

УДК 631.331

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ДИСКОВ КАТКА НА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В ГРЕБНЕ

Албутов С.П., аспирант, тел.: 8(8422) 55-95-95, al-but@mail.ru

Курдюмов В.И., доктор технических наук, профессор,

тел.: 8(8422) 55-95-95, vikur-73@yandex.ru

Зыкин Е.С., доктор технических наук, профессор,

тел.: 8(8422) 55-95-95, evg-zykin@yandex.ru

Зыкина С.А., кандидат технических наук, доцент,

тел. 8(8422) 55-95-95, zykinasvetlana77@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: технология, посев, гребень почвы, каток, прикатывание, пропашные культуры

В представленной статье рассмотрен каток, новизна которого подтверждена патентами Российской Федерации № 194330, № 194348, № 196712. Применение предложенного катка позволит оптимизировать плотность почвы в гребне, формируемым одновременно с посевом пропашных культур. Теоретически обосновано приращение плотности почвы в гребне в зависимости от угла атаки сферических дисков катка. Выявлено, что на приращение плотности в гребне основную роль оказывают размеры сферических дисков и угол их атаки, меньшую роль – физико-механические свойства почвы.

Введение. Проведённый анализ современных гребневых технологий возделывания пропашных культур свидетельствует, что технологии, предусматривающие одновременное формирование почвенных гребней и посев, способствуют оптимизации условий прорастания семян. Для эффективной практической реализации данных технологий применяются различные виды специализированных средств механизации [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Опытами доказано, что прикатывающие катки пропашных сеялок возможно применять одновременно с посевом только на ровной поверхности поля [16, 17, 18, 19, 20].

В ходе анализа методов расчёта оценочных показателей прикатывающих катков выявлено, что в существующих критериях оценки геометрических параметров и форм поверхностей рабочих элементов катков сохраняются нерешённые вопросы, особенно касающиеся влияния угла атаки сферических дисков катка на плотность почвы в гребне.

Материалы и методы исследований. Для финишной операции - формирования гребня почвы требуемых параметров и плотности одновременно с посевом нами разработан каток, новизна которого подтверждена патентами РФ № 194330, № 194348, № 196712.

Плотность почвы в гребне, кг/м^3 , до его смятия сферическими дисками

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1}, \quad (1)$$

где m_1 – масса почвы в гребне до уплотнения, кг; V_1 – объем почвы в гребне до уплотнения, м^3 .

Плотность почвы в гребне, кг/м^3 , после уплотнения сферическими дисками катка

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2}, \quad (2)$$

где m_2 – масса почвы в гребне после уплотнения, кг; V_2 – объем уплотненного гребня почвы, м^3 .

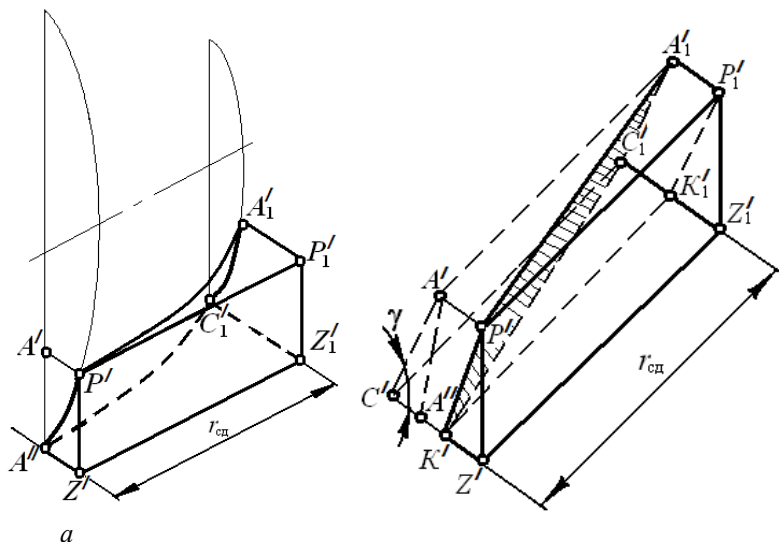
При угле атаки $\alpha = 0$ град., масса почвы при ее уплотнении останется неизменной, т.е. $m_1 = m_2$. В этом случае, приравняв выражение (1) к выражению (2), определим плотность почвы в гребне после его уплотнения:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1 V_1}{V_2}. \quad (3)$$

С увеличением угла атаки α сферических дисков возникает приращение плотности почвы в уплотненном гребне, т.е.

$$\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1. \quad (4)$$

Объем почвы, который подвергается деформированию сферическими дисками катка, с учетом угла естественного откоса почвы γ , град., представляет собой сложную геометрическую фигуру (рисунок 1).



а – до уплотнения; б - объем почвы, сминаемой одним сферическим диском

Рисунок 1 – Деформируемый объем почвы в гребне

Результаты исследований и их обсуждение. Для дальнейших теоретических выкладок, проведем плоскость $P/K/K_1P_1$ и построим полученную фигуру до призмы, основанием которой будет параллелограмм $A/P/K/C/$. Секущая плоскость $P/K/C/1A/1$ делит призму $A/C/K/P/P_1/K_1C_1/A_1$ по диагонали пополам. Тогда объем сминаемой

одним сферическим диском почвы $V_{см} = V_{A'P'K'C'P_1A_1C_1'}$.

$$V_{см} = \frac{1}{2} S_{A'P'K'C'} r_{сд}, \quad (5)$$

где $S_{A'P'K'C'}$ – площадь параллелограмма $A/P/K/C/$, м²; $r_{сд} = Z/Z_1$ – радиус сферического диска, м.

Площадь параллелограмма $A/P/K/C/$

$$S_{A'P'K'C'} = A'P' \cdot A'C' \cdot \sin \gamma. \quad (6)$$

Для определения длины $A/P/$ верхнего основания параллелограмма воспользуемся рисунком 2.

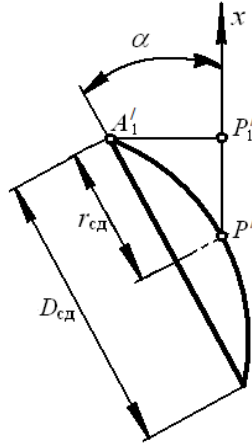


Рисунок 2 – К определению расстояния $A/P/$ в зависимости от угла атаки α сферического диска

Из рисунков 1 и 2 следует, что длина отрезка $A'P'$

$$A'P' = A'_1P'_1 = r_{сд} \sin \alpha, \quad (7)$$

или

$$\frac{A'A''}{A'C'} = \sin \gamma, \quad (8)$$

где $A'A'' = H_B$ – высота гребня почвы, м.

$$A'C' = \frac{H_B}{\sin \gamma}. \quad (9)$$

Для определения площади параллелограмма $A'C'P'K'$ подставим формулы (7) и (9) в формулу (6), тогда

$$S_{A'P'K'C'} = r_{сд} H_B \sin \alpha. \quad (10)$$

Далее, после подстановки полученной формулы (10) в формулу (5), рассчитаем объем почвы, которая сминается одним сферическим диском:

$$V_{см} = \frac{1}{2} r_{сд}^2 H_B \sin \alpha. \quad (11)$$

Очевидно, что объем почвы, подвергающийся смятию сферическими дисками катка

$$V_2 = V_1 - 2 V_{\text{см}}. \quad (12)$$

Для обоснования объема почвы V_1 воспользуемся рисунком 3.

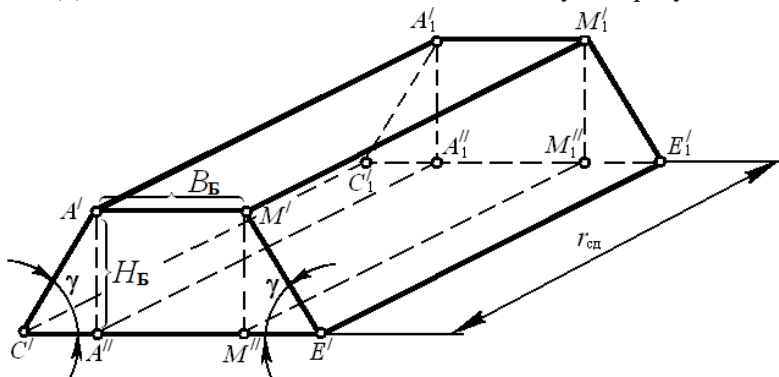


Рисунок 3 – Обоснование объема почвы в гребне до смятия

$$V_3 = S_{A'M'E'C'} \cdot E'E_1, \quad (13)$$

где $S_{A'M'E'C'}$ – площадь трапеции $A'M'E'C'$, м^2 ; $E'E_1 = r_{\text{сд}}$ – длина участка, вдоль которого сминается гребень почвы, равная радиусу сферического диска, м;

Так как гребень почвы имеет форму трапеции, то

$$S_{A'M'E'C'} = \frac{A'M' + C'E'}{2} A'A'', \quad (14)$$

где $A'M' = B_B$ – ширина верхнего основания гребня почвы, м; $C'E'$ – ширина нижнего основания гребня почвы, м.

Из рисунка 3 следует, что:

$$C'E' = B_B + 2C'A'', \quad (15)$$

$$C'A'' = \frac{H_B}{\text{tg}\gamma}. \quad (16)$$

$$S_{A/M/E/C} = \frac{B_B + B_B + 2 \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma}}{2} H_B = \left(B_B + \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma} \right) H_B. \quad (17)$$

Совместное решение полученных уравнений (17) и (13), с учетом необходимых математических преобразований, позволит определить объем почвы в гребне до его смятия:

$$V_1 = \left(B_B + \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma} \right) H_B r_{\text{сд}}. \quad (18)$$

Совместное решение полученных уравнений (18), (12) и (11), с учетом необходимых математических преобразований, позволит определить объем гребня почвы после его уплотнения сферическими дисками катка

$$V_2 = H_B r_{\text{сд}} \left(B_B + \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma} - r_{\text{сд}} \sin \alpha \right). \quad (19)$$

В дальнейшем, Совместное решение полученных уравнений (19), (18), (4) и (3), с учетом необходимых математических преобразований, позволит определить приращение плотности почвы в гребне от действия сферических дисков катка:

$$\Delta \rho = \rho_1 \left(\frac{B_B + \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma}}{B_B + \frac{H_B}{\operatorname{tg} \gamma} - r_{\text{сд}} \sin \alpha} - 1 \right). \quad (20)$$

Заключение. Приведенные теоретические выкладки позволили определить достоверное уравнение, применение которого способствует точному обоснованию приращения плотности почвы в гребне от действия на него сферических дисков с учетом угла их атаки α . Выявлено, что на приращение плотности в гребне основную роль оказывают размеры сферических дисков и угол их атаки, меньшую роль – физико-механические свойства почвы.

Библиографический список:

1. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
2. Курдюмов В.И. К обоснованию угла атаки плоского диска рабочего органа гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин //

Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. – № 4. – С. 127 - 130.

3. Пат. 2435353 Российская Федерация, МПК А01С7/00, А01В49/06. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010129256/13; заявл. 14.07.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34.

4. Пат. 2435352 Российская Федерация, МПК А01С7/00, А01В49/06. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010129255/13; заявл. 14.07.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34.

5. Пат. 108902 Российская Федерация, МПК А01В49/04. Секция сеялки-культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2011100230/13; заявл. 11.01.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28.

6. Пат. 2255451 Российская Федерация, МПК А01В29/04. Прикатывающий каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, Ф.Ф. Мурзаев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2004103108/12; заявл. 03.02.2004; опубл. 10.07.2005, Бюл. № 19.

7. Пат. 2464755 Российская Федерация, МПК А01В35/16, А01В35/18, А01В39/20. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2011145008/13; заявл. 07.11.2011; опубл. 27.10.2012, Бюл. № 30.

8. Пат. 2296445 Российская Федерация, МПК А01В29/04. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2005100301/12; заявл. 11.01.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 10.

9. Экспериментальные исследования устройства для формирования гребней почвы / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.В. Мартынов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. - № 17. – С. 63-67.

10. Quality control indicators of soil ridges at sowing cultivated crops / Subaeva A.K., Zamaidinov A.A., Kurdyumov V.I., Zykin Y.S. // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 3. С. 14965-14972.

11. Theoretical substantiation of ridger-seeder roll draught / Subaeva A.K., Zamaidinov A.A., Kurdyumov V.I., Zykin E.S. // Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017. T. 9. № 1S. С. 1945-1955.

12. Zykin E. The study of the working body of a ridge seeder in laboratory settings / Zykin E., Albutov S., Lazutkina S. // E3S Web of Conferences 126, 00050 (2019). ICMTMTE 2019. – 5 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912600050>

13. Zykin E. Theoretical and experimental substantiation of the design parameters for the working body of a row cultivator / Zykin E., Lazutkina S. // E3S Web of Conferences 126, 00051 (2019) ICMTMTE 2019. – 5 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912600051>

14. Курдюмов В.И. Оптимизация конструктивных параметров гребнеобразователя пропашной сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. - № 17. – С. 55-59.

15. Курдюмов, В.И. Определение плотности почвы после прохода катка-гребнеобразователя / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. - № 4. – С. 27-29.

16. Курдюмов, В.И. Оптимизация параметров катка-гребнеобразователя / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. - № 1. – С. 15-16.

17. Пат. 100872 Российская Федерация, МПК А01С7/20. Комбинированный сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010137672/21, заявл. 09.09.2010; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.

18. Оптимизация параметров прикатывающего устройства комбинированного посевного агрегата / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.С. Зыкин, Е.Н. Прошкин, В.Е. Прошкин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. - № 1. – С. 34-37.

19. Зыкин Е.С. Оптимизация режимных параметров катка-гребнеобразователя / Е.С. Зыкин, В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. - № 1. – С. 58-60.

20. Курдюмов В.И. Энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С.

SUBSTANTIATION OF THE INFLUENCE OF THE SPHERICAL DISKS OF THE ROLLER ON THE DENSITY OF THE SOIL IN THE RIDGE

Albutov S.P., Kurdyumov V.I., Zykin E.S., Zykina S.A.

Keywords: *technology, cultivation, sowing, care for crops, a crest of soil, sowing, cultivation*

The presented article considers a skating rink, the novelty of which is confirmed by patents of the Russian Federation No. 194330, No. 194348, No. 196712. The use of the proposed roller will optimize the soil density in the ridge formed simultaneously with the sowing of row crops. Theoretically, the increment of soil density in the ridge is justified depending on the angle of attack of the spherical disks of the roller. It is revealed that the size of spherical disks and their angle of attack play a major role in the density increase in the ridge, while the physical and mechanical properties of the soil play a lesser role.