



Механізація, електрифікація

УДК 631.3
© 2018

РЕЗУЛЬТАТИ СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА РЕСУРСООЩАДНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

В.В. Адамчук¹, М.І. Грицишин², В.А. Насонов³, В.В. Ратушний⁴

¹доктор технічних наук, професор, академік НААН

²⁻⁴кандидати технічних наук

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

*вул. Вокзальна, 11, смт Глеваха Васильківського р-ну Київської обл., 08631, Україна
e-mail: ¹vvadamchuk@gmail.com, ²sm335@ukr.net, ³vnason@ukr.net, ⁴vratushnyi@ukr.net*

Надійшла 28.08.2018

Мета. Отримати нові наукові знання і створити на їх основі високоефективні комплекси технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур за ресурсощадними технологіями. **Методи.** З використанням законів механіки отримано математичні моделі взаємодії робочих органів машин з технологічними матеріалами і ґрунтом; експериментально перевірено основні їх положення, розроблено імітаційні моделі ходу робочих процесів; з використанням стандартних методик оцінено основні показники призначення технічних засобів у процесі проведення відомчих і державних приймальних випробувань в УкрНДІПВТ імені Л. Погорілого. **Результати.** Розроблено нову теорію взаємодії робочих органів з технологічними матеріалами технічних засобів для агрохімічного обслуговування агропромислового виробництва; створено основи теорії розподілу технологічних матеріалів на поверхні поля з урахуванням умов виконання технологічних операцій; розроблено принципово нову методологію формування підходів до обґрунтування раціональної рівномірності висіву насіння з врахуванням зон живлення рослин; встановлено нові закономірності роботи широкозахватних пневматичних централізованих систем посівних комплексів і сівалок; отримано нові закономірності динаміки руху машинно-тракторних агрегатів, сформованих з використанням одноопераційних та багатоопераційних машин. З використанням цих результатів створено високоефективний комплекс технічних засобів, які успішно пройшли державні приймальні випробування, і освоєно їх виробництво вітчизняними заводами сільськогосподарського машинобудування. **Висновки.** На основі отриманих нових знань розроблено високоефективні технічні засоби, які характеризуються

високими техніко-економічними показниками, а саме: їхня продуктивність не нижча, ніж у кращих світових аналогів, а в окремих технічних засобів вона вища у 1,5–2 рази, забезпечують зменшення загальних питомих енерговитрат на 20–30% за ціни машин, нижчій у 1,5–2,3 рази. Упровадження у виробництво цих комплексів дало економічний ефект близько 2,5 млрд грн.

Ключові слова: теорія, розроблення, випробування, технології, технічні засоби, ресурсоощадність, ефективність.
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-19>

Вітчизняне агропромислове виробництво на сучасному етапі є вагомим сегментом економіки нашої держави. Воно формує 14% ВВП України та 40% валютної виручки і гарантує не тільки продовольчу безпеку України, а й здійснює великі обсяги експорту сільськогосподарської продукції, зокрема, зерна та насіння олійних культур, продукції їх переробки.

Розвиток вітчизняного агропромислового виробництва залежить від конкурентоспроможності його продукції, яка значною мірою визначається питомими енергозатратами і витратами технологічних матеріалів на її виробництво та ефективним плануванням проектів вирощування сільськогосподарських культур [1]. Слід зазначити, що на питомих енерговитрати і витрати технологічних матеріалів впливають не тільки технології, за якими вирощують сільськогосподарські культури, а й технічні засоби, якими здійснюються відповідні технологічні операції. Тому українські аграрії повинні широко використовувати енерго-, ресурсоощадні технології, а для цього їм потрібні високоефективні комплекси технічних засобів. Підтвердженням цьому може слугувати відомий висновок академіка В.Р. Вільямса, який стверджував, що якою досконалою не була б технологія в системі землеробства, але вона залишиться нездійсненою мрією, якщо не буде забезпечена такою самою досконалою технікою.

Отже, для реалізації енерго-, ресурсоощадних технологій під час вирощування зернових та інших культур агропромислове виробництво має бути забезпечене потрібними високоефективними комплексами технічних засобів для виконання технологічних операцій, основними з яких є: внесення добрив, підготовка ґрунту, сівба та догляд

за посівами сільськогосподарських культур. Вимоги до таких технічних засобів автори сформулювали у своїй праці [2].

Чисельна номенклатура технічних засобів нині постачається закордонними фірмами-виробниками сільськогосподарської техніки. Проте оновлення машинно-тракторного парку вітчизняних сільгоспвиробників на базі техніки імпортного виробництва є фінансово важкодоступним через їхню низьку платоспроможність. Крім того, продовольча безпека країни визначається не тільки використанням в агропромисловому виробництві сортів, гібридів рослин і порід тварин вітчизняної селекції, а й відповідним техніко-технологічним забезпеченням. Для досягнення продовольчої безпеки вітчизняне агропромислове виробництво повинно достатньою мірою забезпечуватися найнеобхіднішими новітніми технічними засобами і запасними частинами до них, які мають виготовляти українські машинобудівні підприємства. В іншому разі вітчизняне сільськогосподарське виробництво буде постійним заручником усіх політичних та економічних протистоянь, де задіяні інтереси нашої держави. Держава, яка виробляє зерно, завжди залежатиме від країн, що поставляють їй технічні засоби для виробництва цього зерна та запасні частини до техніки.

З огляду на це розроблення і впровадження високоефективних комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями було, є і буде актуальним для агропромислового виробництва України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ННЦ «ІМЕСГ» має вагомий досвід у створенні технічних засобів для застосування твердих мінеральних добрив. Спільно

з машинобудівними підприємствами у попередній період створено: машини для розсіювання добрив (МВД-0,5, МВД-900, СТТ-10, 1-РМГ-4А, МВУ-5 СПРО, ПШ-21); технічні засоби для внесення добрив у ґрунт (АВМ-8, УГК-4,2) та завантажувачі сівалок (БЗУ-5, БЗУ-6). Окремі з цих технічних засобів і донині виготовляють машинобудівні підприємства, а деякі модернізовано. Були розроблені і поставлені спільно з підприємствами сільськогосподарського машинобудування на виробництво одноопераційні ґрунтообробні знаряддя до тракторів різної потужності, наприклад: плуги ПН-5-40, ПН-6-40, ПН-2-30, ПН-3-30, ПН-4-30, ПНЯ 4-40, ПНЯ 6-40; широкозахватні дискові лущильники ЛД-8, ЛД-11, ЛД-14; зчіпки борін ЗГ-10, ЗГ-16, ЗГ-18, ЗГ-22; культиватори КПСН-4, КПСП-8, важкі дискові борони БДВ-6 та ін. Ці знаряддя і нині широко застосовують у господарствах у традиційній і мінімальній системах обробки ґрунту.

Мета досліджень — отримання нових наукових знань і створення на їхній основі високоефективних комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями.

Методика досліджень. З використанням законів механіки отримано математичні моделі взаємодії робочих органів машин з технологічними матеріалами і ґрунтом; експериментально перевірено основні їхні положення, розроблено імітаційні моделі ходу робочих процесів; з використанням стандартних методик оцінено основні показники призначення технічних засобів у процесі проведення відомчих і державних приймальних випробувань в УкрНДІПВТ імені Л. Погорілого.

Результати досліджень. Проведено теоретичні й експериментальні дослідження, на базі яких розроблено нову теорію взаємодії робочих органів з добривами, основні положення якої наведено в працях [3, 4]. Це дало змогу створити машини, які вносять добрива з робочою шириною захвату до 36 м. Це забезпечує, залежно від видів мінеральних добрив, збільшення продуктивності в 1,5-2 рази та зменшення питомих витрат пального. Крім того, розроблено основи моделювання процесу розподілу

розсівальними робочими органами добрив на поверхню ґрунту, які дають змогу з високою точністю визначати показники якості роботи машин ще на етапі їх проектування. Такий підхід забезпечує здешевлення процесу створення нової техніки, аналогів чого у світі немає.

Ці результати використано під час створення нових технічних засобів, які забезпечують внесення добрив з нерівномірністю до 20%, зокрема, машин для внесення мінеральних добрив РН-0,8; РН-1 (ТОВ «Укрсільгоспмаш»); МВДТ-0,5; МРД-5 (рис. 1); МВД-9, МВД-9А (ДП «Агромаш» ННЦ «ІМЕСГ»); МРД-4 (ВАТ «Ковельсьільмаш»).

Для землеробства актуальною є також економічна ефективність обробки ґрунту, оскільки ця технологічна операція є однією з найбільш енерго- і трудозатратних. Залежно від технології в структурі прямих експлуатаційних витрат на виконання операцій з обробки ґрунту припадає: прямих експлуатаційних затрат — до 40%, енерговитрат — до 41, затрат праці — до 25%. За сучасною класифікацією є 4 основні системи обробки ґрунту: традиційна (на основі полицевого обробітку — оранки), мінімальна (на основі безполіцевого поверхневого і мілкого розпушення), консервуюча (на основі глибокого розпушення) і «нульова» (сівба в необроблений попередньо ґрунт).

Сучасний розвиток систем обробки ґрунту у напрямі енергоресурсозаощадження призвів до ширшого застосування поряд з традиційним і мінімальним обробками ґрунту (Mini-Till) консервуючого, смугового (Strip-Till) та нульового (No-Till) обробітків. Розширення арсеналу технологій обробки ґрунту з метою енерго-, ресурсозаощадження зумовило тенденції розвитку конструкцій ґрунтообробних машин, а саме, багатоопераційних (комбінованих) машин та багатофункціональних (універсальних) агрегатів, які б за один прохід у різних ґрунтово-кліматичних умовах виконували кілька операцій, мінімізуючи витрати часу, пального, добрив та негативну дію на ґрунт.

Дотримуючись визначених тенденцій, вчені ННЦ «ІМЕСГ» спрямували дослідження на створення нових технічних засобів для механізації обробки ґрунту відповідно до вимог сучасних технологій. При цьому

працювали за кількома напрямками, зокрема: розширювали функціональні можливості раніше створених і добре відпрацьованих конструкцій одноопераційних машин (дискові луцильники та борони, культиватори); розробляли нові універсально-комбіновані машини і агрегати для мінімального, консервуючого і смугового обробітку ґрунту.

Одним із цих напрямів стало створення вітчизняних парових культиваторів, призначених для передпосівного обробітку ґрунту і догляду за парами. Вони за один прохід забезпечують підрізування і розпушування ґрунту на глибину висіву насіння, висівають бур'яни, вирівнюють та ущільнюють посівний шар ґрунту. Тобто сучасні культиватори — це багатоопераційні комбіновані ґрунтообробні машини. За участю ННЦ «ІМЕСГ» розроблено парові культиватори серії «К» (К-4,3; К-7,3; К-7,8; К-8,3; К-9,3; К-11), виробництво яких освоїло ТОВ «Краснянське СП «Агромаш», а культиваторів POLARIS 4, POLARIS 8, POLARIS 12 — ПАТ «Ельворті». Під час створення культиваторів цієї серії метою було підвищення їхніх функціональних можливостей, забезпечення якісної підготовки ґрунту до сівби культур на полях з великою кількістю рослин і рослинних решток у верхньому шарі ґрунту (мінімальні і консервуючі технології).

Порівняно з паровими культиваторами важкі культиватори універсальніші щодо видів і умов ґрунтообробних робіт. Вони здатні, як і парові культиватори, виконувати передпосівний обробіток ґрунту на різних фонах та за їх допомогою можна виконувати догляд за парами. Важкі культиватори застосовують також для виконання основного мілкого обробітку ґрунту (до 16 см) за системою Mini-Till. За обладнання цих машин вузькими наральниками їх можна використовувати для глибшого консервуючого обробітку ґрунту (до 25 см). Вони часто є базою для створення ґрунтообробно-посівних агрегатів. Незважаючи на те, що ці машини складніші за конструкцією та металомісткіші, нині вони користуються попитом у сільгоспвиробників завдяки, насамперед, своїй багатофункціональності.

Виробництво серії важких культиваторів ALCOR (ALCOR 7,5; ALCOR 10) освоїло ПАТ «Ельворті». Вони призначені

для суцільного обробітку ґрунту на чистих і стерньових фонах на глибину 3–18 см з одночасним боронуванням, вирівнюванням і коткуванням ґрунту з робочою швидкістю до 10 км/год.

Виробництво серії важких культиваторів KB-3 і KB-4 навісного типу цільнорамної конструкції і KB-6 причіпного типу освоїло ТОВ «Краснянське СП «Агромаш». На них у 3 ряди розташовані робочі органи у вигляді широких (для обробітку ґрунту на глибину до 16 см) або вузьких лап (для обробітку ґрунту на глибину до 25 см), установлених на пружних скручених стійках.

На особливу увагу заслуговують ґрунтообробні технічні засоби з дисковими робочими органами. З огляду на це проведено дослідження щодо встановлення функціонального зв'язку між кутами різання, атаки та нахилу і діаметром та радіусом сфери дисків, кроку їх установки та глибини обробітку ґрунту [5]. Результати досліджень використано під час створення нових технічних засобів, виробництво яких освоєно на ТОВ «Краснянське СП «Агромаш», ВАТ «Завод «Фрегат», ПАТ «Ельворті» та інших підприємствах вітчизняного сільськогосподарського машинобудування. Зокрема, ПАТ «Ельворті» освоєно виробництво коротких дискових борін серії PALLADA, що забезпечують глибину обробітку ґрунту в межах 3–18 см.

Крім того, встановлено, що для поліпшення обробітку ґрунту на полях з великою кількістю рослинних решток, інтенсивного подрібнення і загортання сидератів доцільно збільшувати кількість дискових робочих органів на одиницю ширини захвату в 1,3–1,4 раза. Ґрунтуючись на цьому, ННЦ «ІМЕСГ» спільно з ТОВ «Краснянське СП «Агромаш» створив дискатори Д-6, Д-8 та Д-10, які забезпечують глибину обробітку ґрунту до 12 см. ПАТ «Ельворті» використало цей підхід під час створення дискаторів сімейства ANTARES (ANTARES 3×4, ANTARES 4×4, ANTARES 6×4, ANTARES 8×4), які забезпечують глибину обробітку ґрунту до 18 см.

У вітчизняному агропромисловому виробництві широким попитом користуються важкі дискові борони тому, що вони прості за конструкцією, надійні та універсальні щодо умов застосування. В Україні на початку 90-х років минулого століття створення важких дискових



Рис. 1. Машина для розсівання мінеральних добрив МРД-5

борін було започатковано групою вчених нашого інституту під керівництвом академіка НААН Я.С. Гукова. На сучасному етапі інститутом розроблено нові моделі, виробництво яких освоїли машинобудівні заводи. Лідером з виробництва конкурентоспроможних конструкцій важких борін є ТОВ «Краснянський СП «Агромаш». Для українських господарств і господарств ближнього зарубіжжя до тракторів різної потужності підприємство випускає широкий модельний ряд таких машин: БДВП-2,5; БДВП-3,0; БДВП-3,6; БДВП-3,8; БДВП-4,2; БДВП-5,5; БДВП-6,3 та БДВП-7,2. Ці борони завдяки використанню дисків зі збільшеним до 710 мм діаметром забезпечують глибину обробки ґрунту до 22 см за робочої швидкості до 12 км/год.

Поряд з важкими дисковими боронами, дискаторами і культиваторами в системі мінімального обробки ґрунту широко використовуються легкі дискові борони, які мають таку саму конструкцію, що й важкі, відрізняються лише меншим діаметром дисків, який становить 490 мм, та полегшеними рамами. Їхнє призначення — лущення ґрунту після збирання сільськогосподарських культур. За достатньої кількості вологи у ґрунті їх використовують також для передпосівного обробки. Розроблено і серійно виготовляються в ТОВ «Краснянське СП «Агромаш» борони двох марок: БДЛП-4 і БДЛП-8. Вони забезпечують глибину обробки ґрунту в межах 4–14 см.

Підготовку ґрунту до сівби дрібнонасінневих культур та інших рослин, насіння

яких заробляється у ґрунт на малу глибину (ріпак, трави та ін.), парові й важкі культиватори за один прохід не забезпечують відповідної якості обробки ґрунту. Доводиться робити кілька проходів, що призводить до збільшення затрат та висушування ґрунту. Тому розроблено спеціальний тип комбінованих багатоопераційних машин — компактнів, які за один прохід забезпечують потрібну якість підготовки ґрунту до сівби цих культур. Застосовують їх переважно після оранки або іншого попереднього обробки ґрунту з невеликою кількістю рослинних решток на поверхні. Під час розроблення нового покоління компактнів АК-6 і АК-7 автори ґрунтувалися на власному досвіді створення і експлуатації таких машин, які були розроблені на попередньому етапі (наприклад, КА-4,4; АКГ-3,6; АКГ-4; АКГ-6; АМО-7,2) та враховували напрацювання провідних європейських фірм щодо компоновальних схем і робочих органів. Створені компактнів забезпечують якісний обробку ґрунту на глибину 2–10 см. З появою у сільгосппідприємствах потужних тракторів з'явився попит на продуктивніші машини такого призначення. З огляду на це автори розробили новий компактнів АК-10 шириною захвату 10 м (рис. 2).

Для глибокого розпушування ґрунту (до 40 см) у системі консервуючого обробки розроблено чизельні знаряддя. До їхнього комплексу входять оригінальні асиметричні робочі органи. Внаслідок однорядного фронтального розташування робочих органів з регульованою відстанню між ними (600–850 мм) під час руху знаряддя формується ґрунтова хвиля з суцільним підняттям і опусканням шару, що обробляється. Це зумовлює з'явлення множини тріщин і мікротріщин у ґрунті. Чизелі-глибокорозпушувачі застосовують в основному для зяблевого обробки ґрунту.

Більш підготовлений до сівби фон забезпечують комбіновані диско-чизельні знаряддя, завдяки чому їх можна використовувати не тільки для консервуючого обробки ґрунту на зяб, а й для обробки його під озими культури. Вони добре розробляють ґрунт після кукурудзи, ріпаку і соняшнику. ННЦ «ІМЕСГ» спільно із ТОВ «Краснянське СП «Агромаш» створено диско-чизельні



Рис. 2. Компактор АК-10 у робочому стані

борони БДВП-3,0-0,1; БДВП-4,2-0,1; БДЧ-5; БДЧ-6 та БДЧ-7, в яких диски забезпечують глибину обробітку ґрунту до 22 см, а чизелі — до 40 см.

Агротехнічна й економічна привабливість диско-чизельних борін велика і зростає, коли вони додатково комплектуються обладнанням для внесення рідких добрив і біодеструкторів. Таке обладнання встановлюється на замовлення споживачів на ці машини (рис. 3). За консервуючого обробітку воно дає змогу пошарово вносити у ґрунт азотні або комплексні добрива та поверхнево наносити біодеструктори на рослинні рештки для інтенсифікації їх розкладу після загортання в ґрунт. Локальне внесення добрив дає змогу досягти запланованої урожайності за менших на 30–35% доз порівняно з їх унесенням на поверхню ґрунту. Крім того, застосування мінеральних добрив у рідкій формі знижує енерговитрати

на їх виробництво порівняно з твердою формою.

Смуговий обробіток ґрунту (Strip-Till) вважається різновидом консервуючого обробітку. Це компроміс між інтенсивним суцільним розпушуванням ґрунту і нульовим обробітком, що поєднує переваги консервуючого обробітку і системи No-Till. Одночасно зі смуговим обробітком ґрунту можна вносити кілька видів добрив для живлення рослин протягом усього періоду їх вегетації. До переваг технології слід зарахувати: скорочення кількості проходів агрегатів по полю до 1–2-х; зменшення витрат пального до 70% порівняно з традиційною технологією; зменшення до 30% кількості внесених добрив; скорочення трудозатрат та збільшення строку служби техніки.

Для забезпечення вітчизняного агропромислового виробництва технікою сучасного рівня вчені ННЦ «ІМЕСГ» розробили



Рис. 3. Диско-чизельна борона БДВП-4,2-01 з обладнанням для внесення рідких добрив і біодеструкторів



Рис. 4. Агрегат смугового обробітку ґрунту АСОГ-8 з обладнанням для внесення мінеральних добрив

уніфіковані агрегати для смугового обробітку ґрунту АСОГ-6 і АСОГ-8 (рис. 4), виробництво яких освоїло ТОВ «Краснянський СП «Агромаш».

Загальновідомо, що підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів досягається завдяки техніко-експлуатаційним параметрам енергетичних засобів і технологічних модулів. Використання комбінованих багатоопераційних і багатофункціональних технологічних модулів в агрегаті з тракторами великої потужності забезпечує підвищення продуктивності праці механізаторів в 1,8–2 рази і зменшення питомих витрат пального на 20–40% порівняно з одноопераційними машинами та знаряддями.

Установлено нові закономірності динаміки руху багатоопераційних агрегатів для обробітку ґрунту та багатофункціональних агрегатів для виконання операцій обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби зернових та інших культур [6–8]. Наявність таких закономірностей вперше в світовій практиці дало змогу ще на етапі розроблення машин раціонально вибрати параметри їх роботи з урахуванням умов експлуатації.

Це сприяло істотному підвищенню стійкості руху їх робочих органів і керованості багатоопераційними та багатофункціональними агрегатами загалом. Такий підхід дає можливість формувати багатофункціональні агрегати на базі одноопераційних і багатоопераційних машин (рис. 5). Завдяки цьому досягається зменшення експлуатаційних витрат за рахунок здешевлення агрегатів і збільшення річного завантаження машин.

Розроблено принципово нову методологію формування підходів до обґрунтування технічних рішень, які забезпечують раціональне розміщення насіння і добрив з урахуванням зон живлення рослин, що дало змогу вперше у світі дати кількісну оцінку ефективності різних способів сівби без закладання польових дослідів. Зокрема, встановлено, що найефективнішим є підґрунтового-розкидний спосіб сівби [5]. Крім того, встановлено нові закономірності роботи широкозахватних централізованих пневматичних систем посівних комплексів, сівалок та їх загортаючих робочих органів, що ще на етапі проектування широкозахватної посівної техніки стало теоретичною базою

**Рис. 5. Ґрунтообробно-посівний агрегат (АКГ-4,5 + сівалка)**

для обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи цих систем.

З використанням наведених результатів вітчизняним лідером виготовлення посівної техніки ПАТ «Ельворті» освоєно виробництво комплексів: ALCOR 7,5 і ALCOR 10 з робочою шириною захвату відповідно 7,5 та 10 м (рис. 6). Вони призначені для сівби зернових, зернобобових та інших культур, близьких за розмірами насіння і нормами висіву до зернових, за традиційного і мінімального або консервуючого допосівного обробітку ґрунту. На легких ґрунтах вони можуть здійснювати пряму сівбу без попереднього обробітку ґрунту, за один прохід виконують суцільну передпосівну культивування на глибину сівби і 100%-ве підрізання бур'янів, смуговий підґрунтоворозкидний висів насіння і стартових доз мінеральних добрив.

Розроблено новий спосіб покриття насіння сільськогосподарських культур у процесі його протруювання плівкою робочої рідини засобів захисту без механічного травмування самого насіння. Теоретично досліджено закономірності процесу обробки насіння і визначено раціональні значення параметрів і режимів роботи протруювача [9–11]. Виготовляє протруювач на замовлення

**Рис. 6. Посівний комплекс ALCOR 10**

сільськогосподарських товаровиробників ДП «Агромаш» ННЦ «ІМЕСГ» (рис. 7). Завдяки застосуванню протруювача питомі витрати препаратів зменшуються на 10%. Найвищого економічного ефекту можна досягти за обробки насіння, яке особливо чутливе до механічного травмування (наприклад, соя, соняшник та ін.).

У сучасних умовах забезпечення високих врожаїв сільськогосподарських культур можливе за наявності сучасних машин для внесення хімічних засобів рослин — обприскувачів. Роботи з цього напрямку ведуться на науковій базі, яку в попередні періоди започаткували член-кореспондент НААН І.П. Масло і кандидат технічних наук О.С. Барановський. Зокрема, обґрунтовано систему стабілізації горизонтального положення штанги обприскувача, розроблено систему роздільної подачі в штангу препарату і води без попереднього їх змішування, а також обґрунтовано доцільність переходу на імпорту елементну базу, що дає змогу в дуже короткий термін досягти конкурентоспроможності обприскувачів вітчизняного виробництва.

**Рис. 7. Протруювач насіння ППОН-5**



Рис. 8. Обприскувач ОСШ-2500

ННЦ «ІМЕСГ» розроблено обприскувачі ОСШ-2500 (рис. 8) і Орлан-24, виробництво яких освоїли відповідно ВАТ «Завод «Фрегат» та ТОВ «Укрсільгоспмаш». Спільно з НУБіП України розроблено обприскувач з примусовим осадженням крапель ОПГ-2000. Основи теорії взаємодії технологічного матеріалу з супроводжувальним повітряним струменем в умовах вітру наведено у праці [5].

Результати наукових розробок інституту зі створення обприскувачів використало ПАТ «Богуславська сільгосптехніка», яке нині виготовляє конкурентоспроможні обприскувачі КРОНОС-2000-18; КРОНОС-3000-21,5; ТИТАН-3000-24; АТЛАНТ-3000-28; АТЛАНТ-4200, які забезпечують робочу ширину захвату від 18 до 36 м.

Обприскувачі ШТОРМ-2000-18 і ШТОРМ-3000-18 (рис. 9) обладнані пневматичними системами осадження крапель, що поліпшує якість обробки посівів засобами захисту та дає змогу працювати у вітряну погоду. За допомогою потоків повітря дрібні краплини швидко проникають у посіви і осаджуються на листках. Система забезпечує створення дрібних краплинок (до 200 мкм), які покривають більшу поверхню, що дає можливість зменшувати норми витрат препаратів на 30%.

На особливу увагу заслуговують роботи зі створення самохідних обприскувачів IBIS-3000 та MAF-4200 (рис. 10), виробництво яких освоїло ПАТ «Богуславська сільгосптехніка». Їхній кліренс становить 1800 мм та відповідно комплектуються штангами з шириною захвату 24 або 28 м і 32 або 36 м.



Рис. 9. Обприскувач ШТОРМ-3000-18, обладнаний пневматичною системою осадження крапель



Рис. 10. Обприскувач самохідний MAF-4200

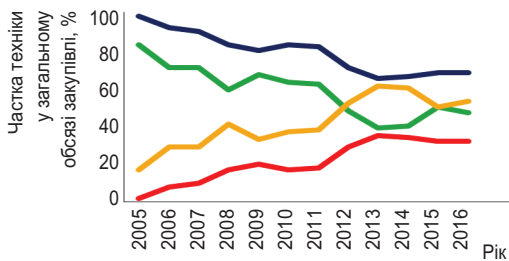


Рис. 11. Структура вітчизняного ринку сільськогосподарської техніки за роками: — грунтообробна вітчизняна; — грунтообробна іноземна; — посівна вітчизняна; — посівна іноземна

Ці та інші технічні засоби, що створені за участі інституту, успішно пройшли відомчі, а потім державні приймальні випробування в УкрНДІПВТ імені Л. Погорілого і поставлені на виробництво (виготовлено понад 28 тис. одиниць). Вони характеризуються високими техніко-економічними показниками, а саме: продуктивність не нижча, ніж у кращих світових аналогів, а в окремих технічних засобів вона

вона вища у 1,5–2 рази, забезпечують зменшення загальних питомих енерговитрат на 20–30% за ціни, яка у 1,5–2,3 раза нижча зарубіжних аналогів. Упровадження у виробництво цих комплексів дало економічний ефект, який становить близько 2,5 млрд грн. Зазначені підприємства сільськогосподарського машинобудування 15–30% своєї продукції експортують за кордон, зокрема в країни ЄС, в які вже поставлено 5527 одиниць техніки.

Загалом результати роботи сприяли зростанню впливу українських підприємств сільськогосподарського машинобудування на вітчизняному ринку техніки для агропромислового виробництва. Це особливо виявилось у сегменті ґрунтообробної і посівної техніки. Починаючи з 2013 р., відбувається зменшення обсягів закупівлі ґрунтообробної і посівної техніки зарубіжного виробництва і натомість збільшуються обсяги закупівлі техніки вітчизняного виробництва, яка нині в структурі внутрішнього ринку становить понад 70% для ґрунтообробної техніки і понад 50% для посівної техніки (рис. 11).

Висновки

На основі отриманих нових знань розроблено високоефективні технічні засоби, які характеризуються високими техніко-економічними показниками, а саме: продуктивність не нижча, ніж у кращих світових аналогів, а в окремих технічних засобів вона

вища у 1,5–2 рази, забезпечують зменшення загальних питомих енерговитрат на 20–30% за ціни, яка нижча у 1,5–2,3 раза. Упровадження у виробництво цих комплексів дало економічний ефект, який становить близько 2,5 млрд грн.

Адамчук В.В.¹, Грицишин М.И.², Насонов В.А.³, Ратушний В.В.⁴

ННЦ «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства, ул. Вокзальная, 11,

пгт Глеваха Васильківського р-на Київської обл., 08631, Україна; e-mail: ¹vadamchuk@gmail.com, ²sm335@ukr.net, ³vnason@ukr.net, ⁴vratushnyi@ukr.net

Результаты создания технических средств для выращивания сельскохозяйственных культур по ресурсосберегающим технологиям

Цель. Получить новые научные знания и создать на их основе высокоэффективные комплексы технических средств для выращивания сельскохозяйственных культур по ресурсосберегающим технологиям. **Методы.** С использованием законов механики получены математические модели взаимодействия рабочих органов машин с технологическими материалами и почвой; экспериментально проверены основные их положения, разработаны имитационные модели хода рабочих процессов; с использованием стандартных методик дана оценка основных показателей назначения технических средств в процессе проведения ведомственных и государственных приемочных испытаний в УкрНИИПІТ имени Л. Погорелого. **Результаты.** Разработана новая теория взаимодействия рабочих органов с технологическими материалами технических средств для агрохимического обслуживания агропромышленного производства; созданы основы теории распределения технологических материалов по поверхности поля с учетом условий выполнения технологических операций; разработана принципиально новая методология формирования подходов к обоснованию рациональной равномерности высева семян с учетом зон питания растений; установлены новые закономерности работы широкозахватных пневматических централизованных систем посевных комплексов и сеялок; получены новые закономерности динамики движения машинно-тракторных агрегатов, сформированных с использованием однооперационных и многооперационных машин. С использованием этих результатов создан высокоэффективный комплекс технических средств, которые успешно прошли государственные приемочные испытания, и освоено их производство отечественными предприятиями сельскохозяйственного машиностроения. **Выводы.** На базе полученных новых знаний разработаны высокоэффективные технические средства, которые характеризуются высокими технико-экономическими показателями, а именно: их производительность не ниже, чем у лучших мировых аналогов, а в отдельных технических средств она выше в 1,5–2 раза, обеспечивают уменьшение общих удельных энергозатрат на 20–30% при цене машин ниже в 1,5–2,3 раза. Внедрение в производство этих комплексов дало экономический эффект около 2,5 млрд грн.

Ключевые слова: теория, разработка, испытание, технологии, технические средства, ресурсосбережение, эффективность.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-19>

Adamchuk V.¹, Grytsyshyn M.², Nasonov V.³, Ratushnyi V.⁴

^{1–4}NSC «Institute of mechanization and use of electric power in agriculture», Vokzalna Str., 11, Glevakha, Vasylkiv region, Kyiv oblast, 08631, Ukraine; e-mail: ¹vvadamchuk@gmail.com, ²sm335@ukr.net, ³vnason@ukr.net, ⁴vratushnyi@ukr.net

Results of creation of technical means for growing crops on resources-saving technologies

The purpose. To gain new scientific knowledge and to create on their basis highly effective complexes of technical means for growing crops on resources-saving technologies. **Methods.** With the use of laws of mechanics mathematical models of interaction of tools of machines with technological materials and soil are gained; their basic rules are experimentally tested, imitating models of working processes are developed; assessment of basic parameters of technical means is made during departmental and state warranty tests in the Institute on the basis standard techniques. **Results.** New theory of interaction of tools with technological materials of technical means is developed for agrochemical maintenance of agroindustrial production; bases of the theory of distribution of technological materials on the surface of field in view of conditions of accomplishment of production operations are created; basic new methodology of formation of approaches to substantiation of rational uniformity of seeding in view of zones of plant nutrition is developed; new regularity of work of wide web pressure-pneumatic centralized systems of sowing complexes and seeders are determined; new regularity of dynamics of traffic of machine-tractor assemblies generated with the use of one-operational and multioperational machines is gained. With the use of these results the highly effective complex of technical means which have successfully passed state warranty tests is created, and their production by the domestic factories of agricultural engineering industry is mastered. **Conclusions.** On the basis of the gained new knowledge highly effective technical means which are characterized by high technical-and-economic indexes are developed, namely: their productivity not below, than at the best world analogues, and in separate components it is above in 1,5–2 times, these means provide decrease of over-all specific power inputs on 20–30 % at the price of machines below in 1,5–2,3 times. Implementation in production of these complexes has already given economic benefit nearby 2,5 billion hrn.

Key words: theory, development, test, technology, technical means, resource saving, efficiency.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-19>

Бібліографія

1. Адамчук В.В., Сидорчук О.В., Луб П.М. та ін. Планування проектів вирощування сільськогосподарських культур на основі статистичного імітаційного моделювання: монографія Глеваха: Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. 224 с.
2. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва; за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. Київ: Аграрна наука, 2012. 412 с.
3. Адамчук В.В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений: монография. Київ: Аграрна наука, 2010. 178 с.
4. Adamchuk V., Beloev H., Bulgakov V., Korenko M. Mineral Fertilisation Theory and Working Tools of Fertiliser Spreading Machines. Sofia: Prof. Marin Drivon Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2017. P. 164.
5. Адамчук В.В., Насонов В.А., Булгаков В.М. та ін. Розроблення і впровадження в агропромислове виробництво комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями: монографія; за ред. В.В. Адамчука. Київ: Аграрна наука, 2016. 368 с.
6. Адамчук В.В., Петриченко Є.А. Теорія руху причіпного комбінованого посівного агрегату. Вісник ХНТУСГ. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. 2015. Вип. 163. Харків, 2015. С. 195–212.
7. Bulgakov V., Adamchuk V., Arak M. et al. Theoretical research into the motion of combined fertilising and sowing tractor-implement unit. *Agronomy Research*. 2017. № 15(4). P. 1498–1516.
8. Адамчук В., Говоров О., Петриченко Є. Стрічкове внесення твердих мінеральних добрив. *Пропозиція*. 2015. № 4. С. 136–137.
9. Ратушний В.В. Теоретичне обґрунтування форми твірної поверхні обертового робочого органу універсального протруювача насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. ННЦ «ІМЕСГ»*. Глеваха, 2017. Вип. № 5 (104). С. 68–75.
10. Ратушний В.В. Дослідження параметрів плівки робочої рідини на поверхні обертового органу універсального протруювача насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. ННЦ «ІМЕСГ»*. Глеваха, 2017. Вип. № 6 (105). С. 65–73.
11. Ратушний В.В. Високоякісне протруювання насіння. *Аграрний тиждень. Україна*. 2018. № 6 (330). С. 36–37.