

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Абдурахмонов У.Н.

Email: Abdurakhmonov1182@scientifictext.ru

*Абдурахмонов Урол Нурматович - кандидат технических наук, доцент,  
кафедра инженерии транспортных средств,  
Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республика Узбекистан*

**Аннотация:** в статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований параметров рыхлителя орудия для поверхностной обработки почвы и скорости движения тягового сопротивления. На изменение тягового сопротивления влияют его длины зубьев и величины их междудулия, силы натяжения и жесткости нажимной пружины механизма навески, а также скорость движения. Исследования показали, что длина зуба, сила натяжения нажимной пружины и скорость движения агрегата существенно влияют на тяговое сопротивление рыхлителя. Их увеличение вызывает повышение тягового сопротивления. Увеличение величины междудулия зубьев и уменьшение жесткости нажимной пружины – снижению.

**Ключевые слова:** борона, рыхлитель, зуб, длина зубьев, междудулие зубьев, почва, силы, параллелограммное механизм, натяжения пружины, жесткость пружины, тяговое сопротивление.

## DETERMINATION OF THE TRACTION RESISTANCE OF THE GUN FOR SURFACE TILLAGE

Abdurakhmonov U.N.

*Abdurakhmonov Urol Nurmatovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
DEPARTMENT OF VEHICLE ENGINEERING,  
KARSHI ENGINEERING AND ECONOMIC INSTITUTE, KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

**Abstract:** the article presents the results of theoretical and experimental studies of the parameters of the ripper of the tool for surface tillage and the speed of movement on the traction resistance. The change in the traction resistance is influenced by the length of the teeth and the size of their spacing, the tension force and stiffness of the pressure spring of the hitching mechanism, as well as the speed of movement. The study showed that the tooth length, the tension force of the pressure spring and the speed of the unit movement significantly affect the traction resistance of the ripper. Their increase causes an increase in traction resistance. An increase in the value of the tooth spacing and a decrease in the stiffness of the pressure spring – a decrease.

**Keywords:** harrow, ripper, tooth, tooth length, tooth spacing, soil, forces, parallelogram mechanism, spring tension, spring stiffness, traction resistance.

УДК 631.313.02

Поверхностная обработка почвы является одним из важнейших агротехнических мероприятий в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Задачи поверхностной обработки – разрыхлить верхний слой почвы на глубину сева семян, выровнять и частично уплотнить поверхности поля, разрушить почвенную корку с целью сохранения влаги в посевном слое.

От качества и своевременности ее проведения зависит качества сева, получение дружных всходов и быстрота прорастания семян, а в дальнейшем и развитие растений [1, 2, 3, 4].

Обработка почвы в фермерских хозяйствах проводится в разные периоды года (весной, летом, осенью), причем на небольших участках. Они на одном и том же участке в течение года получают 2-3 урожая этих культур.

Машины и орудия для их хозяйств должны быть компактными, высокоманевренными и удобными в эксплуатации, легкими и рассчитанными для работы в разных условиях, в том числе и на небольших полях сложной конфигурации.

Учитывая это, в Республике в настоящее время активно ведутся НИР и ОКР, направленные на создание для фермерских и крестьянских хозяйств как нового поколения колесных тракторов класса 0,6...1,4, так и шлейфа машин и орудий к ним.

Основной задачей поверхностной обработки почвы является обеспечение мелкокомковатого ее рыхления на глубину 4...6 см. Кроме того, тяговое сопротивление рыхлителя должно быть как можно минимальным.

Целью настоящей работы является определить изменение тягового сопротивления рыхлителя в зависимости от его параметров и скорости движения агрегата.

Общее тяговое сопротивление орудия можно определить по следующей зависимости:

$$R_0 = R_n + R_z + R_{nep} \quad (1)$$

где:  $R_n$ ,  $R_z$  - сила сопротивления почвы перемещению переднего и заднего рыхлителей соответственно;

$R_{nep}$  - сила сопротивления опорных устройств орудия перемещению.

При работе агрегата зубья рыхлителя переднего ряда воздействуют на еще недеформированную почву, а второго и последующих рядов на частично деформированную (зубьями рыхлителя переднего ряда) почву. С учетом этого развернутая зависимость для определения тягового сопротивления орудия имеет следующий вид [5,6].

$$R_0 = f \left( R_z + 2m_p' g \right) + \frac{(B-a)(1+\eta^1)}{2a} \cdot \left[ q \frac{S_3(2h-h_0)}{2\sin\beta} + \mu h^2 V_n^2 \gamma \sin\beta \operatorname{tg}\psi_c^2 \right] \cdot \frac{\sin(\beta+\varphi'')}{\cos\varphi''} \quad (2)$$

где:  $R_z$  - вертикальная нагрузка на опорные устройства орудия;

$m_p'$  - масса рыхлителей орудия;  $f$  - коэффициент трения почвы по сталь;

$g$  - ускорение свободного падения;  $B$  - ширина захвата орудия;  $\eta^1$  - коэффициент, учитывающий уменьшение тягового сопротивления зубьев второго и последующего рядов;  $q$  - удельное давление почвы на щите зуба от сопротивления почвы смятию;  $h_0$  - длина скоса зуба;

$\mu$  - коэффициент учитывающий скорость частиц, несоприкасающихся с поверхностью зуба

$\psi_c$  - угол бокового скалывания почвы.

Анализ (2) позволяет утверждать, что тяговое сопротивление орудия зависит от вертикальной нагрузки на опорное устройство орудия, ширины его захвата, междуследия зубьев и их параметров, скорости движения агрегата, а также физико-механических свойств почвы.

Расчеты, проведенные по формуле (2), при  $a = 5,5$  см;  $R_z = 1000$  Н;  $m_p = 16$  кг/м;  $g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup>;  $h = 6$  см;  $q = 0,0194$  МПа; [5];  $S_3 = 2,2$  см;  $h_0 = 4,5$  см;  $\beta = 45^\circ$ ;  $\mu = 0,58$  [5];  $\gamma = 1200$  кг/см<sup>3</sup>;  $\psi_c = 33...35^\circ$  [57]; и  $\varphi'' = 35^\circ$ ;  $\eta^1 = 0,5$  [6] показали, что удельное тяговое сопротивление орудия, приходящее на один метр его ширины захвата в пределах скоростей движения 2...3 м/с составляет 1132,0...1200,4 Н.

С целью проверки правильности теоретических выводов проводим экспериментальное исследование.

С учетом вышеизложенного нами разработана схема и изготовлена орудия (полевая установка) для боронования почвы [7]. Он состоит из навесной рамы, рабочих органов, установленных на ее поперечных брусках и опорных колес. В орудии на один ряд устанавливается два рыхлителя. Рыхлитель состоит из двух поперечных брусков (труб) с зубьями. На брус сцепки он устанавливается посредством двух параллелограммных механизмов с нажимными пружинами.

Рыхлитель применяется для рыхления верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности поля, разрушения почвенной корки, крошения комьев почвы и уничтожения сорняков.

На изменение тягового сопротивления рыхлителя влияют его длины зубьев и величины их междуследия, силы натяжения и жесткости нажимной пружины механизма навески, а также от скорости движения.

Разработанная орудия (рыхлитель) - полевая установка позволяла монтировать зубья различной длины и пружины различной жесткости, изменять междуследие зубьев и силу натяжения пружины.

При изучении тягового сопротивления рыхлителя исследуемые параметры изменяли в следующих диапазонах:

- а) длина зубьев – 115, 130, 145, 160 мм;
- б) междуследие зубьев – 37,5; 45; 52,5; 60 мм;
- в) сила натяжения пружины – 250, 300, 350, 400 Н;
- г) жесткость пружины – 25, 40, 55, 70 Н/см;
- д) скорость движения – 1,65; 2,0; 2,35; 2,70 м/с.

Опыты проводили на скоростях движения агрегата 1,65; 2,00; 2,36 и 2,70 м/с, что соответствует III, IV, V и VI передачам трактора МТЗ-80.

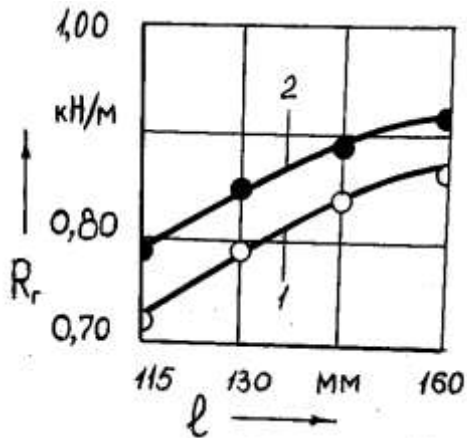


Рис. 1. Зависимость удельного тягового сопротивления  $R_z$  орудия от длины зубьев  $l$  рыхлителя: 1 – при скорости движения 1,65 м/с; 2 – 2,70 м/с

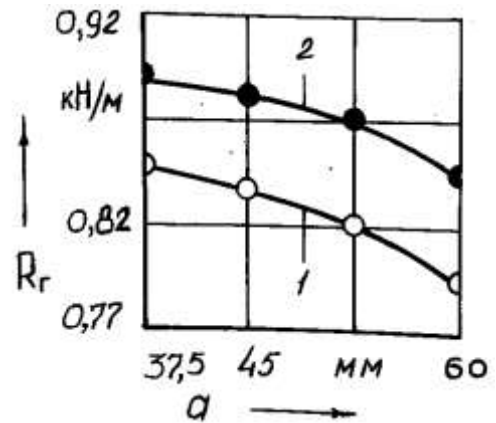


Рис. 2. Зависимость удельного тягового сопротивления  $R_z$  рыхлителя от междуделья зубьев  $a$ : 1, 2 – при скоростях движения, соответственно 1,65 и 2,70 м/с

Из анализа данных рисунка 1 следует, что с увеличением длины зубьев рыхлителя удельное тяговое сопротивление орудия возрастает, это объясняется тем, что глубина обработки почвы увеличивается.

Увеличение скорости движения агрегата, привело к возрастанию тягового сопротивления орудия и ухудшению равномерности глубины обработки почвы.

Из анализа данных рисунка 2 следует, что с увеличением междуделья зубьев рыхлителя удельное тяговое сопротивление орудия плавно уменьшается, что объясняется уменьшением количества зубьев, приходящихся на единицу ширины захвата агрегата.

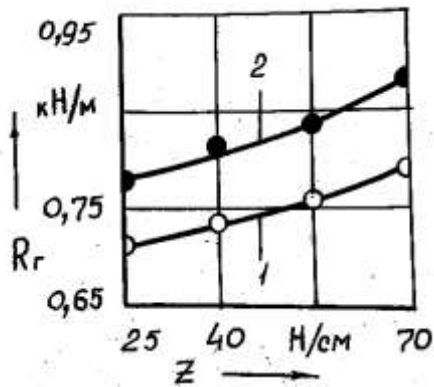


Рис. 3. Удельное тяговое сопротивление  $R_z$  рыхлителя в зависимости от жесткости пружины  $z$ : 1, 2 – при скоростях движения соответственно 1,65 и 2,70 м/с

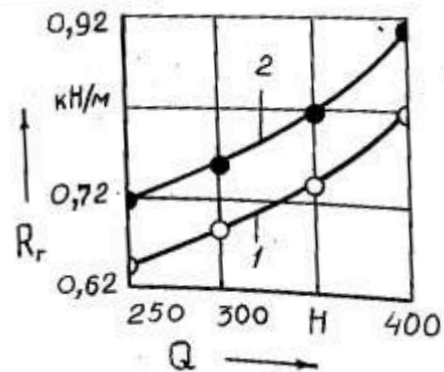


Рис. 4. Зависимость тягового сопротивления  $R_z$  рыхлителя от силы натяжения пружины: 1, 2 – соответственно при скоростях движения 1,65 и 2,70 м/с

Тяговое сопротивление рыхлителя с увеличением жесткости пружины возрастает. Например (см. рис. 3), при скорости 2,7 м/с с увеличением жесткости пружины от 25 до 70 Н/см удельное сопротивление рыхлителя возрастало от 0,78 до 0,89 кН/м, т.е. на 0,11 кН/м. Это объясняется тем, что с увеличением жесткости пружины вероятность выглубления зубьев из почвы уменьшается.

Из рисунка 4 видно, что с увеличением силы натяжения пружины тяговое сопротивление рыхлителя возрастает, так как увеличивается, как было отмечено выше, глубина обработки почвы.

Полевые исследования показали, что длина зуба, сила натяжения нажимной пружины и скорость движения агрегата существенно влияют на тяговое сопротивление рыхлителя. Их увеличение вызывает

повышение тягового сопротивления. Увеличение величины междуследия зубьев и уменьшение жесткости нажимной пружины – снижению.

#### *Список литературы / References*

1. *Абдурахмонов У.Н., Жавлиев К.Э.* Деформация почвы зубьями рыхлителя. // Наука, техника и образование, 2019. № 1 (54). 22-26 с.
2. *Абдурахмонов У.Н., Абдуназаров М.М.* Разрушение почвенных комков зубьями рыхлителя. // Наука, техника и образование, 2019. № 1 (54). 26-28 с.
3. *Абдурахмонов У.Н.* Оптимизация основных параметров орудия для поверхностной обработки почвы. // Наука, техника и образование, 2020. № 6 (70). 23-25 с.
4. *Abdurakhmonov U.N., Juraev B.* “Dynamics of the movement of the ripping tool for surface tillage” // CONMECHYDRO, 2021 IOP Conf. Series: for taking part the II International Scientific “Conference Construction Mechanics, Hdraulics and Water Resources Engineering” and Tashkent, Uzbekistan.
5. *Тухтакузиев А.* Исследование и обоснование параметров зубовой бороны для работы на повышенных скоростях движения в зоне хлопководства. Дисс. ... канд. тех. наук. Ташкент, 1979. 144 с.
6. *Абдурахмонов У.Н.* “Динамика движения рыхлителя бороновального орудия”. // Наука, техника и образование, 2020. № 6 (70). 20-23 с.
7. *Абдурахмонов У.Н.* Обоснование параметров орудия для поверхностной обработки почвы к пропашным тракторам. Дисс. ... канд. тех. наук. Янгиюль, 1996. 134 с.