

АГРОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 631.348

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.116-125](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.116-125)**Б.Б. Левицький**, асп., **А.В. Бабій**, проф., д-р техн. наук*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна**e-mail: levyskyi.bb@gmail.com***Аналіз конструктивних особливостей мініобприскувачів для невеликих фермерських господарств**

У роботі проведено аналіз конструктивних особливостей основних типів мініобприскувачів: ранцевих, тачкових, навісних та причіпних. Вказано на їх особливості застосування та виділено недоліки, які спостерігаються при хімічних обробках ними невеликих площ просапних культур. Запропоновано концептуальне рішення щодо створення самохідного мініобприскувача. Він повинен переміщатися від власного двигуна, мати сервісний механізм зміни ширини колії, достатній кліренс, системи регулювання висоти встановлення та стабілізації штанги, системи нагнітання, регулювання та контролю робочого тиску в напірній магістралі. І всі ці рішення повинні бути реалізованими при мінімальній вартості такої машини, що зробить її конкурентною на ринку мініобприскувачів.

хімічний захист, обприскувач, штанга, стабілізація, коливання, опір переміщенню, робочий тиск, самохідний, підсобне господарство, ширина колії, кліренс, ресурс роботи, норма виливу

Постановка проблеми. Серед багатьох способів захисту рослин – хімічний захист залишається одним з найбільш ефективних та рентабельних. Це викликано тим, що вплив хімічних препаратів має досить швидку дію і результату можна добитися за відносно короткий проміжок часу. Попри ризики негативних наслідків дії хімічних препаратів альтернативи, яка була би доступною пересічному виробнику сільськогосподарської продукції, поки не запроваджено. Технологічна операція хімічного захисту рослин є практично у кожній технології вирощування культур. Але, разом з тим, якщо розглядати невеликі підсобні чи фермерські господарства, то із-за низького ресурсного забезпечення, спостерігається і низька культура виробництва. Це позначається на тому, що часто виробниками опускаються або мінімізуються окремі технологічні операції. Саме до таких і належить хімічний захист рослин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За статистичними даними [17] та результатами досліджень інших авторів [13] більше 90% картоплі виробляється у господарствах населення. Загалом, така площа станом на кінець 2022 року тільки по виробництву картоплі складає 1187,7 тис.га [17]. Також зрозумілим є те, що у підсобних господарствах вирощують й інші культури, тобто вказане значення площ є значно більшим. Приклад щодо виробництва картоплі наведено з тою метою, що у західному регіоні України у підсобних господарствах ця культура є однією з основних і вирощується практично у кожному домогосподарстві. Якщо проаналізувати розміри орних земельних ділянок, які є у приватній власності домогосподарств, то вони не перевищують приблизно 2 га. Тут не враховано розпайовані земельні наділи колишніх колгоспів, які, переважно, здані в оренду більш крупним виробникам сільськогосподарської продукції, де спостерігається високе ресурсне забезпечення виробництва та застосовуються і реалізуються передові технології. Тому найчастіше у підсобних господарствах спостерігаються площі під посадкою однієї культури,

наприклад, картоплі, в межах 0,1 га, 0,2 га, рідше – 0,3 га. Для таких невеликих площ недоцільно використовувати «великі» тракторні обприскувачі, та й не кожен виробник має трактор, щоб агрегатувати обприскувач, тому, переважно, використовують найпростіші ранцеві обприскувачі або іншого типу мініобприскувачі.

Дослідженню ефективності виконання технологічного процесу обприскувачами, міцності та ресурсу роботи їх складових присвячено багато праць вчених, які всебічно вивчають проблеми, що там виникають та пропонують ряд рішень для їх усунення [4, 5, 12, 15, 16, 18].

Постановка завдання. Метою проведеного дослідження є виконання аналізу конструктивних особливостей та ефективності роботи різних типів мініобприскувачів на невеликих площах просапних культур та формування критеріїв, за якими повинен бути спроектований новий самохідний мініобприскувач зі системою стабілізації штанги.

Виклад основного матеріалу. Аналіз конструктивних особливостей мініобприскувачів розпочнемо з найпростіших – ранцевих.

Серед багатьох конструкцій, що є у пропозиції на ринку, розглянемо на прикладі двох типових моделей таких обприскувачів, рис. 1.



Рисунок 1 – Ранцеві обприскувачі

Джерело: [19, 11]

На рис. 1, а показано ранцевий обприскувач українського виробника – торгової марки «Леміра» [19]. Це 12-ти літровий резервуар, який має власну (суху) масу 3,5 кг. Ручним насосом нагнітають робочий тиск повітря до 0,3 МПа, яким витісняють робочу рідину і вона через штангу та розпилюючий пристрій транспортується на оброблювану поверхню.

На рис. 1, б представлено ранцевий акумуляторний обприскувач FERMER OCA-16 польського виробника «Фермер» [11]. Такий обприскувача має ємність бака 16 л. Робочий тиск 0,15–0,45 МПа в напірній магістралі нагнітається діафрагмовим насосом, який живиться від свинцево-кислотного акумулятора. Власна маса обприскувача складає 5,5 кг.

Наведені ранцеві обприскувачі можна використовувати для хімічного захисту рослин на невеликих ділянках (городах), у садах, для дезінфекції приміщень тощо. Це прості та надійні знаряддя. Але поряд з тим, їх використання на площах в межах 0,2 га, про які мова йшла вище, має певні недоліки. Наприклад, обприскувач на рис. 1, а заправленим буде мати масу приблизно 15,5 кг і для обробки 0,2 га, наприклад, картоплі, потребуватиме мінімум 4-5 заправок при нормі виливу приблизно 250 л/га. Меншої витрати робочої рідини важко досягнути при роботі з таким знаряддям,

оскільки виробники хімічних препаратів вказують на упаковках «2 мл на 10 л води на 3-4 сотих» і т.д. Крім того, якщо піти шляхом збільшення концентрації розчину для зменшення об'єму вилитої рідини, то потрібно збільшити швидкість обробки. Це, в свою чергу, провокує нерівномірність обробки та значно підвищує втому людини, що здійснює цю обробку. Тут потрібно зважити на те, що, крім швидко рухатись людині у міжряддях культури, їй потрібно переміщати масу 15,5 кг на спині, періодично (для інших подібних конструкцій обприскувачів) чи постійно підкачувати ручним насосом, заправляти – це все провокує втому оператора.

Питання підтримки тиску у напірній магістралі вирішено в акумуляторному обприскувачі, що на рис. 1, б. Але його конструкція складніша, він дорожчий, а саме основне – він значно важчий. Його маса при повній заправці становитиме 21,5 кг і переміщатись полем, обробляючи певну культуру, не кожному буде просто. Тут не є метою вказати на недоліки розглянутих конструкцій обприскувачів. Виробники представили на ринок достатньо оптимальні конструкції таких знарядь, вони мають свою високу ефективність у певному секторі використання, за вартістю доступні широкому загалу виробників сільськогосподарської продукції, але потребують значної затрати ручної праці, особливо на площах більше 0,1 га. Тому їх використання у технологічних процесах вирощування культур може бути поштовхом до зменшення кількості хімічних обробок культури внаслідок високої трудомісткості процесу, зниження якості обробки, особливо це позначається на площах, де потрібне суцільне внесення робочого препарату тощо. Тому, займаючись виробництвом сільськогосподарської продукції на описаних площах, потрібно шукати альтернативу ранцевим обприскувачам.

Зменшуючи питому частку ручної праці при виконанні хімічного захисту, виробники сільськогосподарських машин дрібним фермерам пропонують варіант тачкових (візкових) обприскувачів. Тут маса обприскувача та заправленої робочої рідини перенесена на його шасі-візок і це частково вирішує загострену проблему.

Серед множини таких машин, наведемо кілька варіантів сучасних машин, які є у пропозиції на ринку, рис. 2.



Рисунок 2 – Електричний (акумуляторний) обприскувач на колесах 80 л Stocker 303 (а) та обприскувач MasterCut OS60T/25 (б)

Джерело: [9, 7]

Італійський виробник Stocker пропонує електричний (акумуляторний) обприскувач на колесах 80 л Stocker 303, рис. 2 [9].

Цей мініобприскувач має міцне шасі тачкового типу, на якому змонтовано 80 л пластиковий бак. Напір робочої рідини створюється електричним насосом потужністю 100 Вт та може досягати тиску від 0,1 МПа до 1,0 МПа при витраті 1,5-6 л/хв. Довжина

шланга 50 м, максимальна відстань розпилення до 8 м. Маса незаправленого обприскувача 62 кг, рис. 2, а.

В іншому варіанті цей обприскувач обладнується навісною штангою, ширина якої регулюється від 1,5 м до 2,5 м, що дозволяє забезпечити максимальну ширину обробки до 3,5 м. При використанні змінного причіпного дишла його можна агрегатувати мініенергозасобами.

Такі обприскувачі використовують у садах, теплицях та невеликих ділянках для обприскування сільськогосподарських культур та інших господарських роботах.

На рис. 2, б наведено модель тачкового обприскувача MasterCut OS60T/25 німецько-китайського виробництва [7].

Подібно до попередньої моделі, обприскувач MasterCut OS60T/25 обладнаний 60-ти літровим баком, замість простої підставки має керовані опорні колеса, що дозволяє легше переміщати його по ділянках з твердим покриттям. Головною відмінністю є те, що такий обприскувач обладнаний двигуном внутрішнього згоряння, який приводить в дію поршневий насос, що може створювати тиск робочої рідини у напірній магістралі до 2,5 МПа при продуктивності 6-8 л/хв. Він обладнаний шлангом штанги довжиною 25 м. Маса обприскувача складає 30 кг. Такий мініобприскувач можна використовувати у садах, теплицях, інших ділянках, де не буде утруднене його переміщення.

Обприскувачі, що наведені на рис. 2, це вже більш професійні машини у порівнянні з ранцевим, вони не перекладають свою масу на плечі оператора, у прямому сенсі, але їх використання для обробки польових культур є дещо обмеженим. Такі машини доволі проблематично пересувати на підйом навіть по твердій поверхні, а із-за малого діаметра коліс і як наслідок – великого опору перекочуванню, вони нездатні рухатись по розпушеній поверхні поля. Крім того, якщо такі обприскувачі використовувати для обробки просапних культур, то тут виникають нові проблеми – малий кліренс та фіксована ширина колії, що не завжди співпадає з кратністю ширини міжрядь. Тобто їх ефективність доведена при роботі у садах, теплицях, при дезінфекції у складських приміщеннях тощо.

Аналізуючи далі інші конструкції, цю проблему частково вирішують мініобприскувачі причіпні чи навісні на мініенергозасоби, рис. 3. Найбільш популярними є навісні обприскувачі. На рис. 3, а представлено обприскувач на мототрактор [10].



а)



б)

Рисунок 3 – Обприскувач на мототрактор 130 літрів (Агрокрам) (а) та обприскувач для мінітрактора 80 л (Agrofast) (б)

Джерело: [10, 1]

Це компактний навісний обприскувач, що має ширину штанги 4 м, на якій встановлено 8 розпилюючих пристроїв, рис. 3, а. Бак місткістю 130 л з робочою

рідиною живить напірну магістраль за допомогою двох мембранних електронасосів прямої подачі на розпилювачі. Штанга має можливість регулювання за висотою та переводу з робочого у транспортне положення. Суха маса обприскувача – 25 кг. Агрегатується з енергозасобами малої потужності при наявності у них системи навіски. Заявлена виробником продуктивність – 1 га/год.

Інша система нагнітання робочого тиску в напірній магістралі використана на обприскувачі української фірми Agrofast (рис. 3, б) – це витіснення робочої рідини з використанням надлишкового тиску, що створюється компресором [1].

В якості резервуара тут використано бак 80 л від гідроаккумулятора насосної установки, де робочий тиск допускається до 0,8 МПа. Електричний компресор Ураган продуктивністю 35 л/хв створює надлишковий тиск, що витискає робочу рідину через вісім розпилювачів, що встановлені на штанзі. Ширина захоплення, при врахуванні кута розпилення розпилювачами, складає 5,5 м. Сама штанга по висоті може на рамі фіксуватися у кількох положеннях. Перевід у транспортне положення здійснюється за допомогою часткового розбирання секцій та фіксування їх у спеціальному консольному тримачі.

Якщо аналізувати ці дві моделі обприскувачів (рис. 3), то вони дуже подібні між собою, відрізняються тільки системами витіснення рідини. За такого конструктивного виконання ці навісні обприскувачі будуть добре працювати при обприскуванні польових культур, але тільки за певних умов.

Тут, зі зростанням технологічного рівня машини, більш прискіпливо ставимося до забезпечення нею агротехнічних вимог при обприскуванні.

Найперше, це норма внесення робочого препарату на оброблювану площу. Щоб забезпечити задану норму внесення потрібно правильно узгодити тиск в напірній магістралі з витратою через визначене число розпилювачів та швидкістю руху агрегату. Викликає сумнів чітке забезпечення заданої норми виліву, оскільки тиск в напірній магістралі не підтримується сталим – в наведених конструкціях відсутні будь-які регулятори тиску. Задану швидкість руху важко підтримувати на різних енергозасобах, оскільки не всі мототрактори, а тим більше мотоблоки з адаптерами, мають спідометри чи тахометри. При роботі у міжряддях різних просапних культур ширина колії трактора не співпадає з міжряддями культури або важко її змінити, виникають проблеми при обробці відносно високорослих культур (наприклад обробка картоплі до чи після фази цвітіння) із-за малого кліренсу енергозасобу тощо. Крім того, жорстке закріплення штанги на рамі обприскувача не сприяє її стабілізації при русі енергозасобу польовими нерівностями. За таких умов динамічно змінюється відстань до об'єкту обробки, а від того і норма внесення, а також це має суттєвий вплив на ресурс роботи каркасів і рами самого обприскувача [2, 3, 6, 14].

Що стосується причіпних обприскувачів, ринок таких машин має значно менше пропозицій, але розглянемо деякі конструкції, рис. 4.

На рис. 4, а представлений обприскувач для мотоблока і мототрактора українського виробника ПП Крючков [8].

Даний причіпний обприскувач приєднується до мотоблока з допомогою адаптера. Випускається у трьох варіантах об'ємів баків: 85 л, 150 л та 250 л. Робочий тиск 0,25-0,30 МПа нагнітається за допомогою мотопомпи або відцентрового насоса. Такі обприскувачі мають можливість регулювання висоти і ширини колії (мінімальна ширина – 0,8 м), а також регулювання висоти встановлення штанги, на якій змонтовано 8 розпилювачів, що дозволяє забезпечити ширину захоплення до 3,5 м. Маса обприскувача з порожнім баком (без насоса) – 39 кг.



Рисунок 4 – Обприскувач для мотоблока і мототрактора (ПП Крючков) (а)
та обприскувач причіпний до мінітрактора NorthStar (79 л)(б)

Джерело: [8, 20]

Іншим прикладом може слугувати обприскувач причіпний до мінітрактора NorthStar (79 л) (США), рис. 4, б [20].

Даний обприскувач може використовуватися у різних варіантах застосування розпилюючих пристроїв – навісної штанги з шістьма розпилювачами або ручної штанги. Він призначений, в основному, для роботи у садах, можна ним обробляти газони, інші подібні ділянки. Напір робочої рідини до 0,48 МПа створюється електричним насосом (12 В), що має продуктивність 8,3 л/хв. Загальна маса незаправленого обприскувача складає 27,2 кг.

Таким чином, наведені причіпні обприскувачі (рис. 4) мають свої переваги та недоліки. Наприклад, причіпний обприскувач ПП Крючков (рис. 4, а) має достатньо великий кліренс та можливість зміни ширини колії, але в агрегаті із мотоблоком його функціональні можливості обмежені. Це обмеження пов'язане з тим, що мотоблок немає такого кліренсу та можливості легко змінювати ширину колії, наприклад, при переїзді на іншу площу. Крім того, в обприскувачі відсутня система стабілізації штанги, що сприяє її значним коливанням, які збурюються колесами обприскувача і це погіршує якість нанесення робочого препарату на поверхні рослин. Витрата робочої рідини залежить від тиску, що створюється електричним мембранним насосом, але значення цього тиску невизначене та неконтрольоване, що також негативно може впливати на дотримання норми виливу отрутохімкатів.

В конструкції обприскувача причіпного до мінітрактора NorthStar, рис. 4, б вже передбачено регулювання та контроль тиску, що створюється в напірній магістралі, але теж відсутнє стабілізування штанги, не регулюється ні кліренс, ні ширина колії, що значно обмежує його використання для хімічного захисту польових культур.

Підсумовуючи проведений аналіз конструктивних особливостей наведених мініобприскувачів, робимо наступні висновки.

Висновки. Для окреслених площ обробки польових культур (в межах 0,2 га) ранцеві обприскувачі потребують значної затрати фізичної праці оператора: на переміщення маси обприскувача з робочою рідиною, підкачування ручним насосом

(для варіанту без електричного насоса), часті заправки. Крім того, ручне переміщення штанги не може гарантувати рівномірності нанесення робочого препарату на всю площу, особливо при суцільному внесенні.

Маса тачкових обприскувачів перенесена на їх шасі, але оператор повинен штовхати її для переміщення. Якщо говорити про міжряддя рослин, то у пухкому ґрунті утворюється колія, що значно утруднює переміщення такого обприскувача. До того ж малий кліренс та нерегульована колія не дозволяють рух міжряддями просапних культур. У варіанті використання навісної штанги – важко витримати постійною швидкість переміщення, якщо обприскувач рухати вручну, а при використанні мініенергозасобу виникають ті ж проблеми – малий кліренс енергозасобу, нездатність регулювати ширину колії. Також відсутня система стабілізації штанги.

Навісні обприскувачі в більшій мірі залежать від параметрів шасі енергозасобу. Тут переважно виникають ті ж проблеми – обмежені регулювання ширини колії та фіксований кліренс, що звужує їх використання у певних фазах розвитку рослин, коли вже дорожнього просвіту енергозасобу недостатньо, щоб не пошкоджувати рослини при обробці. Крім того, відсутність системи стабілізації штанги призводить до її коливань, які передаються від коліс енергозасобу при русі польовими нерівностями. І це має значний вплив на рівномірність внесення робочого препарату та ресурс роботи складових обприскувача.

Щодо причіпних мініобприскувачів, то в їх конструкціях можна усунути ряд описаних недоліків, але їх функціональність в значній мірі є обмеженою параметрами енергозасобів, з яким вони агрегуються. Для підвищення ефективності нанесення робочого препарату на оброблювані площі слід використовувати хоча б найпростіші маятникові підвіски для стабілізації штанги.

З метою підвищення якості нанесення робочого препарату на оброблювані поверхні, універсального використання щодо обробки різних сільськогосподарських культур, в тому числі робота у садах, зменшення ручної праці оператора тощо, варто розробити самохідний малогабаритний обприскувач, аналогів якому на ринку України не спостерігається.

До розробленої конструкції висуваються наступні вимоги:

- самопересувний (з допомогою двигуна);
- можливість змінювати ширину колії за допомогою сервісних механізмів;
- мати достатній кліренс або його регулювати;
- навісна штанга повинна мати систему стабілізації та регулюватися за висотою встановлення;
- в напірній магістралі повинен підтримуватися постійний і контрольований тиск робочої рідини;
- розроблена модель самохідного обприскувача повинна бути доступною за вартістю для середньостатистичного виробника сільськогосподарської продукції у підсобному господарстві.

При врахуванні цих вимог та реалізації конструкції обприскувача на практиці ми отримаємо високоефективну та конкурентоздатну машину на ринку мініобприскувачів.

Список літератури

1. Agrofast. Обприскувач для мінітрактора 80 л. URL : <https://agrofast.com.ua/p/1542892189-opryskivatel-dlya-minitraktora-80-l/>.
2. Andreikiv O.E., Babii A.V., Dolinska I. Ya. & Matviiv Yu. Ya. Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Materials Science*. 2020. Vol. 56, No. 1, P. 112–118.
3. Andreikiv O.E., Babii A.V. & Dolinska, I.Ya. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Materials Science*. 2020. Vol.

56. P.166–173.
4. Babii A. Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. *Scientific Journal of TNTU*. 2019. Vol. 96. No. 4. P. 90–100.
 5. Babii A. Study of the efficiency of working mixture application in chemical crop protection. *Scientific Journal of TNTU*. 2020. Vol. 98. No. 2. P. 99–109.
 6. Babii A., Aulin V., Babii M., Levytskyi B. Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU*. 2022. Vol 105, no 1, pp. 5–12.
 7. Gurkit. Обприскувач MasterCut OS60T/25. URL : <https://gurkit.ua/ua/product/31573/opryskivatel-mastercut-os60t25.html>.
 8. Kruchkov. Обприскувач для мотоблока і мототрактора. URL : <https://kruchkov.com.ua/obpriskuvachi/>.
 9. NiceGarden. Електричний (акумуляторний) обприскувач на колесах 80 л Штокер / Stocker 303. URL : <https://nicedgarden.com.ua/ua/elektricheskij-akkumulyatornyj-opryskivatel-na-kolesah-80-l>.
 10. Агрокрам. Обприскувач на мототрактор 130 л. URL : <https://agrokram.com.ua/opryskivatel-mototraktor-130-l>.
 11. Акумуляторний обприскувач FERMER OCA-16. URL : <https://tehno-haos.com.ua/ua/p870437397-akkumulyatornyj-opryskivatel-fermer.html>.
 12. Бабій А.В. Методика розрахунку напружено-деформівного стану обичайки бака обприскувача. *Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні. Вісник ХДТУСГ*. 2006. Вип. 46. С. 96–100.
 13. Бабій А.В., Головецький І.В., Гладь Ю.Б. Дослідження кінематичних параметрів вібраційного лемеша картоплекопача з використанням комп'ютерної програми. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. "Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин"*. 2023. Вип.53. С.227-236.
 14. Бабій А.В., Дзюра В.О., Головецький І.В. Дослідження впливу вертикальних коливань штанги обприскувача на рівномірність обприскування. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2022. Вип. 5(36), ч. I. С. 216-226.
 15. Бутитер І.Б., Вікович І.А., Когут І.С. Рациональне проектування крайніх секцій широкозахватних штанг обприскувачів із композиційних матеріалів. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2006. № 560. С. 35–40.
 16. Вікович І.А. Конструкції і динаміка штангових обприскувачів: монографія. Львів : «Львівська політехніка», 2003. 460 с.
 17. Державна служба статистики України. URL : Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах (ukrstat.gov.ua).
 18. Мельник В.І., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Панкова О.В. Методика проведення експериментальних досліджень технічного стану щільних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів. *Вісник НТУ «ХПИ». Серія Автомобіле- та тракторобудування*. 2021. №1. С.60-66.
 19. Обприскувач ОГ-101 Леміра ранцевий 12 л. URL : https://lemira.ua/catalog/opryskivatel_gidravlicheskie/88.htm.
 20. Обприскувач причіпний до мінітрактора NorthStar (79 л). URL : <http://tinyurl.com/ys3qwqo6>.

References

1. Agrofast. Obpryskuvach dlia minitraktora 80 l. [Sprayer for mini tractor 80 l] Retrieved from URL : <https://agrofast.com.ua/p/1542892189-opryskivatel-dlya-minitraktora-80-l/> [in Ukrainian].
2. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I. Ya. & Matviiv, Yu. Ya. (2020). Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Materials Science, Vol. 56, No. 1*, P. 112–118 [in English].
3. Andreikiv, O.E., Babii, A.V. & Dolinska, I.Ya. (2020). Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Materials Science, Vol. 56*, P. 166–173 [in English].
4. Babii, A. (2019). Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. *Scientific Journal of TNTU, Vol. 96, No. 4*, P. 90-100 [in English].
5. Babii, A. (2020). Study of the efficiency of working mixture application in chemical crop protection. *Scientific Journal of TNTU, Vol. 98, No. 2*, P. 99–109 [in English].
6. Babii, A., Aulin, V., Babii, M. & Levytskyi, B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU, Vol 105, No. 1*, P. 5–12 [in English].
7. Gurkit. Obpryskuvach MasterCut OS60T/25 [Sprayer MasterCut OS60T/25]. Retrieved from URL : <https://gurkit.ua/ua/product/31573/opryskivatel-mastercut-os60t25.html> [in Ukrainian].

8. Kruchkov. Obpryskuvach dlia motobloka i mototraktora [Sprayer for walk-behind tractor and walk-behind tractor]. Retrieved from URL : <https://kruchkov.com.ua/obpriskuvachi/> [in Ukrainian].
9. NiceGarden. Elektrychnyj (akumuliatornyj) obpryskuvach na kolesakh 80 l Shtoker / Stocker 303 [Electric (battery) sprayer on wheels 80 l Stocker / Stocker 303]. Retrieved from URL : <https://nicegarden.com.ua/ua/elektricheskij-akkumulyatornyj-opriskyvatel-na-kolesah-80-l> [in Ukrainian].
10. Ahrokram. Obpryskuvach na mototraktor 130 l. [Sprayer for motor tractor 130 l.] Retrieved from URL : <https://agrokram.com.ua/opriskyvatel-mototraktor-130-l> [in Ukrainian].
11. Akumuliatornyj obpryskuvach FERMER OSA-16 [Accumulator sprayer FERMER OSA-16] Retrieved from URL : <https://tehno-haos.com.ua/ua/p870437397-akkumulyatornyj-opriskyvatel-fermer.html> [in Ukrainian].
12. Babij, A.V. (2006). Metodyka rozrakhunku napruzhenno-deformivnoho stanu obyčajky baka obpryskuvacha [Procedure for calculation of stress-strain state of sprayer tank shell]. *Tekhnichnyj servis APK, tekhnika ta tekhnologii u s.h. mashynobuduvanni. Visnyk KhDTUSH - Technical service of agro-industrial complex, machinery and technologies in the city of mechanical engineering Bulletin of the KhDTUSH*, 46, 96-100 [in Ukrainian].
13. Babij, A.V., Holovets'kyj, I.V. & Hlad'o, Yu.B. (2023). Doslidzhennia kinematychnykh parametriv vibratsijnoho lemesha kartoplekopacha z vykorystanniam komp'uternoї prohramy [Investigation of kinematic parameters of vibratory ploughshare of potato digger using computer program]. *Zahal'noderzhavnyj mizhvidomchyj naukovo-tekhnichnyj zbirnyk. "Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia sil'skohospodars'kykh mashyn" - All-state interdepartmental scientific and technical collection. "Design, production and operation of agricultural machines"*, 53, 227-236 [in Ukrainian].
14. Babij, A.V., Dziura, V.O. & Holovetskyi, I.V. (2022). Doslidzhennia vplyvu vertykal'nykh kolyvan' shtanhy obpryskuvacha na rivnomirmist' obpryskuvannia [Study of the effect of vertical vibrations of the sprayer on the uniformity of spraying]. *Tsentrāl'noukrains'kyj naukovyj visnyk. Tekhnichni nauky - Central Ukrainian scientific bulletin. Technical sciences*, 5(36), 1, 216-226 [in Ukrainian].
15. Butyter, I.B., Vikovych, I.A. & Kohut I.S. (2006). Ratsional'ne proektuvannia krajnykh sektiij shyrokozakhvatnykh shtanh obpryskuvachiv iz kompozytsijnykh materialiv [Rational design of extreme sections of wide-cut rods of sprayers made of composite materials]. *Visnyk Natsional'noho universytetu "Lviv'ska politekhnika" - Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic"*, 560, 35-40 [in Ukrainian].
16. Vikovych, I.A. (2003). *Konstruksii i dynamika shtanhovykh obpryskuvachiv [Designs and dynamics of boom sprayers]*. Lviv : «Lviv'ska politekhnika» [in Ukrainian].
17. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Ploschi, valovi zbory ta urozhajnist' sil'skohospodars'kykh kul'tur za ikh vydamy ta po rehionakh (ukrstat.gov.ua) [in Ukrainian].
18. Mel'nyk, V.I., Syrovyts'kyj, K.H., Shuliak, M.L. & Pankova, O.V. (2021). Metodyka provedennia eksperymental'nykh doslidzhen' tekhnichnoho stanu schilynnykh hidravlichnykh rozpyliuvachiv samokhidnykh obpryskuvachiv [Procedure for conducting experimental studies of the technical condition of slit hydraulic sprayers of self-propelled sprayers]. *Visnyk NTU «KhPI». Seriya Avtomobileta traktorobuduvannia - Bulletin of NTU "KhPI". Series of automobile and tractor construction*, 1, 60-66 [in Ukrainian].
19. Obpryskuvach OH-101 Lemira rantsevyy 12 l [Sprayer OG-101 Lemira knapsack 12 l]. Retrieved from URL : https://lemira.ua/catalog/opriskyvateli_gidravlicheskie/88.htm [in Ukrainian].
20. Obpryskuvach prychipnyj do minitraktora NorthStar (79) [NorthStar mini tractor-mounted sprayer (79 l)]. Retrieved from URL : <http://tinyurl.com/ys3qwqo6> [in Ukrainian].

Bohdan Levytskyi, post-graduate, **Andrii Babii**, Prof., DSc.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Analysis of design features of mini sprayers for small farms

The purpose of the study is to perform an analysis of the design characteristics and efficiency of various types of mini-sprayers in small areas of row crops and to form criteria by which a new self-propelled mini-sprayer with a rod stabilization system should be designed.

An analysis of the efficiency of various types of mini-sprayers in small areas used for planting various crops in small farms was carried out. For the outlined areas of treatment of field crops (within 0.2 hectares), it was established that knapsack sprayers require a significant amount of physical labor of the operator: to move the mass of the sprayer with the working fluid, pumping with a manual pump (for the option without an electric pump), frequent refueling. In addition, manual movement of the rod cannot guarantee the uniformity of application of the working preparation over the entire area, especially with continuous application.

For wheelbarrow sprayers, it is established that their mass is transferred to the chassis, but the operator must push it to move. If we talk about the inter-row of plants, then a furrow is formed in the loose soil, which greatly complicates the movement of such a sprayer. In addition, small ground clearance and unregulated furrow do not allow movement by inter-rows of row crops. In the option of using a hinged rod, it is difficult to maintain

a constant speed of movement if the sprayer is moved manually. When using the mini energy tool, the same issues arise – a small clearance of the energy tool and the inability to adjust the furrow width. There is also no rod stabilization system.

Hinged sprayers are more dependent on the parameters of the power supply chassis. Here, mainly, the same problems arise – limited adjustment of furrow width and fixed clearance, which narrows their use in certain phases of plant growth, when the ground clearance of the energy source is insufficient to avoid damaging plants during processing. In addition, the absence of a rod stabilization system can be seen. This leads to its oscillations, which are transmitted from the wheels of the energy store when moving by field irregularities, and this has an effect on the uniformity of the introduction of the operating solution and the resource of work.

Regarding trailed mini-sprayers, it is possible to eliminate some of the described drawbacks in their designs, but their functionality is significantly limited by the parameters of the energy tools with which they are aggregated. To increase the efficiency of applying the operating solution to the treated areas, at least the simplest pendulum suspensions should be used to stabilize the rod.

In order to improve the quality of application of the operating solution on the treated surfaces, universal use for processing various crops, including work in gardens, reducing the manual labor of the operator, etc., it is necessary to develop a self-propelled small-sized sprayer, analogues of which are not observed on the Ukrainian market.

The following requirements are put forward to the developed design: self-moving (using an engine); the ability to change the furrow width using service mechanisms; have sufficient clearance or regulate it; the hinged rod must have a stabilization system and be adjustable in height of the installation; the pressure line must maintain a constant and controlled pressure of the operating solution; the developed model of a self-propelled sprayer should be affordable for the average agricultural producer in the subsistence farming.

Taking into account these requirements and the implementation of the sprayer design in practice, we will get a highly efficient and competitive machine in the mini sprayer market.

chemical protection, sprayer, rod, stabilization, oscillation, resistance to movement, working pressure, self-propelled, subsistence farming, furrow width, clearance, operating life, spraying rate.

Одержано (Received) 26.10.2023

Прорецензовано (Reviewed) 22.11.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023

УДК 656.13

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.125-133](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.125-133)

А.М. Пугач, проф., д-р. держ. упр., канд. техн. наук

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

e-mail: apugach13@gmail.com

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук

Центральнoукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький,

Україна e-mail: AulinVV@gmail.com

В.І. Мельниченко, доц., канд. техн. наук, **О.Д. Деркач**, доц., канд. техн. наук

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

В.О. Тесля, канд. техн. наук

Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

e-mail: volodymyr_teslya@ukr.net

Способи підвищення показників дизелів тракторів і автомобілів в умовах рядової експлуатації

Наводяться результати порівняльного аналізу способів підвищення показників дизелів тракторів і автомобілів вітчизняного і зарубіжного виробництва, які знаходяться в умовах рядової експлуатації підприємств України різної форми власності. Проаналізовано зміни показників паливної економічності

© А.М. Пугач, В.В. Аулін, В.І. Мельниченко, О.Д. Деркач, В.О. Тесля 2023