

NEWS**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN****SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES**

ISSN 2224-526X

Volume 4, Number 40 (2017), 83 – 88

G. Z. Gaifullin¹, R. I. Kravchenko¹, M. A. Amantayev²¹Kostanay State University A. Baitursynov, Kazakhstan,²Kostanay department of "Kazakh Scientific Research

Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture" Ltd., Kazakhstan

E-mail: Kravchenkorusya@mai.ru, Amantaevmaxat.kz@mail.ru

**SHAPE OF THE FURROW FORMED
BY THE ROTARY TILLAGE TOOL**

Abstract. In this article are presented the results of the theoretical and experimental studies of the furrow formation by the cutting blade of the rotary tillage tool set at an angle of attack β to the travel direction. The investigated tillage tool is the power driven and it rotates around axis with the angular speed ω in forward direction. In doing so, blades having an edge with a form of ellipse are inclined from axis of rotation at an angle α . There is derived a system of equation for determining the coordinates of the trajectory of any point of the cutting blade of the rotary tillage tool with horizontal axis of rotation. Whereas it also describes the coordinates of points of the furrow bottom formed by the cutting blade of the rotary tillage tool. The projections of the trajectories of the points on the edge of the cutting blade on the coordinate planes were plotted. During motion in the soil, the cutting blade treats the soil. Results of the theoretical studies being done of the trajectory of the cutting blade revealed that it forms the furrow having a shape of parallelogram on top view. The research results were verified by the experiments. Hence, the theoretical studies revealed and experiments confirmed that the cutting blade of the rotary tillage tool forms the furrow having the shape of parallelogram.

Key words: rotary tillage tool, cutting blade, trajectory, furrow, furrow coordinates.

УДК 631.313

Г. З. Гайфуллин¹, Р. И. Кравченко¹, М. А. Амантаев²¹Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, Казахстан,²Костанайский филиал ТОО «Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства», Казахстан**ФОРМА БОРОЗДЫ,
ФОРМИРУЕМОЙ РОТАЦИОННЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований бороздообразования режущим ножом ротационного рабочего органа, установленного под углом атаки β к направлению движения. Исследуемый рабочий орган имеет принудительный привод и вращается вокруг оси с угловой скоростью ω по направлению движения агрегата. При этом, ножи, внешние кромки которых имеют форму эллипса, отклонены от оси вращения на угол α . Получена система уравнений, позволяющая определять координаты траектории движения любой точки режущего ножа ротационного рабочего органа с горизонтальной осью вращения. При этом, она также описывает координаты точек дна борозды, образуемой режущим ножом ротационного рабочего органа. Построены проекции траекторий движения крайних точек режущего ножа на координатные плоскости. В период движения в почве режущий нож обрабатывает почву. Выполненными теоретическими исследованиями траектории движения режущего ножа установлено, что при этом, он формирует борозду, имеющую форму параллелограмма сверху. Результаты исследований подтверждены экспериментами. Таким образом, теоретическими исследованиями установлено, что экспериментом

подтверждено, что режущий нож ротационного рабочего органа образует борозду, имеющую форму параллелограмма.

Ключевые слова: ротационный рабочий орган, режущий нож, траектория движения, борозда, координаты борозды.

Исследовался ротационный рабочий орган (рисунок 1). Он состоит из ступицы 1 с закрепленными спицами 2, на которых жестко зафиксированы режущие ножи 3. Внешние кромки ножей 3 имеют форму эллипса. Ножи 3 отклонены от оси вращения $l-l$ на угол α . К направлению движения OX ротационный рабочий орган установлен под углом атаки β . Рабочий орган имеет принудительный привод и вращается вокруг оси $l-l$ с угловой скоростью ω против часовой стрелки.

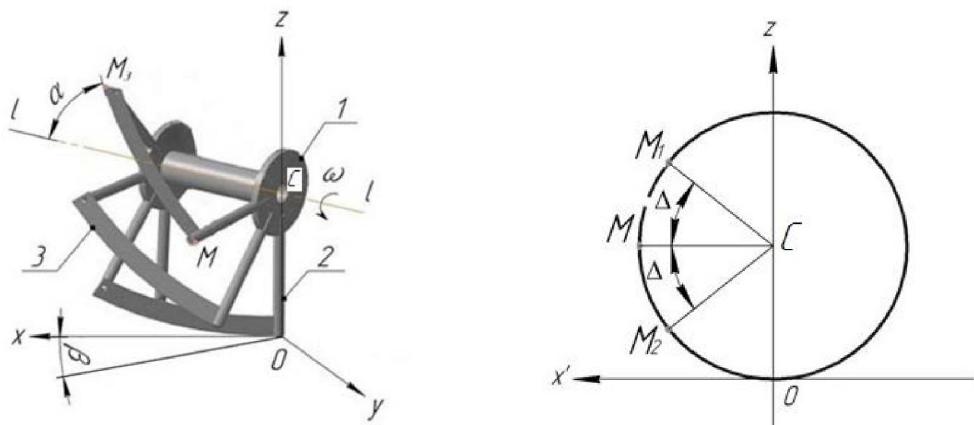


Рисунок 1 – Схема ротационного рабочего органа:
1 – ступица, 2 – спица, 3 – режущий нож

Рисунок 2 – Схема расположения точек M_1 и M_2
относительно т. M

При горизонтальном расположении оси вращения $l-l$ координаты траекторий движения точек ротационного рабочего органа описываются системой уравнений [1-6]:

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \theta \cdot R / \lambda + R \cdot \cos \beta \cdot \cos \theta; \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos \theta; \\ Z = R(1 - \sin \theta). \end{array} \right. \quad (1)$$

где X, Y, Z – координаты рассматриваемой точки M рабочего органа в неподвижной прямоугольной системе координат $OXYZ$ (рисунок 1); R – радиус вращения точки режущего ножа; θ – угол поворота радиус-вектора CM от горизонтальной плоскости; λ – кинематический коэффициент, $\lambda = V_0/V$; V_0 – окружная скорость ротационного рабочего органа; V – поступательная скорость движения ротационного рабочего органа.

Уравнения (1) описывают траекторию движения только одной точки M . Рассмотрим точки M_1 и M_2 , вращающиеся в одной плоскости с точкой M . Первая из них движется с отставанием на угол Δ , а вторая с опережением на эту же величину (рисунок 2).

Координаты траекторий движения этих точек описываются следующими уравнениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \theta \cdot R / \lambda + R \cdot \cos \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta); \\ Y = R \cdot \sin \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta); \\ Z = R [(1 - \sin(\theta \pm \Delta))]. \end{array} \right. \quad (2)$$

При этом знак (+) используется для точек, движущихся с опережением, а (-) – с отставанием относительно точки M .

Рассмотрим движение точки M_3 , вращающейся с одинаковой угловой скоростью с точкой M вокруг оси $l-l$ (рисунок 3). Точки M и M_3 лежат в одной плоскости MCC_3M_3 и поэтому $\Lambda=0$. Расстояние между плоскостями вращения точек M и M_3 равно b .

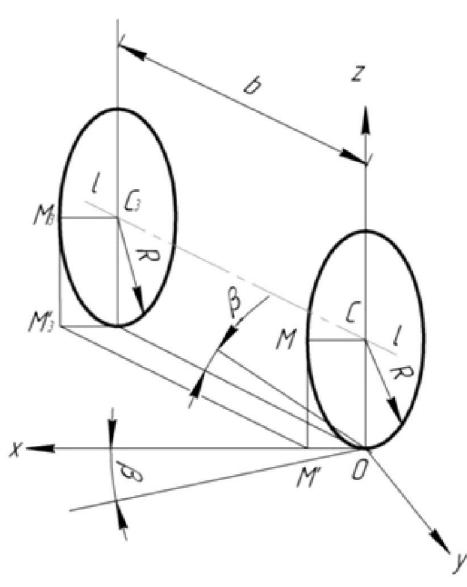


Рисунок 3 – Расчетная схема движения точек, вращающихся в разных плоскостях

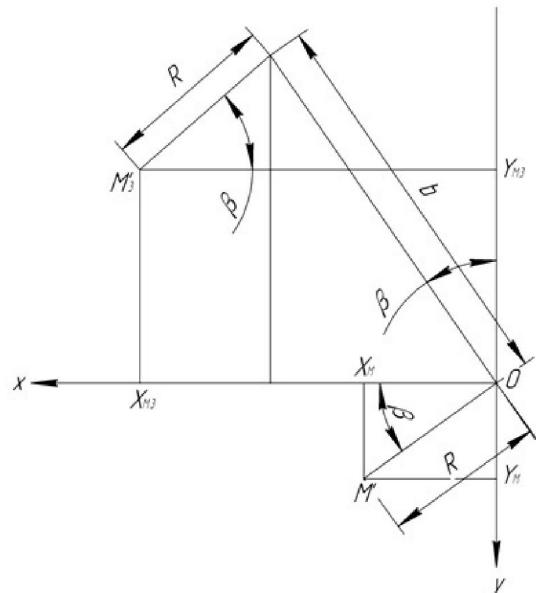


Рисунок 4 – Схема для определения координат точки M_3

При $\theta=0$ точки M и M_3 будут иметь следующие координаты (рисунок 4):

$$\begin{aligned} M &\{R \cdot \cos \beta; R \cdot \sin \beta; R\}; \\ M_3 &\{R \cdot \cos \beta + b \cdot \sin \beta; R \cdot \sin \beta - b \cdot \cos \beta; R\}. \end{aligned}$$

Отличия координат этих точек следующие:

$$\begin{cases} \Delta X = X_{M3} - X_M = b \cdot \sin \beta; \\ \Delta Y = Y_{M3} - Y_M = -b \cdot \cos \beta; \\ \Delta Z = Z_{M3} - Z_M = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Учитывая (3), выразим координаты точки M_3 через координаты точки M , получим

$$\begin{cases} X_{M3} = X_M + b \cdot \sin \beta; \\ Y_{M3} = Y_M - b \cdot \cos \beta; \\ Z_{M3} = Z_M. \end{cases} \quad (4)$$

Подставив значения координат точки M из выражения (2) в (4), получим

$$\begin{cases} X_{M3} = \theta \cdot R / \lambda + R \cdot \cos \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta) + b \cdot \sin \beta; \\ Y_{M3} = R \cdot \sin \beta \cdot \cos(\theta \pm \Delta) - b \cdot \cos \beta; \\ Z_{M3} = R [1 - \sin(\theta \pm \Delta)]. \end{cases} \quad (5)$$

Система уравнений (5) является универсальной, так как позволяет определять координаты траектории движения любой точки режущего ножа ротационного рабочего органа с горизонтальной осью вращения. С другой стороны она описывает координаты точек дна борозды, образуемой режущим ножом ротационного рабочего органа. В соответствии с формулами (5) построены проекции траекторий движения крайних точек M и M_3 режущего ножа на координатные плоскости YOZ (а) и XOZ (б) (рисунок 5). В плоскости YOZ проекции траекторий точек M и M_3 представляют эллипсы (рисунок 5а). Первый эллипс относится к точке M , а второй – к точке M_3 .

Части эллипсов AOD и $A'D'D'$ характеризуют движение указанных точек в почве при глубине обработки h . В точке A начальная точка ножа M заглубляется в почву, а в точке D – выглубляется. Конечная точка M_3 ножа заглубляется в точке A' и выглубляется в точке D' .

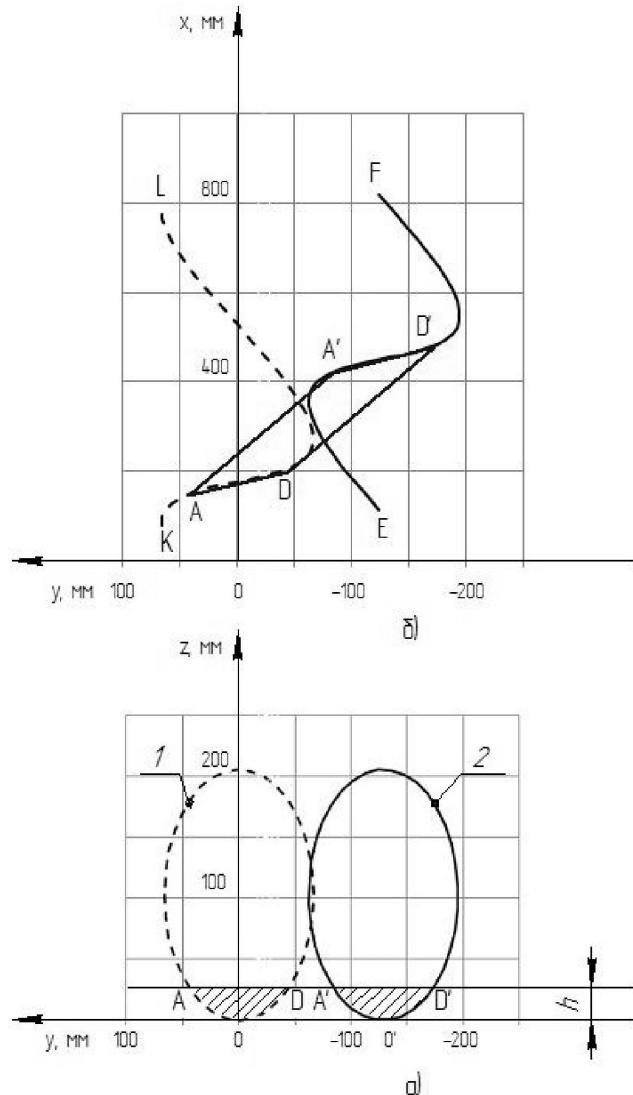


Рисунок 5 – Проекции траекторий движения крайних точек режущего ножа на координатные плоскости YOZ (а) и XOZ (б)

Проекция траектории движения точки M на координатную плоскость XOY представляет кривую $KADL$, а точки M_3 – кривую $EA'DF$. У обеих этих проекций имеются прямолинейные участки AD и $A'D'$. AD представляет проекцию участка траектории AOD на плоскость XOY , когда точка M находится в заглубленном состоянии. Для точки M_3 отрезок $A'D'$ является проекцией участка траектории $A'O'D'$ на ту же плоскость. Соединим точки заглубления крайних точек ножа A и A' . Очевидно, что отрезок AA' будет характеризовать линию заглубления в почву остальных точек режущего ножа. Аналогично, соединим точки выглубления крайних точек ножа A' и D' . Соответственно, отрезок $A'D'$ будет характеризовать линию выглубления остальных точек режущего ножа. Отрезки AD и $A'D'$ равны и параллельны. Следовательно, фигура $AA'D'D$ представляет параллелограмм. В пределах этой фигуры все точки режущего ножа последовательно заглубляются в почву по линии AA' , двигаются в почве и выглубляются по линии DD' .

В период движения в почве режущий нож обрабатывает почву. Таким образом, параллелограмм $AA'D'D$ является видом сверху на борозду, образованную одним режущим ножом.

Были выполнены экспериментальные исследования по изучению бороздообразования режущим ножом ротационного рабочего органа. На рисунке 6 приведен вид сверху на борозду, образованную режущим ножом при $\lambda=0,94$; $R=103$ мм; $\beta=30^\circ$. Фигура $AE'C'D$ является параллелограммом.

Стрелка слева указывает направление поступательного движения ротационного рабочего органа. На стрелке имеется номер опыта и масштаб, позволяющий определять параметры образованной борозды.

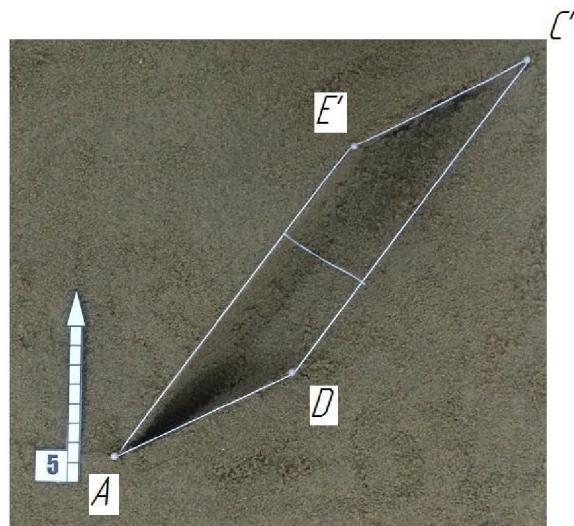


Рисунок 6 – Вид сверху на борозду, образованную режущим ножом ротационного рабочего органа

Таким образом, теоретическими исследованиями установлено, а экспериментом подтверждено, что режущий нож ротационного рабочего органа образует борозду, имеющую форму параллелограмма.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гайфуллин Г.З., Амантаев М.А., Мунтагаева Л.А., Мурзабеков Т.А. Determination of the furrow bottom formed by rotary tillage disc // «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – 2013. – № 1. – С. 33-37.
- [2] Guo H., Burkhardt T.H., Wilkinson R.H., Hoki M., Tanoue T. Disk trajectory simulation of a powered disk tiller // Agricultural Engineering Proceedings of the 11th International congress on Agricultural engineering. – Dublin, 1989. – P. 1547-1553.
- [3] Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. – М.: Машиностроение, 1983. – 144 с.
- [4] Матяшин Ю.И., Гринчук И.М., Наумов Л.Г., Матяшин Н.Ю. Теория и расчет ротационных почвообрабатывающих машин. – Казань: Татарское кн. изд-во, 1999. – 183 с.
- [5] Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие машины и орудия. – М.: Машиностроение, 1983. – 181 с.
- [6] Яцук Е.П. Панов И.М., Ефимов Д.Н. Ротационные почвообрабатывающие машины. Конструкция, расчет и проектирование. – М.: Машиностроение, 1971. – 256 с.

REFERENCES

- [1] Gajfullin G.Z., Amantaev M.A., Muntagayeva L.A., Murzabekov T.A. Determination of the furrow bottom formed by rotary tillage disc // «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». 2013. N 1. P. 33-37.
- [2] Guo H., Burkhardt T.H., Wilkinson R.H., Hoki M., Tanoue T. Disk trajectory simulation of a powered disk tiller // Agricultural Engineering Proceedings of the 11th International congress on Agricultural engineering. Dublin, 1989. P. 1547-1553.
- [3] Kanarev F.M. Rotacionnye pochvoobrabatyvajushchie mashiny i orudija. M.: Mashinostroenie, 1983. 144 p.
- [4] Matjashin Ju.I., Grinchuk I.M., Naumov L.G., Matjashin N.Ju. Teorija i raschet rotacionnyh pochvoobrabatyvajushhih mashin. Kazan': Tatarskoe kn. izd-vo, 1999. 183 p.
- [5] Nartov P.S. Diskovye pochvoobrabatyvajushchie mashiny i orudija. M.: Mashinostroenie, 1983. 181 p.
- [6] Jacuk E.P. Panov I.M., Efimov D.N. Rotacionnye pochvoobrabatyvajushchie mashiny. Konstrukcija, raschet i proektirovanie. M.: Mashinostroenie, 1971. 256 p.

Г. З. Гайфуллин¹, Р. И. Кравченко¹, М. А. Амантаев²

¹А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қазақстан,
²«Ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлеу ғылыми-зерттеу институты» ЖШС
Қостанай филиалы, Қазақстан

АЙНАЛМАЛЫ ЖҰМЫСШЫ БӨЛІКПЕН ҚАЛЫПТАСТЫРЫЛҒАН КАРЫҚШАНЫҢ ПШІНІ

Аннотация. Мақалада қозғалыс бағытына өндеу β бұрымен орналасқан айналмалы бөліктің кескіш пышағымен қарықшаның қалыптастырылуын теориялық және тәжірибелік зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеліп отырган жұмысшы бөлік пәрменді жетекті және қозғалыс бағыты бойынша бұрыштық ω жылдамдықпен өсті айнала қозалады. Сонымен бірге, сыртқы жиегі эллипс пішінді пышактар айналу өсінен α ауытқу бұрышымен орналасқан. Горизонталды айналу өсі бар айналмалы жұмысшы бөліктің кескіш пышағының кез келген нүктесінің қозғалыс ізі координаталарын анықтайтын теңдеу жүйесі алынды. Сонымен бірге, ол айналмалы бөліктің кескіш пышағымен қалыптастырылған қарықша түбінің координата нүктелерін де сипаттайтын. Кескіш пышактың шеткі нүктелерінің қозғалыс ізінін координаталық жазықтыктарға түсірілген көлендері құрылды. Топыракта қозалу барысында кескіш пышак топыракты өндейді. Кескіш пышактың қозғалыс ізін теориялық зерттеулермен оның үстінен қарағанда параллелограм пішінді қарықша қалыптастыратыны анықталды. Зерттеу нәтижелері тәжірибелермен расталады. Осылайша, айналмалы жұмысшы бөліктің кескіш пышағы параллелограм пішінді қарықша қалыптастыратыны теориялық зерттеулермен анықталды, тәжірибемен расталды.

Түйін сөздер: айналмалы жұмысшы бөлік, кескіш пышак, қозғалыс ізі, қарықша, қарықшаның координаталары.