

## Исследование движения шестиугольного и круглого дисков рабочих органов почвообрабатывающих орудий

Д-р техн. наук И. Д. КОБЯКОВ, канд. техн. наук А. В. ЕВЧЕНКО (Тарский ф-л Омского ГАУ, doc-kid@yandex.ru)

**Аннотация.** Плужный шестиугольный дисковый нож теоретически исследован, изготовлен и испытан в лабораторных условиях в почвенном канале, а также в полевых условиях. Использование шестиугольных ножей вместо стандартных круглых позволяет снизить тяговое сопротивление почвообрабатывающего орудия и существенно повысить качество вспашки.

**Ключевые слова:** геометрические параметры, шестиугольный дисковый нож, почвенно-растительный материал, минимальный угол защемления, почвенный пласт, деформация почвы, момент вращения, дисковый рабочий орган, момент силы трения, моменты реакций на лезвии диска, ось вращения, коэффициент трения лезвия о почву.

## Research of movement of hexagonal and circular disk working organs of tillage machines

I. D. KOBIAKOV, A. V. YEVCHENKO (Omsk State Agrarian University, Tara branch, doc-kid@yandex.ru)

**Summary.** The plough hexagonal disk knife has been theoretically investigated, produced and tested in laboratory soil bin and in field conditions. Using of hexagonal knives instead of standard circular ones allows to reduce the traction resistance of tillage machine and to increase significantly the quality of ploughing.

**Keywords:** geometrical parameters, hexagonal disk knife, soil and plant material, minimum angle of pinching, soil layer, soil deformation, moment of rotation, disk working organ, moment of friction, moments of reactions on disk edge, axis of rotation, coefficient of edge friction on soil.

Исследование движения шестиугольного и круглого дисков, погруженных в почву, позволило определить моменты их вращения, влияющие на режимы работы. При взаимодействии лезвия диска шестиугольной формы (рис. 1, а) с почвенной частицей  $m$  возникают силы ( $\bar{N}$ ) и ( $\bar{T}$ ). Величина нормальной составляющей ( $\bar{N}$ ) зависит от местного контакта по глубине  $h$ . Поэтому взаимодействие лезвия диска с почвой при вертикальном поло-

жении его грани можно с достаточной точностью представить распределенной нагрузкой  $q(h)$ , которая описывается известной формулой [а. с. СССР № 1794327]:

$$q(h) = K\sqrt{h}, \quad (1)$$

где  $K$  — коэффициент, характеризующий физические свойства почвы;  $h$  — глубина места контакта.

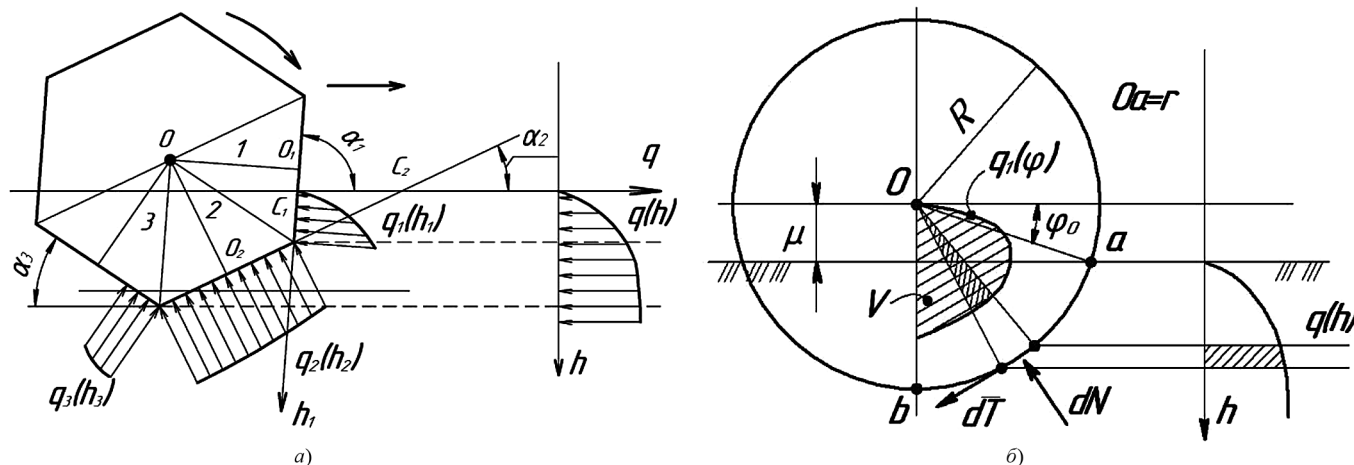


Рис. 1. Схема основных сил, действующих на лезвие диска:

а — шестиугольного; б — круглого

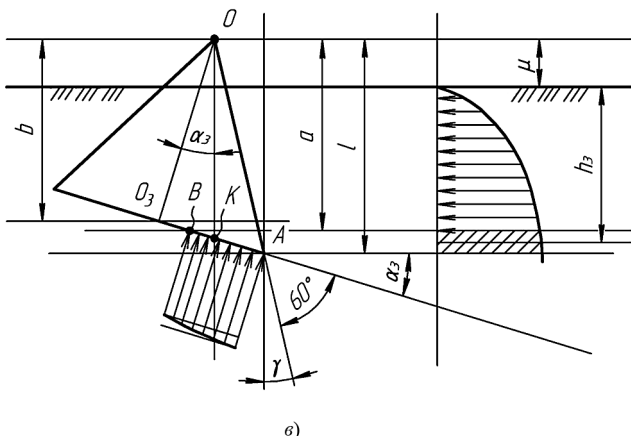
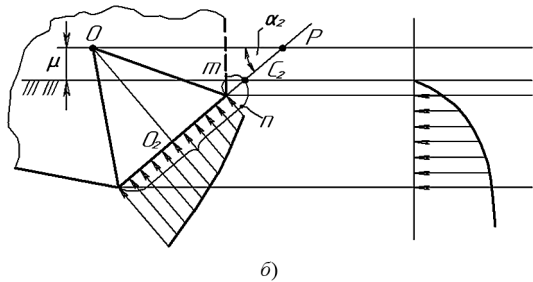
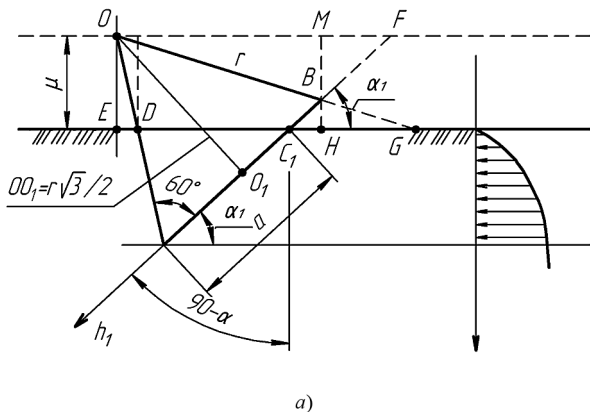


Рис. 2. Схема для определения моментов нормальных реакций и моментов сил трения ножа относительно оси в различных положениях ножа:

$a$  — вход в почву;  $b$  — погруженное положение;  $v$  — выход из почвы

При повороте лезвия нормальная нагрузка распределяется по большей длине, т. е. формула (1) принимает вид [1, 2]:

$$q_1(h_1) = K\sqrt{h_1 \cos(90 - \alpha_1)},$$

где  $h_1$  — расстояние от точки  $C_1$  до места контакта на лезвии.

В процессе исследования определены моменты нормальных реакций и моменты сил трения на лезвии относительно оси диска, а также их суммарный момент в основных положениях кромок шестиугольного диска (рис. 2).

Момент нормальных реакций относительно оси диска при его входе в почву (см. рис. 2, а) после ряда преобразований примет вид [1, 2]:

$$\begin{aligned} m_0^{(N)} &= m_1^{(N)} = \\ &= \frac{2}{5} \frac{K}{\sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{5}{2}} - \\ &- \frac{2}{3} \frac{K}{\sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{3}{2}} \times \\ &\times \left[ \frac{r}{2} + \frac{r \sin(60^\circ - \alpha_1) - \mu}{\sin \alpha_1} \right]. \end{aligned}$$

Момент сил трения на лезвии диска относительно оси вращения:

$$\begin{aligned} m_0^{(T)} &= f \frac{2}{3} \frac{K}{\sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{3}{2}} r \frac{\sqrt{3}}{2} = \\ &= \frac{fKr}{\sqrt{3} \sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{3}{2}}, \end{aligned}$$

где  $f$  — коэффициент трения лезвия о почву;  $\mu$  — высота оси ножа над поверхностью почвы.

Оба момента  $m_0^{(N)}$  и  $m_0^{(T)}$  направлены в сторону вращения, и суммарный момент равен [2]:

$$\begin{aligned} M_0 &= m_0^{(N)} + m_0^{(T)} = \\ &= \frac{2}{5} \frac{K}{\sin^2 \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{5}{2}} - \\ &- \frac{2}{3} \frac{K}{\sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{3}{2}} \times \\ &\times \left[ \frac{r}{2} + \frac{r \sin(60^\circ - \alpha_1) - \mu}{\sin \alpha_1} \right] + \\ &+ \frac{fKr}{\sqrt{3} \sin \alpha_1} \{r[\sin \alpha_1 + \sin(60^\circ - \alpha_1)] - \mu\}^{\frac{3}{2}}. \end{aligned}$$

Аналогичным образом определяются моменты реакций на лезвии диска, целиком погруженном в почву (см. рис. 2, б), и при выходе из почвы (см. рис. 2, в). На третьем участке моменты нормальных реакций и сил трения направлены против вращения.

В результате детального анализа различных положений лезвия шестиугольного диска найдено, что его суммарный момент относительно оси вращения  $M_0$  определяется по формуле [3]:

$$M_0 = K \left( \frac{2}{5} a^{5/2} + \frac{fr}{\sqrt{3}} a^{3/2} - \frac{2}{3} a^{3/2} + \frac{r}{3} \right) \sqrt{\sin \alpha}, \quad (2)$$

где  $K$  — коэффициент, характеризующий физическое состояние почвы;  $a$  — длина участка лезвия, погруженного в почву;  $f$  — коэффициент трения лезвия о почву;  $r$  — радиус шестиугольного ножа;  $\alpha$  — угол заземления.

Для круглого диска подобный момент вычисляется по зависимости:

$$m_0 = \frac{1}{2} K^2 R f \left[ R \cos \varphi_0 - \mu \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) \right], \quad (3)$$

где  $R$  — радиус диска;  $\varphi_0 = \arcsin \mu / R$ .

Из сравнения формул (2) и (3) и результатов вычислений по ним следует, что момент вращения шестиугольного диска в 1,2–1,5 раза больше, чем круглого. Этим и переменным углом заземления растительных остатков объясняется его повышенная режущая способность, и следовательно, работоспособность [2, 3].

## Литература и источники

1. **Кобяков И. Д.** Почвообрабатывающая техника в полеводстве: Монография. — Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008.
2. **Кобяков И. Д.** Обоснование параметров и режимов работы дискового ножа (на примере плуга): Дис. ... канд. техн. наук. — Омск, 1986.
3. **Кобяков И. Д.** Механико-технологические основы работы шестиугольных дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — Красноярск, 2013.