

# ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ РЫХЛИТЕЛЯ БОРОНОВАЛЬНОГО ОРУДИЯ

## Абдурахмонов У.Н. Email: Abdurahmonov1170@scientifictext.ru

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

**Аннотация:** в статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению динамики движения рыхлителя орудия для поверхностной обработки почвы.

В процессе работы орудия вследствие изменчивости физико-механических свойств почвы, неравномерности микрорельефа поля силы, действующие на рыхлитель со стороны почвы, непрерывно меняются, а следовательно равновесие рыхлителя постоянно нарушается и он совершает угловые колебания, изменяющие глубину обработки почвы.

При помощи общего уравнения динамики выведено уравнение угловых колебаний рыхлителя вокруг неподвижных шарниров механизма его навески. Анализ этого уравнения показал, что для заданных условий работы и скорости движения требуемая равномерность глубины хода рыхлителя достигается путем выбора силы предварительного натяжения пружины механизма его навески и ее жесткости. Чтобы обеспечить глубину рыхления  $5 \pm 1$  см, как показали экспериментальные исследования, сила натяжения нажимной пружины должна составлять 300-350 Н, жесткость - 40-50 Н/см.

**Ключевые слова:** борона, рыхлитель, почва, силы, параллелограммный механизм, сила натяжения пружины, жесткость пружины, глубина обработки почвы, угловые колебания.

## DYNAMICS OF MOVEMENT THROUGH BARONAL WEAPONS

### Abdurahmonov U.N.

Abdurakhmonov Urol Nurmatovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
DEPARTMENT OF GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS,  
KARSHI ENGINEERING AND ECONOMICS INSTITUTE, KARSHI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Abstract:** the article presents the results of theoretical and experimental studies of the dynamics of the movement of the cultivator from tools for tillage.

During the operation of the tool, due to the variability of the physicomachanical properties of the soil, the unevenness of the field microrelief, the forces acting on the cultivator from the side of the soil are constantly changing, and therefore the balance of the Cultivator is constantly disturbed and makes angular vibrations that change the depth of the soil cultivation.

Using the general equations of dynamics, the equation of the angular oscillations of the cultivator around the fixed hinges of its clutch mechanism is obtained. An analysis of this equation showed that for a given conditional work and speed of movement, the necessary uniformity of the cultivator depth is achieved by choosing the pre-tensioning force of the spring mechanism of its suspension and its stiffness.

To ensure loosening to a depth of 5 cm, as shown by experimental studies, the tension force of the compression spring should be 300-350 N, stiffness - 40-50 N/cm.

**Keywords:** harrow, cultivator, soil, forces, parallelogram mechanism, spring tension force, spring hardness, soil tillage, angular oscillations.

УДК 631.313.02

Поверхностная обработка почвы является одним из важнейших агротехнических мероприятий в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур. От качества и своевременности ее проведения зависит качество сева, получение дружных всходов и быстрота прорастания семян, а в дальнейшем и развитие растений.

Основные задачи поверхностной обработки – разрыхлить верхний слой почвы, обеспечивая равномерность глубины обработки, выровнять и частично уплотнить поверхность поля, разрушить почвенную корку с целью сохранения влаги в посевном слое [1].

С учетом вышеизложенного нами разработана схема и изготовлено орудие для поверхностной обработки почвы. В орудии на один ряд устанавливается два рыхлителя. Рыхлитель состоит из двух поперечных брусьев (труб) с зубьями. На брус сцепки он устанавливается посредством двух параллелограммных механизмов с нажимными пружинами [2].

В процессе работы орудия из-за изменчивости физико-механических свойств почвы, неравномерности микрорельефа поля силы  $R_x$ ,  $R_z$  рис. 1, действующие на рыхлитель, непрерывно изменяются. Вследствие этого равновесие рыхлителя постоянно нарушается и он совершает угловые колебания, приводящие к изменению глубины обработки почвы.

Расчетная динамическая модель рыхлителя представлена на рисунке. Она состоит из рамы 1, параллелограммного механизма навески 2 и рыхлителя 3 [2, 3].

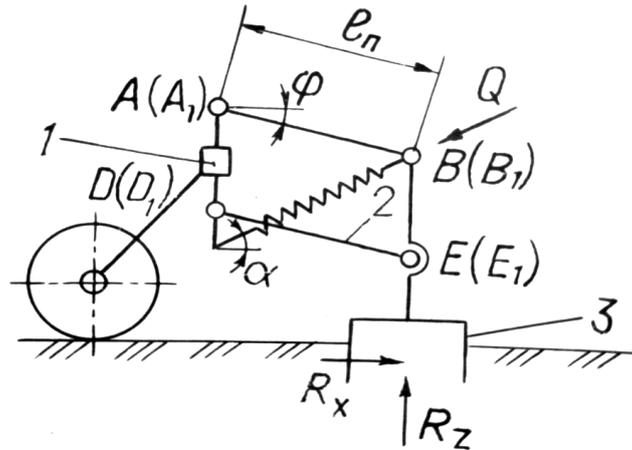


Рис. 1. Расчетная динамическая модель рыхлителя

Для обеспечения требуемой равномерности глубины обработки почвы, амплитуды угловых колебаний рыхлителя необходимо уменьшить. Для решения этой задачи рассмотрим динамику движения рыхлителя бороновального орудия в продольно вертикальной плоскости [4, 5, 6].

Полагаем, что возмущающая сила, действующая на рыхлитель, изменяется по гармоническому закону и используя общие законы динамики получили следующее уравнение, определяющее вынужденные колебания рыхлителя

$$\varphi(t) = \frac{l_n}{J} \sum_{n=1}^{n_i} \frac{\Delta R_n \cos(n\omega t - \beta_n - \delta_n)}{\sqrt{\left[ \frac{(R_x - Q_0 \cos \alpha_0 + Z l_n + Z_n l_n K_{\zeta\delta}) l_n}{J} - (n\omega)^2 \right]^2 + \frac{4\hat{a}_n^2 K_{\zeta\delta}^2 l_n^4}{J^2} (n \cdot \omega)^2}}$$

где:  $J$ - момент инерции рыхлителя относительно оси подвеса;  $\Delta R_n$ - амплитуда соответствующей гармоники;  $\omega$ - круговая частота изменения возмущающей силы.  $k_{\text{зр}}$ - число зубьев рыхлителя;  $n=1, 2, \dots, n_i$  - номер гармоники; ( $i$ - номер последней, учитываемой гармоники);  $Z$ - жесткость нажимной пружины;

$Z_n$ - коэффициент жесткости почвы, отнесенный к одному зубу;  $Q$  - сила давления нажимной пружины;  $l_n$ -длина продольных звеньев механизма навески;  $\alpha_0$ - угол наклона вектора силы  $Q_0$  к горизонту;  $t$ - время;  $\delta_n$ -отклонение между фазами возмущающей силы и вынужденные колебаний рыхлителя.

Из анализа выражения следует, что равномерность глубины хода рыхлителя зависит от амплитуды и частоты изменения составляющих возмущающей силы, физико-механических свойств почвы, момента инерции рыхлителя, длины продольных звеньев параллелограммного механизма, силы предварительного натяжения нажимной пружины и ее жесткости. С целью проверки правильности теоретических выводов проводили экспериментальные исследования. При этом изучали влияние жесткости и силы натяжения пружины рыхлителя на равномерность глубины обработки почвы

Результаты исследований приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Равномерность глубины обработки почвы в зависимости от жесткости пружины и скорости движения рыхлителя

Скорость движения, м/с	Жесткость пружины, Н/см	Глубина обработки	
		$M_{\text{ср}}$	$\pm \delta$
1,65	25	5,2	0,94
	40	5,4	0,89
	55	5,7	0,83
	70	6,0	0,81
2,7	25	4,6	1,16
	40	4,5	1,10
	55	4,8	0,96
	70	5,0	0,92

Таблица 2. Глубина обработки почвы в зависимости от силы натяжения нажимной пружины и скорости движения агрегата

Сила натяжения пружины, Н	Скорость движения м/с	Глубина обработки	
		$M_{cp}$	$\pm\delta$
1,65	250	5,01	0,84
	300	5,60	0,77
	350	6,02	0,73
	400	6,24	0,71
2,00	250	4,50	0,91
	300	5,27	0,83
	350	5,66	0,78
	400	5,84	0,75
2,35	250	4,30	1,01
	300	4,82	0,93
	350	5,23	0,88
	400	5,55	0,84
2,70	250	4,15	1,14
	300	4,42	1,07
	350	4,89	0,98
	400	5,22	0,69

Из результатов исследований следует, что для обеспечения требуемой глубины обработки и ее равномерности ( $5\pm 1$ ) при бороновании должны быть сила натяжения пружины рыхлителя в пределах 300-500 Н и его жесткость 40-50 Н/см.

#### Список литературы / References

1. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1989. 240 с.
2. Абдурахмонов У.Н. Схема орудия для поверхностной обработки почвы // «Создание ресурсосберегающие технологии и технических средств в сельском хозяйстве и её перспективы эффективное использование» Респ. Науч.-техн. конф. (Карши, 15 - 16 мая 2019). Карши: Изд-во Ин-та КарИЭИ, 2019. С. 96-97.
3. Курбанов Э.С. Выбор типа и обоснование параметров рыхлителя навесного бороновального агрегата для зоны хлопкосеяния: Дисс. ... канд. техн. наук. Янгиюль, 1990. 163 с.
4. Тухтакузиев А. Совершенствование механизма навески рабочих органов хлопковых культиваторов // Совершенствование машин и механизмов для хлопководства. Сб.тр./САИМЭ. Ташкент, 1988. С. 83-87.
5. Туранов Х., Тухтакузиев А., Курбанов Э.С. Аналитическая механика рыхлителя бороновального агрегата // Известия АН УзССР, 1991. № 1. С.41-45.
6. Байметов Р.И., Тухтакузиев А., Курбанов Э.С. К обоснованию параметров механизма навески рыхлителя бороновального агрегата // Механизация хлопководства, 1989. № 6. С. 3-4.