УДК 631.331

Дослідження параметрів плівки робочої рідини на поверхні обертового органу універсального протруювача насіння

Ратушний В. В., к.т.н, с.н.с., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», e-mail: vratushnyi@ukr.net, тел. +38(095)735-06-00

Анотація

Мета. Підвищення ефективності використання рідких пестицидів шляхом обгрунтування конструкційно-кінематичних параметрів робочих органів універсального протруювача насіння, що забезпечує підвищення якості обробки насіння.

Методи. У дослідженні використано основні положення механіки рідини із застосуванням методів диференціального та інтегрального числення.

Результати. Наведено теоретичні дослідження процесу руху плівки робочої рідини пестициду по внутрішній поверхні обертового органу універсального протруювача насіння та залежності для визначення конструкційно-кінематичних параметрів робочого органу для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур.

Висновки. Встановлено межі варіювання конструкційно-кінематичних параметрів робочого органу для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур, які визначають раціональну взаємодію потоків робочої рідини та зернівок у процесі їх сумісного руху по робочій поверхні КРО: для забезпечення продуктивності досліджуваного процесу в межах до 20 т/год при витратах робочої рідини від 1 до 10 л на тонну насіння радіус нижньої основи КРО має складати від 100 до 450 мм, а кутова швидкість КРО – від 50 до 150 рад/с.

Ключові слова: рідкі отрутохімікати, протруювач насіння, робоча рідина, обертовий орган, кінематичні та конструкційні параметри.

UDC 631.331

Investigation of the parameters of the film of a working fluid on the surface of a rotating organ of a universal seed dresser

Ratushnyy V. V., cand. PhD. tech. sciences, National Scientific Center «Institute of Agricultural Engineering and Electrification», e-mail: vratushnyi@ukr.net, тел. +38(095)735-06-00

Annotation

Purpose. Increasing the efficiency of liquid pesticide use by substantiating the structural and kinematic parameters of the working organs of a universal seed dressing that improves the quality of seed treatment.

Methods. The study uses the basic concepts of fluid mechanics using the methods of differential and integral calculus

Results. Theoretical studies of the process of the motion of a film of pesticide working fluid on the inner surface of a rotating organ of a universal seed dresser and the dependence for determining the structural and kinematic parameters of the working organ for applying liquid pesticides to seeds of agricultural crops are presented.

Conclusions. The boundaries of variation of the structural and kinematic parameters of the working element for applying liquid pesticides to seeds of agricultural crops have been established, which determine the rational interaction of the working fluid and grain fluxes during their joint movement along the working surface of the KRO: to ensure the productivity of the process under study up to 20 t/h at the operating fluid consumption from 1 to 10 liters per

ton of seeds, the radius of the lower base of the KRO should be from 100 to 450 mm, and the angular velocity of the KRO from 50 to 150 rad/s.

Keywords: liquid pesticides, seed dresser, working fluid, rotating body, kinematic and structural parameters

УДК 631.331

Исследование параметров пленки рабочей жидкости на поверхности вращающегося органа универсального протравливателя семян

Ратушный В. В., канд. техн. наук, с.н.с., Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», e-mail: vratushnyi@ukr.net, тел. +38 (095)735-06-00

Аннотация

Цель. Повышение эффективности использования жидких пестицидов путем обоснования конструкционно-кинематических параметров рабочих органов универсального протравливателя семян, обеспечивающего повышение качества обработки семян.

Методы. В исследовании использованы основные положения механики жидкости с применением методов дифференциального и интегрального исчисления.

Результаты. Приведены теоретические исследования процесса движения пленки рабочей жидкости пестицида по внутренней поверхности вращающегося органа универсального протравливателя семян и зависимости для определения конструкционно-кинематических параметров рабочего органа для нанесения жидких пестицидов на семена сельскохозяйственных культур.

Выводы. Установлены границы варьирования конструкционно-кинематических параметров рабочего органа для нанесения жидких пестицидов на семена сельскохозяйственных культур, которые определяют рациональное взаимодействие потоков рабочей жидкости и зерновок в процессе их совместного движения по рабочей поверхности КРО: для обеспечения производительности исследуемого процесса в пределах до 20 т/ч при расходах рабочей жидкости от 1 до 10 л на тонну семян радиус нижнего основания КРО должен составлять от 100 до 450 мм, а угловая скорость КРО – от 50 до 150 рад/с.

Ключевые слова: жидкие ядохимикаты, протравливатель семян, рабочая жидкость, вращающийся орган, кинематические и конструкционные параметры.

Постановка проблеми. Для протруювання насіння сільськогосподарських культур зараз використовується досить широкий спектр машин шнекового, камерного та ротаційного типів [1–3]. Проте якість обробки насіння навіть найдосконалішими та найпоширенішими на сьогодні камерними протруювачами невисока, оскільки вони мають суттєві недоліки, які характерні робочому процесу обробки насіння краплинами розпиленого препарату в перехресних потоках. Процес нанесення препарату на насіння у камері протруювача відбувається таким чином, що передумови організованого змішування не реалізуються, так як після короткочасної взаємодії в обмеженій перехресній зоні віддозованих потоків насіння і краплин робочої рідини процес змішування переходить у русло випадкового процесу, який не може забезпечити високоякісної обробки насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток процесу і засобів механізації для знезаражування насіння сільськогосподарських культур свідчить, що їх вдосконалення іде в напрямках пошуку оптимальних способів та розробки ефективних робочих органів для нанесення хімічних препаратів на насіння та оптимізації конструктивних параметрів і режимів їх роботи [4–9]. Існуючі протруювачі не забезпечують високоякісного протруювання насіння і тому подальше вдосконалення технічних засобів для високоякісної обробки насіння можливе лише на основі розробки

нового процесу нанесення захисних і стимулюючих препаратів на насіння сільськогосподарських культур. Для досягнення високоякісної обробки насіння такий технологічний процес повинен забезпечувати однакові умови контактування усіх зернівок синхронно дозованих потоків насіння та препарату.

Мета досліджень. Підвищення ефективності використання рідких пестицидів шляхом обґрунтування конструкційно-кінематичних параметрів робочих органів універсального протруювача насіння, що забезпечує підвищення якості обробки насіння.

Результати досліджень. Найбільш повно вказані вимоги задовольняють запропоновані нами спосіб [10] та пристрої [11–14], в яких нанесення препарату на насіння здійснюється за допомогою обертового конічного робочого органу (КРО) в результаті взаємодії насіння та препарату в процесі їх спільного переміщення по внутрішній поверхні КРО. Запропонований спосіб протруювання насіння реалізується за допомогою пристрою, показаного на рисунку 1.

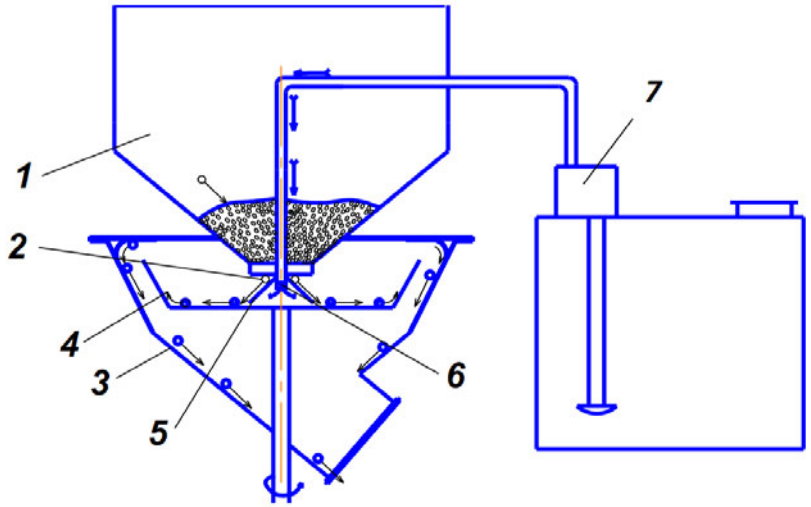

Рис. 1. Схема пристрою для протруювання насіння:
1 – бункер; 2 – дозатор насіння; 3 – камера; 4 – чаша; 5 – розподільчий конус; 6 – підвідний патрубок; 7 – дозатор рідкого препарату.
Fig. 1. Diagram of the device for seeding seeds:
1 – bunker; 2 – seed dispenser; 3 – camera; 4 – bowl; 5 – distribution cone; 6 – an inlet pipe; 7 – dispenser of liquid drug.

Пристрій включає бункер 1 для насіння з дозатором 2. Усередині камери 3 для протруювання насіння вставлена на вертикальній осі чаша 4, яка приводиться в обертальний рух. Усередині чаші 4 під вихідним отвором дозатора 2 встановлений розподільчий конус 5, який розміщений концентрично до чаші 4 і нерухомо з′єднаний з бункером 1. Над нижньою частиною чаші 4 розміщений вихідний отвір підвідного патрубка, який співвісний з чашею 4 і з′єднаний з дозатором 7 рідкого препарату.

Під час роботи пристрою приводять в обертальний рух чашу 4 і дозатором 7 подають рідкий препарат на нижню частину чаші вздовж її осі обертання. При цьому рідкий препарат під дією відцентрових сил розпливається у вигляді плівки, покриваючи робочу поверхню чаші. Одночасно з цим кільцевим дозатором 2 насіння із бункера 1 подають на розподільчий конус 5, котрим насіння по кільцю, концентричному до чаші 4, спрямовується на її робочу поверхню, яка покрита плівкою рідкого препарату. Під дією відцентрових сил насіння також рухається від осі обертання чаші 4 до її периферії по вкритій плівкою робочій поверхні. При цьому насіння забирає плівку рідкого препарату з

поверхні чаші на себе, в результаті чого рівномірно обробляється.

Для реалізації умови неперервності взаємодії потоків насіння й отрутохімікату із забезпеченням однакової імовірності контактування з препаратом кожної насінини необхідно, щоб потік насіння поступав на ту частину КРО, де робоча рідина рухається у вигляді суцільної плівки, товщина якої змінюється в процесі руху по днищу КРО.

Для визначення товщини плівки рідини на поверхні днища КРО (рис.2) в роботі [15] використано систему рівнянь Нав´є-Стокса, нерозривності потоку та сталості витрат.

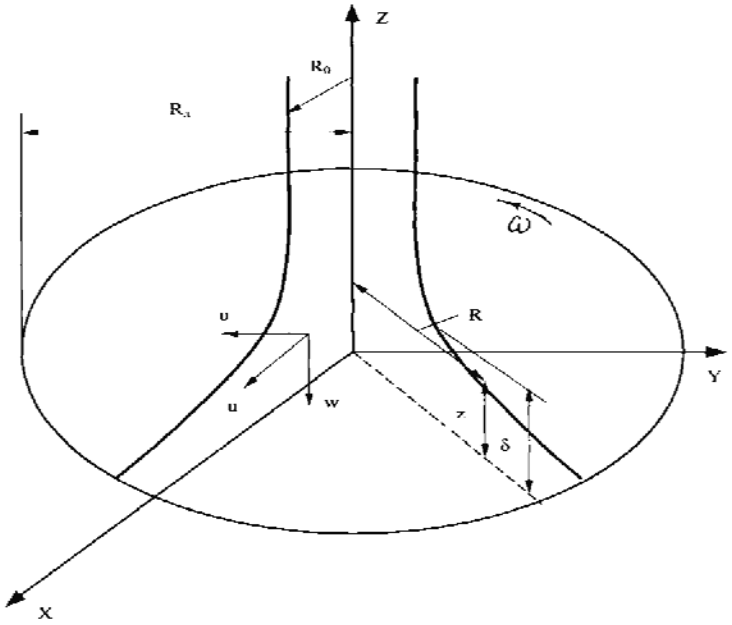

Рис. 2. Розрахункова схема для дослідження руху плівки робочої рідини по горизонтальній частині КРО
Fig. 2. A calculation scheme for studying the motion of a film of the working fluid along the horizontal part of the KRO

У силу осесиметричності течії для сталого потоку в'язкої, нестисливої однорідної рідини, яка тече у вигляді тонкої плівки по поверхні, що обертається з кутовою швидкістю ω, в циліндричній системі координат ці рівняння записано у такому вигляді:

$$U\frac{\partial U}{\partial R}-\frac{\upsilon^2}{R}+W\frac{\partial U}{\partial Z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial R}+\nu\left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2}+\frac{1}{R}\frac{\partial U}{\partial R}+\frac{\partial^2 U}{\partial Z^2}\right),$$

$$U\frac{\partial \upsilon}{\partial R}+\frac{U\upsilon}{R}+W\frac{\partial \upsilon}{\partial Z}=\nu\left(\frac{\partial^2 \upsilon}{\partial R^2}+\frac{1}{R}\frac{\partial \upsilon}{\partial R}+\frac{\partial^2 \upsilon}{\partial Z^2}\right), \qquad (1)$$

$$U\frac{\partial W}{\partial R}+W\frac{\partial W}{\partial Z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial Z}+\nu\left(\frac{\partial^2 W}{\partial R^2}+\frac{1}{R}\frac{\partial W}{\partial R}+\frac{\partial^2 W}{\partial Z^2}\right),$$

де U, υ, W – радіальна, колова та осьова складові швидкості руху рідини, відповідно, м/с; ν – кінематична в'язкість рідини, м^2/с.

Рівняння нерозривності потоку та рівняння сталості витрат відповідно представлені у вигляді:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial U}{\partial R} + \frac{U}{R} + \frac{\partial W}{\partial Z} = 0 \ , \\ &\int_0^{\delta} UdZ \quad = \quad \frac{G}{2\ \pi\ R} \ , \end{aligned} \tag{2}$$

де δ – товщина плівки рідини, мм;

G – секундна подача робочої рідини, мм^3/с.

У результаті розв'язку цієї системи рівнянь одержано таку залежність:

$$\delta = \left(\frac{3\nu G}{2\pi R^2 \omega^2} \right)^{1/3} . \tag{3}$$

Приймаючи до уваги те, що плівка рідини із зменшенням її товщини до значення шорсткості робочої поверхні диска починає розриватися на окремі струмені, із залежності (3) одержимо вираз для визначення значення радіуса R диска КРО, при якому матиме місце явище розриву плівки рідини:

$$R = \left(\frac{3\nu G}{2\pi \delta_{\delta}{}^3 \omega^2} \right)^{1/2} , \tag{4}$$

де δ_{δ} – значення товщини плівки рідини, при якій вона розривається на окремі струмені, мм.

За рівнянням (4) побудовані графічні залежності радіуса диска КРО від конструкційно-технологічних параметрів обертової поверхні та її режиму роботи (рис. 3; 4).

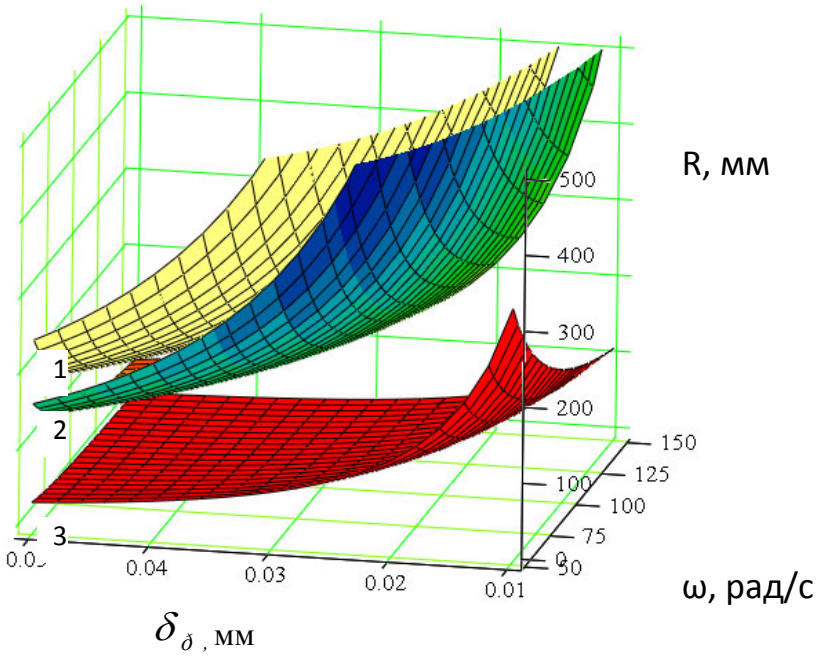

Рис. 3. Залежність радіуса диска КРО від кутової швидкості та товщини плівки рідини: 1, 2, 3 – подача рідини відповідно становить: 3,5x10^4; 1,5x10^4; 0,5x10^4 мм^3/с

Fig. 3. Dependence of the radius of the disk KRO from the angular velocity and thickness of the film of the liquid: 1, 2, 3 – the supply of liquid, respectively, is: 3,5x104; 1,5x104; 0,5x104 mm^3/s

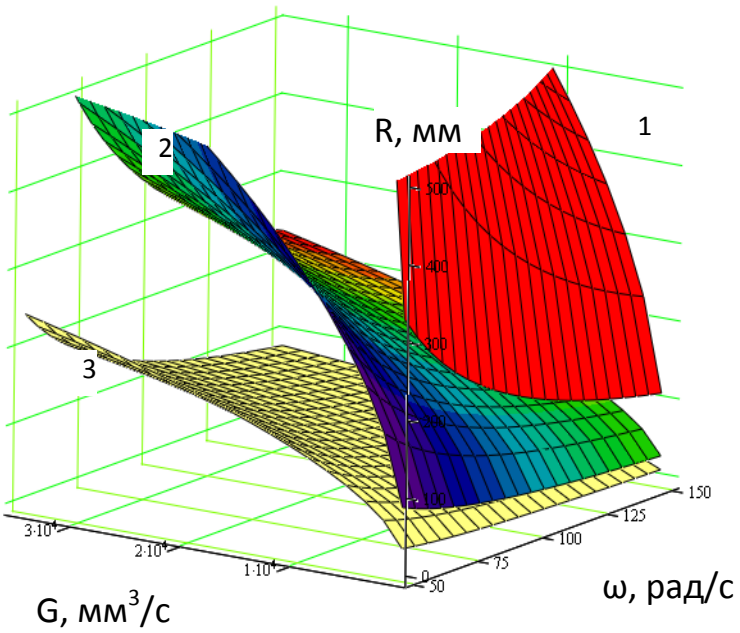

Рис. 4. Залежність радіуса диска КРО від кутової швидкості та подачі рідини:
1, 2, 3 – товщина плівки рідини відповідно становить: 0,01; 0,025; 0,05 мм

Fig. 4. Dependence of the radius of the KRO disk on angular velocity and fluid supply:
1, 2, 3 – thickness of the film of a liquid, respectively, is: 0,01; 0.025; 0.05 mm

На основі вищевикладеного можна визначити межі варіювання конструкційно-кінематичних параметрів робочого органу для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур, які визначають раціональну взаємодію потоків робочої рідини та зернівок в процесі їх сумісного руху по робочій поверхні КРО. Із представлених матеріалів (рис. 3; 4) випливає, що для забезпечення продуктивності досліджуваного процесу в межах до 20 т/год при витратах робочої рідини від 1 до 10 л на тонну насіння радіус нижньої основи КРО має складати від 100 до 450 мм, а кутова швидкість КРО – від 50 до 150 рад/с.

Отримані результати проведених досліджень стали основою для розробки універсального процесу високоякісного нанесення рідких отрутохімікатів на насіння з різко відмінними фізико-механічними властивостями [16]. Важливою перевагою розробленого при цьому універсального протруювача насіння є самоочищення робочих органів від налипання отрутохімікатів і домішок до насіння в процесі роботи, а також відсутність операції розпилювання отрутохімікатів, що виключає утворення наддрібного аерозолю і потрапляння його в зону роботи обслуговуючого персоналу.

Висновки

Встановлено межі варіювання конструкційно-кінематичних параметрів робочого органу для нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур, які визначають раціональну взаємодію потоків робочої рідини та зернівок в процесі їх сумісного руху по робочій поверхні КРО: для забезпечення продуктивності досліджуваного процесу в межах до 20 т/год при витратах робочої рідини від 1 до 10 л на тонну насіння радіус нижньої основи КРО має складати від 100 до 450 мм, а кутова швидкість КРО – від 50 до 150 рад/с.

Бібліографія

1. Ратушний В. В., Герасимчук Ю. В, Колесник І. В. Сучасні технології знезаражування насіння та їхнє технічне забезпечення. *Пропозиція*. 2015. № 7–8. С. 148–150.

2. Ратушний В. В. Технології та обладнання для протруювання насіння. *Аграрний тиждень*. 2014. № 1–2 (280). С. 30–31.

3. Ратушний В. В. Протруювачі насіння сільськогосподарських культур. *Пропозиція нова*. 2012. № 9. С. 90–92.

4. Шляхи вдосконалення робочого процесу протруювачів насіння / О. В. Адамчук, О. М. Вечера, В. В. Ратушний, С. П. Тимошенко, І. В. Стибель. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха, 2009. Вип. 93 С. 141–153.

5. Обґрунтування, розробка і дослідження універсального процесу нанесення захисних препаратів на насіння сільськогосподарських культур / С. П. Тимошенко, В. В. Ратушний, І. В. Стибель, Д. М. Мазур. *Механізація та електрифікація сільського господарств: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Глеваха, 2002. Вип. 86. С. 114–121.

6. Результати розробки та дослідження інерційно-фрикційного способу протруювання насіння / С. П. Тимошенко, В. В. Ратушний, І. В. Стибель, Д. М. Мазур. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха, 2003. Вип. 87. С. 88–92.

7. Сучасний стан та перспективи розвитку комплексу машин для протруювання насіння сільськогосподарських культур / С. П. Тимошенко, В. В. Ратушний, І. В. Стибель, С. П. Тримбач. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірни*к. Глеваха, 2004. Вип. 88. С. 151–159.

8. Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Стибель І. В. Техніко-технологічні передумови створення нового покоління універсальних протруювачів насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха, 2005. Вип. 89. С. 264–270.

9. Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Стибель І. В. Деякі результати створення нового покоління універсальних протруювачів насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Глеваха, 2006. Вип. 90. С. 194–203.

10. Спосіб протруювання насіння: патент 58628, Україна, МПК A01C 1/08. № u201007008 / В. В. Ратушний, Я. С. Гуков, В. К. Мойсеєнко, В. І. Саченко; заявник і патентовласник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України.; заявл. 07.06.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8.

11. Пристрій для обробки насіння сільськогосподарських культур рідкими препаратами: патент 55607, Україна, МПК A01/C 1/08, 1/06. № 2001128489 / С. П. Тимошенко, В. В. Ратушний, І. В. Стибель, Д. М. Мазур, М. Я. Барняк; заявник і патентовласник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України.; заявл. 10.12.2001; опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.

12. Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Тимошенко С. І. Протруювач насіння сільськогосподарських культур: патент 56388, Україна, МПК A01/C 1/08, 1/06, 1/00. № 2001118138 / заявник і патентовласник Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Тимошенко С. І.; заявл. 28.11.2001; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7.

13. Протруювач насіння сільськогосподарських культур: патент 63384, Україна, МПК A01/C 1/08, 1/06. № 2003043154 / С. П. Тимошенко, В. В. Ратушний, С. І. Тимошенко, В. І. Тимошенко; заявник і патентовласник Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Тимошенко С. І., Тимошенко В. І.; заявл. 09.04.2003; опубл. 15.09.2005, Бюл. № 9.

14. Пристрій для обробки насіння рослин рідкими препаратами: патент 91093, Україна, МПК A01/C 1/00, 1/06. № a200807700 / В. П. Ковбаса, В. В. Ратушний, С. П Тимошенко, В. К. Мойсеєнко; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України.; заявл. 09.06.2008; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.

15. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Основы техники распыливания гидкостей. М.: Химия, 1984. 256 с.

16. Обґрунтувати механіко-технологічні засади ресурсоощадного та екологічно безпечного універсального процесу нанесення рідких пестицидів на насіння сільськогосподарських культур з різковідмінними фізико-механічними властивостями: звіт про НДР (закл.). 10.12.2010. № ДР 0107U012330./ ННЦ «ІМЕСГ» НААН України; керівн. В. В. Ратушний. Глеваха, 2010. 41 с.

Bibliohrafiia

1. Ratushnyy V. V., Herasymchuk Yu. V., Kolesnyk I. V. Suchasni tekhnolohiyi znezarazhuvannya nasinnya ta yikhnye tekhnichne zabezpechennya. *Propozytsiya.* 2015. № 7–8. S. 148–150.

2. Ratushnyy V. V. Tekhnolohiyi ta obladnannya dlya protruyuvannya nasinnya. *Ahrarnyy tyzhden'*. 2014. № 1–2 (280). S. 30–31.

3. Ratushnyy V. V. Protruyuvachi nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur. *Propozytsiya nova*. 2012. № 9. S. 90–92.

4. Shlyakhy vdoskonalennya robochoho protsesu protruyuvachiv nasinnya / O. V. Adamchuk, O. M. Vechera, V. V. Ratushnyy, S. P. Tymoshenko, I. V. Stybel′. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2009. Vyp. 93. S. 141–153.

5. Obhruntuvannya, rozrobka i doslidzhennya universal′noho protsesu nanesennya zakhysnykh preparativ na nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur / S. P. Tymoshenko, V. V. Ratushnyy, I. V. Stybel′, D. M. Mazur. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2002. Vyp. 86. S. 114–121.

6. Rezul′taty rozrobky ta doslidzhennya inertsiyno-fryktsiynoho sposobu protruyuvannya nasinnya / S. P. Tymoshenko, V. V. Ratushnyy, I. V. Stybel′, D. M. Mazur. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2003. Vyp. 87. S. 88–92.

7. Suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku kompleksu mashyn dlya protruyuvannya nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur / S. P. Tymoshenko, V. V. Ratushnyy, I. V. Stybel′, S. P. Trymbach. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2004. Vyp. 88. S. 151–159.

8. Tymoshenko S. P., Ratushnyy V. V., Stybel′ I. V. Tekhniko-tekhnolohichni peredumovy stvorennya novoho pokolinnya universal′nykh protruyuvachiv nasinnya. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2005. Vyp. 89. S. 264–270.

9. Tymoshenko S. P., Ratushnyy V. V., Stybel′ I. V. Deyaki rezul′taty stvorennya novoho pokolinnya universal′nykh protruyuvachiv nasinnya. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk*. Hlevakha, 2006. Vyp. 90. S. 194–203.

10. Sposib protruyuvannya nasinnya: patent 58628, Ukrayina, MPK A01C 1/08. № u201007008 / V. V. Ratushnyy, Ya. S. Hukov, V. K. Moyseyenko, V. I. Sachenko; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional′nyy naukovyy tsentr “Instytut mekhanizatsiyi ta elektryfikatsiyi sil′s′koho hospodarstva” NAAN Ukrayiny.; zayavl. 07.06.2010; opubl. 26.04.2011, Byul. № 8.

11. Prystriy dlya obrobky nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur ridkymy preparatamy: patent 55607, Ukrayina, MPK A01/S 1/08, 1/06. № 2001128489 / S. P. Tymoshenko, V. V. Ratushnyy, I. V. Stybel′, D. M. Mazur, M. Ya. Barnyak; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional′nyy naukovyy tsentr “Instytut mekhanizatsiyi ta elektryfikatsiyi sil′s′koho hospodarstva” NAAN Ukrayiny.; zayavl. 10.12.2001; opubl. 16.05.2005, Byul. № 5.

12. Tymoshenko S. P., Ratushnyy V. V., Tymoshenko S. I. Protruyuvach nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur: patent 56388, Ukrayina, MPK A01/S 1/08, 1/06, 1/00. № 2001118138 / zayavnyk i patentovlasnyk Tymoshenko S. P., Ratushnyy V. V., Tymoshenko S. I.; zayavl. 28.11.2001; opubl. 15.07.2005, Byul. № 7.

13. Protruyuvach nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur: Patent 63384, Ukrayina, MPK A01/S 1/08, 1/06. № 2003043154 / S. P. Tymoshenko, V. V. Ratushnyy, S. I. Tymoshenko, V. I. Tymoshenko; zayavnyk i patentovlasnyk Tymoshenko S. P., Ratushnyy V. V., Tymoshenko S. I., Tymoshenko V. I.; zayavl. 09.04.2003; opubl. 15.09.2005, Byul. № 9.

14. Prystriy dlya obrobky nasinnya roslyn ridkymy preparatamy: patent 91093, Ukrayina, MPK A01/S 1/00, 1/06. № a200807700 / V. P. Kovbasa, V. V. Ratushnyy, S. P. Tymoshenko, V. K. Moyseyenko; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional′nyy universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny.; zayavl. 09.06.2008; opubl. 25.06.2010, Byul. № 12.

15. Pazhy D. H., Halustov V. S. Osnovy tekhnyky raspylyvanyya zhydkostey. M.: Khymyya, 1984. 256 s.

16. Obgruntuvaty mekhaniko-tekhnolohichni zasady resursooshchadnoho ta ekolohichno bezpechnoho universal′noho protsesu nanesennya ridkykh pestytsydiv na nasinnya sil′s′kohospodars′kykh kul′tur z rizko-

vidminnymy fizyko-mekhanichnymy vlastyvostyamy: zvit pro NDR (zakl.). 10.12.2010. № DR 0107U012330. / NNTS «IMESH» NAAN Ukrayiny; kerivn. V. V. Ratushnyy, Hlevakha, 2010. 41 s.

Bibliography

1. Ratushny V. V., Gerasymchuk Y. V., Kolesnik I. V. Modern technologies disinfection of seeds and their technical support. *Offer*. 2015. No. 7–8. P. 148–150.
2. Ratushny V. V. Technologies and equipment for seed treatment. *Agricultural week*. 2014. No. 1–2 (280). P. 30–31.
3. Ratushny V. V. Dressers crop seeds. *New offer*. 2012. No. 9. P. 90–92.
4. Ways to improve workflow seed dressers / O. V. Adamchuk, O. N. Vechera, V. V. Ratushny, S. P. Tymoshenko, I. V. Stybel. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection.* Glevaha, 2009. Vol. 93. P. 141–153.
5. Rationale, design and research process of universal application of protective agents for seed crops / S. P. Timoshenko, V. V. Ratushny, I. V. Stybel, D. M. Mazur. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Glevaha, 2002. Vol. 86. P. 114–121.
6. The results of research and development inertia, friction seed treatment method / S. P. Timoshenko, V. V. Ratushny, I. V. Stybel, D. M. Mazur. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Glevaha, 2003. Vol. 87. P. 88–92.
7. The current state and prospects of development of complex machines for seed treatment of crops / S. P. Timoshenko, V. V. Ratushny, I. V. Stybel, S. P. Trymbach. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Glevaha, 2004. Vol. 88. P. 151–159.
8. Timoshenko S. P., Ratushny V. V., Stybel I. V. Technical and technological preconditions for a new generation of universal seed dressers. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Glevaha, 2005. Vol. 89. P. 264–270.
9. Timoshenko S. P., Ratushny V. V., Stybel I. V. Some results of a new generation of universal seed dressers. *Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Glevaha, 2006. Vol. 90. P. 194–203.
10. Seed treatment method: patent 58628, Ukraine, IPC A01C 1/08. No. u201007008 / V. V. Ratushny, Y. S. Gukov, V. K. Moiseenko, V. I. Sachenko; patent owner National Science Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture" NAAS of Ukraine.; application 07.06.2010; publish. 26.04.2011, Bull. No. 8.
11. The device for processing crop seeds liquid preparations: patent 55607, Ukraine, IPC A01 / C 1/08, 1/06. No. 2001128489 / S. P. Timoshenko, V. V. Ratushny, I. V. Stybel, D. M. Mazur, M. Ya. Barnyak; patent owner National Science Center "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture" NAAS of Ukraine.; application 10.12.2001; publish. 16.05.2005, Bull. No. 5.
12. Timoshenko S. P., Ratushny V. V., Timoshenko S. I. Dressers crop seeds: patent 56388, Ukraine, IPC A01 / C 1/08, 1/06, 1/00. No. 2001118138 / patent owner Timoshenko S. P., Ratushny V. V., Timoshenko S. I.; application 28.11.2001; publish. 15.07.2005, Bull. No. 7.
13. Dressers crop seeds: patent 63384, Ukraine, IPC A01 / C 1/08, 1/06. No. 2003043154 / S. P. Timoshenko, V. V. Ratushny, S. I. Timoshenko, V. I. Timoshenko; patent owner Timoshenko S. P., Ratushny V. V., Timoshenko S. I., Timoshenko V. I.; application 09.04.2003; publish. 15.09.2005, Bull. No. 9.
14. An apparatus for processing seeds liquid preparations: patent 91093, Ukraine, IPC A01 / C 1/00, 1/06. No. a200807700 / V. P. Kovbasa, V. V. Ratushny, S. P. Tymoshenko, V. K. Moiseenko; patent owner National Agriculture University of Ukraine.; application 09.06.2008; publish. 25.06.2010, Bull. No. 12.
15. Pagie D. G., Galustov V. S. Fundamentals of Fluid Spraying Techniques. Moscow: Chemistry, 1984. 256 p.
16. To substantiate the mechano-technological principles of a resource-saving and environmentally safe universal process of application of liquid pesticides on seeds of agricultural crops with sharp physical and mechanical properties: report on GDD (lock). 10.12.2010. No. DR 0107U012330. / NSC "IMESG" NAAS of Ukraine; management V. V. Ratushny. Glevaha 2010. 41 p.