

УДК 631.313

DOI: 10.52269/22266070\_2022\_4\_149

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
С ОСТРЫМ УГЛОМ АТАКИ К НАПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ**

*Кравченко Р.И. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай.*

*Амантаев М.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай.*

*Золотухин Е.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора Костанайского регионального университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай.*

*Телеміс Т.С. – обучающийся докторантуры по специальности 8D08701 – Аграрная техника и технология, Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова.*

*Табулденов А.Н. – обучающийся докторантуры по специальности 8D08701 – Аграрная техника и технология, Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова.*

*Ротационные рабочие органы почвообрабатывающих машин и орудий эффективно используются на операциях поверхностной обработки почвы. Однако вопросы функционирования ротационных рабочих органов с острым углом атаки не раскрыты в полной мере. В статье приведены результаты исследований функционирования трех типов ротационных рабочих органов: сферический диск со сплошной поверхностью, конический диск с прорезной поверхностью и ротационный рабочий орган с режущими ножами, установленными под острым углом к оси вращения. Представлены математические модели для определения параметров борозды, формируемой указанными рабочими органами. Эксперименты проведены в контролируемых условиях в почвенном канале. Угол атаки при проведении экспериментов составлял 20, 30, 40°, а кинематический коэффициент, представляющий собой отношение окружной скорости к поступательной, принимал следующие значения: 1; 1,33; 1,8 и 2,2. Установлено, что во время работы на поверхности сферического и конического дисковые рабочие органы формируют почвенные образования. При этом они формируют непрерывную борозду, параллельную направлению движения, по всей длине обрабатываемой загонки. Контур поперечного сечения борозды представляет часть эллипса. Режущие ножи ротационного рабочего органа образуют короткие борозды, имеющие в поперечном сечении форму эллипса, и отклонены от направления движения на угол 35-90°, который принимает указанные величины в зависимости от угла атаки и кинематического коэффициента.*

*Ключевые слова: дисковый рабочий орган, ротационный рабочий орган, борозда, ширина и длина борозды, режущий нож, угол атаки.*

**FUNCTIONING FEATURES OF ROTARY TILLAGE TOOLS WITH AN ACUTE ANGLE  
OF ATTACK TO THE TRAVEL DIRECTION**

*Kravchenko R.I. – Doctor of Philosophy (PhD), acting associate professor of A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay.*

*Amantayev M.A. – Doctor of Philosophy (PhD), acting associate professor of A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay.*

*Zolotukhin E.A. – Doctor of Philosophy (PhD), acting associate professor of A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay.*

*Tolemis T.S. – Doctoral student of specialty 8D08701- Agricultural machinery and technology, A. Baitursynov Kostanay Regional University.*

*Tabuldenov A.N. – Doctoral student of specialty 8D08701- Agricultural machinery and technology, A. Baitursynov Kostanay Regional University.*

*Rotary tillage tools of agricultural machines and implements are effectively used in surface tillage operations. However, the functioning of rotary tillage tools with an acute angle of attack is not fully disclosed. The article presents the research results on the functioning of three types of rotary tillage tools: a spherical disc with a solid surface, a conical disc with a ring surface, and a rotary tillage tool with cutting knives installed at an acute angle to the axis of rotation. Mathematical models are presented for determining the parameters of the furrow formed by the specified tillage tools. The experiments were carried out under controlled conditions in a soil bin. The angle of attack during the experiments was 20, 30, 40°, and the kinematic coefficient, which is the ratio of peripheral speed to translational, took the following values: 1; 1.33; 1.8 and 2.2. It has been revealed that fixed soil bodies are formed on the surface of spherical and conical*

*disc tillage tools during operation. In doing so, they form a continuous furrow, parallel to the travel direction, along the entire length of the processed run. The contour of the cross section of the furrow is part of an ellipse. The cutting knives of the rotary tillage tools form short furrows having an ellipse shape in cross section and are deflected from the travel direction by an angle of 35-90°, which takes the indicated values depending on the angle of attack and the kinematic coefficient.*

*Key words: disc tillage tool, rotary tillage tool, furrow, furrow width and length, cutting knife, angle of attack.*

### ҚОЗҒАЛЫС БАҒЫТЫНА СҮЙІР ӨНДЕУ БҰРЫШЫМЕН АЙНАЛМАЛЫ ЖҰМЫСШЫ ОРГАНДАРДЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

*Кравченко Р. И. – философия докторы (PhD), А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің қауымдастырылған профессорының м.а., Қостанай қ.*

*Амантаев М. А. – философия докторы (PhD), А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің қауымдастырылған профессорының м.а., Қостанай қ.*

*Золотухин Е.А. – философия докторы (PhD), А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің қауымдастырылған профессорының м.а., Қостанай қ.*

*Төлеміс Т.С. – 8D08701 - Аграрлық техника және технология мамандығы бойынша докторантура білім алушысы, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті.*

*Табулденов А.Н. – 8D08701 - Аграрлық техника және технология мамандығы бойынша докторантура білім алушысы, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті.*

*Топырақ өңдейтін машиналар мен құралдардың айналмалы жұмысшы органдары топырақтың беткі қабатын өңдеу жұмыстарында тиімді қолданылады. Дегенмен, сүйір өңдеу бұрышы бар айналмалы жұмысшы органдарының жұмысы толық айқындалмаған. Мақалада айналмалы жұмысшы органдардың үш түрінің жұмыс істеуі бойынша зерттеулердің нәтижелері берілген: тұтас беті бар сфералық диск, ойық беті бар конустық диск және оське өткір бұрышта орнатылған кескіш пышақтары бар айналмалы жұмысшы орган. Аталған жұмысшы органдармен қалыптасқан қарықша параметрлерін анықтауға арналған математикалық модельдер ұсынылған. Тәжірибелер бақыланатын жағдайларда топырақ арнасында жүргізілді. Тәжірибелер кезіндегі өңдеу бұрышы 20, 30, 40° болды, ал перифериялық жылдамдықтың ілгерілемеліге қатынасы болып табылатын кинематикалық коэффициент келесі мәндерді қабылдады: 1; 1,33; 1,8 және 2,2. Жұмыс кезінде сфералық және конустық дискілі жұмысшы органдардың бетінде топырақ түзілімдері түзілетіні анықталды. Бұл ретте олар өңделген айдамның бүкіл ұзындығы бойынша қозғалыс бағытына параллель үздіксіз қарықша түзеді. Қарықшаның көлденең қимасының контуры эллипстің бөлігі болып табылады. Айналмалы жұмысшы органның кескіш пышақтары көлденең қимада эллипс пішіні бар қысқа қарықшаларды құрайды және қозғалыс бағытынан 35-90° бұрышына ауытқиды, бұл өңдеу бұрышы мен кинематикалық коэффициентке байланысты көрсетілген мәндерді қабылдайды.*

*Түйінді сөздер: дискілі жұмысшы органы, айналмалы жұмысшы органы, қарықша, қарықша ені мен ұзындығы, кескіш пышақ, өңдеу бұрышы.*

**Введение.** Машины и орудия, оснащенные дисковыми рабочими органами в сравнении с орудиями со стрельчатыми рабочими органами, как известно, имеют меньшее тяговое сопротивление вместе с тем большую производительность [1, с. 29]. В то же время они работоспособны на более влажных, засоренных почвах и не забиваются при работе на полях с высокой стерней и наличием мелких куч соломы [2, с. 1984]. Однако дисковые рабочие органы со сплошной поверхностью обладают серьезным недостатком – они чрезмерно уничтожают стерню и иссушают почву. В меньшей мере указанные недостатки относятся к коническим дискам с прорезной поверхностью. Исследования зарубежных ученых посвящены определению параметров борозды, формируемой дисковым рабочим органом со сплошной поверхностью [3, с. 115]. Совершенствование дисковых рабочих органов путем разделения сплошного режущего полотна диска на отдельные части – режущие ножи и поворот их под углом к плоскости вращения, обеспечивает условия для стабильного скольжения почвы по рабочей поверхности [4, с. 2]. Однако вопросы функционирования подобных рабочих органов остаются малоизученными.

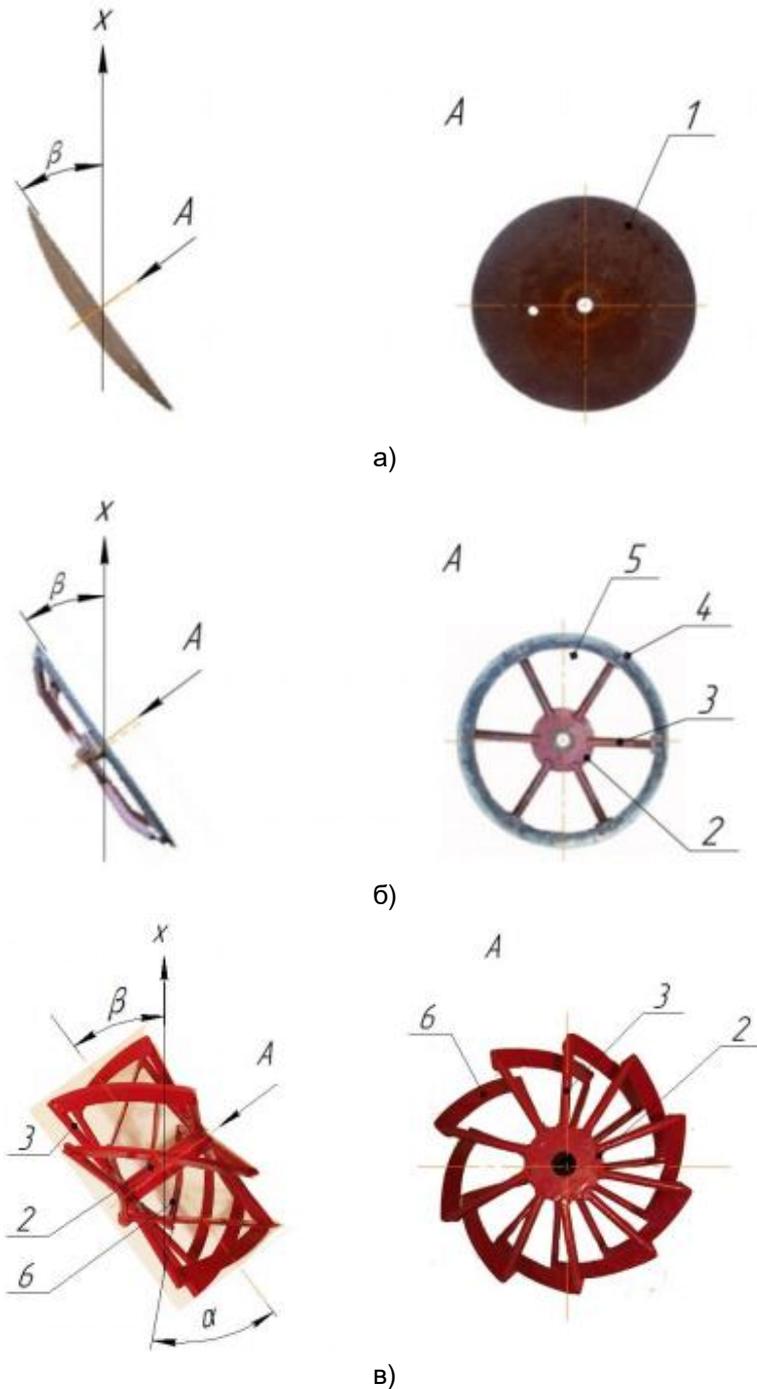
Цель работы – раскрытие закономерностей функционирования ротационных рабочих органов с острым углом атаки к направлению движения.

**Материалы и методы исследования.** Дисковые рабочие органы, имеющие большое количество достоинств, находят широкое применение в сельском хозяйстве во многих странах мира. Наибольшее распространение получили сферические диски со сплошной поверхностью [5, с. 103].

Они изготавливаются различными диаметрами, радиусами кривизны рабочей поверхности и конфигурациями режущего лезвия, рисунок 1а.

В районах с почвами, подверженными ветровой эрозии широко используются диски с прорезными поверхностями, т.е. кольцевые рабочие органы. При работе указанных рабочих органов через вырезы между ободом и спицами проходят почва и растительные остатки, рисунок 1б. Последние равномерно распределяются по поверхности поля и защищают почву от ветровой эрозии. Режущие ножи данных рабочих органов являются сплошными и имеют форму усеченного круглого конуса [6, с. 51].

Следующий рабочий орган разработан на основе кольцевого рабочего органа по следующему принципу: цельный режущий нож разделен на части; полученные части ножей отклонены от плоскости вращения на угол  $\alpha$ , рисунок 1в.



1 – сферический диск; 2 – ступица; 3 – спица; 4 – режущий нож; 5 – вырез; 6 – отдельный нож  
 а – сферический диск со сплошной поверхностью; б – конический диск с прорезной поверхностью;  
 в – ротационный рабочий орган с режущими ножами

Рисунок 1 – Типы ротационных рабочих органов с острым углом атаки  $\beta$

Для обеспечения постоянной глубины обработки их режущим кромкам придали эллиптическую форму. Режущие кромки ножей совпадают с поверхностью цилиндра с диаметром, равным диаметру кольцевого рабочего органа. Данная конструкция рабочего органа способствует обеспечению скольжения почвы по поверхностям режущих ножей. Технологический процесс работы указанным рабочим органом следующий: ротационные рабочие органы с режущими лезвиями, выполненными по эллиптической линии, собираются в батарею, устанавливаются в один ряд под углом атаки  $\beta$  и имеют активный привод от вала отбора мощности трактора. При этом, заглубляясь в почву на заданную глубину, данный рабочий орган рыхлит ее, одновременно подрезая сорняки и вынося их на поверхность поля [7, с. 46].

Все три типа рабочих органов могут работать как в пассивном режиме, так и в активном [8, с. 88, 9, с. 171]. В первом случае они вращаются за счет взаимодействия с почвой. Во втором случае вращение рабочих органов происходит от ВОМ трактора.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследования показали, что на рабочей поверхности первых двух типов рабочих органов происходит сгуживание почвы, и как следствие, формируются почвенные образования, которые ведут к ухудшению качества работы и увеличению энергоемкости обработки почвы, таблица 1.

Таблица 1 – Типы дисковых рабочих органов и почвенные образования на их рабочей поверхности

Тип рабочего органа	Общий вид рабочего органа	Общий вид рабочего органа с почвенным образованием	Поперечное сечение почвенного образования
Сферический диск со сплошной поверхностью			
Конический диск с прорезной поверхностью			
Ротационный рабочий орган с режущими ножами		Почвенное образование не формируется	Почвенное образование не формируется

Бороздообразование дисковыми рабочими органами со сплошной и прорезной поверхностями: дисковый рабочий орган со сплошной и прорезной поверхностями формирует борозду, схема которой представлена на рисунке 2, где ось  $OX$  характеризует направление движения почвообрабатывающего агрегата.

Фигура  $AECD$  представляет собой параллелограмм и вид сверху на борозду, формируемую дисковыми рабочими органами со сплошной и прорезной поверхностями. Отрезки  $AE$  и  $DC$  – боковые стороны борозды, параллельные направлению движения агрегата, а их длина равна длине обрабатываемой загонки. В процессе работы диск одновременно совершает поступательное и вращательное движение. За счет этого каждая точка лезвия циклически заглубляется в почву и выглубляется из нее по определенной криволинейной траектории  $afd$ . Ее форму с небольшой погрешностью можно считать частью эллипса. По кривой  $af$  происходит заглубление точки лезвия в почву, а по  $fd$  – выглубление. Каждая точка поверхности лезвия диска двигается в почве по одинаковой траектории. Все траектории начинаются по линии  $AE$  и завершаются по  $DC$ . Отрезок  $AD$  является проекцией траектории точки лезвия диска, которая начинает обрабатывать почву в начале загонки. Отрезок  $EC$ , представляет проекцию траектории точки лезвия, завершающую обработку почвы в конце загонки. За счет прохода всех точек лезвия диска в почве формируется борозда  $AECD$  [10, р. 706].

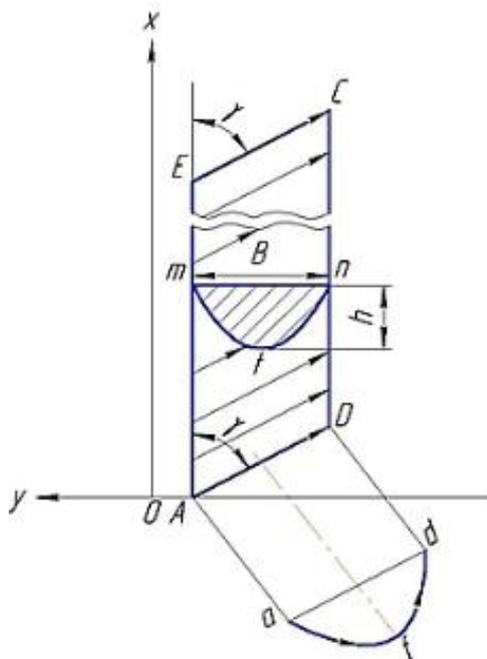


Рисунок 2 – Схема борозды, формируемой ротационными рабочими органами со сплошной и прорезной поверхностями (вид сверху)

Отрезки сторон борозды  $AD$  и  $EC$  отклонены от направления движения на угол  $\gamma$ , определяемый из выражения:

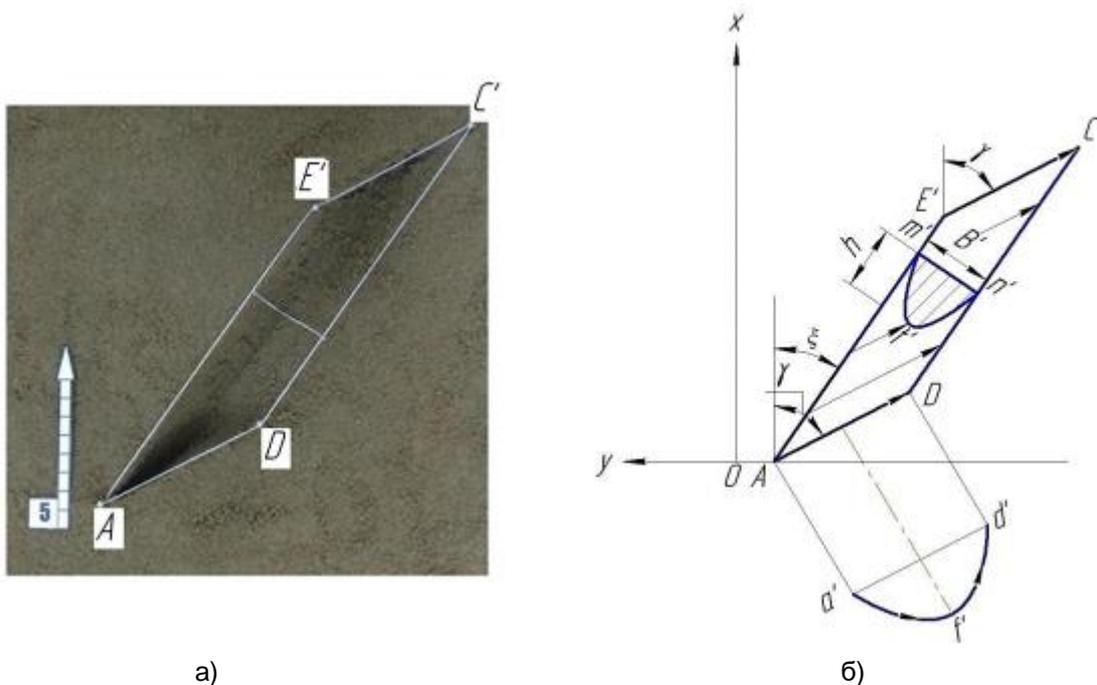
$$\gamma = \arctg \left[ \lambda \cdot \sin \alpha / (\lambda \cdot \cos \beta - 1) \right] \tag{1}$$

Поперечное сечение борозды, рисунок 2, представляет собой часть эллипса. Большая его полуось равна радиусу диска  $R$ , а малая –  $R \cdot \sin \beta$ . Борозда характеризуется глубиной  $h$  и шириной  $B$ . Формы поперечных сечений борозд зависят от конфигурации контура лезвия диска и отклонения плоскости вращения диска от вертикали. Борозда, формируемая кольцевым (прорезным) рабочим органом частично закрывается почвой и растительными остатками, перепускаемыми через отверстия в рабочем органе.

Бороздообразование ротационным рабочим органом, режущие ножи (лезвия) которого наклонены к плоскости вращения: на рисунке 3а показан вид сверху на борозду, формируемую одним режущим ножом от момента заглабления и до его полного выглабления. Белая стрелка с номером опыта показывает направление поступательного движения рабочего органа. Отрезки  $AE'$  и  $DC'$  представляют боковые стороны борозды  $AE'C'D$  и отклонены от направления движения. На рисунке 3б приведено схематическое изображение вида сверху данной борозды, имеющей форму параллелограмма  $AE'C'D$ . Отрезки  $AE'$  и  $DC'$  – боковые стороны борозды. Они параллельны друг другу, равны и отклонены от направления движения агрегата на угол  $\xi$ , определяемый из формулы:

$$\xi = \arctg \left[ b \cdot \cos \beta / \left( \pm b \cdot \sin \beta + \frac{\theta \cdot R}{\lambda} \right) \right] \tag{2}$$

где  $b$  – длина режущего ножа дискового рабочего органа;  
 $\theta$  – центральный угол, охватывающий один режущий нож рабочего органа.



а – общий вид; б – схема  
 Рисунок 3 – Вид сверху на борозду, формируемую ротационным рабочим органом, режущие ножи которого наклонены к оси вращения

На рисунке 4 приведены экспериментальные и теоретические зависимости относительной ширины  $B_{отн}$  борозды от кинематического коэффициента  $\lambda$ .

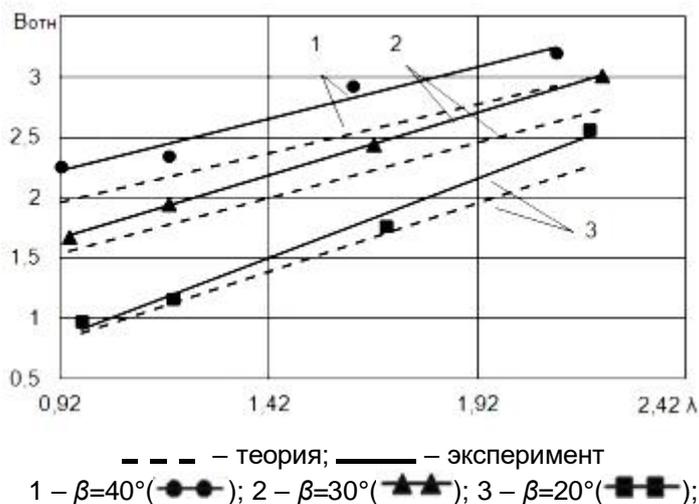


Рисунок 4 – Зависимости относительной ширины  $B_{отн}$  борозды от кинематического коэффициента  $\lambda$

Из представленных на рисунке 4 материалов видно, что с увеличением кинематического коэффициента  $\lambda$  от 0,92 до 2,2 относительная ширина борозды  $B_{отн}$  возрастает в зависимости от угла атаки от 42 до 87%. Таким образом, увеличение угла атаки приводит к увеличению ширины борозды. Теоретические исследования подтверждены экспериментально.

Во время работы режущие ножи попеременно заглубляются в почву и выглубляются из нее. На лезвии одного ножа выделим переднюю точку, которая начинает обработку почвы. Она заглубляется в почву и выглубляется из нее по криволинейной траектории  $a'f'd'$ . Ее форма, параметры идентичны траектории  $afd$ , по которой двигаются в почве точки лезвия дисковых рабочих органов со сплошной и прорезной поверхностями. Каждая точка лезвия двигается в почве по такой траектории. Траектории движения начинаются по линии  $AE'$  и завершаются по  $DC'$ . Отрезок  $AD$  является проекцией траектории передней точки лезвия ножа, которая начинает обрабатывать почву. Отрезок  $E'C'$  представляет проекцию траектории движения в почве на горизонтальную плоскость крайней точки



## ЛИТЕРАТУРА:

1. **Vozka, P. Comparison of alternative tillage systems** [Текст] / P. Vozka. – Silsoe: Cranfield University, 2007. – 101 p.
2. **Amantayev, M. Soil body formation in front of the rotary tillage tools** [Текст] / M. Amantayev, G. Gaifullin, V. Kushnir, S. Nurushev, R. Kravchenko // Biosciences, Biotechnology Research Asia. – 2016. – Vol.13, № 4. – p.1983–1988. – Библиогр.: с 1983-1988.
3. **Hettiaratchi, D. The soil contact zones of concave agricultural discs** [Текст] / D. Hettiaratchi // J. Agric. Engng. Res, 1997. – Part 1 - theoretical analysis, – p. 113-125.
4. **Рабочий орган для обработки почвы** [Текст]: пат. 3772 РК: МПК А01В 39/08, А01В 39/22 / Г.З. Гайфуллин, М.А. Амантаев, Р.И. Кравченко, С.З. Нурушев; заявитель и правообладатель Г.З. Гайфуллин. №2018/0308.2; опубл. 26.10.2018, Бюл. №40. – 3 с.
5. **Стрельбицкий, В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины** [Текст]: учеб. для вузов / В. Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
6. **Курач, А.А. Затраты мощности при активном приводе ротационных кольцевых рабочих органов** [Текст] / А.А. Курач, М.А. Амантаев // Вестник ЧГАА. - Челябинск, 2014. – Том 68б, – с. 50-52.
7. **Гайфуллин, Г.З. Повышение качества обработки почвы ротационными рабочими органами** [Текст] / Г.З. Гайфуллин, Р.И. Кравченко, М.А. Амантаев // Многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – Костанай: КГУ им. А.Байтурсынова, 2019. – №2, – с. 44-51.
8. **Nalavade, P. Performance of free rolling and powered tillage discs** [Текст] / P. P. Nalavade, Nalavade, V.M. Salokhe, T. Niyamapa and P. Soni // Soil and tillage research, 2010, p. 87-93. Библиогр.: с. 87-93.
9. **Гайфуллин, Г.З. Орудие для поверхностной обработки почвы с активным приводом рабочих органов** [Текст] / Г.З. Гайфуллин, А.А. Курач, М.А. Амантаев // Мат. LIII межд. научн.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск, 2014. – Ч.2, – с. 168-173.
10. **Amantayev, M. Investigation of the furrow formation by the disc tillage tools** [Текст] / M. Amantayev, G. Gaifullin, R. Kravchenko, V. Kushnir, S. Nurushev // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – Vol. 24, №4. – p. 704-709. – Библиогр.: с. 704-709.

## REFERENCES:

1. **Vozka, P. Comparison of alternative tillage systems** [Text] / P. Vozka. – Silsoe: Cranfield University, 2007. – 101 p.
2. **Amantayev, M. Soil body formation in front of the rotary tillage tools** [Text] / M. Amantayev, G. Gaifullin, V. Kushnir, S. Nurushev, R. Kravchenko // Biosciences, Biotechnology Research Asia. – 2016. – Vol.13, № 4. – p.1983-1988.
3. **Hettiaratchi, D. The soil contact zones of concave agricultural discs** [Текст] / D. Hettiaratchi // J. Agric. Engng. Res, 1997. – Part 1 - theoretical analysis, – p. 113-125.
4. **Rabochii organ dlya obrabotki pochvy** [Text]: pat. 3772 RK: МПК А01В 39/08, А01В 39/22 / G.Z. Gaifullin, M.A. Amantayev, R.I. Kravchenko, S.Z. Nurushev; zayavitel i pravoobladatel G.Z. Gaifullin. №2018/0308.2; opubl. 26.10.2018, Byul. №40. – 3 s.
5. **Strelbitskii, V.F. Diskovye pochvoobrabatyvayushchie mashiny** [Text]: ucheb. dlya vuzov / V. F. Strel'bitskii. - M.: Mashinostroenie, 1978. – 135 s.
6. **Kurach A.A. Zatraty moshchnosti pri aktivnom privode rotatsionnykh kol'tsevykh rabochikh organov** [Text] / A.A. Kurach, M.A. Amantayev // Vestnik CHGAA. - Chelyabinsk, 2014. – Tom 68b, – s. 50-52.
7. **Gaifullin G.Z. Povyshenie kachestva obrabotki pochvy rotatsionnymi rabochimi organami** [Text] / G.Z. Gaifullin, R.I. Kravchenko, M.A. Amantayev // Mnogoprofil'nyi nauchnyi zhurnal Kostanaiskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. Baitursynova «3i: intellect, idea, innovation – intellekt, ideya, innovatsiya». – Kostanai: KGU im. A.Baitursynova, 2019. – №2, – s. 44-51.
8. **Nalavade, P. Performance of free rolling and powered tillage discs** [Text] / P. P. Nalavade, Nalavade, V.M. Salokhe, T. Niyamapa and P. Soni // Soil and tillage research, 2010, p. 87-93.
9. **Gaifullin G.Z. Orudie dlya poverkhnostnoi obrabotki pochvy s aktivnym privodom rabochikh organov** [Text] / G.Z. Gaifullin, A.A. Kurach, M.A. Amantayev // Мат. LIII mezhd. nauchn.-tekhn. konf. «Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu». – Chelyabinsk, 2014. – CH.2, – s. 168-173.
10. **A. Amantayev, M. Investigation of the furrow formation by the disc tillage tools** [Text] / M. Amantayev, G. Gaifullin, R. Kravchenko, V. Kushnir, S. Nurushev // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – Vol. 24, №4. – p. 704-709.

## Сведения об авторах:

Кравченко Руслан Иванович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры машин, тракторов и автомобилей, Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел. 87029298576, e-mail: ruslan\_kravchenko\_15@mail.ru.

Амантаев Максат Амантайулы – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры машин, тракторов и автомобилей, Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел. 87751429921, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры машин, тракторов и автомобилей, Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел. 87771390747, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Төлеміс Тұрсынай Серікқызы – обучающийся докторантуры по специальности 8D08701-Аграрная техника и технология, Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел. 87475784523, e-mail: tursynay17@mail.ru.

Табұлденов Абылайхан Нурмағамбетович – обучающийся докторантуры по специальности 8D08701- Аграрная техника и технология, Костанайский региональный университет имени А.Байтурсынова, 110000, г. Костанай, пр. Абая, 28, корпус 3, тел. 87714295749, e-mail: enertsesna@gmail.com.

*Kravchenko Ruslan Ivanovich – Doctor of Philosophy (PhD), A. Associate Professor of the department of Machines, tractors and vehicles, A. Baitursynov Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, Abay Ave., 28, building 3, tel. 87029298576, e-mail: ruslan\_kravchenko\_15@mail.ru.*

*Amantaev Maksat Amantayuly – Doctor of Philosophy (PhD), A. Associate Professor of the department of Machines, tractors and vehicles, A. Baitursynov Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, Abay Ave., 28, building 3, tel. 87751429921, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.*

*Zolotukhin Evgeny Aleksandrovich – Doctor of Philosophy (PhD), A. Associate Professor of the department of Machines, tractors and vehicles, A. Baitursynov Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, Abay Ave., 28, building 3, tel. 87771390747, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.*

*Tolemis Tursynay Serikkyzy – Doctoral student of specialty 8D08701- Agricultural machinery and technology, A. Baitursynov Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, Abay Ave., 28, building 3, tel. 87771390747, e-mail: tursynay17@mail.ru.*

*Tabuldenov Abylaikhan Nurmagambetovich – Doctoral student of specialty 8D08701- Agricultural machinery and technology, A. Baitursynov Kostanay Regional University, 110000, Kostanay, Abay Ave., 28, building 3, tel. 87714295749, e-mail: enertsesna@gmail.com.*

Кравченко Руслан Иванович – философия докторы (PhD), Машиналар, тракторлар және автомобильдер кафедрасының қауымдастырылған профессорының м.а., А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел. 87029298576, e-mail: ruslan\_kravchenko\_15@mail.ru

Амантаев Мақсат Амантайулы – философия докторы (PhD), Машиналар, тракторлар және автомобильдер кафедрасының қауымдастырылған профессорының м.а., А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел. 87771390747, e-mail: zolotukhine17@mail.ru.

Золотухин Евгений Александрович – философия докторы (PhD), Машиналар, тракторлар және автомобильдер кафедрасының қауымдастырылған профессорының м.а., А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел. 87751429921, e-mail: amantaevmaxat.kz@mail.ru.

Төлеміс Тұрсынай Серікқызы – 8D08701 - Аграрлық техника және технология мамандығы бойынша докторантура білім алушысы, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел. 87475784523, e-mail: tursynay17@mail.ru.

Табұлденов Абылайхан Нурмағамбетович – 8D08701 - Аграрлық техника және технология мамандығы бойынша докторантура білім алушысы, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., Абай даңғылы, 28, 3 ғимарат, тел. 87714295749, e-mail: enertsesna@gmail.com.