

2. Горячкин, В.П. Собрание сочинений в 3-х томах – Изд. 2-е. / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968.
3. ГОСТ 28305-89. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Правила приемки на испытания. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
4. ГОСТ 70.2.30-78. Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка машин. Программа и методы. – М.: Изд-во стандартов, 1978.
5. ГОСТ 20915-88. Методы определения условий испытаний. Сельскохозяйственная техника. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
6. РТМ 70.23.026-80. Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка и учёт функционального уровня оператора. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

УДК. 631.333.55

## **ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РЫХЛИТЕЛЯ С ТУКОПРОВОДОМ-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ**

**З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент,  
И.Ж. Тоиров, канд. техн. наук, доцент**

*Каршинский инженерно-экономический институт,  
г. Карши, Республика Узбекистан  
botirov1972@inbox.ru*

*Аннотация.* Приведена методика расчета тягового сопротивления рыхлителя-удобрителя снабженного тукопроводами-распределителями для трехъярусного внесения удобрений. Определены составляющие баланса тягового сопротивления, установлена зависимость от глубины посева.

*Abstract.* A method for calculating the traction resistance of a ripper-fertilizer equipped with fertilizer ducts-distributors for three-tier fertilizer application is given. The components of the balance of traction resistance are determined, the dependence on the depth of sowing is established.

*Ключевые слова:* тяговое сопротивление, рыхлитель-удобритель, тукопровод-распределитель, гребнеделатель.

*Key words:* traction resistance, cultivator-fertilizer, fertilizer distributor-distributor, comber.

**Введение.** Технологии и технические средства для внесения минеральных удобрений в слой развития корневой системы растений занимает одно из важных вопросов на производстве сельскохозяйственных культур. Также одной из важных задач в сельском хозяйстве считается разработка технических средств, осуществляющих формирование гребней с одновременным внесением минеральных удобрений в зону развития корневой системы растений. В сельскохозяйственном производстве особое внимание уделяется снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов на основе передовых технологий и разработки высокопроизводительных сельскохозяйственных машин.

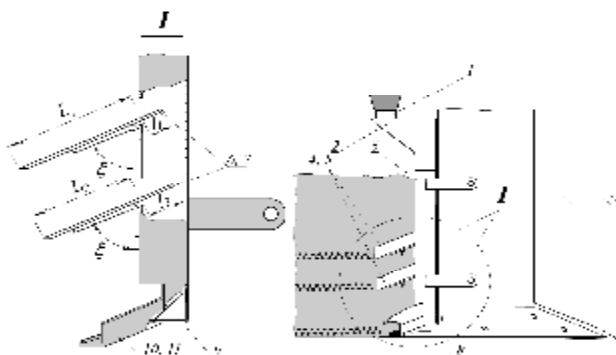
В предложенной технологии вначале рыхлителями, снабженными тукопроводами-распределителями, проводят рыхление почвы по линии посева на глубину до 35 см и одновременно ленточно вносятся удобрения в три яруса: на глубину 16–18 см, 28–30 см и 40–45 см. Затем по линии внесения удобрений формируются гребни.

Данная технология осуществляется осенью на подготовленном поле для формирования гребней: после уборки стеблей хлопчатника, вспашки двухъярусными плугами на глубину 35–40 см или вспашки на глубину 30 см с почвоуглублением на 10–15 см, чизелования, боронования и малования.

Процесс работы комбинированного агрегата происходит следующим образом: вначале рыхлитель разрыхляет почву на глубину 30–35 см. Одновременно с рыхлением тукопроводом, установленным на задней части стойки рыхлителя, вносятся удобрения в три слоя. Затем гребнеделателями формируются гребни по линии внесения удобрения.

Предлагаемая нами технология предусматривает поярусное внесение минеральных удобрений под семена хлопчатника, т.е. 100% их размещение в зоне распространения корневой системы растения с одновременным формированием гребней.

**Основная часть.** Для обеспечения этой технологии нами разработан экспериментальный рыхлитель-удобритель снабженный тукопроводами-распределителями для трехъярусного внесения удобрений с междурядьем 90 см [1].



Рисинук 1 – Тукопровод-распределитель для трехслойного внесения удобрений

Тукопровод-распределитель рыхлителя-удобрителя состоит из цилиндрической части 1, к которой присоединяется тукопровод от туковысевающего аппарата, наклонной воронкообразной части 2, концентрирующий поток удобрений и тукопроводящего канала 3.

На задней части тукопроводящего канала установлены два патрубка 4 и 5 в виде лотка под углом, обеспечивающего свободное движение гранулированных удобрений. Внутри каждого патрубка установлены подвижные отражательные пластины 6 и 7, которые рассекают удобрения, движущиеся по тукопроводящему каналу на части с последующим направлением их в соответствующий горизонт почвы. Отражательные пластины тукопроводящего канала полностью его не перекрывают, поэтому часть удобрений поступает в нижний распределитель 8 туков [1, 2].

Известно, что тукопровод рыхлителя-удобрителя должен отвечать следующим основным требованиям: иметь удобную компоновку за рыхлительным рабочим органом рыхлителя, обеспечить качественное распределение минеральных удобрений на заданных глубинах [3].

Тяговое сопротивление рыхлителя зависит от параметров его элементов и физико-механических свойств почвы. Тяговое сопротивление рыхлителя складывается из сопротивлений долота, лемехов и стойки с тукопроводом

$$P = P_o + 2P_n + P_{cm}, \quad (1)$$

где  $P_o$ ,  $P_n$  и  $P_{cm}$  – соответственно тяговые сопротивления долота, лемеха и стойки с тукопроводом.

Общее тяговое сопротивление рыхлителя с тукопроводом-распределителем будет равно

$$P = P_n + 2P_n + P_{cr} = \sigma_o \delta b_o + \frac{qb_o^2 \sin(\alpha_o + \beta_\phi) \sin(\alpha_o + \beta_\phi + \phi)}{2 \sin^2 \beta_\phi \cos \phi} + \tau \frac{a}{\sin \psi} \times \quad (2)$$

$$\times (b_o + K \frac{\text{actg} \psi_1}{\sin \psi}) [\cos \psi + f \sin(\alpha_o + \psi) \cos \alpha_o] +$$

$$+ \gamma a [b_o V^2 \sin \alpha_o \text{tg}(\alpha_o + \phi) + gl_o (b_o + \text{actg} \psi_1) (\frac{1}{2} \sin \alpha_o +$$

$$+ f \cos^2 \alpha_o)] (1 + \frac{W}{100}) + K_c F_c E_1 + (F_1^1 \gamma_1 + F_1^2 \gamma_2) (gl_1 E_2 + V^2 E_3) +$$

$$+ \frac{2\rho h K_3}{\cos \phi} \left( l_{cm} V^2 \sin^2 \beta_1 \sin(\beta_1 + \phi) + \frac{gh}{2 \text{tg} \gamma_1} \cos^2 \gamma_1 (\text{tg} \gamma_1 + \text{tg} \phi) (l_c \sin(\beta_1 + \phi) + 2(b_1 + b_2) \sin \phi) \right),$$

где  $F_c$  – площадь скалывания почвы, м<sup>2</sup>;  $K_c$  – удельное сопротивление почвы подпахотного слоя сдвигу.

Расчеты по формуле (2) показали, что тяговое сопротивление тукопровода составляет 12–12,5 % от тягового сопротивления стойки и 4–5 % от общего тягового сопротивления рабочего органа рыхлителя.

Графическая интерпретация математической модели (2) на ЭВМ (рис.2) показывает, что при увеличении скорости движения рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем, тяговое сопротивление увеличивается по криволинейной зависимости. Так при  $V = 1,0$  м/с,  $\varphi_1 = 28^\circ$  тяговое сопротивление составило 4,11 кН, а при  $V=2,0$  м/с,  $\varphi_1=28^\circ$   $P=5,86$  кН.

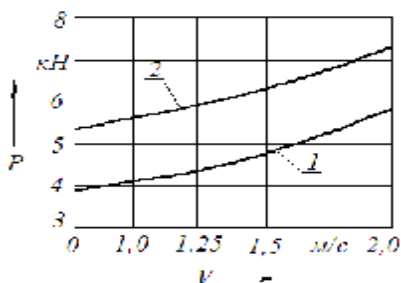


Рисунок 2. Тяговое сопротивление рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем в зависимости от скорости движения  
 1 –  $\varphi=26^\circ$ ,  $\varphi_1=28^\circ$ ; 2 –  $\varphi=29^\circ$ ,  $\varphi_1=40^\circ$

Тяговое сопротивление увеличивается также с увеличением коэффициента внутреннего трения почвы  $\varphi_1$ . Так, например, при  $V=1,0$  м/с,  $\varphi_1 = 28^\circ$   $P=4,11$  кН, а при  $V=1,0$  м/с,  $\varphi_1 = 40^\circ$  и  $P=5,61$  кН. Эти зависимости можно использовать для определения тягового сопротивления при различных параметрах рабочего органа рыхлителя, физико-механических свойствах почвы и скорости движения.

**Заключение.** Тяговое сопротивление рабочего органа рыхлителя с тукопроводом-распределителем зависит от физико-механических свойств почвы, толщины лезвия и длины лезвия долота, длины рабочей поверхности лемеха, угла крошения и раствора лемеха, ширины захвата рабочего органа и скорости движения.

### Список использованной литературы

1. Батиров, З.Л. Тяговое сопротивление глубокорыхлителя с тукопроводом - распределителем для трехслойного внесения удобрений / З.Л. Батиров, Ф.М. Маматов, Б.С. Мирзаев, М.С. Халилов // «Молодой ученый». – Россия, 2013. – № 11 (58), – С. 252–255. <https://moluch.ru/archive/58/8000/>
2. Маматов, Ф.М. Трехъярусное внесение удобрений тукопроводом-распределителем глубокорыхлителя / Ф.М. Маматов, З.Л. Батиров, М.С. Халилов, Е.Б. Холияров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2019-13-4-48-53>.

3. Batirov, Z. Layered application of mineral fertilizers with the coulter ripper of a combined unit / Z. Batirov, I. Toirov, F. Boymuratov, Sh. Sharipov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021). doi: 10.1088/1757-899X/1030/1/012168.

УДК. 631.333.55

## **ПАРАМЕТРЫ МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГРЕБНЕЙ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ**

**З.Л. Батиров, д-р техн. наук, доцент,**

**Ф.Э. Бегимкулов, канд. техн. наук, доцент,**

**Ё.Э. Махмудов, ассистент, З.О. Тухтаева, студент**

*Каршинский инженерно-экономический институт,*

*г. Карши, Республика Узбекистан*

*batirov1972@inbox.ru*

*Аннотация.* Применяемые способы внесения удобрений под хлопчатник в Узбекистане имеют ряд существенных недостатков. Они не обеспечивают доступность питательных веществ в корневую систему растения. При внесении удобрения в зоне развития корней в нужном соотношении повышается коэффициент их использования и урожайности хлопчатника. В статье приведены технология формирования новых гребней вместо существующих гребней и новых борозд вместо существующих борозд на полях с убранной гуза-пай с одновременным внесением удобрений и усовершенствованный чизель-культиватор-удобритель с гребнеобразователями для его осуществления, а также результаты теоретических исследований по обоснованию основных параметров чизеля.

*Abstract.* The applied methods of applying fertilizers for cotton in Uzbekistan have a number of significant drawbacks. They do not ensure the availability of nutrients to the root system of the plant. When applying fertilizer in the zone of root development in the right ratio, the coefficient of their use and cotton yield increases. The article presents the technology for the formation of new ridges instead of existing ridges and new furrows instead of existing furrows in fields with harvested guza-pai with simultaneous application of fertilizers and an improved chisel-cultivator-fertilizer with ridge formers for its implementation, as well as the results of theoretical studies to substantiate the main parameters of the chisel.

*Ключевые слова:* почва, гребня, внесение удобрений, технология, чизель-культиватор-удобритель, гребнеобразователь, туковый сошник.

*Key words:* soil, ridges, fertilization, technology, chisel-cultivator-fertilizer, ridge former, fertilizer coulter.

**Введение.** Технологии и технические средства для внесения минеральных удобрений в слой развития корневой системы растений занимает одно из важных вопросов на производстве сельскохозяйственных культур. Также одной из важных задач в сельском хо-