

УДК 631.331

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ГРЕБНЕ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОХОДА КАТКОВ СОШНИКА TO THE DETERMINATION OF DENSITY OF SOIL IN SOIL AFTER THE RIDGE

В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков

V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin, I.V. Biryukov

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

Ulyanovsk state academy of agriculture

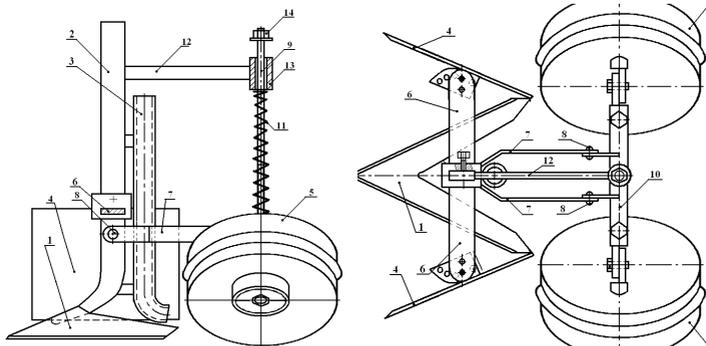
Proposed opener for the ridge method of planting, which allows to perform three operations in one pass aggregate and form ridges of soil required size and with a given density of the soil. Determine the pressure with which the roller shoe acting on the crest of the soil and the soil density in the ridge after passing the opener. This would effectively destroy the soil clods and firm the soil at the agronomic requirements of a given depth.

Технологический процесс производства пропашных культур включает несколько технологических операций: основную и предпосевную обработку почвы, посев, уход за посевами и др. Важным аспектом является минимизация энергозатрат при соблюдении заданной производительности, а также требуемом качестве выполнения технологической операции. Одним из способов энергосбережения является исключение одной и более технологических операций или их совмещение. Это – один из эффективных путей снижения денежных затрат и повышения производительности труда.

При возделывании пропашных культур во многих агроклиматических зонах страны применяют гребневую технологию. Однако применяемые в настоящее время комплексы машин для возделывания пропашных культур по гребневой технологии во многом исчерпали возможности своего развития. Применяемые сеялки недостаточно эффективны в различных условиях их применения и не в полной мере отвечают современным требованиям из-за низкой производительности, высоких затратах энергии, которые достигают 40 %, а также своей дороговизны.

Для осуществления гребневой технологии посева может быть использован предложенный нами сошник (рис. 1) [1, 2, 3], который при установке на сеялочно-культиваторе позволяет формировать гребни почвы одновременно с посевом. Выполнение операций без разрыва во времени позволяет улучшить условия прорастания семян, и, в конечном итоге, увеличить урожайность.

При движении сошника стрелчатая лапа 1 рыхлит почву и подрезает сорные растения. При этом она снимает верхний слой почвы, сдвигает его в междурядье и образует уплотненное ложе для укладки в него семян. Семена высеваются из полого семяпровода 3. Идущие по обе стороны стрелчатой лапы 1 плоские щитки 4 сдвигают почву на высеянные семена, тем самым, образуя над ними валок почвы. Идущие сзади стрелчатой лапы 1 прикатывающие катки 5 за счет давления пружины 11 равномерно уплотняют боковые стороны валка почвы, окон-



1 – стрелчатая лапа; 2 – стойка; 3 – полый семяпровод; 4 – плоские щитки; 5 – прикатывающие катки; 6, 7, 12 – кронштейны; 8 – шарниры; 9 – вертикальная штанга; 10 – поперечная ось; 11 – пружина; 13 – направляющая; 14 – гайка

Рис. 1. Сошник для гребневого посева

чательно формируя гребень почвы высотой 6...8 см. Высота гребня компенсирует уменьшение глубины заделки семян от уровня поверхности почвы.

Известно, что давление катка на почву нельзя рассматривать как простое отношение веса, приходящегося на каток, к площади, передающей давление (площади контакта цилиндрических частей и сферического обода катка с почвой), поскольку при перекачивании на каток вместе с весом действует сила тяги, расходуемая на преодоление силы сопротивления перекачиванию (рис. 2).

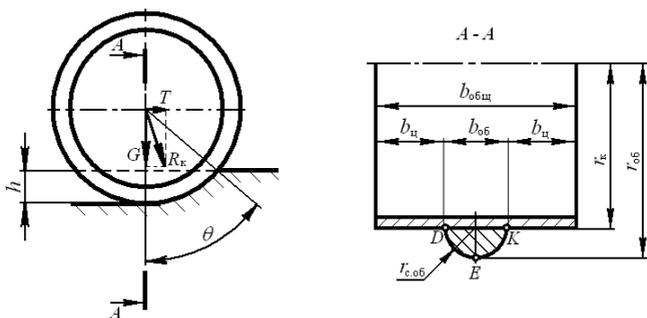


Рис. 2. К определению давления катка на гребень почвы

Следовательно, при расчете давления, создаваемого катком, необходимо использовать равнодействующую этих сил:

$$R_x = \sqrt{G^2 + T^2}, \quad (1)$$

где G – вес катка и приходящаяся на него вертикальная нагрузка, Н; T – тяговое усилие, Н.

Тогда давление катка на почву

$$P_k = \frac{\sqrt{G^2 + T^2} n}{F_k n}, \quad (2)$$

где F_k – площадь контакта катка с почвой, м²; n – количество катков в сошнике, шт.

Силу сопротивления перекачиванию катка по поверхности почвы определяяют по эмпирической формуле [4, 6]:

$$T = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G^4}{q b_{\text{общ}} d^2}}, \quad (3)$$

где q – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³; $b_{\text{общ}}$ – ширина катка, м; d – диаметр катка, м.

$$b_{\text{общ}} = 2 b_{\text{ц}} + b_{\text{об}}, \quad (4)$$

где $b_{\text{ц}}$ – ширина цилиндрической части катка, м; $b_{\text{об}}$ – ширина сферического обода катка, м;

$$d = 2 d_k + d_{\text{об}}, \quad (5)$$

где d_k – диаметр цилиндрической части катка сошника, м; $d_{\text{об}}$ – диаметр сферического обода катка, м.

Для сферического обода катка сошника:

$$b_{\text{об}} = \pi r_{\text{с.об}}, \quad (6)$$

где $r_{\text{с.об}}$ – радиус поперечного сечения сферического обода катка, м.

Подставляя (6) в (4), а (4) и (5) в (3) получим

$$T = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G^4}{q (2b_{\text{ц}} + \pi r_{\text{с.об}})(2d_k + d_{\text{об}})^2}}. \quad (7)$$

Площадь контакта катка сошника с почвой, м²,

$$F_k = 2 F_{\text{к.ц}} + F_{\text{к.об}}, \quad (8)$$

где $F_{\text{к.ц}}$ – площадь контакта цилиндрической части катка, м²; $F_{\text{к.об}}$ – площадь контакта сферического обода катка, м².

Площадь контакта цилиндрической части катка с почвой, м², определим следующим образом:

$$F_{\text{к.ц}} = \frac{F_{\text{п.ц}} \theta}{360}, \quad (9)$$

где $F_{\text{п.ц}}$ – площадь поверхности цилиндрической части катка, м²; $\theta \leq 45^\circ$ – максимальный угол контакта катка с почвой, град. [4, 5, 6].

Площадь поверхности, м², цилиндрической части катка

$$F_{\text{п.ц}} = 2 b_{\text{ц}} L_{\text{ц}}, \quad (10)$$

где $L_{\text{ц}}$ – длина развертки цилиндрической части катка, м.

Длина развертки, м, цилиндрической части катка

$$L_{\text{ц}} = 2 \pi r_k. \quad (11)$$

Подставляя (11) в (10), а (10) в (9) и, выполняя соответствующие преобразования, получим площадь контакта с почвой цилиндрической части катка:

$$F_{\text{к.ц max}} = \frac{\pi b_{\text{ц}} r_{\text{ц}} \theta_{\text{max}}}{90}. \quad (12)$$

Площадь контакта сферического обода катка с почвой, м², определим следующим образом:

$$F_{\text{к.об}} = \frac{F_{\text{п.об}} \theta}{360}, \quad (13)$$

где $F_{\text{п.об}}$ – площадь поверхности сферического обода катка, м²; θ – максимальный угол контакта с почвой сферического обода катка, град.

Площадь поверхности сферического обода катка

$$F_{\text{п.об}} = L_{\text{об}} b_{\text{об}}, \quad (14)$$

где L – длина развертки сферического обода, м.

Длина развертки, м, сферического обода катка

$$L_{\text{об}} = 2 \pi r_{\text{об}}. \quad (15)$$

Подставляя (15) и (6) в (14), а (14) в (13) и, выполняя соответствующие преобразования, получим максимальную площадь контакта сферического обода катка с почвой при $\theta = 45^\circ$:

$$F_{\text{к.об. макс}} = \frac{\pi^2 r_{\text{об}} r_{\text{с.об}} \theta_{\text{макс}}}{180}. \quad (16)$$

Подставляя (12) и (16) в (8) и, выполняя соответствующие преобразования, получим:

$$F_{\text{к}} = \frac{\theta_{\text{макс}} (\pi b_{\text{ц}} r_{\text{к}} + \pi^2 r_{\text{с.об}})}{45}, \quad (17)$$

Подставляя (7) и (17) в (2), после соответствующих преобразований, получим минимальное давление катков, с учетом их угла наклона, на боковые стороны гребня почвы:

$$P_{\text{к.мин}} = \frac{\sqrt{G^2 + n \left(0,86 \sqrt[3]{\frac{G^4}{q (2b_{\text{ц}} + \pi r_{\text{с.об}})(2d_{\text{к}} + d_{\text{об}})^2}} \right)^2}}{2 \cdot 10^{-2} \theta_{\text{макс}} n (\pi b_{\text{ц}} r_{\text{к}} + \pi^2 r_{\text{с.об}} r_{\text{с.об}})} \cos \gamma. \quad (18)$$

Таким образом, при известных весе катка, его конструктивных параметрах и угле контакта катка с почвой можно определить давление, создаваемое катком сошника на боковые стороны гребня почвы. Это позволит эффективно разрушать почвенные комки и уплотнять почву на заданную агротехническими требованиями глубину.

Плотность почвы в гребне, кг/м³, после прохода по нему катка определяют по эмпирической формуле [6, 7]:

$$\rho_{\text{к}} = \frac{U}{K_{\text{п}} + 1}, \quad (19)$$

где U – плотность твердой фазы почвы на глубине 0...0,2 м, кг/м³, для черноземных почв $U = 2400$ кг/м³ [6, 7];

$K_{\text{п}}$ – коэффициент пористости.

Коэффициент пористости определим по формуле [6, 7]:

$$K_{\text{п}} = K_0 - \frac{1}{N} \ln \frac{P_{\text{к.мин}}}{9,8 \cdot 10^4}, \quad (20)$$

где K_0 – коэффициент пористости при нагрузке $9,8 \cdot 10^4$ Па;

$N = 5 \dots 10$ – степень изменения коэффициента пористости при нагрузке.

Подставляя формулу (18) в (20), а (20) в (19) и, выполняя соответствующие преобразования, определим плотность почвы в гребне от действия катков сошника:

$$\rho_k = \frac{UN}{N(1+K_0) - \ln \frac{\sqrt{G^2 + n \left(0,86 \sqrt[3]{q(2b_n + \pi r_{c.об})(2d_x + d_{об})^2} \right)^2}}{\theta_{\max} n (\pi b_n r_x + \pi^2 r_{об} r_{c.об})}} \cos \gamma} \quad (21)$$

Следовательно, плотность почвы в гребне зависит как от конструктивных параметров катка сошника, так и физико-механических свойств почвы.

Литература:

1. Патент RU 82984. Сошник / В.И.Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; Оpubл. 20.05.2009 г. Бюл. № 14.
2. Патент RU 82985. Сошник / В.И.Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; Оpubл. 20.05.2009 г. Бюл. № 14.
3. Патент RU 84663. Сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; Оpubл. 20.07.2009 г. Бюл. № 20.
4. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. - М.: Колос, 1994. – 751 с.
5. Бадалян С.А. Исследование катков сеялок пропашных культур. Дисс. ... канд. техн. наук. – Эчмиадзин, 1972. – 148 с.
6. Боков Д.В. Определение плотности почвы на дне борозды, образованной сошником // Техника в сельском хозяйстве. – 2004. - № 5. - С. 31.
7. Зыкин Е.С. Способ посева пропашных культур с разработкой катка-гребнеобразователя. Дисс. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2007. – 181 с.

УДК 631.331.6

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК CLASSIFICATION OF DESIGNS OF GRAIN SEEDERS

В.И. Курдюмов, Е.С.Зыкин, В.В. Курушин
V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin, V.V. Kurushin

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
Ulyanovsk State Agricultural Academy

Classification of designs of grain seeders on which basis is resulted essentially new seeder is developed.

В сельскохозяйственном производстве используют зерновые сеялки различных конструкций.