

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БОРОЗДООБРАЗУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОСЕВНЫХ
МАШИН ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

A.Kh. Gabaev, T.Kh. Pazova

**THE IMPROVEMENT OF FURROW WORKING BODIES OF SOWING CARS FOR CROPS
OF SEEDS OF CROPS ON THE REHUMIDIFIED SOILS**

Габаев А.Х. – ассист. каф. механизации сельского хозяйства Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: alii_gabaev@bk.ru

Пазова Т.Х. – д-р техн. наук, проф. каф. механизации сельского хозяйства Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: alii_gabaev@bk.ru

Gabaev A.Kh. – Asst, Chair of Mechanization of Agriculture, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: alii_gabaev@bk.ru

Pazova T.Kh. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Mechanization of Agriculture, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: alii_gabaev@bk.ru

К недостаткам двухдисковых сошников можно отнести менее равномерное распределение семян по площади питания. Для устранения данного недостатка выпускаются двухдисковые сошники для узкорядного посева, где семена укладываются в 2 ряда в одной бороздке с расстоянием между ними 7,5 см. Общий угол атаки дисков составляет 23° с углом крена к поверхности почвы 20° . Такая конструктивная особенность требует более тщательной подготовки почвы, кроме того, двухдисковые сошники быстро теряют работоспособность при работе в условиях повышенной влажности почвы вследствие залипания рабочих поверхностей дисков влажной почвой, что не позволяет проводить посевные работы в лучшие агротехнические сроки, особенно в условиях дождливой весны. Цель исследования – совершенствование технологии посева семян зерновых культур в условиях повышенной влажности и технических средств для осуществления этого вида работ. Для решения поставленной задачи нами предлагается новая конструкция бороздообразующего рабочего органа для сеялки, приспособленная к работе в условиях повышенной влажности почвы. Новый бороздообразующий рабочий орган – сошник (патент РФ № 2511237). Позволяет достичь поставленной цели благодаря тому, что два бороздообразующих диска установлены параллельно направлению движения агрегата и выполнены в виде дисковых ножей с режущими кромками, по обе стороны которых болтами

крепятся бороздообразующие накладки из полимерного материала, обладающего гидрофобными свойствами, что препятствует налипанию влажной почвы на рабочие поверхности бороздообразующих дисков. Результаты теоретических исследований работы бороздообразующего диска показывают, что полученные аналитические зависимости позволяют оптимизировать конструктивные параметры диска с целью формирования профиля и дна борозды. Установлены зависимости для определения реакций почвы, действующих на бороздообразующий диск при работе, плотности дна борозды, образованной сошником, конструктивных параметров посевной секции и равномерности глубины хода, что важно для энергетической оценки нового заделывающего рабочего органа.

Ключевые слова: почва, диск, сошник, борозда.

It is possible to refer less uniform distribution of seeds on nourishing area to shortcomings of two-disk plough share. For the elimination of this shortcoming two-disk plough share for narrow-rowed crops where seeds keep within 2 rows in one groove with distance between them 7.5 cm are produced. General angle of disks attack makes 23° with the angle of heel to the surface of the soil 20° . Such design feature the demands more thorough preparing of the soil, besides, two-disk plough share quickly lose working capacity during the work in the conditions of increased humidity of the soil owing to sticking of working surfaces of disks by damp soil that does not allow to carry out

sowing works to the best agrotechnical terms, especially in the conditions of rainy spring. The research objective was to improve the technology of crops of seeds of grain crops in the conditions of increased humidity and technical means for the implementation of this type of work. For the solution of the objective a new design of making furrow worker of body for a seeder adapted for the work in the conditions of increased humidity of the soil is offered. New furrow making working body is plough share (the patent of Russian Federation No. 2511237). It allows to achieve the goal thanks to two furrow making disks installed parallel to the direction of the movement of the unit and are executed as disk knives with cutting edges on both sides of which bolts furrow making slips from polymeric material possessing hydrophobic properties fasten that interferes with sticking of damp soil to working surfaces of furrow making disks. The results of theoretical researches of work of a furrow making disk show that received analytical dependences allow optimizing constructed parameters of the disk for the formation of a profile and a bottom of a furrow. The dependences for the definition of the reactions of the soil operating on furrow making disk during the work, the density of the bottom of the furrow formed by a plough share, the design data of seeding section and the uniformity of depth of the course important for power assessment of new closing-up worker of body have been established.

Keywords: soil, disk, plough share, furrow.

Введение. Увеличение объемов производства зерна является основной задачей сельскохозяйственного производства.

Главная задача размещения семян – получение максимальной урожайности при минимальных затратах на возделывание культуры. Размещение семян по площади поля можно характеризовать размерами и формой площади питания растений. Оба эти фактора определяются расстоянием между рядками (междурядьем) и расстоянием между семенами в рядке. Междурядье зависит от способа посева, а расстояние между семенами в рядке является функцией количества семян, высеваемых на единице площади поля.

Как показывают результаты исследования, большинство зерновых сеялок, выпускаемых в настоящее время и имеющихся в наличии в хозяйствах, оборудованы двухдисковыми сошниками. Использование таких сошников для посева семян зерновых колосовых культур в период февральских и мартовских «окон», когда поверх-

ность поля быстро прогревается с образованием сухого слоя на глубину до трех сантиметров, а нижние слои до глубины восемь сантиметров имеют влажность 28–30 %, рабочие поверхности дисков сошников зерновых сеялок залипают влажной почвой. Это приводит к нарушению конфигурации борозды, нарушению агротехнических требований к качеству посева, увеличению тягового сопротивления посевного агрегата. В результате сеялка теряет работоспособность. До настоящего времени решение этой проблемы остается актуальной [1].

Цель исследования: совершенствование технологии посева семян зерновых культур в условиях повышенной влажности и технических средств для осуществления этого вида работ.

Методы и результаты исследования. Для решения поставленной цели нами предлагается новая конструкция бороздообразующего рабочего органа для сеялки, приспособленного к работе в условиях повышенной влажности почвы (рис.1.) [2].

Новый бороздообразующий рабочий орган – сошник (патент РФ № 2511237) позволяет достичь поставленной цели благодаря тому, что два бороздообразующих диска установлены параллельно направлению движения агрегата и выполнены в виде дисковых ножей с режущими кромками, по обе стороны которых болтами крепятся бороздообразующие накладки из полимерного материала, обладающего гидрофобными свойствами, что препятствует налипанию влажной почвы на рабочие поверхности бороздообразующих дисков.

На рисунке 1 изображена сеялка с предлагаемым устройством для посева семян зерновых культур – общий вид и разрез модернизированного устройства для посева семян зерновых культур в разрезе. С наружной стороны дискового ножа 1 (разрез) прикреплена ступица 3 и крышка 4, внутри которой находится шариковый подшипник 5. Во внутреннем кольце шарикового подшипника 5 запрессован стержень болта 6. Между дисковым ножом 1 и боковым круглым выступом 7 корпуса 8 находится резиновый кольцевой уплотнитель 9. Корпус 8 имеет сверху гребень 10 в передней части, у которого есть гнездо 11 для крепления поводки 12 (разрез), а задней – раструб 13, к которому присоединяется семяпровод 14, а к нижней части прикреплен делительная воронка 15. Внедрение сошников в почву осуществляется под нажимом спиральных пружин 16, надетых на штанги 17, нижние концы которых опираются на поводки 12, а верхние соединены шарнирно с вилами подъема 18.

Бороздообразующее устройство
(разрез)

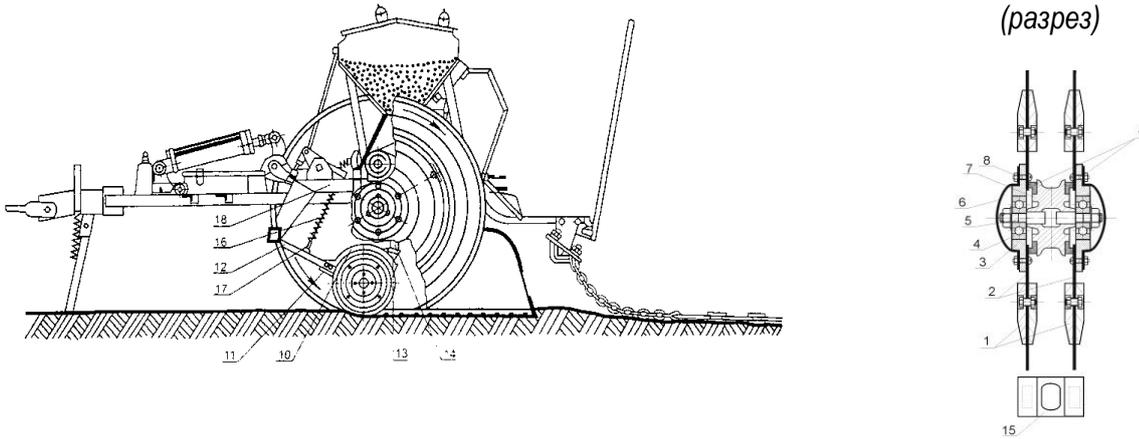


Рис. 1. Модернизированная сеялка:

- 1 – дисковый нож; 2 – бороздообразующая накладка; 3 – ступица; 4 – крышка; 5 – подшипник;
6 – болт; 7 – боковой выступ; 8 – корпус; 9 – резиновый уплотнитель; 10 – гребень; 11 – гнездо;
12 – поводок; 13 – раструб; 14 – семяпровод; 15 – делительная воронка; 16 – пружина; 17 – штанга;
18 – вилка подъема

Выражение для определения сопротивления бороздообразующего диска качению можно записать в следующем виде:

$$P = q \cdot V, \quad (1)$$

где q – коэффициент пропорциональности, равный нагрузке на бороздообразующий диск; V – объем почвы, вытесняемый бороздообразующим диском.

Для получения зависимости, определяющей сопротивление качению бороздообразующего диска, необходимо определить объем почвы, вытесненный бороздообразующими дисками, и подставить его в выражение (1).

Объем почвы, вытесненный диском, может быть определен по выражению

$$V = \frac{\alpha^3 \cdot r^2}{3} \cdot B \quad (2)$$

или

$$P = \frac{\alpha^3 \cdot r^2 \cdot Bq}{3}, \quad (3)$$

где B – толщина бороздообразующей накладки, м;
 r – радиус накладки, м,

$$\text{или } P = \frac{\alpha^3 \cdot BD^2q}{3 \cdot 4}, \quad (4)$$

где D – диаметр бороздообразующего диска, м.

Одной из задач исследования является формирование бороздок для семян с уплотненным

дном и стенками посевной секции, а также определение сопротивления движению бороздообразующего диска. Введем его в полученное выражение и освободимся от неизвестной величины α , выразив ее в зависимости от сопротивления:

$$P = \frac{9P^3 \cdot BD^2q}{4 \cdot G^3}. \quad (5)$$

Из выражения (5) получим зависимость для определения сопротивления качению бороздообразующего диска:

$$P = \sqrt[3]{\frac{4G^4}{9BD^2q}}. \quad (6)$$

В соответствии с рисунком 2, удельная работа L , производимая при сжатии почвы бороздообразующим диском, внедряющимся на глубину h_0 , представлена следующим образом:

$$L = \int_0^{h_0} \rho dh = \int_0^{h_0} qh^n dh = q \frac{h_0^{n+1}}{n+1}, \quad (7)$$

где q – коэффициент пропорциональности;
 ρ – удельное давление, Н/м².

Принимая, что тяговое усилие P , равное сопротивлению перекатывания бороздообразующего диска, приложено к центру окружности обода диска и зависит от давления на почву в вертикальном направлении, можно принять, что работа на пути S будет равна [2]

$$PS = SBL. \quad (8)$$

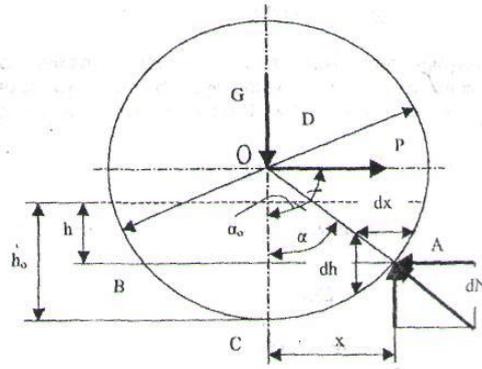


Рис. 2. Схема сил, действующих на бороздообразующий диск

В частном случае, если $n = 1$, как приняли А.Х. Гранвуане и В.П. Горячкин [4], получим следующее:

$$P = \frac{qBh_0^2}{2}, \quad (9)$$

а при условии $n = 1/2$:

$$P = \frac{2qBh_0^{3/2}}{3}. \quad (10)$$

Для удобства величину h_0 заменим значением нагрузки G . Из рисунка 2 видно, что

$$\int_0^{h_0} dN \cos \alpha = - \int_0^{h_0} \rho B dx = G.$$

Принимая во внимание выражение (4), получим

$$G = - \int_0^{h_0} Bqh^n dx. \quad (11)$$

Так как интегрирование нужно вести в пределах глубины хода бороздообразующего устройства, то dx можно выразить в зависимости от h . Воспользуемся условием, что произведения отрезков пересекающихся хорд АВ и ЕС равны между собой. Тогда получим

$$x^2 = [D - (h_0 - h)] \cdot (h_0 - h).$$

Так как величина $(h_0 - h)^2$ довольно мала, можно считать, что

$$\begin{aligned} x^2 &= D(h_0 - h), \\ 2xdx &= -Ddh, \\ dx &= -\frac{Ddh}{2x} = \frac{Ddh}{2\sqrt{D(h_0 - h)}}. \end{aligned}$$

Подставляя полученное значение dx в выражение (11), имеем

$$G = Bq\sqrt{D} \int_0^{h_0} \frac{h^n dh}{2\sqrt{h_0 - h}}. \quad (12)$$

С учетом введенного для интегрирования значения: $h_0 - h = t^2$ получим

$$dt = \frac{dh}{2t}.$$

Уравнение (12) с учетом пределов интегрирования примет вид

$$G = Bq\sqrt{D} \int_0^{h_0} \frac{(h_0 - t^2)^n dh}{2t} = Bq\sqrt{D} \int_0^{\sqrt{h_0}} (h_0 - t^2)^n dt. \quad (13)$$

Применяя бином Ньютона для вычисления величины $(h_0 - t^2)^n$, ограничимся первыми двумя членами, т. е. будем считать, что

$$(h_0 - t^2)^n = h_0^n - nh_0^{n-1}t^2.$$

Тогда

$$G = Bq\sqrt{D} \int_0^{\sqrt{h_0}} (h_0^n - nh_0^{n-1}t^2) dt = Bq\sqrt{D} \left[h_0^n t - \frac{nh_0^{n-1}t^3}{3} \right]_0^{\sqrt{h_0}} = \left(1 - \frac{n}{3} \right) Bq\sqrt{D} h_0^{n+\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

Так как бороздообразующий диск образует бороздку по свежообработанному полю при $n=1$, то

$$G = \frac{2}{3} Bq\sqrt{D}h_0^3. \quad (15)$$

При работе в тяжелых условиях при наличии пожнивных остатков и почвенных комков при $n=1/2$, получим

$$G = \frac{5}{6} Bq\sqrt{D}h_0. \quad (16)$$

Определим из уравнений (15) и (16) глубину хода бороздообразующего диска h_0 при $n=1$:

$$h_0 = \left(\frac{3G}{2Bq\sqrt{D}} \right)^{\frac{2}{3}} = \sqrt[3]{\frac{9G^2}{4B^2qD}}, \quad (17)$$

$$P = \frac{qBh_0^2}{2} = \frac{qB}{2} \left(\frac{3G}{2Bq\sqrt{D}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.863 \sqrt[3]{\frac{G^4}{qBD^2}}, \quad (18)$$

при $n=1/2$:

$$h_0 = \frac{6G}{5Bq\sqrt{D}}, \quad (19)$$

$$P = \frac{2qBh_0^3}{3} = \frac{2qB}{3} \left(\frac{6G}{5Bq\sqrt{D}} \right)^3 = 0.883 \sqrt[3]{\frac{G^3}{qB\sqrt{D}^3}}. \quad (20)$$

Выводы. Результаты теоретических исследований работы бороздообразующего диска показывают, что полученные аналитические зависимости позволяют оптимизировать конструктивные параметры диска с целью формирования профиля и дна борозды.

Установлены зависимости для определения реакций почвы, действующих на бороздообразующий диск при работе, плотности дна борозды, образованной сошником, конструктивных параметров посевной секции и равномерности глубины хода, что важно для энергетической оценки нового заделывающего рабочего органа.

Литература

1. Габаев А.Х., Нам А.К. Математическая модель работы бороздообразующего рабочего

- органа посевной машины и определение его оптимальных конструктивных параметров методом многофакторного эксперимента // Изв. Санкт-Петербургского гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 43. – С. 317–321.
2. Патент RU № 2511237 С1 А01С7/20. Устройство для посева семян зерновых культур / Каскулов М.Х., Габаев А.Х., Апажев А.К., Атамурзаев И.А., Гаев Ш.М., Тешев А.Ш., Мишхожеев В.Х.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кабардино-балкарская государственная сельскохозяйственная академия им. В.М. Кокова». – № 2012153090/13; заяв. 07.12.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 5 с.
3. Хахов М.А., Каскулов М.Х. Исследование процесса работы ребристых катков посевной машины // Изв. КБНЦ РАН. – Нальчик, 2003. – № 1 (9). – С. 31–34.
4. Горячкин В.П., Гранвуане А.Х. Теоретическое обоснование сеялок-культиваторов. – М.: Колос, 1986. – 358 с.

Literatura

1. Gabaev A.H., Nam A.K. Matematicheskaja model' raboty borozdoobrazujushhego rabocheho organa posevnoj mashiny i opredelenie ego optimal'nyh konstruktivnyh parametrov metodom mnogofaktornogo jeksperimenta // Izv. Sankt-Peterburgskogo gos. agrar. un-ta. – 2016. – № 43. – S. 317–321.
2. Patent RU № 2511237 S1 A01S7/20. Ustrojstvo dlja poseva semjan zernovyh kul'tur / Kaskulov M.H., Gabaev A.H., Apazhev A.K., Atmurzaev I.A., Gaev Sh.M., Teshev A.Sh., Mishhozhev V.H.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO «Kabardino-balkarskaja gosudarstvennaja sel'sko-hozjajstvennaja akademija im. V.M. Kokova». – № 2012153090/13; zajav. 07.12.2012; opubl. 10.04.2014, Bjul. № 10. – 5 s.
3. Hahov M.A., Kaskulov M.H. Issledovanie processa raboty rebristyh katkov posevnoj mashiny // Izv. KBNC RAN. – Nal'chik, 2003. – № 1 (9). – S. 31–34.
4. Gorjachkin V.P., Granvuane A.H. Teoreticheskoe obosnovanie sejelok-kul'tivatorov. – M.: Kolos, 1986. – 358 s.