

Конструкція і теорія сільськогосподарських машин Construction and theory of agricultural machines



УДК 631.358:633.521

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6967468>

Аналіз та перспективи технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту

С.М. Грушецький¹, І.М. Мушеник², Ю.І. Гаїна

Подільський державний аграрно-технічний університет
 (м. Кам'янець-Подільський, Україна)

email: ¹ g.sergiy.1969@gmail.com; ² mushenik77@ukr.net;

ORCID: ¹ 0000-0002-6434-1213; ² 0000-0003-4379-7358

Головне завдання землеробства полягає в тому, щоб забезпечити все зростаючі потреби населення екологічно чистими рослинницькими продуктами харчування, тваринництво – кормами, а переробку промисловість – сільськогосподарською сировиною. Успішне вирішення цієї проблеми можливе при умові розширеного відтворення родючості ґрунтів, високій культурі поля і врожайності сільськогосподарських культур.

Відповідно, метою дослідження було проведення порівняльного аналізу та перспективи технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту, щоб привести його до оптимального стану для росту культурних рослин, використовуючи для цього різні робочі органи пасивної або активної дії.

Дослідження проводилися шляхом технологічно-конструкційного аналізу технологій і машин для поверхневого обробітку ґрунту. У процесі досліджень використовувались методи порівняння та математичного моделювання технологічних процесів. Інформаційною базою досліджень слугували праці українських та зарубіжних науковців з технологій і машин для поверхневого обробітку ґрунту.

На основі проведеного порівняльного аналізу та перспективи технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту свідчить про їх недоліки: низьку швидкість переміщення знаряддя – (до 1,5 м/с) і відповідно невелику продуктивність; велику частоту обертання вала ротора (540-1000 хв⁻¹), що зумовлює великі енерговитрати; високі питомі металомісткість і енергомісткість конструкцій. До переваг безприводних ротаційних робочих органів відносяться також: здатність працювати на високих швидкостях (9-15 км/год і більше), що дозволяє більш повно використовувати енергетичні можливості сучасних швидкісних енергонасичених тракторів; порівняно низька енергоємність; простота конструкції; відносно висока зносостійкість; не вимагають ретельного догляду і ремонту. А тому, перспективним напрямом створення нових конструкцій ротаційних розпушувачів, є: спрощення конструкції, підвищення якості обробітку ґрунту, зменшення енергомісткості процесу.

Ключові слова: Ротаційний робочий орган; з активним приводом, безприводні, ґрунтоприводні

Постановка проблеми та її актуальність.

Суттєвим резервом підвищення ефективності використання земельних ресурсів, збільшення врожайності сільськогосподарських культур є скорочення термінів і значне покращення якості виконання технологічних операцій обробітку ґрунту. Відомі знаряддя із ротаційних робочими органами призначені для ранньовесняного, передпосівного і пожнивного поверхневого рихлення стерньового фону в зонах із ґрунтами, які схильні до вітрової ерозії, мало продуктивні, а

підвищення швидкості їх руху призводить до різкого зниження показників якості. Природно-кліматичні умови сьогодення характеризуються утворенням на ґрунтах, які схильні до вітрової ерозії, щільної ґрунтової кірки. Ця кірка ускладнює появу сходів, розтріскуючись, пошкоджує тонку кореневу систему культурних рослин, збільшує випаровування вологи, що призводить до різкого зменшення урожайності. Існуючі роторні борони не застосовуються в операціях до- і післявсходового боронування посівів зернових

культур, так як їх робочі органи не прилаштовані до умов роботи на невеликих глибинах.

Саме тому, дослідження, які направлено на покращення якісних і енергетичних показників технологічних процесів обробітку ґрунту роторними боронами, кут загострення голок яких може змінюватися, особливо за умов їх застосування для мілкового поверхневого рихлення ґрунтів у природно-кліматичних зонах, які схильні до вітрової ерозії, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питаннями дослідження роботоздатності ротаційних ґрунтообробних знарядь займалися такі вчені: Гуков Я.С., Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П., Булгаков В.М., Адамчук В.В. [1-9] та і ін. Їхні наукові дослідження в основному були направлені на вирішення питань оптимізації режимів роботи, конструкційно-технологічних параметрів, витрат потужності на привод ротаційних знарядь, в яких в конструкції ротаційних ріжучих елементів закладений тільки один спосіб руйнування ґрунту – різання.

Мета роботи. Основна мета поверхневого обробітку ґрунту полягає в тому, щоб привести його до оптимального стану для росту культурних рослин, використовуючи для цього різні робочі органи пасивної або активної дії.

Результати дослідження. Ротаційні робочі органи машин, знарядь і агрегатів за способом їх приводу діляться на три основні групи: з активним приводом, безприводні (без приводу від ВВП трактора) і ґрунтоприводні.

До першої групи ротаційних ґрунтообробних машин відносяться ґрунтофрези, роторні плуги, просапні фрези, привод яких здійснюється від вала відбору потужності (ВВП) трактора, електро- і гідропроводу.

ґрунтообробні знаряддя з активними робочими органами не знайшли ще широкого застосування в сільськогосподарському виробництві.

Причинами цього є наступні фактори [1-8]:

- відносно висока енергоємність;
- порівняно низька продуктивність і робоча швидкість;
- складність конструкції і велике зношування робочих органів.

До другої групи належать ротаційні ґрунтообробні знаряддя з пасивними робочими органами: голчасті, ножові і дискові борони, мотики, лущильники, катки, шнекові культиватори, пруткові (пластинчасті) роторні борони.

Різні виробники ґрунтообробних машин пропонують різні конструкції безприводних ротаційних робочих органів (рис. 1). Серед них найбільш широке застосування знайшли спіральні, трубчасті або пластинчасті, зубчасті, кільцеві, клиновидно-округлі, голчасті й сітчасті робочі органи.

Спіральні робочі органи найбільше підходять

для роботи на перезволожених ґрунтах, а трубчасті або пластинчасті забезпечують необхідну якість обробки на сухих і не липких ґрунтах. Клиновидно-округлі і кільцеві робочі органи застосовуються також для обробки сухих ґрунтів.

Однак, на відміну від інших типів робочих органів вони добре працюють і на важких ґрунтах, де перші не завжди можуть забезпечити необхідну якість обробітку. На важких не липких ґрунтах застосовуються також голчасті робочі органи, які дозволяють вирівнювати і розпушувати ґрунт без ущільнення, а зубчасті – забезпечують рівномірне ущільнення поверхневого шару по всій ширині захвату і хороше кришіння грудок на більшості типів ґрунтів. Сітчасті ротаційні робочі органи застосовуються в основному для підготовки ґрунту під посів трав, при облаштуванні та догляді за ландшафтами.

Різновидом безприводних ротаційних робочих органів є конусоподібні барабани, робочими елементами яких можуть бути зуби (голки), ножові спіралі, гладка поверхня (каток). Осі обертання цих робочих органів можуть бути горизонтальними або похилими, фронтально або косопо- ставленими (під кутом «атаки») [1-8].

До третьої групи відносяться ротаційні машини ґрунтоприводної дії, які отримують своє обертання шляхом кінематичного зв'язку робочих органів, батареї (секції) яких встановлюють у два і більше ряди і обладнують ланцюговими, пасовими, зубчастими та іншими передачами. Такі машини можуть працювати в режимі прискореного обертання (фрезерування) або уповільненого (загальмованого) обертання частини робочих органів і мають різні передаточні відношення механізмів (редукторів). Відомі також конструкції ґрунтоприводних знарядь, робочі органи яких кінематично пов'язані з опорними колесами машини.

У даній роботі досліджуються лише безприводні ротаційні робочі органи другої групи [2].

Знаряддя з безприводними ротаційними робочими органами перспективні [2]. Вони здатні працювати в різних умовах, а на ґрунтах легких і середніх за механічним складом забезпечують інтенсивне кришіння поверхневого шару ґрунту на глибину до 0,1-0,12 м. Такі знаряддя не вимагають складної і ненадійної системи приводу від ВВП трактора. На відміну від робочих органів розпушувального типу (лап), вони здатні самоочищатися від налипаючи частинок ґрунту і рослинних залишків. До переваг безприводних ротаційних робочих органів відносяться також:

- здатність працювати на високих швидкостях (9-15 км/год і більше), що дозволяє більш повно використовувати енергетичні можливості сучасних швидкісних енергонасичених тракторів;
- порівняно низька енергоємність;
- простота конструкції;

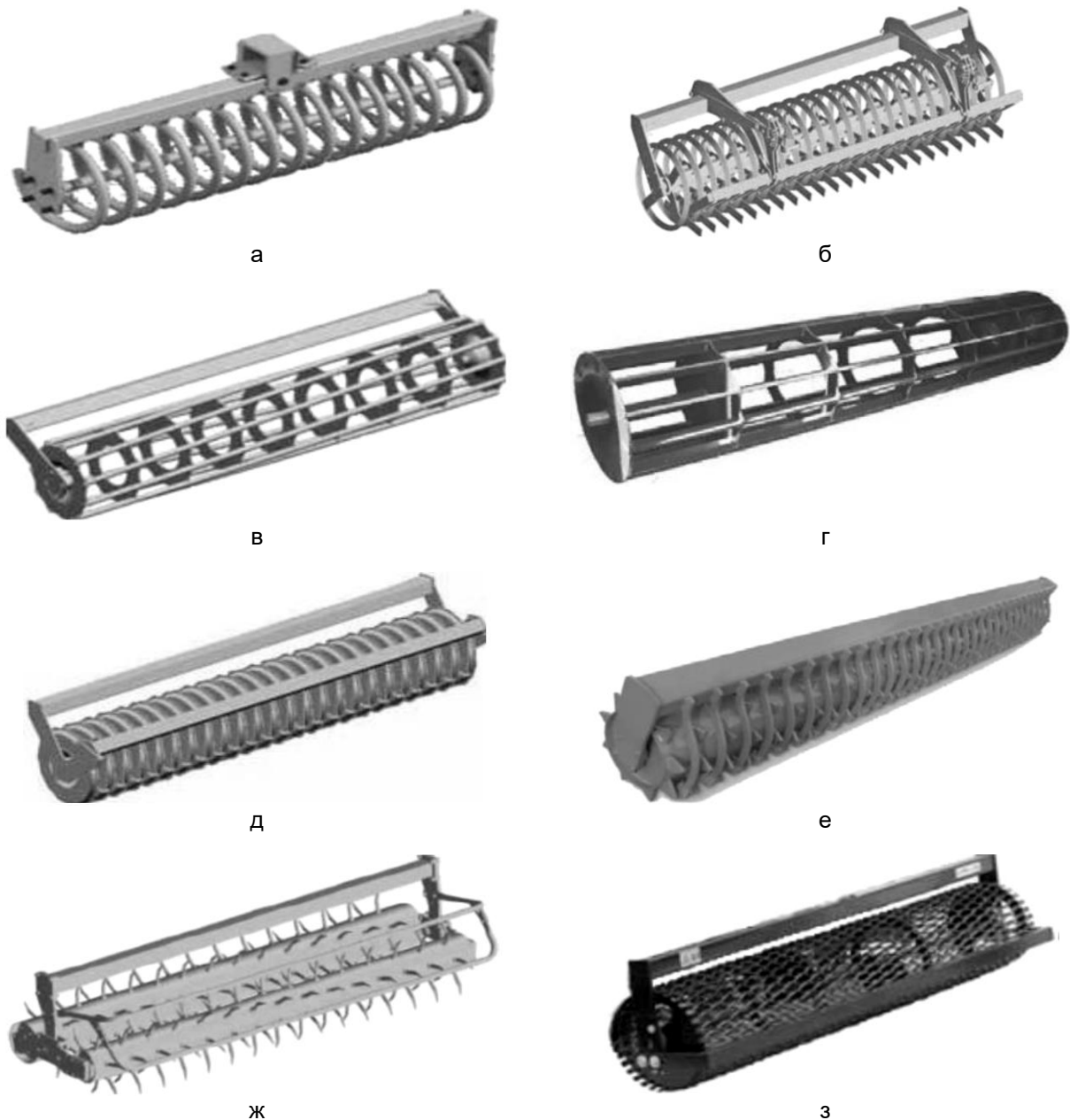


Рис. 1. Безприводні ротаційні робочі органи ґрунтообробних машин:
 а – спіральний, б – кільцевий; в – трубчастий; г – пластинчастий;
 д – клиновидно-округлий; е – зубчастий; ж – голчастий; з – сітчастий

- відносно висока зносостійкість;
- не вимагають ретельного догляду і ремонту.

Безприводні ротаційні робочі органи рухаються за рахунок реакції ґрунту, обертаючись у напрямку поступального руху знаряддя. Колова швидкість периметра (кінців зубів або голок) дорівнює поступальній швидкості знаряддя або незначно відрізняється від неї у бік прискорення або уповільнення.

Навесні на першому етапі сходів і росту рослини всі капіляри й некапілярні проміжки в ґрунті заповнені водою. Щоб зберегти її, потрібно

верхній шар ґрунту подрібнити до дрібногрудкуватого стану, порушити капіляри й таким чином запобігти випаровуванню вологи. Її запаси стануть потужним чинником, який сприятиме розвитку кореневої системи культури, а отже, створить основу якісного формування врожаю.

Перспективи технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту. Для реалізації цих заходів останнім часом широкого рекламується виконання цієї операції боронування ґрунту із застосуванням ротаційної борони-мотики (рис. 2).



Рис. 2. Борона-мотика БР-6, виробництва ТОВ «Оріхівсільмаш»

Ротаційні борони – це сільськогосподарські машини, що призначені для до- та післясходо-вого боронування посівів польових культур (в т.ч. і просапних та технічних) для поверхневого розпушування та аерації ґрунту, знищення ниткоподібних сходів бур'янів [9].

Ротаційні борони відносять до безпривідних ґрунтообробних машин, які мають різноманітні конструкційні рішення робочих органів: дискові ротори з пелюстковими, голчастими, зубовими або ножовими елементами. Завданням цієї групи робочих органів є розпушування поверхневого шару ґрунту, кришіння брил і грудок, часткове вирівнювання мікрорельєфу, перемішування ґрунтових шарів між собою, ґрунту з добривами та боронування ґрунту.

Найпоширенішими робочими органами ротаційної борони-мотики є голчасті колеса, які, залежно від виробника, мають різну форму та діаметр. Робочі органи, виконані у вигляді голчастих дисків, знаходять дуже широке використання як в одноопераційних, так і в комбінованих агрегатах. Філософія застосування ротаційних борін полягає в тому, що за потреби мінімальної дії на ґрунт, наприклад, для руйнування кірки на поверхні ґрунту зі збереженням рослин або стерні, диски встановлюють таким чином, щоб вони працювали тильною стороною, тобто під час занурення голок у ґрунт були спрямовані випуклою стороною в протилежний бік щодо руху борони.

Під час переміщення машини оброблюваним полем голчасті колеса ротаційної борони починають обертатися, заглиблюючись у ґрунт на 3-5 см, у результаті чого руйнується ґрунтова кірка і відбувається насичення ґрунту повітрям. Під час такої дії голчастого диска азот, що міститься в повітрі, проникає в родючий шар ґрунту. Застосування ротаційної борони дає можливість зменшити кількість унесення азотних добрив, а в деяких випадках навіть зовсім відмовитись від їхнього використання. Ротаційна борона добре мульчує верхній шар ґрунту, руйнує ґрунтову кірку, таким чином створюючи ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослин і забезпечуючи потужний старт їхнього росту.

Приємно відмітити, що левову частку машин цього виду постачають на український ринок

вітчизняні компанії, хоча, звісно, є також і техніка закордонного виробництва. Зокрема, борона зубова міжрядна БЗМ-5,6, «Хмільниксільмаш» (рис. 3) призначена для обробітку просапних культур буряків, соняшнику, кукурудзи із шириною міжрядь 45; 60; 70 см та для суцільного обробітку ґрунту з метою: подрібнення ґрунту перед висівом; вирівнювання поверхні поля; руйнування ґрунтової кірки; проріджування озимих посівів обробітком уперек рядків



Рис. 3. Борона зубова міжрядна БЗМ-5,6, «Хмільниксільмаш»

Борона складається з таких основних частин: рами із секціями, опорних коліс, зчіпки, гідросистеми, опорних кронштейнів, повідків, робочих органів. Рама із секціями – металева зварна конструкція, призначена для монтажу основних збірних одиниць борони. Опорні колеса слугують для встановлення заданої глибини обробітку та підтримування рами в робочому положенні. Опорне колесо складається з корпусу з валом, ребер, обода та кріпиться у вилці зі стійкою. Зчіпка призначена для приєднання борони до навіски трактора. Гідросистема призначена для переведення борони з транспортного положення в робоче й навпаки. Вона складається з розривних муфт, рукавів високого тиску, трубопроводів та гідроциліндрів. Опорні кронштейни слугують для утримування секцій рами в транспортному положенні. Повідки виготовлені з труби 60x30x4 та призначені для кріплення робочих органів. До рами вони кріпляться за допомогою скоб та кронштейнів, що дає змогу легко пересувати їх та встановлювати потрібну ширину міжрядь. На другому кінці повідка приварений корпус із валом, на якому закріплені робочі органи.

Робочі органи борони ротаційної БРП-9,7 (рис. 4) виробництва компанії «Технополь» – це диски, виготовлені з металевого листа завтовшки 5 мм та зуби у формі скоби. Диски кріпляться на валу повідка. Для кріплення зубів (за допомогою болтів) на диску є пази й отвори.



Рис. 4. Борона ротаційна БРП-9,7
 («Технополь»)

Ротаційні борони Antoks (рис. 5), ТОВ «Агромаш-Калина» (м. Калинівка Вінницької області) мають різну ширину захвату – 6, 9 та 14 м, агрегуються з тракторами потужністю 80 і 110 к. с. Борона цієї марки сконструйована за схемою підпружиненого хитного важеля. Гнучкість важеля забезпечує пружина, яка чинить тиск на ґрунт за допомогою двох зубчастих коліс. У конструкції борони передбачено регулювання відстані між рядами. Кількість робочих органів ротаційної борони Antoks-9 становить 45 шт. Робоча швидкість – до 15 км/год, продуктивність роботи сягає 15 га/год. Особливістю конструкції 14-метрової борони Antoks є те, що вона складається з центральної секції робочих органів та двох бічних 6-метрових секцій, оснащених системою навіски, які за потреби можна використувати самостійно.

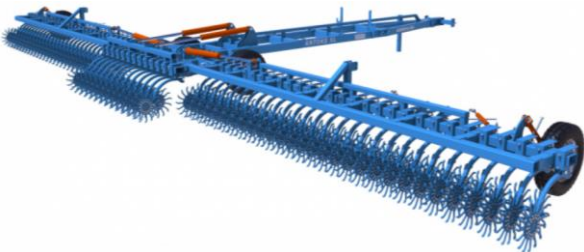


Рис. 5. Борона ротаційна Antoks
 (ТОВ «Агромаш-Калина»)

ПП «Степаненко і К°» (м. Біла Церква) виробляє цілу лінійку навісних та напівпричіпних ротаційних борін «СТЕП РШ-4,2», «СТЕП РШ-5,6», «СТЕП РШ 7,0», «СТЕП РШ-9,3». В боронах «СТЕП РШ-5,6» і вище застосована пружна стійка, на якій закріплені два робочі голчасті диски на необслуговуваних підшипникових вузлах. Диски комплектуються прямими або лопатевими голками від 10 до 13 шт. Ротаційна борона «СТЕП РШ-9,3» має ширину захвату 9,3 м, агрегується з тракторами потужністю від 100 к. с. та працює за робочої швидкості 15 км/год.

ТОВ «Аверс-Агро» (м. Дніпро), регіональний дилер компанії Bellota пропонує ротаційні борони

Green Star (рис. 6), які призначені для весняного та осіннього розпушування ґрунту на глибину 4-11 см. Борона складається з рами та підпружинених стійок, на кожній із яких кріпляться на необслуговуваних підшипникових вузлах два голчасті дискові робочі органи. Своєю чергою, кожна голка, загострений кінець якої має криволінійну форму, кріпиться до маточини й кільця жорсткості болтовим з'єднанням, що забезпечує легку їхню заміну.

Поворотом борони на 180° у горизонтальній площині можна забезпечити різну активність її дії на ґрунт та рослини.



Рис. 6. Борона ротаційна Green Star
 (ТОВ «Аверс-Агро» «Агромаш-Калина»)

Конструктивні особливості борони Green Star від компанії «Аверс-Агро» наступні:

- рама виготовлена із суцільнотягнутої безшовної труби 140x140x8 (сталь марки 09Г2С);
- стійка ротаційних коліс виконана з труби 50x50x5 (сталь марки 20);
- у вузлах кочення застосовані втулки зі спеціального композитного матеріалу, що не потребують обслуговування (матеріал запатентований – авторська розробка компанії «Аверс-Агро»);
- на кожен зірочку встановлені два закриті підшипники від компанії SKF, що не потребують обслуговування, і додатково - два пильники;
- зуб борони має правильну форму й виготовлений із якісної сталі 30ХГСА;
- кожен зуб можна замінити в польових умовах (вони кріпляться індивідуально високоміцними болтами з гайками, що самостійно фіксуються);
- притискання секції до поверхні ґрунту відбувається за допомогою пружини, виготовленої з дроту діаметром від 6 до 12 мм, що забезпечує індивідуальне регулювання притискного зусилля залежно від польових умов.

Додатково ротаційні борони Green Star можуть бути оснащені турбоножами, що дає змогу використовувати їх як подрібнювач за роботи з великою кількістю пожнивних решток (соняшнику та кукурудзи) в осінній період. Застосування пружинок для амортизації робочих органів дає змогу працювати бороною на посівах просапних культур і знищувати до 99% бур'янів у фазі ниточки. Також на цій бороні можливе встановлення емності для сипких і рідких добрив.

Австрійська фірма Einboöck пропонує українським сільгоспвиробникам ротаційні культиватори Rotarystar 300 та Rotarystar 600 (рис. 7), які агрегуються із тракторами потужністю 70 і 120 к. с. відповідно. Руйнування монолітної ґрунтової кірки після дощу забезпечують робочі органи — зірочки діаметром 52 см із 16-ма змінними пальцями. На центральній рамі передбачений захист від каміння. Виробник декларує робочу швидкість борони до 25 км/год, що може забезпечити високопродуктивний обробіток ґрунту, однак, на нашу думку, такий параметр має бути ретельно досліджений. Додатковою функцією Rotarystar є встановлення на бороні висівного апарата, що дає змогу водночас із виконанням розпушування ґрунту проводити висівання різних видів культур та їхнє загортання.



Рис. 7. Ротаційний культиватор Rotarystar (Австрійська фірма Einboöck)

Фірма Yetter (США) виробляє ротаційні борони Yetter 3400 та Yetter 3500 (рис. 8) із шириною захвату 3, 7 та 8 м для агрегування з тракторами потужністю 130 та 150 к. с. відповідно. Ротаційні борони обладнані голчастими колесами, які встановлені на пружній стійці. Робоча швидкість борони становить 8-13 м/год.

Вищенаведене свідчить про те, що ротаційні борони є багатофункціональними знаряддями, які ефективно застосовують для закриття вологи, руйнування кірки, знищення бур'янів. Особливість їхніх конструкцій та режимів роботи забезпечують щадну дію на поверхневий шар ґрунту в точці контакту з ним голки робочого органу та водночас якісне виконання технологічного процесу з мінімальним негативним впливом на культурні рослини. Такі знаряддя є потужною альтернативою використанню хімічних методів боротьби з бур'янами, до того вони чинять комплексну дію на ґрунт. Вказані знаряддя мають типорозмірні лінійки, що дає змогу дібрати їх для господарства відповідно до наявного енергозабору. До того ж висока швидкість агрегування цих борін мінімізує їхній кількісний склад.

Але, на відміну переваг ротаційних борін є певні недоліки.

1. На відміну від просапного культиватора придбання нової борони-мотиги – це додаткові вкладення від 100 до 285 тис грн і більше, що збільшує собівартість вирощування.

2. Проведені випробування борони мотики на обробітку парів показали, що ефективність знищення бур'янів, які вже достатньо укорінилися в ґрунті є низької. Певна їх частина утримується на полі. Також малоефективною буде знищення багаторічних бур'янів, таких наприклад, як осот. Взагалі ці борони не призначені для їх механічного знищення.

3. Більшість серійно виробляємих ротаційних борін мають нульовий кут атаки. Незважаючи на те, що відома борона «БІГ» має можливість змінювати цей кут в межах до 20 град. Тому з причин неможливості змінювати кут атаки борони також це сприяє погіршенню процесу знищення бур'янів.

4. Відстань між дисками ротаційної борони як правило складає 120 мм.



Рис. 8. Ротаційна борона Yetter (Фірма Yetter (США))

Цієї відстані достатньо для того, щоб залишити поза робочими органами бур'ян в стані нитки і, залишивши його на полі, надати йому можливість для подальшого укорінення.

В якості робочої гіпотези нами було покладено припущення, згідно якого успішна боротьба з бур'янами при міжрядній обробці із збереженням ґрунтової вологи і здійснення аерації ґрунту можлива шляхом використання ротаційних,

спосіб обробки ґрунту якими буде націлений на глибину обробки не більше 6 см і ефективно знищення бур'янів у фазі сходів.

Також в завдання досліджень входило обґрунтування конструктивно-технологічної схеми ротаційної і пружинної борони, створення яких розв'язало би проблеми догляду за посівами просяних культур, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій і характеризується невизначеністю умов і вимог.

Висновки.

1. Особливість конструкцій ротаційних борін і режимів їх роботи дає змогу ощадливо діяти в точці контакту голки із ґрунтом на його поверхневий шар і більш якісно виконувати технологічний процес із мінімальним негативним впливом на рослини. Такі знаряддя є потужною альтернативою використанню хімічних методів боротьби з бур'янами; крім того, їх дія на ґрунт є більш комплексною.

2. Своєчасне та правильне застосування борін сприяє отриманню високих врожаїв і, як наслідок, підвищенню конкурентоспроможності рослинницької галузі господарства.

Література:

1. Гуков Я.С. Ресурси и приоритеты агроинженерной науки [Текст] / Я.С. Гуков, В.М. Дринча; НААН Украины, ННЦ «ИМЭСХ». – К.: Феникс, 2012. – 536 с.

2. Грушецький С.М. Аналіз технологічних і конструктивних особливостей ротаційних робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту та їх класифікація [Текст] / С.М. Грушецький, А.М. Веремейчук // Матеріали V Всеукр. наук.-прак. конф., "Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь" : зб. наук. праць / за заг. ред. С.С. Добрянський. – Житомир : ATK, 2019. – С. 53-55.

3. Ivanyshyn V. Optimization of machine and tractor aggregates structures in tilling and sowing energy saving technologies / V. Ivanyshyn, V. Pogorilyu, V. Sheychenko, L. Shustik // Proceedings of the 5-th Research and Development Conference of Central- and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering. – Kiev: National Agricultural University of Ukraine, 20-24 June 2007. - Part 2. – pp. 150-160.

4. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.

5. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. К.: «КВІЦ», 2007. 272 с.

6. Кувачов В.П. Експериментальні випробування агромогового боронувального агрегату. Праці ТДАТУ. 2019. Вип. 19. Том 4. С. 223-233.

7. Кувачов В.П. Дослідження плавності ходу спеціалізованого ширококолісного агрозасобу. Вісник аграрної науки. 2017. №4. С. 46-53.

8. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Кувачов В.П. Теоретичне дослідження стійкості руху комбінованого машинно-тракторного агрегату. Вісник аграрної науки. 2017. №5. С. 37-44.

9. Маринина Л., Шустик Л., Маринин С. Ротационные бороны – многофункциональность, высокая продуктивность и экологичность. Пропозиция. 2017. № 4. С. 21-24.

References:

[1] Hukov, Ya.S., Dryncha, V.M. (2012). Resursy u pryorytety ahroynzhenernoj nauky [Resources and priorities of agroengineering science]. NAAN Ukrayny, NNTs «YMESKh». Kyiv : Fenyks. [in Ukrainian].

[2] Hrushets'kyj, S.M. Veremejchuk, A.M. (2019). Analiz tekhnolohichnykh i konstruktivnykh osoblyvostej rotatsijnykh robochykh orhaniv dlia poverkhevoho obrobitku ґрунту ta ikh klasyfikatsiia □ Analysis of technological and design features of rotary working bodies for surface tillage and their classification □ Materialy V Vseukr. nauk.-prak. konf., "Perspektyvy i tendentsii rozvytku konstruksij ta tekhnichnoho servisu sil's'kohospodars'kykh mashyn i znariad" : zb. nauk. prats' / za zah. red. S.S. Dobrans'kyj. Zhytomyr : ATK, 53-55. [in Ukrainian].

[3] Ivanyshyn, V. Pogorilyu, V., Sheychenko, V. Shustik, L. (2007). Optimization of machine and tractor aggregates structures in tilling and sowing energy saving technologies. Proceedings of the 5-th Research and Development Conference of Central- and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering. – Kiev: National Agricultural University of Ukraine, 20-24 June 2007. Part 2. pp. 150-160. [in English].

[4] Nadykto, V.T., Kiurchev, V.M., Kuvachov V.P. (2020). Vykorystannia tekhniky v APK [Use of equipment in agro-industrial complex]. Pidruchnyk. Kherson: OLDI-PLYuS. [in Ukrainian].

[5] Rymak, I.D., Yeschenko, V.O., Man'ko, Yu.P. (2007). Resursozberihaiuchi tekhnolohii mekhanichnoho obrobitku ґрунту v suchasnomu zemlerobstvi Ukrainy [Resource-saving technologies of mechanical tillage in modern agriculture of Ukraine]. K.: «KVITS». [in Ukrainian].

[6] Kuvachov, V.P. (2019). Eksperymental'ni vyprovuvannia ahromostovoho boronuvального ahrehatu [Experimental tests of agro-bridge harrowing unit. Works of TSATU]. Pratsi TDATU, 19, 4, 223-233. [in Ukrainian].

[7] Kuvachov, V.P. (2017). Doslidzhennia plynosti khodu spetsializovanoho shyrokokolijnogo ahrozastobu [Research of smoothness of the course of the specialized wide-track agricultural means]. Visnyk ahrranoi nauky, 4, 46-53. [in Ukrainian].

[8] Bulhakov, V.M., Adamchuk, V.V., Kuvachov, V.P. (2010). Teoretychne doslidzhennia stijkosti rukhu kombinovanoho mashynno-traktornoho ahrehatu [Theoretical study of the stability of the combined machine-tractor unit]. Visnyk ahraryoi nauky, 5, 37-44. [in Ukrainian].

[9] Marynyna, L., Shustyk, L., Marynyn, S. (2017). Rotatsyonnye borony – mnohofunktsional'nost', vysokaia produktyvnost' y ekolohychnost' [Rotary harrows - versatility, high productivity and environmental friendliness]. Propozytsiya, 4, 21-24. [in Ukrainian].

Аннотация

Анализ и перспективы технологических и конструктивных особенностей ротационных рабочих органов для поверхностной обработки почвы

С.Н. Грушецкий, И.Н. Мушеник, Ю.И. Гаина

Главная задача земледелия состоит в том, чтобы обеспечить все возрастающие потребности населения экологически чистыми растениеводческими продуктами питания, животноводство – кормами, а перерабатывающую промышленность – сельскохозяйственным сырьем. Успешное решение этой проблемы возможно при условии расширенного воспроизводства плодородия почв, высокой культуре поля и урожайности сельскохозяйственных культур.

Соответственно, целью исследования было проведение сравнительного анализа и перспективы технологических и конструктивных особенностей ротационных рабочих органов для поверхностной обработки почвы, чтобы привести его к оптимальному состоянию роста культурных растений, используя для этого различные рабочие органы пассивного или активного действия.

Исследования проводились путем технологически-конструкционного анализа технологий и машин для поверхностной обработки почвы. В процессе исследований использовались методы сравнения и математического моделирования технологических процессов. Информационной базой исследований служили труды украинских и зарубежных ученых по технологиям и машинам для поверхностной обработки почвы.

На основе проведенного сравнительного анализа и перспективы технологических и конструктивных особенностей ротационных рабочих органов для поверхностной обработки почвы свидетельствует об их недостатках: низкая скорость перемещения орудия (до 1,5 м/с) и соответственно не-большая производительность; большую частоту вращения вала ротора (540-1000 мин⁻¹), что приводит к большим энергозатратам; высокие удельные металлоемкости и энергоемкость конструкций. К преимуществам бесприводных ротационных рабочих органов относятся: способность работать на высоких скоростях (9-15 км/ч и более), что позволяет более полно использовать энергетические возможности современных скоростных энергонасыщенных тракторов; сравнительно низкая энергоемкость; простота конструкции; относительно высокая износостойкость; не требуют тщательного ухода и ремонта. Поэтому перспективным направлением создания новых конструкций ротационных разрыхлителей является: упрощение конструкции, повышение качества обработки почвы, уменьшение энергоемкости процесса.

Ключевые слова: *Ротационный рабочий орган: с активным приводом, бесприводные, почвоприводные*

Abstract

Analysis and prospects of technological and design features of rotary working bodies for surface tillage

S.N. Hrushetskiy, I.N. Mushenyk, Y.I. Gaina

The main task of agriculture is to meet the ever-growing needs of the population with ecologically clean plant growing food, animal husbandry - with fodder, and the processing industry - with agricultural raw materials. A successful solution to this problem is possible under the condition of expanded reproduction of soil fertility, high field culture and crop yields.

Accordingly, the purpose of the study was to carry out a comparative analysis and perspectives of technological and design features of rotary working bodies for surface tillage in order to bring it to the optimal state of growth of cultivated plants, using various working bodies of passive or active action.

The research was carried out by means of technological and structural analysis of technologies and machines for surface tillage. In the process of research, methods of comparison and mathematical modeling of technological processes were used. The information base of the research was the works of Ukrainian and foreign scientists on technologies and machines for surface tillage.

On the basis of the comparative analysis and the prospects of technological and design features of rotary working bodies for surface tillage, evidence of their disadvantages: low speed of movement of the tool (up to 1.5 m/s) and, accordingly, low productivity; high frequency of rotation of the rotor shaft (540-1000 min⁻¹), which leads to high energy consumption; high specific metal consumption and energy consumption of structures. The advantages of non-powered rotary working bodies include: the ability to work at high speeds (9-15 km / h and more), which allows you to more fully use the energy capabilities of modern high-speed, energy-rich tractors; relatively low energy consumption; simplicity of design; relatively high wear resistance; do not require careful maintenance and repair. Therefore, a promising direction for creating new designs of rotary openers is: simplifying the design, improving the quality of soil cultivation, and reducing the energy intensity of the process.

Keywords: *Rotary working body: with an active drive, non-power, soil-driven*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Hrushetskiy, S. N., Mushenyk, I. N. and Gaina, Y. I. (2021) 'Analysis and prospects of technological and design features of rotary working bodies for surface tillage', *Engineering of nature management*, (4(22)), pp. 50 - 58.

Подано до редакції / Received: 27.10.2021