі траєкторія руху частинки ґрунту визначається з використанням методу оборотності, за якого вважається, що робочий орган перебуває в нерухомому стані, а частинки ґрунту переміщуються поверхнею лева-меха лапи вгору і після сходження з нього перебувають у фазі польоту до опускання на дно борозни (рис. 3.6).

Початкова швидкість частинки M під час сходження з лемеша лапи плоскоріза:

$$v_0 = v_{л} / \cos \beta_k, \quad (3.1)$$

де v_0 – швидкість агрегату, м/с; максимальна швидкість $v_0 = 3$ м/с.

Вектор початкової швидкості v_0 відхиляється від горизонталі на кут

$$\beta_k = \beta - \varphi, \quad (3.2)$$

де β – кут подрібнення ґрунту, що дорівнює куту нахилу лемеша, $\beta =$

20° ;
 φ – кут тертя ґрунту об сталь, для легко і середньосуглинчастих ґрунтів
 $\varphi = 20-27^\circ$.

Диференціальні рівняння для частинки ґрунту M , на яку впливає сила тяжіння $G = mg$, мають вигляд:

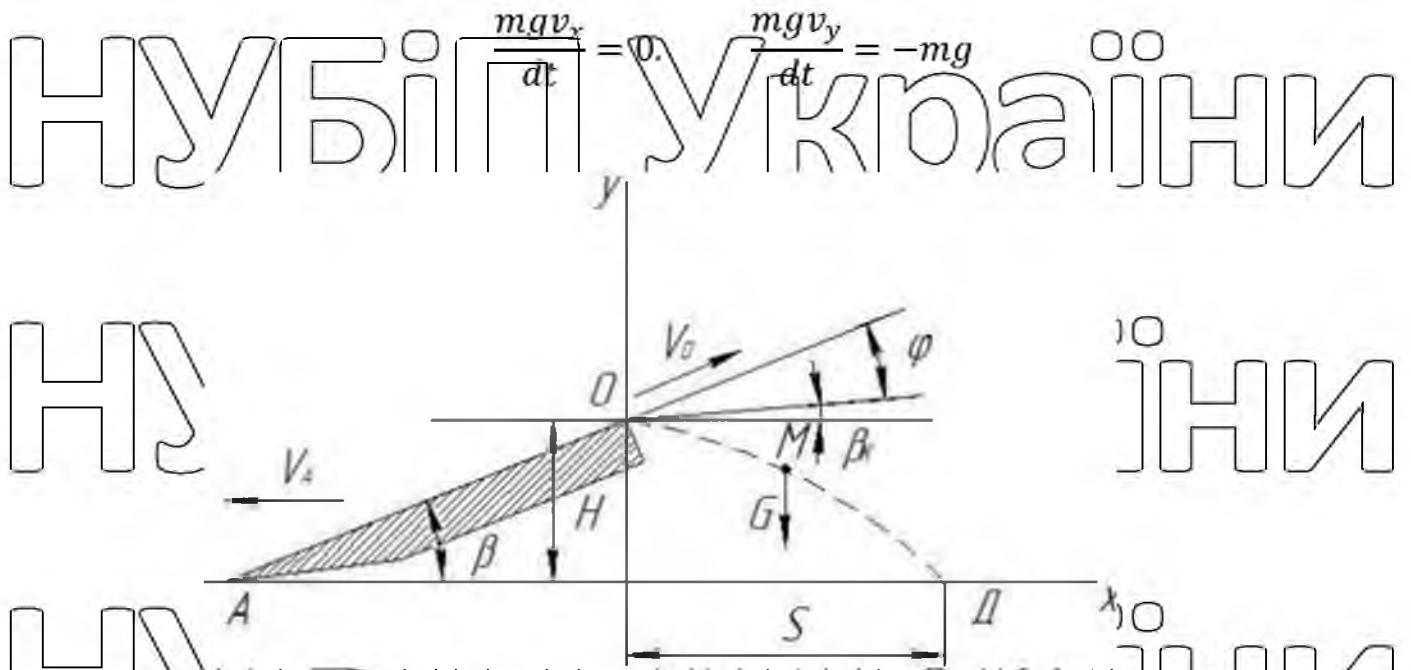


Рис. 3.6 – Траєкторія руху частинки ґрунту по лемешу плоскорізальної лапи

Після інтегрування та подальших перетворень кінцеве рівняння для визначення відстані $x_{max} = S$, на яку віддаляється лапа плоскоріза за час польоту частинки ґрунту матиме вигляд

$$x_{max} = S = \frac{-tg\beta}{k + \sqrt{tg^2\beta k + 2gH/v_a^2}} v_a^2 \quad (3.4)$$

При підстановці числових значень у рівняння (4) отримаємо $S = 0,4$ м.

У цьому разі розглянуто рух частинки ґрунту поверхнею лемеша лапи.

У дійсності висота оброблюваного шару ґрунту максимально може досягати 0,25 м. Вважаючи, що частинки верхнього шару ґрунту рухаються за параболічною траєкторією паралельно до розглянутого випадку, можна припустити, що мінімально можлива відстань між рядами плоскорізних лоп і дискових секцій, відповідна закінченню ґрунтового валика, дорівнюватиме сумі відстані польоту частки ґрунту, після сходження з лемеша лапи, та висоті оброблюваного пласта ґрунту.

Мінімально допустима відстань від задньої частини лапи до точки заглиблення дисків дискової борони, за якої не відбуватиметься згружування

грунту після його сходження з підскоріжних лап перед дисковою секцією, має бути не меншою за 0,65 метра або за переведення в відстань від крайньої задньої точки лемеша лапи до найближчої точки на передній частині диска - не меншою за 0,55 метра.

3.4. Відстань між дисковою секцією і прикочувальним котком

Обґрунтування мінімально допустимої відстані L_{min} між дисками

секції і котком виконано згідно з методикою, запропонованою Г. С.

Кашменком [17, с. 94-136]. Для того цього вивчено взаємодію сферичного диска з ґрунтом (рис. 7). Виділено ґрунтовий об'єм ΔV_{01} у товщі C_1 і розглянуто його рух у момент скодження з диска.

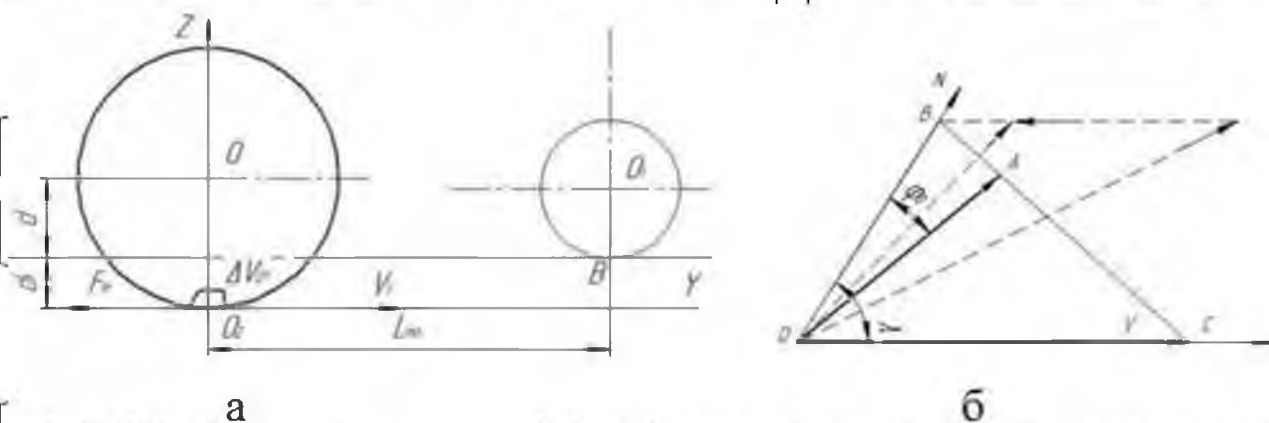


Рис. 3.7 – Розрахункова схема для визначення відстані між дисковою секцією та котком (а) і схема переміщення частинки ґрунту по робочій поверхні диска (б)

Вертикальна складова швидкості об'єму ґрунту ΔV_{01} у товщі C_1 дорівнює нулю. Абсолютну швидкість переміщення частинки ґрунту

$$V_{\alpha} = V_A \frac{\cos \lambda}{\cos \varphi_0}, \quad (3.5)$$

де λ - кут між нормою ON до поверхні диска і OX диска і OX (рис. 3.5, б),
 $\lambda = 70^\circ$; ϕ_0 - кут тертя ґрунту об поверхню диска, $\phi_0 = 23^\circ$.

Вільному переміщенню об'єму ΔV_{01} під час сходження з диска перешкоджає опір сили тертя

$$F_{mi} = m_{mi} g f_{\pi} \quad (3.6)$$

Диференціальні рівняння руху ΔV_{01} у напрямку осі Y мають вигляд:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = m_{mi} \cdot g f_{\pi}$$

$$\frac{dy}{dt} = V_y - g f_{\pi} t_2$$

$$Y_{mi} = V_y t_2 - \frac{g f_{\pi}}{2} t_2^2 + Y_{oi} \quad (3.7)$$

Ґрунтовий об'єм ΔV_{01} починає свій рух на початку координат, звідки впливає, Y_{oi} дорівнює нулю.

Час переміщення t_2 ґрунтового об'єму V_{01} визначаємо з умови $\frac{dy}{dt} = 0$
 З рівності (7) впливає:

$$t_2 = \frac{V_A}{g f_{\pi}} \quad (3.8)$$

При підстановці числових значень отримаємо

$$t_2 = 0,61 \text{ с}, \quad V_a = 1,1 \text{ м/с.}$$

Якщо відома абсолютна швидкість переміщення частинки ґрунту та час її польоту, визначимо відстань польоту частинки ґрунту, яка дорівнює $L_{\text{мір}} = 0,67 \text{ м.}$

Таким чином, відстань між точкою відриву ґрунту з диска секції до точки занурення приконувального котка в ґрунт має бути не меншою за 0,65 метра або під час переведення у відстань від крайньої задньої точки диска до передньої частини котка - не менше 0,45м.

3.5. Ширина захвату багатofункціонального ґрунтообробного агрегату

Для розробки багатofункціонального ґрунтообробного агрегату для певного тягового класу тракторів необхідно теоретично визначити його раціональну ширину захвату, виходячи із сумарного тягового опору робочих органів.

Ширину захвату агрегату визначаємо, виходячи з тягового зусилля трактора, за формулою:

$$B = \frac{P_T}{k} \eta = \frac{30000}{6500} \cdot 0,95 = 4,38 \text{ м}$$

де B – розрахункова ширина захвату агрегату, м;

P_T – тягове зусилля трактора;

k – питомий опір ґрунту;

η – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора,

$\eta = (0,8 \dots 0,95)$

Ширини захвату багатofункціонального ґрунтообробного агрегату необхідно врахувати, що обробіток дисковими робочими органами забезпечує вирівнювання поверхні поля вирівнювачами та коткування ґрунту. Тому питомий опір ґрунту роботі культиватора k становить:

$$k = k_{\text{роз.лап.}} \times k_{\text{стр.лап}} \times k_{\text{диск.}} \times k_{\text{котк.}} \times k_{\text{вирівн.}}$$

$$k = 1500 + 1000 + 2500 + 1000 + 500 = 6500 \text{ Н}$$

де $k_{\text{роз.лап.}}$ – питомий опір ґрунту на пружних стояках, Н/м;

$k_{\text{стр.лап}}$ – питомий опір ґрунту при культивуванні універсальними стрічастими лапами, Н/м;

$k_{\text{диск}}$ - питомий опір ґрунту дискових робочих органів, Н/м;

$k_{\text{котк}}$ - питомий опір ґрунту при коткуванні, Н/м;

$k_{\text{вирівн.}}$ - питомий опір ґрунту вирівнювачів, Н/м;

При визначенні робочої ширини захвату багатофункціонального ґрунтообробного агрегату необхідно пам'ятати, що частина тягового зусилля трактора витрачається на переміщення агрегату по полю. Ці витрати визначаються з умови, що питома маса агрегату становить 150...200 кг на кожен метр ширини його захвату. Коефіцієнт опору перекочування по свіжозораному полю для коліс із пневматичними шинами – 0,16 (див. додаток)

Тоді тягове зусилля на перекочування по полю колісного ходу культиватора становить:

$$R = k_{\pi} mg$$

де k_{π} - тягове зусилля на перекочування агрегату, Н;

m - розрахункова маса, кг;

g - прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

Робочу ширину захвату багатофункціонального ґрунтообробного агрегату визначаємо із залежності:

$$B_p = \frac{P_T - R}{k} \eta = \frac{30000 - 1882}{6500} \cdot 0,95 = 3,11 \text{ м}$$

де B_p - розрахункова ширина захвату агрегату, м.

Оскільки ширина захвату агрегату з робочими органами для передсівного обробітку ґрунту обмежена жорстким кріпленням культиваторних лап на рамі (ширина захвату не повинна перевищувати 2,5-3 м [18, с. 206]), і при цьому вони мають менший опір, то розрахунок проводиться для варіанту агрегату з робочими органами для основного обробітку ґрунту.

Обираємо розрахункову ширину захвату культиватора $B_p = 3 \text{ м}$

Рис. 3.8. Схема взаємодії сферичного диска з ґрунтом

Результуюча фронтальної реакції на диск P_{ϕ} дорівнює

$$P_{\phi} = 0,5k_o (2R^2 \arccos \frac{R-h}{R} - b(R-h)), \quad (3.10)$$

де R – радіус диска, м, $R = 0,225$ м;

h – глибина обробітку, м, $h = h_{пл} = 0,08$ м;

$h_{пл}$ – висота позовжнього гребеня на дні борозни, м;

k_o – питомий опір ґрунту, кПа, $k_o = 100$ кПа.

Довжина робочої ділянки леза L , яка перерізає пласт

$$L_{пл} = R \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{R \cos \beta - h}{R \cos \beta} \right) \quad (3.11)$$

Напрямні косинуси вектора сили тертя ґрунту по фасках леза диска і тиску на лезо, а також косинус кута між віссю ординат і вектором нормальної сили реакції пласта на сферу диска в точці С залежить від:

β – кута нахилу диска, град.;

α – кута атаки диска, град.;

φ_c – кута між віссю обертання і радіусом, проведеним із центру сфери, град.;

r – радіуса сфери диска, м;

λ – кінематичного показника, $\lambda = 1$.

Враховавши числові значення і наступному режимі роботи дискової секції $h = 0,08$ м, $\beta = 0$, $\alpha = 15^\circ$, $r = 1,3$ м, $b = 0,196$ м, $\alpha_c = 65^\circ$, $\varphi_c = 8^\circ$, $\varphi = 10^\circ$, $\alpha_{пл} = 104^\circ$, отримаєм наступні результати: $\cos \alpha_{хл,м} = -0,305$, $\cos \alpha_{хл,д} = -0,447$,

$\cos \alpha_x = 0,289$, $\cos \alpha_{xm} = \sin \alpha_x = 0,957$, $L = 0,2$ м, $P_{\phi} = 1,22$ кН.

Вивористовуючі рівність (9), отримаєм величину суммарних проєкцій сил, які діють на диск, $P_x = -0,34$ кН. В дисковій бороні диски розташовані між собою на відстані 0,22 м. Отже, питомий тяговий опір дискової борони рівний $P_{пит. X} = 1,6$ кН/м.

НУБІП України

Тяговий опір плоскоріжучих лап.

Огляд літератури з питання розташування плоскоріжучих лап на рамі агрегату виявив, що не існує єдиної думки щодо раціонального застосування встановлення робочих органів за схемою "прямого" і "зворотного" клина. Для визначення тягового опору плоскоріжучих лап і вивчення їхнього тягового опору за різних схем розміщення розроблено лабораторно-польову установку (рис. 9). Випробування проведено на суглинному дерново-підзолистому ґрунті вологістю 15,2 % і твердістю 3,29 МПа в шарі до 25 см. Кут розхину плоскоріжучих лап $2\gamma = 110^\circ$, ширина захвату 0,76 м. Глибина обробітки становила 22 см, швидкість руху 6,8 км/год.



а)



б)

Рис. 3.9. Лабораторно-польова установка для вивчення тягового опору робочих органів (а) і розташування динамометра на сніці установки (б)

За результатами відеореєстрації показань динамометра (рис. 3.9, б) розраховано середні значення тягового опору установки: для "прямого" клина – $F_{11n} = 7,05$ кН, для "зворотного" клина – $F_{11n} = 7,12$ кН, для "зворотного" клина – $F_{11n} = 7,12$ кН.

Беручи до уваги відсутність суттєвої різниці між отриманими даними, прийнято використовувати схему розміщення плоскоріжучих лап "зворотний" клин. Питсмей тяговий опір плоскоріжучих лап – $P_{11} = 3,24$ к $P_{11} = 3,24$ кН/м.

Допустима ширина захвату агрегату визначена за виразом [20, с. 59]

$$B_{max} = \frac{\varepsilon_{PT} (P_{кр.н} - G_{Tr} \sin \alpha)}{k + g_M (\lambda f_M + \sin \alpha)}, \quad (3.12)$$

де λ – коефіцієнт, що враховує довантаження трактора, $\lambda = 0,0-1,5$;

ε_{PT} – ступінь використання тягового зусилля трактора;

$P_{кр.н}$ – тягове зусилля трактора, кН;

G_{Tr} – вага трактора МТЗ-82, кН;

α – ухил місцевості, град.;

g_M – сила тяжіння на метр ширини захоплення, кН/м;

f_M – коефіцієнт опору перекочуванню, $f_M = 0,08-0,10$;

k – питомий опір робочих органів, кН/м.

Враховуючи, що $k = P_{пш} + P_{пл} = 1,60 + 3,24 = 4,94$ кН/м, $\lambda = 1,1$, $\varepsilon_{PT} = 0,89$, $P_{кр.н} = 12,8$ кН (третя передача МТЗ-82), $G_{Tr} = 39$ кН, $\alpha = 0^\circ$, $g_M =$ не більше 4,0 кН/м, у результаті розрахунку виявлено, що допустима ширина захвату ґрунтообробного агрегату не повинна перевищувати 3 метра.

Разом із тим, спільне функціонування різних робочих органів може як підвищувати, так і знижувати загальний тяговий опір ґрунтообробного агрегату, тому остаточний вибір складу робочих органів і ширини захвату може бути зроблений лише на підставі результатів польових досліджень дослідного зразка агрегату.

У результаті проведеного аналізу конструкцій ґрунтообробних агрегатів запропоновано конструктивно-технологічну схему багатofункціонального ґрунтообробного агрегату зі змінними робочими органами для тракторів класу 14 і 20 кН, призначеного для здійснення в умовах фермерських або дрібнотоварних господарств основного безполицевого обробітку ґрунту на глибини 16–25 см зі створенням мульчувального шару та комплексу операцій передпосівного обробітку ґрунту на глибини 5–12 см. Визначено допустимі

відстані рядами робочих органів агрегату, а також на підставі розрахованих тягових опорів робочих органів обчислено його раціональну ширину захвату для основного обробітку ґрунту, що дорівнює 2,2–2,3 метра.

Експериментальне вивчення впливу встановлення плоскоріжучих лап за схемою "прямого" і "зворотного" клина на питомий тяговий опір плоскоріза показало, що під час руху в діапазоні середніх робочих швидкостей відмінність у тяговому опорі плоскорізальних лап для обох варіантів розміщення лап перебуває в межах помилки досліду, що дало змогу прийняти установку плоскоріжучих лап за схемою "зворотного" клина.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1. Програма і методика проведення польових досліджень

НУБІП України

Пропонований нами комбінований агрегат перш за все повинен забезпечувати підготовку до сівби в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому, агрегат повинен забезпечувати подрізання кореневої системи

рослин попередників, надійне подрібнення рослинних залишків, і формувати раціональну структуру ґрунту – кришення, розпушення. Показники і ступінь подрізання кореневої системи.

НУБІП України

Програма досліджень.

Програмою передбачено:

НУБІП України

- перевірка працездатності конструкцію;
- дослідження якості кришення ґрунту від конструктивних параметрів конструкції;
- дослідження ступеня подрібнення рослинних решток;

НУБІП України

- дослідження залежність тягового опору від конструктивних параметрів конструкції;
- перевірка адекватності розробки аналітичної моделі;
- перевірка конструкцію на технічну і технологічну надійність.

Конструкція комбінований агрегат для безпліцевого обробітку

НУБІП України

ґрунту

Загальний вигляд агрегату представлений на рис. 4.1. Під час обробітку ґрунту на 8-16 см.

НУБІП України

Для розширення функціональних можливостей на агрегаті встановлено два змінних робочих органів для виконання основних технологічних операцій: основної безвідвального обробітку ґрунту і передпосівної культивуації.

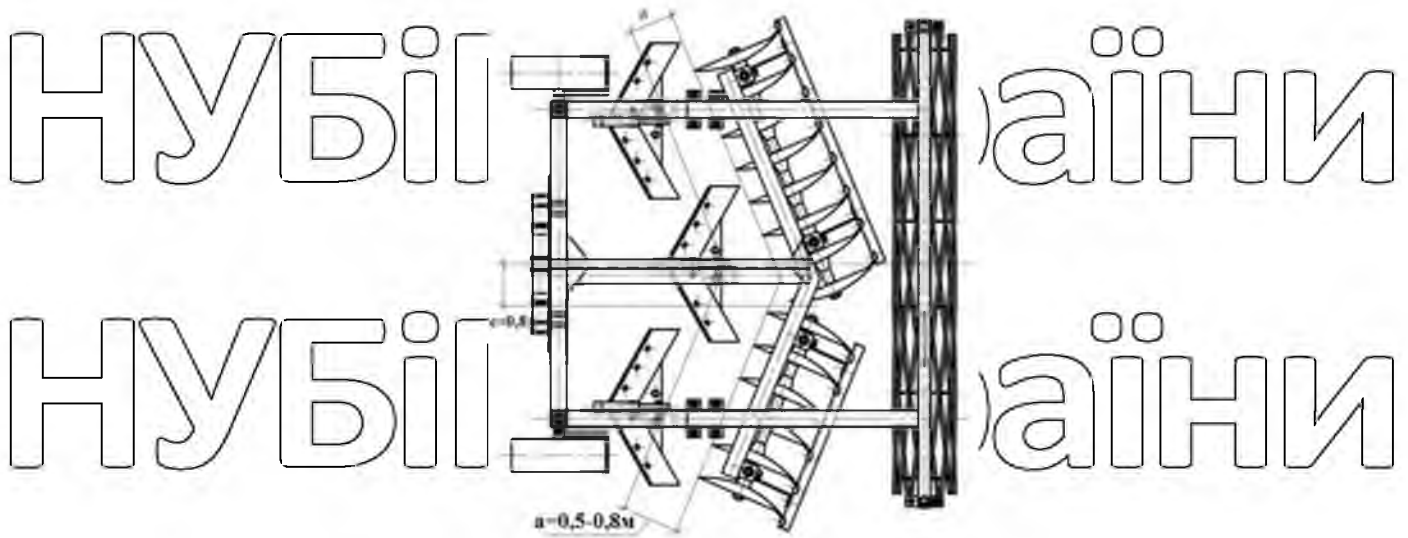


Рис. 4.1. – Комбінований агрегат для безпліцевого обробітку ґрунту

Показники верифону обраної ділянки

Оцінку питомої кількості рослин на 1 см^2 визначали шляхом накладання на поверхню поля рамки. Причому, питому кількість рослин визначали не поштучно, а за ваговим принципом. В межах рамки знімали шар ґрунту глибиною 5-8 см. Знятий ґрунт просіювався на решеті (рис. 4.2). Рештки рослин які залишались на решеті, зважували і визначали питому вагу у перерахунку на 1 см^2 . Подібна методика була також запропонована в роботі



а)



б)

Рис. 4.2 – Обладнання до визначення кількості рослинних решток, 1 см^2 :
а) – обмежувальна рамка; б) – решето для просіювання, $d \in 10 \text{ мм}$

Оцінка коефіцієнта структурності ґрунту

Коефіцієнт структурності. Визначався за методикою як відношення маси ґрунтових агрегатів, просіяних через решето з діаметром отворів 10 мм, до маси всієї взятої проби.

Глибистість поверхні. Оцінювався як відношення площі поверхні вкритої грудками з приведеним діаметром більше за 100 мм до загальної площі ділянки. Визначався таким чином: в межах накладені на оброблену поверхню рамки 1,0x1,0 м. збирались великі грудки і зважували кожну грудку окремо.

Далі, визначали об'єм кожної грудки. Як відношення маси до питомої ваги.

Наступним етапом визначали приведений радіус і площу. Площа окремих грудок підсумовувалась і знаходилась глибистість.

В результаті аналіз літературних джерел взяли методику методики визначення цього показника через середнє вимірне значення висоти гребенів над рівнем денної поверхні ґрунту. Показник гребнистості визначається як процентне відношення усередненої максимальної висоти гребеня до його середньої висоти. Показник носить більш суб'єктивний ніж об'єктивний характер. Нами пропонується більш простий і досить точний показник оцінки гребнистості поверхні, а саме:

на поверхню ґрунту поперек борозни клали мотузку, який копіює профіль поверхні. Довжину мотузки заміряли і ділили на конкретну відстань між точками замірювання (рис.4.3).

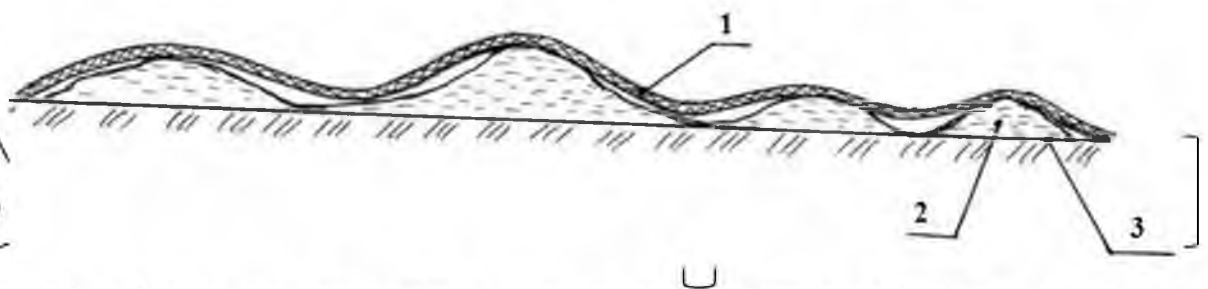


Рис. 4.3 –Схема до методики визначення гребнистості поверхні: 1 – мотузок; 2 – гребінь; 3 - рівень денної поверхні

4.2. Результати проведення польових досліджень

Для визначення параметрів ґрунтообробного агрегату проведено дослідження спільного функціонування плоскорізних лап і дискової секції.

Аналіз результатів експерименту показав, що для компактності конструкції, що є актуальним під час розроблення навісного ґрунтообробного агрегату, найкращим є варіант розміщення дискової секції на мінімальній відстані $a = 0,4 \dots 0,5$ м (рис. 4.1) від заднього обрізу стійки плоскорізної лапи до крайньої точки дисків. У цьому разі найбільш оптимальним варіантом робочого органу дискової секції є плоскосферичний гладкий диск діаметром 0,45 м, тим більше що ці диски широко застосовуються в сільськогосподарських знаряддях.

Гладкі диски забезпечують найкращі показники подрібнення ґрунту за мінімальної швидкості руху, тобто для них оптимальним є розрізання пласта ґрунту, який не повністю опустився на дно борозни. Зі збільшенням швидкості руху агрегату пласт ґрунту подається вище і без підпору для розрізання пласта з боку дна борозни гладкі диски знижують ступінь подрібнення, а крім того збільшується частота забивання ґрунтом міждискового простору. У зв'язку з цим для підвищення робочої швидкості руху агрегату без шкоди для якості обробки ґрунту відстань a збільшено до 0,7 м.

Для порівняння впливу різних способів основного обробки ґрунту на агрофізичні показники ґрунтової родючості та врожайність оброблюваних культур було закладено польовий дослід, під час якого використання ґрунтообробного агрегату КПА-2,2 порівнювалося з оранкою на глибину 0,18...0,20 м плугом ПЛН-3-35.

Восени 2022 р. у першій закладці висіяно озиме жито, навесні 2023 р. у другій закладці – вико-вісяну суміш на зелений корм. Повторність досліду чотириразова, розміщення варіантів рендомізоване.

Площа ділянок $4 \times 8 = 32$ м², облікова площа 17,6 м².

Загальне число ділянок - 72.

Грунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий середньозуглинистий. Агрохімічні показники ґрунту: рН (сольовий) – 5,0; гідролітична кислотність – 3,6 мг-екв. на 100 г ґрунту; вміст Р205 – 140...180 мг / К20 – 150...200 мг на 1 кг ґрунту, гумусу – 1,7%.

Результати. На підставі отриманих даних і результатів проведених досліджень з розробки плуга-плоскоріза ППН-3-35/2-70 плуга-плоскоріза ППН-3-35/2-70 запропоновано конструктивно-технологічну схему знаряддя для безвідвального обробітку ґрунту [2], яка реалізована в начіпному комбінованому ґрунтообробному агрегаті КПА-2,2 (рис. 4.1, табл. 1) для тракторів тягових класів 1,4 і 2,0. Він складається з рами з опорними колесами, на якій послідовно встановлено три плоскорізнi лапи, двi дискові секції та змінний робочий орган для додаткового обробітку ґрунту – прутковий коток або гребенеутворювальні корпуси.

Плоскорізнi лапи розташовані на рамі агрегату за схемою зворотного клина для зниження тягового опору та кращого заглиблення [4], а також підвищення компактності конструкції. Плоскорізнi лапи уніфіковані з робочими органами плуга-плоскоріза ППН-3-35/2-70, дискова борона – з дисковими секціями лушильника ЛДГ-5.

Цей агрегат призначений для основного безполицевого обробітку ґрунту на глибину 0,16...0,20 м з одночасним лушенням поверхневого шару. Під час плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 0,08...0,16 м з одночасним лушенням поверхневого шару агрегат може бути оснащений прутковим котком для подальшого вирівнювання і прикочування ґрунту (рис. 4.4, а). Під час обробітку ґрунту під посадку картоплі передбачено оснащення ґрунтообробного агрегату гребенеутворювальними корпусами (рис. 4.4, б).

Із зменшенням глибини обробітку та за великої кількості коренів рослин на глибині підрізання пласта рекомендується застосовувати плоскорізнi лапи з кутом розчину 2°, що забезпечує самоочищення лез лап від рослинних решток.

Польові випробування показали, що агрегат стійко виконує безвідвальний обробіток ґрунту згідно з агротехнічними вимогами, витримує робочу ширину захоплення та установчу глибину обробітку.

Під час виробничого використання в 2022...2023 рр. проводили обробіток чистих парів під посів озимого жита і обробіток ґрунту перед посадкою картоплі на площі 145 га. Якість обробітку ґрунту відповідає агро вимогам. Відмов за підсумками випробувань не виявлено.

Результати польового дослідження виявили такий вплив виду основного обробітку ґрунту на основні агрофізичні показники стану ґрунту та енергетичну ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Таблиця 1. Технічна характеристика комбінованого ґрунтообробного агрегату КПА-2,2

Показники	Вид обробітку ґрунту	
	Основний безвідвальний	З прикочуванням
Продуктивність за годину основного часу, га	до 1,6	до 2,0
Глибина обробітку, см	16...20	8...16
Робоча швидкість м/с	1,0...2,5	
Ширина захвату, м	2,2	
Ширина захват плоскої різної лапи:	0,76	
- довжина	1970	2450
- ширина	2200	2400
- висота	1300	1300
Маса, кг	475	590
Середня трудомісткість переобладнання, люд-год	Не більше 2,5	

Спосіб основного обробітку ґрунту не мав істотного впливу на вологість ґрунту у фазу кущіння озимої вологість ґрунту у фазу кущіння озимого жита. Вологість у шарі 0...0,1 м була в межах 14,7...15,3%, у шарі 0,1...0,2 м - 15,8...17,3%. 15,8...17,4%.

У фазу сходів вико-вівсяної суміші відмінностей у вологості ґрунту за варіантами також не було.

У фазу кущіння озимого жита запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0...0,1 м за плоскорізного обробітку становили 13,7 мм, що вище на 1,5 мм, ніж за оранки ($HCP_{05} = 0,51$). У шарі 0,1...0,2 м запаси вологи також збільшувалися за плоскорізного обробітку на 2...3 мм, але суттєвих відмінностей не виявлено.

У фазу сходів вико-вівсяної суміші сходів вико-вівсяної суміші відмінностей між варіантами за запасами продуктивної вологи не було - 11 мм у шарі 0...0,1 м і 13...14 мм у шарі 0,1...0,2 м. У середньому по орному шару 0...0,2 м запаси продуктивної вологи оцінювалися як задовільні.

Щільність ґрунту після ранньовесняного боронування озимого жита достовірних відмінностей за варіантами обробітку не мала (табл. 2). Після посіву вико-вівсяної суміші варіанти основного обробітку ґрунту також не мали впливу на щільність ґрунту.

Передпосівний обробіток сприяв розпушенню ґрунту в шарі 0...0,1 м за супутнього ущільнення шару 0,1...0,2 м.

Агрономічно цінною структурою ґрунту вважається грудкувато-зерниста структура з розміром агрегатів від 0,25 до 10 мм, володіє пористістю, механічною міцністю і водопроникністю. Обробка ґрунтообробним агрегатом сприяв створенню кращої ґрунтової структури (табл. 3) за вмістом агрономічно цінних агрегатів, водопроникності та коефіцієнту структурності. Структурний стан орного шару ґрунту оцінювався як задовільний.

Глибина обробітку ґрунту якщо кут атаки дисків 17° у середньому становить 7 см. Однак зі збільшенням швидкості від 7 до 15 км/год відбувається вимілення дисків на 1 см. У варіанті виконання коли кут атаки

дисків 5° глибина обробітку в діапазоні швидкості 7–15 км/год рівномірною і становить 5 см (рис. 4.4).



Кут атаки 17°, V = 11 км/год



Кут атаки 17°, V = 11 км/год

Рис. 4.4 Результати обробітку ґрунту

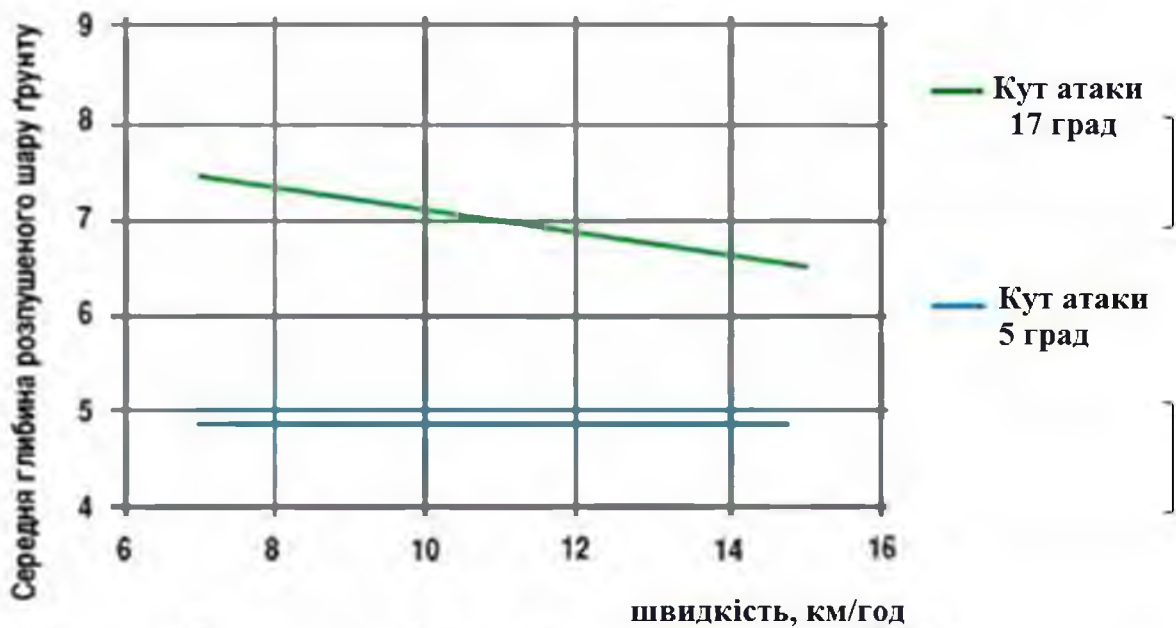


Рис. 4.5 Залежність глибини розпушення шару ґрунту від кута атаки дискової борони

Підрізання бур'янів забезпечує значення цього показника в межах 100%. Зокрема на малих швидкостях агрегат працювала краще й стабільніше.

і тому покращив свою роботу при збільшенні швидкості понад 8 км/год (рис. 4.6).

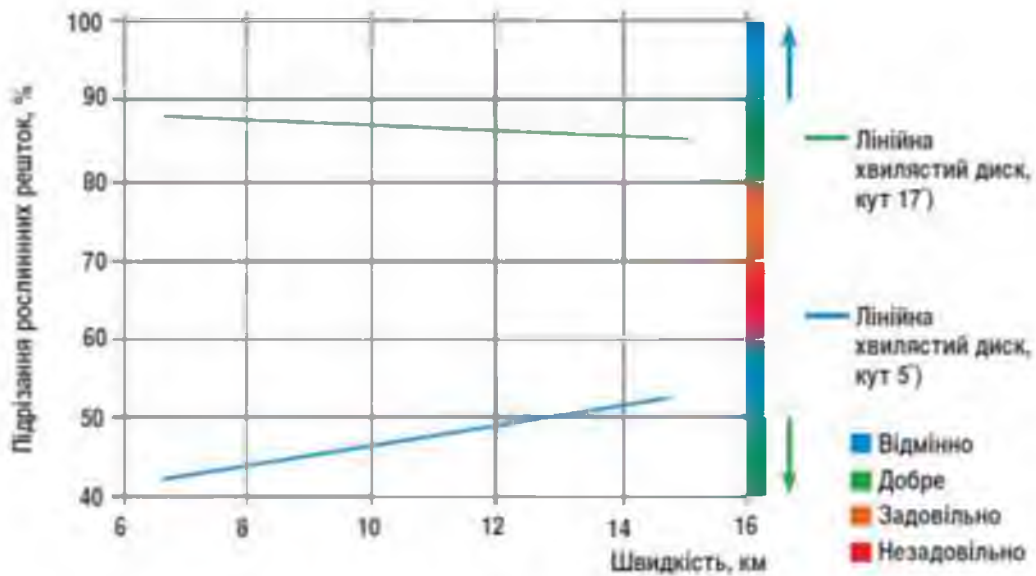


Рис. 4.6 Ступінь підрізання рослинних решток від кута атаки комбінованого агрегату

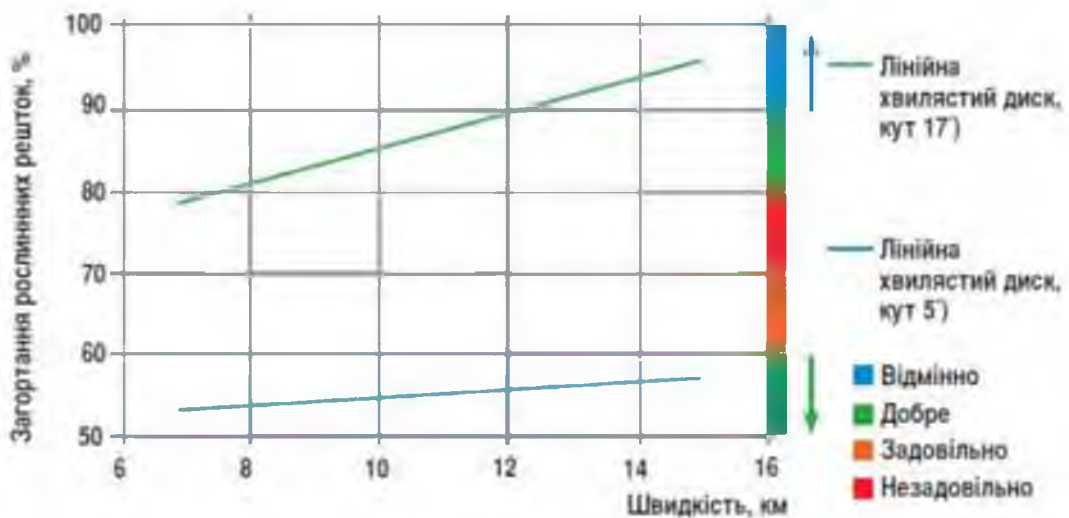


Рис. 4.7 Ступінь загортання рослинних решток залежно від кута атаки дискової борони

Витрати енергії на оранку становлять 1023 МДж/га, на плоскорізний обробіток агрегатом КПА-2,2 - 689 МДж/га. Заміна оранки при плоскорізному обробітку дає змогу економити до 334 МДж/га, або до 32,6% енергетичних

витрат на основний обробіток ґрунту. Коефіцієнт енергетичної ефективності за технологією вирощування озимого жита з плоскорізним обробітком у середньому становив 2,14, що на 12,6% вище, ніж при оранці - 1,87.

При вирощуванні вико-вівсяної суміші цей показник перебуває приблизно на одному рівні: оранка - 2,57, плоскорізний обробіток - 2,51.

Таблиця 2. Щільність в шарах, кг/м³

Варіанти обробітку ґрунту	Виковісяна суміш (фаза сходів)		Озиме жито (фаза кущіння)	
	0...0,1 м	0,1...0,2 м	0,1...0,2 м	0,1...0,2 м
ПЛН-3-35	1130	1270	1190	1280
КПА-2,2	1190	1300	1200	1280

Таблиця 3. Структурний стан ґрунту в шарі 0...0,1 м

(вико-вівсяна суміш)

Варіанти обробітку ґрунту	Вміст агрегатів 0,25...10 мм, %	Водопроникність структури, %	Коефіцієнт структурності
ПЛН-3-35	67,9	59,3	2,27
КПА-2,2	70,3	62,3	2,33

Висновки. Розроблено ґрунтообробний агрегат КПА-2,2 для основного безплосцевого обробітку ґрунту, використання якого порівняно з плугом ПЛН-3-35 дає змогу знизити енергетичні витрати на обробіток ґрунту на 32,6% за збереження оптимальних агрофізичних показників ґрунтової родючості та високої врожайності оброблюваних культур.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ШИРИНИ ЗАХВАТУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ҐРУНТОБРОБНОГО АГРЕГАТУ ЗІ ЗМІННИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Вибір доцільної ширини захвату комбінованого агрегату для обробітку ґрунту, для обробітку ґрунту та посіву - одне з першочергових завдань, яке необхідно привести до правильного вирішення в процесі проектування сільськогосподарської машини. Заданий обсяг технологічних робіт у стислі агротехнічні терміни може бути реалізований або широкозахватним агрегатом, або великим числом транспортно-технологічних машин, але з меншою робочою шириною захвату.

Практика показує, що раціонально вибрати комбінований ґрунтообробно-посівний агрегат із такою робочою шириною захвату, яка б видавала максимально можливу продуктивність за оптимального завантаження енергетичного засобу (трактора) [1, 2].

Однак є думки, які говорять про способи виробничої експлуатації, коли не менш раціональним розглядається варіант використання трактора, що працює з недовантаженням, тобто з комбінованим агрегатом із невеликою робочою шириною захвату [3, 4].

Ці спірні висловлювання, природно, мають підтверджуватися техніко-економічними розрахунками, які б урахували виконання технологічної операції комбінованим ґрунтообробним агрегатом із "малою" робочою шириною захвату за умови високих питомих витрат на виплату заробітної плати трактористам, обслуговуючому персоналу, паливо і мастильні матеріали тощо, а з іншого боку - збільшення вартості сільськогосподарської машини через збільшення робочої ширини захвату за рахунок збільшення її металоємності, витрат на реновацію.

Умови, матеріали, методи.

Пошук оптимальної ширини захвату комбінованого агрегату для обробітку ґрунту та посіву шляхом розрахунків усіх складових експлуатаційних витрат досить складно. Розглянемо можливість отримання аналітичної залежності, що дає змогу визначити оптимальне рішення.

У процесі відшукання рішення, з одного боку, розглядається трактор, з іншого - сільськогосподарська машина (у нашому випадку комбінований

агрегат). Щобільша ширина захвату агрегату (у певних межах), тим вища його годинна продуктивність, тим менше грошових коштів припадає на одиницю виконаної роботи.

За певного річного завантаження трактора (у годинах) збільшення годинної продуктивності призводить до зменшення частки вартості трактора, віднесеної на одиницю роботи [3].

Витрати на ремонт трактора і сільськогосподарської машини в цьому випадку вважатимемо незалежними від робочої ширини захвату агрегату.

Річ у тім, що за будь-якої ширини захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату відрахування на ремонти і технічні відходи ведуться пропорційно виконаній роботі.

Питомі експлуатаційні витрати представимо за відомою залежності [5]:

$$П = \frac{nC_M\alpha\gamma}{100W_{\text{сез}}} + \frac{3+F+C_T}{W_{\text{год}}} + \sum_{i=n}^6 C_{\text{сп}} \quad (5.1)$$

де $П$ – питомі експлуатаційні витрати (витрати), грн/га;

n – кількість машин в агрегаті;

C_M – балансова вартість машини, грн;

α – амортизаційні відрахування (на реновацію), %;

3 – оплата праці обслуговуючого персоналу, грн/год;

F – вартість палива, грн./год;

C_T – витрати на амортизацію трактора, грн/год;

γ – питома вага роботи, яку виконує машина.

$\sum_{i=n}^6 C_{\text{сп}}$ – відрахування на страхування, ремонт, обслуговування техніки, грн/га.

Сумарні прями експлуатаційні витрати визначимо з урахуванням рекомендацій [6]:

$$\sum_{i=n}^6 C_{\text{сп}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{сп}} + C_{\text{стр}} + C_{\text{рот}} + C_{\text{зб}} \quad (5.2)$$

де $C_{\text{оп}}$ – оплата праці обслуговуючого персоналу, зайнятого на ремонтних роботах техніки та її технічного обслуговування, грн;

$C_{\text{оп}}$ – відрахування на соціальні потреби, грн;
 $C_{\text{стр}}$ – відрахування на страхування техніки, грн;
 $C_{\text{рто}}$ – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн;
 $C_{\text{зб}}$ – витрати на зберігання машини, грн;

$W_{\text{сез}}$ – сезонний обсяг роботи, га.

Виконаємо деякі перетворення у формулі (1):

$$C_{\text{сп}} = \rho B_p \quad (5.3)$$

де ρ – питома вартість машини, руб./м;

B_p – ширина захвату машини (агрегату), м;
 $W_{\text{год}} = 0,1 B_p V_p \tau \quad (5.4)$

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

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Тоді вираз (1) можна подати в такому вигляді:

$$\Pi = \frac{B_p \alpha \gamma}{100 W_{\text{сез}}} + \frac{3 + F + C_T}{0,1 B_p V_p \tau} + \sum_{i=1}^n C_{\text{сп}} \quad (5.5)$$

Для визначення оптимального (раціонального) значення B_p необхідно взяти першу похідну від Π по B_p і прирівняти її до нульового значення. Далі, після перетворень, отримуємо вираз для визначення оптимальної ширини захвату машини (агрегату) [7]:

$$B_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 100 W_{\text{сез}} (3 + F + C_T)}{V_p \tau \sum_{i=1}^n \rho \alpha}} \quad (5.6)$$

Використовуючи як цільову функцію питоми наведені витрати, вираз (6)

набуває вигляду:

$$B_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 100 W_{\text{сез}} (3 + F + C_T)}{V_p \tau \sum_{i=1}^n \rho (\alpha + B_H)}} \quad (7)$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$C_T = C_T + \frac{C_6 E_{\text{вн}}}{100 \cdot T_{\text{р}}}$$

де C_6 – балансова вартість трактора, грн;

$E_{\text{вн}}$ – коефіцієнт окупності капітальних вкладень;

$T_{\text{р}}$ – нормативне річне завантаження трактора, год.

НУБІП УКРАЇНИ

Отримані вирази дають змогу зробити низку перших висновків.

1. економічно оптимальна робоча ширина захвату комбінованого агрегату B_{opt} збільшується зі збільшенням річного обсягу робіт, з підвищенням витрат на оплату праці, вартості трактора, палива.

НУБІП УКРАЇНИ

2. Цей самий параметр із заданою маркою (типом) трактора (енергетичного засобу) може бути знижений за рахунок збільшення робочої швидкості агрегату V_p , коефіцієнта використання часу зміни τ , а також вартісних значень самого комбінованого ґрунтообробного агрегату – ρ .

НУБІП УКРАЇНИ

3. Зміна значень $W_{\text{сез}}$, V_p , τ , ρ у n разів за інших рівних умов приводить до зміни оптимального значення B_{opt} у \sqrt{n} разів.

Для подальших досліджень, під час виведення залежностей необхідно прийняти такі допущення:

НУБІП УКРАЇНИ

1. Наявна цілком певна, за заданих агротехнічних вимог, раціональна (оптимальна) робоча швидкість виконання технологічної операції при цьому виробнича експлуатація комбінованого ґрунтообробного агрегату зі змінною робочою шириною захвату виконується на даній швидкості.

НУБІП УКРАЇНИ

2. Зі збільшенням $W_{\text{сез}}$ збільшується значення B_{opt} , однак це збільшення слід розглядати лише в межах енергетичних можливостей тягового засобу.

НУБІП УКРАЇНИ

Відомо, що існує співвідношення між шириною захвату агрегату, робочою швидкістю та гальною потужністю (тяговим зусиллям) трактора [8, 9, 10]:

НУБІП УКРАЇНИ

$$N_{\text{кр}} = \frac{B_p K_0 V_h}{270 n_{\text{тр}}^{\text{так}}} \quad (5.8)$$

де $N_{\text{кр}}$ – тягове зусилля (гальова потужність) трактора, к.с.;

K_p – питомий опір машини, кг/м;
 n_{tr}^{max} – коефіцієнт навантаження трактора (ступінь використання тягового зусилля), %.

Звідки можлива ширина захвату агрегату (за енергетичними можливостями):

$$B_p^N = \frac{270 N_{кр} n_{tr}^{max}}{V_p K_o} \quad (5.9)$$

Визначивши, таким чином, значення B_p^N , при знаходженні B_{opt}

необхідно виконати умову:

$$B_{opt} \leq B_p^N$$

За інших рівних умов зі зміною B_p змінюється значення τ – характер зміни значення τ залежно від B_p .

Як приклад розглянемо умовний комбінований напівнавісний модульний агрегат для обробки ґрунту та сівби зернових культур при агрегуванні трактором МТЗ-82 ($N = 60$ кВт), оснащений S-подібними пружинними стійками, котками, вирівнювачами, розпушувачами колії трактора, розрахуємо його параметри і визначимо питомий тяговий опір, оптимальну ширину захоплення. Вихідні дані для розрахунку використовуємо в розробленій програмі EXCEL 2019.

Ширину захвату комбінованого ґрунтообробного посівного агрегату визначаємо за формулою [11]:

$$B_p = \frac{(P_v - P_a)}{K_p + K_k + K_b + K_z + K_c \cdot 0,01i (g_t - g_c)c}, \quad (5.10)$$

де P_v – сила тяги, кН;

P_a – опір підйому, кН;

$$P_a = 0,01i \cdot G_{tr}, \quad (5.11)$$

де G_{tr} – маса трактора, кН;

i – ухил, %;

K_p, K_k, K_b, K_z, K_c – питомий тяговий опір відповідно розпушувачів колії трактора, котків, вирівнювачів, S-подібних пружинних зубів, сошників сівалки, кН/м;

g_t, g_c – маса комбінованого агрегату та сівалки, на 1 м ширини захвату, кН.

У розглянутому агрегаті основні робочі органи S-подібні S-образні пружинні стійки та котки. Під час розрахунків приймаємо середні значення питомих тягових опорів додаткових робочих органів K_k, K_b [12], ширину захвату агрегату - рівною ширині захвату сівалки, тобто $B_p - 3,6$ м.

Після перетворень формули (10) допустимий максимальний тяговий питомий опір S-подібних пружинних стійок K_z описується такою залежністю:

$$K_z = \frac{(P_v - 0,01 G_{TP}) \mu}{B_p} - [K_p + K_k + K_b + K_z + K_c + 0,01(g_t - g_c)] -$$

$$G_k \cdot f [1 + 0,75(1 - \cos \alpha_n)] + 0,01 \cdot n V \rho_z \left(\frac{v_p^2}{r} \sin \beta - g \sin \beta \right) \quad (5.12)$$

де η – коефіцієнт завантаження трактора;

G_k – маса котків, кН;

B_v – робоча ширина котків, м;

f – коефіцієнт опору перекочуванню котків;

n – кількість робочих частин котків, які одночасно піднімають ґрунт;

V – об'єм ґрунту, що піднімається однією робочою частиною котка, м³;

ρ_z – щільність ґрунту, кг/м³;

r – радіус котка, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

α_n – кут нахилу рівнодіючої сили реакції ґрунту до котка, град.;

β – кут між радіусами робочих частин котка, град.

На основі розробленого алгоритму розв'язання задачі було виконано на системі EXCEL 2019.

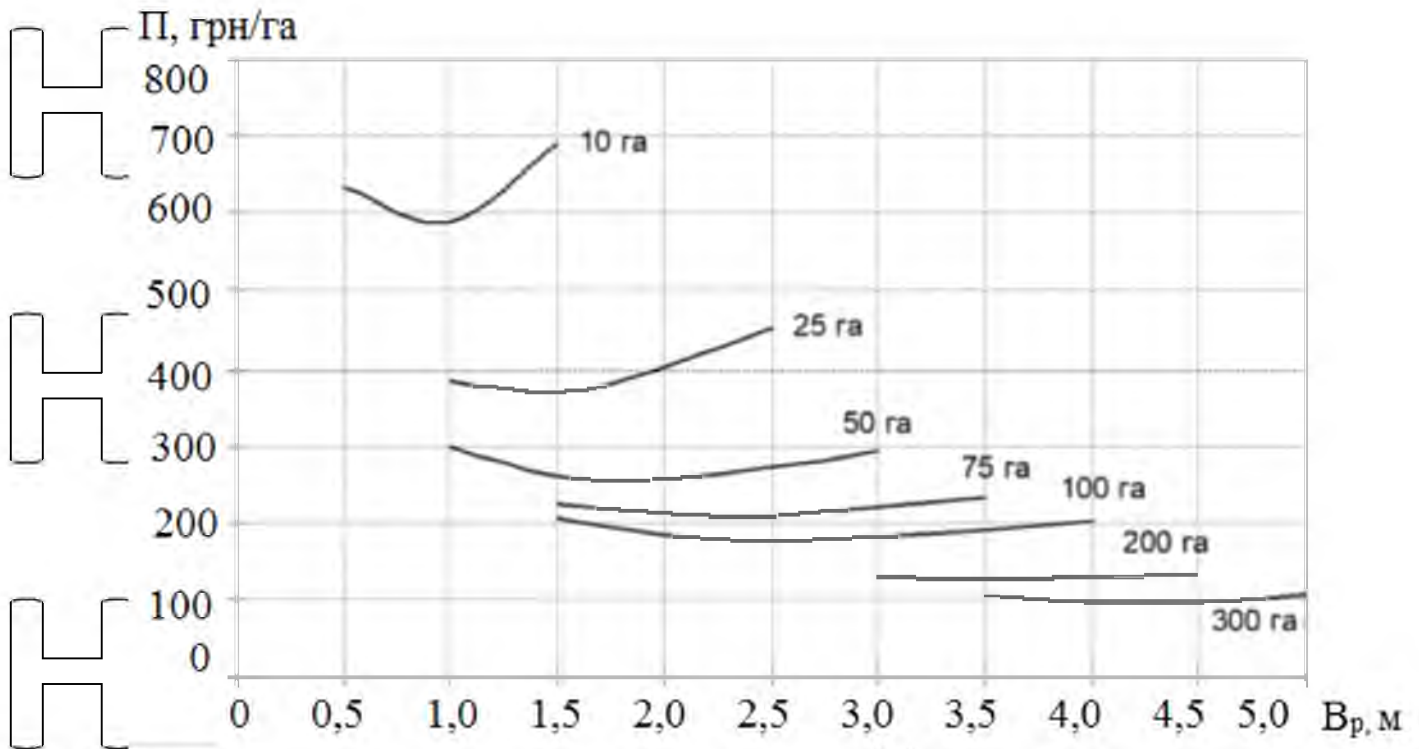


Рисунок - Зміна оптимальної ширини захвату агрегату B_p залежно від обсягу робіт і питомих приведених витрат

Висновки. Виконані розрахунки згідно з розробленою методикою, результати яких представлені на малюнку дають змогу вибрати оптимальну ширину захвату агрегату залежно від виробленого обсягу можливих робіт і питомих приведених витрат на їх виконання.

Таким чином, розв'язання запропонованої задачі дасть змогу аналітично формалізувати залежність між параметрами агрегатів, з одного боку, і величиною витрат на одиницю виконаної роботи — з іншого. Встановлення аналітичних залежностей між основними конструктивними параметрами, показниками умов використання машин і техніко-економічними показниками агрегатів дає змогу підійти до вирішення питання про вибір оптимальних параметрів с.-г. машин під час їх проектування.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена конструктивно-технологічна схема багатофункціонального агрегату призначена для виконання основного безполицевого обробітку ґрунту на 16-25 см.

2. У якості дискових робочих органів використано плоско-сферичні гладкі диски діаметром 460 мм.

3. Число культиваторних лап – 7 шт.

4. Число дисків – 6 шт.

5. Діаметр котка – 500 мм

6. Культиваторні лапи мають дворядне розміщення на рамі з відстанню між рядами 450–500 мм

7. Відстань між секції дисків і прикочувальними котками не меншою за 0,65 м.

8. Ширина захвату багатофункціонального агрегату $\Theta = 3$ м.

9. Питомий тяговий опір агрегату борони рівний $P_{шт. х} = 4,0$ кН/м.

10. Заміна оранки при плоскорізному обробітку дає змогу економити до 334 МДж/га, або до 32,6% енергетичних витрат на основний обробіток ґрунту.

11. Агрегується з тракторами класу 14 і 20 кН

12. Продуктивність агрегату – до 2 га/год

13. Зміна оптимальної ширини захвату агрегату B_p залежно від обсягу робіт і питомих приведених витрат

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Asae Standards, 45 edition, 1998, S. 327.2 Terminology and definitions for Agrikultural chemical application. Standards Engineering Practices Data (Asabe Standards (American Society of Agricultural Engineers)), St Joseph, MI:ASAE/ 171-174

2. AERIAL APPLICATION METHODS FOR INCREASING SPRAY DEPOSITION ON WHEAT HEADS B. K. Fritz, I. W. Kirk, W. C. Hoffmann, D. E. Martin, L. Hofman, C. Hollingsworth, M. McMullen, S. Halle Applied Engineering in Agriculture American Society of Agricultural and Bigical Engineers , 2006 Vol. 22(3): 357-364

3. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2001. – Вип. 2, т. 16. – С. 13–20.

4. Кобець А.С. Грунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.М. Пугач. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 140 с.

5. Математична модель дискового плуга / [А.М. Семенюта, О.В. Білокопитов, Б.А. Волик В.О. Колбасін] // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, т. 8. – С. 169–176.

6. Брагинец Н.В. Анализ конструкций дисковых рабочих органов и теоретическое обоснование повышения эффективности процесса обработки почвы за счет использования более совершенных рабочих органов [Электронный ресурс] / Брагинец Н.В., Шовкопляс А.В. – Режим доступа:

7. Ганженко О.М. Обґрунтування параметрів дискового робочого органу з внутрішніми вирізами / О.М.Ганженко // Механізація сільського господарства: міжвідомчий темат. наук. збірник. – Глеваха, 2010. – С. 177–183.

8. Эльшейх А.Х. Обоснование технологического процесса предпосевной обработки почвы и конструктивно-технологических параметров

комбинированного агрегата: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук / *А.Х. Эльшейх*. – М., 2009. – 18 с.

9. *Есоян А.М.* К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин / *А.М. Есоян, П.А. Тонапетян, А.А. Аракелян* // Известия Государственного аграрного университета Армении. – Ереван, 2006.

– № 2. – С. 56–58. 131

10. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навч. посібник / [*Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А.*]. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

11. Обоснование конструктивно-режимных параметров дисковой секции при эксплуатации на влажных почвах / [*В.Е. Кириченко, З.У. Болотшивили, Е.П. Болотшивили* и др.] // Научный вестник Луганского национального аграрного университета. – Луганськ, 2011. – № 30. – С. 13–32. – (Серия: Технические науки).

12. Обґрунтування радіуса кривизни робочої тородальної поверхні дискового робочого органа ґрунтообробного знаряддя / [*Шелудченко Б.А., Фомін М.П., Губенко В.О., Вітовський О.В.*] // Механізація сільськогосподарського виробництва: збірник наукових праць Національного аграрного університету. – К., 1998. – Т. IV. – С. 97–100.

13. *Семенюта А.М.* Обґрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / *А.М. Семенюта*. – Мелітополь, 2014. – 23 с.

14. Ротационные дисковые рабочие органы как базовый элемент в комбинированных агрегатах для обработки почвы и посева / [*Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, О.В. Данилова*] // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 9(07).

15. *Цытович Н.А.* Механика ґрунтів (краткий курс): учебник для строит. вузов / *Н.А. Цытович*. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.

16. Юнусов Г.С. Определение диаметра сферического диска для обработки почвы / Г.С. Юнусов // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 2. – С. 48.

17. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2001. – Вип. 2, т. 16. – С. 13–20

18. Интернет-ресурс. Агрукат Salford RTS 1-2100

19. Шустік Л., Нілова Н. – Смуговий обробіток ґрунту – важливий агротехнічний прийом вологозбереження. – Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України: зб.наук. пр. УкрНДШВТ ім. Л.Погорілого, Дослідницьке, 2018. – Вип 23(37), С 158-168.

20. Атлантическая вертикаль: що виробляє США та Канада для Verti-till.

21. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв. Монография. – К.: Феникс, 2008.

22. Патент РФ 2342820 «способ почвообработки и устройство ее реализации».

23. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів навч. посібник / [Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик В.А., Демидов О.А.] – Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

24. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А.Н. Панченко. – Днепропетровск : РИО ДГАУ, 1999. – 140 с.

25. 4. Панченко А.Н. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их

26. эффективности для энергосберегающих технологий: учебное пособие /

27. А.Н. Панченко. – Днепропетровск : РИО ДГАУ, 1995. – 96 с.

28. Кобець А.С. Аналітичні дослідження агрегату на основі робочих органів дискового типу / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.П. Рибкін // Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2006. – Т. 2, вип. 44. – С. 231–236.

30. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства: монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.

31. Пашенко В.Ф., Харченко С.А., Седых К.В. Исследование рабочих органов дискового лущильника. Науковий журнал «Інженерія природокористування» 2015, № 1(3). С.64-72.

32. Седых К.В. Оцінка структурного складу ґрунту після обробітку експериментальним дисковим лущильником. Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник], 2017. Випуск №6 (105). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2017. С. 44-49.

33. 4. Козаченко О.В., Седых К.В. Динамічна модель процесу деформації пружної стійки дискатора. Техніка та енергетика. Київ: НУБіП, № 1(3), 2020. С. 31-39.

34. Руденко, Н. Е. Новые технологии и средства механизации в растение-водстве / Н.Е. Руденко, Е.В. Кулаев, В.Н. Руденко. Старополь : АГРУС, 2018. – 380 с.

35. Рябцев, Г. А. Технологические показатели работы культиваторов с упругой подвеской / Г. А. Рябцев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1970. – № 12.

36. Eggenmüller, A. Schwingende Bodenbearbeitungswerkzeuge. Kinematik und Versuche mit einzelnen Modellwerkzeugen. Grundl. d. Landtechn. – № 10. – 1958. – P. 55–69.

37. <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/1926/1/IND43877934.pdf>

38. <http://www.mcx.ru>

39. <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/price/>

40. Reduced tillage for soil erosion control. Published 1978. <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/soils/reducedtillage.pdf>

41. <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/101.pdf>

42. http://www.khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_111/statia_13.pdf

ДОДАТОК

УДК 631.33.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ҐРУНТОБРОБНИХ МАШИН

В.М. Мартишко кандидат технічних наук, доцент, А.В. Ростовський, студент НУБіП України, vm.mart@ukr.net

Мета роботи. Провести аналіз використання ґрунтообробних машин. З'ясувати шляхи удосконалення і використання машин.

Результати роботи. Щоб підвищити продуктивність і якість виконуваної роботи, зменшити матеріальні і фінансові затрати, поліпшити умови праці, ґрунтообробні машини потребують постійного вдосконалення існуючих принципових схем виконання технологічного процесу, удосконалення їх конструкцій і підвищення надійності, застосування комбінованих агрегатів, зменшення кількості технологічних проходів тощо.

Більшість механізованих технологій з обробітку ґрунту передбачає виконання багатьох операцій, пов'язаних із переміщенням агрегатів по полю і негативним впливом на ґрунт, причому більшість операцій виконують, як правило, роздільно. У результаті цього витрачається значні затрати праці та енергії та значне ущільнення ґрунту. В результаті за багаторазового впливу тракторних агрегатів погіршується структура ґрунту, знижується його родючість.

Підрахунки показують, що сумарна площа смуг під колесами і гусеницями машин за цикл обробітку сільськогосподарських культур перевищує саму площу обробітку. У ряді випадків розрив між технологічними операціями з обробітку ґрунту створює сприятливі умови для розвитку бур'янів, які виростають раніше, ніж культурні рослини, і забирають від них значну частину поживних речовин і вологи. Ось чому для мінімізації обробітку ґрунту важливо створювати і використовувати комбіновані агрегати, що виконують одночасно (за один прохід) кілька операцій, а також застосовувати ґрунтові гербіциди, безполіцеву оранку тощо.

Для цієї мети застосовують різні комбіновані агрегати, наприклад, агрегат шириною захвату 3,6 м, що об'єднує культиватор, активну борону, яка працює від ВВП трактора, і зернову сіялку. Створено агрегати, які виконують одночасно п'ять технологічних операцій: внесення мінеральних добрив, розпушування орного шару, вирівнювання та прикочування ґрунту, висів зерна. Є агрегати, що комбінують виконання операцій тільки під час передпосівного обробітку ґрунту - культивацію, вирівнювання і коткування ґрунту тощо.

Дослідження показують, що застосування комбінованих агрегатів дає змогу знизити витрати праці на 30–50%, витрату палива на 20–30%, металоємність на 20–25%, а врожайність багатьох культур підвищити на 10–15%.

Загалом основні прийоми мінімального обробітку ґрунту полягають у такому:

- застосування комбінованих агрегатів;
- скорочення кількості та глибини обробітків ґрунту, заміна відвальних обробітків безвідвальними та поверхневими шляхами

використання плоскорізів, культиваторів різного типу, лушпильників, дискових борін, фрез тощо;
широке застосування вискоєфективних гербіцидів для хімічної боротьби з бур'янами і шкідниками, що дає змогу відмовитися від механічних обробок міжрядь і рядків під час обробітку просапних та інших культур;

зменшення оброблюваної поверхні (смугове землеробство та ін.);
посів у необроблений ґрунт, особливо на пухких чорноземах, з одночасним внесенням добрив і гербіцидів.

Висновок. Мінімізація обробітку ґрунту має й інше важливе народно-господарське значення – за рахунок зниження загальної енергоємності технології вирощування та збирання сільськогосподарських культур значно економлять паливно-енергетичні ресурси.



Марушко В. М., Ростовський А. В. Шляхи вдосконалення ґрунтообробних машин. XXIV Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки», присвяченій 123-й річниці з дня народження академіка П. М. Василенка, 17–19 жовтня 2023 року, м. Київ.

НУБІП України

НУБІП України