

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИКОЧУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОМБІНОВАНОГО ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

Гребенева технологія обробітку просапних культур забезпечує більш сприятливі умови для проростання насіння і розвитку рослин в порівнянні з суцільним посівом. Однак сівалки і ґрунтообробні катки для гребневого посіву не повністю відповідають агротехнічним вимогам: вони енерговитратні, металомісткі, а також мають низький рівень універсалізації. Мета дослідження – підвищення якості посіву просапних культур на основі застосування ресурсозберігаючих технологій і засобів механізації. Для досягнення поставленої мети запропонований гребневий спосіб посіву просапних культур. Він полягає в одночасному виконанні декількох операцій за один прохід агрегату: передпосівної культивування, висіву насіння, внесення мінеральних добрив і формування ущільненого гребеня ґрунту над висіяним насінням. Для реалізації гребневого способу посіву просапних культур розроблений комбінований посівний агрегат. Виконано експериментальні дослідження процесу формування гребеня ґрунту катком-гребнеутворювачем. Для узагальненої оцінки впливу незалежних факторів на процес формування гребеня ґрунту обраний параметр оптимізації – коефіцієнт відповідності еталону, який характеризує ступінь відповідності фактичних розмірів гребеня і щільності ґрунту агротехнічним вимогам. Аналіз математичних моделей формування гребеня ґрунту показав, що максимальне значення коефіцієнта відповідності еталону (0,91) досягається, якщо швидкість руху агрегату дорівнює 5,1 км/год, кут атаки сферичних дисків – 13°, зусилля стиснення пружини катка – 630 Н, зміщення прикочувальних кілець – 8 см. Виробничі випробування підтвердили відповідність якості гребеня агротехнічним вимогам. При гребневому посіві сході кукурудзи з'явилися на 1-2 дні раніше, ніж на контрольних ділянках, а рослини розвивалися краще. В результаті врожайність зеленої маси виявилася на 17,2% вище. Експлуатаційні витрати на обробітку кукурудзи знизилися на 39%.

Ключові слова: гребневий посів, ґрунтообробний посівний агрегат, каток-гребнеутворювач, коефіцієнт відповідності еталону, економічна ефективність.

OPTIMISATION OF PARAMETERS OF THE PRESS WHEEL OF THE COMBINED SOWING UNIT

Comb cultivation technology of cultivated crops provides more favourable conditions for seed germination and plant development compared to continuous sowing. However, seeders and tillage rollers do not fully meet the agro-technical requirements: they are energy-efficient, metal-intensive and have a low level of versatility. The purpose of the study is to improve the quality of sowing crops on the basis of the use of resource-saving technologies and means of mechanization. To achieve this goal, a comb method of sowing cultivated crops is proposed. It consists in the simultaneous execution of several operations in one pass of the unit: pre-sowing cultivation, sowing of seeds, application of mineral fertilizers and formation of compacted soil ridge over sown seeds. For the implementation of the comb method of sowing cultivated crops combined sowing unit was developed. Experimental researches of the process of formation of a ridge of soil by a roller-ridge-forming have been made. For a generalized assessment of the influence of independent factors on the process of soil crest formation, the optimization parameter is chosen – the coefficient of conformity of the standard, which characterizes the degree of conformity of the actual size of the crest and the density of the soil to agrotechnical requirements. Analysis of mathematical models of soil crest formation showed that the maximum value of the standard of coefficient of correspondence (0.91) is reached if the speed of movement of the unit is 5.1 km/h, the angle of attack of the spherical disks – 13°, the compression force of the spring roller – 630 N, displacement connecting rings – 8 cm. Production tests have confirmed the quality of the comb agrotechnical requirements. When sowing corn seedlings appeared 1-2 days earlier than in the control areas, and the plants developed better. As a result, the green mass yield was 17.2% higher. Maize operating costs were reduced by 39%.

Keywords: ridge sowing, soil tillage unit, roller-rake, coefficient of conformity of the standard, economic efficiency.

Вступ

Державна програма розвитку сільського господарства країни передбачає його технологічну та технічну модернізацію. Реалізація цієї програми можлива завдяки розробці і впровадженню у виробництво сучасних ресурсозберігаючих технологій обробітку культур і засобів механізації для їх ефективного здійснення [1–3].

В даний час в багатьох країнах світу широко поширена гребенева технологія, що охоплює широкий спектр оброблюваних культур і дозволяє створити сприятливі температурні, водні та повітряні умови для проростання насіння і розвитку рослин протягом всього періоду вегетації.

Однак, незважаючи на наявний широкий асортимент посівних машин і знарядь для гребневого посіву, аналіз їх конструкцій показав, що сівалки і ґрунтообробні катки в повному обсязі відповідають агротехнічним вимогам: вони енерговитратні, металомісткі, а також мають низький рівень універсалізації. Тому актуальною є задача створення знарядь і їх робочих органів, що забезпечують виконання агротехнічних вимог при посіві просапних культур з низькими експлуатаційними витратами.

Мета роботи

Мета дослідження – підвищення якості посіву просапних культур на основі застосування ресурсозберігаючих технологій і засобів механізації.

Матеріали і методи

Для досягнення поставленої мети, а також для усунення вищезгаданих недоліків авторами запропонований гребеневий спосіб посіву просапних культур [4]. Він передбачає одночасне виконання операцій передпосівної культивуації, висіву насіння, внесення мінеральних добрив і формування ущільненого гребня ґрунту над висіяним насінням за один прохід агрегату. Це покращує умови проростання насіння і в кінцевому підсумку збільшує врожайність вирощуваних культур [5]. Для реалізації запропонованого гребеневого способу посіву просапних культур розроблений комбінований посівний агрегат (рис. 1). На його рамі 1 встановлені бункери для насіння 2 і посівні секції 3. Кожна секція обладнана сошником 4, виконаним у вигляді стрілкової лапи, і загортачем 5.

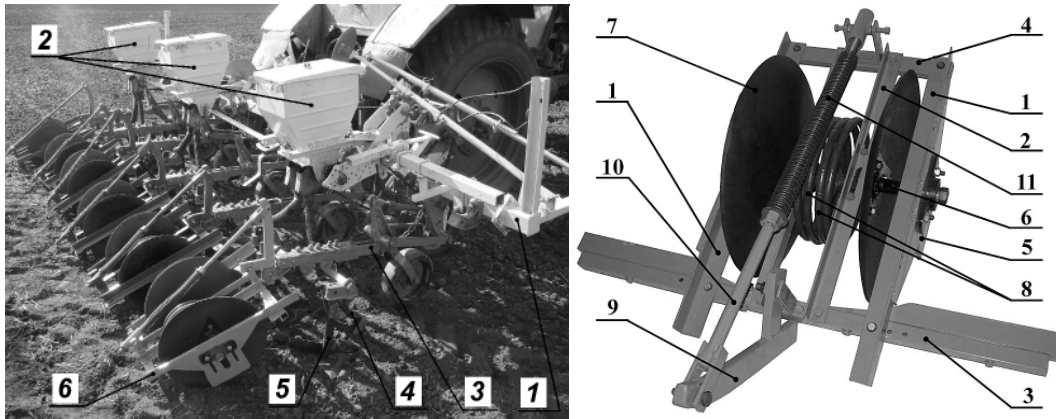


Рис. 1. Комбінований посівний агрегат: каток-гребнеутворювач: 1 – бокові балки; 2 – поздовжні балки; 3 – передня балка; 4 – задня балка; 5 – пластина з прорізами; 6 – піввісь; 7 – сферичні диски; 8 – прикочувальні кільця; 9 – кронштейн; 10 – штанга; 11 – пружина

Для формування гребнів ґрунту кожна посівна секція оснащена катком 6 [6, 7]. Конструктивні особливості катка дозволяють формувати гребні ґрунту необхідної якості (рис. 1).

Для оптимізації конструктивно-режимних параметрів катка був складений алгоритм, відповідно до якого виконані експериментальні дослідження процесу формування гребня ґрунту катком. Для узагальненої оцінки впливу незалежних факторів на процес формування гребня ґрунту обраний параметр оптимізації – коефіцієнт відповідності еталону $k_{\text{еє}}$, який характеризує ступінь наближення фактичних розмірів гребня і щільності ґрунту агротехнічним вимогам:

$$k_{\text{еє}} = \left[1 - \left(\left| \rho_{\text{опп}} - \rho_3 / \rho_{\text{опп}} \right| \right) \right] \left[1 - \left(\left| S_{\text{опп}} - S_3 / S_{\text{опп}} \right| \right) \right] \quad (1)$$

де $\rho_{\text{опп}}$ – оптимальна щільність ґрунту на глибині загортання насіння, що регламентується агро вимогами до обробітку просапних культур, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ_3 – щільність ґрунту в гребні, отримана після проведення експерименту, $\text{кг}/\text{м}^3$; $S_{\text{опп}}$ – оптимальна площа гребня, відповідна агро вимогами, м^2 ; S_3 – площа перетину гребня, отримана після проведення експерименту, м^2 .

При повній відповідності параметрів формованого гребня ґрунту агротехнічним вимогам $k_{\text{еє}} = 1$. Цей критерій є універсальним і дозволяє оцінити якість обробки ґрунту катками такого типу. В якості основних незалежних факторів, що роблять найбільший вплив на процес формування гребня ґрунту, були обрані: x_1 – швидкість руху v катка; x_2 – зусилля стиснення $F_{\text{пр}}$ пружини; x_3 – кут атаки α сферичних дисків; x_4 – зміщення λ прикочувальних кілець. При різних поєднаннях незалежних факторів визначено геометричні розміри сформованого гребня ґрунту. Потім визначали щільність ґрунту ρ_3 в центральній частині гребня на глибині залягання насіння. Після цього, з урахуванням оптимальної щільності ґрунту $\rho_{\text{опп}}$ і площі $S_{\text{опп}}$, розраховували $k_{\text{еє}}$. Після обробки результатів визначено адекватні математичної моделі процесу формування гребня ґрунту катком.

Отримано рівняння регресії в натуральних значеннях факторів, що характеризує вплив швидкості руху агрегату і зусилля стиснення пружини катка на коефіцієнт відповідності еталону:

$$k_{\text{еє}} = 0,6392 + 0,1186v + 0,0004F_{\text{пр}} - 0,0421v^2 - 1,6072 \cdot 10^{-5} vF_{\text{пр}} - 2,6813 \cdot 10^{-7} F_{\text{пр}}^2 \quad (2)$$

Рівняння (2) в кодованих значеннях факторів має вигляд:

$$Y = 0,8108 - 0,127x_1 - 0,0341x_1^2 - 0,0043x_1x_2 - 0,0241x_2^2 \quad (3)$$

де Y – коефіцієнт відповідності еталону.

Графічне зображення поверхні відгуку від взаємодії швидкості руху катка і зусилля стиснення пружини катка-гребнеутворювача, а також їх спільного впливу на коефіцієнт відповідності еталону представлено на рисунку 2.

Дана поверхня випукла і має вершину (максимум) в області експериментальних значень швидкості v і зусилля стиснення $F_{\text{пр}}$. Після отримання математичних моделей і визначення виду поверхні виконаний її аналіз за допомогою двомірних перетинів (рис. 2).

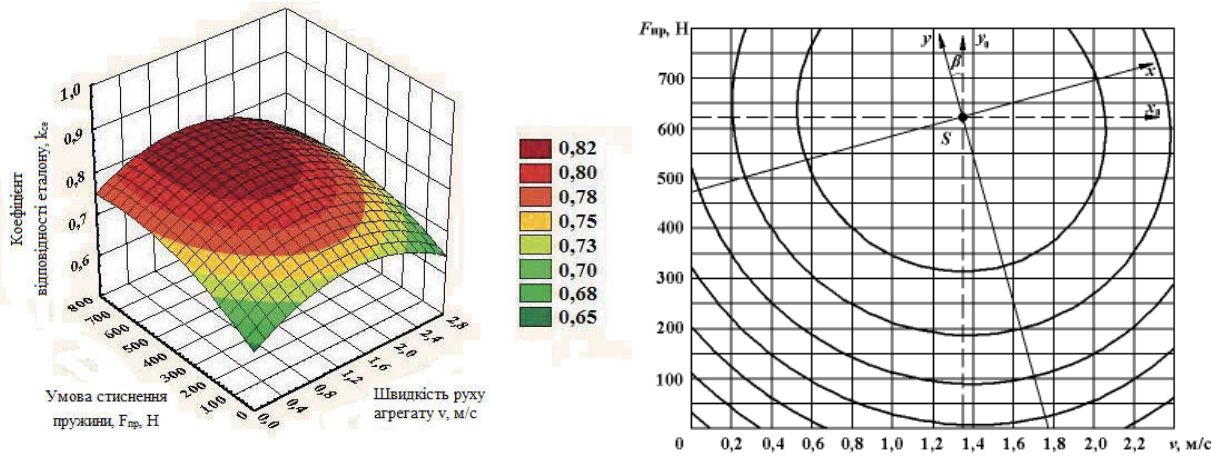


Рис. 2. Поверхня відгуку від взаємодії швидкості руху агрегату і зусилля стиснення пружини

Результати та обговорення

На основі аналізу отриманого двовимірного перетину виявлено, що максимальне значення коефіцієнта відповідності еталону в точці *S* (в локальному максимумі) досягається при швидкості руху катка $v = 1,35$ м/с і зусиллі стиснення пружини $F_{сп} = 622$ Н.

Аналогічно провели аналіз інших отриманих математичних моделей формування гребеня ґрунту, на основі якого зроблено висновок, що максимальне значення коефіцієнта відповідності еталону $k_{ce} = 0,91$ досягається при швидкості руху агрегату $v = 5,1$ км/год, кутові атаки сферичних дисків $\alpha = 13^\circ$, а також зусиллі стиснення пружини катка $F_{сп} = 630$ Н і зміщення прикочуючих кілець $\lambda = 8$ см.

При виробничому випробуванні посівного агрегату на посіві кукурудзи виявлено, що якість формованого гребеня ґрунту відповідає агротехнічним вимогам. Так, значення k_{ce} при посіві відхиляються від показників, отриманих в ході лабораторних досліджень, не більше ніж на 5%.



Рис. 3. Рослини кукурудзи через 26 днів після посіву

Встановлено також, що при гребневому посіві сходи з'явилися на 1-2 дні раніше, ніж на контрольних ділянках. Рослини кукурудзи, посіяні по гребневій технології, випереджали в розвитку аналоги на контрольній ділянці (рис. 3).

Висновок

Урожайність кукурудзи при гребневому способі посіву з використанням запропонованих засобів механізації склала 321,6 ц/га зеленої маси, що вище на 17,2% в порівнянні з гладким способом посіву на контрольній ділянці.

При використанні посівного агрегату з запропонованими катками експлуатаційні витрати на обробіток кукурудзи знизилися на 39%. Таким чином, гребнева технологія обробітку із застосуванням запропонованих засобів механізації дозволяє знизити експлуатаційні витрати, а також підвищити врожайність просяпних культур.

Література

1. Гуськов, В. В. Трактори, теорія / В. В. Гуськов. – М. : Машинобудування, 1988. – 376 с.

2. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования устройства для формирования гребней почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.С. Зыкин, В.В. Мартынов // Известия международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 63–67.
3. Джавадов Р.Д. Теоретическое обоснование комбинированного полуактивного почвообрабатывающего рабочего органа культиватора / Р.Д. Джавадов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4. – С. 33–37.
4. Курдюмов В.И. Орудия для междурядной обработки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов и др. // Сельский механизатор. – 2013. – № 12. – С. 16–17.
5. Рехлицкий О.В. Математическое описание механизма поворота колес самоходной сельскохозяйственной машины / О.В. Рехлицкий, Ю.В. Чупрынин, Д.В. Джасов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2014. – № 2 (27). – С. 23–29.
6. Сільськогосподарські машини. Основи теорії і розрахунку : підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. ; за ред. Д.Г. Войтюка. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с. : іл. – ISDN 966-8081-38-2

References

1. Guskov V.V. Tractors, theory. M.: Mashinobudovannya, 1988. 376 p.
2. Kurdyumov V.I., Sharonov I.A., Zykin E.S., Martynov V.V. Experimental studies of the device for the formation of soil ridges. Bulletin of the International Academy of Agricultural Education. 2013. No. 17. S. 63–67.
3. Javadov R.D. The theoretical justification of the combined semi-active tillage the working body of the cultivator. Agricultural machines and technologies. 2009. No. 4. P. 33–37.
4. Kurdyumov V.I., Zykin E.S., Sharonov I.A. Tools for inter-row processing. Rural machine operator. 2013. No. 12. P. 16-17.
5. Rekhlytsky O. V., Chuprynin Yu. V., Dzhazov D. V. Mathematical description of the mechanism of rotation of the wheels of a self-propelled agricultural machine. Mechanics of machines, mechanisms and materials. 2014. No. 2 (27). P. 23–29.
6. Voytyuk D.G., Baranovsky V.M., Bulgakov V.M. Agricultural cars. Fundamentals of theory and rosette: Pidruchnik; edited by D.G. Voytyuk. K.: Vishcha sovita, 2005. 464 p. ISDN 966-8081-38-2

Рецензія/Peer review : 27.4.2020 р.

Надрукована/Printed : 16.6.2020 р.
Стаття рецензована редакційною колегією