

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



ЗБІРНИК

ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

***XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ***

«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***з нагоди 92-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)***

6 березня 2018 року



м. Київ

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: XIII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6 березня 2018 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2018. 87 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів учасників XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Обуховські читання», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку прикладної геометрії та інженерної графіки, дизайну, питання викладання графічних дисциплін.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Войтюк В.Д. – д.т.н., проф., директор НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК НУБіП України, – голова організаційного комітету;

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України – співголова організаційного комітету;

Несвідомін В.М. – д.т.н., проф., професор кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Ванін В.В. – д.т.н., проф., декан фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (за згодою);

Ковальов С.М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури (за згодою);

Куценко Л.М. – д.т.н., проф., професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України (за згодою);

Найдиш А.В. – д.т.н., проф., завідувач кафедри прикладної математики та інформаційних технологій Мелітопольського державного педагогічного університету (за згодою);

Підгорний О.Л. – д.т.н., проф., професор кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури (за згодою);

Тулущенко Г.Я. – д.т.н., проф., професор кафедри вищої математики і математичного моделювання Херсонського національного технічного університету (за згодою);

Ромасевич Ю.О. – д.т.н., доц., професор кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.



**Обухова Віолетта Сергіївна
(1926-2005)
доктор технічних наук, професор,
академік АН ВШ України**

Народилася в 23 лютого 1926 р. в м. Томську (Російська Федерація). В 1949 році закінчила Уральський політехнічний інститут (далі – УПІ) за спеціальністю „Електро-устаткування промислових підприємств”. До 1952 року працювала асистентом кафедри нарисної геометрії УПІ. В 1955 році закінчила аспірантуру при Київському інженерно-будівельному інституті. З 1955 до 2005 року працювала на кафедрі нарисної геометрії та машинобудівного креслення Національного аграрного університету. В 1955 році захистила кандидатську дисертацію, в 1991 році – докторську.

Була членом редколегії республіканської науково-технічної збірки “Прикладна геометрія та інженерна графіка”, предметної науково-методичної комісії при Міносвіти України, спеціалізованої докторської Ради із спеціальності 05.01.01 “Прикладна геометрія, інженерна графіка”, Всесвітньої організації геометрів і графіків (ISGG), семінару загальнотехнічного відділення АН ВШУ, Президії Української асоціації з прикладної геометрії. Підготувала 9 кандидатів та 2 докторів технічних наук. Автор понад 150 наукових праць, серед яких 2 монографії та навчальний посібник (в співавторстві) і 13 авторських свідоцтв на винаходи. Нагороджена медалями “Ветеран праці”, “В пам’ять 1500-річчя Києва”, нагрудним знаком МВО СРСР “За відмінні успіхи в роботі”, почесною грамотою Міносвіти України.

Померла 26 лютого 2005 року.

УДК 632.938.1

ОБУХОВА ВІОЛЕТТА СЕРГІЇВНА – БІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

О.Л. Підгорний

Київський національний університет будівництва та архітектури

Віолетта Сергіївна Обухова народилася 23.02.1926 року в м.Томську в сім'ї лікарів. В 1944 році в м Свердловську закінчила середню школу з відмінними результатами, а в 1949 році - Уральський політехнічний інститут. Враховуючи її схильність до дослідницької роботи і громадську активність, В.С.Обухова була залишена в УПІ викладачем кафедри нарисної геометрії.

У вісімнадцятирічному віці В.С.Обухової захопилась спортивною гімнастикою. На першості вузів міста пу виступах по 1 розряду В.С.Обухова займає призові місця, на першості вузів країни - 4 і 6 місця. Суддя 2-ї категорії зі спортивної гімнастики. Влітку 1952 року під час першості вузів країни в м.Києві вона подає документи, а згодом і поступає в аспірантуру Київського інженерне-будівельного інституту на кафедру нарисної геометрії і креслення до професора Степана Митрофановича Колотова. З неменшою енергією взялась В.С.Обухова за наукові справи. Її кандидатська дисертація „Опыт проектирования пучками плоскостей" поклала по суті початок нового напрямку в теорії зображень - узагальнення проекційного апарату на основі застосування конгруенцій прямих. Це було відзначено і главою Московської школи проф. Четверухіним М.Ф. Успішний захист кандидатської дисертації В.С.Обухової відбувся в строк - 11 листопада 1955 року.

Прихід Обухової В.С. на кафедру нарисної геометрії і креслення, яку очолював проф. Розов С.В. сприяв її не тільки науковому, а й педагогічному росту. За активної участі та керівництва В.С.Обухової на кафедрі було створено навчально-методичний комплекс, що став основою саморегульованої навчальної системи, впровадженої на кафедрі.

Творчий доробок проф.Обухової В.С. має 203 найменувань. Це дисертації, 2 монографії в співавторстві, наукові статті, опубліковані тези доповідей, 6 наукових звітів, 13 авторських свідоцтв на винаходи та 21 робота навчально-методичного характеру. Це цінний спадок, що буде продовжувати працювати від її імені в справі розвитку української науки.

Самовіддана праця проф. Обухової В.С. була відзначена трьома медалями, нагрудним знаком „За отличные успехи в работе“ МВ і ССО СРСР, почесною грамотою Міносвіти і науки України, Почесною Відзнакою НАК Укراгролізінг, почесною грамотою, годинником та знаком Києва від міського голови. Двічі як видатному вченому проф. Обуховій В.С. призначалась на два роки стипендія Президента» України.

УДК 632.938.1

РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВОЇ РОБОТИ КАФЕДРИ НГКГД

С.Ф. Пилипака

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Виповнилося 92 роки від дня народження професора Обухової Віолетти Сергіївни і 13 років, як її не стало. Прийшовши на кафедру в 1955 році молодим кандидатом наук, вона відразу ж започаткувала і розгорнула наукову роботу. Завідувачем кафедри на той час був С.В. Розов, який активно займався методичною діяльністю. Його підручники і посібники були відомі на весь Радянський Союз і за його межами. Таке вдале поєднання двох науковців дало хороші результати: на кафедрі розвивалася і методична, і наукова робота. Згодом було відкрито аспірантуру із наукової спеціальності «Прикладна геометрія, інженерна графіка», з'явилися аспіранти.

Віолеттою Сергіївною був сформований колектив, у якому працювали викладачами її колишні аспіранти. У 2000 році захищає докторську дисертацію під науковим консультуванням Обухової В.С. її колишній аспірант Пилипака С.Ф., а в 2008 році (уже після смерті Віолетти Сергіївни) теж її колишній аспірант Несвідомін В.М. На кафедрі вперше за весь період її існування з'явилося два доктори наук із профільної спеціальності. Це стало новим поштовхом для наукової роботи. За 13 останніх років на кафедрі захищено 14 кандидатських дисертацій, одна робота пройшла внутрішній захист, на завершальному етапі знаходиться робота над докторською дисертацією.

Серед захищених робіт є робота із технічної естетики. На жаль, після введення нових вимог до підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації, спеціальність 05.01.03 «Технічна естетика» була закрита (відсутність в університеті двох докторів із цієї спеціальності). Тематика кандидатських дисертацій охоплює досить широке коло задач. Це задачі згинання листового матеріалу і побудова викрійок, згинання матеріалу із врахуванням пружинення. Окремий напрям – застосування супровідного тригранника Френе в задачах конструювання поверхонь та кінематики і динаміки матеріальної точки. В цьому плані розглянуто конструювання поверхонь середньої сталої кривини, обвідних поверхонь однопараметричної множини площин, лінійчатих поверхонь полицевого типу для проектування ґрунтообробних знарядь тощо. В полі зору науковців кафедри наступні напрямки досліджень: апроксимація нерозгортних поверхонь відсіками розгортних, застосування ізометричних координат, геодезичні лінії поверхонь, комп'ютерні моделі синтетичної геометрії. За результатами досліджень в минулому навчальному році опубліковано три монографії, в тому числі одна англійською мовою. Не відстає і студентська наукова робота – два роки поспіль наші студенти є призерами всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт (перше місце).

УДК 514.18

КІНЕМАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ШОРСТКІЙ ПЛОЩИНІ, ЯКА ЗДІЙСНЮЄ ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХ ПО ЛЕМНІСКАТІ БЕРНУЛЛІ

В.М. Несвідомін, В.М. Бабка, А.В. Несвідомін

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В багатьох технологічних процесах с.-г. виробництва відбувається ковзання частинок сипучого матеріалу по шорсткій площині, яка в свою чергу здійснює поступальні переміщення в просторі. Оскільки при поступальному русі площини відсутнє Коріолісове прискорення, то виведення закону руху частинки для такого випадку значно спрощується.

Існує необмежена кількість поступальних переміщень площини в просторі $Oxyz$, які можна задати рівнянням траєкторії довільної точки площини – рівнянням переносного руху площини.

Суттєвий вплив на кінематичні властивості ковзання частинки по шорсткій площині має взаємне положення траєкторії переносного руху по відношенню до рухомої площини.

Нехай маємо шорстку похилу площину:

$$\mathbf{R}(u, v) = \mathbf{R}[u \cos(\beta), v, -u \sin(\beta)], \quad (1)$$

де: β – кут повороту горизонтальної площини $\mathbf{R}[u, v, 0]$ навколо осі Oy декартової системи координат $Oxyz$;

u, v – аргументи координатних ліній площини $\mathbf{R}(u, v)$.

Нехай напрямною кривою переносного руху площини $\mathbf{R}(u, v)$ є плоска крива Бернуллі $\mathbf{r}\left[-\frac{a\sqrt{2}\cdot\sin(t)}{\cos(t)^2+1}, -\frac{a\sqrt{2}\cdot\cos(t)\sin(t)}{\cos(t)^2+1}\right]$, яка лежить в цій площині (1). Тоді рівняння переносного руху матиме вигляд:

$$\mathbf{M}(t) = \mathbf{M} \begin{bmatrix} -\frac{a\sqrt{2}\cdot\sin(\omega t) (\cos(\omega t) \sin(\theta) - \cos(\theta)) \cos(\beta)}{\cos(\omega t)^2+1}, \\ -\frac{a\sqrt{2}\cdot\sin(\omega t) (\cos(\omega t) \cos(\theta) + \sin(\theta))}{\cos(t)^2+1}, \\ -\frac{a\sqrt{2}\cdot\sin(\omega t) (\cos(\omega t) \sin(\theta) - \cos(\theta)) \sin(\beta)}{\cos(t)^2+1} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де: t, c – час;

ω, c^{-1} – параметр переносного руху;

θ – положення переносної траєкторії в площині;

a, m – параметр форми кривої.

На рис.1 побудовано переносну траєкторію $\mathbf{M}(t)$ площини (початку координат O), графіки швидкості та прискорення точки O . Переносна траєкторія $\mathbf{M}(t)$ площини є замкнутою кривою, а її швидкість зигзагоподібно змінюється від нуля до величини $a\sqrt{2}$ – максимальна швидкість в крайніх точках траєкторії. Звертаємо увагу, що в момент руху $t = 0$ напрям швидкості V_n переносного руху

здійснюється з точки O в 3-тю четверть системи координат і крайні точки траєкторії переносного руху знаходяться на осі Ox . Зигзагоподібний характер має прискорення точки O . Як буде показано нижче, саме ці складові переносного руху шорсткої площини суттєво впливають на кінематичні властивості ковзання частинки по ній.

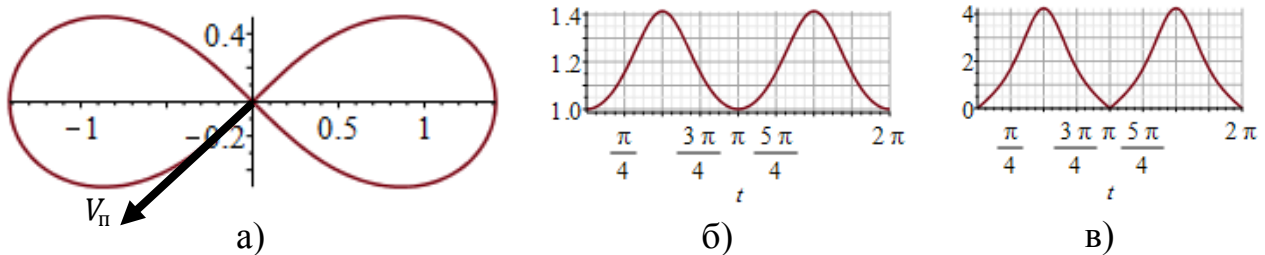


Рис. 1. Траєкторії переносного руху площини та графік її переносної швидкості

Абсолютна траєкторія площини при її поступальному русі є сумою двох вектор-функцій (1) і (2):

$$\mathbf{H}(u, v, t) = \mathbf{R}(u, v) + \mathbf{M}(t) = \mathbf{H} \begin{bmatrix} -\frac{a\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) (\cos(\omega t) \sin(\theta) - \cos(\theta)) \cos(\beta)}{\cos(\omega t)^2 + 1} + u \cos(\beta), \\ -\frac{a\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) (\cos(\omega t) \cos(\theta) + \sin(\theta))}{\cos(t)^2 + 1} + v, \\ -\frac{a\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t) (\cos(\omega t) \sin(\theta) - \cos(\theta)) \sin(\beta)}{\cos(t)^2 + 1} - u \sin(\beta) \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Кинута в шорсткій площині (1) частинка буде здійснювати певне ковзання по деякій траєкторії. Було розроблено відповідне програмне забезпечення для середовища символьної алгебри Maple, яке автоматично виводить систему диференціальних рівнянь закону руху частинки в проекціях на осі супровідного тригранника $OuvN$, дві осі Ou і Ov якого паралельні u, v - координатним лініям площини $\mathbf{R}(u, v)$, а вісь ON - паралельна вектору нормалі площини.

Наведемо результати експериментальних досліджень ковзання частинки по шорсткій рухомій площині в залежності від таких змінних параметрів, як коефіцієнта тертя f та початкової швидкості V_0 кидання, при заданих куту α_0 кидання частинки, куту β положення площини, параметра a форми напрямної.

На рис.2 побудовано абсолютну $\mathbf{r}(t)$, відносну $\mathbf{\rho}(t)$ траєкторії частинки, графіки її абсолютної $V(t)$ та відносної $V_\rho(t)$ швидкостей для рухомої площини $\omega = 1 \text{ c}^{-1}$ в залежності від кута $\alpha_0 = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$ кидання частинки, а також для коефіцієнта тертя $f = 0.3$, початкової швидкості частинки $V_0 = 2 \text{ м/с}$, параметра форми $a = 1 \text{ м}$. Для таких вихідних параметрів всі частинки кинуті в різні сторони під кутами α_0 із початковою швидкістю $V_0 = 2$ зупиняться через різні проміжки часу t (рис.3,а-г). Найбільшу абсолютну швидкість $V \cong 3$ в момент кидання $t = 0$ має частинка, яка була кинута під кутом $\alpha_0 = 180^\circ$ - для якої кут між векторами $\mathbf{V}_0$ і $\mathbf{V}_n$ є найменшим. Але найдовше близько $t = 2.5 \text{ с}$ буде рухатися та частинка, яка була кинута під кутом $\alpha_0 = 135^\circ$, хоча її абсолютна швидкість в момент кидання $t = 0$ дорівнює $V \cong 2.2$. Вже це говорить про

складну взаємообумовленість цих параметрів, розуміння яких можливо здійснити в процесі виконання різноманітних обчислювальних експериментів.

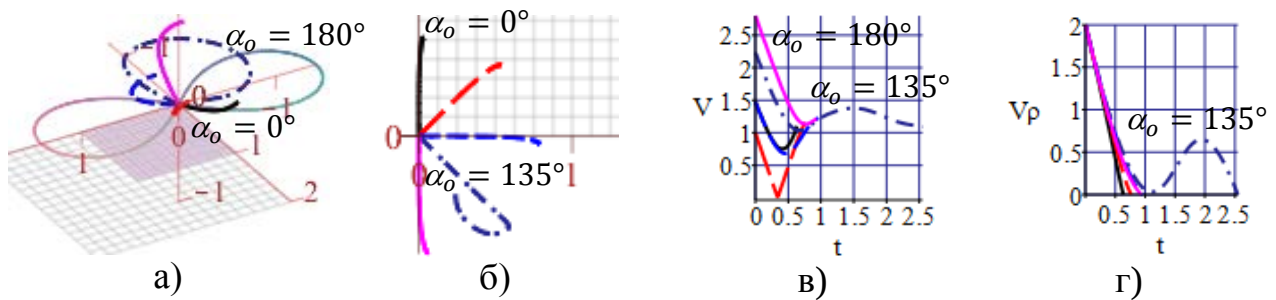


Рис. 2. Траєкторії $r(t)$, $\rho(t)$ та графіки швидкостей $V(t)$, $V_\rho(t)$ частинки в залежності від кута α_o її кидання

Дослідимо вплив на траєкторно-кінематичні властивості ковзання частинки її коефіцієнта тертя $f = 0.01, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ в залежності від напрямку θ переносного руху площини в момент $t = 0$ с. (рис.3).

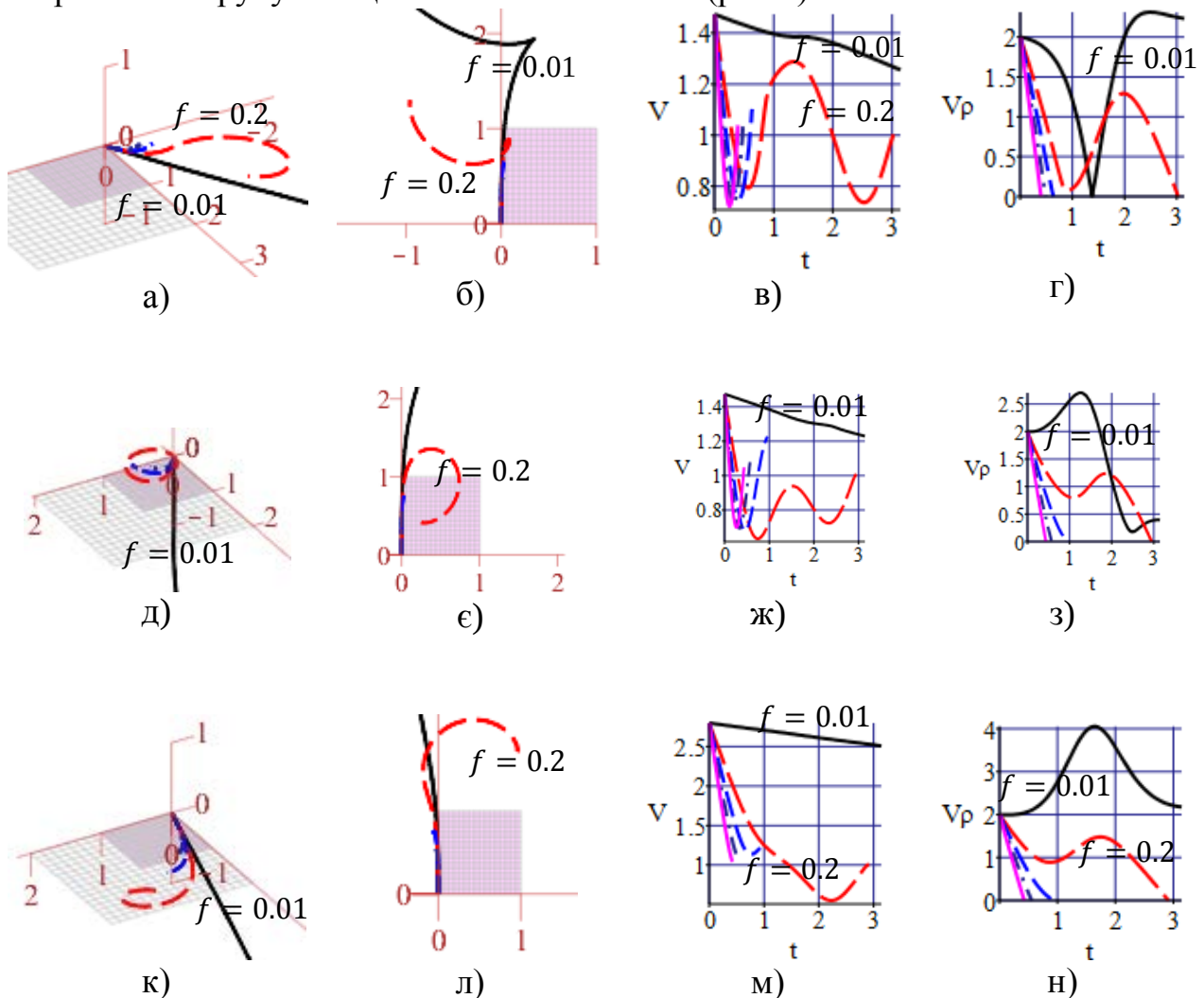


Рис. 3. Траєкторії $r(t)$, $\rho(t)$ та графіки швидкостей $V(t)$, $V_\rho(t)$ частинки в залежності від кута f її кидання

Зрозуміло, що чим більший коефіцієнт f тертя частинки, тим швидше вона зупиниться. З графіка (рис.3,г) відносної швидкості $V_p(t)$ маємо, що для частинок з коефіцієнтом тертя $f = 0.4, 0.5$ це відбудеться через проміжок часу $t \cong 0.8$ с при положенні прямої траєкторії переносного руху $\theta = 0^\circ$. Якщо положення прямої кривої у вигляді лемніскати Бернуллі переносного руху (2) повернути навколо початку координат O на кут $\theta = 90^\circ$ (рис.3,д-з) або ж на кут $\theta = 180^\circ$ (рис.3,к-н), як бачимо, характер поведінки абсолютної $r(t)$, відносної $\rho(t)$ траєкторій частинки, графіки абсолютної $V(t)$ та відносної $V_p(t)$ швидкостей змінився на початку руху.

На рис.4 побудовано абсолютні $r(t)$, відносні $\rho(t)$ траєкторії частинки, графіки абсолютної $V(t)$ та відносної $V_p(t)$ швидкостей в залежності від початкової швидкості $V_0 = 0.1, 2, 4, 6, 8$ при заданих кута кидання $\alpha_0 = 0^\circ$, коефіцієнта тертя $f = 0.3$, положення площини $\beta = 0^\circ$, параметра переносного руху площини $\omega = 1$.

Збільшимо параметр переносного руху площини до значення $\omega = 2$. За такої умови тільки частинка з початковою швидкістю $V_0 = 0.1$ залишиться нерухомою в площині, всі інші частинки будуть ковзати в площині. З часом, їх траєкторії будуть конгруентними, але не збігатися між собою віддалячись від початку координат O .

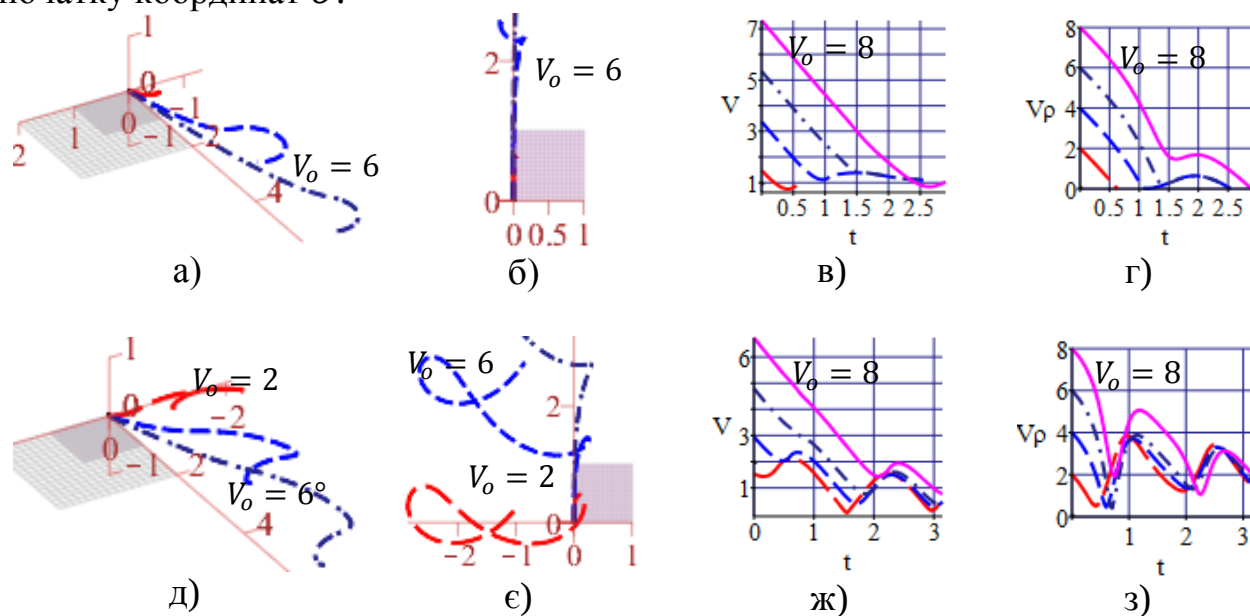


Рис. 4. Траєкторії $r(t)$, $\rho(t)$ та графіки швидкостей $V(t)$, $V_p(t)$ частинки в залежності від початкової швидкості V_0

Наведені окремі результати проведених обчислювальних експериментів показують складну взаємообумовленість параметрів руху частинки, визначення яких можливе тільки за допомогою створення подібних комп'ютерних імітаційних моделей.

УДК 515.2

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ФОКУСАТОРІВ

С.М. Шевченко

Національний університет цивільного захисту України

Вступ. Сучасні технології все частіше звертаються до застосування концентраторів сонячного випромінювання [1]. Французький вчений Бюффон у середині 18 століття вперше перевінив на практиці ідею концентрації сонячної енергії. До останнього часу дзеркальні системи, які концентрують сонячну енергію, мало чим принципово відрізняються від конструкції Бюффона. Вони складаються з набору окремих дзеркал (або одного великого дзеркала), що перенаправляють «сонячний зайчик» в одну спільну точку.

Значну популярність останнім часом одержали концентратори у вигляді лінз Френеля, які мають вигляд квазіплоскої рельєфної структури із прозорих легких пластикових матеріалів. Функціонально лінза Френеля розв'язує задачу фокусування - аналогічно традиційним скляним лінзам. Квазіплоскі рельєфні структури концентраторів мають плоску просторову форму, яка у багатьох випадках є набагато технологічною порівняно з параболічною формою. Відомі два різновиди плоских концентраторів сонця - PlanarSun і Sun Simba [2, 3]. Але їх реалізація на практиці пов'язана зі значними витратами, які не дозволяють їх широке використання у побуті. Тому доцільними будуть розробки плоских концентраторів, орієнтовані на повсякденне використання.

Аналіз відомих досліджень. Відомі два типа «сонячних кристалів» для високоефективного перетворення світлової енергії в електричну (з КПД більше 15%). А саме: монокристалічний кремній (mono-Si) та гетероструктури на основі арсеніду галію (GaAs). При цьому економіка питання тісно пов'язана з питомою вартістю осередків «сонячних кристалів». Питома вартість осередку арсеніду галію перебуває на рівні 3-15 \$/см², а кристалічного кремнію 0,01-0,02 \$/см². Тобто питома вартість арсеніду галію на одиницю площі приблизно в 1000 разів більше. Звідси слідує, що для досягнення ціни сонячної панелі на основі арсеніду галію, порівнянної зі звичайною сонячною батареєю, можна зменшити його корисну площу у 500 разів.

Створення «сонячних кристалів» дозволило розробити плоский концентратор мінімальної товщини, або планарний концентратор. При цьому ступінь концентрації досягалася достатньою для серйозного економічного ефекту. Елементарний осередок сонячної батареї PlanarSun із планарним концентратором являє собою пластину оргскла (скла) зі спеціальною поверхневою й внутрішньою структурою з прикріпленими до торців фотоелектричними перетворювачами (рис. 1).



Рис. 1. Схема концентратора PlanarSun (запозичене з роботи [2]).

Падаючі поблизу нормалі сонячні промені з усією плоскої поверхні планарного концентратора направляються у два протилежних торці, за рахунок однократного відбиття від задньої поверхні й багаторазових повних внутрішніх відбиттів від зовнішньої й внутрішньої поверхні. У безпосередній близькості від вивідного випромінювання торців планарного концентратора розташовані фотоелектричні перетворювачі, які мають геометричний розмір, що відповідає торцю. Дана конструкція планарного концентратора дозволяє створювати пристрої з товщиною в 10-20 разів менше його ширини поверхні, з якої збирається сонячна енергія.

Більш цікавим і перспективним вважають проект плоского сонячного концентратора Sun Simba (у який, до речі, вкладено десятки мільйонів доларів [3]) запропонований компанією Morgan Solar. Розроблено декілька варіантів фокусування сонячного випромінювання з використанням 1-3 асферичних поверхонь. Найпростіша з них наочно представлена на рис. 2, яка складається з асферичних бороздок, розташованих по колу. Принцип дії концентратора Sun Simba полягає у наступному.

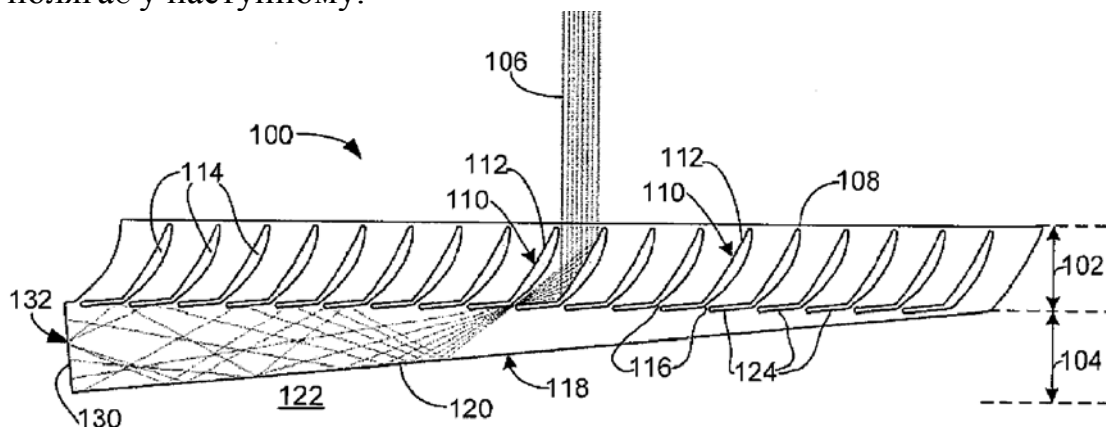


Рис. 2. Схема концентратора Sun Simba (запозичене з роботи [3]).

Борозки фокусують паралельно падаюче випромінювання у невеликі «проміжки» (рис. 2). Далі випромінювання попадає в клин, з якого не може

вибратися, і поширюється до «сонячного кристалу». У порівнянні з PlanarSun система Sun Simba забезпечує більшу концентрацію випромінювання - практично в точку, а не у дві протилежні площини. З іншого боку, в PlanarSun більше кутове поле за однієї координати, що полегшує слідкування за напрямком сонця. Головна їх перевага полягає у плоскій геометричній формі, яка у багатьох випадках впровадження є технологічно зручнішою порівняно з параболічною формою.

Мета роботи. Розробити комп'ютерну графічну модель розрахунку плоского концентратора у вигляді параболічного фокусатора, нормальний переріз якого складається з фрагментів сім'ї співфокусних парабол.

Основна частина. Розглянемо формування складової поверхні оптичного елемента, що фокусує випромінювання з плоским фронтом у точку. Нехай на відбивальну поверхню падає пучок паралельних променів, направлених в зворотному напрямку відносно осі Oz [4]. Необхідно це випромінювання сфокусувати у точку з координатами $(0,0,f)$, причому, фронт відбитої хвилі повинний бути сферичним. В цьому випадку ейконал відбитого поля можна виразити формулою [5]:

$$\Phi_1(x, y, z) = -\sqrt{x^2 + y^2 + (z - f)^2}.$$

Позначимо через λ довжину хвилі випромінювання і запишемо рівняння еквівалентних фокусуєчих поверхонь обертання у вигляді

$$z - \sqrt{x^2 + y^2 + (z - f)^2} = C + m\lambda, m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

Розв'яжемо рівняння (1) відносно z як функції x, y ; тоді одержуємо

$$z = \frac{x^2 + y^2}{2(f - C - m\lambda)} + \frac{f + C + m\lambda}{2}. \quad (2)$$

Всі поверхні, що описуються виразами (2), являють собою параболоїди обертання з фокусами в точці $(0,0,f)$. Далі нас будуть цікавити лише фрагменти поверхні, які розташовані поблизу площини $z = 0$. Тому покладемо $C = -f$ і проведемо дослідження сім'ї поверхонь

$$z_m(x, y) = \frac{1}{2} \left(\frac{x^2 + y^2}{2 \left(f - \frac{m\lambda}{2} \right)} + m\lambda \right).$$

Кожна з цих поверхонь (на рис. 3 показано їх центральний перетин) створює ідентичне хвильове поле, що фокусується в точці $(0,0,f)$. Зазначимо, що таке ж хвильове поле буде створювати і кускова - неперервна дзеркальна поверхня, що складена з фрагментів поверхонь, які розташовані поблизу площини $z = 0$ (на рис. 3 перетин цієї поверхні показано товстою лінією). Але висота гребенів складової поверхні є неоднакова. Коли $\frac{m\lambda}{2} \ll f$, то вирази для

поверхонь спрощуються $z_m(x, y) \approx \frac{1}{2} \left[\frac{x^2 + y^2}{2f} + m\lambda \right]$. І тоді рівняння складової

поверхні можна записати у вигляді: $z(x, y) = \frac{\lambda}{2} \left[\frac{x^2 + y^2}{2f\lambda} \right]$. В цьому випадку висота гребеня рельєфу буде однакова і складатиме половину довжини хвилі λ .

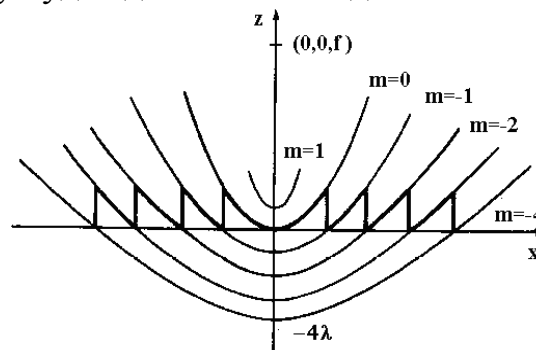


Рис. 3. Схема сім'ї співфокусних парабол.

На практиці фазовий оптичний елемент, який діє на відбиття, конструктивно виготовляють у вигляді плоского параболічного фокусатора. Переріз січною центральною площиною його активної поверхні показано на рис. 4. Конструктивно фокусатору можна надати прямокутну форму, або форму поверхні обертання. Такі форми легко виготовити на фрезерних чи токарних станках.

Одержані результати геометричного розрахунку фокусатора можна використати для визначення параметрів оптично еквівалентної параболі - тобто параболі, у якій елементи сім'ї катакаустик є близькими за формою елементам сім'ї катакаустик плоского параболічного фокусатора для всіх допустимих напрямків їх освітлення. Створена програма, де побудова катакаустики здійснюється у вигляді мультиплікації в залежності від кута падіння на криву фокусатора пучка паралельних променів. На рис. 4 наведено приклади зображень.

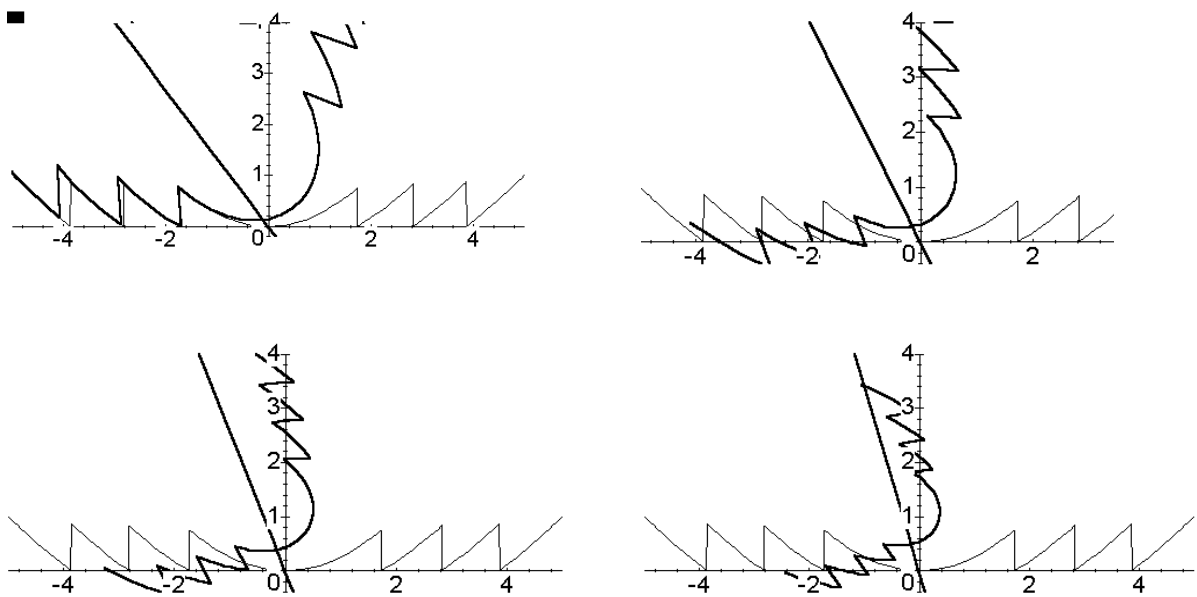


Рис. 5. Приклади зображень катакаустик фокусатора.

Варіант обчислювався з параметрами $f = 1; \lambda = 1$

Катакаустика в програмі обчислювалася за формулами:

$$x_{\text{КАТ}} = x - \frac{\frac{df}{dx} \left(\sqrt{1-m^2} - m \frac{df}{dx} \right)^2 + \left(\sqrt{1-m^2} - m \frac{df}{dx} \right) \left(\frac{df}{dx} \sqrt{1-m^2} + m \right)}{2 \frac{d^2 f}{dx^2}}$$

$$y_{\text{КАТ}} = f + \frac{\left(\sqrt{1-m^2} - m \frac{df}{dx} \right)^2 - \frac{df}{dx} \left(\sqrt{1-m^2} - m \frac{df}{dx} \right) \left(\frac{df}{dx} \sqrt{1-m^2} + m \right)}{2 \frac{d^2 f}{dx^2}}$$

Для енергетичного розрахунку плоского параболічного фокусатора

необхідно визначити параметр p параболі $y = f + \frac{x^2}{2p} - \frac{p}{2}$, йому оптично еквівалентної (тут f - фокусна відстань) [6]. В роботі створено програмне забезпечення в середовищі математичного процесора Maple.

Висновок. Одержані результати геометричного розрахунку фокусатора призначені для визначення параметрів оптично еквівалентної параболі - тобто параболі, у якій елементи сім'ї катакаустик є близькими за формою елементів сім'ї катакаустик параболічного фокусатора для всіх допустимих напрямків їх освітлення. Розроблена графічна модель розрахунку плоского концентратора дозволяє описати параболічний фокусатор з перерізом у вигляді фрагментів сім'ї співфокусних парабол. Їх реалізація на практиці не пов'язана зі значними витратами.

Література

1. Бавин М.Р. Разработка и исследование преломляющих фотоэлектрических установок. Дисс. на соискание ученой степени к.т.н. по специальности 05.14.08 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии - Москва: НИУ МЭИ. 2014. 139 с.
2. Солнечная батарея PlanarSun. [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://sohabr.net/post/195528>.
3. Солнечный концентратор Sun Simba [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://sohabr.net/post/200140>.
4. Гончарский А.В. Математические модели в задачах синтеза плоских оптических элементов. Компьютерная оптика. Москва. МЦНТИ. 1987. С. 19-31.
5. Гончарский А.В., Попов В.В., Степанов В.В. Введение в компьютерную оптику. Москва. МГУ. 1991. 312 с.
6. Серета Н.І. Геометричне моделювання перебігу променів в еліптичних та параболічних відбивальних системах. Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня к.т.н. за спеціальністю 05.01.01 - Прикладна геометрія, інженерна графіка. Київ. КНУБА. 1999. 18 с.

УДК 514.18

КОЛИВАННЯ ПОДВІЙНОГО СФЕРИЧНОГО МАЯТНИКА В УМОВАХ НЕВАГОМОСТІ

Л.М. Куценко¹, Л.Л. Запольський²

¹Національний університет цивільного захисту України

²Науково-дослідний інститут цивільного захисту

Розвиток космічних технологій потребує спорудження силових каркасів космічних антен, дзеркал та інших орбітальних інфраструктур. За існуючими технологіями стержневі конструкції після доставки на орбіту повинні шляхом механічної операції розкриття набути запланованої конструктором форми [1]. Порівняно просто це реалізується для стержневої конструкції у вигляді двохланкового сферичного маятника. На практиці досліджувати динаміку розкриття доцільно шляхом складання та розв'язання рівнянь Лагранжа другого роду руху механічної системи відносно узагальнених координат маятника та графічного трактування одержаних розв'язків. В результаті виникає питання про адаптування до невагомості процесу коливання сферичного маятника як геометричної моделі розкриття каркасу орбітального об'єкта [2]. При цьому розрахунки у невагомості можна виконувати, користуючись лише поняттями кінетичної енергії механічної системи. В якості рушія процесу розкриття стержневої конструкції у невагомості пропонується обрати піротехнічний імпульсний реактивний двигун. Такі пристрої є легшими та дешевими серед можливих засобів ініціювання розкриття стержневих конструкцій. Головна перевага застосування піротехнічних імпульсних реактивних двигунів виявляється тоді, коли необхідно здійснити разове розкриття конструкції (як найбільш ймовірно на практиці). Двигуни мають встановлюватися на прикінцевих точках ланок подвійних сферичних маятників. При цьому вважається, що після дії імпульсного двигуна далі система має розкриватися за інерцією. Тобто у разі імпульсного ініціювання коливань кінетична енергія для малих проміжків часу буде незмінною, що характерно для консервативних систем.

Аналіз літературних даних. У роботах [3, 4] наведені математичні моделі розкриття багатоланкової каркасної конструкції сонячної батареї із тросовою системою синхронізації. Для дослідження процесу розкриття сонячної батареї використане рівняння Лагранжа другого роду [4]. Застосування тросової системи розкриття на практиці обмежено розмірами конструкції та необхідністю синхронізувати дію електродвигунів, що є самостійною задачею при великій кількості її ланок. Інші варіанти систем розкриття наведені у огляді літератури [5]. Але там відсутня інформація про інерційний спосіб розкриття багатоланкових маятників і перевага віддається тросовим системам. В роботах [6, 7] започатковано спосіб розкриття у невагомості конструкції у вигляді

багатоланкового маятника з реактивними імпульсними двигунами у якості рушіїв розкриття.

Мета досліджень. Розробити спосіб розрахунку коливань у невагомості подвійного сферичного маятника, коли коливання виникають завдяки імпульсам реактивних двигунів, встановлених на прикінцевих точках ланок маятника.

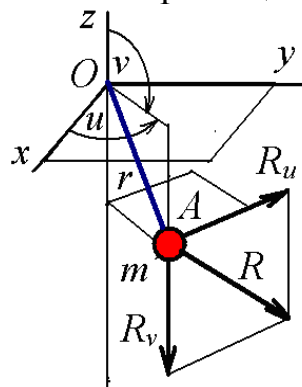


Рис. 1. Схема сферичного маятника.

Основна частина. Наведемо пояснення принципу розкриття стержневих конструкцій у невагомості на прикладі одноланкового сферичного маятника з нерухомою точкою кріплення O . Маятник складається з невагомого нерозтяжного стержня довжини r , до прикінцевої точки A якого приєднано вантаж масою m (рис. 1). Нерухомість точки кріплення маятника забезпечується завдяки її приєднанню до космічного апарату, маса якого на порядки більша маси вантажу маятника.

Ініціювання коливань сферичного маятника здійснюється шляхом вибору напрямку дії та величини імпульсу, наданих прикінцевій точці стержня за допомогою реактивного двигуна імпульсного типу. Позначимо віртуальний вектор R_v дії імпульсу за напрямком розкриття кута v і віртуальний вектор R_u дії імпульсу за напрямком розкриття кута u . Шуканий напрямок дії реального імпульсу реактивного двигуна визначає сумарний вектор $R = R_u + R_v$. Розташування реактивного двигуна умовно пов'яжемо з точкою A , тому вважатимемо цей двигун вантажем масою m .

Початкове положення маятника будемо визначати координатами вектора $U_0 = \{u(0), v(0)\}$. Виразом $U_0' = \{u'(0), v'(0)\}$ позначимо результат ініціювання коливань. Він означає, що вантажу масою m надано імпульс величиною $mu'(0)$ за напрямком розкриття кута u , а також одночасно з цим імпульс величиною $mv'(0)$ за напрямком розкриття кута v . Тобто кутам розкриття $u(0)$ і $v(0)$ надано початкові швидкості $u'(0)$ і $v'(0)$, відповідно. З врахуванням наданої реактивними двигунами миттєвих швидкостей $u'(0)$ і $v'(0)$, маятникова система далі має розкриватися за інерцією. Наведене пояснює термін «інерційна система розкриття». У якості піротехнічного імпульсного реактивного двигуна можна використати довільний пристрій, здатний забезпечити наперед розраховану величину імпульсу.

Лагранжіан коливання сферичного маятника має вигляд:

$$L = 0,5rm(x_A'^2 + y_A'^2 + z_A'^2), \quad (1)$$

де

$$\begin{aligned} x_A(t) &= r \cos(u(t)) \sin(v(t)); \\ y_A(t) &= r \sin(u(t)) \sin(v(t)); \\ z_A(t) &= r \cos(v(t)). \end{aligned} \quad (2)$$

Складаємо систему рівнянь Лагранжа другого роду:

$$\begin{aligned} 0.5mr^2(2u'' - 2u'' \cos^2 v + 2u'v' \sin 2v) &= 0; \\ mr^2v'' - 0.5mr^2u'^2 \sin 2v &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

З врахуванням початкових умов $U_0 = \{u(0), v(0)\}$ і $U_0' = \{u'(0), v'(0)\}$ одержуємо наближений розв'язок системи рівнянь Лагранжа другого роду (3). При виконанні програми в середовищі *maple* одержаний розв'язок можна умовно позначити символами $U(t)$, $V(t)$. Тоді у просторовій системі координат $Oxyz$ за допомогою формул (2) можна визначити координати точки (x_A, y_A, z_A) другої ланки маятника. Для цього у виразах функцій (2) необхідно формально замінити малі літери u і v на великі U і V . Для унаочнення траєкторії переміщення точки A необхідно обчислити близькі точки траєкторії і сполучити їх відрізками.

Приклад 1. $r=1$; $m=1$; $U_0 = \{0, \pi/2\}$, $U_0' = \{1.56, 2\}$. Час інтегрування $T = 5$. На рис. 2 а наведено траєкторію руху точки A в невагомості, а також в полі земного тяжіння (рис. 2 б) з тими ж початковими умовами.

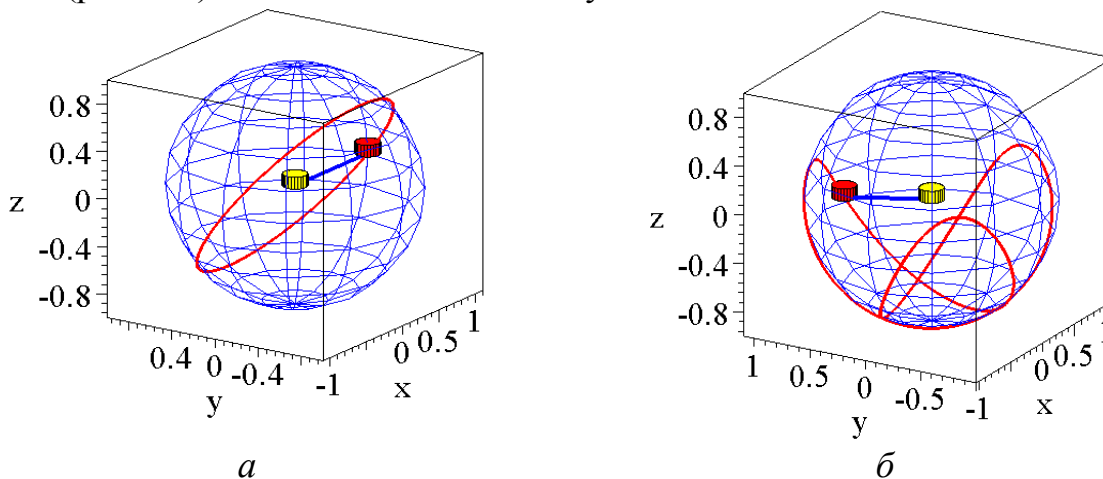


Рис. 2. Траєкторія руху точки A :
а - в невагомості; б - в полі земного тяжіння.

Далі розглянемо коливання у невагомості двохланкового сферичного маятника. Узагальненими координатами вважатимемо кути $u_1(t)$ і $v_1(t)$, а також $u_2(t)$ і $v_2(t)$, утворені відповідними горизонтальними проекціями ланок маятника з осями Ox і Oz (рис. 3).

Ініціювання коливань подвійного сферичного маятника у невагомості здійснюється аналогічно одноланковому сферичному маятнику. А саме - шляхом вибору напрямку дії та величини імпульсів, наданих прикінцевим точкам ланок

маятника за допомогою реактивних двигунів імпульсного типу. Віртуальний вектор R_{V1} одержуємо внаслідок дії імпульсу за напрямком коливання кута v_1 , а віртуальний вектор R_{U1} одержуємо внаслідок дії імпульсу за напрямком коливання кута u_1 . Сумарний вектор $R_1 = R_{U1} + R_{V1}$ визначає необхідний реальний напрямок дії імпульсу першого реактивного двигуна.

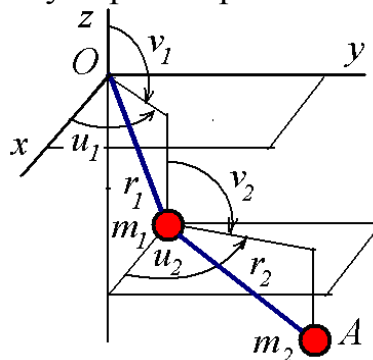


Рис. 3. Схема подвійного сферичного маятника.

Аналогічно, віртуальний вектор R_{V2} одержуємо внаслідок дії імпульсу за напрямком коливання кута v_2 , а віртуальний вектор R_{U2} одержуємо внаслідок дії імпульсу за напрямком коливання кута u_2 . Сумарний вектор $R_2 = R_{U2} + R_{V2}$ визначає необхідний реальний напрямок дії імпульсу другого реактивного двигуна. Ці вимоги до організацій дії рушіїв коливання ланок стержневого сферичного маятника висуває жорсткі умови до конструкції механічного шарніру, розташованого між ланками маятника.

Лагранжів подвійного сферично маятника має вигляд:

$$L = 0,5r_1m_1(\dot{x}_1'^2 + \dot{y}_1'^2 + \dot{z}_1'^2) + 0,5r_2m_2(\dot{x}_2'^2 + \dot{y}_2'^2 + \dot{z}_2'^2), \quad (4)$$

де

$$\begin{aligned} x_1(t) &= r_1 \cos(u_1(t)) \sin(v_1(t)), \\ y_1(t) &= r_1 \sin(u_1(t)) \sin(v_1(t)), \\ z_1(t) &= r_1 \cos(v_1(t)), \\ x_A(t) &= r_1 \cos(u_1(t)) \sin(v_1(t)) + r_2 \cos(u_2(t)) \sin(v_2(t)), \\ y_A(t) &= r_1 \sin(u_1(t)) \sin(v_1(t)) + r_2 \sin(u_2(t)) \sin(v_2(t)), \\ z_A(t) &= r_1 \cos(v_1(t)) + r_2 \cos(v_2(t)). \end{aligned} \quad (5)$$

З причини громіздкості система рівнянь Лагранжа другого роду в розгорнутому вигляді в цьому випадку не наводиться. Одержані розв'язки умовно позначено символами $U_1(t)$, $V_1(t)$, $U_2(t)$, $V_2(t)$. Тоді у просторовій системі координат $Oxyz$ за допомогою формул (5) можна визначити координати прикінцевої точки (x_A, y_A, z_A) другої ланки маятника в момент часу t . Для обчислення цих координат у виразах функцій (5) необхідно формально замінити малі літери u і v на великі U і V . Для унаочнення переміщення точки A необхідно обчислити близькі точки траєкторії і сполучити їх відрізками.

Крім траєкторії переміщення зазначеної прикінцевої точки A можна визначити її швидкість, що дозволяє будувати фазову траєкторію відповідного вузла маятника. Фазові траєкторії дають можливість проаналізувати динаміку вузлових точок двохланкових маятників в наперед назначений момент часу. Одночасно можна обчислити наближені значення поточних величин кутів $u_1(t)$, $v_1(t)$, $u_2(t)$, $v_2(t)$, що надає можливість зображувати просторові конструкції, складені з елементів двохланкових сферичних маятників. Крім того, є можливість одержати послідовність N кадрів анімаційних зображень процесу коливання маятника залежно від часу. Тобто спостерігати за процесом розкриття у часі елементів двохланкових стержневих конструкцій сферичних маятників.

Наведемо приклади коливань подвійного сферичного маятника в невагомості. Циклічні нехаотичні траєкторії точки A визначалися способом «фокусування» сім'ї кривих, описаному в роботі [8]. Також наведено фазові траєкторії функцій узагальнених координат, які будуть корисні при аналізі динаміки коливань.

Приклад 2. $r_1=2$; $r_2=1$; $m_1=1$; $m_2=1$; $U_0=\{0, \pi/2, -\pi, \pi/2\}$, $U_0'=\{1, -1.024, 1.9, 0.5\}$. Час інтегрування $T=6,7$. На рис. 4 наведено циклічну траєкторію руху точки прикінцевої точки A , а на рис. 5 зображено положення трьох маятників в момент часу $t=5,8$. У початковому положенні маятники зі спільною точкою кріплення були розташовані на горизонтальній площині під кутом 120 градусів. На рис. 6 зображено фазові траєкторії функцій узагальнених координат.

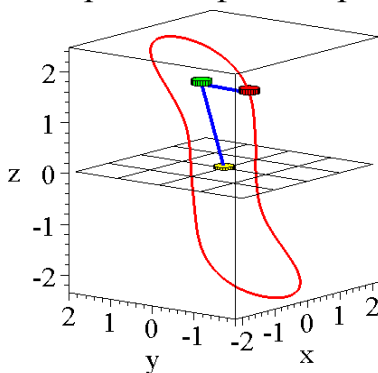


Рис. 4. Траєкторія руху точки A для прикладу 1.

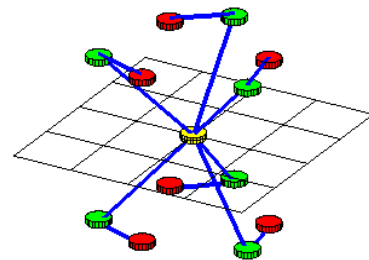


Рис. 5. Положення трьох сферичних маятників в момент часу $t=5,8$.

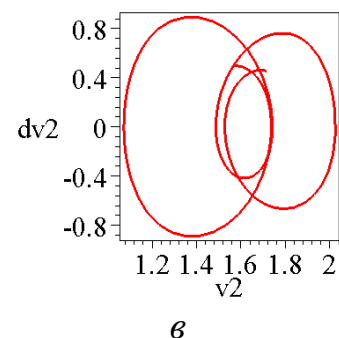
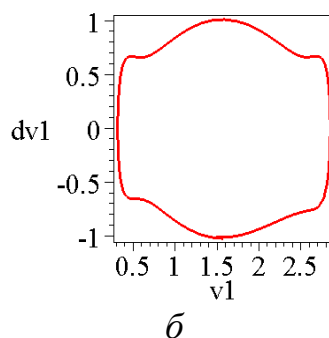
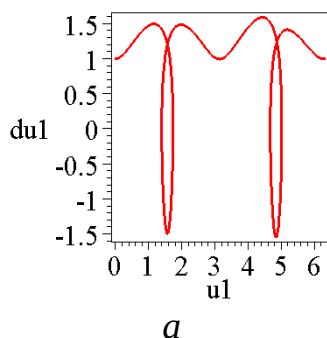


Рис. 6. Фазові траєкторії узагальнених координат для прикладу 2:
 $a - u_1(t)$; $б - v_1(t)$; $в - v_2(t)$.

Висновки. Розроблено спосіб розрахунку коливань у невагомості подвійного сферичного маятника, коли коливання виникають завдяки імпульсам реактивних двигунів, встановлених на прикінцевих точках ланок маятника. Опис динаміки одержаного інерційного розкриття маятника виконано за допомогою рівняння Лагранжа другого роду.

Викладене можна вважати як адаптування до невагомості процесу коливання сферичного подвійного маятника, що є геометричною моделлю розкриття каркасу орбітального об'єкта. Реалізувати ініціювання коливань пропонується за допомогою ряду імпульсних реактивних двигунів, встановлених на прикінцевих точках ланок. Отримані результати можна пояснити можливістю застосування варіаційного принципу Лагранжа до розрахунку механічних стержневих конструкцій. Це дозволило використати рівняння Лагранжа другого роду для опису руху маятничкової системи у невагомості. Результати призначено для використання при проектуванні розкриття великогабаритних конструкцій в умовах невагомості, наприклад, силових каркасів для сонячних дзеркал чи космічних антен.

Література

1. Алпатов А.П., Горбулин В.П. Космические платформы для орбитальных промышленных комплексов: проблемы и перспективы. Вісник НАН України. 2013. № 12. С. 26–38.
2. Szuminski, W. Dynamics of multiple pendula without gravity. Chaotic Modeling and Simulation. 2014. Issue 1. P. 57–67.
3. Deployable Perimeter Truss with Blade Reel Deployment Mechanism. NASA's Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California. Tuesday, 01 March 2016.
4. Бушуев А.Ю., Фарафонов Б.А. Математическое моделирование процесса раскрытия солнечной батареи большой площади. Математическое моделирование и численные методы. 2014. № 2. С. 101–114.
5. Зимин В.Н., Крылов А.В., Мешковский В.Е., Сдобников А.Н., Файзуллин Ф.Р. Особенности расчета раскрытия крупногабаритных трансформируемых конструкций различных конфигураций. Наука и Образование. МГТУ им. Баумана. № 10. 2014. С. 179–191.
6. L. Kutsenko, O. Shoman, O. Semkiv, L. Zapolsky, I. Adashevskay, V. Danylenko, V. Semenova-Kulish, D. Borodin, J. Legeta Geometrical modeling of the inertial unfolding of a multi-link pendulum in weightlessness. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6/7 (90). 2017. P. 42–50.
7. Куценко Л. М. Ілюстрації до геометричного моделювання інерційного розкриття багатоланкового маятника у невагомості [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4868>.
8. Семків О.М. Графічний комп'ютерний спосіб визначення нехаотичних траєкторій коливань маятникових систем. Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Харьков. ХНАДУ. 2016. Вып. 72. С. 94–101.

УДК 621.87. 36: 514.18

ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ СТАЛОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТ

Є.О. Адоньєв¹, І.Г. Балюба, В.М. Верещага, А.В. Найдиш²

¹Запорізький національний університет

²Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії

У моделюванні процесів, зокрема, в сфері енергоефективності як надважливої складової сталого енергетичного розвитку, часто виникає проблема поєднання великої кількості фізично різнорідних факторів.

На нашу думку, розв'язання проблеми інтеграції різнорідних факторів та збільшення можливої вихідної інформації у моделюванні криється у розробці композиційних моделей, у яких не існує взаємно обумовленого зв'язку між її елементами. Цим вимогам відповідає математичний апарат точкового числення Балюби-Найдиша [1], який став підґрунтям для розробки композиційного методу геометричного моделювання.

Вказаний метод відноситься до методів прикладної геометрії, зокрема, геометричного моделювання багатопараметричних процесів та явищ. Отже, метою запропонованих досліджень є розробка нового способу моделювання окремого фактору, який би виконував послідовно декілька простих розрахунків замість одного складного. Необхідно створити узагальнену формалізовану геометричну модель економічного процесу, яка б дозволила, без зміни її структури, варіювати кількісно та якісно факторами зі змінною кількістю властивостей (параметрів сталого енергетичного розвитку міста) (рис. 1).

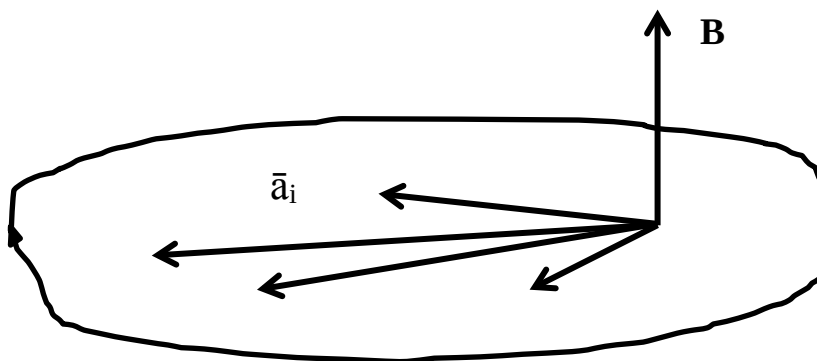


Рис. 1. Визначення індикаторів (факторів) сталого енергетичного розвитку міста, де: B – індикатор (фактор) сталого енергетичного розвитку міста; $\bar{a}_i$ – параметри, які визначають фактор, наприклад, площа будівель, втрати тепла в мережах, тощо.

Такий підхід дозволить спростити процес моделювання сталого енергетичного розвитку окремих територій, міст, будь-яких адміністративних одиниць, тощо. Це дозволить уникнути помилок при моделюванні та зменшити час виконання розрахунків [2].

Основна ідея, яка покладена в основу оптимізаційної моделі сталого розвитку міста, полягає у наступному (рис.2). Формується вихідна база даних основних показників міста, в першу чергу, в сфері енергетики, а також дані по житлово-комунальному господарству, муніципальній інфраструктурі, промисловості, транспорту, екології, демографії, тощо. Визначаються цільові показники (фактори) сталого розвитку.

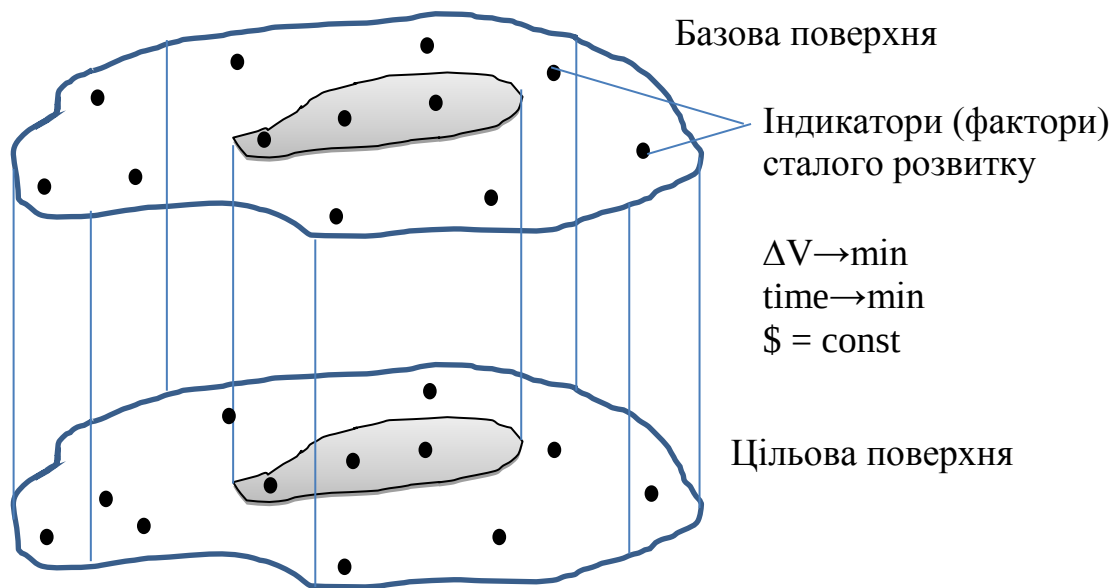


Рис. 2. Оптимізація індикаторів (факторів) сталого енергетичного розвитку міста засобами БН-числення.

Цільові показники (фактори) сталого розвитку визначають цільову поверхню відгуку. Поточний стан даних факторів визначає базову поверхню. Кожна точка цих поверхонь існує у багатовимірному просторі, причому, кількість вимірів відповідає кількості параметрів (характеристик) кожного фактору. Геометрична задача полягає в мінімізації об'єму між цими поверхнями за умови фіксованої суми інвестицій. Оптимальний набір інвестпроектів дає максимальне наближення до цільових значень.

Реалізація кожного інвестпроекту тягне за собою змінення значень параметрів (тобто, змінення координат) певних показників (тобто, точок поверхні у багатовимірному просторі). В свою чергу, це спричиняє зміну форми базової поверхні відгуку та її рух до цільової поверхні.

В якості особливостей застосування методу композиційного геометричного моделювання для визначення оптимального портфелю проектів з енергозбереження можемо зазначити такі:

- практично, з самого початку роботи, модель оперує геометричними образами вихідних даних;

- модель, розроблена для одної будівлі, може бути застосована для іншої будівлі з мінімальними затратами праці на адаптацію. Часткова зміна набору вихідних факторів, чи використання неповних вихідних даних не призводить до зміни моделі;

- моделі, розроблені за даним методом, можуть зручно об'єднуватися на вищі рівні – університет, муніципалітет, область, тощо [3];

- модель передбачає постійне, від проекту до проекту, поповнення вихідної бази даних новими енергозберігаючими технологіями, обладнанням та матеріалами, а також зберігання інформації у формалізованому вигляді [4].

Отже, вказаний метод дозволяє моделювати системи зі складною ієрархією, рухаючись від окремого процесу на найнижчому рівні (наприклад, система опалення окремого будинку) до вищих рівнів – комплекс будівель, мікрорайон, місто, область, тощо.

Література

1. Точечное исчисление [учебное пособие] / И.Г. Балюба, В.М. Найдыш [под ред. Верещаги В.М.] // Мелитополь: Изд-во МГПУ имени Богдана Хмельницкого, 2015. – 234 с.

2. Адоньев Є.О. Застосування поверхонь відгуку при моделюванні сталого енергетичного розвитку міст / Є.О. Адоньев, В.М. Верещага // Вісник Херсонського національного технічного університету. Вип. 3(58). – Херсон: ХНТУ, 2016. – С. 471-476.

3. Верещага В.М., Адоньев Є.О. Монофакторний принцип побудови моделі багатфакторних задач термореновації будівель / В.М. Верещага, Є.О. Адоньев // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. – Вип. 7. – С. 24-31.

4. Адоньев Є.О., Верещага В.М. Концептуальні засади використання композиційного методу геометричного моделювання при формуванні оптимального портфелю проектів з енергозбереження в навчальних закладах. / Є.О. Адоньев, В.М. Верещага // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – Вип. 9. – С. 3-10.

УДК 514.18

ІЗОМЕТРИЧНІ СІТКИ НА ПОВЕРХНІ КУЛІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

О.В. Несвідоміна*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Характерною ознакою ізометричних сіток є те, що їх нескінченно мала чарунка є квадратом. В науковій літературі зустрічається ще назва «ізотермічні сітки» і зв'язана вона з тим, що такі сітки були застосовані при дослідженні теплопровідності поверхонь. Ці сітки не так давно стали об'єктом дослідження науковців прикладної геометрії.

На поверхні кулі можна конструювати різні ізометричні сітки за допомогою аналітичної функції комплексної змінної і їх форма буде залежати від виду функції (рис.1,а). Цікавим випадком є конформне відображення плоских ізометричних сіток на сферу за допомогою інверсії (рис.1,б). В такому випадку сітка на сфері теж буде ізометричною і зберігатиме подібність із своїм плоским аналогом. Самим простим випадком такого відображення є інверсія плоскої прямокутної декартової сітки (рис.1,в).

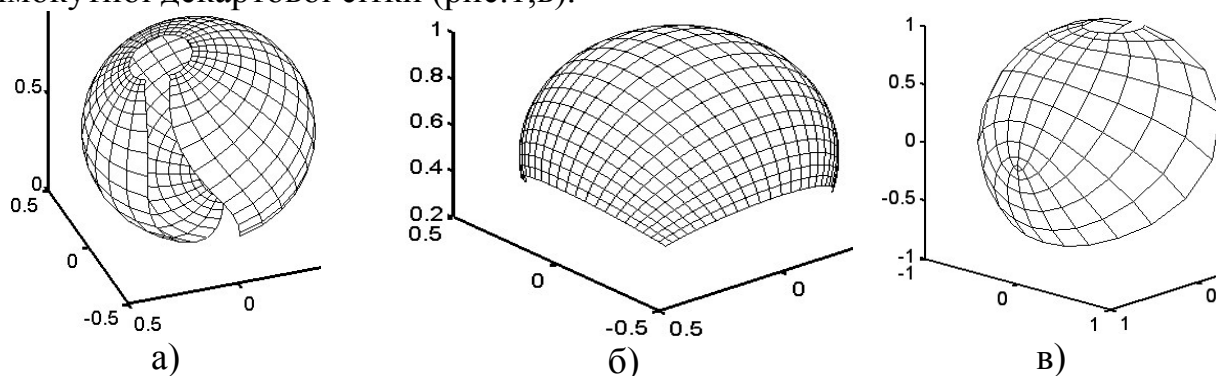


Рис. 1. Ізометричні сітки на поверхні кулі.

Оскільки поверхня кулі є поширеною в дизайнерській практиці, архітектурі, спорті, то у багатьох випадках її приходится апроксимувати плоскими відсіками. Досить відомим способом апроксимації кулі є її апроксимація поєднанням правильних п'ятикутників і шестикутників (рис.2).

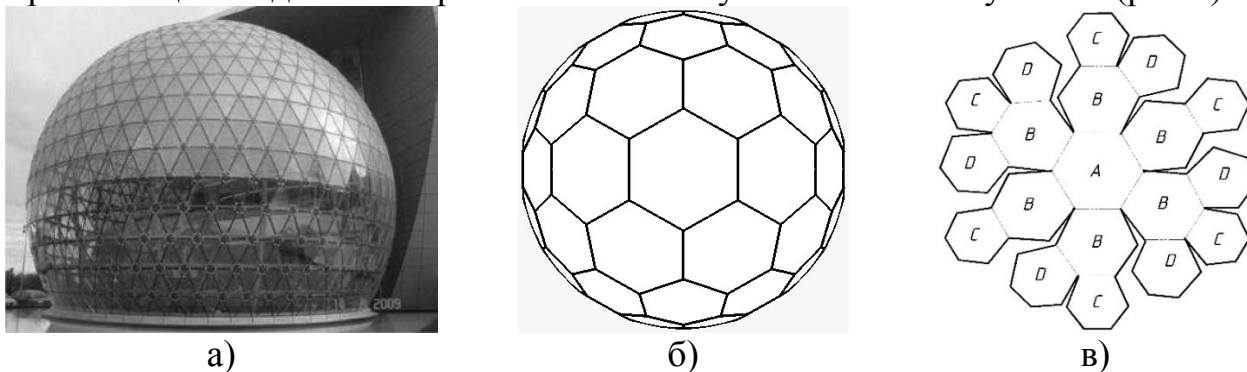


Рис. 2. Апроксимація поверхні кулі багатокутниками.

В інтернеті опублікована стаття, в якій сфера апроксимована плоскими відсіками так, що на кулі вони утворюють спіралеподібну ламану смугу. Автором побудована розгортка цієї смуги поступовим приєднанням окремих елементів, розміри яких визначаються на сфері.

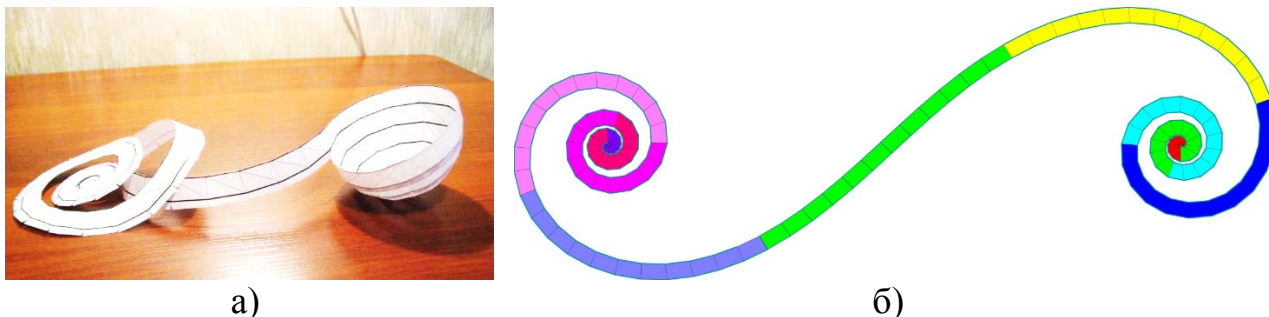


Рис. 3. Розгортка поверхні кулі неперервною смугою методом триангуляції.

За допомогою ізометричних сіток можна робити апроксимацію сфери різними способами. Особливо зручно при цьому використовувати ізометричну сітку, отриману інверсією плоскої декартової. Якщо на площині задати певну криву параметричними рівняннями, то конформне відображення цієї кривої на сферу ми отримаємо при підстановці цих же самих рівнянь у рівняння сфери.

Для апроксимації кулі смугою торса на її поверхні потрібно задати спіралеподібну криву, яка буде лінією дотику смуги до сфери. Спіраль Архімеда відображається на кулю кривою, у якої відстань між витками плавно зменшується. Знайдене рівняння спіралі має вигляд:

$$\begin{aligned} v &= \operatorname{tg}(t) \cos(at + \varphi_0), \\ u &= \operatorname{tg}(t) \sin(at + \varphi_0), \end{aligned}$$

де: a - стала, від якої залежить щільність витків спіралі;

φ_0 - початкове значення кута повороту.

Її відображення на площину є спіраль, відстань між сусідніми витками якої рівномірно збільшується.

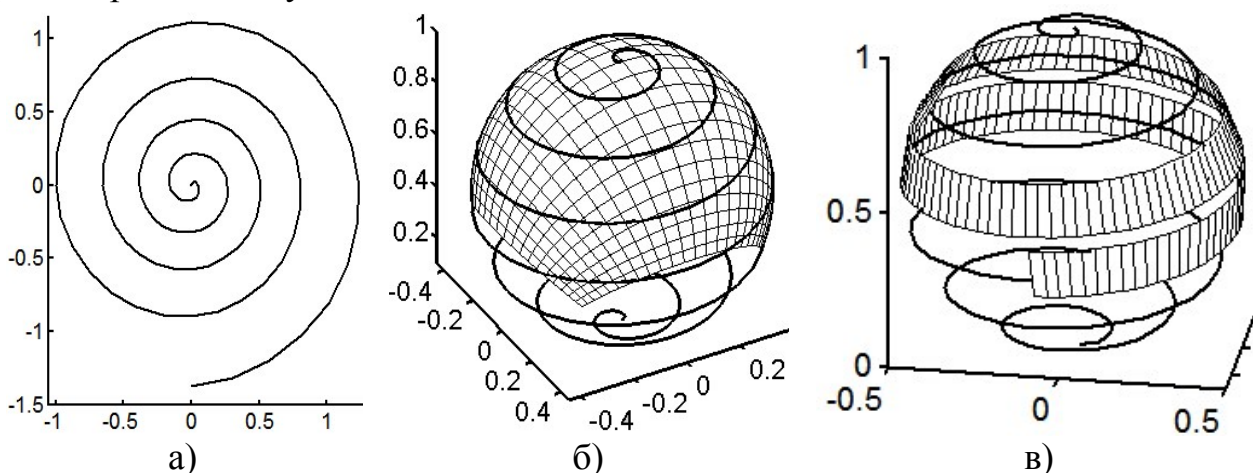


Рис. 4. Апроксимація поверхні кулі торсом.

Дотичний торс вздовж кривої знаходиться, як обвідна поверхня однопараметричної множини дотичних площин. Із рис.4 видно, що щілина між смугою торса є сталої ширини. Це дозволяє підібрати у рівняннях торса таку довжину w прямолінійної твірної, щоб щілина зникла (рис.5).

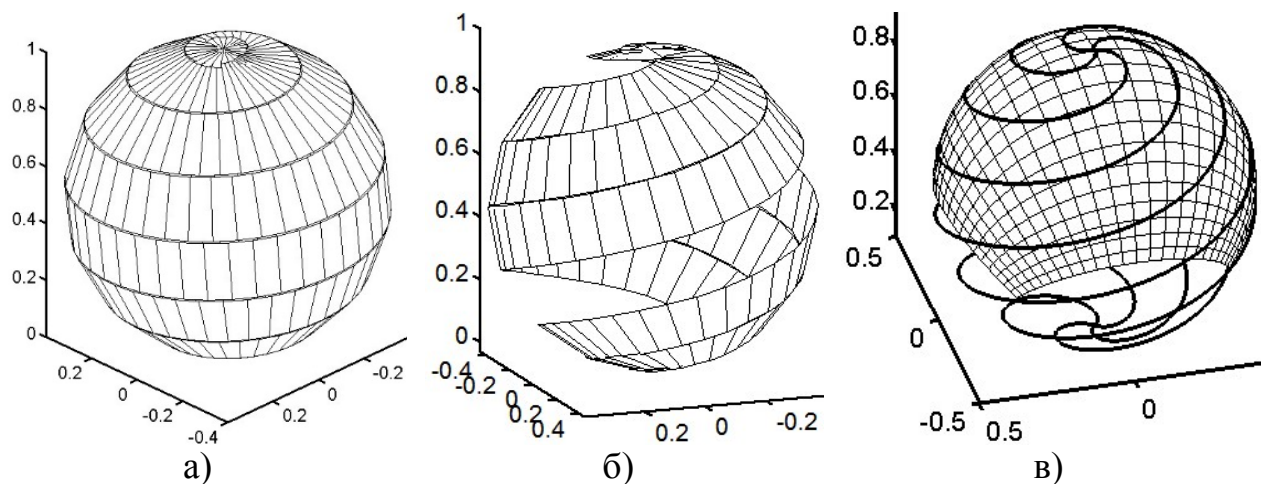


Рис. 5. Апроксимація поверхні кулі торсовими поверхнями.

Розроблений підхід дозволяє апроксимувати кулю однією або ж декількома смугами (рис. 6). Прямолінійні твірні перпендикулярні до лінії дотику (рис. 6,а,б), яка зображена на розгортці штриховою.

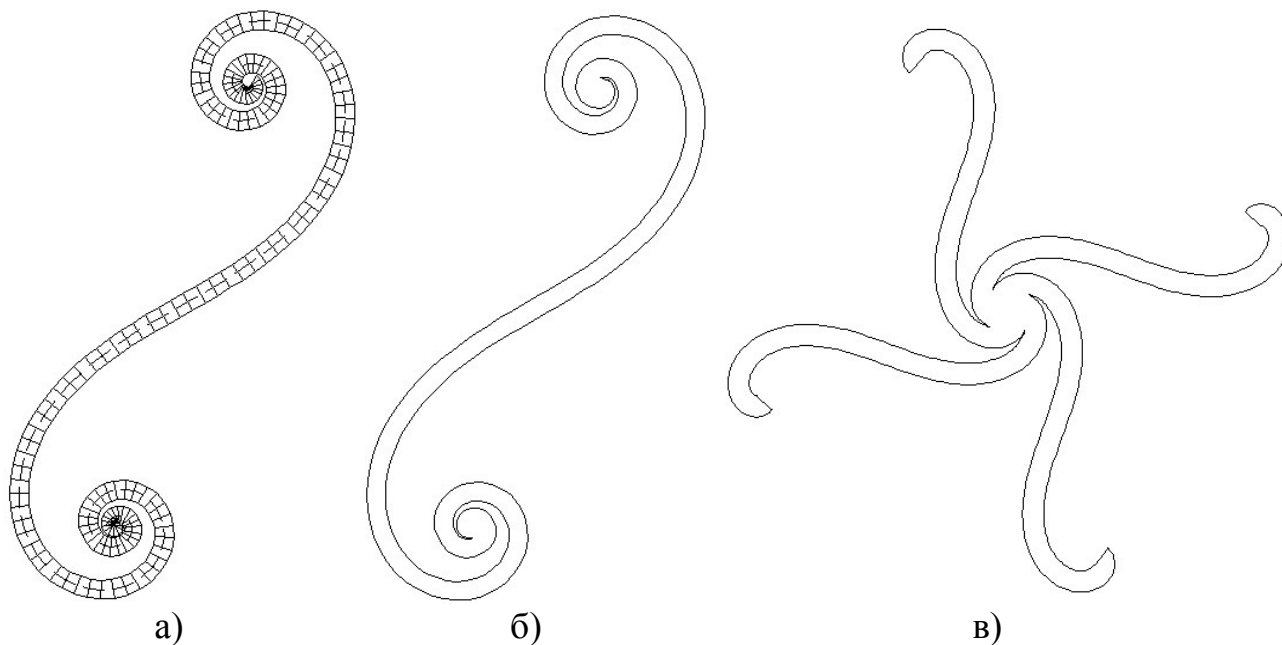


Рис. 6. Розгортки поверхні кулі однією та чотирма неперервними смугами.

Для побудови розгортки чотирма смугами цього проводиться чотири лінії дотику і будується чотири смуги (рис.6,в).

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАТИХ ВАЛІВ

С.С. Карабиньон, В.А. Кулик

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Шліфування корінних і шатунних шийок колінчастих валів проводять на шліфувальних верстатах-автоматах. На шліфувальних верстатах з декількома колами попередньо і остаточно шліфують корінні шийки, якщо конструкція колінчастого вала це дозволяє (галтелі вала не загартовані тому на них допускаються переходи як сліди профілю круга при шліфуванні на різних етапах або на галтелях. Швидкість шліфування ($V = 45 \text{ м / с}$) регулюється у міру зношування круга. При цьому з'їм абразиву - 0,06 мм. Діаметральні розміри і конусоподібність контролюються за допомогою приладів активного контролю.

Залежно від призначення двигуна технічними умовами передбачається точність діаметральні розмірів корінних і шатунних шийок колінчастих валів в межах 1-2-го класів з чистотою поверхні 8-10-го класів і вище. Допустимі відхилення на овальність і конусність, наприклад, для автомобільних двигунів, лежать в межах 0,010-0,005 мм, а не паралельність осей корінних і шатунних осей корінних і шатунних шийок – не більше 0,01 на всій довжині кожної шатунної шийки. Допуски на радіуси кривошипів складають 0,05-0,15 мм. Надмірні відхилення радіусів кривошипів і кутових розвалу призводять до нерівномірності ступені стиснення в різних циліндрах і до зсуву фаз розподілу, що негативно позначається на роботі двигунів.

При виборі системи посадок слід мати на увазі, що для розмірів менше 1 мм виготовлення точних валів більш трудомістке, ніж виготовлення точних отворів, внаслідок чого застосування системи вала тут має переваги перед системою отвори через зменшення різноманітності розмірів валів, зменшення числа ділянки на одному і тому ж валу, застосування вальцьованого матеріалу і каліброваного дроту та ін.

Колінчасті вали, що обертаються в підшипниках ковзання, обумовлюють і підвищені вимоги до поверхні шийок щодо їх зносостійкості і втомної міцності. Тому поверхнева твердість корінних і шатунних шийок, отриманих після термічної обробки, лежить в межах HRC 52-62. Технічні умови на колінчасті вали в залежності від призначення Двигуна визначаються стандартом. Колінчастий вал контролюють за 80-90 параметрами. Крім розмірів і форми, контролюють і відносне положення оброблюваних поверхонь вала. До найбільш важливим значення розміру деяких паралельність осі шийок, положення шатунних шийок по відношенню до корінних (радіуси кривошипів), кутове положення шатунних шийок по відношенню одна до одної, кутове положення шпонкової канавки по відношенню до кривошипа, положення торця Фланця до осі корінних шийок.

Складність конструктивної форми колінчастого вала, його недостатня жорсткість, високі вимоги до точності оброблюваних поверхонь викликають особливі вимоги до вибору методу методів базування, закріплення і обробки вала, а також послідовності, поєднання операцій та вибору обладнання. Основними базами колінчастого вала є опорні поверхні корінних шийок. Однак далеко не на всіх операціях обробки можна використовувати їх в якості технологічних. Тому в деяких випадках технологічними базами вибирають поверхні центрових отворів. У зв'язку з порівняно невеликою жорсткістю вала на ряді операцій при обробці його в центрах в якості додаткових технологічних баз використовують зовнішні поверхні попередньо оброблених шийок.

При обробці шатунних шийок, які відповідно до вимог технічних умов повинні мати необхідну кутову координату, опорної технологічною базою є спеціально фрезеровані майданчики на щоках.

Технологічний маршрут обробки колінчастих валів може бути представлений в такій послідовності:

- фрезерування торців;
- свердління центрових отворів;
- фрезерування технологічних опорних баз на щоках;
- обточування кінців вала і корінних шийок;
- попереднє шліфування корінних шийок;
- обточування противаг і щік;
- обточування шатунних шийок;
- обробка поверхонь камер брудозбірників, мастильних каналів і пазів;
- термічна обробка - гартування корінних і шатунних шийок;
- фінішне шліфування валу, корінних шийок і фланця;
- фінішне полірування шатунних шийок;
- обробка отворів у фланці і на кінцях вала;
- розточування поверхні посадкового отвору під підшипник з боку фланця;
- обробна операція поверхні корінних і шатунних шийок.

Процес контролю параметрів колінчастого вала досить трудомісткий і складний. Тому для контролю більшості перерахованих параметрів застосовують спеціальні багатовимірні індикаторні, пневматичні, "пневмоелектричним" і електронні обмірні пристрою. Одне з таких індикаторних пристроїв призначене для перевірки биття торця фланця корінних шийок щодо корінних і положення шпонкової канавки.

Література

Карабиньош С.С., Соловей Р.А. Особливості характерних способів ефективного відновлення колінчатих валів. Київ. НУБіП України. 2017. IV Міжнар. науково-технічна конференція «Крамаровські читання. С. 31–33.

УДК 004.9

ТЕСТУВАННЯ РОБАСТНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОДНОГО ВИДУ СПЛАЙНІВ

М.А. Шульженко, Г.Я. Тулученко

Херсонський національний технічний університет

У роботах [1–3] обґрунтовується існування та збіжність напівлокального згладжуючого сплайна третього степеня та різних порядків гладкості у точках стикування ланок. Особливістю побудови цього сплайна є ітераційний процес обчислення коефіцієнтів при мономах нижчих степенів полінома поточної ланки сплайна через значення таких же коефіцієнтів для мономів полінома з попередньої ланки сплайна. Апроксимаційні властивості досліджуваного сплайна визначаються, зокрема, співвідношенням параметрів M та m , які дорівнюють кількості точок експериментальної залежності $(M+1)$, що приймають участь в обчисленні коефіцієнтів при старших степенях, та кількості точок $(m+1)$, які остаточно визначають довжину ланки сплайна.

Рекомендовані в [1–3] для практичного використання співвідношення параметрів M та m визначаються на підставі аналізу модулів власних чисел матриці стійкості, яка відіграє ключову роль у згадуваному вище ітераційному процесі. При апроксимації експериментальних даних, що містять значні похибки вимірювань, за допомогою досліджуваного сплайна (гладкості C_1) доцільним є з'ясування робастних можливостей такого способу апроксимації.

Тест 1. На проміжку $[-1; 1]$ згенеруємо послідовність із $N = 100$ експериментальних даних із значеннями параметрів $A = 1$; $m = -0,25$; $s = 0,25$; $w = 0,25$ для гауссоподібної функції:

$$f(x) = A \cdot \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2(s+w(x-m))^2}\right). \quad (1)$$

До значень функції $f(x_i)$ додамо похибку, що має нормальний закон розподілу із параметрами $a = 0$; $\sigma = 0,05$.

Проведемо оцінку відхилень досліджуваного сплайна від відомої функції за двома нормами:

$$\|S(x) - f(x)\|_{C_2} = \sqrt{\int_{-1}^1 (S(x) - f(x))^2 dx}; \quad (2)$$

$$\|S(x) - f(x)\|_{C_0} = \max_{x \in [-1; 1]} |S(x) - f(x)|, \quad (3)$$

де $S(x)$ – кубічний сплайн із робіт [1–3] гладкості C_1 .

Таблиця 1

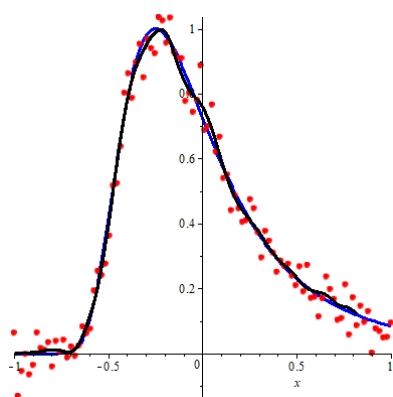
Приклад залежності значень норм (2) і (3) від параметра t , коли $M=10$

t	Норма (2)	Норма (3)
1	0,0191	0,0409
2	0,0190	0,0363
3	0,0187	0,0399
4	0,0223	0,0425
5	0,0261	0,0549
6	0,0215	0,0444

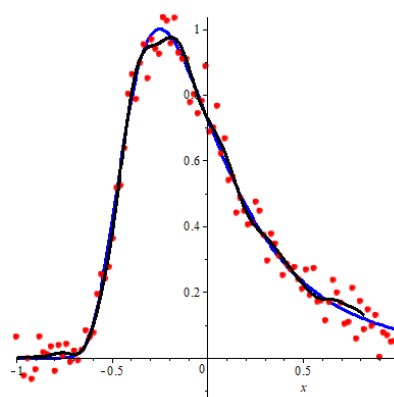
Таблиця 2

Приклад залежності значень норм (2) і (3) від параметра M , коли $t=2$

M	Норма (2)	Норма (3)
5	0,0384	0,0638
7	0,0294	0,0591
9	0,0226	0,0496
10	0,0190	0,0363
11	0,0194	0,0423
13	0,0201	0,0460
15	0,0239	0,0511



а)



б)

Рис. 1. Якість апроксимації тестової залежності для $M=10$: а) $t=3$; б) $t=6$.

Аналіз отриманих у тестовому прикладі результатів показує, що при наявності значних похибок вимірювань в експериментальних даних співвідношення параметрів M та t , які забезпечують найкращу робастність апроксимації, відрізняються від тих, що забезпечують найкращу стійкість алгоритму побудови напівлокального сплайна на точних даних. Перспективи подальших досліджень пов'язані із з'ясуванням умов узагальнення алгоритму із робіт [1-3] на нерівномірні сітки.

Література

1. Силаев Д.А. Полулокальные сглаживающие S-сплайны. Компьютерные исследования и моделирование. 2010. Т. 2. № 4. С. 349-357.
2. Силаев Д.А., Амилющенко А.В., Лукьянов, А.И. Коротаев Д.О. Полулокальные сглаживающие сплайны класса C^1 . Труды семинара имени И.Г. Петровского. 2007. Вып. 26. С. 347-367.
3. Силаев Д.А., Якушина Г.И. Приближение S-сплайнами гладких функций. Труды семинара имени И.Г. Петровского. 1984. Вып. 10. С. 197-205.

УДК 514.18

ВИЗНАЧЕННЯ РОТОРА ДИСКРЕТНОГО НЕВПОРЯДКОВАНОГО ВЕКТОРНОГО ПОЛЯ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

В.І. Черняк*Кременецький лісотехнічний коледж*

Нехай необхідно знайти ротор поля в деякій точці. Проведемо через цю точку перпендикулярно до осей координат три комірки одиночної площі. До кожної комірки визначимо нормальний вектор σ , який чисельно рівний площі комірки (рис. 1). Тоді координати цих векторів будуть наступними: $\sigma_x = (1, 0, 0)$ $\sigma_y = (0, 1, 0)$ $\sigma_z = (0, 0, 1)$.

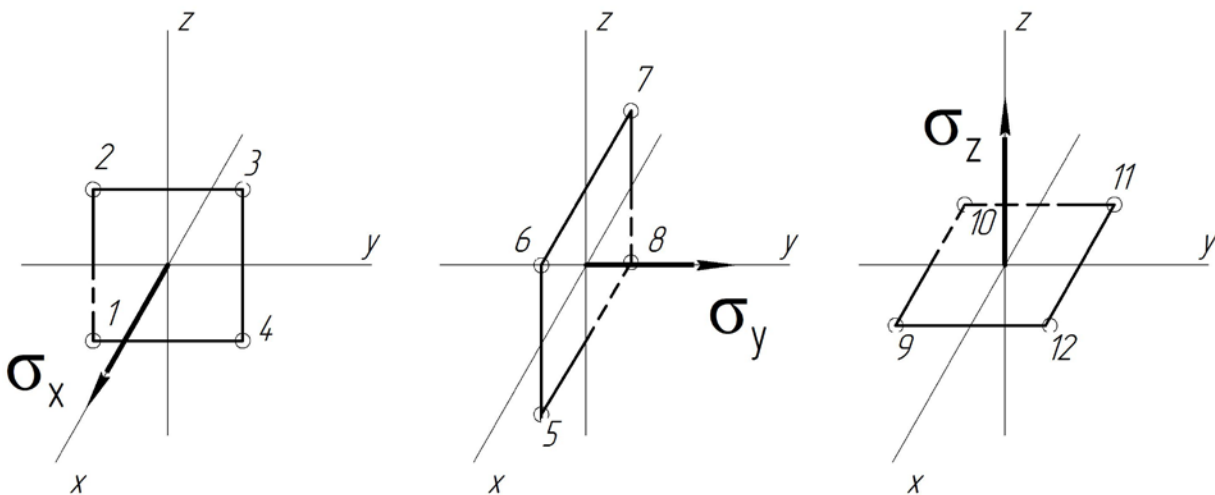


Рис. 1. Комірки, ортонормовані до осей координат.

За теоремою Стокса [1] *циркуляція вектора $\mathbf{a}$ по замкнутій кривій L дорівнює потоку ротора через поверхню S , яка лежить в векторному полі і має своєю межею лінію L .*

В нашому випадку поверхнею є квадрат з площею $S=1$ і межею L у вигляді чотирьох сторін комірки. Отже, циркуляція вектора $\mathbf{a}$ по замкнутій кривій L буде рівною сумі циркуляцій вектора $\mathbf{a}$ по чотирьох сторонах квадрата. Для більшої точності визначення ротора умовно приймемо, що векторне поле є поверхнею другого порядку. Тоді циркуляція C_{12} вектора $\mathbf{a}$ по стороні $(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ комірки, перпендикулярної до осі $\mathbf{Ox}$ визначається як скалярний добуток вектора сторони $(\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)$ і середнього арифметичного вектора $\mathbf{a}$.

$$C_{1,2} = r\mathbf{a} = (\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1) \frac{\mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2}{2} \quad (1)$$

Обійшовши по чергові всі сторони комірки, знайдемо циркуляцію C вектора $\mathbf{a}$ по квадрату $r_1 r_2 r_3 r_4$

Потік вектора $\mathbf{a}$ через поверхню S у векторній формі визначається інтегралом [1]

$$Q = \iint_S \mathbf{a} \cdot d\boldsymbol{\sigma} \quad (2)$$

де $d\boldsymbol{\sigma}$ – вектор, направлений по нормалі до поверхні в кожній точці і чисельно рівний площі поверхні S .

В нашому випадку, якщо поверхнею є квадрат одиничної площі, визначення координати ротора по визначеній осі полягає у визначенні циркуляції векторного поля по квадратній комірці одиничної площі, перпендикулярної до даної осі. Формула Стокса для першої комірки прийме вигляд

$$\begin{aligned} Q &= \text{rota} \cdot \boldsymbol{\sigma} = (\text{rota}_x, \text{rota}_y, \text{rota}_z) \cdot (1, 0, 0) = \\ &= \text{rota}_x = C_{1,2} + C_{2,3} + C_{3,4} + C_{4,1} \end{aligned} \quad (3)$$

Аналогічно для другої і третьої комірки

$$\begin{aligned} \text{rota}_y &= C_{5,6} + C_{6,7} + C_{7,8} + C_{8,5} \\ \text{rota}_z &= C_{9,10} + C_{10,11} + C_{11,12} + C_{12,9} \end{aligned} \quad (4)$$

Алгоритм визначення ротора точки дискретного неупорядкованого векторного поля в тривимірному просторі буде складатися з таких дій.

Апроксимуємо кожну координату векторного поля поверхнею другого рівня.

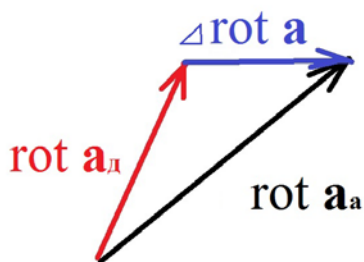
Проводимо через задану точку три квадратні комірки одиничної площі перпендикулярно до осей координат.

Визначаємо значення координат векторного поля в вершинах 1-12 комірок.

Для кожної сторони комірки визначаємо циркуляцію поля за формулами (1).

Визначаємо координати ротора поля $\text{rot } \mathbf{a}$ формулами (3), (4).

Протестуємо даний метод визначення ротора з методом, розробленим в праці [2] та із значеннями, одержаними з допомогою засобів MATLAB. Точність одержаних результатів будемо порівнювати із значеннями ротора, одержаних за



аналітичними рівняннями. Для кожного поля вихідні дані будемо задавати в двох варіантах: на рівномірній сітці (верхні значення похибки) і на нерівномірній сітці (нижні значення похибок). Похибку обчислень будемо визначати як відношення довжини різниці векторів ротора (обчисленого rota_d і аналітичного rota_a) до довжини аналітичного вектора (рис. 2).

Рис. 2. Визначення похибки.

Визначена робота:

$$\Delta = \frac{|\Delta \text{rota}|}{|\text{rota}_a|} = \frac{|\text{rota}_a - \text{rota}_d|}{|\text{rota}_a|} \quad (5)$$

Загальне значення похибки визначається як середнє арифметичне похибок всіх точок сітки.

Таблиця 1. Похибки визначення ротора.

	Рівняння поля та його ротора	Засоби MATLAB	Перший метод	Другий метод
1	$\mathbf{a} = (-2y-z; x; 3x+4y)$ $\text{rot } \mathbf{a} = (4; -4; 3)$	0	0	0
		7,2	0	0
2	$\mathbf{a} = (z^2; x^2 + yz; xy+xz)$ $\text{rot } \mathbf{a} = (x-y; z-y; 2x)$	12	16	0
		36	31	0
3	$\mathbf{a} = (y-z^3; x^2; z)$ $\text{rot } \mathbf{a} = (0; -3z^2; 2x-1)$	21	23	10
		30	47	28
4	$\mathbf{a} = (z^3; x^2+y^2; xyz)$ $\text{rot } \mathbf{a} = (xz; 3z^2-yz; 2x)$	23	23	10
		18	52	17
5	$\mathbf{a} = (x*\cos(y); \ln(z); \sin(x)*\sin(y))$ $\text{rot } \mathbf{a} = (\sin(x)*\cos(y)-1/z;$ $\quad -\sin(y)*\cos(x);$ $\quad x*\sin(y))$	4,7	5,7	3,7
		11	13	10

Висновки. Запропоновано спосіб визначення ротора дискретно представленого неупорядкованого векторного поля в тривимірному просторі. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку алгоритмів визначення параметрів та характеристик дискретних неупорядкованих векторних полів.

Література

1. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля. Москва. ГИФМЛ. 1962. 132 с.
2. Черняк В.І. Визначення ротора в точках дискретно представленого неупорядкованого векторного поля. Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. Праць. МДПУ імені Богдана Хмельницького; гол. ред. кол. А.В.Найдиш. Мелітополь: Видавництво МДПУ імені Богдана Хмельницького. 2017. Вип. 9. С. 167–172.

УДК 631.331.85

ДОЗАТОР НАСІННЯ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ

П.С. Попик*Національний університет біоресурсів і природокористування України***С.І. Топчий***Ніжинський агротехнічний коледж*

Відомий висівний апарат, який використовується у сівалках точного висіву СТБТ-12/8М (типу СУПН), що складається з корпусу в який входять насіннева та вакуумна камери, бункер для насіння, висівний диск і ворушилка.

Недоліком аналогу є порушення технологічного процесу дозування насіння стосовно пропусків або одночасного захоплення декількох насінин. В серійному висівному апараті основним дозуючим елементом залишається висівний диск з отворами, в яких вектор сили присмоктування не співпадає з вектором обертання висівного диска. У результаті спостерігається не заповнення присмоктуючих отворів насіннєвим матеріалом (пропуски), що оцінюється як технологічна відмова висівного апарата.

Науково-практичною задачею є підвищення точності виконання процесу висіву шляхом заміни конструкції висівного диска. Запропонована конструкція дозатора насіння представлена на рис. 1.(а, б).

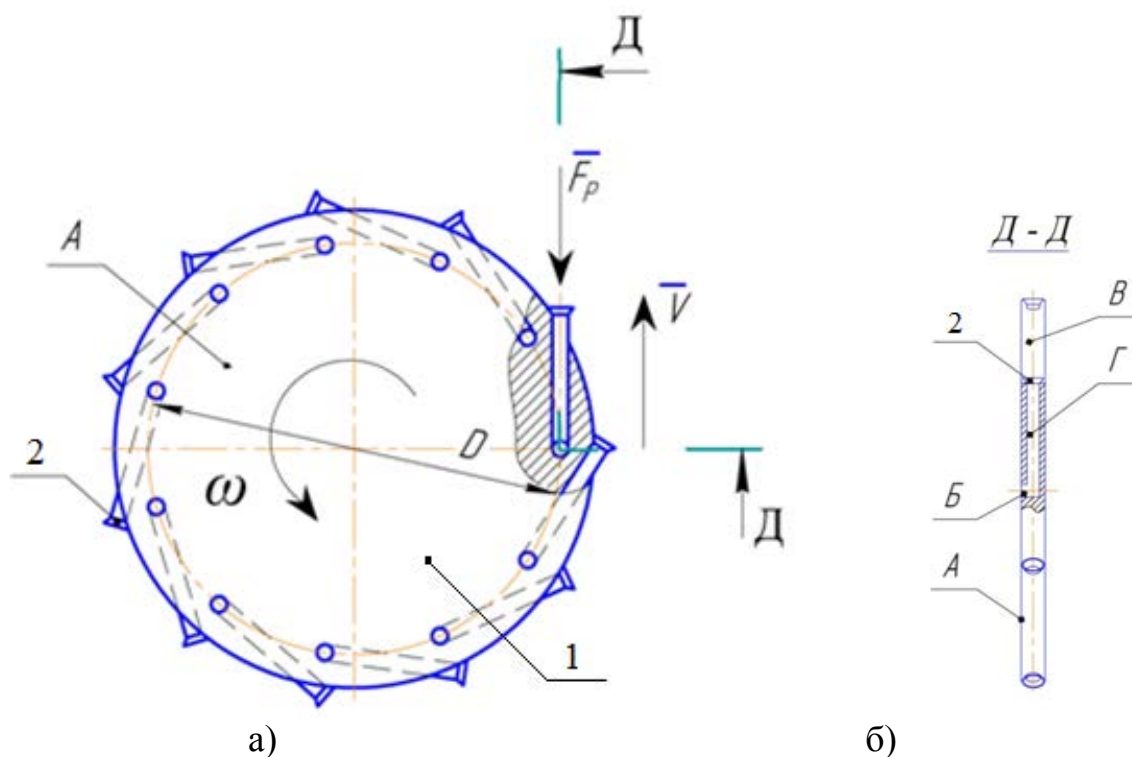


Рис. 1. Дозатор насіння направленої дії.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що дозатор 1 виконано у вигляді пластини, товщина якої не менше діаметру використовуваного посівного матеріалу. В площині А диска по діаметру D виконано не наскрізні свердлення Б.

По дотичній до кола діаметром D в площині В диска виконані свердлення Г, кінці яких співпадають з осьовими не наскрізними свердленнями Б. Свердлення мають конічні комірки 2.

Напрямок вектора $\vec{V}$ лінійної швидкості обертання висівного диска співпадає з напрямком свердлень Г. Вектор V лежить в одній площині з вектором присмоктувальної сили F_p , тобто є колінеарними.

Таким чином направлена дія присмоктувальної сили F_p і напрям лінійної швидкості $\vec{V}$ обертання висівного диска, сприяють кращим умовам захвату насіння із насінневої камери, а конусоподібна форма сопла забезпечує краще утримання однієї насінини і погіршує захват зайвих.

Допрацювання передбачають лише встановлення в конструкцію висівного апарата сівалки СТБТ-12/8М дозатора направленої дії. Для цього достатньо замінити серійний висівний диск з периферійними комірками у вигляді отворів необхідного діаметра і форми, на дозатор з комірками направленої дії. Заміна серійного висівного диска на експериментальний не потребує змін в конструкції висівного апарата.

Дослідженнями встановлено, що пневмомеханічний висівний апарат з дозатором направленої дії забезпечує кращі умови для захвату, утримання та виносу з маси насіння однієї насінини і транспортування її до насіннєпроводу, навіть при незначному розрідженні у вакуумній камері. У результаті підвищується точність технологічного процесу висіву та зменшуються енергозатрати висівного агрегату при сівбі технічних культур.

УДК 631.331.85

ПРИВОД АКТИВНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

П.С. Попик

Національний університет біоресурсів і природокористування України

С.І. Топчій

Ніжинський агротехнічний коледж

Сучасні сільськогосподарські машини для суцільного обробітку ґрунту обладнані робочими органами жорстко закріпленими на повідках приєднаних до рами машини. Такі робочі органи в процесі руху можуть тільки копіювати поверхню ґрунту у вертикальній площині і не виконують активних рухів для руйнування ґрунту з метою зменшення тягового опору машин-тракторних агрегатів і збільшення продуктивності їх роботи. Це є недоліком даних машин.

Для створення активного приводу робочого органу сільськогосподарської машини можна використати наявну гідросистему трактора обладнану додатковими пристроями.

На рис. 1 представлено запропонований привод робочого органу сільськогосподарської машини.

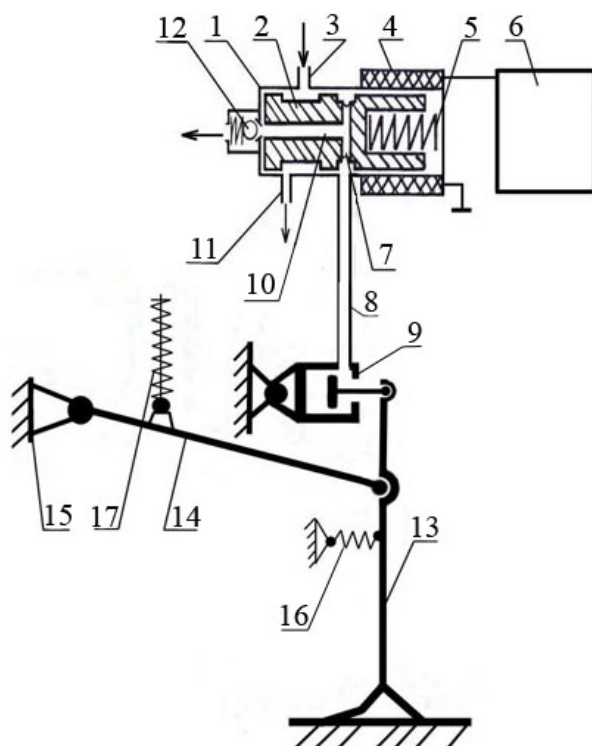


Рис. 1. Схема приводу активного робочого органу сільськогосподарської машини.

Привод складається з розподільника, що має корпус 1 і золотник 2. Золотник рухається в корпусі 1 під дією електромагніту 4 і пружини 5. В розподільник олива надходить з гідросистеми трактора через трубопровід 3. Коли золотник знаходиться в нейтральному положенні (лівому) під дією пружини, олива видаляється з розподільника на злив через трубопровід 11.

До гідроциліндру 9 олива надходить по трубопроводу 8 через проточку золотника при його переміщенні в робоче (праве) положення електромагнітом. Роботою електромагніту керує електронний блок керування 6.

З гідроциліндра олива видаляється через радіальний 7, осьовий 10 канали золотника розподільника і зворотний клапан 12.

Шток гідроциліндру приєднано до верхньої частини робочого органу 13 машини. Сам робочий орган з'єднано шарнірно з поводком 14 який опирається на поперечний брус 15 рами машини.

В переднє положення робочий орган переміщається за рахунок пружини 16. Для копіювання поверхні поля в вертикальній площині поводок навантажено пружиною 17.

Привод працює наступним чином. При роботі машино-тракторного агрегату олива з гідросистеми трактора через трубопровід 3 надходить до розподільника. Якщо золотник 2 знаходиться в нейтральному положенні, олива з порожнини корпусу 1 зливається через трубопровід 11.

При переміщенні золотника в робоче положення електромагнітом 4 олива з каналу 3 через проточку золотника 2 і трубопровід 8 потрапляє в надпоршневую порожнину циліндра 9. Шток циліндру переміщаючись в заднє положення до упору повертає лапу 13 проти годинникової стрілки відносно шарніру поводка 14, розтягуючи пружину 16.

В нейтральне положення золотник переміщається пружиною 5 коли зникає сигнал на електромагніт 4 з блоку керування 6. Олива з гідроциліндру через трубопровід 8, радіальний 7, осьовий 10 канали і зворотний клапан 12 видаляється на злив. При цьому пружина 16 повертає лапу в переднє положення. Далі цикл повторюється.

Частота з якою спрацьовує електромагніт задається блоком керування.

Таким чином, коливання лапи забезпечує активне руйнування ґрунту, що зменшує тяговий опір машино-тракторного агрегату.

УДК 621. 43

СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ КОНВЕРТОВАНОГО ДЛЯ РОБОТИ НА ГАЗУ ДИЗЕЛЯ

А.В. Боженко, С.І. Топчій
Ніжинський агротехнічний коледж

В останні десятиліття активно проводяться дослідно-конструктивні роботи спрямовані на можливість використання газового палива для живлення дизельних двигунів. Конвертація дизелів для роботи на газу пов'язана з необхідністю зменшення їх ступені стиснення до 9...11 одиниць і використання для забезпечення робочого процесу систем живлення і запалювання [1, 2, 3, 4].

На українському ринку електронних пристроїв доступні готові до використання системи запалювання вітчизняних і зарубіжних виробників. Однак, впровадження придбаних на ринку систем, вимагає залучення послуг сторонніх організацій, що не завжди позитивно позначається на організації виробничого процесу і експлуатації конвертованих силових установок.

Техніко-економічний аналіз ринку доступних в Україні електронних компонентів і засобів розробки електронних пристроїв показав, що використання недорогих, сучасних програмованих логічних інтегральних мікросхем (CPLD сімейства MAX II фірми Altera) і безкоштовних систем автоматизованого проектування електронних пристроїв (Quartus II Web Edition), цієї ж фірми, дозволить побудувати надійну систему запалювання з мінімальними витратами, як на етапі проектування схемотехніки, так і на етапі виготовлення пристрою.

Розроблена система запалювання призначена для запалення паливоповітряної суміші в циліндрах двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), що працює при постійній частоті обертання колінчастого вала (наприклад в генераторних установках). Блок-схема системи представлена на рис. 1.

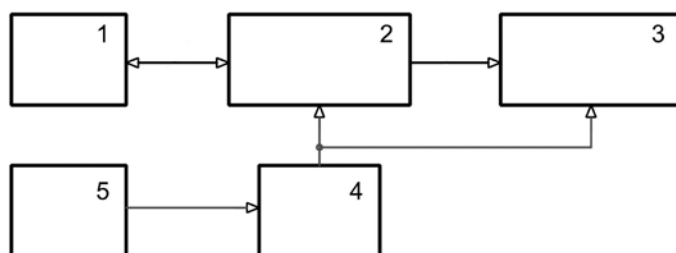


Рис. 1. Блок-схема системи запалювання: 1 – вузол синхронізації; 2 – контролер; 3 – котушки запалювання; 4 – панель комутації напруги живлення +12 V; 5 – акумуляторна батарея.

Вузол синхронізації 1 призначений для формування серії імпульсів прямокутної форми і постійної амплітуди, що періодично повторюються.

Контролер 2 отримуючи сигнал з виходу вузла синхронізації і інтерфейсу корекції кута випередження запалювання, керує силовими ключами.

Котушки запалювання 3, керуються сигналами силових ключів контролера і перетворюють постійну напругу +12 V в імпульси високої напруги.

Вузли 4 і 5 призначені для управління електроживленням.

Вузол синхронізації являє собою синхродиск відповідної конструкції і датчика Хола, відстань між якими повинна становити 2 мм (рис. 2).

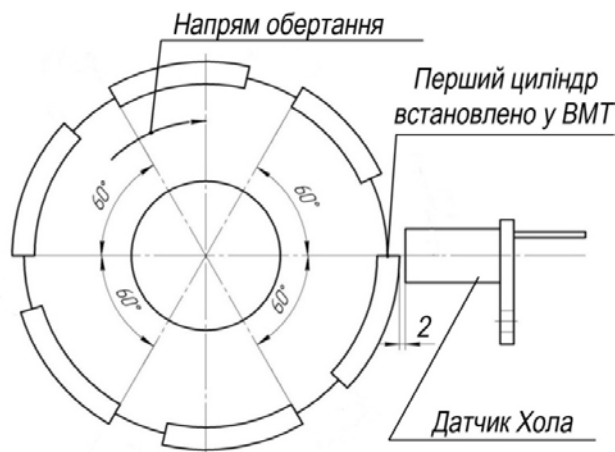


Рис. 2. Взаємне розміщення синхродиска і датчика Хола.

Конструкція синхродиска залежить від конструкції двигуна (наприклад кількості циліндрів). На етапі безмоторних і моторних випробувань можна вносити зміни у зовнішній розмір диска, у форму і розміри маточини, а також у кількість детектуємих пазів і кутові проміжки між ними. В адаптованому для конкретного двигуна синхродиску не можна змінювати: загальну форму диска, товщину маточини диска, ширину і товщину кільця з пазами.

Таким чином в результаті дослідно-конструкторських робіт розроблено і випробувано систему запалювання для дизельних двигунів при їх конвертації для роботи на газовому паливі. В алгоритмі системи запалювання реалізовані такі функції безперервного контролю:

- наявності на вході контролера безперервного сигналу синхронізації;
- мінімально і максимально допустимих обертів ДВЗ;
- установки кута випередження запалювання зі зміною обертів ДВЗ;
- максимально струму в ланцюзі первинної обмотки котушки запалювання.

Випробування підтвердили ефективність і надійність системи запалювання, що робить її привабливою для впровадження у виробництво.

Література

1. Пилипенко О.М., Шльончак І.А. Розробка системи живлення перспективного дизеля для роботи на біогазі. Весник ХНАДУ. 2016. Вып. 72. С. 88–93.

2. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. Москва. СОЛОН-Пресс. 2005. 240 с.

3. Перевод дизеля на газ, МАЗ 6430 на метан. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://elitegas.ru/maz-6430-conversion-to-ngv-cng>.

4. Пат. 2176737 Российская Федерация МПК F02B69/04. Газовый двигатель внутреннего сгорания с искровым зажиганием, конвертований з дизеля / Багдасаров И.Г., Бакиров Ю.А., Брагин А.В., Савельев Г.С. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://findpatent.com.ua/patent/217/2176737.html>.

УДК 378.147:631.3

СПЕЦИФІКА ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ» З КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

О.А. Дьомін

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Після здобуття Україною незалежності і початком процесів перебудови її економіки у відповідності до ринкових вимог, в закладах вищої освіти (ЗВО) відчутно постало питання необхідності відкриття нових спеціальностей, як заходів з адаптації до кардинальних народногосподарських змін. В першу чергу ця необхідність торкнулася аграрної освіти. Зокрема, 30 липня 2007 року, у Національному аграрному університеті (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України), була створена кафедра транспортних технологій та засобів у АПК. Вона увійшла до складу механіко-технологічного факультету і профільні кафедри університету активно включились у підготовку, нових для ЗВО аграрного профілю фахівців: бакалаврів за спеціальністю «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» і магістрів за спеціальністю «Транспортні технології», спеціалізація «Автомобільний транспорт».

За результатами наших досліджень не всі кафедри в повній мірі перелаштувались на специфіку підготовки бакалаврів з транспортних технологій. Деякі з них, за звичною програмою, дають навчальну інформацію, призначену для підготовки бакалаврів із агроінженерії. Зокрема, викладачі кафедри нарисної геометрії комп'ютерної графіки та дизайну, для формування у студентів – транспортників умінь з комп'ютерної графіки, беруть за основу програму «Компас». Для того, щоб оцінити правильність такого рішення, проаналізуємо тематику дипломних робіт майбутніх бакалаврів з транспортних технологій і типові графічні зображення, що притаманні напряму цієї тематики.

На кафедрі транспортних технологій та засобів у АПК, студентам пропонуються такі основні напрями тематики бакалаврських робіт:

- організація і регулювання дорожнього руху;
- розробка раціонального плану автомобільних перевезень сільськогосподарських вантажів (для підприємства ...);
- розробка і раціональне використання транспортно-виробничого комплексу в технологічних процесах (внесення добрив, сівба, збирання врожаю);
- розробка раціональної організації перевезень автотранспортом;
- удосконалення організації міжнародних вантажних перевезень.

Виконуючи бакалаврську роботу за вище приведеною тематикою, студенти, проводячи комплекс поетапних досліджень, обов'язково повинні виконати декілька графічних зображень, що демонструють результати виконання їх дипломних розробок. Зокрема для тематики «організація і

регулювання дорожнього руху», на етапі підготовки до графічного зображення своєї розробки, дипломнику необхідно здійснити такі заходи:

- обґрунтувати необхідність застосування технічних засобів регулювання дорожнього руху;
- провести розробку облаштування додаткових смуг руху;
- намітити заходи з поліпшення умов руху на перехрестях (введення світлофорного регулювання, встановлення дорожніх знаків, нанесення дорожньої розмітки);
- провести розширення проїзної частини і тротуарів (у разі необхідності);
- здійснити виділення окремих смуг для руху транспортних засобів;
- провести облаштування зупинок маршрутних транспортних засобів і заходів дотримання безпеки на них (заїзні кишені, пішохідна огорожа, дорожні знаки та розмітка);

Після проведення вище перелічених заходів, необхідно створити графічне зображення удосконаленої ділянки дороги (рис. 1).

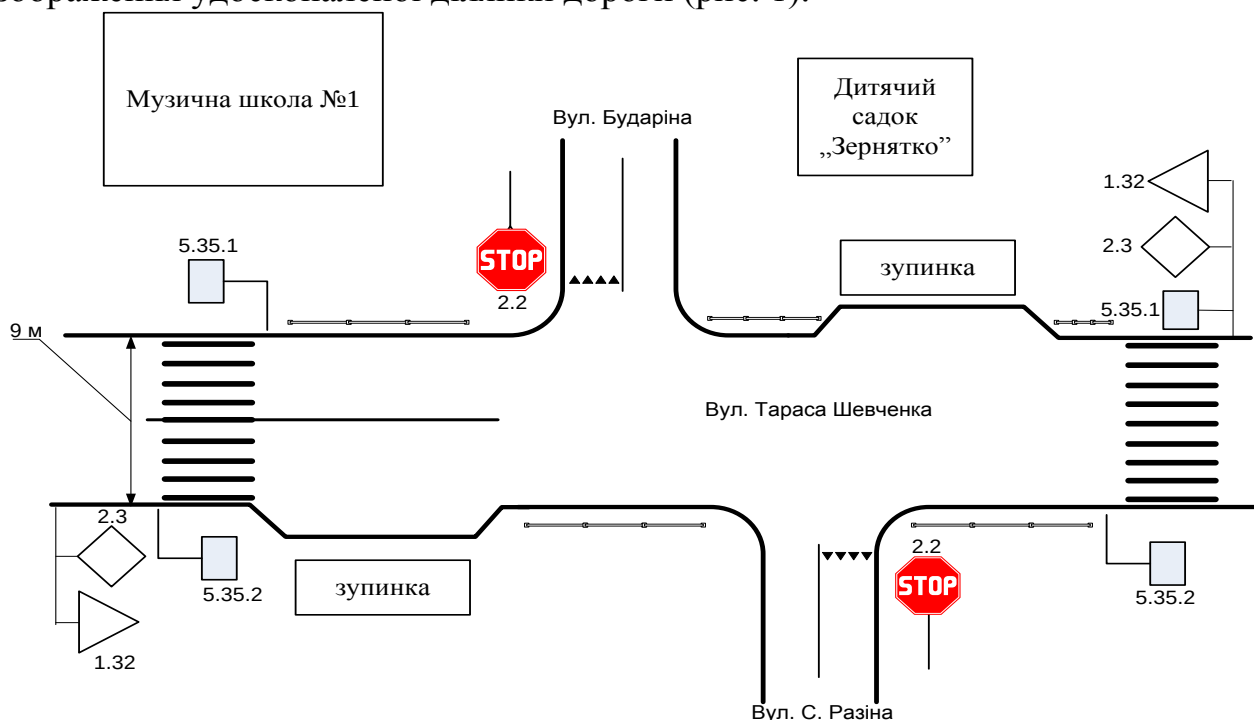


Рис. 1. Проблемна ділянка дороги з запропонованими удосконаленнями.

А тепер розглянемо, в якому графічному редакторі зручніше всього створити подібне зображення?

На сьогодні в робочих навчальних програмах інженерних факультетів ЗВО, найпопулярнішими і багатофункціональними програмами для креслення є: КОМПАС-3D та AutoCAD. Ці програми мають величезну кількість спеціалізованих інструментів і зразків, що дозволяють виконувати проекти практично в напівавтоматичному режимі. Проте, що стосується нашого зображення (рис. 1), то його виконання, з використанням програм КОМПАС-3D і AutoCAD, можливе, але, згідно результатів наших досліджень, переважна

більшість студентів вважають ці програми занадто складними для виконання подібних схем (перехресть, маршрутів, технологічних перевезень).

Майже всі схематичні зображення для бакалаврських і магістерських робіт зі спеціальності «Транспортні технології», студенти виконують у програмі Microsoft Visio. Це векторний графічний редактор, а також редактор діаграм і блок-схем для Windows. Випускається в трьох редакціях: Standard, Professional і Pro for Office. Як показує досвід, найзручніший з них для студентів – транспортників, це графічний редактор Microsoft Office Visio. Ця програма дозволяє швидко і якісно зображати схеми перехресть та маршрутів, використовуючи вже готові зображення дорожніх знаків, автомобілів та інших об'єктів, що входять у сферу діяльності транспортних технологій.

УДК 631.173

РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ – РЕЗЕРВ У ПІДВИЩЕННІ РІВНЯ ЇЇ НАДІЙНОСТІ

А.В. Новицький, Ю.А. Новицький

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Інженерно-психологічні вимоги (ІПВ) до сільськогосподарської техніки – це комплекс вимог, які характерні для складних технічних систем «Людина - Машина» (СТС «ЛМ»), визначаються характеристиками складової людина-оператор і встановлюються для оптимізації її діяльності. Інженерно-психологічні вимоги враховуються в процесі проектування, виробництва і експлуатації СТС «ЛМ», пред'являються до їх елементів, підсистем і систем в цілому.

Їх реалізація залежить від умов експлуатації складових «машина», кваліфікації оператора, прийнятої системи технічного обслуговування та ремонту [1, 2].

Реалізація ІПВ направлена на забезпечення максимальної ефективності СТС «ЛМ» при збереженні норм діяльності «людини-оператора» споживчим якостями та надійності технічної складової – «машина».

Важливими є дослідження сільськогосподарської техніки на відповідність інженерно-психологічним вимогам: до засобів відображення інформації; до експлуатаційної та ремонтної документації; до органів керування; до побудови системи відображення і виведення інформації; до робочого місця оператора або ж обслуговуючого персоналу; до художнього конструювання машин і робочих місць для їх обслуговування; до обслуговування та ремонтпридатності [3].

Розглянемо зміст вимог до обслуговування та ремонтпридатності та до експлуатаційної та ремонтної документації.

Під ремонтпридатністю варто розуміти пристосованість с.-г. машини як СТС «ЛМ» до знаходження відмов.

Ремонтпридатність характеризує не тільки конструктивні властивості її машини, але й враховує вимоги до професійно важливих якостей операторів машин та обслуговуючого персоналу. Пристосованість до обслуговування враховує зручність виконання операцій з технічного обслуговування сільськогосподарської машини і простоту в оволодінні персоналом технологією виконання вказаних операцій.

Важливо для кожного конкретного об'єкта дослідження врахувати вимоги до ремонтпридатності та пристосованості до обслуговування.

Вивчаючи ІПВ до експлуатаційної та ремонтної документації, слід звернути увагу на необхідності вивчення оператором: інструкцій на

експлуатацію, технічного опису машини; документацію на пошук несправностей; графічну документацію.

Література

1. *Карабинеш С.С.* Дефекты. Повреждения деталей. Методы их определения. Германия, Берлін, Саабрюкен. 2013. 89 с.

2. *Новицький А.В.* Оцінка надійності засобів для приготування і роздавання кормів в залежності від умов і режимів їх експлуатації. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. №212, ч. 1. С. 141–147.

3. Справочник по инженерной психологии. Под ред. Б. Ф. Ломова. Москва. Машиностроение. 1982. 368 с.

УДК 621.43

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ ПРИ РОБОТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ

В.І. Захарчук, О.В. Захарчук, Н.О. Толстушко

Луцький національний технічний університет

У даний час перед людством стоять дві глобальні проблеми: світовий дефіцит нафти та забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ) різних видів техніки. Суттєво вирішити ці проблеми можна використанням альтернативних моторних палив (АМП).

Стосовно технологічних транспортних засобів, то на даний час пріоритет по АМП належить біопаливам на основі рослинних олій та газовому паливу. Переведення транспортних засобів, які знаходяться в експлуатації, на альтернативні палива призводить до зміни ряду їх експлуатаційних властивостей, в тому числі до зниження роботоздатності та довговічності.

Враховуючи неоднозначний вплив АМП на надійність техніки можна стверджувати, що дослідження, спрямовані на вивчення впливу АМП на надійність та довговічність техніки є актуальними.

Дослідженню надійності автотракторної техніки приділяється мало уваги, оскільки ця проблема вимагає проведення експериментальних ресурсних випробувань. А їх реалізація вимагає витрат як матеріальних, так і часових ресурсів.

В роботі [1] визначені закони параметричних відмов паливної системи при роботі на різному сумішевому складі біодизельного палива у вигляді метилових ефірів рослинних олій. Зниження ресурсу паливного насоса пояснюється агресивною дією метанолу в біодизелі. Розглядаючи той факт, що якості біодизельного палива при його виробництві не приділяється належна увага, можна припустити, що випробування в даній роботі проводились на паливі з підвищеним вмістом залишкового метанолу.

В роботі [2] на основі статистичних даних щодо відмов елементів паливної системи при експлуатації на різних видах палив (дизельне паливо і метилові ефіри ріпакової олії) встановлено, що при експлуатації на метилових ефірах ріпакової олії надійність паливної системи знижується з величини 0,85 до 0,76. На основі поелементного аналізу вірогідності відмов встановлено, що на зниження надійності системи впливають терміни заміни фільтрів в 2-3 рази, скорочення термінів очищення розпилювачів форсунок на 30% та заміни гумотехнічних виробів на 52%.

В роботі [3] експериментально визначено потік відмов автомобілів з дизелями та газодизелями. Встановлено, що кількість відмов газодизельних автомобілів більш ніж в два рази перевищує кількість відмов дизельних. При цьому при напрацюванні до 200 тис. км кількість відмов практично однакова.

В роботі [4] наводяться випадки виходу з ладу двигунів з іскровим запалюванням у випадку роботи з детонацією. Тривала робота двигуна з детонацією не допустима. Але в ряді ситуацій її неможливо уникнути, тому потрібно передбачити заходи щодо підвищення надійності двигунів.

Враховуючи вищевикладене, можна відмітити недостатність робіт щодо вивчення надійності техніки, працюючої на АМП.

Література

1. Кюрчев С.В., Юдовинський В.Б., Коломоєць В.А. Надійність паливної системи ДВЗ, працюючих на різних видах палива. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. Вип.148. С. 314–321.

2. Карнаух Н.В. Теоретические исследования надежности топливной системы дизелей средств транспорта при расширении топливной базы. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. №4. С. 252–257.

3. Захаров Н.С., Ракитин В.А. Сравнительная оценка надежности автомобилей с дизельными и газодизельными двигателями. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. №4. С. 50–52.

4. Посвятенко Э.К., Литвин С.Н., Гончаров В.Г. Повышение ресурса работы цилиндро-поршневой группы газовых двигателей. Двигатели внутреннего сгорания. 2014. №1. С. 48–53.

УДК 631.173

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ В СИСТЕМІ ВАДС

І.О. Колосок

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета роботи. Дослідити властивості і фактори, що мають безпосереднє відношення до забезпечення надійності професійної діяльності водія.

Результати роботи. На дорогах функціонує складна соціально-економічна система, яка являє собою сукупність приймаючих участь у русі пішоходів і різних типів транспортних засобів, що управляються людиною, і називається дорожнім рухом. Специфічні особливості і проблеми дорожнього руху обумовлені системою “водій-автомобіль-дорога-середовище” (ВАДС).

Цю систему можна представити у вигляді взаємопов’язаних компонентів ВАД, що функціонують у середовищі (рис. 1). У структурі системи ВАДС можна виділити механічну підсистему АД – “автомобіль – дорога” та біомеханічні підсистеми ВА – “водій – автомобіль” і ВД – “водій – дорога”, а також підсистеми СВ, СА, СД.

Стосовно водія мова йде про стан його здоров’я, ступінь втомленості, рівень підготовки, вміння приймати рішення в умовах дефіциту часу та правильно вибирати швидкість у відповідності з умовами руху.

Водій займає особливе місце в системі ВАДС. Йому притаманні такі властивості і фактори, що мають безпосереднє відношення до забезпечення надійності професійної діяльності, а саме:

- придбання навичок у процесах самонавчання (порівняно повільне накопичення досвіду) і навчання (більш швидке і ефективне формування знань та умінь);
- здатність до аналізу своєї діяльності, узагальнення знань, досвіду та спостережень, що накопичуються;
- пам’ять – здатність запам’ятовувати, зберігати і відтворювати не тільки інформацію, але й навички;
- умисні дії, що збільшують небезпеку залучення у тяжкі відмови (ДТП);
- повторення одних і тих же помилок;
- адаптація до різних умов діяльності, станом елементів системи ВАДС; звикання до небезпеки;
- наявність збоїв у діяльності;
- існування інстинктивних дій, рефлексів, підсвідомої діяльності [1].

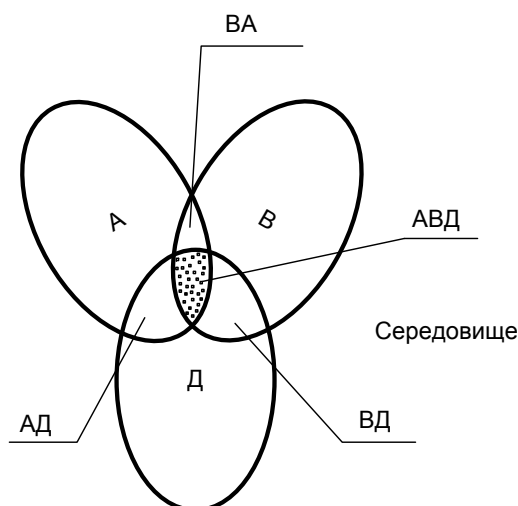


Рис. 1. Система ВАДС (зв'язок взаємопов'язаних компонентів).

Висновок. Безпека дорожнього руху залежить від надійності компонентів, що входять у систему ВАДС. Для забезпечення безпечного функціонування системи необхідні достатньо великі витрати, проте за цих умов створення абсолютно безпечної системи неможливе, оскільки до неї входить людина, дії та помилки якої суттєво впливають на працездатність системи в цілому.

Література

1. *Ротенберг Р.В.* Основы надёжности системы водитель – автомобиль – дорога – среда. Москва. Машиностроение. 1986. 216 с.

УДК 621.873.01

ВИКОРИСТАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ЕНЕРГОСИЛОВОГО КРИТЕРІЮ В УНІВЕРСАЛЬНОМУ МЕТОДІ АНАЛІЗУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ПУСКУ ПОВОРОТНИХ СИСТЕМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ

В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, І.О. Кадикало

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вантажопідйомні та транспортуючі машини є невід'ємною частиною сучасного виробництва, оскільки за їх допомоги здійснюється механізація основних технологічних процесів та допоміжних робіт. У поточних та механізованих лініях роль підйомно-транспортних машин якісно зросла й вони стали органічною частиною технологічного обладнання, а вплив їх на техніко-економічні показники підприємства став доволі суттєвим.

Збільшення продуктивності й покращення техніко-економічних показників підйомно-транспортних машин, підвищення їх міцності, надійності й довговічності нерозривно пов'язана із застосуванням новітніх методів розрахунку та конструювання. Зокрема, для розрахунку навантажень у механізмах пересування, повороту й зміни вильоту стріли вантажопідйомних кранів, на думку авторів даного дослідження, слід вдосконалювати й уточнювати існуючу динамічну розрахункову схему (модель), особливо для випадку дії на механізми швидкоплинних у часі сил та моментів у процесах їхнього пуску.

У роботі запропонований узагальнений енергосиловий критерій оптимізації режимів пуску поворотних систем вантажопідйомних кранів, заснований на мінімізації їх загальної енергії коливань в перехідних процесах при різних режимах функціонування. Використання функцій комплексної змінної в аналізі вказаних режимів роботи поворотних систем вантажопідйомних кранів дозволяє реалізувати єдиний підхід до аналізу коливань, що виникають під дією зовнішніх швидкозмінних у часі сил та моментів.

Визначені закони зміни у часі (t) функцій, що описують вплив на кранову систему зовнішніх моментів $M(t)$, за яких якість руху системи суттєво підвищується, а сам обертальний рух з такими значеннями кінетичних та динамічних параметрів існує у просторі високої якості, зокрема: високої гладкості руху, як на початку процесу розгону поворотної системи, так і у його кінці, коли система переходить в усталений режим руху, а саме до рівномірного обертання поворотної системи навколо вісі крана. За умов реалізації подібного закону для рушійних моментів $M(t)$ вимушені крутні коливання, що виникають в процесі пуску системи, мінімізуються на ділянці усталеного руху поворотного механізму вантажопідйомного крана.

УДК 514.18

КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ДВОХ ТІЛ З'ЄДНАНИХ ТРОСОМ

В.М. Несвідомін, Б.О. Федченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасні комп'ютерні технології, зокрема система символьних перетворень Maple, дозволяє провести імітаційні дослідження з врахуванням значної кількості вихідних умов. Покажемо це на прикладі дослідження руху двох тіл з'єднаних тросом, який перекинутий через нерухомий циліндричний блок (рис.1,а). При цьому будемо враховувати наступні вихідні умови, а саме, тертя підшипника, момент інерції, опір середовища і гравітаційне тяжіння землі. Розтягненням тросу знехтуємо.

На рис.1,б наведено схему у якій прийнято:

- маса першого тіла більша за масу другого тіла $m_1 > m_2$;
- тіла мають форму сфер з радіусами $r_1 > r_2$;
- блок має форму диску радіуса r_3 і масою $> m_3$;
- коефіцієнт тертя для підшипника в блоці F_3 ;
- коефіцієнт тертя приймемо 0.25;
- середовищем є повітря з динамічною в'язкістю $18.6 \text{ мкПа} \cdot \text{с}$.
-

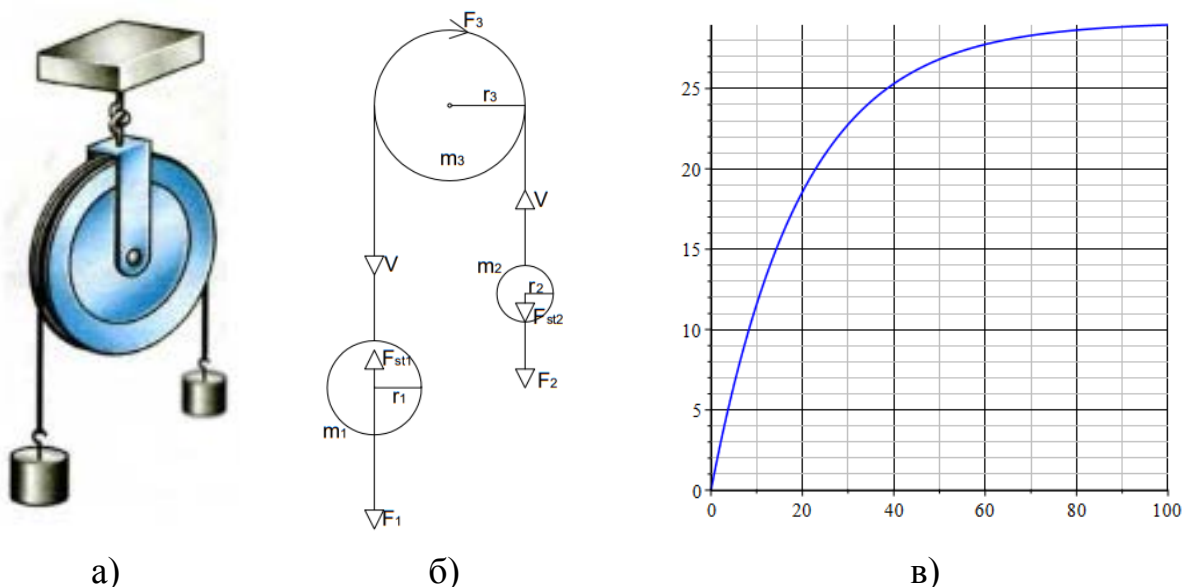


Рис. 1. Моделювання руху двох тіл, з'єднаних тросом через блок.

Було розроблено програмне забезпечення в середовищі Maple (рис.2), математичну основу якого складають формули класичної механіки – другий закон Ньютона, закон Стокса врахування опору повітря для рухомих тіл,

визначення сил тертя підшипника, швидкості та прискорення тіл, їх моменти інерції та інші величини.

Для проведення обчислювальних експериментів, зокрема, знаходження швидкості руху тіл (рис.1,в) були взяті наступні числові дані:

$$m_1 := 100 : m_2 := 80 : m_3 := 50 : r_1 := 10 : r_2 := 8 : r_3 := 8 : g := 9.81 : M := \frac{1}{40} :$$

$$\mu := 18.6 \cdot 10^{-3} : t := \frac{1}{50} : T := 100 : w[0] := 0 : V[0] := 0 : k := \frac{T}{t} :$$

Аналіз графіка залежності швидкості V тіл за проміжок часу $T=100c$ показує, що тільки на початку руху $40c$ відбувається стрімке збільшення швидкості від 0 до 25.3 м/с. В подальшому швидкість повільно наближається до значення $29,15$ м/с і стає постійною.

Сила тяжіння для тіла 1

$$F_1 := m_1 \cdot g :$$

Сила тяжіння для тіла 2

$$F_2 := m_2 \cdot g :$$

Сила тертя для тіла 3

$$F_{ter} := m_3 \cdot g \cdot M :$$

Сила Стокса для тіла 1

$$F_{st1}[0] := 6 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot \mu \cdot V[0] :$$

Сила Стокса для тіла 2

$$F_{st2}[0] := 6 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot \mu \cdot V[0] :$$

Знаходження кутового прискорення тіла 3

$$E[1] := \frac{(F_1 \cdot r_3 - F_2 \cdot r_3 - F_{ter} \cdot r_3 - F_{st1}[0] \cdot r_3 - F_{st2}[0] \cdot r_3)}{i}$$

$$\frac{-6 \pi \mu r_1 r_3 V_0 - 6 \pi \mu r_2 r_3 V_0 - M g m_3 r_3 + g m_1 r_3 - g m_2 r_3}{i}$$

Момент інерції тіла 3

$$i := \frac{m_3 \cdot r_3^2}{2} :$$

Кутова швидкість тіла 2

$$w[1] := w[0] + E[1] \cdot t :$$

Довжина зовнішньої сторони 3

$$l := 2 \cdot \pi \cdot r_3 :$$

Швидкість тіл 1 і 2

$$V[1] := l \cdot \frac{w[1] \cdot 180}{\pi \cdot 360}$$

$$r_3 \left(\frac{2t(-6\pi\mu r_1 r_3 V_0 - 6\pi\mu r_2 r_3 V_0 - M g m_3 r_3 + g m_1 r_3 - g m_2 r_3)}{m_3 r_3^2} + w_0 \right)$$

Рис. 2. Фрагмент лістингу розробленого програмного забезпечення.

УДК 514.18

КОНСТРУЮВАННЯ ТОРСІВ ДОДАВАННЯМ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ ПЛОЩИНИ ТА РУХУ ОСІ ОБЕРТАННЯ ВЗДОВЖ ОДНІЄЇ З ОСЕЙ КООРДИНАТ

Т.А. Кресан

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Додаванням обертального руху об'єкта навколо осі і поступального руху самої осі можна одержати закон переміщення цього об'єкта у просторі. Якщо за об'єкт переміщення взяти площину, то її окремі положення у просторі утворюють однопараметричну множину площин. Обвідною поверхнею такої множини буде розгортна поверхня – торс.

Розглянемо випадок, коли вісь обертання $\bar{W}$ одночасно здійснює рух вздовж однієї з осей координат (наприклад осі OX) за лінійним законом $x=bt$. Рівняння однопараметричної множини площин знайдемо, як рівняння площини, що проходить через три точки O, L, E , координати яких запишуться:

$$O(bt; 0; 0), L(\cos t + bt; \sin t; 0), E(-\sin t \cos \omega t + bt; \cos t \cos \omega t; 0). \quad (1)$$

Підставивши (1) у формулу рівняння площини, що проходить через три точки, після спрощень отримаємо рівняння однопараметричної множини площин:

$$X \sin t \sin \omega t - Y \cos t \sin \omega t + Z \cos t \omega t - bt \sin t \sin \omega t = 0 \quad (2)$$

З (2) знаходимо:

$$\begin{aligned} A &= \sin t \sin \omega t; & B &= -\cos t \sin \omega t; & C &= \cos \omega t; & D &= -bt \sin t \sin \omega t; \\ A' &= \cos t \sin \omega t + \omega \sin t \cos \omega t; & B' &= \sin t \sin \omega t - \omega \cos t \cos \omega t; \\ C' &= -\omega \sin \omega t; & D' &= -b(\sin t \sin \omega t + t \cos t \sin \omega t + \omega \sin t \cos \omega t). \end{aligned} \quad (3)$$

Параметричні рівняння торса матимуть вигляд:

$$\begin{aligned} X &= b \sin t \cos t + bt + u \frac{\omega \cos t - \sin t \sin \omega t \cos \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}; \\ Y &= b \sin^2 t + u \frac{\omega \sin t + \cos t \sin \omega t \cos \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}; \\ Z &= u \frac{\sin^2 \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для знаходження ребра звороту продиференціюємо коефіцієнти A', B', C', D' .

Тоді рівняння площини Π_3 запишеться

$$X(-\sin t \sin \omega t(1 + \omega^2) + 2\omega \cos t \cos \omega t) - Y(\cos t \sin \omega t(1 + \omega^2) + 2\omega \sin t \cos \omega t) + Z(-\omega^2 \cos t \omega t) + b\omega(2\sin \omega t + \omega t \cos \omega t) = 0. \quad (5)$$

Підставивши значення X, Y, Z з (4) в (5), і розв'язавши рівняння відносно u , матимемо рівняння твірної торса:

$$u = \frac{2b \cos t \sin \omega t \sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}. \quad (6)$$

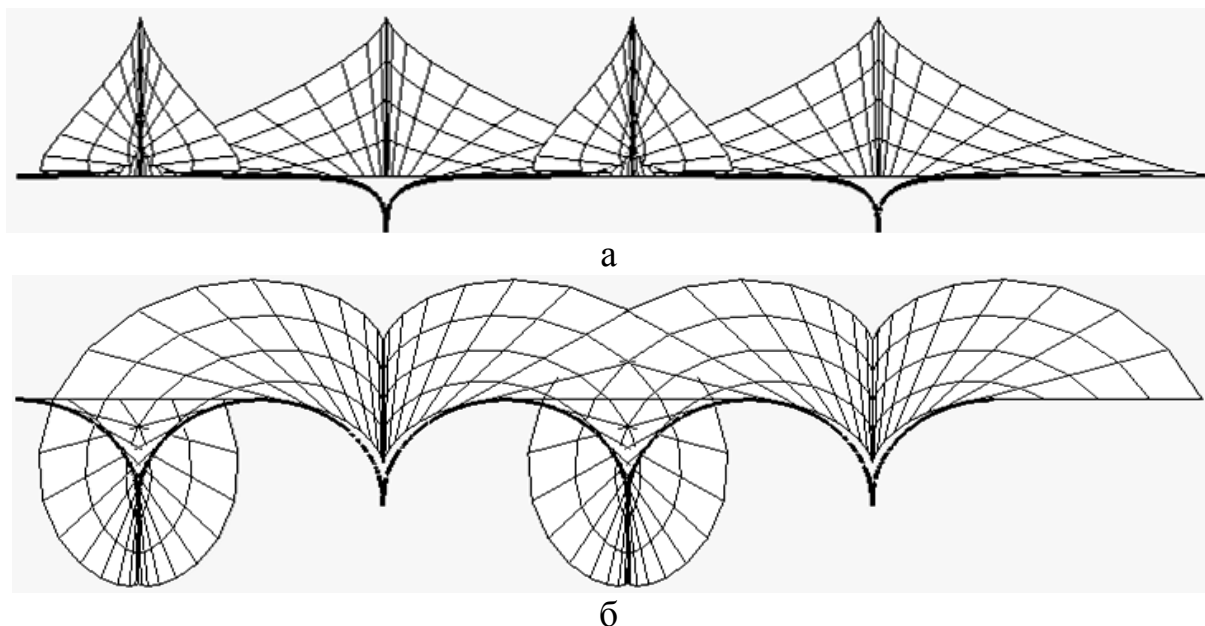


Рис. 1. Проекції торса та його ребра звороту, коли вісь обертання рухається вздовж осі OX за лінійним законом:

а) вертикальна проекція; б) горизонтальна проекція.

Щоб одержати рівняння ребра звороту торса, підставимо (6) у (4):

$$\begin{aligned} x_p &= b \sin t \cos t + bt + \\ &+ \frac{2b \cos t \sin \omega t (\omega \cos t - \sin t \sin \omega t \cos \omega t)}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}; \\ y_p &= b \sin^2 t + \\ &+ \frac{2b \cos t \sin \omega t (\omega \sin t + \cos t \sin \omega t \cos \omega t)}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}; \\ z_p &= \frac{2b \cos t \sin^3 \omega t}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}. \end{aligned} \quad (7)$$

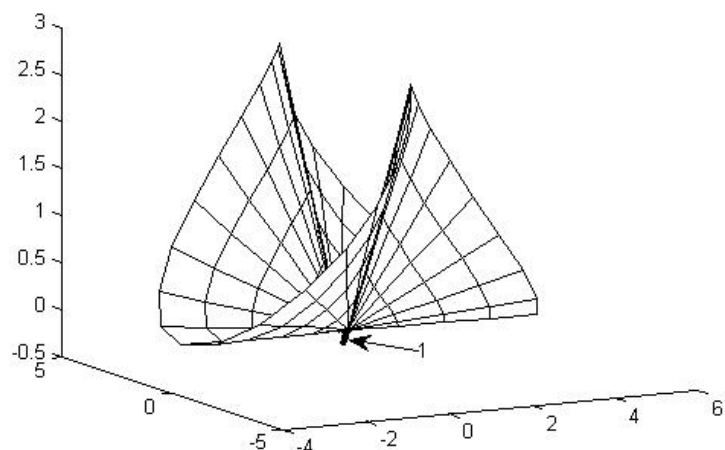


Рис. 2. Аксонометричне зображення торса та його ребра звороту 1, коли вісь обертання рухається вздовж осі OX за тригонометричним законом.

Проробивши аналогічні дії для випадку, коли вісь обертання рухається вздовж осі OY за тригонометричним законом $x = a \sin bt$, параметричні рівняння торса запишемо:

$$X = a \sin bt + ab \sin t \cos t \cos bt + u \frac{\omega \cos t - \sin t \sin \omega t \cos \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}};$$

$$Y = ab \sin^2 t \cos bt + u \frac{\omega \sin t + \cos t \sin \omega t \cos \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}};$$

$$Z = u \frac{\sin^2 \omega t}{\sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}.$$

(8)

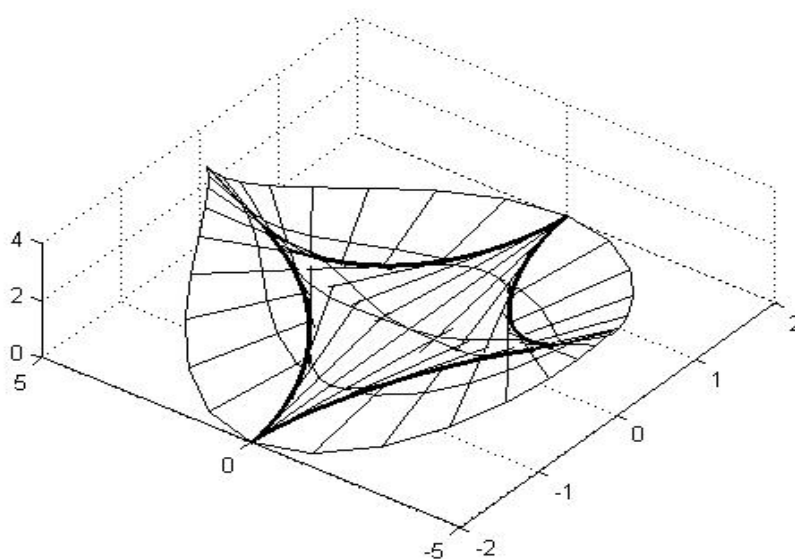


Рис. 3. Зображення торса та його ребра звороту, коли вісь обертання рухається вздовж осі OY за тригонометричним законом.

Аналогічним чином знаходимо прямолінійну твірну торса та ребро звороту:

$$u = \frac{(ab \sin \omega t (2 \cos t - \cos bt) + ab \omega^2 \sin^2 t \cos t \cos bt (\sin \omega t - \cos \omega t)) \sqrt{\omega^2 + \sin^2 \omega t}}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} x_p &= a \sin bt + ab \sin t \cos t \cos bt + (\omega \cos t - \sin t \sin \omega t \cos \omega t) \times \\ &\times \frac{(ab \sin \omega t (2 \cos t - \cos bt) + ab \omega^2 \sin^2 t \cos t \cos bt (\sin \omega t - \cos \omega t))}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}; \\ y_p &= ab \sin^2 t \cos bt + (\omega \sin t - \cos t \sin \omega t \cos \omega t) \times \\ &\times \frac{(ab \sin \omega t (2 \cos t - \cos bt) + ab \omega^2 \sin^2 t \cos t \cos bt (\sin \omega t - \cos \omega t))}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}; \\ z_p &= \frac{\sin^2 \omega t (ab \sin \omega t (2 \cos t - \cos bt) + ab \omega^2 \sin^2 t \cos t \cos bt (\sin \omega t - \cos \omega t))}{\cos \omega t (\sin^2 \omega t + 2\omega^2) + \omega^2 \cos^2 t (\sin \omega t \cos^2 \omega t - \sin^2 \omega t \cos \omega t)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Було очікувано що застосування до описання руху площини тільки тригонометричних формул призведе до спрощення виразів. Однак цього не сталося.

Література

1. Кованцов М.І. Диференціальна геометрія. Київ. Вища школа. 1973. 276 с.
2. Милинский В.И. Дифференциальная геометрия. Ленинград. Кубуч. 1934. 332 с.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Москва. Наука. 1967. 608 с.
4. Пилипака С.Ф., Кресан Т.А. Утворення однопараметричної множини положень площини при додаванні її обертальних рухів. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ. КНУБА. 2009. Вип. 82. С. 32–41.

UDK 631.3:360.172.21

RESTORATION OF WORN GEAR WHEELS WITH INTEGRATED ELIMINATION OF THEIR DEFECTS.

S. Karabinesh, V. Menshov

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

It is known that the repairing enterprises have accumulated considerable experience in the repair of worn gear wheels with a comprehensive elimination of their defects.

Reinforcement of toothpicks in the front of the fork carriers and tracers is evidenced by the use of the following parts:

- changing the crochet of the knot or the separate parts of the little one;
- with the help of a newly honoured tooth;
- plastic defloration in the open in stamps;
- plastic defloration with one-sided accent

The analysis carried out makes it possible to distinguish four main schemes of technological processes:

- surfacing under a layer of flux followed by plastic deformation of the weld metal;
- the design of the supplemental spheres of the material on the working of the tooth by means of electric arc welding in the environment of protective gases;
- the change in the geometric dimensions of the material by thermal processing with different methods of treatment and deformation;

The possibility of using one or several methods for the restoration of each of the defective surfaces of the toothed wheels in dependence on their technical wall is established. The basis of the technological criterion is the list of possible methods for the restoration of a surface, and, obviously, inaccessible.

The method of restoration by surfacing under a layer of flux with the subsequent plastic deformation of the welded metal is proposed.

The essence of the method lies in the fact that in the arch of the arc there is a loose flux. Under the influence of high temperatures, the flux is formed, forming around the arc of the shell, which is accompanied by the expansion of the meta from the harmful effects of oxygen and nitrogen. This method is widely used for the restoration of cylindrical chisels with a diameter of 50 and more than mm, with a thickness of at least 2 mm thick. Each tooth of worn gears is mounted separately with the help of a special device for steering the child at a certain angle. Deep penetration of the baby does not wake up when it is brought into contact, as it increases the deformation of the baby and influences the structure of the baby, the scrubbing of the outer surface and the application of the metal.

Reinforcement of the toothed surface of the gear:

- 1) purification;

- 2) defect;
- 3) the application of metal on each tooth (stepping surfacing);
- 4) heating in the inductor;
- 5) plastic deformation
- 6) milling;
- 7) tooth-rounding;
- 8) hammering;
- 9) cementing;
- 10) polishing;
- 11) controls.

Rehabilitation by plasticization is based on the redeployment of the metal from the rim of the dentin wheel to the spraying zone. The known method, which precedes the squeezing of children in an enclosed unit with a predetermined charge to a temperament of 1200...1250. In the absence of compensation for wear, in the non-working areas of the teeth, a metal is applied. This method allows you to restore all surfaces in the tear of a length up to 12 mm.

In this thread, the attached metal will be displayed equitably in the correct direction, deciphering the non-exposed areas of the teeth in the form of infiltration. The expansion of the effect of plasticization makes it possible to obtain a highly dispersed structure of the metal with the absence of anisotropic tensile. At the same time, the children who have been restored do not actually know defects.

General for methods of restoration by plastic stratification is a one-time displacement of a small diameter of a child into a spraining zone, where the formation of the teeth forms is ensured.

The method of restoration of the toothed wheels with the application of the plastic deformation effect before the installation of worn out children in an isothermal unit is made of a bright base, the temperature of which is maintained in the intervals 650...670°C. After that, the effort comes upon him. As a result, the effect of plasticization, which manifests itself in the transient period of time from the application to the formation of a child with a small velocity and a small effort x , since several cycles of "treatment-oxidation" provide a high-precision filling of a profile shaft with a metal. After that, the baby is pulled out of the shaft, is disassembled, mechanical and thermal processing is carried out.

Literature

Karabinesh S.S. and others. Modern technologies of repair and display of agricultural machinery. Kiev. NULES. 2016. 389 p.

UDK 631.3:360.172.21

TECHNOLOGY OF RESTORATION OF CRANKSHAFT BY CHROMING

S. Karabinesh, V. Kulik

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Chrome plating is used to protect metals from corrosion and for decorative surface of products. Chemically resistant chromium coatings have significant porosity and without the underlayer does not provide reliable protection against corrosion of iron, as the galvanic iron-chromium iron is an anode. Therefore, usually chromium coating is deposited on the previously deposited layer of copper 20-40 microns 10-15 microns and nickel.

The precipitated onto the surface shiny copper and nickel chromium coatings, despite the small thickness of the layer significantly improves their corrosion resistance and gives the product surface beautiful appearance.

High hardness, low coefficient of friction, heat resistance and good chemical resistance provide parts, chrome-plated, high durability in severe service conditions. Chrome plating is widely used to improve the hardness and wear resistance of various tonnage and cutting tools, friction parts of devices and machines. Depending on the destination of products thickness chrome plating ranges from 5 micrometers to a few hundred.

Electrolytic chromium differs significantly from other electroplating processes. Allocation is made of chromium from solutions of chromic acid instead of salts of chromium. In this case the solution must be present in a small amount of active additive anions, without which the chromium is not released from the chromic acid. Electrolytes based on chromium salts, have been widely studied, but so far not been of industrial application.

An important feature of the chromium plating is easier release of hydrogen at the cathode than chromium; hydrogen begins to stand at a more positive potential than chromium, and chromium plating current efficiency at much (three - five times) than when the deposition of other metals. Chromium on the current efficiency and current density of the electrolyte temperature is significantly influenced.

The process characteristics and quality of the coating with chromium to a greater extent depend on the mode of electrolysis (electrolytic current density and temperature) than in other electrochemical processes.

The scattering and opacity chromium electrolytes in contrast to other processes are low, which makes use special techniques to improve the uniformity of the coating with chromium. Low opacity associated with a relatively high minimum current density at which begins the selection of chromium.

The baths are used only chromium insoluble anodes, which requires periodic replenishment loss chromic acid by introducing it directly into the electrolyte in the required quantities.

Chromic acid solution is toxic, they are fond of electrolytic gases. This creates the need to take precautionary measures for the improvement of working conditions at work on chromium baths.

Driving electrolytic reduction of chrome parts shown in Fig.

If the item is a plating cathode, and insoluble lead plates (half rings) are used as anodes. In auto production for chromium plating baths are used with the universal electrolyte.

The electrolyte composition for a universal chromium plating include Cr_2O_3 chromic anhydride (250 g/l) and sulfuric acid H_2SO_4 (2,5 g/l).

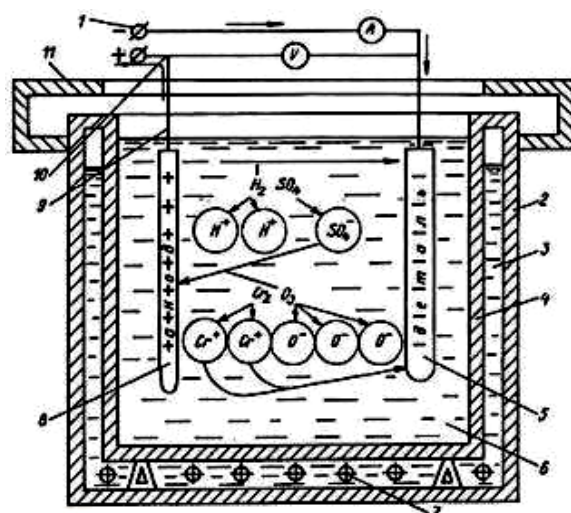


Fig. 1. Scheme of the electrolytic reduction of chrome parts: 1 – cathode bus bar; 2 – the outer wall of the bath; 3 – water for heating the electrolyte bath; 4 – the inner wall of the bath; 5 – cathode [item (-)]; 6 – an electrolyte; 7 – electric heater; 8 – anode [lead plate (+)]; 9 – suspension parts; 10 – electric bus anode (+); 11 – bath cover.

The technological process of restoration of chrome parts consists of a series of operations that must be performed in the following sequence: 1 – machining, 2 – wash, 3 – control, 4 – isolation of places not subject to chromium plating, 5 – mounting parts on suspension, 6 – degreasing, 7 – etching, 8 – activation, 9 – washing, 10 – pickling, 11 – chromium plating, 12 – washing, 13 – drying, 14 - quality control coating.

Chrome plating of parts produced according to the selected mode. Hardness chromium precipitation depends on the current density and the electrolyte temperature. To determine the current density and the electrolyte temperature graph are shown in Fig. 1. In accordance with the schedule specified hardness, sediment view (gray, shiny or milk) and determine the current density and the electrolyte temperature.

Literature

Karabinesh S.S. and others. Modern technologies of repair and display of agricultural machinery. Kiev. NULES. 2016. 389 p.

UDK 621.87.36

MODERN TECHNOLOGY OF SURFACING SHAFTS

S. Karabinesh, D. Gordina

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

To solve the problems of increasing performance and prolonging the service life of machine parts, various methods of surface hardening are used, in particular surfacing, which has found wide application in the production of a variety of products - from large-size products such as rolls of rolling mills (metallurgy), pressure vessels, saddles and valves of internal combustion engines.

Gas surfacing is one of the methods of welding by melting, proceeding under conditions of partial reflow of the parent metal when a high-temperature flame obtained by burning a mixture of combustible gas with oxygen is used as a heating source. Combustible gas used in gas surfacing should meet the following requirements:

- high flame temperature during combustion;
- high burning rate;
- high heat of combustion.

Arc-surfacing (Flux-cored wires for arc welding and surfacing)

The name of this method is due to the fact that the arc when surfaced with electrode materials (wire, tape) is hidden under a layer of granular flux preliminarily poured onto the surface of the base metal. The possibility of surfacing with high current strength and high running energy provides this method with high productivity with good quality of the deposited metal, and due to this, this method occupies a dominant position in the field of automatic surfacing.

Arc surfacing under a flux has the following advantages:

- high productivity of the process when surfacing products of simple shape with a large area of the surfaced surface;
- ease of implementation of the process, which does not require high qualification of the welder;
- the possibility of obtaining a good appearance of the roller;
- good working conditions due to the absence of spattering of the electrode metal (since the arc is hidden under the flux layer).

At the same time, this method of surfacing has the following drawbacks:

- higher cost of equipment than for manual arc surfacing with coated electrodes;
- unsuitable for surfacing small pieces of complex shapes.

Surfacing in carbon dioxide (mig / mag)

Surfacing with a consumable electrode in a shielding gas environment takes place under conditions of a gas flow from the side of the electrode wire (surfacing material), which protects the arc zone from the surrounding air.

CO₂ is used as the shielding gas, although the practice of surfacing in a mixture of carbon dioxide with argon and other inert gases has recently become common.

All these options are collectively referred to as surfacing by a consumable electrode in a shielding gas environment.

When carrying out wear-resistant surfacing in CO₂, a solid wire or a flux-cored wire is used. The main advantage of surfacing in CO₂ consists in the possibility of increasing the productivity of the process due to its implementation in automatic or semi-automatic mode. The drawback of this method, inherent in other methods with the use of protective gases, is associated with the inability to work in the open air due to the influence of wind on the surfacing process.

Surfacing in an inert gas environment

The method consists in arc welding on protection of the arc zone by argon, helium or other inert gas. Surfacing in an inert gas environment is carried out in two versions: a melting and tungsten electrode.

Surfacing with a consumable electrode in a shielding gas environment is characterized in that an arc arises between the base metal and the electrode surfacing material. Surfacing takes place in conditions of automatic feeding of electrode wire. As a protective gas, argon is most often used, although when working in pure argon medium, the arc loses stability when surfacing any metal other than aluminum alloys. To stabilize the arc, when welding steel to argon, up to 20% of oxygen or carbon dioxide is added to the argon, which significantly affects the surfacing process. Therefore, the problem of obtaining welded metal with predetermined properties requires a careful choice of the protective gas composition.

Surfacing with a non-consumable tungsten electrode in an inert gas environment is characterized by the fact that the arc, due to the heat at which the melting filler metal melts, occurs between the base metal and the tungsten electrode. The process of argon-arc surfacing, similar to gas deposition, proceeds under the conditions of feeding the surfacing rod and melting it with an arc. The use of mechanized means for depositing surfacing material at a constant speed allows for surfacing in automatic or semi-automatic modes.

The use of inert gas eliminates the need to use flux, so this method is particularly effective for the deposition of non-ferrous metals, high-alloy steels and other materials sensitive to oxidation and nitriding. High quality of welded metal is provided by a wide choice of surfacing materials.

Literature

Karabinesh S.S. and others. Modern technologies of repair and display of agricultural machinery. Kiev. NULES. 2016. 389 p.

УДК 621.436: 534.833

ЕФЕКТИВНА ТЕХНІКА КУН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ, РІПАКУ, СОЇ

О.В. Надточій, Л.Л. Тімова

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сьогодні в Україні сільгоспвиробники застосовують низку технологій обробітку ґрунту, які мають як позитивні, так і негативні сторони. Так, поряд із відомим для більшості традиційним обробітком ґрунту українські аграрії використовують й інші технології, такі як міні-тілл, ноу-тілл, стрип-тілл. Проте це не повний їхній перелік. Сьогодні все більше аграріїв говорять про технологію так званого вертикального обробітку ґрунту (Vertical-tillage). Тож технології не стоять на місці. І що для забезпечення потреб виробництва дає на сьогодні ринок техніки?

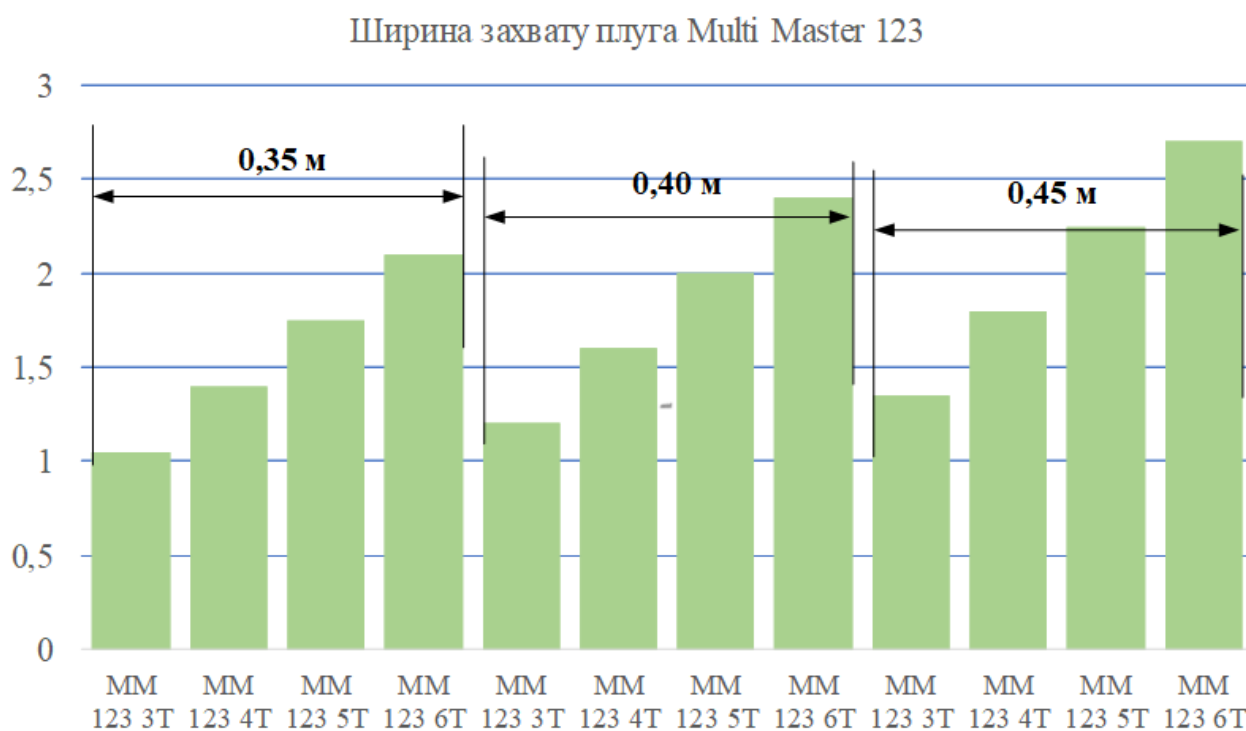


Рис. 1. Зміна ширини захвату від марки та ширини корпусу плуга.

Одне з чільних місць серед виробників і постачальників найсучаснішої аграрної техніки займає компанія KUNN. На сьогодні KUNN – є найбільшим виробником техніки в світі: навісної і причіпної. Компанія виробляє більше 3050 різних найменувань. Випускає понад 65 тис. одиниць на рік. Перевага цієї компанії в розмаїтті техніки. Однак зі сторони агровиробників таке різноманіття

є і головним болем. Адже розібратися в сучасній техніці досить складно, навіть фахівцям.

Приклад: Обертовий плуг Multi-Master 123 серії (рис. 1).

Дана серія плугів має від 3 до 6 корпусів. Ширина корпусу 35 - 40 і 45 см. Відповідно варіанти ширини захвату машини коливаються від 1,05 до 2,7 м (рис.1.) При цьому робоча швидкість коливається від 6 до 12 км/год. Вага плуга від 0,94 до 1,83 т.

Мінімальна потужність для агрегування становить від – 3 корпусів (35 см корпус) 105 к.с/77кВт, до 6 корпусів (40 см корпус) 175 к.с/129кВт. Ціна плуга складає від 10460 \$ USA до 26900 \$ USA.

Енергозасоби (табл. 1) містить наступні дані: марка трактора; тип (1 – гусеничний, 2 – колісний 4К4); тягове зусилля, кН; потужність енергозасобу, кВт; питома витрата палива, г/кВт; маса трактора, т; ціна, \$.

Таблиця 1. Техніко-економічна характеристика тракторів

Марка	Тип	P, кН	N, кВт	g, г/кВт	G, т	Ціна, \$
MTЗ-1025	2	25	79	230	4,29	35000
ДжДір 8335	2	70	244	205	12	552110
T-150-09	1	37	110	220	7,33	52160
Case Puma 210	2	35	157	215	7,74	80000

Техніка КУН (табл. 2) в свою чергу містить наступну інформацію: марка машини; тип (1 – тягові звичайні, 3 – тягово-приводні, 4 – без робочих органів для ґрунту); ширина захвату, м; Максимальна робоча швидкість, км/год; Потужність на привід від ВОМ, кВт; маса машини, т; ціна, \$; кінематична довжина, м.

Аналіз технологій вирощування озимої пшениці, ріпаку озимого та сої щодо їх відмінностей та особливостей.

 Класична (відвальна)	Класична (відвальна) технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає щорічну чи періодичну оранку ґрунту з обертанням пласта, багаторазові проходи сільськогосподарських агрегатів по полю. Це викликає ущільнення ґрунту, руйнування його механічної структури, зменшення родючого шару в результаті водної та повітряної ерозії, наростання від'ємного балансу гумусу, фосфору і калію в ґрунті, неефективне використання мінеральних добрив, пестицидів і біологічних препаратів, але найголовніше - порушує природні екосистеми і забруднює середовище проживання людини, флори і фауни.
 Мінімальна	Мінімальний обробіток дозволяє забезпечити зменшення механічного впливу ґрунтообробних машин на ґрунт і ущільнюючої дії їх ходових систем, скорочення кількості проходів агрегатів по полю. Технологічні й економічні переваги

мінімальної обробки ґрунту підтверджені досвідом роботи сільгосппідприємств в різних областях країни. В умовах дефіциту добрив і засобів захисту рослин, меліорантів, інших засобів підвищення родючості ґрунту особлива увага має бути приділена вдосконаленню структури посівних площ, освоєння науково-обґрунтованих сівозмін, посіву. Для зниження переущільнення ґрунтів енергонасиченою технікою при обробці сільськогосподарських культур промисловістю розроблено нове сімейство комбінованих агрегатів. На основі накопиченого дослідного і виробничого досвіду в різних агрокліматичних зонах України показано, що мінімальний обробіток ґрунту у відповідних умовах забезпечує практично рівний урожай зернових в зіставленні з традиційною оранкою на 20-22 см, в 2 рази менше енергоємна і на 10-15 кг знижує витрату пального на 1 га оброблюваної площі.



No Till

Нульова (No Till) технологія - передбачає прямий посів насіння в ґрунт, попередньо оброблений гербіцидами.

Необхідно зазначити, що вирішальним фактором, який визначає успіх її застосування, є необхідність враховувати основні особливості і властивості ґрунтів (стійкість до ущільнення, дренажу, вміст гумусу та рухомих форм поживних речовин). Без науково обґрунтованої оцінки придатності ґрунтів для нульового обробітку його застосування може складати певний ризик і дати негативні агрономічні, економічні та екологічні результати.

Згідно таблиці впливає, що основні відмінності, якщо не вдаватися в особливості біології рослини, полягають в основному обробітку. Класична – оранка на глибину до 22 см, мінімальна це обробіток ґрунту лущенням чи дискуванням на глибину до 10 см, а NO Till – прямий посів без обробітку і переробки рослинних решток.

База даних технологій містить наступні поля: назву операції; № (посилання на таблицю агрегування, комплектування); початок операції (дата); кількість агротехнічно допустимих днів на виконання операції; кількість годин роботи за добу; кратність виконання операції; фон роботи; спосіб руху агрегату по полю; продукція; норма продукції; глибина обробітку.

Всі можливі варіанти комплектування агрегатів заносилися в базу даних. При цьому використовувалися наступні обмежувальні фактори: мінімальна необхідна потужність для роботи агрегату, призначення машини (оранка, сіяння, культивування, обприскування тощо) та сільськогосподарська культура для якої спроектована дана машина.

Таблиця 2. Технології вирощування озимої пшениці, ріпаку і сої.

Назва операції	№	Початок	Дн і	Го ди н	Кр.	Фон	Рух	Пр од.	Нор ма	Глиб.
Озима пшениця (класична)										
Внесення МД	8	03.08.2016	10	14	100	3	2	4	60	0
Оранка оборот.	16	14.08.2016	20	14	100	3	2	0	0	25
Передп. культ.	31	15.09.2016	7	14	50	5	2	0	0	4
Сівба з вн. МД	40	23.09.2016	5	14	50	5	2	8	40	4
Підбір в рулони	132	30.07.2017	15	14	100	3	1	2	90	0
Сівба+ МД	23	15.09.2017	8	14	75	3	2	8	100	4
Прес..сол. тюки	133	30.07.2017	15	14	40	3	1	2	90	0
Ріпак (мінімальна)										
Внесення. МД	8	10.07.2016	10	14	100	3	1	4	85	0
Дискування	3	20.07.2016	10	14	100	3	2	0	0	10
Передпос. культ	31	05.08.2016	8	14	100	5	2	0	0	4
Сівба + МД	40	15.08.2016	5	14	100	5	2	8	15	4
Внесен. герб.	66	05.05.2017	5	6	100	3	1	5	100	0
Пресув. соломи	132	18.07.2017	15	14	100	3	1	2	80	0
Соя (No Till)										
Сівба + МД	23	01.05.2017	10	14	40	3	1	0	100	4
Сівба + МД	23	01.05.2017	10	14	60	3	1	8	100	4
Внесен. гербіц.	66	15.05.2017	5	6	100	3	1	5	100	0
Пресув в тюки	132	24.08.2017	15	14	50	3	1	2	85	0
Підбір в рул	133	24.08.2017	15	14	50	3	1	2	85	0

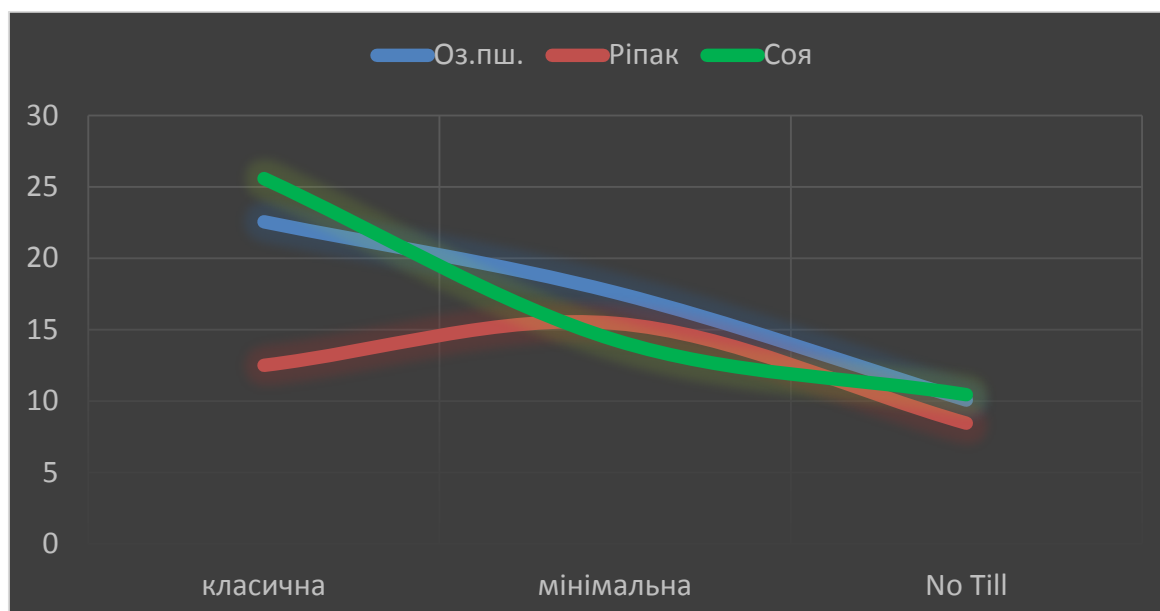


Рис. 2. Середні витрати палива за культурами та технологіями, л/га.

Зібрані дані в подальшому були використані для визначення основних (поставлених в завданні) експлуатаційних показників використання цих

агрегатів і в подальшому використовувалися для оптимізації та підбору використання оптимальних агрегатів у технології. Загалом же витрати по підтримці техніки напряду залежать від складу техніки та її початкової вартості.

Середні значення витрат палива (рис.2) доводять в основному загальну тенденцію зниження від класичної технології до No Till майже вдвічі. Лише для культури ріпак найвищу витрату має мінімальна технологія і сягає 15,45 л/га.

УДК 621.436: 534.833

ЕФЕКТИВНА ТЕХНІКА КУН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОПАШНИХ КУЛЬТУР

Л.Л. Тітова, О.В. Надточій

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ознайомлення з розробленими методиками агрегування та комплектування сучасної техніки КУН для пропашних культур при виконанні конкурсних завдань компанії КУН.

Для прикладу приводимо дані характеристики сівалки PDM PG Maxima, які використовувалися в подальшому:

Сівалка точного висіву просапних культур. Деталі: цільна рама, тяговий брус з турбіною, поліетиленові бункера для насіння, бункера для добрив зі скловолокна, трансмісія з диференційною передачею, хитна вісь, висіваючі модулі встановлені на паралелограмах, пневматичний розподіл насіння з допомогою перфорованих дисків, розподіл добрив з допомогою шнека, сошники з подвійними висівними дисками встановлені на паралелограм, обмежувачі глибини і прикочуючі котки MAXIMA для прискорення схожості.



Дана серія сівалок має 8 моделей, з кількістю рядків від 7 до 19. Ширина захвату цієї серії сівалок коливається від 3,15 до 8,55 м. (рис.1). При цьому робоча швидкість становить від 4 до 8 км/год. Вага сівалки коливається від 3950 до 9430 кг. Для роботи з сівалкою необхідно мати енергетичний засіб (трактор) з потужністю 70-190 кВт/87-237 к.с.

Ціна сівалки знаходиться в межах від 26500 \$ USA до 71900 \$ USA.

Подібні дані по всій техніці КУН було згруповано за типами машин і заповнені в базу даних (рис. 2).

Згідно завдання аналізувалися три типи технологій вирощування кукурудзи і соняшника щодо їх відмінностей та особливостей.

Було виявлено, що основні відмінності, якщо не вдаватися в особливості біології рослини, полягають в основному обробітку. Класична – оранка на глибину до 25-27 см, мінімальна це обробіток ґрунту лушенням чи дискуванням на глибину до 12 см, а NO Till – прямий посів без обробітку і переробки рослинних решток. Допускають осіннє мульчування пожнивних залишків попередника.

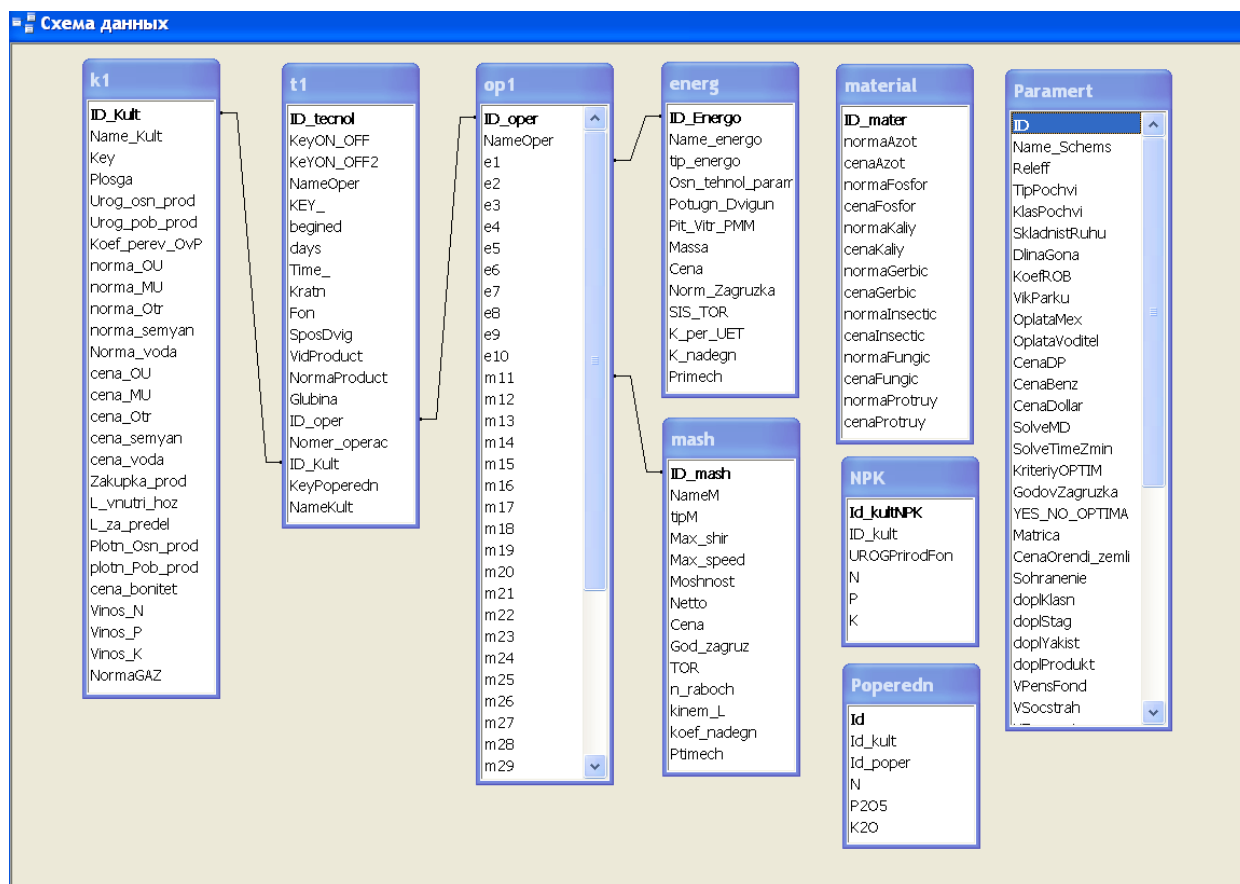


Рис. 1. Загальний вигляд схеми даних створеної БД технологій і машин.

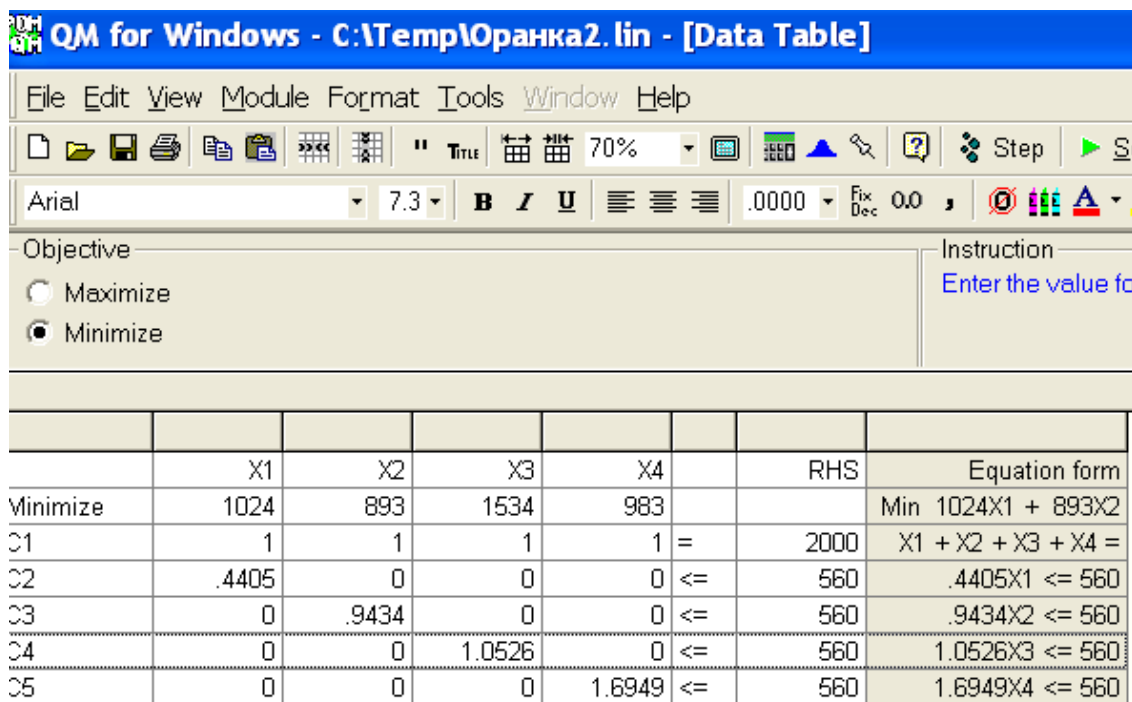
Виходячи з заданих технологічних операцій по кожній з культур було складено базу даних технологічних операцій.

Всі можливі варіанти агрегування техніки КУН з енергетичними засобами заносилися в базу даних (рис. 1). При цьому використовувалися наступні обмежувальні фактори: мінімальна необхідна потужність для роботи агрегату, призначення машини (оранка, сівба, культивування, обприскування тощо) та сільськогосподарська культура, для якої спроектована дана машина. Зібрані дані в подальшому використовувалися для визначення основних (поставлених в завданні) експлуатаційних показників використання цих агрегатів і в подальшому досліджувалися для оптимізації і підбору використання оптимальних агрегатів у технології.

Для цього використовувалась формула:

$$\text{Норма висіву число насінин/га} = (\text{Норма висіву, кг/га} / \text{МТС, г}) \times 1000 \text{ насіння}$$

де МТС – це маса тисячі насінин, польова схожість яких вважається 80 – 85%.



	X1	X2	X3	X4	RHS	Equation form
Minimize	1024	893	1534	983		Min 1024X1 + 893X2
C1	1	1	1	1	= 2000	X1 + X2 + X3 + X4 =
C2	.4405	0	0	0	<= 560	.4405X1 <= 560
C3	0	.9434	0	0	<= 560	.9434X2 <= 560
C4	0	0	1.0526	0	<= 560	1.0526X3 <= 560
C5	0	0	0	1.6949	<= 560	1.6949X4 <= 560

Рис. 2. Вигляд матриці спрощеної задачі оптимізації.

Продуктивність технологічних (2 – тип машини) машино-тракторних агрегатів визначали за відомою формулою:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot \tau \text{ га/год,}$$

де B – конструктивна ширина захвату агрегату, V_p – робоча швидкість агрегату, м/с; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Конструктивна ширина захвату вибиралася з таблиці технічної характеристики техніки. Коефіцієнт використання часу зміни обумовлений балансом часу і залежить від організації роботи, змінності, виду повороту, способу руху агрегату, витрат часу на ТО, переїзди тощо. Головним показником від якого залежить величина продуктивності МТА є робоча швидкість. Швидкість є функцією питомого опору агрегату, тягового зусилля трактора, типу ґрунту, класу ґрунту, рельєфу поля, потужності на ВОМ (для тягово-приводних агрегатів). Затрати робочого часу це обернена величина кількості персоналу, що працює на агрегаті до годинної продуктивності.

Прямі затрати при роботі агрегату визначалися за залежністю:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4,$$

де C_1 – оплата праці обслуговуючого агрегат персоналу, грн/га; C_2 – відрахування на амортизацію трактора і сільськогосподарських машин у складі агрегату; C_3 –

вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів; C_2 – відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування та запасні частини.

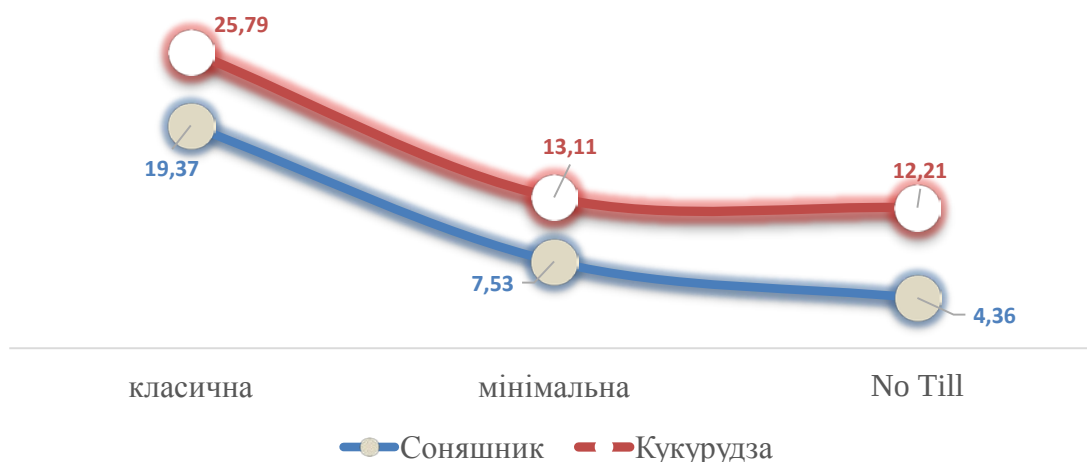


Рис. 3. Середні витрати палива за культурами та технологіями, л/га.

На заключному етапі виконання даного завдання була розробка технологічних карт по всіх культурах та технологіях і подальший аналіз отриманих результатів.

Висновок.

За останні десятиріччя, незважаючи на досягнення науково-технічного прогресу, спостерігається втрата родючості ґрунтів, зростання шкочинності бур'янів, хвороб і шкідників, які зумовлюють потребу розробки нових моделей обробітку ґрунту при застосуванні різних попередників основних сільськогосподарських культур, сівби їх у повторних посівах та нормування інтенсивності застосування хімічних засобів. Причому потреба удосконалення обробітку ґрунту назріла в багатьох ґрунтово-кліматичних зонах України.

UDK 631.004.01

FIXED STATION TECHNICAL MAINTENANCE OF COMBINE HARVESTERS

D.Yu. Kalinichenko, I.L. Rogovskii

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The proposed station includes a travel path with a base and fixedly installed on the platforms for the wheels, sensors, dispenser switch signals from the sensors to the computer [1]. The distinctive features lies in the fact that the travel path is located indoors, the sensors are installed along the platform travel path, between them, on either side of them, between the surface of the roller and the bottom of the car and over him, and the dispenser switch fiber-optic cable is connected to the input of the computer [2]. The station allows the control units of the vehicle while driving. At the same time diagnostics is provided in a very short time determined by the speed of computer, speed of the vehicle speed sensors.

The proposed station Express diagnostics of vehicles intended for the diagnosis of vehicles during their movements and ensure that they are correct, evidence-based operation.

The invention relates to transport machinery and can be used to determine the tire pressure of the wheels, tires, camber and toe-steered wheels, exhaust, detection of faults in the engines, machines and other objects that characterize the current condition of the vehicle.

Well-known enterprises for diagnosing vehicles, but they are prototypes of the proposed station can not be, because they are designed to work in stationary conditions. Their shortcomings are well known.

Known stands for diagnosis while driving vehicles (cars): the pneumatic tires of the car, toe and camber of the steered wheels and the other containing platform fixedly mounted on the base, a variety of sensors made in the form located on different levels of lights and photocells, microphones, analyzers diagram of the processing of the sensor signals and the block check treatment results.

A disadvantage of the known stands is the impossibility of identifying with them other characteristics of vehicles other than those for which they were intended, which reduces their functionality.

The goal is a significant increase in the diagnosed vehicles, improving the accuracy and objectivity of control, enhancing the functionality of the known stands, that is, at the same time as all of the above characteristics.

To ensure that the goals created a travel path on which the car passes. It is a covered outdoor space on both sides of which there are gates of entry and exit of the vehicle. The path of travel of the vehicle along between the guide platforms for right and left wheels on all the platforms on either side of them, between the surface of the roller and a bottom set of different physical nature and purpose, sensors (photoelectric,

sound, gas analyzers, camcorders, etc.), signals from which at certain moments of time using special logic circuits are transferred to the computer, which the corresponding algorithms and programs to process the received information.

The drawing shows the General scheme of the stand, in which the sensor 1 uses the above sensors. Signals (Fig) from sensors 1 and camera 2 are input to the switch - dispenser 3, from which they can come to the input of the computer 5 via the optical fiber cable 4 depending on the logic switch operation: different length, different sequence, posted and unposted time. Processing the received information, the computer forms the corresponding dimensions of the model car. The results of the processing are stored in the database formed in the computer.

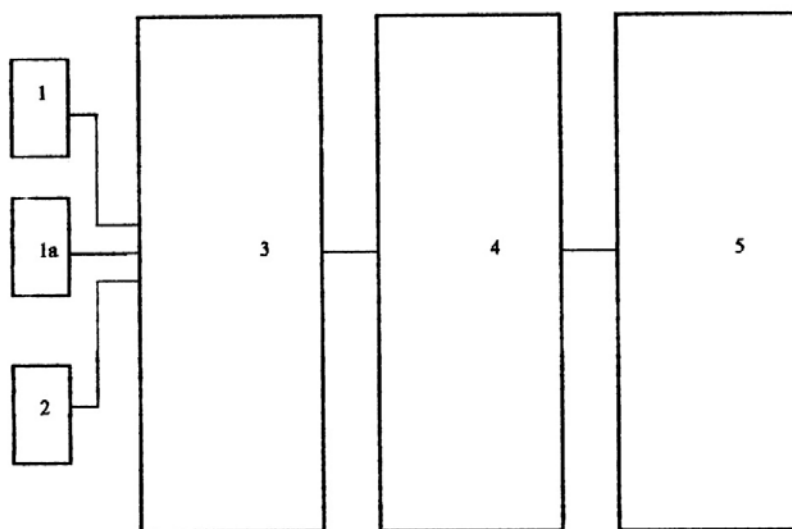


Fig. 1.

First drive diagnosed car usually should be the calibration, which provides the possibility of comparison on the principle of what was, what became, and the determination of the current vehicle status compared to benchmark this car, located in the computer database. According to the obtained results the car owner can be issued expert recommendations for the further operation of the vehicle. In addition, based on the current data State is assigned the car number of the car that can be used to find him if he be stolen.

As you might guess, we get the dimension (number of diagnostic procedures) of a car is determined by the amount of information necessary for processing, ways of coding and presentation and, as a consequence, the number, type, and spatial arrangement of the sensors, which are used to create the database in the computer. The results of diagnostics are determined designed for every occasion algorithms and information processing programs, stored in databases. It follows that to increase the number of diagnostic procedures offered by the station required the addition of new sensors of varying physical nature, etc., the algorithms of processing of the information taken from sensors, has been developed in the form of a program recorded in a computer database.

For example, in the near future will develop algorithms and programs of processing of information, allowing to diagnose while driving: the braking system of the vehicle exterior lights.

Use in the car installed radio transmission equipment (cellular) and specially installed sensors to the diagnosis (1A) will further expand the present service station. In this case, you will have the opportunity to serve the owners, not only during movement in the travel path, but at a distance, with a maximum range determined by cellular communication. In addition, almost solved the problem of security of vehicle from theft.

1. Station Express-diagnostics of vehicles containing a travel path with a base and fixedly installed on the platforms for the wheels, gauges with electrical output signals, the dispenser switch is included with the ability to receipt at its input of signals from sensors, a computer designed for processing by appropriate algorithms and programs stored in its database, the received information, characterized in that the travel path is located indoors, with the two sides of which there are gates of entry and exit of the vehicle, sensors are installed along the platforms of the travel path between them, on either side of them, between the surface of the roller and the bottom of the car and over him, and the dispenser switch fiber-optic cable is connected to the input of the computer.

2. Station according to claim 1, characterized in that it is provided with an antenna and receiver mounted with the possibility of receiving signals from a vehicle equipped with cellular communication.

Literatures

1. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan*. Decision for technical maintenance of combine harvesters in system of RCM. MOTROL. An International Quarterly Journal on Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin. 2017. Vol. 19. No 3. P. 179–184.

2. *Kalinichenko Dmytro, Rogovskii Ivan*. Modeling technology in centralized technical maintenance of combine harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 103–114.

UDK 656.1.004

TRANSPORT TECHNOLOGY OF TRANSPORTATION OF GRAIN HARVEST IN AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE

O.A. Voronkov, I.L. Rogovskii

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Most of the grain produced in Ukraine is exported. But farmers do not always receive the expected profit for their harvest. To improve the efficiency of grain farming it is not enough to optimize production costs. A significant impact on the reduction of purchasing prices for grain have the costs of refining, storage and transportation of products. Therefore, to increase the income of farmers is necessary for the qualitative development of the domestic grain logistics.

Grain logistics is the process of planning, organizing, monitoring and managing business operations associated with bringing the grain from the producer to the consumer, as well as resources for its production. Based logistics systems is transportation and warehousing.

The volume of grain production in Ukraine far exceed the needs of the domestic market. Now the majority of domestic grain is exported. However, the state's strategic goals are identified to further increase grain production to 80 million tonnes. However, the infrastructure of the grain market are not completely meets the needs of traders grows.

First, the lack of facilities for the storage of grain. For abolishing mandatory certification in Ukraine there were about 790 silos with a capacity of about 33.5 million tons of Other stores and elevators or do not provide quality service or do not have a proper technical equipment. That is, even when the grain harvest to 60 million tonnes and oilseeds at the level of 15 million tonnes there is a deficit of quality storage tanks.

Secondly, the limited capacities for grain transshipment in ports. Domestic ports may, within one month of overloading on the export of 3.0–3.2 million tonnes of grain. Therefore, with the increase of production is necessary to increase the capacity of port elevators.

Thirdly, a mismatch between the needs of the domestic market and transport infrastructure. It is affected by the deterioration of rail transport, the poor state of some road segments of the message of the regions with the ports of the Black sea, the underdevelopment of river transport. Overall, therefore, these factors hamper the development of grain farming, namely increasing production and exports. In addition, there are high freight costs and inadequate transport services. For example, the cost of inland transportation of grain in Ukraine is large in comparison with Germany about 40%, as compared to the United States by 30%. In the future, with increased production and export of grain will be a shortage of available transport for the carriage of goods.

Road transport is an important tool for grain logistics. However, development of this type of transport are the technical characteristics and condition of the roads.

One of the main problems in this segment of grain logistics is the excess weight standards for vehicles. For Ukraine it is common practice to overload the grain. Thus, use fewer trucks, making the grain supply more mobile and less expensive. According to the standards of the grain weight must not exceed 38 T. However, the actual overload of grain reaches one third of the permitted amount of transportation. Therefore, the Government has banned the carriage on highways, leaving loads weighing more than 40 tons of relevant services and recover the dimensional and weight control of vehicles on public roads. Overall, these measures will help to reduce the wear and tear of vehicles and improvement of road pavement condition in the future.

According to the carriers, such measures will lead to an increasing demand for vehicles at least in half. Besides, they negatively affect the delivery rate of grain productivity and grain terminals. Even the manufacturers of grain will feel such regulation as will increase the cost of transportation of products, which will result in lower grain prices.

Conclusions

The grain logistics system as a necessary element for the functioning of the grain market requires modernization of existing and commissioning of new capacities. This requires balanced investment policy, stakeholder management and government support. Since the development of the grain logistics infrastructure ensures job creation, value added production, which leads to an increase in revenues to the state and local budgets. Thus, the joint efforts of the logistics infrastructure in the near future to meet the needs of the market.

Literature

1. *Voronkov Oleksiy, Rogovskii Ivan*. Methods of assessment of adaptations transport technology for transportation of grain harvest to operating conditions vehicles. MOTROL. An International Quarterly Journal on Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin. Vol. 19. No 3. P. 163–170.
2. *Voronkov Oleksiy, Rogovskii Ivan*. System of registration and control the flight of transportation of grain harvest by vehicles. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 83–92.
3. *Voronkov O.A., Rogovskii I.L.* Analysis of current state of problem of optimization of transport and technological support AIC. Обухівські читання: XI Міжнародна науково-практична конференція. 21 березня 2017 року: тези конференції. Київ. 2017. С. 92–93.

УДК 631.004.1

ДЕРЕВО ЦІЛЕЙ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

І.Л. Rogovskiy

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ефективне використання сільськогосподарської техніки, особливо енергонасиченої, може бути досягнуто при відповідній організації комплексної системи технічного сервісу, яка повинна охоплювати всі етапи життєвого циклу від придбання машини, передпродажної підготовки, ефективної виробничої та технічної експлуатації, технічного обслуговування і ремонту до списання та утилізації.

Згідно з результатами досліджень та узагальнень [1] термін “технічний сервіс” сформульований у наступній редакції: технічний сервіс – це система забезпечення виробників сільськогосподарської продукції технікою, обладнанням, приладами, запасними частинами, матеріалами, організації їх ефективного використання, підтримання у справному стані на протязі всього періоду експлуатації.

З наукових позицій [2] система визначається як сукупність (комплекс) взаємодіючих, взаємопов’язаних компонентів і складових, що утворюють єдине ціле. Комплекс компонентів забезпечує досягнення основної мети, характерної для всієї сукупності, а не для якої-небудь комбінації з них. Для системи характерна взаємодія компонентів, наявність входу і виходу [3]. Система може бути представлена заданим числом підсистем, кожна із яких може розглядатися як система більш низького рівня.

Метою системи технічного сервісу є своєчасне забезпечення сільськогосподарських товаровиробників технічними засобами, підтримання їх у справному стані на протязі життєвого циклу, ефективне використання при мінімальних трудових і матеріальних витратах.

Це загальна мета системи, але для її досягнення необхідно сформувати низку локальних цілей окремих підсистем, досягнення яких повинно забезпечити загальний успіх. Для виконання цієї роботи в системному аналізі використовується метод дерева цілей. Дерево цілей будується у вигляді ієрархічної структури, вершина верхнього рівня якої відповідає загальній меті системи, а інші вершини визначають локальні цілі, реалізація яких забезпечує досягнення загальної мети. При цьому повинна забезпечуватися повнота дерева цілей і непротиворічність, тобто передбачається різносторонній розгляд загальної мети функціонування системи і відсутність таких, що повторюються або ізольованих, не пов’язаних з іншими цілей. З врахуванням цих положень, на рисунку 1 показано дерево цілей системи технічного сервісу. Цілі, що позначені цифровими індексами, мають наступний зміст.

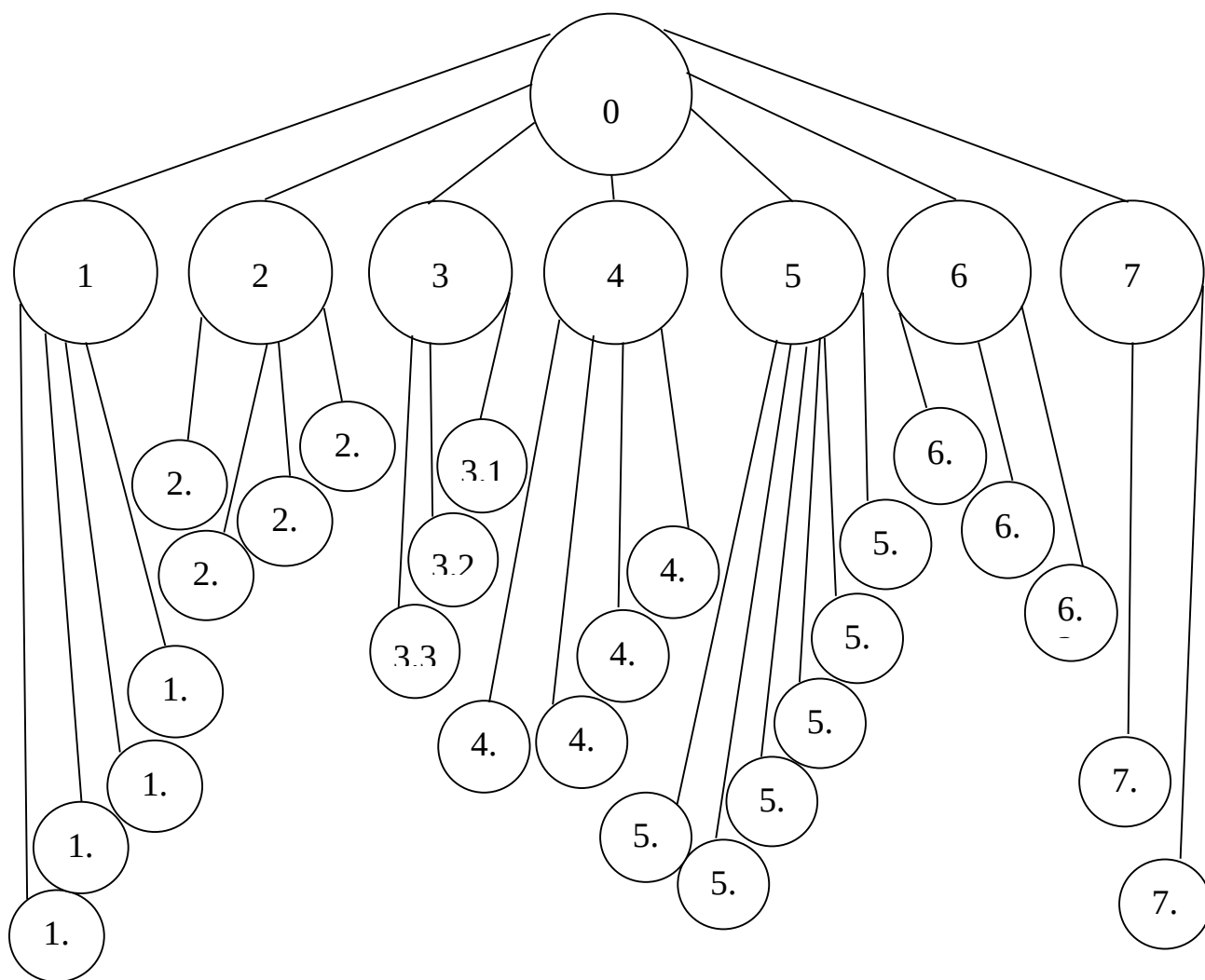


Рис. 1. Схема дерева цілей системи технічного сервісу в агропромисловому комплексі.

0. Своєчасно забезпечити сільськогосподарських товаровиробників технічними засобами, підтримання їх у справному стані на протязі життєвого циклу, ефективне використання при мінімальних трудових і матеріальних витратах.

1. Визначити напрями розвитку технічних послуг:

1.1. Розробити прогноз розвитку мережі техсервісних підприємств.

1.2. Розробити методики і рекомендації з оцінки різних форм технічного сервісу та визначення обсягів техсервісних послуг і раціонального розподілу між різними формуваннями.

1.3. Розробити рекомендації з вирішення організаційно-економічних питань технічного сервісу.

1.4. Сформувати рекламну мережу.

2. Сформувати мережу торговельно-постачальницьких об'єднань і підприємств.

2.1. Сформувати мережу майданчиків виставки-продажу машин (у лізинг та в роздріб), у тому числі на правах дилера, з цехами передпродажного обслуговування.

2.2. Сформувати мережу торговельних центрів, домів, магазинів з продажі агрегатів, запасних частин, технічних рідин, матеріалів з лабораторіями контролю якості.

2.3. Сформувати підрозділи щодо доставки купленої техніки, агрегатів запасних частин сільськогосподарським товаровиробникам.

2.4. Створити мережу торговельних формувань вторинного ринку техніки, агрегатів і запасних частин, технік обмінних пунктів.

3. Сформувати мережу підприємств майстерень, цехів і пересувних засобів технічного обслуговування, усунення несправностей і ремонту сільськогосподарської техніки в гарантійний і післягарантійний період.

3.1. Визначити обсяги ремонтно-обслуговуючих робіт.

3.2. Скласти прогноз розподілу обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт між різними ланками ремонтно-обслуговуючої мережі.

3.3. Скласти прогноз розвитку мережі ремонтно-обслуговуючих формувань різних рівнів і форм власності.

4. Провести технологічну підготовку ремонтно-обслуговуючих підприємств, майстерень, цехів.

4.1. Провести наукові дослідження надійності, ремонтної та експлуатаційної технологічності машин, закономірностей втрати робото здатності техніки.

4.2. Розробити нормативно-технічну та технологічну документацію на технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки, організувати її тиражування згідно із запитами споживачів.

4.3. Розробити конструкторську документацію на діагностичне і ремонтно-технологічне обладнання, прилади, пристрої і інструмент для технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки, організувати їх серійний випуск згідно із запитами споживачів.

4.4. Розробити документацію з організації виробництв та економічних взаємовідносин між партнерами.

5. Забезпечити технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки в гарантійний та післягарантійний періоди експлуатації на протязі життєвого циклу.

5.1. Забезпечити технічне обслуговування і усунення несправностей техніки в гарантійний період.

5.2. Забезпечити діагностування, технічне обслуговування і усунення несправностей техніки за замовленням споживачів послуг.

5.3. Забезпечити технічне обслуговування і ремонт техніки в стаціонарних умовах за замовленням споживачів.

5.4. Забезпечити ремонт вузлів, агрегатів повно комплектних машин та відновлення деталей в умовах спеціалізованих підприємств.

5.5. Забезпечити технічне обслуговування і ремонт техніки гарантійний та післягарантійний періоди в умовах фірмових технічних центрів.

5.6. Забезпечити технічне обслуговування і ремонт техніки в умовах машинно-технологічних станцій.

5.7. Забезпечити ремонт потриманої техніки, обмінних вузлів, агрегатів, відновлення деталей для організації вторинного ринку техніки.

6. Забезпечити ефективну експлуатацію техніки машинно-технологічних станцій та механізованих загонів.

6.1. Забезпечити виконання трудо- і енергомістких сільськогосподарських робіт за замовленням споживачів.

6.2. Забезпечити оренду і прокат сільськогосподарської техніки.

6.3. Забезпечити виконання монтажних і пусконаладжувальних робіт за замовленням споживачів.

7. Забезпечити підготовку та перепідготовку та перепідготовку інженерно-технічних працівників та механізаторських кадрів з напрямку “Технічний сервіс в АПК”.

7.1. Забезпечити підготовку бакалаврів, спеціалістів та магістрів з напрямку “Технічний сервіс в АПК”.

7.2. Забезпечити підготовку та перепідготовку механізаторських кадрів з питань технічного сервісу.

Нульовому рівню відповідає основна мета технічного сервісу. До першого рівня відносяться цілі 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7; до другого - позначені двозначним індексом.

Необхідність і достатність цілей першого досить повно обґрунтована в опублікованих наукових працях [1, 3, 4, 5]. Вони охоплюють всі напрями діяльності ринку техсервісних послуг, починаючи від вивчення кон’єктури ринку, наукового забезпечення, формування інфраструктури техсервісних служб і завершуючи підготовкою кадрів.

Цілі другого рівня визначають склад робіт, що забезпечують досягнення цілей першого рівня.

Входом системи є ринок технічних послуг:

- наявність господарств різних форм власності;
- наявність машинно-тракторного парку, його віковий стан, реальна можливість (прогноз) його оновлення;
- наявність ремонтно-обслуговуючої бази і її стан.

Виходом системи є:

- мережа регіональних, обласних, районних, фірмових, господарчих, кооперативних і приватних формувань технічного сервісу, забезпечених технічною документацією і засобами технологічного оснащення (обладнання, прилади, пристрої, інструмент) здатних забезпечити ринок технічних послуг;

- підготовлені кадри, здатні кваліфіковано і з високою якістю виконувати весь комплекс технічних послуг;

- дієвий економічний механізм, що базується на договірних засадах і враховує взаємо вигідність і зацікавленість партнерів.

Зворотний зв'язок забезпечується шляхом оцінки якості, оперативності, вартості техсервісних послуг, які формують попит.

Науково-дослідні установи, вищі навчальні заклади, підприємства-виготовлювачі техніки, що входять в систему, забезпечують прогноз розвитку мережі підприємств технічного сервісу, розробку нормативно-технічної документації, методик і рекомендацій, технологій технічного обслуговування і ремонту техніки, створенню універсального і блочно-модульного обладнання, приладів і пристроїв для технічного обслуговування, ремонту техніки та відновлення деталей, прогнозування надійності та визначення періодичності оновлення техніки, розробки нових організаційних форм використання машин.

Література

1. *Rogovskii I. L.* Probability of preventing loss of efficiency of agricultural machinery during exploitation. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 399–407.

2. *Rogovskii I. L.* Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 403–411.

3. *Роговський І. Л.* Загальні теоретичні положення технічного контролю паливної апаратури сільськогосподарських машин за параметрами процесу паливоподачі. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 356–371.

UDK 631.004.01

AUTOMATED ANALYSIS OF CLINICAL PARAMETERS IN SYSTEM SYNTHESIS TECHNICAL SUPPORT FOR EARLY DIAGNOSIS OF INTERNAL DISEASES OF CATTLE

V.D. Voytjuk, I.L. Rogovskii

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The collection, processing and automated analysis of clinical parameters of the animal is an important component of many diagnostic methods of modern veterinary medicine [1]. Diagnosis and prognosis of disease, the choice of methods of treatment of a sick animal are largely based on objective analysis of bioelectrical signals recorded in the monitoring process [2]. In some cases, the possibility of signal processing by a doctor, however, the automatic calculation of informative parameters with the use of computer has advantages and lower costs [3]. Automatic data processing has a number of advantages, namely: 1) data processing is carried out according to the same scheme, 2) the results are presented in a standardized form, 3) it is possible to use only standard terminology. A computer system for gathering and mathematical processing of electrophysiological signals are complex hardware – software complexes, which consist of many software components that perform the functions of registration for biomedical information, its processing and system analysis, diagnostic and service operations.

Rapid development and introduction of information systems into clinical practice has led to the need for their standardization. Standardization in medical Informatics in General, biomedical devices and systems, in particular, has a number of difficulties, primarily due to the difficulty in formalization of objectives and the construction of unified models of such systems. However, despite the fact that the development of biomedical systems is characterized by contradictory and inconsistent standards for health information exchange successfully developed and implemented at the level of large and medium information systems. The task of developing information standards is to build on the basis of modeling a variety of biomedical data of a single item, universal methods of representing and coding data, and a messaging system that allows you to integrate subsystems from different manufacturers within a single information environment.

The creation of a huge number of similar functions, but completely incompatible with other systems, became a serious obstacle to the development of the industry as a whole. The most difficult task facing the developers of any software biomedical system is to provide a high level of interoperability between biomedical applications developed by different manufacturers and running on different platforms. This concept has a broad meaning: to have access to the various systems common information resources, the ability of systems to communicate effectively between themselves for the solution of applied problems in real-time.

Among the clinical indicators that determine during the mass studies of cattle is thermometry and determine the heart rate. The thermometry is typically carried out using mercury or electronic thermometers rectally. The heart rate is determined using ponendo or phonendoscope.

The disadvantages of these methods is the high complexity of the process, a large role of subjective factors in the diagnosis, the need for reliable fixation of the animal.

Systematic monitoring is called monitoring. It monitoring helps identify trends in the development of the state, presented in the form of statistical trends. For them perform a retrospective analysis using a computer and telemetry technologies is an actual problem.

Therefore, the determination of clinical parameters in farm animals using a computer and telemetry technologies is an important issue.

Literatures

1. *Voytyuk V.D., Rogovskii I.L., Titova L.L.* Choice of modulator, demodulator and signal transmission in system synthesis technical support for early diagnosis of internal diseases of cattle. Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології виробництва зернових культур 2017» в рамках VI Міжнародної виставки інноваційних рішень у зерновому господарстві «Зернові технології 2017» (16 лютого 2017 року). К., 2017. С. 76–78.

2. *Voytyuk V.D., Rogovskii I.L., Nadtochiy O.V.* Characteristics of cellular communication for implementation of synthesis systems technical support for early diagnosis of internal diseases of cattle. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання» (21 березня 2017 року) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2017. С. 102–104.

3. *Voytyuk V.D., Rogovskii I.L.* Specific methods of error detection flow control systems synthesis technical support for early diagnosis of internal diseases of cattle. Збірник тез доповідей XIII Міжнародної наукової конференції «Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2017» (17-19 травня 2017 року) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2017. С. 85–88.

ЗМІСТ

Стор.

ОБУХОВА ВІОЛЕТТА СЕРГІЙВНА – БІОГРАФІЧНА ДОВІДКА	4
<i>О.Л. Підгорний</i>	
РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВОЇ РОБОТИ КАФЕДРИ НГКГД	5
<i>С.Ф. Пилипака</i>	
КІНЕМАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ШОРСТКІЙ ПЛОЩИНІ, ЯКА ЗДІЙСНЮЄ ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХ ПО ЛЕМНІСКАТІ БЕРНУЛЛІ	6
<i>В.М. Несвідомін, В.М. Бабка, А.В. Несвідомін</i>	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛОСКИХ ФОКУСАТОРІВ	10
<i>С.М. Шевченко</i>	
КОЛИВАННЯ ПОДВІЙНОГО СФЕРИЧНОГО МАЯТНИКА В УМОВАХ НЕВАГОМОСТІ	15
<i>Л.М. Куценко, Л.Л. Запольський</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ СТАЛОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТ	21
<i>Є.О. Адоньєв, І.Г. Балюба, В.М. Верецага, А.В. Найдих</i>	
ІЗОМЕТРИЧНІ СІТКИ НА ПОВЕРХНІ КУЛІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	24
<i>О.В. Несвідоміна</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МАРШРУТ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАТИХ ВАЛІВ	27
<i>С.С. Карабиньов, В.А. Кулик</i>	
ТЕСТУВАННЯ РОБАСТНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОДНОГО ВИДУ СПЛАЙНІВ	29
<i>М.А. Шульженко, Г.Я. Тулученко</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ РОТОРА ДИСКРЕТНОГО НЕВПОРЯДКОВАНОГО ВЕКТОРНОГО ПОЛЯ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ	31
<i>В.І. Черняк</i>	
ДОЗАТОР НАСІННЯ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ	34
<i>П.С. Попик, С.І. Топчій</i>	
ПРИВОД АКТИВНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ	36
<i>П.С. Попик, С.І. Топчій</i>	

СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ КОНВЕРТОВАНОГО ДЛЯ РОБОТИ НА ГАЗУ ДИЗЕЛЯ.....	38
<i>А.В. Боженко, С.І. Топчій</i>	
СПЕЦИФІКА ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ» З КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	41
<i>О.А. Дьомін</i>	
РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ – РЕЗЕРВ У ПІДВИЩЕННІ РІВНЯ ЇЇ НАДІЙНОСТІ	44
<i>А.В. Новицький, Ю.А. Новицький</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ ПРИ РОБОТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ.....	46
<i>В.І. Захарчук, О.В. Захарчук, Н.О. Толстушко</i>	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВОДІЯ В СИСТЕМІ ВАДС	48
<i>І.О. Колосок</i>	
ВИКОРИСТАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ЕНЕРГОСИЛОВОГО КРИТЕРІЮ В УНІВЕРСАЛЬНОМУ МЕТОДІ АНАЛІЗУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ПУСКУ ПОВОРОТНИХ СИСТЕМ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ.....	50
<i>В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, І.О. Кадикало</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ДВОХ ТІЛ З'ЄДНАНИХ ТРОСОМ	51
<i>В.М. Несвідомін, Б.О. Федченко</i>	
КОНСТРУЮВАННЯ ТОРСІВ ДОДАВАННЯМ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ ПЛОЩИНИ ТА РУХУ ОСІ ОБЕРТАННЯ ВЗДОВЖ ОДНІЄЇ З ОСЕЙ КООРДИНАТ.....	53
<i>Т.А. Кресан</i>	
RESTORATION OF WORN GEAR WHEELS WITH INTEGRATED ELIMINATION OF THEIR DEFECTS.	57
<i>S. Karabinesh, V. Menshov</i>	
TECHNOLOGY OF RESTORATION OF THE CRANKSHAFT BY CHROMING.....	59
<i>S. Karabinesh, V. Kulik</i>	
MODERN TECHNOLOGY OF SURFACING SHAFTS	61
<i>S. Karabinesh, D. Gordina</i>	

ЕФЕКТИВНА ТЕХНІКА КУН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ, РІПАКУ, СОЇ.....	63
<i>О.В. Надточій, Л.Л. Тімова</i>	
ЕФЕКТИВНА ТЕХНІКА КУН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОПАШНИХ КУЛЬТУР	68
<i>Л.Л. Тімова, О.В. Надточій</i>	
FIXED STATION TECHNICAL MAINTENANCE OF COMBINE HARVESTERS	72
<i>D.Yu. Kalinichenko, I.L. Rogovskii</i>	
TRANSPORT TECHNOLOGY OF TRANSPORTATION OF GRAIN HARVEST IN AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE	75
<i>О.А. Voronkov, I.L. Rogovskii</i>	
ДЕРЕВО ЦІЛЕЙ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	77
<i>І.Л. Роговський</i>	
AUTOMATED ANALYSIS OF CLINICAL PARAMETERS IN SYSTEM SYNTHESIS TECHNICAL SUPPORT FOR EARLY DIAGNOSIS OF INTERNAL DISEASES OF CATTLE.....	82
<i>V.D. Voytjuk, I.L. Rogovskii</i>	

Наукове видання
Збірник
тез доповідей
XIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»
з нагоди 92-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)

(6 березня 2018 року)

Відповідальні за випуск:

І.Л. Роговський – заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.

Редактор – І.Л. Роговський.

Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.

Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^б, НУБіП України, навч. корп. 11, кімн. 309.

Підписано до друку 5.03.2018. Формат 60×84 1/16.

Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman та Arial.

Друк. арк. 5,4. Ум.-друк. арк. 5,5. Наклад 100 прим.

Зам. № 10097 від 5.03.2018.

Видавничий центр НУБіП України

03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. т. 527-80-49, к. 117
