

Додаттєльні дослідження можуть бути направлені на розробку методів вивчення динаміки частки ґрунту по поверхневим просторовим дозаткам.

#### Література

1. Найдаш В.М. Обоснование параметров и разработка машины для насыпки противоропашных валов на склонах // В.М. Найдаш, Е.Н. Нагорный, И.С. Левчук, А.И. Караев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. – № 4. – С. 7-12.
2. Найдаш В.М. Геометрическое моделирование поверхностей рабочих органов плуга-метателя // В.М. Найдаш, Е.Н. Нагорный, А.И. Караев // Тезисы докладов Всеукраинской 101 конференции по современным проблемам земледельческой механики. – ММСХ – М., 1989. – С. 50-51.
3. Семків О.М. Розрахунок робочого органа ланцюгового ґрунтометального механізму // О.М. Семків, В.М. Шагохін // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Прикладна геометрія та інженерна графіка". Випуск 87. – К.: КНУБА. – 2011. – С. 303-312.
4. Шагохін В.М. Об оптимальной форме лопатки роторного ґрунтометателя // В.М. Шагохін, О.М. Семків, А.Н. Попова // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2013. – № 2. – С. 49-55.
5. Шагохін В.М. Про оптимальну форму лопатки роторного металічного ґрунту // В.М. Шагохін, О.М. Семків, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 4. – Т. 55. – С. 260-269.
6. Шагохін В.М. Розроблені методи побудови лопаток оптимальної форми роторного ґрунтометального механізму // В.М. Шагохін, О.М. Семків, Н.В. Шагохіна // Однінадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей. – Львів: КПІ НАН України, 2013. – С. 96.
7. Шагохін В.М. Сравнение прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаток роторного ґрунтометателя // В.М. Шагохін, О.М. Семків, А.Н. Попова // Научно-технический сборник "Энергоэффективность в строительстве и архитектуре". – К.: КНУБА. – 2013. – Вип. 4. – С. 301-309.
8. Попова А.М. Дослідження руху частки ґрунту по дозатці: результати комп'ютерних експериментів // А.М. Попова, В.М. Шагохін // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 135-144.
9. Семків О.М. Оптимальні траєкторії руху частки ґрунту по дозатці в полі відцентрових сил інерції // О.М. Семків,

В.М. Шагохін, А.М. Попова // Геометричне та комп'ютерне моделювання: Збірник наукових праць. – Харків: ХДУХТ. – 2012. – Вип. 30. – С. 190-200.

10. Семків О.М. Дослідження динаміки частки ґрунту по дозатці з профілем оптимальної форми в полі центробежних сил інерції // О.М. Семків, В.М. Шагохін, А.Н. Попова // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Технічна естетика і дизайн". – К.: КНУБА. – 2012. – Вип. 11. – С. 165-174.

11. Семків О.М. Дослідження траєкторії руху частки ґрунту після її відльоту з робочої поверхні дозатки роторного ґрунтометального механізму // О.М. Семків, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 126-134.

12. Шагохін В.М. Оптимальні траєкторії руху частки ґрунту, переміщуючоїся під дією центробежної сили інерції // В.М. Шагохін, Н.В. Шагохіна // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – Харків, 2012. – Вип. 4-7 (58). – С. 9-14.

13. Кирилюк Д.В. Mathcad 13. – Д.В. Кирилюк. СПб.: ВХВ-Петербург, 2006. – 608 с.

### ПОБУДОВА ПРОСТОРОВИХ ДОЗАТОК ҐРУНТОМЕТАЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ БРАХІСТОХРОН ДЛЯ ПОЛЯ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ ІНЕРЦІЇ

*В.М. Шагохін, О.М. Семків, А.М. Попова*

Запропоновано методи побудови просторових лопаток ґрунтометателя за допомогою брахістохрон, знайдених для поля відцентрових сил інерції. Використано рівняння брахістохрон, яке записано в полярній системі координат. Приведено результати побудови поверхонь лопаток з різними формами основ.

### BUILDING OF TRIDIMENSIONAL GROUND-THROWER BLADES USING BRACHISTOCHRONES FOR THE FIELD OF CENTRIFUGAL FORCES OF INERTIA

*V. Shatokhin, O. Semkiv, A. Popova*

Methods of tridimensional ground-thrower blades building with usage of brachistochrones, which were found for the field of centrifugal inertia forces, are suggested. Equation of brachistochrone, that was written in polar coordinate system, is used. Results of constructing blades surfaces with different shapes of foundations are shown.

### ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДОПОТОК ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ БРАХИСТОХРОН ДЛЯ ПОЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ ИНИЕРЦИИ

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
Навигационный университет гражданской авиации Украины

Предложены методы построения пространственных допотоков грунтометателя с помощью брахистохрон, найденных для поля центробежных сил инерции. Использовано уравнение брахистохрон, заданное в полярной системе координат. Приведены результаты построения поверхностей допотоков с разными формами оснований.

**Постановка проблемы.** Транспортировка грунта способом метания является эффективным средством для осыновки (или аэрации) водонасыщенных почв и условий отсутствия воды [1-11]. Среди разнообразных механизмов, используемых для реализации такой технологии, особым интересом вызывают роторные грунтометатели [1, 2, 4-11], которые грунтовою почва выбрасывают с помощью допотоков, расположенных на вращающемся роторе. В связи с этим актуальное значение приобретает задача связанная с выбором рациональной ("оптимальной") формы допотоков.

**Анализ основных исследований и публикаций.** В работах [7, 8, 12] проведены исследования по выбору рациональных параметров грунтометателя с *прямолинейными допотоками*. Исследованиями не использованы в грунтометателях более перспективные *криволинейные допотоки* посвящены публикации [4, 5, 9, 10]. Движение такой допоток представляет собой поверхность, выделенную в результате изгиба плоскости по кривой, являющейся брахистохорной для центробежной силы инерции (основание допоток - отрезок прямой, параллельный оси ротора). В работе [12] получено аналитическое выражение брахистохоры в полярной системе координат в обратной форме.

Комплексное решение задачи требует, однако, такого выбора формы поверхности допотока, которая была бы оптимальной не только с точки зрения времени съезда частиц грунта [12], но также рациональной с точки зрения других эксплуатационных характеристик механизма: усилий внедрения допотока в грунт, динамических нагрузок на допотоки и ротор, мощности приводного двигателя и т.д. В дальнейшем для удобства допотоки с брахистохронными образующими, основания которых расположены на некоторой дуге, а не на отрезке прямой, будем называть *пространственной допоток*.

Исследования по рациональному выбору формы пространственных допотоков в настоящее время отсутствуют.

**Постановка задачи.** Используя в качестве образующей брахистохрону для поля центробежных сил инерции, заданную в полярной системе координат, разработать методы построения пространственных допотоков близких к оптимальным по характеру движения частиц грунта, позволяющих уменьшать усилия внедрения допотоков в грунт и динамические нагрузки на допотоки и ротор, снижать мощность приводных двигателей и т.д. Построить пространственные допотоки одного варианта конструкции ротора для разных форм основания допотока.

**Основная часть.** На рис. 1 показана схема грунтометателя: 1 - ступица; 2 - кольцо; 3 - спица; 4 - криволинейная допоток. Предполагается, что метатель вращается с угловой скоростью  $\omega$  против хода часовых стрелок. Радиусы  $R_1$  и  $R_2$  представляют собой радиусы окружностей, проходящих через заднюю и переднюю кромки допотока.

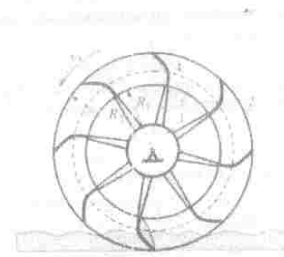


Рис. 1. Схема грунтометательного механизма



Рис. 2. Брахистохрона для поля центробежных сил инерции

#### Уравнение брахистохроны для поля центробежных сил инерции

На рис. 2 показан профиль криволинейной допотока в форме брахистохроны для поля центробежных сил инерции [4, 5, 12] (штриховой линией показан профиль днаша прямолинейной допотока).  $(r, \varphi)$  - полярные координаты;  $r_0, r_1$  - начальное и конечное значения полярного радиуса (соответствуют  $R_1, R_2$  на рис. 1);  $\varphi_0$  - конечное значение полярного угла (в дальнейшем начальная угол обозначается как  $\varphi_0$ , на рисунке не показан).

Формы криволинейной лопатки найдены как решение задачи о брахистохроме в поле центробежных сил и энергии [4, 5, 12]. Установлено, что решение этой задачи не является единственным. Приемлемое по конструктивным соображениям решение в полярной системе координат (обратная форма) имеет вид

$$\varphi(\rho) = \arctg(z) - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \arctg \frac{z}{\sqrt{1-C^2}} + C_1, \quad (1)$$

где  $z = \frac{C^2 \rho^2}{\sqrt{\rho^2 - \rho_0^2}} - 1$ ;  $C^2 < 1$  — константа.

Константы  $C$  и  $C_1$  в (1) определяются с помощью краевых условий

$$\text{при } \varphi = \varphi_0, \quad \rho = \rho_0, \quad z = z(\rho_0) = z_0 = \frac{C^2 \rho_0^2}{\sqrt{\rho_0^2 - \rho_0^2}} - 1 = \infty; \quad (2)$$

$$\text{при } \varphi = \varphi_1, \quad \rho = \rho_1, \quad z = z(\rho_1) = z_1 = \frac{C^2 \rho_1^2}{\sqrt{\rho_1^2 - \rho_0^2}} - 1. \quad (3)$$

Построенное с их помощью трансцендентное уравнение нахождения  $C$  оказывается таким

$$\varphi_1 - \arctg \frac{z_1}{\sqrt{1-C^2}} - \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}}\right) \arctg \sqrt{\frac{\rho_1^2 - \rho_0^2}{1-C^2}} = \varphi_0 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}}\right) \frac{\pi}{2}. \quad (4)$$

где  $z = C^2$ .

Константа  $C_1$  определяется из выражения

$$C_1 = \varphi_0 - \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}}\right) \frac{\pi}{2}. \quad (5)$$

**Метод построения поверхностей пространственных лопаток из брахистохрон.** Основная идея изложенных ниже двух методов формирования поверхностей пространственных лопаток состоит в следующем: построенные с их помощью поверхности лопатки изготавливаются так, чтобы траектории движения частиц по ним были близки к брахистохронам, т.е. свойства этих поверхностей были максимально приближены к свойствам поверхностей криволинейных лопаток.

Формирование поверхностей и дальнейший анализ их свойств удобно осуществлять в декартовой системе координат. На рис. 2 показана такая система координат (правая). Начало координат (точка  $O$ ) находится в начальной точке "базовой" брахистохроны; ось  $z$  направлена вдоль полярного радиуса к оси ротора; ось  $y$  — к вершине ротора, ось  $x$  —

читателя (на рисунке не показана). Выбор ее обусловлен тем, что одной из важнейших характеристик особенностей ортогональной кривой является то, что полярный радиус, проходящий через ее начальную точку, представляет собой касательную к кривой в этой точке. Физически это означает, что на начальном этапе движения сила (центробежная сила инерции) близка к направлению движения, т.е. обеспечивает максимальное ускорение, что не возможно при использовании прямолинейной лопатки (случай, когда прямолинейная лопатка расположена вдоль радиуса, не удовлетворителен с технологической точки зрения). Из формулы (1) вытекает и строгое обоснование этого заключения, так как

$$\lim_{\rho \rightarrow \rho_0} \frac{d\varphi}{d\rho} \rightarrow 0.$$

В этом легко убедиться, определив произвольную от выражения (1) по  $\rho$  и найдя соответствующий предел.

Декартовы и полярные координаты произвольной точки  $M$  кривой (см. рис. 2) связаны очевидными соотношениями

$$x = \rho \sin \varphi, \quad z = \rho_0 - \rho \cos \varphi. \quad (6)$$

**Первый метод.** При формировании поверхностей начало брахистохрон будем располагать на кривой в основании лопатки, осуществляя поступательное перемещение "базовой" брахистохроны, показанной на рис. 2 (плоскости кривых будут параллельны плоскости  $Oxz$ ). На рис. 3 показаны несколько типичных форм оснований торого ротора — проекции оснований на плоскость  $Oxy$ : 1) — прямоугольная; 2) — полуокружность радиуса  $r$ ; 3) — дуга окружности радиуса  $r$ ; 4) — половина дуги эллипса. Для опытного варианта ротора использовались следующие значения параметров:  $r = 0,05$  м;  $R = 0,03$  м ( $r/R \approx 0,0567$  м). Прямоугольное основание отвечает в принятой терминологии криволинейной лопатке.

На кривой 2 показаны точки, в которых располагается начало брахистохрон для положительных значений  $x$  (ища по оси  $Ox$  с учетом удобства последующей программной реализации следует брать равномерные).

На рис. 4, а кроме проекции "базовой", показана проекция брахистохроны верхней кромки лопатки (жирные линии), а также проекции нескольких

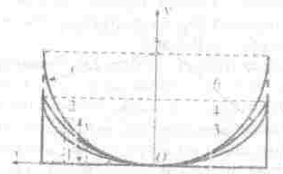


Рис. 3. Проекция оснований пространственных лопаток на плоскость  $Oxy$

промежуточных кривых (тонкие линии).

**Второй метод.** Очевидно, что выбранные таким способом кривые строго говоря, не будут оптимальными кривыми (брахистохронами). Для превращения их в брахистохроны необходимо каждую кривую вместе с начальным полярным радиусом повернуть в ее плоскости на соответствующий угол  $\theta$  (рис. 4, б) вокруг оси вала ротора (см. также рис. 2).

Указанный угол является малым. Например, для опытного прототипа  $\theta_{\max} \approx \alpha \approx 0,141$  рад. Тогда с точностью до малых высших порядков для определения  $\theta$  будет справедлива формула

$$\theta = \frac{y'}{R_0} \quad (7)$$

где  $y'$  — координата начальной точки брахистохроны (см. рис. 3, а, б).

Формулы для декартовых координат произвольной точки брахистохроны повернутой на угол  $\theta$  на основании выражения (6) приобретают вид (см. рис. 4, б)

$$y = R_0 \sin(\varphi + \theta), \quad z = R_0 - R_0 \cos(\varphi + \theta). \quad (8)$$

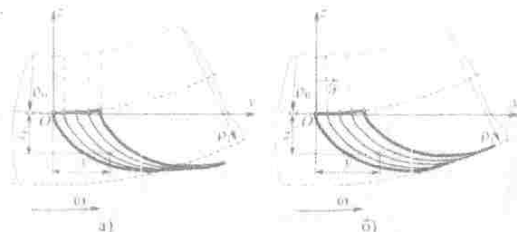


Рис. 4. Формирование пространственных лопаток: а) — параллельный перенос оптимальной образующей; б) — параллельный перенос с поворотом оптимальной образующей

Эти выражения следуют также и из формул линейного преобразования координат

$$\left. \begin{aligned} y &= R_0 \sin \theta + R_0 \sin \varphi \cos \theta - (R_0 - R_0 \cos \varphi) \sin \theta, \\ z &= R_0(1 - \cos \theta) + R_0 \sin \varphi \sin \theta - (R_0 - R_0 \cos \varphi) \cos \theta. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

которые после упрощения приводятся к (8).

Первые слагаемые в формулах (9) относятся координатам поступательного перемещения вспомогательной системы координат (на рис. 4 не показана) остальные отражают эффект поворота этой системы координат на угол  $\theta$ . Таким образом в первом методе используется только поступательное перемещающаяся система координат, координаты начала которой определяются по формулам

$$y = R_0 \sin \theta, \quad z = R_0(1 - \cos \theta). \quad (10)$$

**Пространственные лопатки опытного варианта конструкции ротора.** Формирование поверхностей лопаток во первом и втором методу осуществлялось со следующими параметрами механизма:  $R_0 = R_2 = 0,496$  м;  $R_1 = R_3 = 0,632$  м;  $\varphi_0 = \theta$ ;  $\varphi_1 = 2\theta = 0,349$  рад;  $h = 0,2$  м;  $n = 222$  мин<sup>-1</sup> ( $\omega = 23,25$  рад/с). Описание форм основания лопаток и их размеров дано выше.

Поверхности лопаток  $z = f(x, y)$  строились с использованием средств двумерной кубической сплайн-интерполяции MathCAD (здесь  $z$  — абсцисса точки поверхности, в отличие от координаты  $z$  в формулах (6), (8)-(10)). Предварительно рассчитывалась матрица значений абсцисс поверхности на равномерной сетке значений  $x$  и  $y$ . По значениям  $x, y$  в выборе которых сказано выше, находились углы  $\varphi$  по формуле (7). На равномерной сетке значений  $\varphi$  с использованием одномерной кубической сплайн-интерполяции по выражениям (8) строилась зависимость  $z = z(\varphi)$ , позволяющая уже на равномерной сетке значений  $\varphi$  рассчитывать значения  $z$ . При программной реализации алгоритма приходится преодолевать некоторые сложности, связанные с тем, что проекция поверхности объемной лопатки на плоскость  $Oxy$  не является прямоугольником.

Важным обстоятельством с точки зрения дальнейших исследований движения части грунта по лопатке является то, что полученные таким способом функции  $z = f(x, y)$  в среде MathCAD можно аналитически дифференцировать, как и традиционные функции.

Лопатки с основанием 1, фактически криволинейные лопатки, показаны на рис. 5, а, б. Кроме возможности наглядного представления их формы, рисунки полезны с точки зрения последующих сопоставлений указанных лопаток с пространственными. При формировании боковых стенок использовались соответственно первой (поступательное перемещение брахистохроны) и второй (поступательное перемещение брахистохроны с поворотом) методы (см. также рис. 4, а, б). Боковые стенки первой лопатки не приемлемы с технологической точки зрения и изображений прочности и жесткости. Для лопатки на рис. 5, б

выступающие части боковых стенок могут служить своеобразными разрыхлителями, облегчающими внедрение лопатки в грунт. Известно, что выбор формы боковых стенок криволинейных лопаток определяется в первую очередь технологическими соображениями.

Объемные лопатки с основанием второго типа (полуокружностью) показаны на рис. 6, а, б.

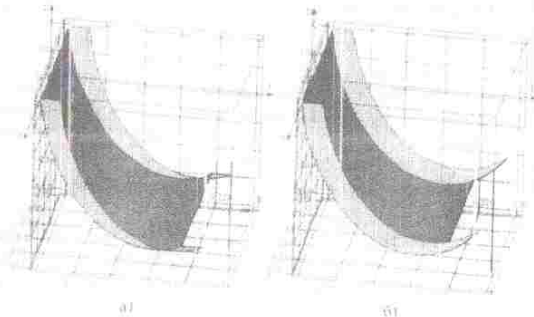


Рис. 5. Поверхности лопаток с основанием 1: а) метод 1, б) метод 2.

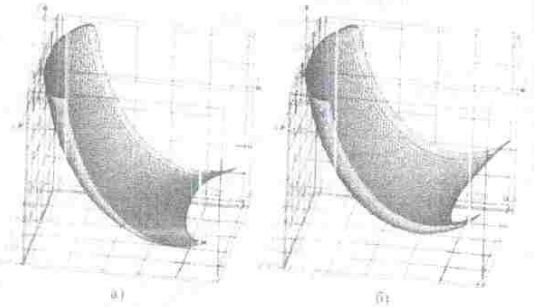


Рис. 6. Поверхности лопаток с основанием 2: а) метод 1, б) метод 2.

Лопатка, построенная по второму методу, имеет более выпуклую периферийную часть и более выпуклые боковые части. Такая лопатка способна вместить большее количество грунта.

Лопатки с более пологим основанием 3 (дуга окружности радиуса  $\tilde{r} > r$ ) представлены на рис. 7, а, б. Их особенность, как и лопаток с основанием 4 (половина эллиптической дуги), показанных на рис. 8, а, б, заключается в меньшей глубине внедрения в грунт ( $h < r$ ).

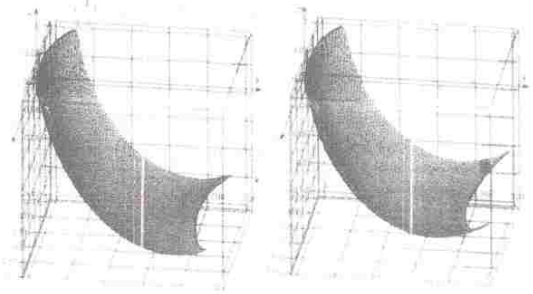


Рис. 7. Поверхности лопаток с основанием 3: а) метод 1, б) метод 2.

Принципиальная особенность лопаток с основаниями 2-4, в отличие от лопаток с основанием 1, в том, что внедрение их в грунт происходит не всей длиной передней кромки одновременно, а происходит в течение некоторого, хотя и короткого, промежутка времени.

Таким образом, лопатки, поверхности которых формируются из оптимальных кривых с помощью разработанных методов, могут быть эффективным средством уменьшения усилий внедрения лопаток в грунт и динамических нагрузок на лопатки и ротор, снижая мощности приводных двигателей и т.д.

**Выводы.** Разработаны методы построения пространственных лопаток роторного грунтометателя с помощью брахистохрон, полученных для поля центробежных сил инерции. Форма их поверхности близка к оптимальной по характеру движения частиц грунта и может быть эффективна по другим эксплуатационным характеристикам механизма. Построены пространственные лопатки опытного варианта конструкции ротора, для разных форм основания лопаток.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку методов изучения движения частиц грунта по поверхностям пространственных лопаток.

#### Литература

1. Найдыш В.М. Обоснование параметров и разработка машины для насыпки противорозионных валов на склонах / В.М. Найдыш, Е.Н. Нагорный, Н.С. Левчук, А.И. Караев // Механизация сельского хозяйства. – 1989. – № 4. – С. 7-12.
2. Найдыш В.М. Геометрическое моделирование поверхностей рабочих органов плуга-металля / В.М. Найдыш, Е.Н. Нагорный, А.И. Караев // Тезисы докладов Всесоюзной и/т конференции по современным проблемам сельскохозяйственной механики / МИМСХ. – М., 1989. – С. 50-51.
3. Семків О.М. Розрахунок робочого органа ланцюгового ґрунтометального механізму / О.М. Семків, В.М. Шатохін // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Прикладна геометрія та інженерна графіка". Випуск 87. – К.: КНУБА. – 2011. – С. 303-312.
4. Шатохін В.М. Об оптимальной форме лопатки роторного ґрунтометателя / В.М. Шатохін, О.М. Семків, А.Н. Попова // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2013. – № 2. – С. 49-55.
5. Шатохін В.М. Про оптимальну форму лопатки роторного металника ґрунту / В.М. Шатохін, О.М. Семків, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 4. – Т. 55. – С. 260-269.
6. Шатохін В.М. Розроблення методів побудови лопаток оптимальної форми роторного ґрунтометального / В.М. Шатохін, О.М. Семків, Н.В. Шатохіна // Одиннадцятий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Тези доповідей. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2013. – С. 96.
7. Шатохін В.М. Сравнение прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаток роторного ґрунтометателя / В.М. Шатохін, О.М. Семків, А.Н. Попова // Научно-технический сборник "Энергоэффективность в строительстве и архитектуре". – К.: КНУБА. – 2013. – Вип. 4. – С. 301-309.
8. Попова А.М. Дослідження руху частки ґрунту по лопатці: результати комп'ютерних експериментів / А.М. Попова, В.М. Шатохін // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 135-144.
9. Семків О.М. Опис руху частки ґрунту по лопатці із профілем брахістохрони у полі відцентрових сил інерції / О.М. Семків,

10. Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М. Геометричне та комп'ютерне моделювання лопатки роторного ґрунтометателя. – 2012. – Вісник наукових праць. Харків: ХНУХТ. – 2012. – Вип. 30. – С. 190-200.
11. Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М. Побудова оптимальної форми лопатки роторного ґрунтометателя / О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Геометрія та дизайн". – К.: КНУБА. – 2012. – Вип. 11. – С. 163-174.
12. Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М. Дослідження траєкторії руху частки ґрунту після її розриву лопаткою в полі відцентрових сил інерції / О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 145-154.
13. Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М. Оптимальные траектории движения точки, разрывающейся под действием центробежной силы инерции / О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова // Восточно-Европейский журнал технических наук. – Харьков, 2012. – Вип. 4/7 (58). – С. 9-14.
14. Семків О.М., Шатохін В.М., Попова А.М. Методы построения поверхностей лопаток роторного ґрунтометателя. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 4. – Т. 54. – С. 145-154.

#### ПОБУДОВА ПОВЕРХОЇ РОБОЧОЇ ЛОПАТОК ҐРУНТОМЕТАТЕЛЯ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ СИЛ ІНЕРЦІЇ

О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова

Використано методи побудови просторових лопаток ґрунтометателя в полі відцентрових сил інерції, знайдених для поля відцентрових сил інерції. Використано рівняння брахістохрони, яке записано в полярній системі координат. Приведено результати побудови поверхонь лопаток з різними формами основ.

#### METHOD OF BUILDING 3D-TRIDIMENSIONAL GROUND-THROWER BLADES USING INERTIAL FORCE FORCES OF INERTIA

O. Semkiv, V. Shatokhin, A. Popova

Method of building 3D-ground-thrower blades building with usage of brackets from which were found for the field of centrifugal inertia forces, are presented. Equation of brachistochrone, that was written in polar coordinate system, is used. Results of constructing blades surfaces with different shapes of foundation are shown.