

УДК 631.331.1

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-2-15-19

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОШНИКА

Игамбердиев А.К., канд. техн. наук

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, ул. Кары Ниязова, 39, 100000. Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: asqar1959@mail.ru

В условиях Узбекистана около 80 процентов озимой пшеницы возделывают в междурядьях хлопчатника. Для выполнения этой операции в настоящее время у серийных хлопковых культиваторов для осуществления сева разбросным способом и заделки семян пшеницы в междурядья отсутствуют специальные сошники. Отметим, что для создания новой конструкции специальных сошников для междурядий хлопчатника необходимо изучить их профиль. Проведенные в полевых условиях экспериментальные исследования показали, что при влажности почвы менее 8-11 процентов и твердости более 1,6-2,0 МПа объем сгуживания перед сошником возрастает, а при влажности 16-20 процентов – уменьшается. Определили, что глубина борозд в междурядьях должна быть 12-16 см, неравномерность в продольных разрезах – 3-5 см, для обеспечения оптимальной работы сошника высота почвы должна быть 14-18 см. Разработали геометрическую форму сошника, обосновали его технологические и геометрические параметры. Показали, что для качественного посева и формирования грядки сошник должен заглубляться в почву на 2-4 см. Получили, что оптимальный угол установки крыльев сошника в продольном направлении движения равен 47 градусам, а раствор крыльев – 69 градусам. Определили, что для междурядий 60 см при наружном диаметре семяпровода 3 см, глубине посева 5 см, угле бокового скалывания 50 градусов рекомендуемое количество ножей должно составить 5 ед., а для междурядий 90 см – 9 ед.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, хлопчатник, густота посева, сошник, междурядья.

■ **Для цитирования:** Игамбердиев А.К. Обоснование технологических и конструктивных параметров сошника // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. N2. С. 15-19.

## JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL AND DESIGN PARAMETERS OF COULTER

Igamberdiev A.K., Cand. Sci. (Eng.)

Tashkent Institute of Irrigation and Reclamation, Kary Niyazov St., 39, 100000, Tashkent, Republic of Uzbekistan, e-mail: asqar1959@mail.ru

About 80 percent of winter wheat is cultivated in cotton plants interrow spacings under the conditions of Uzbekistan. But commercial cotton cultivators for surface sowing of wheat into interrows are not equipped with special coulters. To create a new design of this tool for cotton plants row-spacings it is necessary to study their profile. The pilot field studies showed that soil bulldozing before a coulters increases at humidity of the soil less than 8-11 percent and hardness more than 1.6-2.0 MPas, and at humidity of 16-20 percent the building-up decreases. The depth of furrows in row-spacings should be 12-16 cm, nonuniformity in longitudinal sections is 3-5 cm for 14-18 cm optimum height of the soil layer at coulters operation. A geometrical form of a coulters was designed, its technological and geometrical parameters are proved. For high-quality crops and formation of a seedbed the coulters should be 2-4 cm downward pulled. The optimum angle of the coulters wings placed in the longitudinal direction of the movement is equal 47 degrees, and between the wings it is 69 degrees. For row-spacings of 60 cm At the outer diameter of a seed tube of 3 cm, sowing depth of 5, a side spalling angle of 50 degrees 5 tines are recommended for row-spacings of 60 cm, and 9 units are optimal for row-spacings of 90 cm.

**Keywords:** Winter wheat; Cotton plants; Sowing density; Coulters; Row-spacings.

■ **For citation:** Igamberdiev A.K. Justification of technological and design parameters of coulters. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2017; 2: 15-19. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-2-15-19. (In Russian)

Вопрос качественной предпосевной обработки почвы как среды для работы специальных сошников при посеве озимой пшеницы в междурядья хлопчатника до настоящего момента не изучен. Прежде чем создавать новую конструкцию специальных сошников для междурядий хлопчатника, необходимо предварительно изучить профиль междурядья растущего хлопчатника после предпосевной обработки хлопковым культиватором. Замеры профилей показали, что глубина борозд в междурядьях колеблется от 12,5 до 16,0 см. На каждом опытном участке было снято по 100 профилей. Профили замеряли по специально разработанной методике по ширине междурядья с точностью до 0,5 см, в продольном направлении – до 5 см. Анализ проведенных замеров показал, что неровности в 5 продольных разрезах составили: 3-7 см; 2-5; 3-5; 2-4; 2-6 см.

Полученные предварительные данные позволили заключить, что отклонения неровности в продольных и поперечных направлениях могут существенно повлиять на качество выполнения технологического процесса. Исходя из полученных данных разработали геометрическую форму нового сошника, обосновали его технологические и геометрические параметры [1-7].

**Цель исследования** – разработка теоретических предпосылок для обоснования формы сошника, предназначенного для работы в междурядьях хлопчатника.

**Материалы и методы.** В исследовании использованы априорные материалы технической литературы, журналов и трудов международных конференций, существующих методик и методических пособий по теоретической механике, математическому анализу и математической статистике.

**Результаты и обсуждение.** В основу методического решения поставленной задачи положены следующие рассуждения: с одной стороны, предпосевная обработка хлопковым культиватором не дает возможности качественно подготовить почву, что требуется по агротехнике, а с другой стороны, наличие неровности может существенно ухудшить качество посева.

Рассмотрим применение сформулированной гипотезы на примере обоснования технологических и конструктивных параметров специального нового сошника сеялки для посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника. Новизна технического решения защищена патентами *UZ FAP 00721*, *UZ FAP 00722* [1, 2].

На основании полученных патентов обоснованы технологические и конструктивные параметры нового сошника.

На рисунке 1 изображены схемы сошника, клиновидных ножей и семяпроводов. Сошник состоит

из грядиля 1, на котором установлены замки 2 для крепления стойки 3 сошника, представляющего собой полз с опорой, состоящей из левых и правых крыльев 4 и 5. Стойки установлены в замке с возможностью регулирования по высоте.

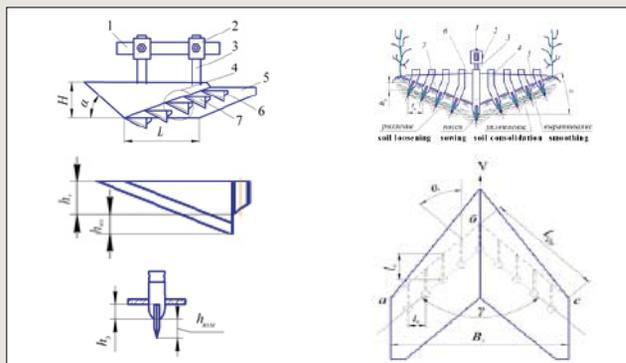


Рис. 1. Схемы сошника, копирующего и формирующего междурядья хлопчатника:

*a* – вид сбоку; *b* – вид спереди

Fig. 1. Schemes of the coulters copying and forming cotton plant inter-row spacing:

*a* – side-view; *b* – front view

Крылья установлены под углом  $\alpha$  к горизонтальной плоскости. На их нижней поверхности закреплены плоские клиновидные ножи 6 с кромками, расположенными под углом  $\beta$  к продольно-вертикальной плоскости. На тыльной поверхности ножей закреплены семяпроводы 7, нижняя кромка которых расположена выше нижней кромки ножей.

Технологический процесс посева осуществляется следующим образом. Сошник устанавливается на заданной высоте и закрепляется замком. Крылья фиксируются под углом  $\alpha = 18-22^\circ$  к горизонту. При движении сошника крылья должны опираться и скользить по профилю междурядья, копируя неровности после предпосевной обработки. При этом они смещают частицы верхнего сухого слоя в стороны, обнажая, уплотняя и формируя нижний более влажный слой.

Плоские клиновидные ножи, жестко закрепленные на нижней поверхности крыльев, образуют в почве бороздки, куда укладываются семена, подаваемые семяпроводами. При этом выдерживаются равномерность и глубина их заделки. Поскольку нижняя кромка семяпроводов расположена выше (на высоте  $h$ ) нижней кромки ножей, то при заделке семян семяпроводы не забиваются растительными остатками, листьями хлопчатника, и семена направляются на дно посевной бороздки без перемешивания с почвой, обеспечивая равномерную заделку на заданную одинаковую глубину. При этом одновременно формируются слегка уплотненные семяпроводом бороздки и рыхлая зона от ножей.

Крылья, прижимаясь от вертикальной нагруз-

ки, создаваемой весом секции на дно борозды, ограничивают глубину погружения ножей и формируют слегка уплотненную грядку междурядья. Ножи, погружаясь в почву, разрезают и раздвигают ее под углом кромками, создают рыхлую зону, а семяпроводы образуют мелкие бороздки с уплотненным дном, куда укладываются семена, которые засыпаются крыльями. При этом создаются условия для капиллярного подтока влаги к семенам из нижележащих слоев почвы [3, 4, 8, 9].

Предлагаемая новая технология и конструкция сошника осуществляют многорядный посев от 5 (для междурядий 60 см) до 9 (для междурядий 90 см) рядков. Вследствие формирования новой рыхлой формы борозды междурядья полезная площадь посева семян увеличивается на 9-22% по сравнению с разбросным способом, обеспечиваются условия для равномерного посева и получения дружных всходов.

Для обеспечения новой, слегка уплотненной формы борозды и требуемой равномерности глубины посева сошник в процессе работы должен быть постоянно прижат к поверхности междурядья (рис. 2), то есть должно соблюдаться условие:

$$Q = Q_{opt},$$

где  $Q_{opt}$  – оптимальная реакция почвы на сошник, при которой обеспечивается требуемая равномерность глубины посева, Н.

Данное условие можно выразить формулой, характеризующей плотность почвы междурядья после прохода сошника:

$$\rho = \rho_0 \frac{h_1}{h_1 - h_0}, \quad (1)$$

где  $\rho_0$  – плотность почвы междурядья после предпосевной обработки, г/см<sup>3</sup>;

$h_1$  – глубина предпосевной обработки, м;

$h_0$  – глубина погружения сошника, м.

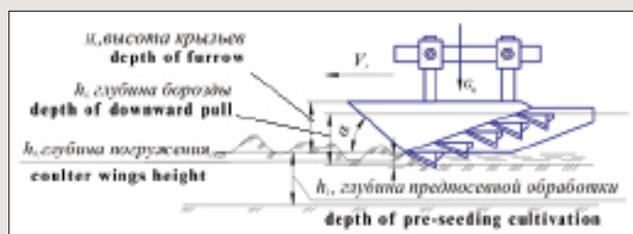


Рис. 2. Схема к определению глубины погружения сошника  
Fig. 2. Scheme to determination of the depth of coulter downward pull

Следовательно, из формулы (1) можем определить глубину погружения сошника:

$$h_0 = h_1 \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho}. \quad (2)$$

При плотности почвы  $\rho = 1,2-1,3$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_0 = 1,0-1,1$  г/см<sup>3</sup> глубина погружения сошника варь-

ирует в пределах 2,0-4,0 см.

Высоту крыльев сошника определим из условия непереваливания слоев почвы через них:

$$H \geq K_c (h_n + h_o), \quad (3)$$

где  $H$  – высота крыльев сошника, м;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий обволакивание кучки почвы;

$h_n$  – средняя величина высоты неровности поверхности почвы, м.

С учетом формулы (1) уравнение (3) можно записать в следующем виде:

$$H \geq K_c \left[ h_n + h_1 \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) \right]. \quad (4)$$

При известных значениях параметров  $K_c = 1,8$ ;  $h_n = 6-8$  см;  $h_1 = 24$  см;  $\rho_0 = 1,0-1,1$  г/см<sup>3</sup>;  $\rho = 1,2-1,3$  г/см<sup>3</sup> по результатам ранних исследований [2, 3] высота крыльев сошника составляет  $H \geq 14-18$  см.

Проведенные в полевых условиях экспериментальные исследования показали, что сгруживание почвы перед сошником в междурядьях хлопчатника зависит от состояния почвы, в частности от ее влажности. Так, при влажности почвы менее 8-11% и твердости более 1,6-2,0 МПа после предпосевной обработки наблюдали возрастание доли крупных фракций и объема сгруживания перед сошником, а при влажности почвы в пределах 16-20% отмечено уменьшение объема сгруживания. Следовательно, для исключения переваливания кучек почвы через крылья сошника их высота в пределах 14-18 см будет оптимальной.

Угол установки крыльев  $\alpha$  в продольном направлении движения сошника должен обеспечить прохождение частиц почвы со скольжением, с меньшей силой трения и без сгруживания почвы (рис. 1), то есть необходимо соблюдение условия [10-14]:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi_c. \quad (5)$$

где  $\varphi_c$  – угол внешнего трения почвы, град.

Анализ фрикционных свойств почв показал, что угол внешнего трения зависит от влажности, чистоты поверхности крыльев и удельного давления (рис. 3).

Из графика видно, что величина угла внешнего трения в зависимости от влажности и удельного давления составляет в среднем 43°. Подставив истинное значение угла внешнего трения в формулу (5), находим угол установки крыльев в продольном направлении движения сошника, равный  $\alpha=47^\circ$ . Такой угол наиболее оптимален для обеспечения качественного посева и достижения наименьшего сопротивления.

При внедрении сошника с оптимальным углом раствора крыльев в почву на глубину  $h_0$  борозда слегка уплотняется, и формируется гладкая поверх-

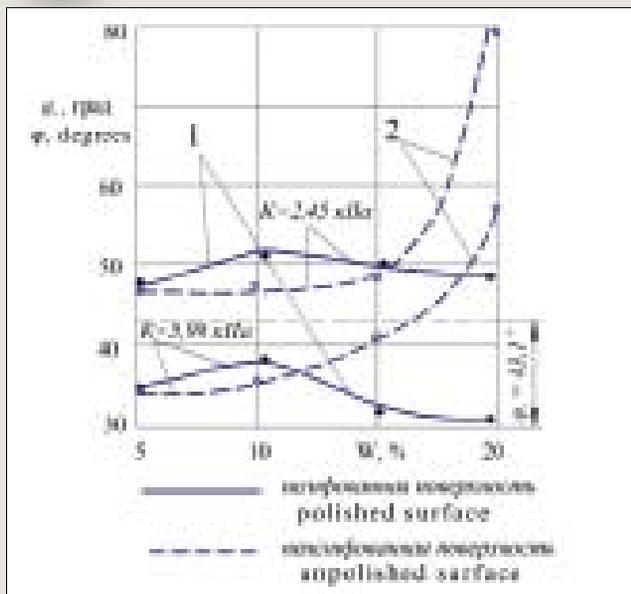


Рис. 3. Зависимость угла внешнего трения почвы от влажности и удельного давления

Fig. 3. The dependence of the angle of external friction of soil on moisture and specific pressure

ность профиля междурядья (рис. 1). Исходя из этого обоснуем выбор угла раствора крыльев сошника с точки зрения выбора минимальной величины пути, где происходит выдавливание частицы почвы. Из ранее разработанных В.П. Горячкиным математических моделей известно, что:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \omega_n} \quad (6)$$

Обычно деформация почвы начинается на стыках кромки крыльев сошника. И если считать, что профиль борозды междурядья расположен под углом  $\omega \approx 22^\circ$ , а крылья установлены под углом  $\alpha = 47^\circ$  по направлению движения сошника, то по формуле (6) находим оптимальный угол раствора крыльев сошника:  $\gamma = \operatorname{arctg} 2,6542 = 69^\circ$ .

Для обеспечения устойчивой работы ножи сошника должны равномерно заглубляться в почву. В этих целях их необходимо расположить на правом и левом крыльях под одинаковым углом  $\gamma$  (рис. 1).

Расстояние между ножами  $t_c$  выбираем в зависимости от ширины распространения деформации  $b_d$  при взаимодействии ножа с семяпроводом (рис. 4).

При движении ножи под воздействием сил вертикальной составляющей тягового сопротивления и тяжести секции погружаются в почву, вытесняя частицы в боковую сторону. Увеличение угла  $\alpha_n$  способствует возрастанию вдавливающей силы и заметно уменьшению вытеснительной силы в пределах ширины ножа. При этом углы погружения ножа  $\alpha_n$  и заточки груди  $2\beta'$ , а также ширина семяпровода  $b_s$  служат основными параметрами сошника.

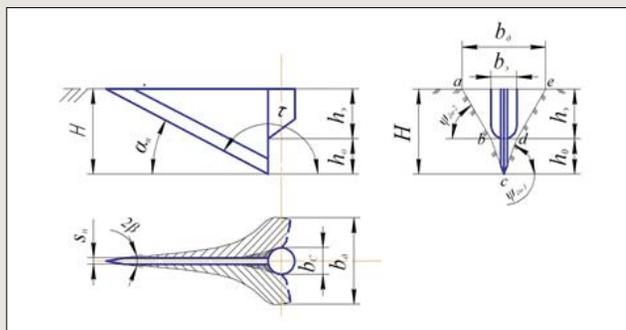


Рис. 4. Зона распространения деформации от ножа и семяпровода

Fig. 4. Zone strain spreading from the drill tine and the seed tube

Зону распространения ширины деформации, согласно приведенной ниже схеме (рис. 4), можно выразить формулой:

$$b_d = b_s + 2h_3 \cdot \operatorname{tg} \psi_{6-2} \quad (7)$$

где  $b_s$  – ширина семяпровода, мм;

$h_3$  – глубина посева, мм;

$\psi_{6-2}$  – угол бокового скалывания, град.

При строчном посеве перед ножами не должно образовываться сгруживания почвы, поэтому расстояние между ножами должно подчиняться условию  $t_c > b_d$ , то есть должно превышать ширину деформации.

При наружном диаметре семяпровода  $b_s = 3$  см, глубине посева  $h_3 = 5$  см, угле бокового скалывания  $\psi_{6-2} = 50^\circ$ , согласно формуле (7) ширина деформации почвы междурядья  $b_d > 14,9$  см.

Исходя из этого количество ножей в сошнике следует определять по формуле:

$$n_n = \frac{B_M}{b_s + 2h_3 \cdot \operatorname{tg} \psi_{6-2}} \quad (8)$$

где  $B_M$  – ширина междурядий хлопчатника, м;  $B_M = 60; 90$  см.

Для междурядий  $B_M = 60$  см, при наружном диаметре семяпровода  $b_s = 3$  см, глубине посева  $h_3 = 5$  см, угле бокового скалывания  $\psi_{6-2} = 50^\circ$ , согласно формуле (8), рекомендуемое количество ножей должно составить 5 ед., а для междурядий  $B_M = 90$  см – 9 ед. с углом раствора крыльев  $\gamma = 69^\circ$ .

**Выводы**

Для качественного посева и формирования грядки сошник должен заглубиться в почву до 2-4 см. Для получения слегка уплотненной формы борозды сошник в процессе работы должен быть постоянно прижатым к поверхности междурядья. Для обеспечения непереваливания сгруживаемой почвы через крылья сошника определена оптимальная высота почвы – 14-18 см. Вычислены оптимальные углы установки крыльев в продольном направлении движения сошника  $\alpha = 47^\circ$  и раствора крыльев сошника  $\gamma = 69^\circ$ .



**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Худойбердиев Т.С., Игамбердиев А.К., Вохобов А.А., Мирзаахмедов А.Т. UZ FAP 00722 «Опорно-ползозовидный сошник». Бюллетень изобретений. Ташкент, 2012. N5.
2. Игамбердиев А.К., Худойбердиев Т.С., Вохобов А., Мирзаахмедов А. UZ FAP 00721. «Устройство для посева зерновых культур в междурядья хлопчатника». Бюллетень изобретений. Ташкент, 2012. N5.
3. Igamberdiyev A.K., Khudoyberdiyev T.S, Khoshimova A. Technological bases of winter wheat seeding into the standing cotton and development prospects of seeders // Международная Агроинженерия. 2013; 3: 4-13.
4. Igamberdiyev A.K. New opener for seeding winter wheat in the aisles of cotton growing // European Applied Sciences. 2014; 3. Section 11. Technical sciences. 2014. P. 93-95.
5. Лобачевский Я.П., Маматов Ф., Эргашев И.Т. Фронтальный плуг для хлопководства // Хлопок. 1991. N6. С. 35-37.
6. Сақун В.А., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Современный этап и пути дальнейшего развития пахотных агрегатов // Техника в сельском хозяйстве. 1991. N3. С. 9-12.
7. Лобачевский, Я.П., Панов А.И, Панов И.М. Перспективные направления совершенствования конструкций лемешно-отвальных плугов // Тракторы и сельхозмашины. 2000. N5. С. 12-18.
8. Игамбердиев А.К. Расширение функциональных возможностей сошника и повышение качества посева // Современные инновации в науке и технике: Материалы III Международной научно-практической конференции,

- Курск, 17 апреля 2013. С. 80-85.
9. Игамбердиев А.К. Обоснование технологических и конструктивных параметров сошника для посева семян озимой пшеницы в междурядья хлопчатника // Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса: Материалы международной конференции, Ташкент, 25-26 мая 2015. С. 168-172.
10. Ширяев А.М. Предпосевное уплотнение // Техника в сельском хозяйстве. 1989. N3. С. 93-95.
11. Кондратов А.Ф., Лобачевский Я.П., Кондратов В.А., Медведчиков В.Н., Шаров В.В., Воробьев В.В., Демидов В.П., Ляпин В.Г., Чулкина В.А. Современные технологии и средства механизации обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и защиты растений. Новосибирск. 2001.
12. Мазитов Н.К., Рахимов Р.С., Лобачевский Я.П., Сахапов Р.Л., Галяутдинов Н.Х., Шарафиев Н.З. Влаго- и энергосберегающая технология обработки почвы и посева в остро засушливых условиях // Техника и оборудование для села. 2013. N3 (189). С.2-6.
13. Бледных В.В., Мазитов Н.К., Синявский И.В., Рахимов Р.С., Лобачевский Я.П., Хлызов Н.Т., Рахимов И.Р., Коновалов В.Н., Шарафиев Н.З. Результаты модернизации техники и технологии обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур в экстремальных климатических условиях // АПК России. 2014. Т. 70. С. 5-13.

**REFERENCES**

1. Khudoyberdiyev T.S., Igamberdiyev A.K., Vokhobov A.A., Mirzaakhmedov A.T. UZ FAP 00722. Opornopolozovidnyy soshnik [Abutment and runner-type opener]. *Byulleten' izobreteniy*. Tashkent, 2012; 5. (In Russian)
2. Igamberdiyev A.K., Khudoyberdiyev T.S., Vokhobov A., Mirzaakhmedov A. UZ FAP 00721. Ustroystvo dlya poseva zernovykh kul'tur v mezhduryad'ya khlopchatnika [Tool for grain crops sowing in cotton plants interrow spacings]. *Byulleten' izobreteniy*. Tashkent, 2012; 5. (In Russian)
3. Igamberdiyev A.K., Khudoyberdiyev T.S, Khoshimova A. Technological bases of winter wheat seeding into the standing cotton and development prospects of seeders. *Mezhdunarodnaya Agrozhenneriya*. 2013; 3: 4-13. (In English)
4. Igamberdiyev A.K. New opener for seeding winter wheat in the aisles of cotton growing. *European Applied Sciences*. 2014; 3. Section 11. Technical sciences. 2014: 93-95. (In English)
5. Lobachevskiy Ya.P., Mamatov F., Ergashev I.T. Front plough for cotton cultivation. *Khlopok*. 1991; 6: 35-37. (In

- Russian)
6. Sakun V.A., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A. Present stage and ways of further development of arable units. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1991; 3: 9-12. (In Russian)
7. Lobachevskiy, Ya.P., Panov A.I, Panov I.M. Perspective directions of improvement of designs of moldboard plows. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2000. N5. S. 12-18. (In Russian)
8. Igamberdiyev A.K. Extend the functionality of the opener and improving the quality of sowing. *Sovremennye innovatsii v nauke i tekhnike: Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kursk, 17 April 2013: 80-85. (In Russian)
9. Igamberdiyev A.K. Justification of technological and design parameters of the coulter for seeding winter seed cotton in the aisles. *Problemy povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya elektricheskoy energii v otraslyakh agroprymyshlennogo kompleksa: Materialy mezhdunarodnoy konferentsii*, Tashkent, 25-26 May 2015: 168-172. (In Russian)
10. Shiryaev A.M. Presoweeng puddling. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1989; 3: 93-95. (In Russian)

**Критерии авторства.** Автор несет ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.  
**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution.** The author is responsible for information and plagiarism avoiding.  
**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.