

В.І. МЕЛЬНИК, К.Г. СИРОВИЦЬКИЙ, М.Л. ШУЛЯК, О.В. ПАНКОВА

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЩІЛИННИХ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПИЛЮВАЧІВ САМОХІДНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ

В роботі запропонована методика проведення експериментальних досліджень технічного стану щілинних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів для встановлення зв'язків між теоретичним моделювання і дослідними даними впливу їх технічного стану на якість розпилення. На основі аналізу останніх досягнень та публікацій було виявлено недосконалість сучасних методів і засобів для діагностування та обґрунтування параметрів щілинних гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин самохідних обприскувачів. Розроблена методика та лабораторний стенд дозволяє проводити якісну оцінку технічного стану щілинних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів в експлуатації та проводити ефективне дефектування нових розпилювачів. Виявлено, що технічний стан розпилювача суттєво впливає на якість виконання технологічних операцій по застосуванню рідких хімічних засобів інтенсифікації рослинництва.

Ключові слова: обприскувач, розпилювач, методика, експеримент, стенд, діагностування

В.И. МЕЛЬНИК, К.Г. СЫРОВИЦКИЙ, М.Л. ШУЛЯК, О.В. ПАНКОВА

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЩЕЛЕВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ САМОХОДНЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

В работе предложена методика проведения экспериментальных исследований технического состояния щелевых гидравлических распылителей самоходных опрыскивателей для установления связей между теоретическим моделированием и опытными данными воздействия их технического состояния на качество распыления. На основе анализа последних достижений и публикаций было выявлено несовершенство современных методов и средств для диагностирования параметров. Разработанная методика и лабораторный стенд позволяет проводить качественную оценку технического состояния щелевых гидравлических распылителей самоходных опрыскивателей в эксплуатации и проводить эффективную дефектовку новых распылителей. Выявлено, что техническое состояние распылителя оказывает существенное влияние на качество выполнения технологических операций по применению жидких химических средств интенсификации растениеводства.

Ключевые слова: опрыскиватель, распылитель, методика, эксперимент, стенд, диагностирование

V. MELNYK, K. SIROVITSKIY, M. SHULYAK, O. PANKOVA

PROCEDURE OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE TECHNICAL CONDITION OF SLOTTED HYDRAULIC PULVERIZERS FOR SELF-PROPELLED SPRAYING MACHINES

The method of experimental researches of technical condition of hydraulic slotted hydraulic pulverizers of self-propelled spraying machines for establish a connection between theoretical modeling and research data of influence of their technical condition on spray quality is offered in article. Based on the analysis of recent attainments and publications, the insufficiency of modern methods and tools for diagnosing and substantiating the parameters of slotted hydraulic pulverizers for chemical plant protection of self-propelled spraying machines was revealed. The developed technique and laboratory stand allow to carry out a qualitative assessment of the technical condition of slotted hydraulic pulverizers of self-propelled spraying machines in operation and to carry out effective defecting of new pulverizers. It was found that the technical condition of the pulverizer significantly affects the quality of technological operations for the use of liquid chemicals to intensify crop production.

Key words: spraying machine, pulverizer, procedure, experiment, stand, diagnosis

Вступ. При використанні сучасного польового обприскувача одним з найважливіших показників його ефективної експлуатації є технічний стан розпилювача, як основного робочого органу. Зношування розпилювачів є природним процесом. Термін експлуатації розпилювача обмежений, а при неправильному використанні розпилювачів знос значно збільшується. На зношування впливають такі фактори: робочий тиск, абразивність робочої рідини, зносостійкість матеріалу розпилювача. До найчастіших дефектів, пов'язаних з розпиленням, відносяться: зношення і засмічення розпилювачів, що тягнуть за собою відхилення від необхідної норми внесення та зміна характеру розподілу рідини по поверхні, що обробляється.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Більшості польових обприскувачів доводиться обробляти площі 2000 га/рік і більше [1]. При таких навантаженнях на техніку зношування вузлів і агрегатів може стати серйозною проблемою, через що рекомендується їх щорічна перевірка. Своєчасне виявлення прихованих дефектів та їх усунення може стати вирішальним чинником успішної роботи в «гарячу пору» [2]. Дослідженню технологічних процесів і робочих органів для хімічного захисту рослин присвячені праці вчених В.І. Мельника, А.С. Кобця, П.А. Догоди, Б.В. Онищенко, В.В. Погорілого, Є.Л. Ревякіна, та інших [1, 3, 4, 5, 6].

Мета та постановка задачі. Метою роботи є встановлення зв'язків між теоретичним моделюванням і дослідними даними впливу технічного стану і конструкції гідравлічного розпилювача на якість розпилення робочої рідини.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розробити методику експериментальних досліджень із використанням лабораторного стенду для оцінки технічного стану гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин;
- обґрунтувати зв'язок між параметрами технічного стану і конструкції розпилювача та якістю виконання технологічних операцій по застосуванню рідких хімічних засобів інтенсифікації рослинництва.

Параметри сучасних гідравлічних розпилювачів. Визначальним чинником ефективності використання пестицидів є якість їх внесення. Основними критеріями якості обприскування є норма внесення робочої рідини, дисперсність розпилювання, густина покриття краплинами поверхні, що обробляється, та рівномірність розподілу по ній. Усі показники якості обприскування значною мірою залежать від типу, параметрів і режимів роботи розпилювачів. Нині є багато різновидів розпилювачів, тож і постає актуальне питання добору оптимального з них для конкретних умов роботи. Сучасні обприскувачі комплектуються здебільшого гідравлічними розпилювачами [7].

Методика та обладнання лабораторних досліджень. Лабораторні дослідження проводились в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка в лабораторії кафедри оптимізації технологічних систем імені Т.П. Євсюкова. Для проведення досліджень отримувалися розпилювачі від сільськогосподарських підприємств Харківської області. Всі розпилювачі були з однієї партії та працювали в однакових умовах. В якості контрольних екземплярів було надано розпилювачі з тієї ж партії, які не працювали в полі. Отримані розпилювачі також супроводжувались детальним звітом, який включав в себе час роботи впродовж сезону, види технічного обслуговування, яке проводилось, та кількість змінених під час експлуатації розпилювачів. Дані отриманих розпилювачів вказані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані отриманих для дослідження розпилювачів

Господарство	Кількість наданих екземплярів, шт.	Матеріал розпилювача	Час наробітку, годин	Проведе технічне обслуговування
№1	20	Латунь	50	-
№2	20	Латунь	50	механічне чищення
№3	20	Латунь	50	механічне чищення
№4	20	Латунь	50	-

Спочатку отримані розпилювачі маркували та підписували. Після цього кожен розпилювач був перевірений на універсальному вимірювальному мікроскопі УИМ-21 (рис. 1), характеристики якого вказані в таблиці 2.

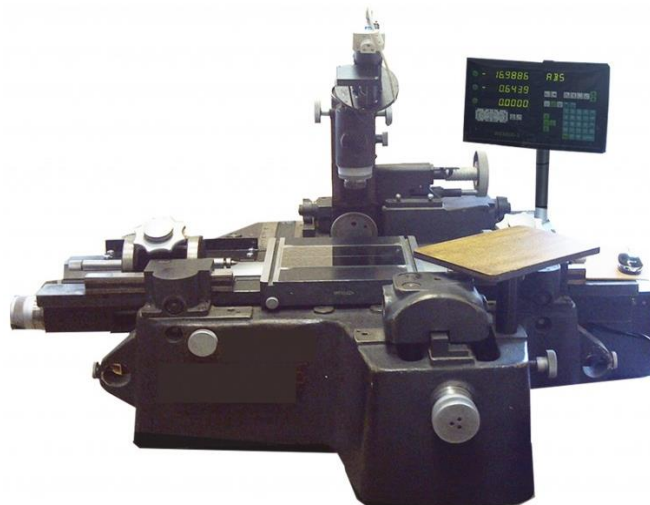


Рис. 1 – Універсальний вимірювальний мікроскоп УИМ-21

Таблиця 2 – Характеристики універсального вимірювального мікроскопа УИМ-21

Показник	Значення
Границі виміру довжин:	
- в поздовжньому напрямку	0-200 мм
- в поперечному напрямку	0-100 мм
Границі виміру кутів	0-360°

Методика процесу вимірів була за проекційним (тіньовим) методом. Для вимірів розпилювач поміщали в центрі столу мікроскопа та фіксували струбцинами. Потім встановлювали одну із штрихових ліній сітки окулярної головки паралельно лінії, що утворює конус вимірюваного сопла розпилювача в його основі. Потім переміщували поздовжню та поперечну каретки до тих пір, поки кінець утворюючого конуса вимірюваного сопла розпилювача у вершини не з'явиться у полі зору мікроскопа, при цьому паралельність утворюючої та штрихової лінії сітки не має порушуватися. Після цього встановлювали подовжню каретку на відлік (в цілих міліметрах) за шкалою поздовжнього ходу та закріплювали її. Далі, діючи поперечною кареткою, поєднували штрихову лінію сітки з утворюючою тіньового контуру, і проводили відлік шкалою поперечного ходу. Потім переміщували поздовжню каретку на ціле число міліметрів до іншого кінця конуса, переміщенням поперечної каретки поєднували штрихову лінію сітки з утворюючою тіньового контуру і знову знімали відлік за шкалою поперечного ходу. Різниця обох відліків за шкалою, поділена на довжину переміщення поздовжньої каретки у міліметрах, давала тангенс половини кута утворюючого конуса розпилювача. Згідно з інструкцією по експлуатації універсального вимірювального мікроскопа, отриманий результат не буде вільний від похибки, що виникла внаслідок можливого перекосу розпилювача. Для виключення впливу цієї похибки повторювали такий же вимір на іншій стороні тіньового зображення утворюючого конуса. Було очевидно, що похибка від перекосу увійде і в цей результат, але зворотним знаком. Для виключення цієї похибки взяли середнє арифметичне з обох результатів вимірювання.

В процесі перевірки технічного стану розпилювачів на універсальному вимірювальному мікроскопі було виявлено зміну сопла розпилювача (рис. 2).

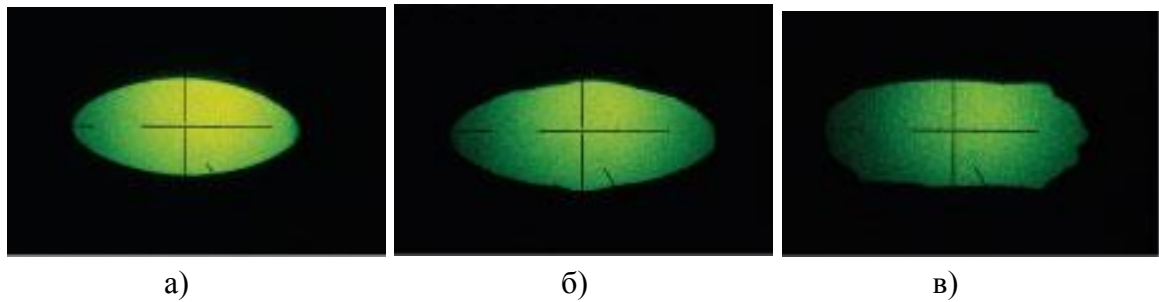


Рис. 2 – Результати перевірки технічного стану розпилювачів: а) – нова форсунка; б) – зношена форсунка; в) – пошкоджена форсунка в результаті неправильного чищення

Для дослідження основних параметрів та технічної діагностики стану гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин було виготовлено дослідний стенд, креслення якого приведено на (рис. 3).

Дослідний стенд для дослідження основних параметрів та технічної діагностики стану гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин включає: бачок 1 (з забірним патрубком 1а, патрубком 1б і ніпелем 1с для підведення стисненого повітря, заливною горловиною 1д і зливним ніпелем 1е), матрицю верхню 3, дві розпірні втулки 5, дві стійки 6, балку 7, притисний диск 8 з ніпелем 8а і прокладкою 8б, вкладиш 9, відвідний пристрій 10, опорну втулку 11, рукав гофрований 12, штифти-фіксатори 13 і 14, прокладку 15, гайку-заглушку 16, кран 17, ніпель 18, еластичний трубопровід 19, прокладку 20, пробку заливної горловини 21, чотири боковини 22, два кільця ущільнювачів 23, 24 і одне стопорне 25, а також гайки, шайби болти і гвинти 26-33.

Дослідний стенд виконано з матеріалів, які мають високу стійкість до корозії, а саме з капролону (розпірні втулки 5, стійки 6, балка 7) та органічного скла (матриця нижня 2, матриця верхня 3).

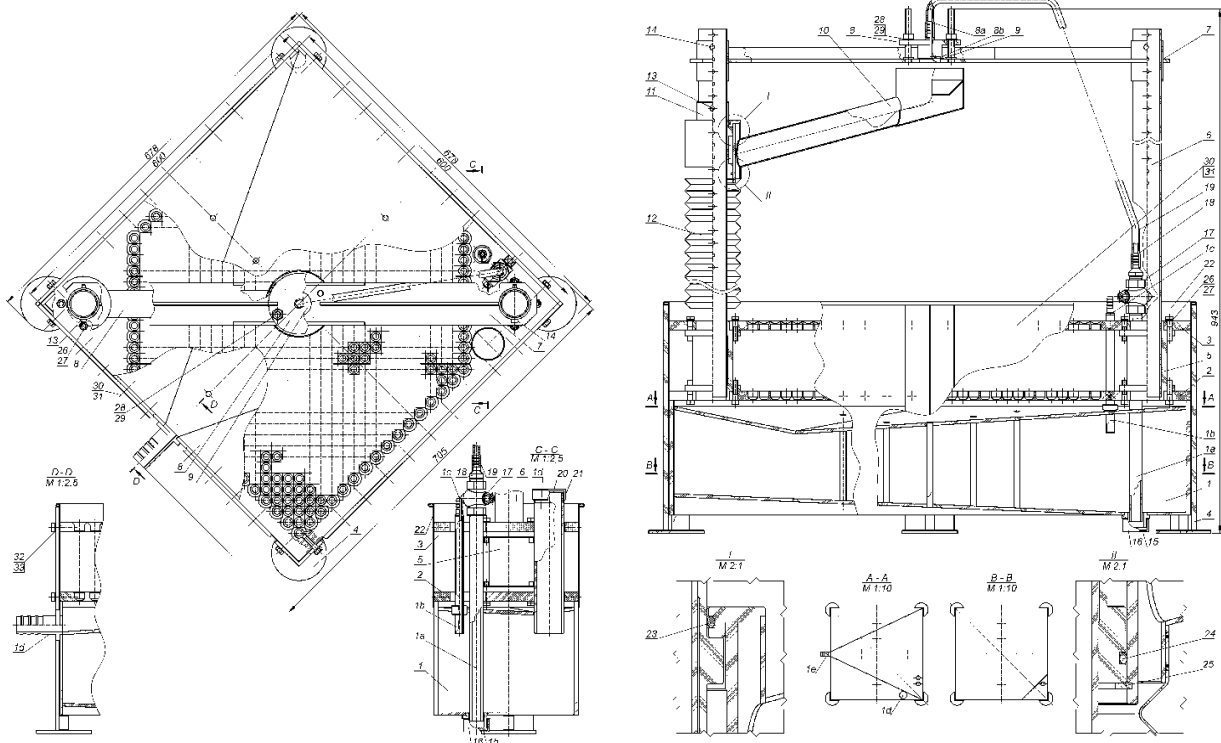


Рис. 3 – Креслення дослідного стенду для дослідження основних параметрів та технічної діагностики стану гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин: а) – вид зверху; б) – вид збоку

Робочий процес випробування розпилювача. Спочатку виконується етап налаштування. Відгвинтивши гайки 28 і знявши шайби 29, знімають притискний диск 8. Потім, між вкладишем 9 і диском 8 співвісно їм укладають орієнтований вертикально вниз розпилювач, а диск 8 опускають на шпильки кріплення, після чого повертають назад шайби 28 і гайки 28 затягують до тих пір, поки розпилювач трохи зануриться в тіло прокладки 8b, на стільки, скільки необхідно для створення герметичного з'єднання, здатного витримати робочий тиск 20 - 40 МПа, максимум 100 МПа (буває вкрай рідко). Це тиск, при якому випробуваний розпилювач працює на польовій машині. Далі, вилучивши штифт-фіксатор 13, відвідний пристрій 10 разом з деталями, приєднаними до нього опускають вниз. Потім, також вийнявши штифти-фіксатори 14, балку 7 переміщують на необхідну висоту і фіксують там, повернувши на місце штифти 14. Після цього відвідний пристрій 10 піднімають вгору, максимально близько до балки 7, і також фіксують там штифтом 13. Шляхом повороту навколо опорної втулки 11, розташовують строго під балкою 7, а значить, і під розпилювачем. Потім у всі 810 отворів матриць 2, 3 поміщають лабораторні пробірки, а бачок через горловину 1d заповнюють робочою рідиною і герметично закривають різьбовою пробкою 21. Зливний ніпель 1e з'єднують з каналізацією. Оскільки робота стану передбачає наявність компресора, то до цього моменту останній вже повинен бути включеним, а повітря в його ресивері має бути під робочим тиском (ті ж 20 - 40 МПа). Передбачається, що заданий робочий тиск в ресивері компресора підтримується автоматично. Для цього в бачок 1 слід наливати необхідний мінімум робочої рідини, тобто 2 - 3 обсяги рідини, яка повинна пройти через випробуваний розпилювач протягом контрольного часу. З бачком стану 1 ресивер компресора з'єднується по гнучкому трубопроводу через ніпель 1с і патрубок 1b. Кран 17 в цей момент повинен бути закритим, а ніпель 18 за допомогою гнучкого трубопроводу 19 з'єднаний з ніпелем 8а притискного диска 8. Після подачі повітря з ресивера компресора в бачок 1 необхідно почекати деякий час, щоб тиск всередині бачка 1 вирівнявся з тиском в ресивері.

Етап випробування. Відкривши робочий кран 17, кілька десятків секунд вичікують, поки розпилювач вийде на усталений режим розпилю. Потім, одночасно з натисканням кнопки секундоміра, відвідний пристрій 10 швидко, але плавно відводять у бік від балки 7. Поки розпилювач працює (час випробування становить 1 хвилину), відвідний пристрій 10 повертають навколо стійки 6 максимально близько до балки 7. Факел розпилю рідини чаші відвідного пристрою 10 при цьому торкатися не повинен. У такому стані розпил продовжується весь час випробування. Потім, наскільки можна точно до моменту завершення випробування, вручну чашу відвідного пристрою 10 швидко підводять під балку 7 (під розпилювач) і вимикають секундомір. Після цього кран 17 закривають, час випробування записують, демонтують розпилювач, а компресор вимикають. У цьому етапі випробування завершено.

Етап документування отриманої інформації. Після випробування розпилювача усі пробірки двічі переважують. Перший раз разом із робочою рідиною в них, а вдруге без неї. Для зважування використовували ваги дискретністю 0,001 грам, які з'єднанні з комп'ютером для автоматичного запису отриманих даних ваги пробірок. З'єднання з комп'ютером було забезпечено удосконаленням ваг шляхом обладнання інтерфейсом USB 2.0. Дані обробляються за допомогою налаштування для Microsoft Excel на базі Visual Basic for Application (VBA). Microsoft Excel при отриманні даних з порту USB 2.0 автоматично вносить в необхідну клітинку отримане значення для подальших розрахунків (рис. 4). Важливим фактором процесу зважування є чітка послідовність зважування пробірок. Приклад отриманих даних по розподілу рідини розпилювачем при віддалені висоти розпилювача і нормальній його орієнтації відносно площини (матриці) представлено на рис. 5. Векторне поле $\vec{V}(x, y, z)$ - модель факелу розпилювання [8].

1725	№ пробірки	Вага, мгм	№ пробірки	Вага, мгм	№ пробірки	Вага, мгм
1726	y1	x1	y2	x2	y3	x3
1727	1	30	32	68	34	40
1728	2	33	31	66	35	68
1729	3	67	30	102	36	104
1730	4	103	29	140	37	142
1731	5	141	28	180	38	182

Рис. 4 – Фрагмент отриманих даних

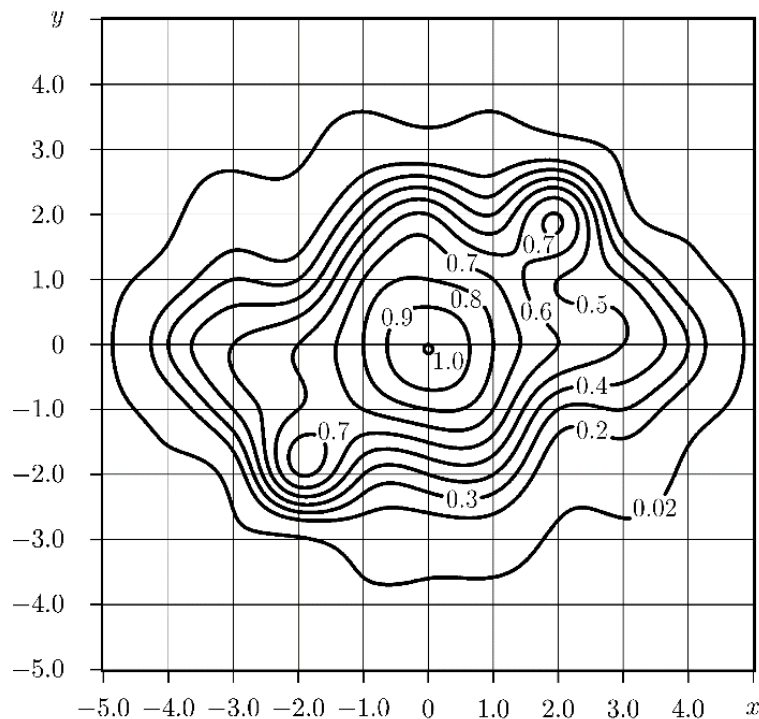


Рис. 5 – Приклад розподілення рідини розпилювачем (двомірне розподілення)

Як видно з рис. 5 координатна сітка охоплює всю поверхню площини (матрицю), а ізолінії відповідають кількості рідини, яка потрапляє на одиницю площини за одиницю часу.

Висновки. 1. На основі аналізу останніх досягнень та публікацій було виявлено недосконалість сучасних методів і засобів для діагностування та обґрунтування параметрів щільних гідравлічних розпилювачів для хімічного захисту рослин самохідних обприскувачів.

2. Розроблена методика та лабораторний стенд дозволяє проводити якісну оцінку технічного стану щільних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів в експлуатації та проводити ефективне дефектування нових розпилювачів.

3. Виявлено, що технічний стан розпилювача суттєво впливає на якість виконання технологічних операцій по застосуванню рідких хімічних засобів інтенсифікації рослинництва.

Список літератури:

1. Мельник В.И. Внутрипочвенное внесение жидкостей в растениеводстве: Монография. – Харьков: «Міськдрук», 2010, - 439 с.: ил.
2. Lechler: Распылители для сельского хозяйства: Каталог. - 2010. - 68 с.
3. Кобець А. С., Кобець О. М., Ільницький В. М. Діагностування технічного стану щільних розпилювачів пестицидів. ДДАУ – 2013.

4. Анализ конструкций распылителей машин для химической защиты растений / П. А. Догода, Ю. В. Самсонов // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Кримський агротехнологічний університет". Технічні науки. - 2013. - Вип. 153. - С. 158-164.
5. Ревякин Е.Л., Краховецкий Н.Н. Машины для химической защиты растений в инновационных технологиях: науч. анализ. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 124 с
6. Погорілий В. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / В. Погорілий, В. Войновський, А. Войновська, Л. Філатова // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, № 19. 2015. – с. 234-244.
7. Мельник В.И. Распылители для химической защиты растений / В.И. Мельник. К.Г. Сыровицкий // Вісник ХНТУСГ. Вип. 135. 2013. – с. 95-101.
8. Мельник В. І. Наукові основи екологічно ошадних технологій і технічних засобів для внесення рідких добрив та хімізакхисту рослин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11 - Машины і засоби механізації сільськогосподарського виробництва ; наук. конс. Л. М. Тіщенко ; Харків, 2010. 40 с.

References (transliterated)

1. Mel'nik V.I. Vnutripochvennoe vnesenie zhidkosti v rasteniyevodstve: Monografiya. – Khar'kov: «Mis'kdruk», 2010, - 439 s.: il.
2. Lechler: Raspyliteli dlya sel'skogo khozyaistva: Katalog. - 2010. - 68 s.
3. Kobets' A. S., Kobets' O. M., P'nits'kii V. M. Diagnostuvannya tekhnichnogo stanu shchilinnikh rozpilyuvachiv pestitsidiv. DDAU – 2013.
4. Analiz konstruktsii raspylitelei mashin dlya khimicheskoi zashchity rastenii / P. A. Dogoda, Yu. V. Samsonov // Naukovi pratsi Pivdenного filialu Natsional'nogo universitetu bioresursiv i priroдокoristuvannya Ukraїni "Krim's'kii agrotekhnologichnii universitet". Tekhnichni nauki. - 2013. - Vip. 153. - S. 158-164.
5. Revyakin E.L., Krakhovetskiy N.N. Mashiny dlya khimicheskoi zashchity rastenii v innovatsionnykh tekhnologiyakh: nauch. analit. obzor. – М.: FGNU «Rosinformaгротех», 2010. – 124 s.
6. Pogorilii V. Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoї tekhniki i tekhnologii dlya sil'skogo gospodarstva Ukraїni / V Pogorilii, V Voinovs'kii, A Voinovs'ka, L Filatova // Tekhniko-tekhnologichni aspekti rozvitku ta viprobuvannya novoї tekhniki i tekhnologii dlya sil'skogo gospodarstva Ukraїni. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo, № 19. 2015. – s. 234-244.
7. Mel'nik V.I. Raspyliteli dlya khimicheskoi zashchity rastenii / V.I. Mel'nik. K.G. Sirovitskiy // Visnik KhNTUSG. Vip. 135. 2013. – s. 95-101.
8. Mel'nik V. I. Naukovi osnovi ekologichno oshchadnikh tekhnologii i tekhnichnikh zasobiv dlya vnesennya ridkikh dobriv ta khimzakhistu roslin : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk : 05.05.11 - Mashini i zasobi mekhanizatsii sil'skogospodars'kogo virobnitstva ; nauk. kons. L. M. Tishchenko ; Kharkiv, 2010. 40 s.

Надійшла (received) 19.10.2021 р.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Мельник Віктор Іванович (Мельник Виктор Иванович, Melnyk Viktor) – доктор технічних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1176-2831>; e-mail: victor_melnyk@ukr.net.

Сировицький Кирило Геннадійович (Сыровицкий Кирилл Геннадьевич, Sirovitskiy Kiril) – Державний біотехнологічний університет, старший викладач кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0250-8994>; e-mail: gaver89@ukr.net.

Шуляк Михайло Леонідович (Шуляк Михаил Леонидович, Shulyak Mykhailo) – доктор технічних наук, професор, Державний біотехнологічний університет, завідувач кафедри тракторів і автомобілів, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7286-6602>; e-mail: m.l.shulyak@gmail.com.

Панкова Оксана Володимирівна (Панкова Оксана Владимировна, Pankova Oksana) – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Державний біотехнологічний університет, старший викладач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2866-1858>; e-mail: pankova_oksana@ukr.net.