

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, РОБОЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

УДК 631.348
ПОРІВНЯЛЬНІ РЕСУРСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ ТА ЩІЛИННИХ РОЗПИЛЮВАЧІВ

О. М. Кобець, к.т.н., доц.,
О. Ф. Кузьменко, асистент,
І. С. Давиденко, аспірант
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Проведено експериментальні дослідження з визначення ресурсу відцентрових та щілинних розпилювачів. Запропоновано методуку та обладнання для проведення ресурсних досліджень, проведено аналіз отриманих результатів та їх узагальнення.

Ключові слова: розпилювач, ресурс, витрата рідини, розподіл рідини.

Постановка проблеми. Внесення пестицидів в краплинно-рідкому стані (обприскування) є базовою технологією в захисті рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. При цьому обприскування як спосіб хімічного захисту має ряд беззаперечних переваг та суттєвих недоліків. Універсальність та доступність використання, швидка та надійна дія визначили пріоритетність обприскування в технологіях захисту рослин, при цьому негативними наслідками обприскування є забруднення навколишнього середовища та загроза корисним організмам, які входять в агробіоценози.

Ключовим елементом обприскуючої техніки є робочий орган – розпилювач, від якості роботи (розпилювання) якого в значній мірі залежить економічна і біологічна ефективність використання засобів захисту рослин, їх екологічна безпека. Найбільш поширеними типами розпилювачів є гідравлічні: щілинні, відцентрові, дефлекторні.

Основними вимогами, що ставляться до розпилювачів є забезпечення необхідної витрати робочої рідини при заданому тиску, дисперсності розпилення, довговічності та надійності роботи.

Виробники сучасних розпилюючих пристроїв все більше уваги приділяють поряд з підвищенням якості розпилення збільшенню ресурсу розпилювача та його надійності в роботі, у відповідності до чого дослідження в даному напрямку є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вимоги до строку служби розпилювача міжнародними стандартами не встановлені. Це дає змогу виготовляти розпилювачі з різних матеріалів. Традиційними матеріалами з яких виготовляють робочу частину розпилювача є латунь, нержавіюча сталь, кераміка. В останні роки цей перелік поповнився сучасними полімерними матеріалами, які по зносостійкості не поступаються нержавіючій сталі але більш технологічні та дешевші. Так, за даними [1] відносна зносостійкість полімерних матеріалів для розпилювачів складає 38 ум. од., обробленої нержавіючої сталі – 77 ум. од., кераміки – 300 ум. од. При цьому зносостійкість латуні прийнято за базову. Дослідження

розпилювачів, які виготовлені із кераміки та сучасних полімерних матеріалів [2], свідчать про те, що наробіток для розпилюючих пристроїв із кераміки становить більше 22 тис. га, а цей же показник при тих же умовах для полімеру – 11 тис. га. При цьому керамічні розпилювачі фірми Lechler були дорожчі в 1,5 рази в порівнянні з полімерними розпилювачами тієї ж фірми. Ці показники свідчать про значну зносостійкість кераміки при використанні її для виготовлення розпилювачів і можливість їх роботи із заданими параметрами протягом тривалого часу.

Результати досліджень закономірностей впливу зношення розпилювачів з різних матеріалів (латунь, нержавіюча сталь та полімер) на дисперсну та гідравлічну характеристики [3] свідчать про переваги розпилювачів, які виготовлені із полімеру в порівнянні з нержавіючою сталлю і особливо з латунню.

Відомі результати досліджень збільшення витрати рідини щілинним розпилювачем з різних матеріалів [4]. Згідно з дослідженнями проведеними SGS UK LTD Saint-Globain AC (Франція) за умови тиску 0,275 МПа та наявності 2,5% каоліну у воді, щілинний розпилювач з соплом із латуні досягає витрати більшої від табличної на 10% через 10 годин, з корозійностійкої сталі – через 30 годин, з полівінілденфториду – через 40 годин. Через 50 годин витрата з поліацеталу збільшується на 8%, а з кераміки – на 5%.

Зношення соплового отвору розпилювача пестицидів – актуальна проблема технології обприскування.

Досвід застосування щілинних розпилювачів показує, що сопловий отвір засмічується механічними домішками робочої рідини. У рекламних проспектах, наприклад [5], рекомендують очистку соплових отворів проводити щіткою. Крім того для захисту від засмічення, крім фільтрів на нагнітаючому і всмоктувальному трубопроводі з сітками 590, 297 та 177 мкм, перед щілинними розпилювачами встановлюються індивідуальні фільтри – 149 мкм. Індивідуальний фільтр, захищаючи розпилювач від зношення та засмічення, знижує якість обприскування.

Метою досліджень є розробка методики та проведення експериментальних досліджень по визначенню довговічності відцентрових та щілинних розпилювачів.

Виклад основного матеріалу.

Програмою експериментальних досліджень відцентрових та щілинних розпилювачів перед-

бачалось визначення впливу наробітку розпилювача на його експлуатаційні показники: хвилинну витрату та розподіл рідини по ширині факелу.

Об'єктом дослідження були обрані щілинні та відцентрові розпилювачі, які виготовлені з неіржавіючої сталі (рис. 1)



Рис. 1. Розпилювачі, які використано при дослідженнях:

а - щілинний розпилювач фірми «Tee Jet»; б - відцентровий розпилювач ТОВ «Агромодуль».

Методикою проведення експериментальних досліджень передбачалось визначення відносного ресурсу відцентрових та щілинних розпилювачів при використанні робочої рідини з домішкою 20 г/л мікрозернистого оксиду алюмінію (згідно з ДСТУ ISO 5682-1:2005), яку необхідно замінити після 50 проходжень через розпилювач.

Експериментальні дослідження відцентрових розпилювачів виконувалися в лабораторних

умовах на розроблених та виготовлених стендах.

Принципова схема та загальний вид стенду приведена на рис. 2. Стенд складається з місткості 1, забірника 2, рукава 3, насоса 4, регулятора тиску 5, манометра 6, штанги 7, розпилюючої головки 8, розпилювача 9, лійки 10, компресора 11, ресивера 12, повітропроводу 13, рами 14 та тримача 15, що фіксує положення штанги.

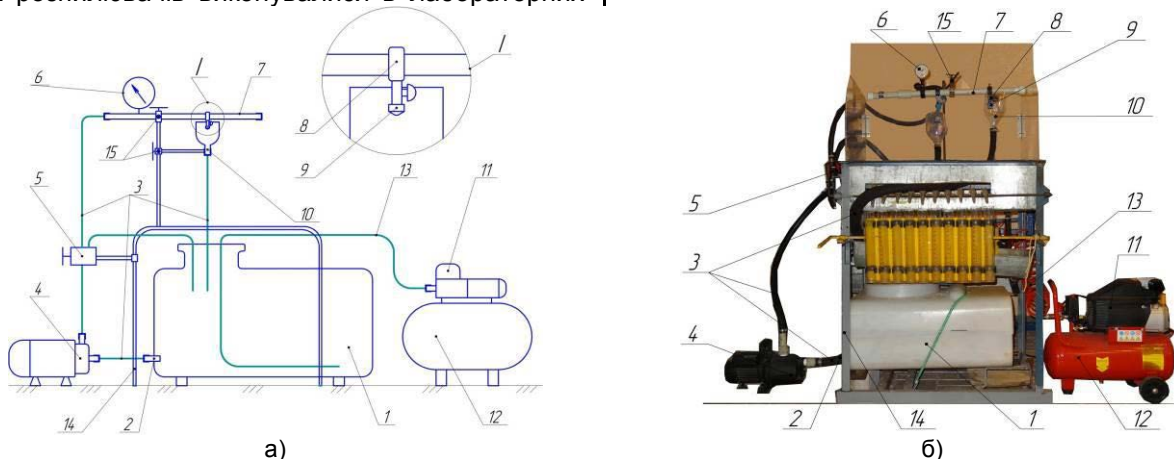


Рис. 2. Стенд для ресурсних випробувань розпилювачів: а – принципова схема; б – загальний вид; 1 – місткість; 2 – забірник; 3 – рукав; 4 – насос; 5 – регулятор тиску; 6 – манометр; 7 – штанга; 8 – розпилююча головка; 9 – розпилювач; 10 – лійка; 11 – компресор; 12 – ресивер; 13 – повітропровід; 14 – рама; 15 – тримач.

Стенд для ресурсних випробувань працює циклічно. Робота стенду відбувається наступним чином, насос 4 всмоктує робочий розчин з місткості 1, та подає на регулятор тиску 5, який регулює тиск в штанзі 7. Контроль тиску здійснюється завдяки манометру 6. Рідина проходить по штанзі до розпилюючої головки та розпилюється розпилювачем 9. Лійка 10 вловлює рідину яка повертається по рукаву 3 до баку. Компресор 11 закачує повітря в ресивер 12 з якого по трубопроводу 13 повітря подається в місткість 1 для барботації робочої рідини.

У ході проведення досліджень періодично

визначалась хвилинна витрата рідини через розпилювач, розподіл її по ширині факелу та за допомогою мікроскопу фіксувались геометричні параметри соплового отвору відцентрового розпилювача.

Експериментальні дослідження передбачали визначення відносної довговічності при гідробразивному зношенні відцентрових розпилювачів виготовлених з металу та полімеру, при чому корпус металевого розпилювача виготовлений з корозостійкої сталі, а завихрювач з латуні.

За результатами досліджень побудовано графік (рис. 3), який відображає залежність від-

соткового відхилення витрати рідини від часу зношення.

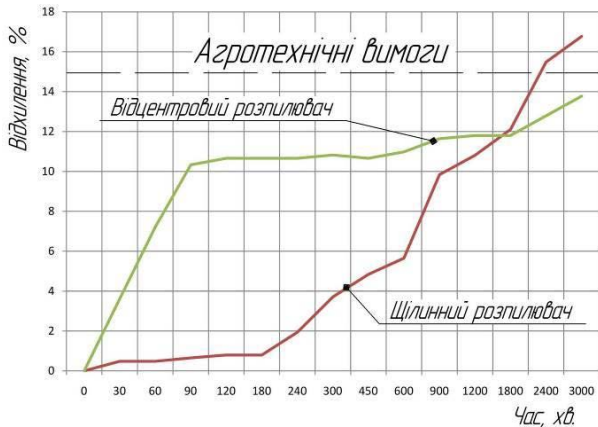


Рис.3. Залежність відхилення хвилинної витрати через розпилювач від часу

Аналіз залежності відхилення хвилинної витрати розпилювача від часу ресурсних випробувань свідчить про те, що для обох розпилювачів характерні 3 періоди роботи: 1 період – припрацювання (0 – 1,5...2 год). Фактично, це період входу в робочі характеристики, які визначені виробником. При виготовленні внутрішня поверхня розпилювача має певну шорсткість і в цей період відбувається згладжування поверхні під дією абразива. Характерно, що період припрацювання більш яскраво виражений для відцентрового розпилювача, у якого збільшення хвилинної витрати

на 10% досягається за 1,5 год. гідроабразивного зношування. В той же час для щілинного розпилювача період припрацювання характеризується менш інтенсивним приростом відхилення хвилинної витрати рідини. Так, за 3 години гідроабразивного зношування відхилення витрати рідини складо близько 1 %. 2 період – робота із заданими параметрами по витраті (1,5...2 –30 год.). Цей проміжок часу для відцентрового розпилювача характеризується стабільним показником відхилення витрати рідини в 10...12%. Для щілинного розпилювача в цей період характерно поступове збільшення відхилення витрати з 1 до 12 %. Це пояснюється особливостями роботи щілинного розпилювача, а саме значно вищою швидкістю руху рідини, а відтак і більшою інтенсивністю гідроабразивного зношування. 3 період – граничний стан розпилювача. Для щілинного розпилювача перевищення допустимого відхилення витрати (15%) досягається через 40 годин гідроабразивного зношування. При цьому для відцентрового розпилювача граничний стан не досягнуто при 50-ти годинах гідроабразивного зношування. Таким чином, виходячи з вищевказаного, можна стверджувати, що відносна зносостійкість відцентрового розпилювача вища в порівнянні з щілинним, при виготовленні їх з одного і того ж матеріалу – неіржавіючої сталі.



Рис. 4. Загальний вид розподілу рідини по довжині факелу:

1 – розподіл рідини по довжині штанги новим розпилювачем;

2 – розподіл рідини по довжині штанги розпилювачем після 50 год. гідроабразивного зношування.

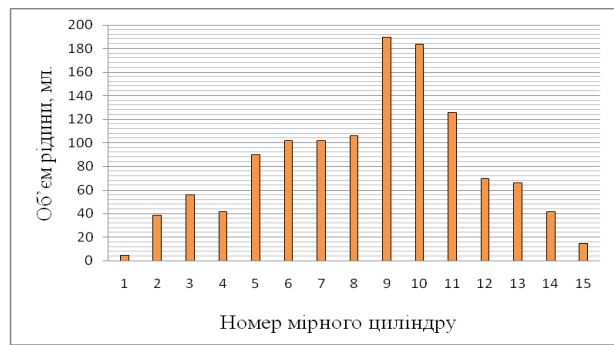
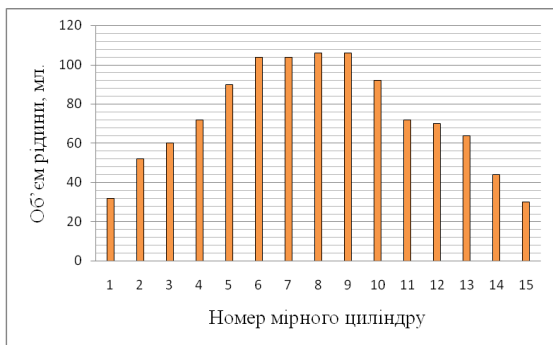
Вплив гідроабразивного зношення на рівномірність розподілу рідини досліджувалась на гідравлічному стенді.

Розподіл рідини по довжині факелу до гідроабразивного зношування та після наведено на рис. 4.

Результати дослідження розподілу рідини по довжині факелу наведені на діаграмах (рис.5,

6).

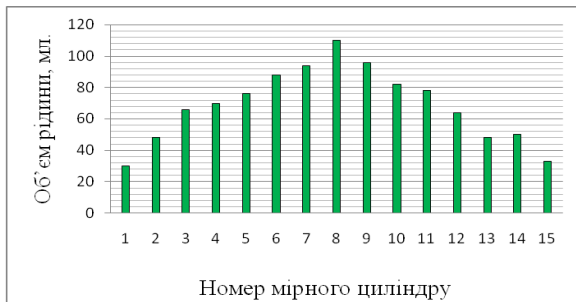
Аналіз результатів досліджень розподілу рідини по довжині факелу свідчить про те, що відцентровий розпилювач має значно вищу рівномірність розподілу навіть при досягненні критичного стану по витраті рідини в порівнянні з щілинним розпилювачем.



а)

б)

Рис. 5. Діаграми розподілу рідини по довжині факелу для щілинного розпилювача: а) розподіл рідини новим розпилювачем; б) розподіл рідини після 50 год. гідроабразивного зношування.



а)

б)

Рис. 6. Діаграми розподілу рідини по довжині факелу для відцентрового розпилювача: а) розподіл рідини новим розпилювачем; б) розподіл рідини після 50 год. гідроабразивного зношування.

Вплив гідроабразивного зношення на геометрію соплового отвору.

У ході проведення експерименту, за допомогою мікроскопу досліджувалось гідроабразивне

зношування соплового отвору щілинного та відцентрового розпилювачів. Були виконані фотографії соплового отвору на різних стадіях зношення на (рис. 7).

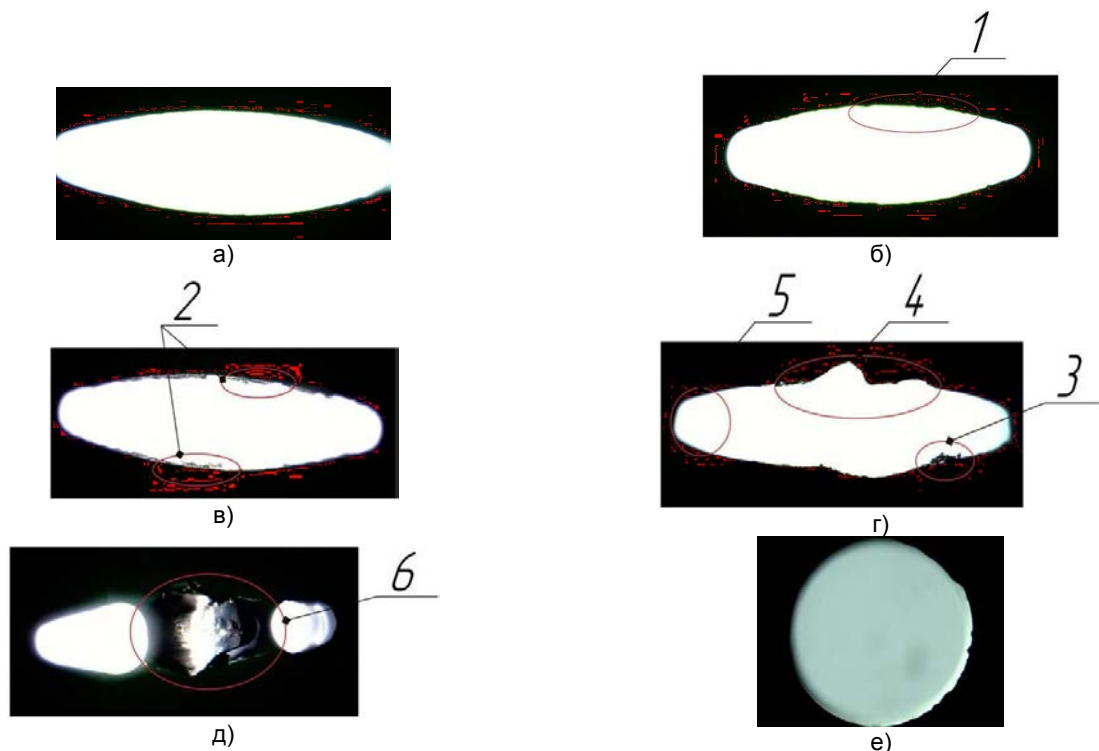


Рис. 7. Сопловий отвір щілинного та відцентрового розпилювачів на різних стадіях зношування: а) 0,5 год. (період припрацювання); б) 1 год., 1 – мікротривки; в) 15 год., 2- знесення шару матеріалу; г) 50 год. 3 – сколи; 4 – пошкодження; 5 – зона найбільшого зношування; д) засмічений сопловий отвір щілинного розпилювача; 6 – частинка оксиду алюмінію; е) зношений сопловий отвір відцентрового розпилювача.

Тертям суцільного потоку гідроабразиву та його ударами по поверхні соплового отвору відбувається зрізання і видалення окремих фрагментів матеріалу. Швидкість зношування у випадку роботи щілинних розпилювачів визначається достатньо високою швидкістю руху робочої рідини. При цьому для щілинних розпилювачів швидкість руху рідини досягає ≈ 17 м/с. Для відцентрових розпилювачів цей показник значно нижче (9...12 м/с), завдяки чому сопло відцентрового розпилювача значно стійкіше до процесу гідроабразивного зношування.

Сопловий отвір щілинного розпилювача є неправильною геометричною фігурою (див. рис. 7, а) і при проходженні абразиву, зони з найменшим значенням заокруглення піддаються найбільшому зношенню. Це пояснюється тим, що по

найменшим заокругленням соплового отвору швидкість потоку рідини більша ніж по заокругленням більшого значення. Враховуючи те, що сопловий отвір відцентрового розпилювача є правильної геометричної форми для нього характерне поступове відносно рівномірне зношення по всій робочій поверхні контакту (рис. 7, е) що підвищує ресурс розпилювача.

Вплив гідроабразивного зношення на факел розпилення.

При зношуванні відбувається зміна геометрії соплового отвору. Зміна геометрії соплового отвору змінює вихід (розпилення) робочої рідини. Це впливає перш за все на кут розпилення та рівномірність розподілу рідини по довжині факелу.



а)



б)

Рис. 8. Розпилення рідини відцентровим розпилювачем:
а) на початку досліджень; б) при 50 год. гідроабразивного зношування.

В ході досліджень фіксувався факел розпилення на різних стадіях зношування. На рис. 8,а наведено фото факелу при роботі відцентрового розпилювача на початку досліджень, а на рис. 8,б – при 50 год. гідроабразивного зношування.

Аналіз фотоматеріалів свідчить про те, що процес зношення соплового отвору призводить до зменшення кута розпилення та збільшення витрати рідини через розпилювач.

Загальні висновки.

1. Базовим розпилювачем в сучасних агротехнологіях є щілинний розпилювач який на сьогодні має багато модифікацій для різноманітних умов роботи. Аналіз конструктивних та експлуатаційних показників щілинних розпилювачів доводить, що на сьогодні є чітка тенденція до зменшення вартості та підвищення їх довговічності за рахунок використання сучасних матеріалів.

2. Аналіз експлуатаційних показників існуючих розпилювачів, виготовлених з різних матеріалів свідчить, що основним чинником, який впливає на ресурс пристрою є гідроабразивне зношування. При цьому ґрунтовні дослідження цього явища не проводилися.

3. Аналіз математичної моделі гідроабра-

зивного зношування свідчить про те що головним чинником є швидкість потоку гідроабразиву, яка в щілинних розпилювачів складає 15...20 м/с а в відцентрових – 9...12 м/с. На сьогодні загально визнаної теорії гідроабразивного зношування не існує, у зв'язку з чим основним методом залишається експериментальний.

4. В результаті проведення експериментальних досліджень, встановлено три періоди роботи розпилювачів, які виготовлено з металу:

– період припрацювання: тривалість до 1,5...2 год., зміна витрати рідини 1...1,5 % для щілинного розпилювача та 8...10 % для відцентрового розпилювача;

– період роботи із заданими параметрами 40...45 год., зміна витрати до 12...14%;

– граничний стан розпилювача 45...50 год, зміна витрати більше 15%.

5. Основною проблемою щілинних розпилювачів є нерівномірне зношування соплового отвору в торцевих місцях де швидкість рідини більша і, відповідно, зношування відбувається швидше. Це негативно впливає на характеристики розпилювача, зокрема на розподіл рідини по довжині факелу та кут розпилення.

6. Враховуючи те, що сопловий отвір від-

центрового розпилювача є правильної геометричної форми для нього характерне поступове, відносно рівномірне зношування по всій робочій поверхні контакту, що підвищує ресурс розпилювача.

7. При дослідженні було виявлено, що не

завжди відхилення від норми витрати рідини є критерієм для визначення граничного ресурсу розпилювача. Не менш важливим є розподіл рідини по довжині факелу, який необхідно визначати при діагностуванні розпилювачів.

Список використаної літератури:

1. А.Е. Маркевич, Ю.Н. Немировец. Основы эффективного применения пестицидов: Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве. – Горки, 2004. – 60 с.
2. Roland Rosenau, Falk Ammer. Keramik spruht langer. DLZ Agrarmagazin, Marz 2010.
3. V. Duvnjak, D. Banaj, R. Zimmer and V. Guberac. Josip Juraj Strossmayer University; Faculty of Agriculture, 3 Trg Sv. Trojsrva, HR-31000 Osijek, Croatia.
4. Коваль В.П. Обприскування відцентровими розпилювачами Роса / В.П. Коваль, О.І. Мележик // Техніка и технології АПК. – 2011. № 11,12.
5. Teejet: Catalog 51-RU – США : Спреинг Системс Ко., 2011. – 145 с.

Кобец А.Н., Кузьменко А.Ф., Давыденко И.С. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ЩЕЛЕВЫХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ

Проведены экспериментальные исследования по определению ресурса центробежных и щелевых распылителей. Предложена методика и оборудование для проведения ресурсных исследований, проведен анализ полученных результатов и их обобщение.

Ключевые слова: *распылитель, ресурс, расход жидкости, распределение жидкости.*

Kobets A.N., Kuzmenko A.F., Davidenko I.S. COMPARATIVE RESOURCE STUDIES CENTRIFUGAL AND SLOT NOZZLES

Experimental studies conducted to determine the resource centrifugal and slotted nozzles. Methods and equipment proposed for resource studies. The analysis and generalization the results obtained from experiments.

Keywords: *sprayer, resource, flow rate, fluid distribution.*

Стаття надійшла в редакцію: 27.09.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Кундера Ч.

УДК 631.319

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ТУРБОДИСКА З ҐРУНТОМ

Є. І. Лепеть, аспірант

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет (Україна)

Проведено огляд наукової літератури по турбодисковим культиваторам для системи смугового землеробства. Запропонована схема турбодиска, яка поєднує в собі переваги плоских і сферичних дисків, досить вдало справляється із своєю задачею, подрібнення та пріорювання рослинних решток, що знаходяться на поверхні оброблюваної смуги. В статті була розроблена аналітична модель взаємодії турбодиска з ґрунтом і розрахований середній діаметр ґрунтових агрегатів, який входить в межі агротехнічних вимог.

Ключові слова: *ґрунт, смугове землеробство, турбодиск, рослинні рештки.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Останнім часом на Україні набирає популярність система смугового обробітку ґрунту. Вона досить добре себе показала з точки зору економії пального та захисту ґрунту від ерозії. Проте існують досить вагомні недоліки, такі як, боротьба з бур'янами, залежність від системи GPS [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Оглядом науково-технічної літератури та спеціальних досліджень по турбодисковим культиваторам відмічено одиниці [3, 4]. На наш погляд діло

в тому, що технологія смугового землеробства тільки набирає поширення в Україні, а турбодиски взагалі стали широко використовувати тільки останнім часом. Ще одна причина – турбодиски працюють практично по поверхні поля і дослідники не бачать простору для досліджень.

Один з останніх аналізів знарядь для технології смугового землеробства виконаний В.П. Юрчуком та В.І. Ветохіним [6]. На їх погляд, недолік більшості конструкції полягає в тому, залишаються не порушеними зв'язки кореневих систем бур'яну необроблених і оброблених смуг,