Обоснование параметров усовершенствованного сошника для внесения минеральных и органо-минеральных удобрений

Абдумуталиб Хаджиевич Хаджиев,
доктор технических наук, академик Академии
сельскохозяйственных наук Республики
Узбекистан, руководитель лаборатории,
e-mail: yoldoshev69@mail.ru;
Саидрахим Умарович Темиров,
старший научный сотрудник;

Ортик Камилович Йулдашев,
старший научный сотрудник;
Бахтиер Ражабович Курамбоев,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, Республика Узбекистан

Реферат. При использовании существующих сошников для внесения органо-минеральных удобрений не обеспечивается надежное протекание технологического процесса, так как шейка тукопровода не приспособлена к внесению таких удобрений. (*Цель исследований*) Обосновать параметры усовершенствованного сошника для внесения минеральных и органо-минеральных удобрений. (*Материалы и методы*) Провели исследования с использованием методов теоретической и земледельческой механики, а также аналитической геометрии. Рассмотрели движение частиц почвы по горизонтальной плоскости под действием заостренной части стойки. Построили графики изменения поступательной скорости культиватора в зависимости от угла заострения стойки сошника при углах трения 25, 30 и 35 градусов. (*Результаты и обсуждение*) Получили аналитическую зависимость для определения поступательной способности органо-минеральных удобрений через шейку сошника. Определили угол заострения стойки сошника для внесения удобрений на определенную глубину, при котором они не прилипают к его поверхности и не сгущаются перед ним. Обосновали диаметр шейки тукопровода сошника. (*Выводы*) Доказали, что угол заострения стойки рабочего органа для внесения минеральных и органо-минеральных удобрений, разработанного по результатам проведенных исследований, должен быть в пределах 54-66 градусов. Рекомендовали для обеспечения свободного прохода удобрений диаметр шейки тукопровода сошника, превышающий 43 миллиметра.

Ключевые слова: культиватор-питатель, сошник, держатель, угол заострения, почва, поверхность поперечного сечения, междурядье хлопчатника, диаметр шейки тукопровода.

■ **Для цитирования:** Хаджиев А.Х., Темиров С.У., Йулдашев О.К., Курамбоев Б.Р. Обоснование параметров усовершенствованного сошника для внесения минеральных и органо-минеральных удобрений // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. №4. С. 54-57. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-54-57.

Determination of the Parameters of Improved Coulter for Introducing Mineral and Organic-And-Mineral Fertilizers

Abdumutalib Kh. Khadzhev,
Dr.Sc.(Eng.), member of the Academy of Agricultural
Sciences of the Republic of Uzbekistan,
e-mail: yoldoshev69@mail.ru;
Saidrahim U. Temirov,
senior research associate;

Ortik K. Yuldashev,
Ph.D.(Eng.), senior research associate;
Bakhtier R. Kurambayev,
senior research associate

Research Institute of Agricultural Mechanization, Republic Uzbekistan

Abstract. When using the conventional coulters for applying organic-and-mineral fertilizers, reliable technological process cannot be ensured unless a fertilizer funnel is adapted to such fertilizers. (*Research purpose*) Determination of the parameters of an improved coulter for introducing organic-and-mineral fertilizers. (*Materials and methods*) The authors conducted theoretical studies using the methods of theoretical and agricultural mechanics, as well as analytic geometry. They also considered the horizontal flow of soil particles under the action of the pointed part of a leg and made diagrams of the progressive speed of

a cultivator depending on the cutting-point angle of the coulter leg at friction angles of 25, 30, and 35 degrees. (*Results and discussion*) An analytical relationship was obtained to determine progressive flowability of organic-and-mineral fertilizers through a coulter funnel. The author also found the cutting-point angle of a coulter leg for introducing fertilizers at a certain depth. In this case they neither stick to the coulter surface nor pack up before entering it. The optimum diameter of the fertilizer funnel was determined as well. (*Conclusions*) It has been proved that the cutting-point angle of a working tool leg for introducing mineral and organic-and-mineral fertilizers developed according to the research should range from 54 to 66 degrees. The authors have determined that an easy flow of fertilizers can be ensured if the diameter of a fertilizer funnel of a coulter should be not less than 43 millimeters.

Keywords: feeder cultivator, coulter, holder, cutting-point angle, soil, cross-section surface, cotton inter-row spacing, diameter of a fertilizer funnel.

For citation: Khadzhiev A.Kh., Temirov S.U., Yuldashev O.K., Kuramboev B.R. Obosnovanie parametrov usovershenstvovannogo soshnika dlya vneseniya mineral'nykh i organo-mineral'nykh udobreniy [Determination of the parameters of improved coulter for introducing mineral and organic-and-mineral fertilizers]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N4. 54-57 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-54-57.

При выращивании хлопчатника в зависимости от биологических свойств и фазы роста культуры 2-3 раза вносят минеральные и органико-минеральные удобрения [1, 2]. Однако сошники культиваторов не обеспечивают внесение удобрений на необходимую глубину, установленную агротехническим требованиям, а лишь на 8-10 см. В результате затрудняется поступление удобрений к корням растений, снижается их эффективность.

Кроме этого, при использовании существующих сошников для внесения органико-минеральных удобрений не обеспечивается надежное протекание технологического процесса, так как шейка тукопровода не приспособлена к внесению таких удобрений.

Цель исследований – обосновать параметры усовершенствованного сошника для внесения минеральных и органико-минеральных удобрений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Разработали усовершенствованный сошник для внесения органико-минеральных удобрений (рис. 1).

В рабочем процессе удобрение, поступающее из тукопровода, проходит через его шейку и поступает на дно борозды, открытое долотом.

Рассмотрим движение частиц почвы по горизонтальной плоскости под действием заостренной части стойки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Обоснование угла заострения стойки сошника. При внесении в междурядья минеральные и органико-минеральные удобрения не должны прилипать к сошнику и сгуживаться перед ним. Для этого требуется обосновать угол заострения $2\gamma_T$ предлагаемой усовершенствованной стойки сошника (рис. 2).

Рассмотрим движение частиц почвы по горизонтальной плоскости под действием заостренной части стойки. На этой плоскости частицы почвы двигаются со скоростью V_a по направлению к углу трения φ относительно нормали n , проведенной к рабочей поверхности сошника.

Рис. 1. Схема усовершенствованного сошника:

1 – шейка тукопровода; 2 – направлятель удобрений; 3 – долото; 4 – стойка

Fig. 1. Design scheme of an advanced coulter:

1 – fertilizer funnel; 2 – fertilizer guide; 3 – chisel; 4 – leg

Согласно схеме:

$$V_a \cos \varphi = V \sin \gamma_T;$$

$$\frac{V}{\cos \varphi} = \frac{V_a}{\sin \gamma_T};$$

$$V_a = V \frac{\sin \gamma_T}{\cos \varphi}, \quad (1)$$

где V – скорость поступательного движения сошника, м/с.

Определяем поперечную (перпендикулярную) составляющую V_k скорости движения V_a :

$$V_k = V_a \cos(\gamma_T + \varphi), \quad (2)$$

$$\cos(\gamma_T + \varphi) = \frac{V_k}{V_a}.$$

Чтобы почва не прилипала к рабочей поверхности сошника и не сгуживалась перед ним, поступатель-

Рис. 2. Схема движения частиц почвы под действием стойки сошника

Fig. 2. Scheme of soil particles flow under the action of the coulter leg

ная скорость культиватора V_k должна иметь максимальное значение [3]. Исходя из этого требования и используя уравнения (2), построили графики изменения V_k в зависимости от γ_t , приняв $V = 2$ м/с и $\varphi = 25^\circ$; 30° ; 35° (рис. 3). Графики зависимостей $V_k = f(\gamma_t)$ имеют вид выпуклой параболы, а при определенных значениях γ_t достигают максимального значения.

Для определения угла $\gamma_{\text{т}}$, обеспечивающего максимальное $V_{\text{к}}$, выражение (2) исследуем на экстремум [4]:

$$\frac{dV_{\kappa}}{d\gamma_T} = V \cos \varphi [\cos \gamma_T \cos(\gamma_T + \varphi) - \sin \gamma_T \sin(\gamma_T + \varphi)] = 0 \quad . \quad (3)$$

Отсюда:

$$\cos(2\gamma_T + \varphi) = 0. \quad (4)$$

Решив выражение (4) относительно γ_t , получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned} 2\gamma_{\tau} + \varphi &= 2\pi; \\ 2\gamma_{\tau} &= 2\pi - \varphi; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\gamma_\tau = \pi - \frac{\varphi}{2}. \quad (6)$$

Рис. 3. Зависимость поступательной скорости культиватора от угла заострения стойки сошника при разных углах трения: 1 – 25°; 2 – 30°; 3 – 35°

Fig. 3. The relationship between the forward speed of a cultivator and the cutting-point angle of a coulter leg at different friction angles: 1 – 25°; 2 – 30°; 3 – 35°

Приняв из графиков значения φ в пределах $25-35^\circ$, определяем: $\gamma_t = 27-33^\circ$, или $2\gamma_t = 54-66^\circ$ [3, 5].

Обоснование диаметра шейки тукопровода сошника. Для устойчивого протекания рабочего процесса шейка тукопровода сошника должна свободно пропускать удобрения, поступающие от высевающего аппарата.

Исходя из норм внесения удобрения на 1 пог. м междурядья хлопчатника, должно быть внесено следующее количество удобрений [6]:

$$q = \frac{Q}{l_q}, \quad (7)$$

где Q – норма внесения удобрения, кг/га;

l_q – длина междурядья, приходящаяся на 1 га хлопчатника, м/га.

С другой стороны, количество удобрения, вносимое на расстояние 1 м, равно [6-8]:

$$q = \frac{F_y V_y \rho}{V_\kappa}, \quad (8)$$

где F_y – площадь поперечного сечения потока удобрений, м^2 ;

V_y – скорость поступления удобрения через шейку тукопровода, м/с;

ρ – плотность удобрения, кг/м³;

V_k – поступательная скорость культиватора, м/с.

Из выражений (7) и (8) определяем площадь F_y поперечного сечения шейки тукопровода сошника:

$$F_y \geq \frac{QV_K}{V_y \rho l_a}. \quad (9)$$

С учетом $F_y = \pi d^2/4$ (d – диаметр шейки тукопровода, м) получим:

$$d > 2 \sqrt{\frac{QV_\kappa}{\pi V_y \rho l_q}}. \quad (10)$$

Приняв $Q = 800$ кг/га; $V_k = 2,2$ м/с; $V_y = 1,5$ м/с и $\rho = 480$ кг/м³, из уравнения (10) установили, что для обеспечения свободного пропуска удобрений, поступающих из высевающего аппарата, диаметр шейки тупопровода сошника должен быть не менее 43 мм [9-12].

Выводы

1. Угол заострения стойки рабочего органа для внесения минеральных и органо-минеральных удобрений, разработанного по результатам проведенных исследований, должен быть в пределах 54-66°.

2. Для обеспечения свободного продвижения удобрений диаметр шейки тукопровода сошника при локальном вношении в междурядья хлопчатника должен быть не менее 43 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кишлоқ ҳўжалиги экинларини парваришlash ва маҳсулот етиштириш бўйича намунавий технологик карталар 2011-2015. Ташкент: Hilol Media. 2011. 80 с.
2. Минеев В.Г., Джуманкулов Х.Д. и др. Научные основы применения удобрений в Республиках Средней Азии. Ташкент: Узбекистан. 1977. 70 с.
3. Сергиенко В.А. Технологические основы механизации обработки почвы в междурядьях хлопчатника. Ташкент: Фан. 1978. 112 с.
4. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Наука. 1972. 872 с.
5. Хаджиев А., Хидиров Т., Хамидов Ш. Исследование параметров устройства к глубокорыхлителя для глубокого широкополосного внесения органо-минеральных удобрений // *Вестник ТашГТУ*. 2000. №1. С. 75-77.
6. Симарев Ю. Математические методы анализа эффективного использования сельскохозяйственной техники // *АПК: экономика и управление*. 1999. №6. С. 59-64.
7. Мухаммаджанов М., Сулейманов С. Корневая система

и урожайность хлопчатника. Ташкент: Узбекистан. 1978. С. 36-53.

8. Хаджиев А. Механизация локального внесения минеральных удобрений под хлопчатник. Ташкент: Мехнат. 1988. 187 с.

9. Хаджиев А., Комилов Н. Обоснование места расположения нижней и верхней кромок высевного окна устройства для нарезки гребней с одновременным внесением органо-минеральных удобрений // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2015. №9. С. 32-33.

10. Соколов Ф.А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства. Ташкент: Фан. 1977. С. 171-173.

11. Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. №3. С. 45-52.

12. Мазитов Н.К., Шогенов Ю.Х., Ценч Ю.С. Сельскохозяйственная техника: решения и перспективы // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. №3 (32). С. 94-100.

REFERENCES

1. Кишлоқ ҳўжалиги экинларини парваришlash ва маҳсулот етиштириш бўйича намунавий технологик карталар 2011-2015 [Standard technological cards for agricultural crops and crop production 2011-2015]. Tashkent: Hilol Media. 2011. 80 (In Uzbek).
2. Mineev V.G., Dzhumankulov Kh.D. et al. Nauchnye osnovy primeneniya udobreniy v Respublikakh Sredney Azii [Scientific basics of applying fertilizers in the Republics of Central Asia]. Tashkent: Uzbekistan. 1977. 70 (In Russian).
3. Sergienko V.A. Tekhnologicheskie osnovy mekhanizatsii obrabotki pochvy v mezhduryad'yakh khlopchatnika [Technologic grounds for mechanizing soil tillage in cotton inter-row spacing]. Tashkent: Fan. 1978. 112 (In Russian).
4. Vygodskiy M.Ya. Spravochnik po vysshey matematike [Reference book on higher mathematics]. Moscow: Nauka. 1972. 872 (In Russian).
5. Khadzhiyev A., Khidirov T., Khamidov Sh. Issledovanie parametrov ustroystva k glubokorykhlytelyu dlya glubokogo shirokopolosnogo vneseniya organo-mineral'nykh udobreniy [Study of the parameters of a subsoil cultivator extension for deep wide-coverage application of organic-and-mineral fertilizers]. *Vestnik TashGTU*. 2000. №1. 75-77 (In Russian).
6. Simarev Yu. Matematicheskie metody analiza effektivnogo ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Mathematical methods for analyzing the effectiveness of using agricultural machinery]. *APK: ekonomika i upravlenie*. 1999. №6. 59-64.
7. Mukhammadzhanov M., Suleymanov S. Kornevaya siste-

ma i urozhaynost' khlopchatnika [Root system and yield of cotton]. Tashkent: Uzbekistan. 1978. 36-53 (In Russian).

8. Khadzhiyev A. Mekhanizatsiya lokal'nogo vneseniya mineral'nykh udobreniy pod khlopchatnik [Mechanization of the local application of mineral fertilizers for cotton]. Tashkent: Mekhnat. 1988. 187 (In Russian).

9. Khadzhiyev A., Komilov N. Obosnovanie mesta raspolozheniya nizhney i verkhney kromok vysevnogo okna ustroystva dlya narezki grebney s odnovremennym vneseniyem organo-mineral'nykh udobreniy [Determining the location of lower and upper edges of a seed opening in a device for cutting ridges with simultaneous introduction of organic-and-mineral fertilizers]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennye mashiny*. 2015. №9. 32-33 (In Russian).

10. Sokolov F.A. Agronomicheskie osnovy kompleksnoy mekhanizatsii khlopkovodstva [Agronomical foundations of complex mechanization of cotton growing]. Tashkent: Fan. 1977. 171-173 (In Russian).

11. Nesmiyan A.Yu., Tsench Yu.S. Tendentsii i perspektivy razvitiya otechestvennoy tekhniki dlya poseva zernovykh kul'tur [Trends and prospects of development of domestic equipment for sowing crops]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12. №3. 45-52 (In Russian).

12. Mazitov N.K., Shogenov Yu.Kh., Tsench Yu.S. Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: resheniya i perspektivy [Agricultural machinery: solutions and prospects]. *Vestnik VIESH*. 2018. №3(32). 94-100 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 08.04.2019
The paper was submitted
to the Editorial Office on 08.04.2019

Статья принята к публикации 13.06.2019
The paper was accepted
for publication on 13.06.2019