

Висновки. Формування системного підходу у впровадженні техніки й енергозбереження у сфері будівництва та архітектури вирішує низку вирішальних питань економічної, екологічної та соціальної сфер життєдіяльності людини. Застосування такого механізму саме на стадії проектування будівельних об'єктів дозволяє якісно оцінити можливість покращення умов проживання людей, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище: оптимізувати використання як скінчених, відновлювальних, так і альтернативних джерел енергії, надати можливість повторного використання будівельних матеріалів та інших природних ресурсів.

Література

1. Положення про експериментальне будівництво шкільних закладів наказом Міністерства України у справах будівництва та архітектури від 27.12.1993 № 245, зареєстроване у Міністерстві юстиції України від 11.02.1994 за № 25/234.
2. Кащенко Т.О., Сьомка С.В., Бородиня І.М. Енергозбереження в архітектурі індивідуальних житлових будинків – К.: КНУБА, 2010 – 4 с.
3. Король В.П. Архітектурне проектування житла: Підручник. Київ: ФЕНІКС, 2006. – с.208.
4. Ковальчук Ю. Г. Енергозберігаючий будинок: технічні характеристики і джерела // Ю. Г. Ковальчук, Е. Р. Крамаренко, В. П. Омегастук. – Технобудівництво України. – 2001. – № 1. – С. 26–27.
5. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективности / Пер. с нем.: И. Габриель, Х. Ваденер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 160 с. – (Строительство и архитектура).

Анотація

В даній статті розглядаються сучасні елементи енергоефективності й енергозбереження в будівельних об'єктах. Аналізується комбінація енергозберігаючих систем в єдиних системах чи на об'єкту державного рівня. Обґрунтовується необхідність прикладної енергозберігаючих систем і технологій на стадії проектування цих об'єктів.

Annotation

This article discusses the modern elements of energy efficiency and energy conservation construction projects. We analyze the combination of energy-saving systems in individual cases and on the state level. Substantiated the need in applying the energy-saving systems and technologies on a design stage for these objects.

СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ (ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛОПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
Національний університет цивільного будівництва України

Приведены результаты исследований по сопоставлению прямолинейной и криволинейной (оптимальной) лопаток роторного грунтометателя, определяющих его технологические показатели.

Постановка проблемы. При создании ряда технических (технологических) устройств возникает задача выбора оптимальной формы направляющих, в которых движутся частицы (например, грунта) под действием центробежных сил. В частности, актуальной является проблема создания механизмов метания грунта, используемых в дорожных и сельскохозяйственных машинах при перепланировке рельефа. Аналогичные механизмы используются для тушения лесных пожаров в местностях, где отсутствует источник воды [1-7]. Рядом достоинств обладают роторные грунтометатели [1-6], которые выбрасывают грунт в зону интереса при помощи лопаток, расположенных на вращающемся роторе. Методы выбора формы, расположения лопаток, анализа движения частиц грунта по ним в настоящее время разработаны не достаточно. Исследования по решению этих задач, направленные на повышение технологических характеристик устройств, имеют актуальный характер.

Анализ основных исследований и публикаций. В работах [3, 8] проведены комплексные исследования по выбору оптимальных параметров грунтометателя с прямыми лопатками. Перспективным представляется использование в грунтометателях криволинейных лопаток. Методом выбора их формы и анализа движения частиц грунта по ним посвящены работы [1, 2, 5, 6]. В указанных статьях показано, что задача выбора оптимальной формы лопатки может быть сформулирована как задача определения формы кривой в поле центробежных сил инерции, которая обеспечивает минимальное время движения (задача брахистохроны в поле центробежных сил).

Постановка задачи. Провести исследования по сопоставлению параметров схода частиц грунта с прямолинейной и криволинейной лопаток, определяющих технологические показатели грунтометателя. Осуществить качественное сравнение лопаток по эффективности заносения их грунтом, усилием по внедрению в грунт, динамическим нагрузкам на ротор и лопатки, энергозатратам.

Основная часть. На рис. 1 показана схема грунтометателя: 1 – ступица; 2 – колесо; 3 – шпиль; 4 – прямолинейная лопатка. Предполагается, что метатель вращается с угловой скоростью ω против хода часовой стрелки.

Плоскость рабочей лопатки наклонена от радиуса на угол α , который отсчитывается в том же направлении. Радиусы R_1 и R_2 представляют собой радиусы окружностей, описанных соответственно через вершину и переднюю кромку лопатки в данной лопатке. Указанные параметры являются очевидным соотношением:

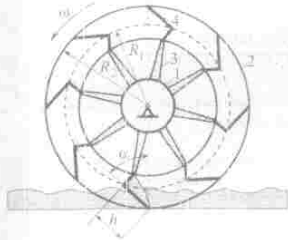


Рис. 1. Схема радиально-лопаточного механизма

лопатке (начало отсчета координаты x находится на задней кромке лопатки).

$$R_1^2 = h^2 + R_2^2 - 2hR_2 \cos \alpha. \quad (1)$$

Варируя α , по формуле (1) для фиксированных значений h и R_2 , можно определить R_1 .

В работе [3] получены дифференциальные уравнения движения частицы грунта по **призматической** лопатке:

$$\ddot{x} + 2\omega f \dot{x} - \omega^2 x = H_0 + H \sin(\omega t + \varphi). \quad (2)$$

где $H_0 = -\omega^2 R_1 \cos \beta - f \sin \beta$; $H = g \sqrt{1 - f^2} + f^2$; $\sin \beta = \frac{R_2}{R_1} \sin \alpha$; $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$.

$$\varphi = \alpha + \delta; \quad \sin \delta = \frac{1}{\sqrt{1+f^2}}; \quad \cos \delta = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}};$$

f — коэффициент трения скольжения; g — ускорение свободного падения.

Его общее решение имеет вид:

$$x = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} - \frac{H_0}{\omega^2} + A \sin(\omega t + \varepsilon), \quad (3)$$

где $\lambda_1 = \omega \sqrt{1-f^2} - f$; $\lambda_2 = -\omega \sqrt{1-f^2} + f$; $A = \frac{H}{2\omega \sqrt{1-f^2}}$;

$$\varepsilon = \varphi - \pi - \arcsin \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}.$$

Для постоянных интегрирования справедливы выражения:

$$C_1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[x_0 - \frac{H_0}{\omega^2} - \frac{\lambda_0}{\lambda_2} \right] - \frac{A \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[\sin \varepsilon - \frac{\omega}{\lambda_2} \cos \varepsilon \right];$$

$$C_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[x_0 + \frac{H_0}{\omega^2} - \frac{\lambda_0}{\lambda_1} \right] - \frac{A \lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \left[\sin \varepsilon - \frac{\omega}{\lambda_1} \cos \varepsilon \right]. \quad (4)$$

которые получены в предположении, что при $t=0$, $x=\lambda_0$, $\dot{x}=\lambda_0$.

Время схода τ частицы с лопатки на основании (3) должно определяться из уравнения

$$C_1 e^{\lambda_1 \tau} + C_2 e^{\lambda_2 \tau} - \frac{H_0}{\omega^2} + A \sin(\omega \tau + \varepsilon) = h. \quad (5)$$

После определения τ просто выписываются начальные условия движения частицы грунта в воздухе.

Положение лопатки удобно определять углом ψ , отсчитываемым от нижнего положения передней кромки лопатки (вертикальная линия на рис. 1 соответствует $\psi=0$). Теперь, полагая, что угол ψ в момент схода частицы с лопатки равен ψ_0 , имеем при равномерном вращении:

$$\psi_0 = \omega \tau. \quad (6)$$

тогда горизонтальная и вертикальная координаты схода частицы:

$$s_0 = R_2 \sin \psi_0; \quad h_0 = R_2 (1 - \cos \psi_0). \quad (7)$$

Модуль относительной скорости в момент схода частицы с лопатки на основании формулы (3)

$$v_0 = C_1 \lambda_1 e^{\lambda_1 \tau} - C_2 \lambda_2 e^{\lambda_2 \tau} + A \omega \cos(\omega \tau + \varepsilon). \quad (8)$$

Проекция скорости на горизонтальную и вертикальную оси:

$$v_{0x} = v_0 \sin(\psi_0 + \alpha); \quad v_{0y} = -v_0 \cos(\psi_0 + \alpha). \quad (9)$$

Для модуля переносной скорости частицы справедлива, очевидно, формула:

$$v_{0c} = \omega R_2, \quad (10)$$

проекция которой на указанные выше оси:

$$v_{0cx} = v_{0c} \cos \psi_0; \quad v_{0cy} = v_{0c} \sin \psi_0. \quad (11)$$

Тогда для проекций абсолютной скорости и ее модуля имеем:

$$v_{0x} = v_{0x} + v_{0cx}; \quad v_{0y} = v_{0y} + v_{0cy}; \quad v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}. \quad (12)$$

Угол, образуемый вектором скорости v_0 с горизонтом

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{v_{0y}}{v_0}. \quad (13)$$



Рис. 2. Сравнение траекторий

При приведении сравнительных исследований параметров движения частицы грунта по криволинейной лопатке сопоставлялись с аналогичными параметрами движения по криволинейной оптимальной лопатке (в рис. 2 штриховыми линиями) показана конструкция прямолинейных лопаток для двух значений α ($R_2 \neq R_1$ фиксированы) и сплошными линиями контуры соответствующих криволинейных лопаток. Форма криволинейной лопатки найдена как решение задачи брахистохроны в поле центробежных сил инерции [1, 6]. Установлено, что решение этой задачи не является единственным. Приемлемое по конструктивным соображениям решение в полярной системе координат (обратная форма) имеет вид

$$\varphi(\rho) = \alpha \operatorname{arctg} z - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \operatorname{arctg} \frac{z}{\sqrt{1-C^2}} + C_1, \quad (15)$$

где φ — полярный угол; $z = \sqrt{\frac{C^2 \rho^2}{\rho_0^2} - 1}$, ρ — радиус лопатки $C^2 < 1$ — константа.

Для дальнейшего оказывается целесообразным использовать обозначения: $\rho_1 = R_2$, $\rho_2 = R_1$.

Углы φ_1 и α связаны простым соотношением (см. рис. 2)

$$\varphi_1 = \alpha \operatorname{arctg} \frac{z_1}{R_1} \sin \alpha.$$

Константы C и C_1 в (15) определяются с помощью крайних условий

$$\text{при } \varphi = \varphi_0 \quad \rho = \rho_0, \quad z = z(\rho_0) = z_0 = \sqrt{\frac{C^2 \rho_0^2}{\rho_0^2} - 1} = C, \quad (16)$$

$$\text{при } \varphi = \varphi \quad \rho = \rho_1, \quad z = z(\rho_1) = z_1 = \sqrt{\frac{C^2 \rho_1^2}{\rho_1^2} - 1}. \quad (17)$$

Построенное с их помощью трансцендентное уравнение для каждой из C имеет вид

$$\varphi_1 = \alpha \operatorname{arctg} \left[\frac{\sqrt{\frac{C^2 \rho_1^2}{\rho_1^2} - 1}}{\sqrt{\frac{C^2 \rho_0^2}{\rho_0^2} - 1}} - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\frac{C^2 \rho_1^2}{\rho_1^2} - 1}}{\sqrt{1-C^2}} \right] + \varphi_0 + \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \right] \frac{\pi}{2} = 0, \quad (18)$$

где $z = C^2$.

Константа C_1 определяется из выражения

$$C_1 = \varphi_0 - \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-C^2}} \right] \frac{\pi}{2}. \quad (19)$$

Дифференциальное уравнение движения частицы грунта по криволинейной лопатке (15), поочередно в радиусах [4, 5], является нелинейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка с переменными коэффициентами относительно полярного угла $\varphi(t)$ и имеет вид

$$\ddot{\varphi} + \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^{-1} \left(\frac{d^2 s}{d\varphi^2} + \frac{ds}{d\varphi} \frac{d^2 s}{d\varphi^2} - \frac{\rho^2 + 2\rho^2 - \rho^2 \dot{\varphi}^2}{(\rho^2 + \dot{\rho}^2)^2} \right) \dot{\varphi}^2 + 2\rho \dot{\varphi} \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)^{-1} \frac{\rho^2 \dot{\rho} (\rho^2 + \dot{\rho}^2)}{\sqrt{\rho^2 + \dot{\rho}^2}} = 0, \quad (20)$$

где s — дуговая координата, начало отсчета которой находится на нижней кромке лопатки, $\dot{\rho} = \frac{d\rho}{dt}$, $\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$.

Уравнение (20) следует интегрировать с начальными условиями при $t=0$ $\varphi = \varphi_0$, $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}_0$.

Построение и интегрирование дифференциальных уравнения (20) при проведении расчетов имеет ряд особенностей обусловленных тем, что аналитическое представление оптимальной траектории (15) записано в полярной системе координат, причем в обратной форме. Аналитически разрешить выражение (15) относительно ρ не удается. Однако современные математические пакеты в частности MathCAD [4], позволяют достаточно просто обойти указанные трудности, используя идею интерполяции таблицо заданных функций. В данной работе расчеты выполнялись с применением кубической сплайн-интерполяции. Важным обстоятельством при этом является то, что полученные таким способом функции в среде MathCAD можно аналитически дифференцировать, как и традиционные функции.

После интегрирования дифференциального уравнения (20) с соответствующими начальными условиями, обратная величина относительной скорости (проекции скорости на касательную) частицы грунта определяется по формуле [4, 5]

$$v_r = \frac{ds}{dt} = \frac{ds}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \frac{ds}{d\varphi} \dot{\varphi}. \quad (21)$$

Время схода частицы грунта τ находится из очевидного уравнения $\varphi(\tau) = \varphi_1$. (22)

После нахождения τ начальные условия движения частицы грунта в воздухе определяются, как и для прямолинейной лопатки по формулам (6)–(8), (10)–(14).

Расчетные исследования по сопоставлению параметров движения частицы грунта проведены для проектируемого ротора грунтометалла. Основные параметры прямолинейных и криволинейных лопаток: $h=0,2$ м,

$$R_2 = \rho_1 = 0,632 \text{ м}, \quad n = 222 \text{ мин}^{-1}, \quad \omega = 23,25 \text{ рад/с}, \quad x_0 = 0, \quad x_0 = 0, \quad \varphi_0 = 0, \quad \dot{\varphi}_0 = 0.$$

Угол наклона лопатки α изменялся от 30° до 50° с шагом 5° , коэффициент трения f – от 0 до 0,3 с шагом 0,1. Этим лопаткам соответствуют криволинейные лопатки, так как показано на рис. 2 для $\alpha^{(1)} = 30^\circ$ и $\alpha^{(2)} = 50^\circ$ (заметьте, что для элементов этого рисунка выдержана та же пропорция).

Типичные результаты сопоставления для $f=0,1$ приведены в табл. 1 в колонках для времени движения τ , скорости схода v_0 и угла схода α_0 , в числителе указаны результаты для прямоугольной лопатки, в знаменателе – для криволинейной.

Таблица 1

Параметры движения частицы грунта по лопатке ($f=0,1$)					
α , град	$R_0 = \rho_0 \cdot m$	ρ_0 , град	τ , с	v_0 , м/с	α_0 , град
30	0,47	12,296	0,047/0,043	20,67/20,966	40,735/38,04
35	0,482	13,768	0,05/0,0437	20,787/21,04	46,616/38,04
40	0,496	15,03	0,053/0,0443	20,804/21,018	53,836/40,507
45	0,511	16,081	0,058/0,045	20,663/20,91	62,658/42,05
50	0,526	16,926	0,065/0,046	20,38/20,72	74,444/45,177

Для большей наглядности и удобства анализа результатов рисунком, подобным табл. 1 и аналогичных таблиц с другими значениями f построены поверхности (рис. 3 – 5) $\tau = \tau(\alpha, f)$, $v_0 = v_0(\alpha, f)$, $\alpha_0 = \alpha_0(\alpha, f)$ (использованы средства двумерной сетки-интерполяции MathCAD).

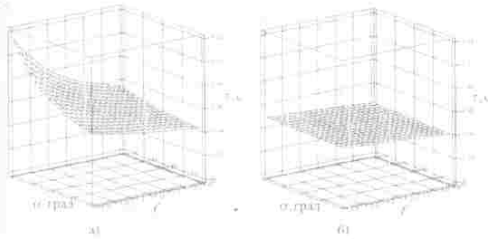


Рис. 3. Время схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямоугольная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($\rho=222 \text{ мей}^{-1}$)

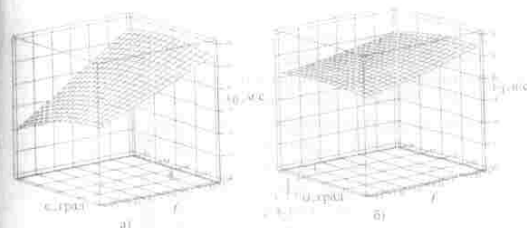


Рис. 4. Скорость схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямоугольная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($\rho=222 \text{ мей}^{-1}$)

Поверхности $\tau = \tau(\alpha, f)$ для криволинейной лопатки близки к плоскости, причем изменение τ при максимуме увеличения α и f невелико – 21%; для прямоугольной лопатки характер поверхности является более сложным, и изменение τ достигает 160%. Обусловлено это тем, что для оптимальной лопатки на начальном этапе движения частицы направление движущей силы близко к направлению движения, т.е. ее вклад в формирование нормальной реакции N следователен, и сила трения минимальна [1, 2, 5].

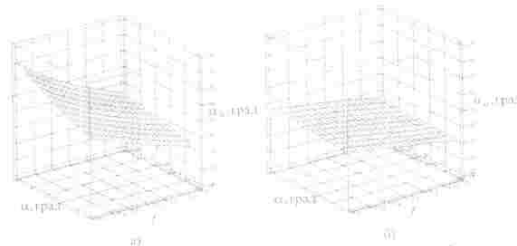


Рис. 5. Угол схода частицы грунта в зависимости от α и f : а) – прямоугольная лопатка; б) – криволинейная лопатка ($\rho=222 \text{ мей}^{-1}$)

Аналогичные особенности, хотя и выраженные слабее, имеют место для поверхностей $v_0 = v_0(\alpha, f)$ (см. рис. 4). Уменьшение скорости схода частицы грунта при максимуме увеличения α и f для прямоугольной лопатки составляет 17%, для криволинейной – только 6%. Обусловлено это в частности, тем, что для принятой частоты вращения ротора модуль переменной скорости частицы почти в два раза превосходит модуль относительной.

Существенно возрастает при увеличении n и f углов наклона лопатки для прямой лопатки (см. рис. 5, а) – 134%, для криволинейной лопатки эти показатели составило лишь 49% (см. рис. 5, б).

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что при изменении коэффициента трения, т.е. свойств грунта, параметры схода частиц грунта для криволинейных лопаток изменяются существенно меньше, чем для прямых лопаток.

Аналогичный вывод справедлив и до отношении параметров характеризующих наклон лопаток.

На следующем этапе расчетных исследований проведено сопоставление параметров схода частицы грунта с прямой и криволинейной лопаткой при изменении частоты вращения ротора. Аналогично предыдущему строились поверхности для зависимостей $\tau = \tau(n, f)$, $v_0 = v_0(n, f)$, $\alpha_0 = \alpha_0(n, f)$ для фиксированных оптимальных значений углов α и φ_1 . Частота вращения изменялась от 200 мин^{-1} до 300 мин^{-1} с шагом 25 мин^{-1} , коэффициент трения f от 0 до 0,5 с шагом 0,1. Для прямой лопатки расчеты проведены для угла $\alpha = 33^\circ$ близкого к 35° . Для криволинейной же лопатки угол α , должен соответствовать углу $\alpha = 50^\circ$, т.е. должен быть равен (6,926° (см. рис. 2) эти расчеты также показали преимущества криволинейных лопаток перед прямыми.

Выводы. 1. Рассмотрены математические модели движения частицы грунта по прямой и криволинейной (оптимальной) лопатке с учетом влияния угла трения.

2. Изложены особенности их использования для определения параметров схода частицы грунта с лопатки.

3. Проведены комплексные исследования по сопоставлению параметров схода частицы грунта с прямой и криволинейной лопаткой.

4. Выявлены следующие качественные достоинства криволинейных лопаток, обусловленные их формой и характером внедрения в грунт: бо́льший объем захватываемого грунта; меньшие усилия по внедрению лопатки в грунт; меньшие инерционные нагрузки на лопатки и ротор; меньшая потребность мощности приводного двигателя; сохранение приемлемых технологических качеств при больших коэффициентах трения.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на получение количественных оценок отмеченных свойств криволинейных лопаток.

Литература

1. Шатохин В.М. Оптимальные траектории движения точки, перемещающейся под действием центробежной силы инерции // В.М. Шатохин, Н.В. Шатохина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.– Харьков, 2011.– Вып. 4/7 (58).– С. 9-12.

2. Шатохин В.М. Про оптимальну форму лопатки роторного механізму / В.М. Шатохин, О.М.Сезька, А.М.Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь: ТДАТУ, 2012.– Вып. 4.– Т. 55. – С. 260-269.

3. Попова А.М., Шатохин В.М. Дослідження руху частки ґрунту по лопатці: результати комп'ютерних експериментів / А.М.Попова, В.М.Шатохин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь: ТДАТУ, 2012.– Вып. 4.– Т. 54.– С. 135-144.

4. Сезька О.М., Шатохин В.М., Попова А.М. Опис руху частки ґрунту по лопатці та профілем брахістохрони у полі відцентрових сил інерції / О.М.Сезька, В.М.Шатохин, А.М.Попова // Геометричне та комп'ютерне моделювання.– Харків: ХДУХТ.– 2012.– Вып. 30.– С. 190-200.

5. Сезька О.М. Исследование движения частицы грунта по лопатке с профилем оптимальной формы в поле центробежных сил инерции / О.М.Сезька, В.М.Шатохин, А.Н.Попова // Математичний науково-технічний збірник "Технічна естетика і дизайн" – К.: КНУБА.– 2012.– Вып. 11.– С. 165-174.

6. Шатохин В.М. Об оптимальной форме лопатки роторного грунтометаллика / В.М.Шатохин, О.М.Сезька, А.Н.Попова // Строительство механика инженерных конструкций и сооружений, – 2013.– № 2.– С. 49-55.

7. Сезька О.М. Розрахунок робочого органу лашогового ґрунтометалічного механізму / О.М.Сезька, В.М.Шатохин // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Випуск 87. – К.: КНУБА, 2011.– С. 303-312.

8. Шатохин В.М. Исследование движения частицы грунта с случайными параметрами, выбрасываемых роторным грунтометалликом / В.М.Шатохин, Н.В.Шатохина, Попова А.Н. // Прикладна геометрія та інженерна графіка. К.: КНУБА, 2012. – Вып. 90.– С. 383-390.

9. Карякин Д.В. Mathcad 13 / Д.В.Карякин.–СПб.: ВХВ-Петербург, 2006.– 608 с.

Анотація

Приведено результати досліджень по порівнянню прямої і криволинійної (оптимальної) лопатки роторного ґрунтометаліка, що визначають його технічні показники.

Annotation

Research results of comparing between the linear and curvilinear (optimal) rotary ground-thruster's blades, that define his technical indexes, are given.

Науково-технічний збірник "Енергоефективність в будівництві та архітектурі". Випуск 4. Відповідальний редактор П. М. Куліков. – К.: КНУБА, 2013 р. – 328 с.

UKR В збірнику розміщено статті, присвячені різним аспектам комплексного впровадження принципів енергозощадження в об'єктах будівництва та архітектури.

Збірник розрахований на працівників науково-дослідних і проектних організацій, викладачів, аспірантів та докторантів.

RUS В сборнике размещены статьи, посвященные различным аспектам комплексного внедрения принципов энергосбережения в объектах строительства и архитектуры.

Сборник рассчитан на работников научно-исследовательских и проектных организаций, преподавателей, аспирантов и докторантов.

ENG Articles is devoted to the investigation of various aspects of the complex implementation of save-energy principles in the civil engineering and architectural objects.

Collection is intended for researchers, designers, high school teachers, post-graduate students etc.

Редакційна колегія: П.М. Куліков (відп. редактор), П.П. Лизунов (заступник відп. редактора), В.О. Плоський (відп. секретар), В.А. Баженов, П.М. Гламаздин, Т.О. Кашченко, В.П. Корбуз, А.М. Кравчук, Е.С. Мазкин, О.Л. Підгорний, О.В. Прибылок, О.В. Сергеевичук, О.С. Сасинов, М.В. Степанов, В.В. Товбич.

Editorial board: P. M. Kulikov (chief editor), P. P. Lizunov (deputy editor), V. O. Ploskiy (managing editor), V. A. Bazhenov, P. M. Glamazdin, T. O. Kaschenko, V. P. Korbut, A. M. Kravchuk, E. S. Malkin, O. L. Pidgorny, O. V. Prybylak, O. V. Sergeevchuk, O. S. Slepsov, M. V. Stepanov, V. V. Tovbych.

Адреса редакції: 03680, Київ, Понтрофольський проспект, 31, КНУБА, к. 419, телефон редакції: 244-36-37.

Рекомендовано до видання вченою радою Київському національному університету будівництва та архітектури, протокол № 16 від 5 жовтня 2013 року.

Наукове фахове видання
ISSN 0131-579 X

© Київський національний університет
будівництва та архітектури

Четверіков Ю.В., Кашченко Т.О., Селиванов О.І.
КОНКУРС "SOLAR DECATHLON KNUCA" ЯК СКЛАДОВА
ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ
Чорнохоренко Є.І.
КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГООЩАДНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКО-АРХІТЕКТУРЕ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД
Шатохин В.М., Селюк О.М., Попова А.Н.
СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ
(ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛЮПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ
Юрьев Д.А., Валолюк В.И., Гламаздин П.М.
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА
Schwarzenberger R., Glamazdin P. M.
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ
БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
Ярмоличук Ю.П., Давидович М.И.
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО
ФАКЕЛЬНОГО СЖИГАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ТОПЛИВА
ЗМІСТ

Видруковано ПАТ "ВППОД", 03151, Київ, вул. Валієвська, 80
Свідчення про внесення до Державного реєстру
серія ДК № 4404 від 31.08.2012 р.
Зам. 13-370.

<i>Четвериков Ю.В., Кащенко Т.О., Селиванов О.И.</i>	194
КОНКУРС "SOLAR DECATHLON KNUCA" ЯК СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО ЛАДУ	
<i>Чорноморська С.І.</i>	196
КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕНЕРГОЕКОНОМНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКО-АРХІТЕКТУРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД	
<i>Шатохин В.М., Семкин С.М., Попова А.И.</i>	101
СРАВНЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ (ОПТИМАЛЬНОЙ) ЛОПАТОК РОТОРНОГО ГРУНТОМЕТАТЕЛЯ	
<i>Юрьев Д.А., Ваклюк В.И., Гламаздин П. М.</i>	110
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ Г. КИЕВА	
<i>Schwarzenberger R., Гламаздин П. М.</i>	116
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	
<i>Ярмольчик Ю.П., Давидосич М.И.</i>	123
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ФАКЕЛЬНОГО СЖИГАНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ТОПЛИВА	
<i>ЗМІСТ</i>	128