

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механіки та інженерії агроєкосистем

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

УДК 631.313.6

БАНЦЕР ВЛАДИСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування процесу роботи екологічнобезпечного органу
грунтообробного знаряддя**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

В.О. Банцер

Керівник роботи

Кухарець С. М.

Доктор технічних наук, професор

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Банцер Владислав Олександрович. Обґрунтування процесу роботи екологобезпечного органу ґрунтообробного знаряддя. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Проведений аналіз показує, що комбіновані агрегати дозволяють:

- мінімізувати ущільнення ґрунту при проході по ньому тракторів та інших сільськогосподарських машин, задіяних у обробітку поля;

- знизити витрати палива та трудовитрати на обробку гектара площі, підвищивши тим самим енергоефективність та продуктивність роботи агропідприємства;

- скоротити терміни проведення польових робіт, що дуже важливо, якщо погода дає лише невелике вікно для виконання всіх технологічних операцій.

З метою покращення структурного стану ґрунту та зменшення руйнування його агрономічно цінних компонентів пропонується замінити секції ножових дисків комбінованих агрегатів на секції ротаційних розпушувачів.

Завдання, на вирішення якого спрямована модернізація - це спрощення конструкції, зниження тягового опору, збереження ресурсних витрат, повне знищення бур'янів та їх проростків, а також збереження ґрунтової вологи із збереженням структурності ґрунту.

Ключові слова: обробіток ґрунту, розпушення, модернізація, ротор

ANNOTATION

Bantser Vladislav. Substantiation of the process of work of the ecologically safe body of tillage implements. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2021.

The analysis shows that the combined units allow:

- to minimize soil compaction when passing tractors and other agricultural machines involved in tillage;
- reduce fuel costs and labour costs per hectare, thus increasing energy efficiency and productivity of the agricultural enterprise;
- reduce the time of field work, which is very important if the weather gives only a small window to perform all technological operations.

In order to improve the structural condition of the soil and reduce the destruction of its agronomically valuable components, it is proposed to replace the sections of knife discs of combined units with sections of rotary rippers.

The task to be modernized is to simplify the design, reduce traction resistance, save resource costs, complete destruction of weeds and their seedlings, as well as preserve soil moisture while maintaining soil structure.

Key words: tillage, loosening, modernization, rotor

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ ҐРУНТУ | 7 |
| Висновки до розділу 1 | 10 |
| РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ | 11 |
| Висновки до розділу 2 | 17 |
| РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПРОЦЕСУ РОБОТИ | 19 |
| Висновки до розділу 3 | 24 |
| ВИСНОВКИ..... | 25 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 27 |

ВСТУП

Виробництво сільськогосподарської продукції задля забезпечення продовольством населення - головне завдання підприємств зайнятих її здійсненням. Вирішення цих завдань знаходиться у прямій залежності від рівня культури землеробства

Від своєчасної і правильної обробки ґрунту залежить підвищення його родючості та створення оптимальних умов для розвитку рослин/

Для поверхневої або передпосівної обробки ґрунту використовують дискові та зубні борони, культиватори, котки тощо. Види передпосівного обробітку ґрунту, а також їх кількість залежать від оброблюваної культури та ґрунтово-кліматичних умов. Мета передпосівної обробки ґрунту полягає у доведенні її верхнього шару до дрібнокомкуватого стану (частки розміром 1,6 - 6,5 мм), боротьбі з бур'янами та накопиченні запасів вологи в ґрунті.

Система поверхневого (передпосівного) обробітку ґрунту, як правило, передбачає до 10 - 12 проходів різних агрегатів по полю.

Більшість агрегатів призначено для розпушування ґрунту з метою створення найбільш сприятливих умов розвитку культурних рослин. Однак будь-який агрегат неминуче ущільнює ґрунт і встановлено, що трактор за три проходи ущільнює зораний ґрунт до початкового стану. Дослідження також показали, що збільшення кількості операцій обробітку ґрунту веде до погіршення його структури, осушення кореневмісного шару, сприяє розвитку ерозії ґрунту тощо. Усе це призводить до зниження врожаю сільськогосподарських культур.

Найбільш перспективним напрямом у розвитку механізації обробки ґрунту є створення та удосконалення комбінованих ґрунтообробних машин.

Задачі досліджень.

1. Провести огляд сучасних тенденцій в обробітку ґрунту.
2. Провести аналіз комбінованих ґрунтообробних знарядь.

3. Обґрунтувати конструкцію та процес роботи екологобезпечного робочого органу.

Об'єкт досліджень. Комбіноване ґрунтообробне знаряддя.

Предмет досліджень. Конструкційно-технологічні параметри екологобезпечного робочого органу ґрунтообробного знаряддя.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 8-ми найменувань. Загальний обсяг роботи становить 27 сторінок комп'ютерного тексту, містить 7 рисунків та 6 формул.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ ГРУНТУ

Передпосівна обробка ґрунту передбачає: збереження вологи, створення сприятливих умов для інтенсивного та повного проростання насіння, зростання та розвитку сільськогосподарських культур та знищення бур'янів. Система передпосівної обробки включає в себе закриття вологи (ранньовесняне боронування), культивуацію, коткування тощо. Закриття вологи проводять на початку весняних польових робіт, як тільки ґрунт досягне фізичної стиглості (ґрунт не мажеться, не липне, добре розробляється). Цей прийом виконують у найкоротші терміни, тому що навесні ґрунт швидко пересихає, втрачаючи значну кількість вологи (160-180 т/га води на добу), що різко знижує врожай сільськогосподарських культур [1].

Для збереження вологи використовують борони та шлейфи. На ущільнених ґрунтах у першому ряду агрегату розміщують борони, а у другому – шлейфи. На структурних ґрунтах, які взимку менше ущільнюються та запливають, у першому ряду розміщують шлейфи, а у другому – борони. Головною вимогою при закритті вологи є вирівнювання та розпушування поверхні ґрунту без огріхів. Для досягнення цього, закриття вологи необхідно проводити у два сліди (два проходи агрегату) [1, 2].

Наступним заходом передпосівного обробітку ґрунту є передпосівна культивуація, при якій створюються сприятливі умови для посіву насіння та дружної появи сходів. Під ранні зернові та зернобобові культури проводять, як правило, одну передпосівну культивуацію на глибину закладення насіння. Під пізні ярі (кукурудзу, гречку, просо та ін) застосовують переважно дві культивуації: першу на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням і другу - на глибину загортання насіння. У районах достатнього зволоження на важких ґрунтах, які за

осінньо-зимовий період ущільнюються і запливають, проводять переорювання зябу на 14-16 см або глибоке розпушування культиваторами. На структурних, розпушених, чистих від бур'янів ґрунтах перед посівом ранніх ярих культур обмежуються ранньовесняним боронуванням та шлейфуванням [2].

Щоб досягти високоякісного розпушування ґрунту на необхідну глибину, зменшити втрати вологи та знищити бур'яни, культивацію проводять лапчастими культиваторами [3].

В умовах посушливої весни для зменшення випаровування вологи з ґрунту та якісного проведення сівби, особливо дрібнонасінневих культур (просо, льон, багаторічні трави та ін.), що вимагають мілкового загортання насіння, ефективним прийомом передпосівної обробки є коткування. Краще застосовувати кільчасто-шпорові котки, після проходу яких поверхня поля залишається пухкою і часто відпадає необхідність у боронуванні [4]. Не слід допускати розриву в часі між передпосівним обробітком ґрунту та посівом, оскільки це призводить до значних втрат вологи.

Останніми роками все більшого поширення у сільському господарстві набувають комбіновані ґрунтообробні агрегати, які здатні за один прохід виконати відразу кілька технологічних операцій. Аграрії використовують такі машини при підготовці полів до сівби, а також безпосередньо для посіву деяких дрібнозернистих культур. Використання цієї технології має як свої переваги, так і недоліки [5].

Комбіновані сільськогосподарські агрегати - це складне навісне (причіпне) обладнання для тракторів, що використовується для передпосівного обробітку ґрунту та для посіву деяких сільгоспкультур. Вони дозволяють виконати кілька технологічних операцій (або навіть одразу всі) за один прохід [6].

Оскільки комбіновані агрегати для обробки ґрунту є досить складною інженерною конструкцією, перед проектувальниками подібної техніки завжди є завдання знайти оптимальне співвідношення між прагненням поєднати якомога

більше технологічних операцій в одному агрегаті та можливістю зберегти високий рівень якості виконання цих операцій. Причому враховувати доводиться не лише суто технічні проблеми, а й питання застосування такої техніки в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Крім того, в ідеалі комбінована машина повинна не лише копіювати та поєднувати елементарні операції, а й виводити весь технологічний процес на якісно новий рівень. Іншими словами, потрібно не просто повторити стандартні дії в рамках одного проходу, а й виконати їх якісніше. Щоправда, на практиці це завдання залишається скоріше ідеалом, якого потрібно прагнути, ніж доконаним фактом.

На даний момент виробники агротехніки працюють за трьома основними напрямками при створенні комбінованих агрегатів [5, 6, 7, 8]:

Начіпні або причіпні ґрунтообробні блоки або сівалки, що являють собою кілька простих агрегатів, з'єднаних системою зчіпок.

Самохідна машина, на раму якої встановлюють органи для обробки ґрунту та посіву.

В якості бази береться культиватор або інше ґрунтообробне обладнання, до якого додаються висівні апарати. Альтернативний варіант - комбіновані посівні агрегати з навісними ґрунтообробними органами.

Левову частку цього ринку сьогодні складають спеціальні комбіновані агрегати, що складаються з блоків стандартних робочих органів — культиваторів, плоскорізів, сівалок, дискових борін та луцильників. Нерідко у таких агрегатів усі або частина органів є знімними, що дозволяє легко пристосовувати їх для виконання не лише стандартних, а й спеціальних технологічних операцій.

Серед усіх комбінованих агрегатів найбільш поширені ротаційні плоскі та сферичні диски для обробки ґрунту на глибину від 8 до 14 см. Їх використовують переважно для підготовки полів під озимі колосові культури, а

також просто для розуцільнення ґрунту. При цьому велике значення має питання ширини захоплення, адже агрегат комбінований широкозахватний дозволяє охопити ще більше площі за один прохід, ніж машина із малою шириною захвату.

Висновки до розділу 1

Оскільки комбіновані агрегати для обробки ґрунту є досить складною інженерною конструкцією, перед проектувальниками подібної техніки завжди є завдання знайти оптимальне співвідношення між прагненням поєднати якомога більше технологічних операцій в одному агрегаті та можливістю зберегти високий рівень якості виконання цих операцій. Причому враховувати доводиться не лише суто технічні проблеми, а й питання застосування такої техніки в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Крім того, в ідеалі комбінована машина повинна не лише копіювати та поєднувати елементарні операції, а й виводити весь технологічний процес на якісно новий рівень. Іншими словами, потрібно не просто повторити стандартні дії в рамках одного проходу, а й виконати їх якісніше. Щоправда, на практиці це завдання залишається скоріше ідеалом, якого потрібно прагнути, ніж доконаним фактом.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

На даний момент використання комбінованих агрегатів є широко поширеним явищем у всіх технологічно розвинених країнах. Особливо сильно розвинена ця практика в США та Західній Європі, де агропідприємства використовують у своїй роботі найскладніші машини, які нерідко поєднують у собі відразу весь комплекс ґрунтообробних органів. Широке поширення комбінованих агрегатів недвозначно говорить нам про те, що такий підхід цілком виправданий і в порівнянні з традиційними методами обробітку ґрунту несе в собі масу переваг [7].

Виконаю короткий огляд сучасних конструкцій комбінованих агрегатів.

Агрегат комбінований широкозахватний АКШ-6Г призначений для остаточної суцільної передпосівної обробки ґрунту, під посів технічних та зернових культур, після весняної чи осінньої оранки та культивуації з вирівнюванням та розпушуванням ґрунту, зі знищенням бур'янів та його прикочуванням.

Агрегат виконує такі операції:

- розпушування сліду трактора лапами універсальними стрілочастими (330 мм);
- попереднє вирівнювання рельєфу ґрунту вирівнювачами;
- руйнування грудок та брил, подрібнення ґрунту котками;
- розпушування ґрунту на глибину до 100 мм лапами розпушувальними стрілочастими (105 мм) на пружинній стійці;
- остаточне планування-вирівнювання рельєфу ґрунту вирівнювачами;
- подрібнення і ущільнення ґрунту котками.



Рис. 2.1. Агрегат комбінований широкозахватний АКШ-6Г

Maximulch Série 3 – це комбінований агрегат з функціями глибокорозпушувача та дискатора. Регульована глибина роботи лап, що регулюється механізмом рейкової передачі, дозволяє змінювати глибину обробки від 5 до 25 см. Ще однією перевагою навісного Maximulch Series 3 є можливість підняття лап та використання машини як дискатора. Лапи можуть поставлятися як із захистом зрізним болтом, так і з пружинним захистом, залежно від типу оброблюваних ґрунтів. Установка дисків діаметром 560 мм дозволяє досягти ідеального перемішування мульчі. Ступиці високого ступеня захисту не потребують обслуговування. Різні типи котків забезпечують відмінне прикочування при використанні машини в будь-яких умовах. У навісній версії можливість гідравлічного складання катка вгору дозволяє знизити навантаження на заднє навішування трактора при транспортуванні.



Рис. 2.2. Комбінований агрегат Maximulch Série 3
[<https://agrisem.com/en/product/maximulch-serie-3-hd-porte/>]

Агрегат «Atlas XXL» призначений для передпосівної культивуації ґрунту або передпосівного обробітку ґрунту безпосередньо перед сівалкою. Універсальність конструкція культиватора дозволяє працювати на всіх типах ґрунтів, а також на плоских і хвилястих полях з ухилом, що не перевищує 80 град. Точне дотримання встановленої глибини обробки, а також рівний верхній шар ґрунту, що отримується після одного проходження культиватора, робить агрегат особливо цікавим використовуються для вирощування овочів, злакових культур та картоплі. Стандартна глибина розпушування сягає 13 см.



Рис. 2.3. Ґрунтообробний агрегат «Atlas XXL» [<http://surl.li/apgne>]

STROM SWIFTER SS,ST це мультифункціональна машина передової конструкції, у якої висувається на перше місце досягнення максимальної продуктивності за допомогою великої ширини захвату. Конструктивно машина, для весняної підготовки ґрунту може використовувати секцію «ST» а для осінньої секцію «SS». Секції розташовані на рамі незалежно. Дотримання глибини обробітку по всій поверхні поля гарантується опорними валками розміщеними спереду та ззаду робочих секцій.

Головні переваги агрегату:

- мультифункціональне шасі агрегату;
- можливість простої заміни лапчастої (осіння) секції на чизельну (весняна);

- висока продуктивність роботи завдяки ширині захвату агрегату;
- самостійність робочих секцій для копіювання;
- опорні колеса для точного загублення агрегату;
- транспортна ширина агрегату до 3 м.



Рис. 2.4. Передпосівний компактор STROM SWIFTER
[<https://www.youtube.com/watch?v=mFrpDw0TP1M>]

Комбіноване знаряддя АК-6 Георгій призначене для суцільного (3-20 см) обробітку ґрунтового середовища.

Ротаційні диски обробляють верхній шар ґрунту, зберігаючи його структурність..



Рис. 2.5. Агрегат комбінований АК-6 Георгій [<https://agrokalina.com/product/23/>]

Проведений аналіз показує, що комбіновані агрегати дозволяють:

- мінімізувати ущільнення ґрунту при проході по ньому тракторів та інших сільськогосподарських машин, задіяних у обробітку поля;
- знизити витрати палива та трудовитрати на обробку гектара площі, підвищивши тим самим енергоефективність та продуктивність роботи агропідприємства;
- скоротити терміни проведення польових робіт, що дуже важливо, якщо погода дає лише невелике вікно для виконання всіх технологічних операцій.

Крім того, при обробці полів агрегат комбінований ґрунтообробний (АКТ) значно уповільнює або навіть повертає назад негативні процеси формування на полях ям та заглиблень на межі проходів та інших подібних явищ.

Проте слід зазначити, що є й кілька негативних сторін використання комбінованої техніки. Насамперед це нижча якість обробки поля загалом. Якщо дорога європейська та американська техніка практично позбавлена цього недоліку (а то й взагалі забезпечує підвищену якість), то недорогі вітчизняні агрегати найчастіше дають результат помітно (хоч і не радикально) гірше, ніж при використанні традиційних окремих органів обробки.

Іншим важливим недоліком є дорожнеча таких агрегатів. Нерідко вигідніше купити прості плуги, борони та сівалки окремо, ніж купувати комбінований агрегат, що поєднує в собі все й одразу.

Нарешті, комбіновані агрегати важать значно більше і створюють більший тягловий опір руху, оскільки більше органів занурено в землю одночасно. Тому їх можна чіпляти тільки до дуже потужних і великих тракторів, кількість яких у рядового сільгоспприємства часто невелика.

Загалом тенденції такі, що в майбутньому, ймовірно, зростатиме популярність комбінованих агрегатів, що передбачають розміщення робочих органів як на задній, так і передній навішуванні трактора. При цьому важливим залишається фактор змінності робочих органів.

Висновки до розділу 2

Проведений аналіз показує, що комбіновані агрегати дозволяють:

- мінімізувати ущільнення ґрунту при проході по ньому тракторів та інших сільськогосподарських машин, задіяних у обробітку поля;

- знизити витрати палива та трудовитрати на обробку гектара площі, підвищивши тим самим енергоефективність та продуктивність роботи агропідприємства;

- скоротити терміни проведення польових робіт, що дуже важливо, якщо погода дає лише невелике вікно для виконання всіх технологічних операцій.

Крім того, при обробці полів агрегат комбінований ґрунтообробний (АКГ) значно уповільнює або навіть повертає назад негативні процеси формування на полях ям та заглиблень на межі проходів та інших подібних явищ.

Проте слід зазначити, що є й кілька негативних сторін використання комбінованої техніки. Насамперед це нижча якість обробки поля загалом. Якщо дорога європейська та американська техніка практично позбавлена цього недоліку (а то й взагалі забезпечує підвищену якість), то недорогі вітчизняні агрегати найчастіше дають результат помітно (хоч і не радикально) гірше, ніж при використанні традиційних окремих органів обробки.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПРОЦЕСУ РОБОТИ

З метою покращення структурного стану ґрунту та зменшення руйнування його агрономічно цінних компонентів пропонується замінити секції ножових дисків комбінованих агрегатів на секції ротаційних розпушувачів.

Завдання, на вирішення якого спрямована модернізація - це спрощення конструкції, зниження тягового опору, збереження ресурсних витрат, повне знищення бур'янів та їх проростків, а також збереження ґрунтової вологи із збереженням структурності ґрунту.

Ротаційний розпушувач складається з \perp - подібних кронштейнів 1, на яких встановлені блоки дисків 2, що включають державки 3 із закріпленими на них змінними ножами 4. Державки 3 мають нероз'ємне з'єднання з маточкою 5. Змінні ножі 4 кріпляться до державок болтами 6 з потайною головкою та встановлені під кутом $25...30^\circ$ до напрямку радіусу у бік напрямку руху. Блоки дисків 2 з ножами 4, встановленими на \perp - подібному кронштейні, утворюють секцію ротаційного розпушувача-полольника.

Дві секції з'єднують між собою за допомогою горизонтальних пластин 7, 8, при цьому блоки дисків встановлюються на рамі за допомогою коротких повідків 9, а секції другого ряду, з'єднані пластиною 8, встановлені на рамі за допомогою повідків 10. Для кріплення секцій до сполучних пластин 7, 8 у верхній частині \perp - подібного кронштейна 1 передбачений різьбовий наконечник 11.

Секція першого та другого ряду встановлені з перекриттям, що забезпечує суцільну обробку ґрунту.

Ротаційний розпушувач працює в такий спосіб. Перед початком роботи перевіряється кріплення ножів 4 до державок 3, а також гострота лез

ножів. Ножі 4 входять у зачеплення з поверхнею ґрунту. При цьому відбувається підрізання бур'янів та розпушування ґрунту. Так як ножі секцій, розташовані в два ряди, встановлені з перекриттям, відбувається суцільна обробка, що забезпечує розпушування ґрунту і повне знищення бур'янів. Розпушений верхній шар ґрунту забезпечує збереження ґрунтової вологи.

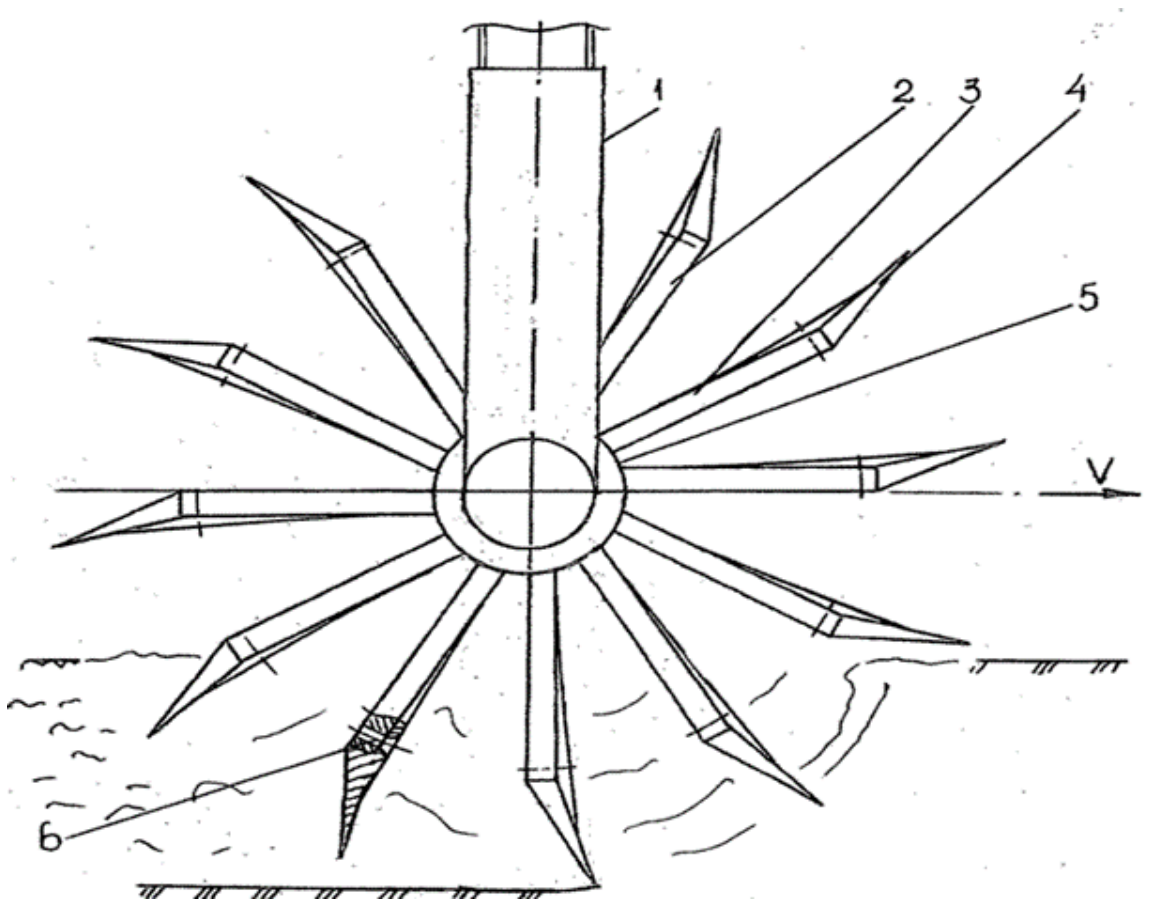


Рис. 3.2. Ескіз пропонованого робочого органу комбінованого знаряддя

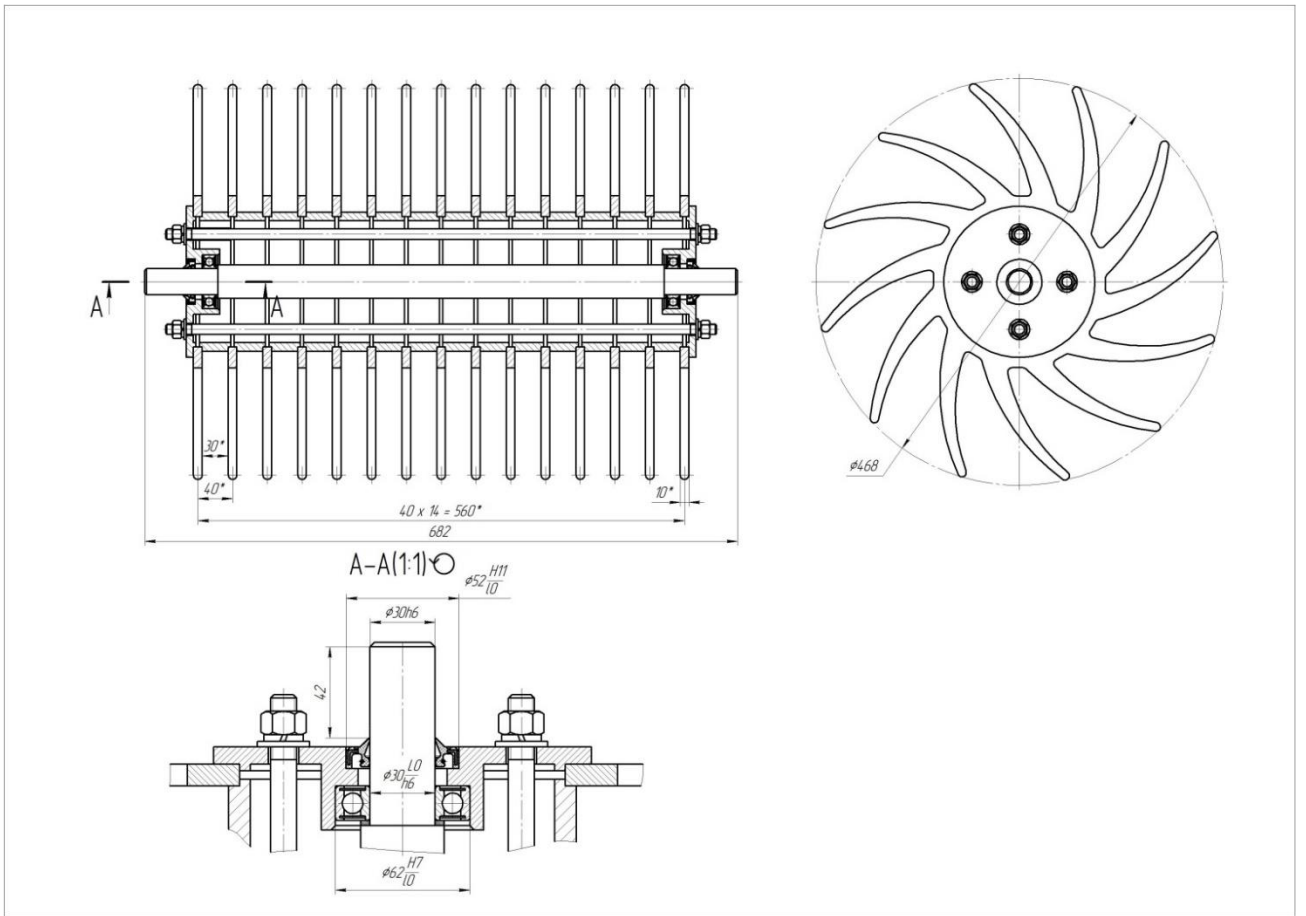


Рис. 3.2. Секція робочих органів

Фактично годинна продуктивність визначається за такою формулою:

$$W_{\text{год}_\phi} = C_w * B_p * V_p * t, \quad (3.1)$$

де: $W_{\text{год}_\phi}$ - фактична годинна продуктивність, га/год;

C_w - коефіцієнт пропорційності;

B_p - робоча ширина захвату, м, (3,6 м);

V_p - робоча швидкість виконання сільськогосподарської роботи, км/год;

t - коефіцієнт використання часу зміни.

$$W^{\text{год}}_{\phi} = 0,1 * 3,6 * 12 * 0,75 = 3,6 \text{ га / год}$$

Для визначення фактичної змінної продуктивності скористаємося формулою:

$$W^{\text{зм}}_{\text{ср}} = W^{\text{год}}_{\phi} * T_{\text{зм}}, \quad (3.2)$$

де: $T_{\text{зм}}$ - Тривалість робочої зміни, год.

$$W^{\text{зм}}_{\text{ср}} = 3,6 * 10 = 36 \text{ га/див.}$$

Для визначення повного тягового опору проектованого агрегату необхідно враховувати опір тяговий всіх робочих органів агрегату.

$$R_a = R_{a \text{ лап}} + R_{a \text{ бор}} + R_{a \text{ кат}}, \quad (3.3)$$

де $R_{a \text{ лап}}$ - повний опір лап, кН;

$R_{a \text{ бор}}$ - повний опір борін, кН;

$R_{a \text{ кат}}$ - повний опір катка, кН;

Опір робочого органу (борон і котків) визначається за формулою:

$$R_a^i = K * n_m * b_{\text{до}} + G_m * i + G_{\text{зч}} * (f_k * i), \quad (3.4)$$

де n_m – кількість машин у складі агрегату, шт;

$b_{\text{до}}$ - конструктивна ширина робочої машини, м;

G_m - сумарна вага робочих машин, що входять до складу агрегату, кН;

$G_{зч}$ – вага зчіпки, кН;

i - кут, що характеризує рельєф робочої ділянки, соті частки;

f_k - коефіцієнт, що враховує опір кочення;

K - питомий опір робочої машини.

$$K = K_0 [1 + (V_p - V_0) * C / 100], \quad (3.5)$$

де K_0 - питомий опір робочої машини за швидкості $V_0 = 5$ км/ч;

V_p – робоча швидкість виконання сільськогосподарської роботи, км/год; V_0 - Початкова швидкість, км/год;

C - коефіцієнт, що враховує темп приросту опору у разі підвищення швидкості руху однією км/ч.

Для стрілочастих лап формула опору схожа, але має інший вигляд:

$$R_{лап} = n_m (b_r * h * K_{лап} + R_n * C * (n * f_{п} + i)), \quad (3.6)$$

де b_r - ширина захвату однієї лапи, м;

h – глибина розпушування, м;

$K_{лап}$ - питомий опір однієї лапи, кН/м;

R_n - вага, що припадає на одну лапу, кН;

C - коефіцієнт, що враховує вагу ґрунту, що припадає на одну лапу;

n - коефіцієнт, що враховує довантаження трактора при роботі з навісними робочими органами;

$f_{п}$ - коефіцієнт, що враховує опір кочення;

Знаючи довідкові дані для стандартних стрілочастих лап, голчастих борін, ковзанок, підставимо їх у формули:

$$K_{\text{лап}} = 1,2 [1 + (12 - 5) * 1,5 / 100] = 12,97 \text{ кН / м}$$

$$K_{\text{бор}} = 0,6 [1 + (12 - 5) * 1,5 / 100] = 12,5 \text{ кН/м}$$

$$K_{\text{кат}} = 0,5 [1 + (12 - 5) * 1,5 / 100] = 12,42 \text{ кН / м}$$

$$R_{\text{лап}} = 17 (0,315 * 0,05 * 12,97 + 3 * 1,2 * (0,7 * 0,1 + 0,035)) = 43,82 \text{ кН}$$

$$R_{\text{бор}} = 12,5 * 9 * 0,56 + 54 * 0,0035 + 250 * (0,1 + 0,0035) = 25,40 \text{ кН}$$

$$R_{\text{кат}} = 12,42 * 1 * 4 + 70 * 0,0035 + 250 * (0,1 + 0,0035) = 23,21 \text{ кН}$$

Сумарний опір вийде таким:

$$R_a = 43,82 + 25,4 + 23,21 = 100,43 \text{ кН}$$

Висновки до розділу 3

З метою покращення структурного стану ґрунту та зменшення руйнування його агрономічно цінних компонентів пропонується замінити секції ножових дисків комбінованих агрегатів на секції ротаційних розпушувачів.

Завдання, на вирішення якого спрямована модернізація - це спрощення конструкції, зниження тягового опору, збереження ресурсних витрат, повне знищення бур'янів та їх проростків, а також збереження ґрунтової вологи із збереженням структурності ґрунту.

ВИСНОВКИ

Оскільки комбіновані агрегати для обробки ґрунту є досить складною інженерною конструкцією, перед проектувальниками подібної техніки завжди є завдання знайти оптимальне співвідношення між прагненням поєднати якомога більше технологічних операцій в одному агрегаті та можливістю зберегти високий рівень якості виконання цих операцій. Причому враховувати доводиться не лише суто технічні проблеми, а й питання застосування такої техніки в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Крім того, в ідеалі комбінована машина повинна не лише копіювати та поєднувати елементарні операції, а й виводити весь технологічний процес на якісно новий рівень. Іншими словами, потрібно не просто повторити стандартні дії в рамках одного проходу, а й виконати їх якісніше. Щоправда, на практиці це завдання залишається скоріше ідеалом, якого потрібно прагнути, ніж доконаним фактом.

Проведений аналіз показує, що комбіновані агрегати дозволяють:

- мінімізувати ущільнення ґрунту при проході по ньому тракторів та інших сільськогосподарських машин, задіяних у обробітку поля;
- знизити витрати палива та трудовитрати на обробку гектара площі, підвищивши тим самим енергоефективність та продуктивність роботи агропідприємства;
- скоротити терміни проведення польових робіт, що дуже важливо, якщо погода дає лише невелике вікно для виконання всіх технологічних операцій.

Крім того, при обробці полів агрегат комбінований ґрунтообробний (АКГ) значно уповільнює або навіть повертає назад негативні процеси формування на полях ям та заглиблень на межі проходів та інших подібних явищ.

Проте слід зазначити, що є й кілька негативних сторін використання комбінованої техніки. Насамперед це нижча якість обробки поля загалом. Якщо

дорога європейська та американська техніка практично позбавлена цього недоліку (а то й взагалі забезпечує підвищену якість), то недорогі вітчизняні агрегати найчастіше дають результат помітно (хоч і не радикально) гірше, ніж при використанні традиційних окремих органів обробки.

З метою покращення структурного стану ґрунту та зменшення руйнування його агрономічно цінних компонентів пропонується замінити секції ножових дисків комбінованих агрегатів на секції ротаційних розпушувачів.

Завдання, на вирішення якого спрямована модернізація - це спрощення конструкції, зниження тягового опору, збереження ресурсних витрат, повне знищення бур'янів та їх проростків, а також збереження ґрунтової вологи із збереженням структурності ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войтюк Д.Г, Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. «Сільськогосподарські машини та меліоративні машини» Київ, «Вища освіта» 2004.
2. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів. Житомир, Полісся, 1992. – 249с.
3. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання /В. О. Боженко. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 420 с.
4. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.
5. Kravchuk V., Targonya V., Gaidai T., Golub G., Kukharets S., Ivanyuta M. Methodology and Model Of Agricultural Technologies Environmental And Economic Management. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2020. № 27(41). С.142-152.
6. Kukharets S., Golub G., Biletskii V., Medvedskyi O. Substantiation of the parameters of the disk-knife working body and the study of its work. Research in Agricultural Engineering. 2018. Vol. 64, no. 4, pp. 195–201.
7. Науково-випробувальні дослідження сільськогосподарської техніки і технологій: розвиток і диверсифікація (колектив авторів)/ за ред. В. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке, 2018. - 240 с.
8. Дослідження сільськогосподарської техніки. Практикум науковцю Кравчук В. І., Хайліс Г. А., Кушнар'єв А. С., Налобіна О. О., Сербій Є. К., Гусар В. Г. 2016