УДК 631.312



DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-44-47

### Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя

Хуршед Гафурович Абдулхаев, старший научный сотрудник, докторант, e-mail: paytbaev@list.ru;

**Миркомил Мирзатолибович Халилов,** младший научный сотрудник, докторант

Узбекский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, Ташкентская область, Республика Узбекистан

Реферат. Обеспечение качественного посева и равномерности всходов семян зависит от предпосевной подготовки почвы: разравнивания поверхности полей, уплотнения почвы до требуемой степени и образования мелкокомковатого мульчирующего слоя на ее поверхности. Для выполнения этих операций разработали выравниватель-рыхлитель. (Цель исследования) Обосновать углы заострения, длины и ширины междуследия режущих ножей выравнивателя-рыхлителя. (Материалы и методы) Провели теоретические исследования с применением методов высшей математики и теретической механики. Получили аналитические зависимости, определяющие рациональные значения угла заострения режущих ножей и ширину их междуследия. (Результаты и обсуждение) Показали, что передняя часть выравнивателя устраняет неровности поверхности почвы, а задняя часть уплотняет. Комки, находящиеся на поверхности почвы, частично измельчаются режущими ножами и частично вдавливаются в почву. Формируется мульчирующий слой толщиной 4-6 сантиметров. Приняли длину ножей равной глубине посева семян хлопчатника. Определили угол заострения ножей из условия отсутствия сгруживания почвы перед ними и исключения залипания ее на их рабочей поверхности. (Выводы) Выявили, что для обеспечения качественной подготовки почвы к севу при минимальных затратах энергии угол заострения режущих ножей выравнивателя-рыхлителя должен быть в пределах 54-66 градусов. Учитывая, что выравниватель-рыхлитель применяют в основном при подготовке почвы под посев хлопчатника, а заделку семян хлопчатника проводят на глубину 4-6 сантиметров, предложили принять длину ножей равной 5 сантиметрам. Рассчитали, что ширина междуследия режущих ножей не должна превышать 10 сантиметров.

**Ключевые слова:** выравниватель-рыхлитель, предпосевная обработка почвы, режущий нож, угол заострения, ширина междуследия, глубина обработки почвы, скорость движения.

**■** Для цитирования: Абдулхаев Х.Г., Халилов М.М. Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. N3. С. 44-47. DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-44-47.

# **Determining the Parameters of Leveler-Ripper Shanks**

Khurshed G. Abdulkhaev,

Mirkomil M. Khalilov,

senior research engineer, post-doc researcher, e-mail: paytbaev@list.ru;

junior research engineer, post-doc researcher

Uzbekistan Research Institute for Farm Mechanization, Tashkent Region, Republic of Uzbekistan

**Abstract.** In order to ensure high-quality sowing and smooth seed germination, the main task in pre-sowing soil preparation is field surface leveling, soil compaction to the required degree and the formation of a mildly mulching layer on the soil surface. For combined implementation of these operations, a leveler-ripper has been designed. (*Research Purpose*) Determination of cutting-edge angles, the inter-leg length and width of the shanks of a leveler-ripper (*Materials and Methods*) Theoretical studies were carried out using the methods of higher mathematics and theoretical mechanics. The authors obtained analytical dependences that help determine the rational values of the cutting-edge angle of the shanks and their inter-leg width. (*Results and Discussion*) It has been shown that the front part of a leveler aligns the unevenness of field surface, and the rear part compacts the soil. At the same time, the lumps located on the soil surface are partially crushed with the shanks and partially pressed into the soil. As a result, a mulching layer about 4-6 centimeters thick is formed. The shank length was taken equal to the sowing depth of cotton seeds. The authors determined the cutting-edge angle of the shanks proceeding from the condition of no soil build-up in front of them and no soil sticking to their working surface. (*Conclusions*) It has been revealed that to ensure quality soil preparation for sowing with minimal energy consumption, the cutting-edge angle of the shanks of a leveler-ripper should be in the range of 54-66 degrees.

## MACHINERY FOR SOIL CULTIVATION



Taking into account that a leveler-ripper is used mainly for soil preparation for cotton sowing, and cotton seeds are sealed at a depth of 4-6 centimeters, the shank length can take an average of 5 centimeters. It has been calculated that the inter-leg width should not exceed 10 centimeters.

Keywords: leveler-ripper, pre-sowing soil treatment, shank, cutting-edge angle, inter-leg width, soil tillage depth, travel speed.

■ For citation: Abdulkhaev Kh.G., Khalilov M.M. Obosnovaniye parametrov nozhey vyravnivatelya-rykhlitelya [Determining the parameters of leveler-ripper shanks]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N3. 44-47 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-3-44-47.

Вусловиях Республики Узбекистан обеспечение качественного посева и равномерности всходов семян зависит от предпосевной подготовки почвы: разравнивания поверхности полей, уплотнения почвы до требуемой степени и образования мелкокомковатого мульчирующего слоя на ее поверхности. Для этого мы разработали выравниватель-рыхлитель (рис. 1). Он состоит из выравнивателя, оборудованного режущими ножами, и зубчатого катка, шарнирно присоединенного к нему [1]. Агрегат применяют при подготовке полей к севу хлопчатника, зерновых и повторных культур. За один проход он выравнивает поверхность полей, уплотняет почву и образует мелкокомковатый слой на ее поверхности, то есть совмещает все три операции.

**Ц**ель исследования — обосновать углы заострения, длины и ширины междуследья режущих ножей выравнивателя-рыхлителя.

Материалы и методы. Теоретические исследования провели с применением методов высшей математики и теретической механики. Получили аналитические зависимости, описывающие рациональные значения угла заострения режущих ножей и ширину их междуследия.

**Результаты и обсуждение.** В ходе исследований изучили параметры режущих ножей выравнивателя-рыхлителя:

2γ – угол заострения, град.;

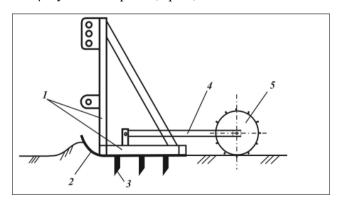


Рис. 1. Конструктивная схема выравнивателя-рыхлителя 1 – рама с навеской; 2 – выравниватель; 3 – режущие ножи; 4 – тяга; 5 – зубовый каток

Fig. 1. Design scheme of a leveler-ripper

1 - a frame with an attachment; 2 - a leveler; 3 - s hanks;

 $4 - a \ rod; \ 5 - a \ toothed \ roller$ 

a — ширина междуследия, м;

h – длина (высота), м.

Угол заострения ножей определяем из условия отсутствия сгруживания почвы перед ними и исключения залипания ее на их рабочей поверхности. Для этого необходимо выполнить следующее условие [2, 4]:

$$\gamma < \frac{\pi}{2} - \varphi \quad , \tag{1}$$

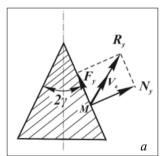
где  $\gamma$  — половина угла заострения режущего ножа, град.;

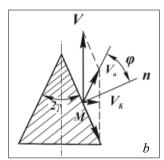
 $\phi$  — внешний угол трения почвы, град.

При выполнении условия (1) под влиянием нормальной силы  $N_{\rm y}$  и силы трения  $F_{\rm y}$ , приложенных со стороны рабочей поверхности режущего ножа, частицы почвы на горизонтальной плоскости перемещаются по направлению их равнодействующей  $R_{\rm y}$  со скоростью  $V_{\rm a}$  (puc. 2):

$$V_a = V \frac{\sin \gamma}{\cos \varphi} \,, \tag{2}$$

где V— скорость агрегата при поступательном движении. Пользуясь схемой, определяем перпендикуляр-





 $Puc.\ 2.\ C$ хема для определения угла заострения ножа выравнивателя-рыхлителя:  $N_y$  — нормальная сила;  $F_y$  — сила трения;  $R_y$  — равнодействующая; M — частица почвы;  $2\gamma$  — угол заострения;  $\varphi$  — внешний угол трения почвы; V — скорость перемещения частицы почвы;  $V_\kappa$  — перпендикулярная составляющая скорости; n — нормаль, проведенная  $\kappa$  рабочей поверхности ножа

Fig. 2. Scheme for determining the cutting-edge angle of the leveler-ripper shanks:  $N_y$  – normal force;  $F_y$  – friction force;  $R_y$  – resultant force; M – a soil particle;  $2\gamma$  – the cutting-edge angle;  $\varphi$  – the external angle of soil friction; V – the speed of movement of the soil particles;  $V_\kappa$  – a perpendicular component of the speed; n – a normal line to the working surface of a shank



ную к направлению движения составляющую  $V_{\kappa}$  скорости  $V_{a}$  (рис. 2b):

$$V_{\kappa} = V \frac{\sin \gamma}{\cos \varphi} \cos(\gamma + \varphi). \tag{3}$$

В выражении (3) примем V=2 м/с. Построим графики изменения скорости  $V_{\rm K}$  в зависимости от угла  $\gamma$  при разных значениях  $\varphi$  (puc.~3). Из графиков видно, что скорость  $V_{\rm K}$  в зависимости от угла  $\gamma$  изменяется по закону выпуклой параболы и при некоторых значениях угла  $\gamma$  имеет максимальное значение.

Очевидно, что при значениях угла  $\gamma$ , соотвеству-

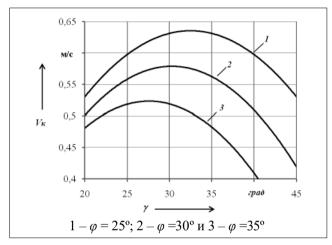


Рис. 3. Изменение скорости  $V_{\kappa}$  в зависимости от угла  $\gamma$  при разных значениях внешнего угла трения почвы  $\varphi$ 

$$1-25^{\circ}; 2-30^{\circ}; 3-45^{\circ}$$

Fig. 3. Change in speed  $V\kappa$  depending on angle  $\gamma$  at different values of the external angle of soil friction  $\varphi$ 

$$1-25^{\circ}$$
;  $2-30^{\circ}$ ;  $3-45^{\circ}$ 

ющих максимальной скорости  $V_{\kappa}$ , вероятность залипания почвы на рабочей поверхности ножей выравнивателя-рыхлителя и сгруживания ее перед ними будет очень мала. В результате обеспечивается качественное выполнение технологического процесса и снижение тягового сопротивления.

Для определения значения угла  $\gamma$ , при котором  $V_{\kappa}$  будет иметь максимальное значение, исследуем выражение (3) на экстремум по  $\gamma$ . Для этого определим первую производную выражения (3) по  $\gamma$  и полученный результат приравняем к нулю [5]:

$$\frac{dV_{\kappa}}{d\gamma_{\text{MILM}}} = V \cos \varphi \left[\cos \gamma \cos \gamma + \varphi\right) - \sin \gamma \sin(\gamma + \varphi) = 0 \quad (4)$$

$$\cos(2\gamma + \varphi) = 0. \tag{5}$$

Из выражения (5) получим:

$$\gamma = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \,. \tag{6}$$

Подставляя известные значения  $\varphi$  (25-35°) в выражение (6), определили, что угол  $\gamma$  должен быть в пределах 27-33°, а угол заострения ножа выравнивателя-рыхлителя  $2\gamma - 54-66$ ° [6, 7].

Длину ножей определим исходя из глубины посева семян, так как ножи должны обрабатывать почву на эту глубину [8, 9].

Если учесть, что разработанная машина применяется в основном при подготовке почвы под посев хлопчатника, а посев семян хлопчатника проводится на глубину 4-6 см, то длину ножей можно принять в среднем равной 5 см.

Ширину междуследия ножей определим из условия обеспечения полной подготовки обрабатываемого слоя:

$$a \le 2htg \psi_{\delta},$$
 (7)

где  $\psi_{\delta}$  – угол бокового скалывания почвы, град.

Расчеты, проведенные по выражению (7), при h=5 см и  $\psi_\delta=45^\circ$  показали, что ширина междуследия режущих ножей должна быть не более 10 см [10-12].

Выводы. Для обеспечения качественной подготовки почвы к севу при минимальных затратах энергии угол заострения режущих ножей выравнивателя-рыхлителя, определенный из условия отсутствия сгруживания почвы перед ними и исключения залипания ее на их рабочую поверхность, а также обеспечения максимальной скорости перемещения частицы почвы в поперечном направлении, должен быть в пределах 54-66°. Учитывая, что выравниватель-рыхлитель применяют в основном при подготовке почвы под посев хлопчатника, а заделку семян хлопчатника проводят на глубину 4-6 см, предложили принять длину ножей равной 5 см. Рассчитали, что ширина междуследия режущих ножей не должна превышать 10 см.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Имомкулов К.Б., Халилов М.М. Обоснование параметров ножей выравнивающе-рыхляющей машины // Agroilm. 2017. N3(47). С. 100-102.
- 2. Тургунов А.А. Выбор формы и обоснование параметров глубокоходной лапы // Сельское хозяйство Узбекистана. 1998. N2. C. 39-40.
- 3. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и ме-
- лиоративные машины. М.: Колос. 2005. 671 с.
- 4. Бледных В.В. Устройство расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий. Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия. 2010. 214 с.
- 5. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной матиматике. М.: Наука. 2006. 509 с.
- 6. Тухтакузиев А., Имомкулов К.Б. Научно-технические

## ТЕХНИКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

## MACHINERY FOR SOIL CULTIVATION



основы деформации и разрушения почвы с минимальными затратами энергии. Ташкент: Komron Press. 2013. 120 с.

- 7. Сергиенко В.А., Байметов Р.И., Мансуров К.М. Основная обработка почвы в зоне Каршинской степи. Ташкент: Фан. 1982. 64 с.
- 8. Хамидов А. Хлопковые сеялки (Теория, конструкция и расчет). Ташкент: Укитувчи. 1984. 246 с.
- 9. Абдулхаев Х.Г. Обоснование ширины междуследия зубьев орудия для обработки гребней // Научно-технический журнал ФерПИ. 2016. N4. C. 147-149.
  - 10. Тухтакузиев А., Мухамеджонов Ж., Умрзоков А., Аб-

дувахобов Д. Обоснование параметров колебательно-зубовых борон // *Проблемы механики*. 2013. N3-4. C. 104-107.

- 11. Mudarisov S.G., Gabitov I.I., Lobachevskiy Ya.P., Mazitov N.K., Rakhimov R.S., Khamaletdinov R.R., Rakhimov I.R., Farkhutdinov I.M., Mukhametdinov A.M., Gareev R.T. Modeling the technological process of tillage. Solli Tillge Research. 2019. Vol. 190. 70-77.
- 12. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И. Теоретические и технологические аспекты работы рыхлительного рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. Т. 10. N5. С. 17-23.

#### **REFERENCES**

- 1. Imomkulov K.B., Khalilov M.M. Obosnovanie parametrov nozhey vyravnivayushche-rykhlyayushchey mashiny [Determining the parameters of knives used in leveling-ripper machines]. *Agroilm.* 2017. N3(47). 100-102 (In Russian).
- 2. Turgunov A.A. Vybor formy i obosnovanie parametrov glubokokhodnoy lapy [Choosing the form and determining the parameters of a deep-entry tine]. *Sel'skoe khozyaystvo Uzbekistana*. 1998. N2. 39-40 (In Russian).
- 3. Klenin N.I., Sakun V.A. Sel'skokhozyaystvennye i meliorativnye mashiny [Agricultural and land reclamation machines]. Moscow: Kolos. 2005. 671 (In Russian).
- 4. Blednykh V.V. Ustroystvo, raschet i proektirovanie pochvoobrabatyvayushchikh orudiy [Construction, calculating and designing of tillage implements]. Chelyabinsk: Chelyabinskaya gosudarstvennaya agroinzhenernaya akademiya. 2010. 214 (In Russian).
- 5. Vygodskiy M.Ya. Spravochnik po elementarnoy matimatike [Reference book on elementary mathematics]. Moscow: Nauka. 2006. 509 (In Russian).
- 6. Tukhtakuziev A., Imomkulov K.B. Nauchno-tekhnicheskie osnovy deformatsii i razrusheniya pochvy s minimal'nymi zatratami energii [Scientific and technical fundamental of soil deformation and destruction with minimal energy consumption]. Tashkent: Komron Press. 2013. 120 (In Russian).
- 7. Sergienko V.A., Baymetov R.I., Mansurov K.M. Osnovnaya obrabotka pochvy v zone Karshinskoy stepi [Basic tillage operations in the Karshi steppe zone]. Tashkent: Fan. 1982. 64 (In Russian).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

- 8. Khamidov A. Khlopkovye seyalki (Teoriya, konstruktsiya i raschet) [Cotton seed drills (Theory, design, and calculation)]. Tashkent: Ukituvchi. 1984. 246 (In Russian).
- 9. Abdulkhaev Kh.G. Obosnovanie shiriny mezhduslediya zub'yev orudiya dlya obrabotki grebney [Determining the width of an inter-tine gap of a tool for ridge cultivation]. *Nauchno-tekhnicheskiy zhurnal FerPI*. 2016. N4. 147-149 (In Russian).
- 10. Tukhtakuziev A., Mukhamedzhonov Zh., Umrzokov A., Abduvakhobov D. Obosnovanie parametrov kolebatel'no-zubovykh boron [Determining the parameters of vibrational-tine harrows]. *Problemy mekhaniki*. 2013. N3-4. 104-107 (In Russian).
- 11. Mudarisov S.G., Gabitov I.I., Lobachevskiy Ya.P., Mazitov N.K., Rakhimov R.S., Khamaletdinov R.R., Rakhimov I.R., Farkhutdinov I.M., Mukhametdinov A.M., Gareev R.T. Modeling the technological process of tillage. Solli Tillge Research. 2019. Vol. 190. 70-77 (In Russian).
- 12. Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I. Teoreticheskie i tekhnologicheskie aspekty raboty ryhlitel'nogo rabochego organa [Theoretical and technological aspects of the loosening working body]. *Sel'skohozyaystvennye mashiny i tekhnologii.* 2016. V. 10. N5. 17-23 (In Russian).

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

Статья поступила в редакцию 04.06.2019 The paper was submitted to the Editorial Office on 04.06.2019 Статья принята к публикации 28.06.2019

The paper was accepted for publication on 28.06.2019