Національний університет біоресурсів і природокористування України

ЗБІРНИК

тез доповідей

XIX МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

з нагоди 99-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України, Обухової Віолетти Сергіївни (1926-2005)

27 березня 2025 року

м. Київ

ББК40.7
УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: XIX Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27 березня 2025 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025. 169 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів учасників XIX 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:

Отченашко В.В., начальник науково-дослідної частини НУБіП України, – голова організаційного комітету;

Ружило З.В., декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, – співголова організаційного комітету;

Пилипака С.Ф., завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України, – заступник голови організаційного комітету;

Несвідомін В.М., професор кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України, – секретар організаційного комітету;

ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ:

Арак М. – директор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка) (за згодою);

Братішко В.В. – декан механіко-технологічного факультету НУБіП України;

Булгаков В.М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;

Бабка В.М. – доцент кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Войтюк Д.Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;

Воліна Т.М. – доцент кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Головач І.В. – професор кафедри механіки НУБіП України;

Грищенко І.Ю. – доцент кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького університету с.-г. в Нітрі, (Словацька Республіка);

Ловейкін В.С. – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;

Лопатько К.Г. – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;

Новицький А.В. – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;

Несвідомін А.В. – доцент кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

Ольт Ю. – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка) (за згодою);

Паскуцці С. – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT), університет Альдо Моро Барі, (Італійська Республіка) (за згодою);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітрі (Словацька Республіка) (за згодою);

Роговський І.Л. – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Ромасевич Ю.О. – професор кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;

Чаусов М.Г. – професор кафедри механіки НУБіП України;

Яковенко І.А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України

© НУБіП України, 2025

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

Народилася в 23 лютого 1926 р. в місті Томську.

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. Авторка 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 514.18

КОНСТРУЮВАННЯ НЕКРУГЛИХ КОЛІС ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АЛГЕБРАЇЧНОГО ПОЛІНОМА

Пилипака С.Ф.[1], Кресан Т.А.[2]

[1]Національний університет біоресурсів і природокористування України

[2]ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Загальновідоме застосування круглих коліс для передачі обертального руху між паралельними осями. Якщо два кола рівних або різних радіусів розташувати так, щоб вони мали спільну точку контакту, то їх можна вважати прообразом такої передачі. Центри кіл вважаємо нерухомими і починаємо обертати ведуче колесо у вигляді першого кола навколо його центра. Друге колесо, яке є веденим (тобто друге коло), буде обертатися навколо свого центру внаслідок спільного контакту і тертя між колесами. При цьому виключається взаємне ковзання коліс в точці контакту, тобто за однаковий проміжок часу колеса проходять рівні шляхи у вигляді довжин своїх дуг. Така постановка задачі є умовою конструювання зубчастих зачеплень, для яких круглі колеса називаються центроїдами. У деяких механізмах для конструювання зубчастих передач із змінним передаточним числом використовуються некруглі центроїди. Для них відцентрова відстань, тобто сума радіусів коліс в точці контакту залишається сталою, але ці радіуси є змінними величинами на відміну від круглих коліс.

Розглянемо в полярній системі координат некругле колесо, у якого полярний радіус ρ змінюється від мінімального до максимального значення у функції полярного кута α (рис. 1,а.) В точках A і B полярний радіус ρ набуває мінімального значення, а полярний кут α змінюється від $-\pi$ до π, тобто полярний радіус обертається на 360°. Отже, крива буде замкнена і буде мати вісь симетрії.

а б

Рис. 1. Графічні ілюстрації до побудови некруглого колеса:а) графік залежності радіус-вектора ρ від полярного кута α; б) некругле колесо для заданих максимального і мінімального значення радіус-вектора ρ

Графіку, зображеному на рис. 1,а можуть відповідати різні залежності. Нами розглянуто поліном четвертого ступеню. Він має наступний вигляд:

$$\rho = a\alpha^4 - 2a\pi^2\alpha^2 + c, \qquad (1)$$

де *a, c* –сталі, від яких залежить максимальне і мінімальне значення полярного радіуса ρ.

При переході від полярного рівняння (1) до параметричних рівнянь центроїди у вигляді некруглого колеса отримаємо:

$$\begin{aligned} x &= \left(a\alpha^4 - 2a\pi^2\alpha^2 + c\right)\cos\alpha; \\ y &= \left(a\alpha^4 - 2a\pi^2\alpha^2 + c\right)\sin\alpha. \end{aligned} \qquad (2)$$

При побудові дуги кривої за рівняннями (2) кут α змінюється в межах $\alpha = -\pi \ldots \pi$. Некругле колесо, побудоване за рівняннями (2), представлено на рис. 1,б.

Друге, тобто ведене колесо, повинне задовольняти раніше наведеним вимогам. Вони зводяться до розв'язування наступного диференціального рівняння знаходження кута повороту веденого колеса [1]:

$$\varphi = \int \frac{\rho}{r - \rho} d\alpha, \qquad (3)$$

де $\rho = \rho(\alpha)$ – рівняння залежності радіус-вектора некруглого колеса від полярного кута α;

r – міжцентрова відстань.

Слід зазначити, що інтеграл (3) не для всякої залежності $\rho = \rho(\alpha)$ може бути проінтегрований. Для залежності (1) він має розв'язок у кінцевому вигляді. Якщо такий розв'язок існує, то для ведучого некруглого колеса (рис. 1,б) можна побудувати ведене колесо за наступними рівняннями:

$$\begin{aligned} x &= (r - \rho)\cos\varphi + r; \\ y &= (r - \rho)\sin\varphi. \end{aligned} \qquad (4)$$

Пара некруглих коліс представлена на рис. 2.

Рис. 2. Пара некруглих коліс, із яких ведуче представлене на рис. 1,б

Література

1. Пилипака С.Ф. Моделювання центроїд некруглих коліс із внутрішнім і зовнішнім коченням із дуг симетричних кривих / С.Ф. Пилипака, Т.А. Кресан, І.Ю. Грищенко, Я.С. Кремець // Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No. 4, 23-32.

УДК 514.18

МОДУЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ В CAS MAPLE НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВОЇ ЛІНІЇ

Несвідомін В.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Характерною особливістю наукових досліджень в прикладній геометрії є оперування абстрактними формами (кривими лініями, поверхнями, дотичними, тригранниками тощо), що виражені у символьному вигляді (аналітичними рівняннями). Без використання комп'ютерних алгебраїчних систем, таких як CAS Maple, неможливо здійснити послідовність символьних обчислень з аналітичними виразами, які описують складні геометричні моделі та їх візуалізацію. Це, у свою чергу, передбачає застосування модульного програмування – розбиття предметної області дослідження на логічно послідовні частини. Модульна структура організації програмного коду покращує його читабельність та спрощує подальше супроводження.

У CAS Maple модулі є базовими одиницями кодування, які дозволяють об'єднувати процедури та дані в єдину структуру. При створенні модульної структури програмного коду важливо дотримуватися наступних принципів: 1) кожен модуль повинен мати чітко визначену функціональність; 2) залежності між модулями мають бути мінімізовані за допомогою відповідних інтерфейсів: 3) необхідно розмежовувати локальні та експортовані змінні для контролю доступу до даних; 4) приховування деталей реалізації дозволяє змінювати внутрішню структуру модуля без впливу на зовнішній код.

Наведемо можливості розробленого програмного модуля CURVes для дослідження довільної кривої, заданої векторно-параметричними рівняннями виду виду r(u)=[x(u),y(u),z(u)], де u=U – незалежний параметр u із заданої області U його визначення. Для прикладу, задання об’єкта (екземпляра) гвинтової лінії на циліндрі обертання виклик модуля CURV((r(u),u=U) матиме вигляд:

```
o1 := CURV(uabHelixCylinder(u, a, b), u = 0 ..2 Pi) :
```

Об’єкт o1 (гвинтова лінія) володіє близько 80 методів її дослідження. Так, виклик методів o1:-crv(); o1:-leng(); дозволяють отримати параметричне рівняння гвинтової лінії та її довжину відповідно:

$$[a\cos(u), a\sin(u), b\,u]$$

$$\sqrt{a^2+b^2}\;u \quad .$$

Або ж виклик методів o1:-torsion(); o1:-inverse(u, r); надають можливість одержати рівняння відповідно скруту, інверсного перетворення та напрямні коефіцієнти дотичної в u-точках гвинтової лінії відповідно:

$$\frac{b}{a^2+b^2}$$

$$\left[\frac{r^2 a\cos(u)}{b^2u^2+a^2}, \frac{r^2 a\sin(u)}{b^2u^2+a^2}, \frac{r^2 b\,u}{b^2u^2+a^2}\right] .$$

Для графічної візуалізації геометричних форм, пов'язаних з гвинтовою лінією, необхідно задати числові значення параметрам a і b її форми. Для дотримання вище наведених принципів, задання параметрів a і b здійснюється відповідним методом o1:-crv(a=3,b=1). На рис.1,а побудована гвинтова лінія за цими параметрами її форми.

Для будь-якої кривої, в тому числі, і гвинтової лінії можна побудувати її супроводжуючі геометричні образи, зокрема тригранник Френе (рис.1,б) – метод o1:-frene(u=Pi). Оскільки гвинтова лінія добре вивчена з точки зору її використання як напрямної лінії лінійчатих поверхонь, то на рис.1,в-є побудовано зображення відповідно поверхні дотичних o1:-srTangs(), нормалей o1:-srNorms(), бінормалей o1:-srBinorms(), та циліндричної o1:-srCylinder().

Рис. 1. Супроводжуючі форми гвинтової лінії

УДК 514.18

КАНАЛОВА ПОВЕРХНЯ ІЗ ПЛОСКОЮ ЛІНІЄЮ ЦЕНТРІВ ТА ЇЇ ОКРЕМИЙ ВИПАДОК – ТРУБЧАСТА ПОВЕРХНЯ

Несвідомін А.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В загальному випадку каналової поверхні однією сім'єю ліній кривини є кола змінного радіуса. Їх центри розташовані на кривій, яка називається лінією центрів. Розглянемо окремий випадок, коли лінія центрів є плоскою кривою. Каналову поверхню можна утворити, якщо по заданій лінії центрів рухається центр сфери змінного радіуса. В такому випадку обвідна поверхня множини цих сфер буде каналовою поверхнею. Окрема сфера (на рис. 1,а зображена колом) є дотичною до каналової поверхні. Лінією дотику є коло (на рис. 1,а проекціюється прямою, яка зображена потовщеною лінією). Це коло є лінію кривини для каналової поверхні. Із рис. 1,а видно, що центр кола кривини не збігається із центром сфери.

а б

Рис. 1. Графічні ілюстрації до утворення каналової поверхні із плоскою лінією центрів: а) площини твірних кіл – ліній кривини каналової поверхні – огинають циліндр, поперечним перерізом якого є крива *k*; б) схема до способу утворення каналової поверхні за заданою кривою *k*

Якщо площини, в яких розташовані твірні кола кривини каналової поверхні, продовжити за межі поверхні, то вони будуть огинати циліндричну поверхню. Її поперечним перерізом буде крива *k* (рис. 1,а). Виходячи із цього, можна створити алгоритм конструювання каналової поверхні, взявши за вихідну умову плоску криву *k*. На рис. 1,б показана схема конструювання каналової поверхні за заданою кривою *k*. За неї було прийнято коло радіуса *R*. В результаті застосування теорії диференціальної геометрії і математичних перетворень було отримано диференціальну умову між параметрами *R*, *u* і *ρ* (рис. 1,б)

$$\rho\rho' = u(R + u'). \qquad (1)$$

Радіус твірного кола $\rho=\rho(t)$ і відстань $u=u(t)$ є функціями незалежної змінної t, за допомогою якої описується крива k.

В результаті розв'язку диференціального рівняння (1) було отримано деякі каналові поверхні. При $\rho=const$ була знайдена наступна залежність:

$$u = -Rt + c\,, \qquad (2)$$

де c – стала інтегрування.

При сталій величині твірного кола утвореною поверхнею є частковий випадок каналової поверхні – трубчаста поверхня. Її особливістю є те, що центр твірного кола збігається із центром сфери. При змінному радіусі твірного кола ці центри не збігаються (рис. 1,а). Трубчаста поверхня, що відповідає залежності (2) при при $R=1$, $\rho=3$, $c=3$ побудована на рис. 2,а.

а б

Рис. 2. Каналові поверхні із твірним колом сталого і змінного радіуса:
а) частковий випадок каналової поверхні – трубчаста поверхня із сталим радіусом твірного кола б) каналова поверхня із змінним радіусом твірного кола

Побудуємо каналову поверхню, у якої відстань $u=const$. В такому випадку із диференціального рівняння (1) отримуємо наступну залежність $\rho=\rho(t)$:

$$\rho = \sqrt{u^2 + 2Rut + c}\,. \qquad (3)$$

За цією залежністю побудована каналова поверхня на рис. 2,б. До диференціального рівняння (1) входять дві залежності: $\rho=\rho(t)$ і $u=u(t)$. Це дає можливість одну залежність задавати, а іншу знаходити. На рис. 3 побудовано каналові поверхні із лінійною залежністю між відстанню u і радіусом ρ.

Рис. 3. Каналові поверхні із лінійною залежністю між відстанню u і радіусом ρ

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСФОРМЦІЇ ТОРСІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВІДБИТТЯ

Козак Ю.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Внаслідок сучасного розвитку технічних засобів та методів управління ними виникає необхідність впровадження інноваційних технологій у таких сферах, як архітектура, акустика, геліотехніка, сонцезахист та інших аспектах людської діяльності. Зростає застосування рухомих елементів фасадів, відомих як кінетичні фасади, універсалізація функцій видовищних залів досягається через трансформацію глядацьких місць та відбиваючих екранів, що, в свою чергу, впливають на акустичні характеристики. Геліосистеми виконують спостереження за рухом Сонця, що підвищує їхню ефективність. І цей перелік можна продовжувати.

Для проектування рухомих систем є критично важливим прогнозувати геометрію змін, що стосується як положення, так і форми трансформованих поверхонь. У будь-який момент трансформації проектант повинен мати знання про геометричні та аналітичні властивості цих поверхонь для успішного вирішення поставлених завдань, таких як відбиття звуку або світла, і розрахунок несучої спроможності тощо.

У загальному випадку, трансформаціям підлягають як нерозгортні, так і розгортні поверхні, які оцінюються у контексті відбиття звуку та світла. Нерозгортні поверхні вимагають поділу на менші ділянки, паркетування, або використання інших методів, що можуть змінювати метричні характеристики ліній на поверхні. Розгортні поверхні, такі як торси, а в часних випадках конуси і циліндри, здатні трансформуватися без розтягувань і розривів, зберігаючи свою цілісність; вони також можуть бути замінені на складки або площинні елементи. Торсові поверхні є найбільш адаптованими для трансформації як лінійчаті розгортні поверхні, які створюються направляючими у вигляді поверхонь або кривих.

При проектуванні реконструкції купола Бундестага в Берліні архітектором Норманом Фостером була реалізована дзеркальна поверхня обертання, що забезпечує природнім освітленням зал засідань, а при цьому підкупольний простір використовується для відвідування туристами. Комплексне рішення передбачає наявність екрана, що захищає зал засідань від відбиття прямих сонячних променів в простір приміщення, які можуть сліпити людей та доставляти надмірну теплову енергію. Простір для зборів в атріумі нової штаб-квартири Philips Lighting в Ейндховені побудована відбиваюча поверхня, що складається з дрібних пластин, які відбивають верхнє світло вглиб приміщення, збільшуючи значення коефіцієнта природнього освітлення задля підвищення комфорту перебування та роботи працівників.

a b

Рис. 1. Застосування теорії відбиттів на практиці: а –простір для зборів в атріумі нової штаб-квартири Philips Lighting в Ейндховені, б – купол Бундестага, Берлін, Німеччина

Торсова поверхня T_4^8 будується за допомогою площин, дотичних одночасно до двох кривих, наприклад, еліпсів. Під час практичного проєктування, архітектор стикається з труднощами побудови відбиваючих екранів у вигляді торсових поверхонь. Програми параметричного моделювання, наприклад, Grasshopper, надають можливості побудови на основі алгоритму графічного моделювання дотичних площин. Це надає можливість прогнозувати відбиття від таких поверхонь.

Завдяки тому, що торсова поверхонь розгортна, тобто, вона трансформується без розтягувань та складок, проектанту необхідно знати властивості торсової поверхні в будь-яку мить трансформації. Для прогнозування властивостей трансформованої торсової поверхні на практиці необхідно моделювати трансформацію напрямних еліпсів таким чином, щоб кожна точка напрямної під час руху належала певному типу еліпсу і зберігалась однозначна відповідність точок напрямних та прямолінійних твірних. Наприклад, рівняння лінії руху кожної точки кола в параметричному виді буде мати вигляд:

$$x = \frac{L}{\theta}\sin\frac{\theta}{2}$$
$$y = r - \frac{L}{\theta}\cos\frac{\theta}{2} = \frac{L}{\theta} - \frac{L}{\theta}\cos\frac{\theta}{2} \qquad (1)$$

де L – довжина дуги кола,
Ѳ – центральний кут дуги кола.

Відомі, також, параметричні рівняння торсових поверхонь та рівняння відбиттів від їх твірних.

а б в

Рис. 2. Торс T_4^8з двома еліпсами, які лежать во взаємно перпендикулярних площинах: а – геометрична побудова дотичними площинами, б, в – побудова в програмі Grasshopper.

На основі геометричних та аналітичних моделей торсів, є можливість створювати трансформовані фізичні моделі з відомими або прогнозованими відбиваючими властивостями.

Література

1. Обухова В.С Дисертація на здобуття вченого звання доктора технічних наук «Конструктивно-прикладная теория нелинейных осевых отображений и ассоциированных с ними алгебраических поверхностей». Киев. 1991. 573с.

2. Подгорный А.Л., Снисаренко Н.И. О множествах отраженных лучей при точечном и линейном освещении. Прикладная геометрия и инженерная графика. Выпуск 8. Киев. 1969. С. 128-135.

3. Волошина И.В. Определение множества отраженных торсом лучей при линейном источнике излучения. Прикладная геометрия и инженерная графика. Выпуск 41. Киев. 1986. С. 59-60

4. Rose K. Modeling Developable Surfaces from Arbitrary Boundary Curves. Univercity of Waterloo. 2005

5. Roel van de Straat Parametric modelling of architectural developables. Delft. 2011.

6. Kozak Y.V., Sergeychuk O.V., Stepanov O.V., Andropova O.V. Transformation of developable surfaces in applied tasks of constructional physics. International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” IJTPE Journal. 2024, pp. 95-102.

УДК 514.8

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ФОРМ

Морозова М.Ю., Сидоренко О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Складні геометричні просторові форми відіграють важливу роль у багатьох сферах людської діяльності, таких як інженерія, дизайн та архітектура. Вони є твірними елементами для створення нових типів інноваційних об'єктів, які поєднують в собі як естетичну привабливість, так і безпосередньо технологічну функціональність. Важливим аспектом застосування складних просторових форм є використання сучасних інформаційних технологій, таких як комп'ютерне моделювання та тривимірна візуалізація. Ці можливості відкривають дослідникам нові перспективи для наукових пошуків і творчого вираження.

Складні просторові форми в архітектурі дозволяють планувати нові актуальні типи будівель не лише з точки зору промислової естетики, але і з огляду на практичну корисність і функціональність. Сучасні будівлі все частіше проєктуються з використанням нестандартних форм (наприклад, тих, що імітують фрактальні сполуки), що дозволяє створювати унікальні просторові рішення [1]. Для проєктів на відкритій місцевості залучення таких геометричних форм розширює можливості архітекторів з точки зору кращої організації середовища [2]. Технології комп'ютерного моделювання дозволяють ефективно втілювати такі архітектурні проєкти у життя.

У дизайні, зокрема промисловому, використання складних просторових форм у моделях сприяє появі нових об'єктів суспільного вжитку (меблі, предмети побуту тощо) з принципово новими унікальними геометріями [2]. Оскільки одночасне збереження як зовнішнього вигляду, так і внутрішніх функцій об'єктів є важливими у промисловому дизайні, залучення складних просторових форм у цій галузі дає нові шляхи для дизайну продукції. Використання попередньої тривимірної візуалізації таких об'єктів дає можливість уникати помилок при їхньому виробництві.

Інженерні рішення на основі складних просторових форм вимагають точності розрахунків, яка може досягатися шляхом застосування різних розділів геометрії та чисельних методів. Це зумовлено тим, що складні просторові форми визначаються комплексною структурою і містять в своїй основі багатовимірні тіла або поверхні обертання. Сучасна обчислювальна техніка та програмне забезпечення дозволяють проєктувати інженерні конструкції та інфраструктурні об'єкти з використанням таких форм. Актуальним напрямком є застосування складних просторових поверхонь у фізиці під час досліджень аеродинамічних властивостей різних деталей [3]. Це призводить до винайдення нових видів геометрій, що може сприяти різноманіттю конструкторських рішень. Крім того, збільшується кількість досліджень складних геометричних форм у галузі матеріалознавства, зокрема кристалографії та мінералогії, для винайдення нових

видів матеріалів з високими показниками міцності, стійкості, довговічності [4]. Багато видів складних поверхонь досліджується для застосування у біологічній, хімічній та медичній сферах.

На сьогодні перспективи використання складних просторових форм у різних сферах людської діяльності тісно пов'язані з розвитком передових технологій. Нові методи тривимірного друку, сучасне матеріалознавство та вдосконалення систем автоматизованого проєктування відкривають нові можливості для таких рішень. Водночас під час практичного застосування геометричних форм можуть виникати певні труднощі, пов'язані зі складністю конструювання таких об'єктів, що вимагає від фахівців високого рівня предметної кваліфікації. Через це впровадження таких форм у виробництво потребує спеціалізованих знань та навичок: як теоретичних у галузях вищої математики, так і практичних у межах використання відповідного програмного забезпечення. Тому необхідним є впровадження нових методик у систему викладання геометрії і суміжних наук для формування у майбутніх спеціалістів глибокого рівня розуміння і класифікації складних геометричних об'єктів.

Складні просторові форми є важливим аспектом у інженерії, дизайні, архітектурі та інших практичних сферах застосування. Їхнє використання відкриває нові перспективи для розвитку технологій, що, в свою чергу, сприяє розвитку вищезазначених сфер людської діяльності. В подальшому варто очікувати інтеграцію таких форм у все більшу кількість галузей, що дозволить підвищити рівень надійності майбутніх конструктивних рішень та ергономічності розподілу ресурсів для подібних проєктів.

Література

1. Луценко А. Фрактальна геометрія у формоутворенні дизайну. Молодий вчений. 2022. № 12 (112). С. 46–50.

2. Габрель М. М. Геометричні задачі в урбаністиці. Комунальне господарство міст. 2021. Т. 1, № 161. С. 58–68.

3. Чемерис О. А. Поверхні та їх види у різних розділах геометрії. Науковий пошук молодих дослідників : зб. наук. пр. студентів, магістрантів та викл., м. Житомир, 23 берез. 2018 р. Житомир, 2018. С. 248–252.

4. Бірюкович Л. О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 234 с.

УДК 514.18:728.8

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВИЩЕННЯ ПРОМЕНЯ ЗОРУ ЗА ЗАДАНОЇ ВИСОТИ ПІДЙОМУ ОСТАННЬОГО РЯДУ МІСЦЬ

Зданевич В.А., Кундрат Т.М., Літніцький С.І., Пугачов Є.В.
Національний університет водного господарства та природокористування

В практиці проєктування залів і споруд для глядачів виникає така ситуація, коли відмітку підлоги останнього ряду або поперечного проходу призначають з об'ємно-планувальних міркувань. Наприклад, при реконструкції залу чи споруди. Тоді для оцінки умов видимості, що фактично виникли, необхідно визначити фактичне перевищення променя зору і порівняти його з мінімальним перевищенням, яке задається в нормах проєктування залежно від рівня комфорту (перший, другий, третій) і положення ряду (передні ряди, середні ряди, задні ряди) [1].

Для двовимірної моделі безперешкодної видимості, коли підйом рядів відбувається по кривій найменшого підйому, висота y_i монокулярного ока глядача i-го ряду визначається за рекурентною формулою [3]

$$y_i = (y_{i-1} + C_0 - Y_f)(x_1 + d(i-1))/(x_1 + d(i-2)) + Y_f, \quad i = 2,3,\ldots, n, \qquad (1)$$

або за формулою

$$y_i = (x_1 + d(i-1))((y_1 - Y_f)/x_1 + C_0\sum_{i=1}^{i-1}\frac{1}{X_1+d(i-1)}) + Y_f, \; i = 2,3,\ldots, n, \qquad (2)$$

де x_1 – відстань в плані від фокусної точки до спинки крісла першого ряду, d – глибина ряду (відстань між спинками крісел суміжних рядів по горизонталі), C_0 – антропометричне перевищення, Y_f – висота фокусної точки (відстань по вертикалі від рівня підлоги першого ряду до фокуса), i – номер ряду, n – число рядів (висота монокулярного ока глядача першого ряду $y_1 = h$, $h = 1{,}2$ *м*).

В роботі [2], виходячи з рекурентної формули (1), була запропонована формула для визначення перевищення променя зору C, яка сама має рекурентний характер. Проте формула (2) дозволяє зразу визначати висоту монокулярного ока глядача останнього ряду. Для цього її треба переписати для n-го ряду, підставити в неї замість антропометричного перевищення C_0 перевищення променя зору C і виразити його з отриманого рівняння. Для останнього n-го ряду формула (2) набуває вигляду:

$$y_n = (x_1 + d(n-1))((h - Y_f)/x_1 + C\sum_{i=1}^{n-1}\frac{1}{x_1+d(i-1)}) + Y_f, \qquad (3)$$

звідки

$$C = [yn - (x1 + d(n-1))(h - Yf)/x1 - Yf]/[(x1 + d(n-1))\cdot \sum_{i=1}^{n-1}\frac{1}{x_1+d(i-1)}]. \qquad (4)$$

Для залу з такими вихідними даними: $d = 0{,}9$, $n = 30$, $x_1 = 2{,}5$ *м*, $C_0 = 0{,}12$ *м*, $Y_f = 1{,}5$ *м*, $h = 1{,}2$ *м* були обчислені висоти молекулярних очей кожного ряду (рис. 1) при розміщенні рядів по кривій найменшого підйому.

Рис. 1. Монокулярні очі глядачів *y*, гребінка рядів *yct* за їх розміщення по кривій найменшого підйому та фокусна точка Y_f

Як видно з рисунку, висота очей монокулярного ока глядача останнього ряду становить більше *8 м* (*8,03 м*), а підйом підлоги останнього ряду над рівнем підлоги першого ряду – *6,83 м* (на *h = 1,2 м* менше). Якщо в залі з певних причин необхідно мати конкретну висоту монокулярного ока глядача останнього ряду, меншу за вказану вище, то можна обчислити, яким при цьому буде перевищення зору і перевірити, чи буде воно задовольняти нормативним вимогам.

Для ілюстрації залежності зміни перевищення зору від висоти монокулярного ока глядача останнього ряду побудований графік (рис. 2). Розрахунок проводився для таких же вихідних даних, як і в попередньому випадку. Тільки висота монокулярного ока глядача останнього (*30*-го ряду) y_n змінювалась від *1,2 м* до *12 м* через *0,54 м*. Цьому інтервалу відповідала зміна перевищення променя зору *C* від *0,038 м* до *0,168 м* через *0,006 м*. Як видно з рис. 2, залежність є лінійною.

Звернемо увагу, що в нормах проєктування [1] мінімальне перевищення зору *C* у передніх рядах для залів *1*-го, *2*-го та *3*-го рівнів комфорту становить відповідно 0,*010 м*; *0,08 м* та *0,06 м*. У середніх рядах: *0,12 м* для залів усіх трьох рівнів комфорту. У задніх рядах – *0,15 м*; *0,14 м* та *0,12 м*. Отже, мінімальне нормативне перевищення променя зору найчастіше є меншим за антропометричне перевищення C_0. Це означає, що насправді проєктується не безперешкодна видимість, а видимість із затулянням. А збільшення мінімального перевищення променя зору для задніх рядів пояснюється тим, що у дальніх рядах виникає більше за площею затуляння, аніж у передніх і середніх [3].

Рис. 2. Залежність перевищення променя зору *Per* від висоти монокулярного ока глядача останнього ряду *YNN* над рівнем підлоги глядача першого ряду

Таким чином, використання формули (4) дає проєктувальнику інструмент для визначення фактичного перевищення променя зору, якщо висота монокулярного ока глядача останнього ряду регламентована.

Література

1. ДБН В.2.2- 16-2019 Культурно-видовищні та дозвіллєві заклади. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 93 с.

2. Пугачов Є. В. Визначення перевищення променя зору при заданій висоті підлоги останнього ряду місць. Технічна естетика і дизайн. 2010. Вип. 7. С. 36-40.

3. Пугачов Є. В., Зданевич В.А, Кундрат Т. М., Літніцький С. І. Зорове сприйняття, видимість та оцінка затуляння в будівлях і спорудах для глядачів. Рівне: Волинські обереги, 2023. 348 с.

УДК 631.171: 633.63

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФІЛЮ БОРОЗНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІАМЕТРА ТА КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО ДИСКА

Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О.М., Лазарчук- Воробйова Ю.В.

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Популярність ґрунтообробних дисків обумовлена сучасними прогресивними тенденціями щодо мінімалізації обробітку землі. Порівняно з полицевими робочими органами та стрілчастими лапами диски реалізують суттєве зменшення енергетичних витрат, покращують кришення грунту та сприяють збереженню вологи. У публікаціях [1-3] відмічається, що продуктивними засобами для комп'ютерного моделювання, проєктування, виготовлення та експлуатації ґрунтообробних дисків можуть бути інтегровані системи CAD/CAM/CAE/PLM (Computer-Aided Design, Computer-Aided Manufacturing, Computer-Aided Engineering, Product Lifecycle Management) та акцентується фундаментальна роль геометричних моделей, однак за умови напрацювання належних математичних залежностей. Зокрема, у [3] авторами запропоновано нову комплексну концепцію управлінням життєвим циклом складних технічних систем, яка спирається на вже відомі інженерні методології. Це також актуально для вирішення проблем сільськогосподарського виробництва. Певні елементи популярних нині комп'ютерних моделей, які в динаміці відображують різноманітні процеси, виконані за участю авторів у публікації [4], присвяченій комп'ютерному варіантному геометричному моделюванню плугів.

Відомо, що до недавнього часу базовим компонентом дискових лущильників чи борін була батарея, що містить закріплений на рамі в підшипникових опорах вал, на якому рівномірно розташовані диски з можливістю спільного регулювання кута атаки. Головний недолік зазначеної схеми компонування полягає в тому, що через відносно велику довжину вала недостатньо добре копіюються нерівності поверхні поля, що призводить до забивань окремих дисків, і, як наслідок, до скручування та поломок валів і відказів у роботі всієї батареї. Наразі виробляються диски з підпруженими стояками, які індивідуально, а не на спільному валу, кріпляться до рами машини. Вони точніше копіюють мікрорельєф поля, чим запобігаються забивання робочих органів грунтообробного знаряддя та зменшується кількість простоїв агрегату. Зазначені прогресивні конструктивні аспекти обумовлюють потребу напрацювання належних нових математичних моделей, які становлять основу для подальшого ефективного комп'ютерного відтворення досліджуваних технологічних процесів.

Під час експлуатації у ґрунті утворюється борозна з гребенями висотою c, яка залежить від діаметра D дисків та кутів їхнього встановлення (α – атаки, β – відхилення від вертикалі). На схемі формування дискової борозни (рис. 1)

застосовано наступні позначення: v – вектор швидкості знаряддя; a – глибина обробітку; Dc – хорда диска, яка відповідає c; b_c – ширина захвату; b та l – параметри, що визначають відстань між дисками.

Згідно з агротехнічними вимогами висота гребенів не повинна перевищувати половини глибини обробітку, тобто

$$c < 0.5\,a. \tag{1}$$

Рис. 1. Формування гребінчастої дискової борозни

Як видно з наведеного вище зображення, ширина захвату диска дорівнює відстані між гребенями та обчислюється за формулою

$$b_c = D_c \cdot \sin(\alpha). \tag{2}$$

Зазначимо, що збільшення параметра *l* зменшує висоту гребенів, а зростання дистанції *b* – навпаки. Для збереження висоти *c* необхідно забезпечити сталим

$$b_c = b \cdot \cos(\alpha) - l \cdot \sin(\alpha), \tag{3}$$

тобто від'ємне значення l·sin(α) компенсується збільшенням величини b.

Відстань між осями обертання дисків

$$L = \sqrt{b^2 + l^2}. \tag{4}$$

Співвідношення (3) і (4) широко використовуються під час компонування даних сільськогосподарських знарядь.

З формул (1) … (4) видно, що доволі важливою для якості процесів обробляння ґрунту дисками є величина *c* висоти гребенів. Для її дефініції залежно від діаметра *D* застосовуваного диска, кутів його встановлення α та β визначимо відповідну математичну модель профілю борозни.

Використовуватимемо прямокутну декартову систему координат *Oxyz* (рис. 2), абсциса *x* якої протилежна швидкості *v* знаряддя, площина *Oxy* горизонтальна, апліката *z* вертикальна.

Рис. 2. Зовнішнє коло диска діаметром *D* з центром у початку системи координат *Oxyz*

Рівняння нижньої частини розташованого у площині *Oxz* кола з параметром у вигляді кута *u*, який відраховується від осі *x* протилежно годинниковій стрілці, має вигляд

$$x = \frac{D}{2}\cos(u),\ \ y = 0,\ \ z = -\frac{D}{2}\sin(u),\quad u \in [0^0, 180^0]. \tag{5}$$

Виконавши на підставі рис.1 поворот дуги (5) та системи координат *Oxyz* на кут атаки α навколо осі *z*, отримаємо зображення (рис. 3), де штриховою лінією показано нове положення даної дуги. Її аналітичне визначення в новій системі координат не змінилося.

a *b*

Рис. 3. Поворот нижньої дуги диска та системи координат *Oxyz* на кут α: *a* – вид зверху; *b* – аксонометричний вид

Здійснимо далі поворот цієї дуги на кут β навколо осі *x* у поточній системі координат (рис. 4) з використанням матриць перетворень, визначених в однорідних координатах.

Рис. 4. Поворот дуги диска на кут β

Подальші теоретичні дослідження, що визначають профіль борозни в залежності від діаметра D диска, його кутів атаки α, β відхилення від вертикалі та максимально можливої глибини обробітку c викладені у статті авторів [5]. Тут приведемо деякі конкретні приклади практичного застосування запропонованого математичного апарату.

На рис. 5 показано профілі борозни з використанням значень D=700 мм, c=50 мм, β=(15^0, 30^0), α=(30^0, 40^0, 50^0). За допомогою залежності висоти c_β гребня, яка відповідає куту β та дещо менша висоти c при нульовій величині останнього. У розглянутій моделі величини D_c і u_{min} становлять інваріанти по відношенню до застосування кутів α та β.

Рис. 5. Профілі борозни диска діаметром D=700 мм

Легко бачити, що при нульовому β профіль борозни має вертикальну вісь симетрії. Інакше останній стає пологішим у напрямі нахилу диска та дещо крутішим з протилежної сторони. Підвищення кута атаки α збільшує ширину захвату диска. Максимальна висота гребенів зменшується зі зростанням β.

Висновки. Запропоновано математичний апарат для аналітичного визначення профілю борозни з урахуванням особливостей конструювання сучасних грунтообробних знарядь дискового типу, що підвищує показники якості виконання технологічного процесу поверхневого обробітку грунту.

Перспективами подальших наукових досліджень з окресленої тематики може бути уточнення отриманих результатів шляхом їхнього корегування в залежності від наявних конкретних обставин використання. Це стосується, зокрема, типу ґрунту, його фізико-хімічного стану, швидкості обробітку тощо. Доречним є проведення потрібних натурних польових експериментів, їхня систематизація, оцінка відхилень від теоретичних профілів, напрацювання необхідних рекомендацій для безпосереднього практичного застосування.

Наведені аспекти становлять певні елементи популярних нині комп'ютерних моделей, які в динаміці відображають різноманітні процеси. Це сприяє належному вивченню останніх. Зазначені факти також актуальні і для сільськогосподарського виробництва.

Таким чином, поданий підхід стосовно геометричного моделювання профілів дискової борозни не тільки актуальний в нинішніх умовах у теоретичному і практичному плані, а й має гарні перспективи свого подальшого розвитку.

Література

1. Eltaief, A., Amor, S., Louhichi, B., Alrasheedi, N., Seibi, A. (2024). Automated assessment tool for 3D computer-aided design models. Applied Sciences, Vol. 14(11), 4578. https://doi.org/10.3390/app14114578

2. Ramnath, S., Witek, K., Shah, J., Detwiler, D. (2025). An approach for integrating analytical and experiential knowledge for structural Design. Computer-Aided Design & Applications, Vol. 22(1), pp. 42–67. 10.14733/cadaps.2025.42-67

3. Kozma, D., Varga, P., Larrinaga, F. (2021). System of systems lifecycle management – a new concept based on process engineering methodologies. Applied Sciences, Vol. 11(8), 3386. https://doi.org/10.3390/app11083386

4. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), Vol. 11(1), pp. E9–E18. https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2

5. Yablonskyi P., Rogovskii I., Virchenko G., Borek K., Volokha M., Golova O. (2025). Geometric modeling of disc furrow profile. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 12(1), pp. E1–E8. https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).e1

УДК 514.18

ШВИДКИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНІ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ НА РІВЕНЬ ТРАНСМІСІЙНИХ ТЕПЛОВТРАТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ

Мартинов В.Л., Мартинюк О.Л., Стаднійчук Д.М.

Київський національний університет будівництва і архітектури

На сьогодні проблема підвищення енергоефективності зелених будівель та скорочення трансмісійних витрат та при проєктуванні може бути досягнута за рахунок оптимізації форми будівлі, зменшення тепловтрат через теплоізоляційну оболонку (зокрема через стіни, вікна та дахи) та інше, застосування ефективних систем опалення та вентиляції, а також використання відновлюваних джерел енергії.

Зменшення трансмісійних витрат через теплоізоляційну оболонку може бути досягнуто за рахунок використання раціональної форми будівлі. Раціональна форма, сприяє мінімізації зовнішніх поверхонь, дозволяє зменшувати енергоспоживання, покращувати теплоізоляцію та зменшувати потребу в додаткових енергетичних витратах для опалення та охолодження.

Рис. 1. Зелені будівлі різної геометричної форми

Проектувальнику зелених будівель потрібен швидкий спосіб визначення скорочення тепловтрат при зміні геометричної форми будівлі.

Мета. Запропонувати спосіб швидкого визначення рівня трансмісійних витрат при зміні геометричної форми зеленої будівлі.

Основна частина. Попередньо, проведено дослідження [1], та визначено що на трансмісійні тепловтрати впливають чинники, що пов'язні з геометричними параметрами будівель. Один із них геометрична форма будівлі.

Проведено дослідження та визначено компактність різних геометричних форм будівель. Визначено переводні коефіцієнти K_{112} зміни трансмісійних тепловтрат за умови зміни геометричної форми будівлі.

Трансмісійні тепловтрати $Q_{тр}$ після зміни форми визначаються за формулою

$$Qтр = Qтр\ існ\ K112 \qquad (1)$$

де

$Q_{тр}$ – трансмісійні тепловтрати будівлі після зміни геометричної форми;

$Q_{тр\ існ}$ –існуючі трансмісійні тепловтрати будівлі до зміни геометричної форми;

K_{112} – коефіцієнт зміни транмісійних тепловтрат при зміні геометричної форми при проєктуванні.

$$K_{112} = \Lambda_{нов} / \Lambda_{існ} \qquad (2)$$

де

$\Lambda_{нов}$ – коефіцієнт компактності геометричної форми будівлі після перетворення;

$\Lambda_{існ}$ – існуючий коефіцієнт компактності геометричної форми будівлі до перетворення.

Коефіцієнти K_{112} зміни трансмісійних витрат будівель зведено до таблиці на рис. 3.

Рис. 2. Варіанти перетворення геометричної форми зелених будівель

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		куб л=6	куля л=4.84	прямокутний паралелепіпед л=6.69	циліндр л=5.86	піраміда л=6.73	півкуля л=5.74	півциліндр л=6.106	призма (основа шестикутник) л=5.72	призма (трик. основа) л=6.56	призма (основа пятикутник) л=5.905
1	куб л=6		1,240	1,120	0,980	0,892	0,957	0,917	0,950	0,915	1,016
			0,807	0,886	1,023	1,120	1,045	1,017	1,048	1,093	0,984
2	куля л=4.84	0,807		0,723	0,826	0,719	0,843	0,792	0,846	0,730	0,819
		1,240		1,380	1,210	1,390	1,190	1,261	1,180	1,370	1,220
3	прямокутний паралелепіпед л=6.69	0,886	1,120		1,142	0,994	1,165	1,100	1,170	1,020	1,136
		1,120	0,893		0,876	1,006	0,858	0,909	0,855	0,980	0,880
4	циліндр л=5.86	1,023	1,210	0,880		0,870	1,020	0,960	1,025	0,890	0,990
		0,980	0,826	1,136		1,149	0,980	1,042	0,976	1,124	1,010
5	піраміда л=6.73	1,120	1,390	1,010	1,148		1,172	1,100	1,180	1,025	1,139
		0,892	0,719	0,990	0,871		0,853	0,909	0,847	0,976	0,878
6	півкуля л=5.74	1,045	1,190	0,858	0,980	0,850		0,940	1,003	0,875	0,972
		0,957	0,840	1,166	1,020	1,176		1,064	0,997	1,143	1,029
7	півциліндр л=6.106	1,017	1,261	0,912	1,041	0,907	1,064		1,067	0,930	1,034
		0,917	0,793	1,096	0,961	1,103	0,940		0,937	1,075	0,967
8	призма (основа шестикутник) л= 5.72	1,048	1,180	0,855	0,976	0,850	0,997	0,936		0,873	0,968
		0,950	0,847	1,170	1,025	1,176	1,003	1,068		1,146	1,033
9	призма (основа трикутник) л=6.56	1,093	0,738	0,980	1,190	1,031	1,142	1,073	1,146		1,100
		0,915	1,355	1,020	0,840	0,970	0,876	0,932	0,873		0,909
10	призма (основа багатокутник) л=5.905	0,984	1,220	0,880	1,010	0,878	1,029	0,967	1,033	0,909	
		1,016	0,820	1,136	0,990	1,139	0,972	1,034	0,968	1,100	

Рис. 3. Таблиця переводних коефіцієнтів K_{112} трансмісійних тепловтрат при зміні геометричної форми будівлі

Висновок. Проведено дослідження, запропоновано спосіб швидкого визначення зміни рівня трансмісійних витрат при зміні геометричної форми, та підвищення енергоефективності за рахунок використання раціональної геометричної форми зеленої будівлі. Визначено вагові коефіцієнти для визначення рівня перетворення трансмісійних тепловтрат при зміні геометричної форми. Результати дослідження можуть бути використані проєктувальниками, студентами при розробці проєктів енергоефективних зелених будівель.

Література

1. Мартинов В.Л., Мартинюк О.Л., Поляк Ю.Ю., Банний Т.А. Структурізація заходів щодо зменшення енергоспоживання зелених будівель з елементами оптимізації геометричних параметрів // Прикладна геометрія та інженерна графіка міжвід. науково-техніч. збірник. Вип. 107. К.: КНУБА, 2024. С. 90–95.

УДК 004.925.8; 514.8

ВИКОРИСТАННЯ НОРМАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОВИМІРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МНОЖИН

Шоман О.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Моделювання геометричних об'єктів на площині і в просторі є широким поняттям і охоплює методи і способи прикладної геометрії, комп'ютерної графіки. Необхідність такого моделювання, як правило, походить з практичної проблеми. Залежно від її сутності пропонується розробка, удосконалення або застосування існуючих методів формоутворення геометричних об'єктів. Метод на основі нормальних функцій спрямований на опис і візуалізацію паралельних геометричних об'єктів. Саме використання нормальних рівнянь позбавляє результати моделювання певних недоліків, наприклад, в задачах інтерполяції.

Академік В. Л. Рвачов ввів базові означення. Кресленик функції F(x, y) – геометричний об'єкт L, який складається з тих точок площини z = 0, для яких f(x, y) = 0. Функцію F(x, y) подано у нормальному вигляді тоді, коли виконується тотожність $f(x_a, y_a) = \rho(L, A)$, де ρ(L, A) – найкоротша відстань між креслеником L і точкою A. Кресленик функції F можна трактувати як множину точок, спільних для координатної площини і графіка функції F. Математичне поняття «кресленик функції» є узагальненням понять «точка», «крива», «ділянка координатної площини» тощо. Введено також поняття R-диз'юнкції, R-кон'юнкції та ін.

Професор Л. М. Куценко і його учні розробили методи і способи моделювання сімей паралельних ліній G_t до геометричних об'єктів G_0, які належать до вказаного вище класу і які є саме креслениками функцій виду F(x, y). У тривимірному просторі графіком G нормальної функції z = F(x, y) є поверхня однакового нахилу з кутом нахилу 45°. Геометрична інтерпретація алгоритму опису паралельних ліній за допомогою рівнянь полягає в описі сім'ї паралельних ліній, який (опис) слід шукати серед рівнянь вигляду t = F(x, y), де функція F вибирається з урахуванням геометричної форми G_0, а також з урахуванням необхідних властивостей паралельності ліній рівня її графіка. Графік згаданої функції F повинен збігатися з поверхнею однакового нахилу.

Відомі аналітичні методи побудови нормальної функції для певного кресленика не є універсальними. Твердженню теореми В. Л. Рвачова про те, що R-кон'юнкція $f = f_1 \wedge f_2$ буде нормальною функцією для кресленика $L = L_1 \cup L_2$, немає двоїстого твердження. Тому в практиці моделювання використовують так звані «штучні прийоми» побудови нормальних функцій.

Література

1. Куценко Л.М., Шоман О.В. Геометричне моделювання об'єктів, явищ і процесів : навч. посіб. / за ред. О. В. Шоман. Харків : ПП «Технологічний центр», 2023. 246 с.

УДК 004.925.8; 514.8

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКЦІЙНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО КОДУ

Даниленко В.Я.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Встановлення того чи іншого геометричного коду – проєкційного апарата – дозволяє одержати певний вид проєкційних зображень як на поверхнях простору (на картинах), так і в шарах простору (в рельєфах). Специфіка рельєфних зображень полягає в тому, що просторові об'єкти відображуються знову ж таки в просторі, хоча й зі зміною відносних розмірів.

Іншими словами, просторові об'єкти відображуються в шар простору – і навпаки. Це надає можливість одержувати рельєфні зображення різних типів: еліптичного $Ф_е$; параболічного $Ф_п$; гіперболічного $Ф_г$. Під час зорового аналізу просторових об'єктів виникає необхідність у використанні циліндричного, конічного та сферичного рельєфів. Відомо, що суттєвою складовою оглядовості просторових об'єктів із кабін транспортних засобів є забезпечення оператора компонентами зорової інформації. Для формування цих компонентів важливим стає використання зображень в шарах простору, тобто в панорамних (кругових) рельєфах.

Геометричні поняття часто визначаються наявністю геометричних властивостей, що залишаються незмінними при тих чи інших перетвореннях, і наявністю властивостей, які цими перетвореннями порушуються. Щодо проєктивної геометрії, то вона вивчає властивості, які залишаються незмінними при проєктивних перетвореннях. Такими є, наприклад, прямолінійність, подвійне відношення чотирьох точок однієї прямої та ін. Відомо, що при проєктивних перетвореннях змінюються не тільки довжини та кути, але навіть паралельні прямі можуть перейти в перетинні.

Своєрідними виглядають стосунки між перетвореннями тривимірного R^3 та двовимірного (картинна поверхня) R^2 просторів, а також відносини між елементами тривимірного простору та шарами цього ж простору (рельєфами). Рельєф – частина простору R^3, яку пропонується визначати $R^{3'}$. При побудові кругових рельєфних панорам в просторі, обмеженому циліндричними, конічними або сферичними поверхнями, використовуються центральні відображення. Об'єднуючими ці види рельєфів є аналогічні для всіх трьох видів відображення Ф в площинах П, перпендикулярних до осей симетрії названих поверхонь.

Щодо практичної сторони використання панорамних рельєфів, то ефективним може виглядати формування картин оглядовості зовнішнього простору з місць водіїв транспортних засобів (операторів), а також з місць пасажирів (рис. 1, а, б).

а

б

Рис. 1. Зорове сприйняття оточуючого простору:
а – водіями, *б* – пасажирами

Зазвичай геометричний факт можна викладати і за методом координат, і без допомоги цього методу. Для вивчення фактів не обов’язково дотримуватись одного якого-небудь методу – щоразу слід обирати той спосіб, який у певний момент є найзручнішим і швидше приводить до мети. Історія досліджень панорамних рельєфів демонструє використання можливостей синтетичного і аналітичного підходів до розгляду особливостей того чи іншого типу рельєфів. Ускладнення задач проєктування технічних об’єктів активізує розвиток способів об’ємно-графічного моделювання. Однією з суттєвих проблем проєктування транспортних засобів є визначення оптимальної оглядовості придорожнього простору водіями і пасажирами. Для цього існує низка способів: графічні, електрографічні, фотографічні та ін. Спільним недоліком названих способів є те, що вони можуть застосовуватися тільки в період експлуатації машини і не можуть бути використані повною мірою на стадії проєктування. Зазначеного недоліку допомагають позбутися панорамні рельєфи. Вони дозволяють визначати оглядовість машин і автомобільних доріг на основі графічних та аналітичних проєктних даних.

УДК 669.18

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

Похиленко Г.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для підвищення технологічних властивостей фрезерних верстатів в сучасних умовах розвитку машинобудування використовують технології 5-осьової обробки з ЧПК, використання оброблюваних центрів з цифровим комп'ютерним керуванням для позиціонування або синхронізації деталі за 5 різними осями щоб забезпечити легкий доступ ріжучих інструментів до поверхонь, які оброблюються.

Стандартне 3-осьове фрезерування виконується на осях X, Y та Z. Ці три осі є напрямками, у яких може рухатися шпиндель або деталь, залежно від машини:

Вісь X: зліва направо, вісь Y: вперед-назад, вісь Z: вгору-вниз.

Використовуючи всі три осі одночасно, верстат може обробляти поверхні для створення різних тривимірних об'єктів. Це найбільш корисно в ситуаціях, коли деталь не потребує вдосконаленого закріплення, не має глибоких або вузьких порожнин і може бути оброблена за допомогою однієї установки. Для складніших деталей краща 5-осьова обробка.

На додаток до традиційних трьох осей, 5-осьова обробка також використовує дві поворотні осі: A, B та/або C.

Вісь A: обертання навколо осі X, вісь B: обертання навколо осі Y, вісь C: обертання навколо осі Z (рис.1.).

а б

Рис. 1. Схема компоновки 5-осьового верстата

Це дозволяє обробляти заготовку з використанням трьох основних осей – X, Y і Z , а також двома додатковими обертовими осями (A і C або B і C) (рис.1., а). Керування рухом заготовки з використанням кілька осей дає ріжучому інструменту гнучкість переміщення у кількох напрямках. Тому ріжучий інструмент може обробляти поверхні під різними кутами при використанні стандартних ріжучих інструментів в широкому діапазоні форм і розмірів.

Існують різні компоновки багато осьових фрезерних верстатів.

У версії з 3+2 осями можна одночасно керувати будь-якими 3 осями, тоді як інші 2 осі використовуються для позиціонування деталі (рис.1., а).

Можна використовувати X, Z, C разом, тоді як осі Y і A використовуються для позиціонування.

Можна використовувати Y, Z, A разом, тоді як X & C використовуються для позиціонування.

Для версій з 4+1 осями можна одночасно керувати будь-якою з 4 осей, тоді як інша 1 вісь використовується для позиціонування (рис.1., б):

Можна використовувати X, Z, A, C разом, тоді як Y використовується для позиціонування.

Можна використовувати X, Y, Z, A разом, тоді як C використовується для позиціонування.

У повній 5-осьовій версії можна одночасно керувати всіма 3-осьовими (лінійними) і 2-осьовими (обертальними).

У цій версії осі налаштовані на 3 лінійні осі (зазвичай називаються X, Y і Z) і дві осі обертання (зазвичай називаються A і C). Вісь A є віссю нахилу, а вісь C — віссю обертання. У такій конфігурації зазвичай буде поверхня столу, на якій кріпиться заготовка.

Для 5-осьових верстатів з ЧПК із цапфовим столом стіл надає інструменту дві осі обертання:

Вісь A – поворот (нахил) поверхні столу в бік оператора або від оператора (нахил поверхні столу вліво або вправо з точки зору оператора).

Залежно від моделі стола можна досягти широкого діапазону кутів нахилу. Столи з ширшим діапазоном нахилу +/- 120° є використовуються рідко. У деяких моделях стіл встановлюється вздовж від оператора та забезпечує діапазон нахилу +30° вправо та -110° при нахилі вліво.

Вісь C – верхня поверхня столу (деталь встановлена на ній) обертається ліворуч (за годинниковою стрілкою) або праворуч (проти годинникової стрілки) на 360°, забезпечуючи повне коло без необхідності повертатися в нульове положення. Це дозволяє позиціонувати деталь у будь-якому необхідному положенні обертання. 3-лінійна вісь забезпечує можливість позиціонування лінійного руху в необхідному положенні. Вісь нахилу забезпечує кути необхідного нахиленого положення.

Разом із 3 лінійними вісями (X, Y і Z) і обертовими віссю A і C 5-осьових верстатів деталлю, що підлягає обробці, можна маневрувати та переміщати до найбільш ідеальних кутів і положень для різання.

УДК 636.083.45:62-192

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ-КОРМОРОЗДАВАЧІВ

Новицький А.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Нові наукові та практичні підходи в тваринницькій галузі використовують досягнення Індустрії 4.0 та IoT технологій, охоплюють соціально-економічні, технологічні, технічні та логістичні аспекти [1]. Сучасні тенденції розвитку тваринництва передбачають використання змішувачів-кормороздавачів, які виготовляються світовими лідерами в галузі сільськогосподарського машинобудування [2].

Значну частину сектору машин для приготування і роздавання кормів в України займає фірма KUHN, яка пропонує змішувачі-кормороздавачі модельного ряду PROFILE, включаючи PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS. Ефективність використання та надійність змішувачів-кормороздавачів визначається рівнем їх справності та працездатності як складних технічних систем [3, 4].

Реалізація проблеми забезпечення ремонтопридатності пов’язана з особливостями та складністю дизайну змішувачів-кормороздавачів, умовами їх введення в експлуатацію та використання, впливу вібрації та старіння матеріалів, наявності абразивного середовища та сторонніх предметів. Значне місце в процесі досліджень приділяється вивченню умов експлуатації PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS [2].

Проведеними дослідженнями встановлено, що більшість простоїв змішувачів-кормороздавачів з технічних причин пов’язані з організаційними і плановими заходами технічного обслуговування, усуненням відмов, проведенням ремонтування. Відмічається поява потоку несправностей і потоку відмов, які знижують показники експлуатаційної надійності засобів для приготування і роздавання кормів. Тому виникає необхідність проведення досліджень з визначення деталей і вузлів, які лімітують надійність змішувачів-кормороздавачів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS, а також у розрахунку їх ремонтопридатності.

Було проведено дослідження на ремонтопридатність змішувачів-кормороздавачів в умовах експлуатації за планом випробувань [NMT]. Проведено збирання та обробку вихідної інформації, аналіз емпіричних даних часу усунення відмов 25 змішувачів-кормороздавачів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS компанії KUHN в України. В процесі досліджень було встановлено, що в гарантійний період експлуатації змішувачів-кормороздавачів, їх несправний стан викликаний відмовами другої групи складності.

Сформовано статистичний ряд інформації відмов змішувачів-кормороздавачів та встановлені показники ремонтопридатності PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS [5], які наведені в таблиці.

Таблиць. Показники ремонтопридатності змішувачів-кормороздавачів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS

№ пп	Назва показника	Значення показника
1.	Середній час відновлення працездатності, год.	24,0
2.	Середнє квадратичне відхилення, год.	12,93
3.	Коефіцієнт варіації, год.	0,49
4.	Теоретичний закон розподілу	закон нормального розподілу
5.	Довірчі інтервали: - нижня довірча межа, год.	6,98
	- верхня довірча межа, год.	41,02
	- величина довірчого інтервалу, год.	34,04

За результатами досліджень отримані значення показників ремонтопридатності, запропоновані заходи з підвищення експлуатаційної надійності змішувачів-кормороздавачів. Група компаній KUHN планує впровадження необхідного комплексу програм для безперебійної роботи та оптимальної експлуатації техніки з використанням телеметрії R-Box(CAN).

Оцінка та забезпечення ремонтопридатності передбачає використання резервування змішувачів-кормороздавачів як складних технічних систем, включаючи: обгрунтування кількості та трудомісткості ремонтно-обслуговуючих дій; розрахунок необхідної номенклатури запасних частин; розподіл запасних частин для раціонального на різних рівнях зберігання; формування ремонтно-обслуговуючої бази.

Література

1. Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across animal productions. Sensors, 22(12), article number 4319. doi: 10.3390/s22124319.

2. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskyi, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. Machinery & Energetics, 14(4), 101-110. https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101.

3. Новицький А. В. (2016). Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування складних технічних систем у тваринництві. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. К. Вип. 254, ч. 3. С. 334–338.

4. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloev, I., & Rucins, A. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. In Engineering for rural development (pp. 911-917). Jelgava, Latvia.

5. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskyi, Yu., Kharkovskyi, I., & Antal, M. (2024). Examination of maintainability indicators of feed preparation and distribution products. Machinery & Energetics, 15(4), 47-57. https://doi.org/10.31548 /machinery/4.2024.47.

УДК 621.762.242

КОМПОЗИЦІЙНИЙ ПОРОШКОВИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Денисенко М.І.[1], Дев'ятко О.С.[2]

[1]ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України»

[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для відновлення спрацьованих деталей використовують сучасні способи нанесення покриттів, частіше всього порошкові матеріали, що спряє значному підвищенню довговічності відновлених деталей. У сучасному машинобудуванні регулярно зростають вимоги до фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів. Зміцнення легуванням поверхні тертя, як метод підвищення фізико-механічних властивостей давно вичерпав себе. Одним із шляхів вирішення даної проблеми являється створення композиційних матеріалів, що відповідають більшості сучасних вимог.

Умови експлуатації сучасної техніки обумовлюють жорсткі вимоги до матеріалів, котрі повинні забезпечувати міцність конструкції за мінімальної маси і габаритів, надійність та довготривалий ресурс за впливу змінних і значних силових навантажень, корозійно - активних середовищ, корпускулярних, електромагнітних випромінювань. Велике значення для сільськогосподарського і загального машинобудування становить відновлення та зміцнення спрацьованих деталей, що дозволяє підвищити ефективність і надійність їх за наступної технічної експлуатації.

Щоби продовжити терміни служби деталей, використовуються різноманітні способи відновлення зношеного шару – напилювання, наплавлення або термічне нанесення покриттів. Покриття – штучно сформований на поверхні деталей шар, що відрізняється від матеріалу основи за складом і фізико-механічними властивостями. Одним з перспективних напрямків сучасного матеріалознавства являється створення композиційних матеріалів системи «метал – інтерметалід». Активно досліджуються матеріали на основі інтерметалідів між титаном і алюмінієм, залізом і алюмінієм, нікелем і алюмінієм, ніобієм і алюмінієм. Композиційні матеріали системи титан - алюміній мають високу питому міцність, позитивні антикорозійні властивості і високу жароміцність. Композиційні покриття першого покоління використовували однокомпонентні шари. Серед розроблених композиціних матеріалів і покриттів TiC, TiN, CrN, CrC, Al_2O_3, TiAlN, TiCN, DLC, W_2C, WC|C, MoS_2, алмаз, м'які метали і деякі полімери, хоча експерименти були проведені практично з усіма елементами періодичної системи.

Композиційні матеріали другого покоління включали декілька компонентів і шарів. Композиційні матеріали і покриття третього покоління можуть бути адаптовані до абразивного тертя, високих температур, і поділяються на матеріали з над решітками, градієнтні і нано структуровані.

Покриття з над решітками (розрізняють металеві, нітридні, карбідні, оксидні та змішані – карбідно/нітридні або метало/оксидні над решітки) являються нано розмірними багатошаровими, що складаються з двох типів декількох шарів у діапазоні товщин 5-50 нм. Основна функція таких структур – суттєве підвищення твердості, опір тріщино утворенню і адгезії, тим самим сприяючи зростанню зносостійкості. До четвертої групи композиційних матеріалів належать адаптивні («розумні») покриття і матеріали, котрі мають властивості змінювати свої характеристики під впливом змін зовнішнього середовища, зокрема, температури, контактного тиску.

Наприклад, на сьогодні не відомо, ні одного матеріалу самозмащувального, котрий має стабільні властивості мащення у діапазоні температур від кімнатної до 800°С. Але, недавно розроблена структура, що пошарово комбінує такі покриття як, CaF_2 і WS_2, котрі взаємодіють з утворенням сполуки $CaSO_4$, що мають потрібні трибологічні властивості. Ще однією перевагою матеріалів на основі системи титан-алюміній являється мала вага, що обумовлює перспективи використання у сільськогосподарському машинобудуванні. При цьому важливим питанням являється прогнозування різних характеристик, що дозволяє вибрати оптимальну геометрію композиту.

Найбільш розповсюдженим методом для прогнозування є методи комп'ютерного моделювання, за якого можуть використовуватися різні методи і програмні комплекси, наприклад SolidWorks і ANSYS, MSCNastran, CATIA V5 та інші. На сьогодні розроблено широкий вибір CAD/CAM систем з інтегрованим пакетом прикладних прогам, котрі дозволяють вирішувати завдання статичного, динамічного, лінійного і нелінійного характеру, простих і складних геометричних форм. Для оцінки можливості підвищення пластичності композиційного матеріалу за впливу на нього навантажень згину здійснено комп'ютерне моделювання у програмному комплексі ANSYS.

Змінним параметром при моделюванні була відстань між частками прошарками складових композиційного матеріалу та дисперсність. Відомо також широке використання багатошарових композиційних матеріалів метал неметал – метал (М – НМ – М) на основі сталей у машино-і – приладобудуванні. Як правило, такі листові матеріали складаються з 3 (трьох) шарів: 0,6/0,6/0,6 мм. Представляє інтерес створення подібних багатошарових матеріалів, де в якості металу використовуються алюмінієві сплави. такі листові матеріали можуть бути також 3 – 5 шаровими з різним співвідношенням металу і неметалу.

Сумісно з Клаустальським технічним університетом (Німеччина) була розроблена технологія отримання багатошарових листових заготівок «алюміній – полімер – алюміній» (Al – P – Al) [1,2]. У якості металевих листів використовувалися сплави АМг – 2 (3 мм), і АД0 (0,1 мм), в якості неметалу (ТПО). Відновлення та зміцнення зношених деталей дозволяє підвищити ефективність і надійність за наступної експлуатації, що має велике значення для сільськогосподарського машинобудування. Сошники, робочі органи культиваторів, плугів , садильних та інших машин агропромислового комплексу експлуатуються у різних кліматичних умовах. Тому підвищення ресурсу роботи

деталей, що працюють в умовах абразивного тертя, являється актуальною задачею. Карбід кремнію (SiC) завдяки своєї доступності і невеликої вартості по відношенню до інших неметалевих матеріалів привертає увагу дослідників і матеріалознавців. За міцністю і твердістю він поступається тільки алмазу, тому використовується у техніці як ріжучий і абразивний інструмент.

Запропоновано композиційний матеріал (КМ) на основі карбіду хрому (карбіду кремнію) для відновлення (або зміцнення) робочих органів машин для тваринництва і кормо виробництва, і робочих органів ґрунтообробних машин. Схема шарів експериментального композиційного матеріалу наведена на рис. 1.

Рис. 1. Схема будови експериментального композиційного матеріалу:
а – вихідні карбідні частинки, б – первинні (евтектичні) карбідні частинки, в – вторинні карбідні частинки у об’ємі зерна.

На основі вивчення закономірностей спрямованого трибосинтезу вторинних структурних фаз отримано нові композиційні триботехнічні матеріали на основі карбіду хрому, залізного порошку з антифрикційною домішкою (порошок міді – ПМС – Н) для екстремальних умов експлуатації (вакуум, абразивне середовище, відсутність мащення, високі навантаження та температури).

Висновок. Розроблено та виготовлено композиційні порошкові матеріли для сільськогосподарського машинобудування на основі карбіду хрому, міді та залізного порошку. Відстань між зернами карбіду хрому у структурі (КМ) дорівнює лінійній залежності від їх діаметру.

Література

1. Palkowski, H. Lange, G. Austenenetic Sandwich Materials in the Focus of Research 2nd Int. Conf Deformation Processing and Structure in Materials 2005; Belgrad, 25.

УДК 621.9.048

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Черниш О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета дослідження. Обґрунтувати алгоритм розрахунку кінематичних параметрів моделі багатоланкової маніпуляційної робототехнічної системи на основі матричного методу приєднаних координат.

Результати досліджень. Питання розробки і створення прикладних методів розрахунку у програмному середовищі відповідно до конкретних поставлених умов на сьогоднішній день досить актуальні. Для створення алгоритму таких обрахунків можна залучити, як загальновідомі програмні пакети MathCAD, MATLAB, Maple, так і інші спеціалізовані програмні комплекси.

У цілому вибір методів і засобів програмування і розрахунку кінематичних параметрів робототехнічних систем мають місце для більшості сучасних технологічних процесів. При цьому разом із задачами забезпечення точності і швидкості позиціювання і переміщення робочих органів руху робототехнічних систем, підвищення якісних показників існує також актуальна задача оптимізації. Ці задачі можна розв’язати шляхом розробки і створення більш ефективних і точних алгоритмів керування маніпуляційними робототехнічними системами.

Доцільність та ефективність застосування матричного підходу в задачах створення алгоритмів розрахунку кінематичних параметрів багатоланкових маніпуляційних робототехнічних систем полягає в тому, що тут застосовується послідовне перетворення координат при переході від однієї ланки до наступної. При цьому процес переходу складається з послідовного набору матриць перетворення, які зв’язані з системами координат ланок кінематичного ланцюга механізму робототехнічної системи. Кожна система координат кінематичного ланцюга формується за методом Денавіта-Хартенберга послідовної побудови систем координат із формуванням однорідних матриць перетворення.

Використовуючи такі матриці перетворення, можна отримати зв’язок між координатами P_i будь-якої точки *P* *i*-ї ланки маніпуляційної робототехнічної системи у системі відліку, що рухомо з’єднана із суміжною (*i-1*)-ю ланкою:

$$\bar{P}_{i-1} = {}^{i-1}A_i \cdot \bar{P}_i,$$

де ${}^{i-1}A_i$ – матриця елементарного перетворення для суміжних систем координат; $\bar{P}_{i-1}$, $\bar{P}_i$ – вектори положення довільної точки *P* для суміжних систем координат.

Це дозволяє описати положення кожної ланки відносно положення попередньої ланки системи.

Добуток матриць утворює однорідну матрицю складного перетворення:

$${}^{i-1}A_i = T_{Z,d_i} \cdot T_{Z,\theta_i} \cdot T_{X,a_i} \cdot T_{X,\alpha_i},$$

де ${}^{i-1}A_i$ – ДХ-матриця складного перетворення для суміжних систем координат, a_i, α_i, d_i, Θ_i – чотири геометричні параметри кінематичного ланцюга, що описують зв'язок між суміжними системами координат.

При цьому матриця координат точки *P* в (*i-1*)-й системі відліку, зв'язаною з (*i-1*)-ю ланкою може бути представлена у вигляді $P_{i-1} = (X_{i-1}, Y_{i-1}, Z_{i-1}, 1)^T$, а матриця координат точки *P* в *i*-й системі відліку, зв'язаною з *i*-ю ланкою – у вигляді $P_i = (X_i, Y_i, Z_i, 1)^T$, а однорідна матриця ${}^0T_i$, що визначає положення *i*-ї системи координат відносно базової, являє собою добуток послідовності однорідних матриць перетворення:

$$ {}^0T_i = {}^0A_1 \cdot {}^1A_2 \cdot \ldots \cdot {}^{i-1}A_i = \prod_{i=1}^{n} {}^{i-1}A_i = \begin{bmatrix} X_i & Y_i & Z_i & P_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} {}^0R_i & {}^0P_i \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \qquad i = 1,2,\ldots,n $$

де ${}^0R_i$ – матриця, що визначає орієнтацію і-ї системи координат по відношенню до базової; ${}^0P_i$ – величина вектора, що з'єднує початок базової і і-ї системи координат.

Тоді процес визначення положення і орієнтації робочого органу робототехнічної маніпуляційної системи щодо абсолютної системи координат, тобто параметрів матриці, представляє собою послідовність наступних множників:

$$ T = {}^0A_1 \cdot {}^1A_2 \cdot \ldots \cdot {}^{n-1}A_n = \prod_{i=1}^{n} {}^{i-1}A_i, \qquad i = 1,2,\ldots,n, $$

де n – число ланок кінематичного ланцюга маніпуляційної робототехнічної системи.

В результаті задані закони руху ланок робота можна визначити певним добутком однорідних матриць перетворення при переході від рухомих систем координат ланок до абсолютної. У своїй визначеній послідовності набір таких добутків складають алгоритм аналітичних розрахунків. У свою чергу параметри швидкості і прискорення будуть похідними від знайдених параметрів переміщення за часом.

Теоретичні дослідження проводились на базі елементарної моделі механізму триланкового маніпулятора робота із застосуванням програмного пакету MathCAD.

Висновки. За допомогою проведених аналітичних досліджень розв'язана задача розрахунку кінематичних параметрів робототехнічної маніпуляційної системи, визначені координати і орієнтація робочого органу відносно абсолютної системи координат.

Перевірка алгоритму підтвердила правильність програмних розрахунків, які спрощують і прискорюють процес отримання даних та дають можливість їх застосування для подальшого динамічного аналізу і керування механізмом маніпуляційної системи робота.

УДК 631.333

АНАЛІЗ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Ратушний В.В., Онищенко В.Б., Онищенко Б. В., Дворaківський Р.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Насьогодні внесення мінеральних добрив здійснюється як поверхневим, так і внутрішньогрунтовим способами. За даними агротехнічної науки, останній забезпечує найбільшу ефективність підживлення рослин[1].

Одним із факторів, що обмежують ефективність підживлення, є недосконалість способів і технологій внесення мінеральних добрив. Машини з відцентовими розсівальними робочими органами і авіаційні засоби розподіляють добрива по площі поля з нерівномірністю, яка перевищує допустиму в 2 - 3 рази. Тукосуміші, що складаються з частин з різними фізико - механічними характеристиками, при внесенні цими машинами розшаровуються. Це погіршує збалансованість поживних речовин в зоні кореневої системи рослин [2].

Зарубіжна практика, результати багаторічних дослідів і виробничий досвід багатьох сільськогосподарських господарств нашої країни свідчать про доцільність переходу до більш удосконаленої технології-внутрішньогрунтового локального внесення добрив стрічками без попереднього розкидання їх по поверхні поля. Використання такого способу внесення добрив дозволяє підвищити розвиток сільськогосподарських культур. При чому, вартість додаткової продукції багаторазово відшкодовує додаткові затрати на удосконалення робочих органів машин для внесення мінеральних добрив. Слід також врахувати, що внутрішньогрунтовий спосіб внесення знижує забруднення навколишнього середовища.

Крім того, завдяки використанню внутрішньогрунтового внесення добрив замість розкидного внесення поверхневим способом можна зменшити дози основного внесення добрив в 1,5 - 2 раза. Біологічно оптимальні дози добрив при стрічковому внесенні звичайно на 10 - 30% нижчі, а забезпечувані ними максимуми врожаю значно вищі ніж при розкидному внесенні.

Новий спосіб внесення базується на використанні машин, обладнаних спеціальними дозувально-розподільними пристроями та сошниками або лапами для внесення добрив безпосередньо в грунт з концентрованим розміщенням їх на заданій глибині.

При аналізі можливих варіантів конструктивного виконання розподільчих робочих органів виявлено , що рівномірність розподілення добрив можна покращити за рахунок застосування розподільчих робочих органів відцентрового типу , обертовий розподільник з виконаними в його бічній поверхні випускними отворами [1 ,2] .

Рис. 1. Схема відцентрового розподільчого органу:
1- впускне вікно; 2 - корпус; 3 ,12 –випускні вікна; 4- диск; 5 - розподільник повітряного потоку; 6 - пневматичний привод ; 7 – привод розподільника ; 8 – пневмоканали ; 9 – ежектори ; 10 – прийомні горловини відвідних патрубків; 11 - канали транспортуючого робочого органу; 13 – розподільник ; 14 – туконаправитель ; 15 – дозуючий пристрій ; 16 – бункер.

Запропонований робочий орган включає в себе корпус 2 , в основі якого знаходяться рівномірно розташовані по коловій пповерхні приймальні горловини відвідних патрубків 10 . В корпусі 2 встановлений обертовий розподільник 13, виконаний у видгляді стакана , дном якого являється центральна частина диска 4 , далі розміщений привод 7. Над впускним вікном 1 розподільника знаходяться туконаправляч 14, з’єднаний з дозуючим пристроєм 15 бункера 16 . У точці з’єднання розподільника з диском по коловій поверхні розроблені випускні отвори 3 і 12 .

Прийомні горловини відвідних патрубків 10 являються одночасно завантажувальними горловинами ежекторів 9, пов’язаними внутрішніми кінцями з пневмоканалами 8, а зовнішніми – з каналами 11 транспортуючого робочого органу. Пневмоканали з’єднані через розподільник повітря 5 з пневмопри-водом 6 та з джерелом стиснутого повітря [1 ,2] .

Розподільник працює наступним чином. Добрива з бункера 16 подаються дозуючим пристроєм 15 через туконаправляч 14 до впускного вікна 1 розподільника 13 . Після чого гранули добрив під дією відцентрових сил розганя-ються та направляються до випускного вікна 3 і 12, пройшовши які, добрива переміщуються на переферію диска і направляються до прийомних горловин

відвідних патрубків 14. В цей же час розділений розподільником 5 повітряний потік із пневмопривода 6 поступає по пневмоканалам 8 до ежекторів 9 , де захвачує добрива, що опинились в завантажувальних горловинах, і переміщує їх по каналам 11 транспортуючого робочого органу до місця внесення.

Висновки. Найбільш перспективним для використання в багатоканальних пневма-тичних висівних системах із загальним дозуванням мінеральних добрив є розподільні робочі органи активного типу , які забезпечують незалежне розподілення добрив і повітря з подальшим їх переміщенням по горизонтальним каналам транспортуючих робочих органів до місць внесення в ґрунт.

Література

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.-2000.-№3.- С.10-12.

2. Адамчук В.В. Обгрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ‖, -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 631.331

МОДИФІКАЦІЯ БУНКЕРА ПРОТРУЮВАЧА НАСІННЯ С.Г. КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ

Вечера О.М., Теслюк Б.В., Куянов В.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сільськогосподарських машинах, таких, як протруювачі насіння та в інших, потрібне дозування зернистих матеріалів з рівномірним неперервним дозуванням насіння сільськогосподарських культур і робочої рідини, оскільки вони є необхідною передумовою рівномірної обробки насіння препаратом, а отже і досягнення високої ефективності протруювання. Ця операція часто поєднується із одночасним формуванням потоку насіння певної форми та щільності за допомогою проточних дозаторів об’ємного типу, обладнаних пасивними чи активними розподільниками насіння. Продуктивність та рівномірність потоку насіння, що подається такими дозаторами на робочий орган, визначається умовами його витікання з бункера, пропускною здатністю дозуючого отвору, гальмівною дією розподільників та ін. Продуктивність дозаторів з активними розподільниками залежить від частоти обертання розподільника та його конструкції (диск або конус), а дозаторів протруювачів інерційно-фрикційного типу [1], у яких робочий орган одночасно є активним

розподільником насіння – ще й від параметрів бокової поверхні робочого органа та вібраційними процесами протруювача. Згідно з результатами досліджень [2] вплив умов витікання насіння з бункера на рівномірність потоку визначається параметрами випускного отвору, місткості і висотою заповнення її насінням, а також його фізико-механічними властивостями, включаючи тертя.

До чинників, сприяючих зниженню сил сухого тертя, відноситься коливальний рух бункера і зернистого матеріалу, що знаходиться в ньому. Для мобільних машин – це можуть випадкові коливання бункера, обумовлені хитавицею машин або вібраційними коливаннями від працюючих електродвигунів та механічних передач, які передають обертовий момент тощо. Але з метою усунення можливості утворення зведень і здобуття стійкішого і рівносірнішого виділення матеріалу від бункера, спеціальний коливальний рух можна надати бункеру або сипкому матеріалу.

Два основні завдання динаміки зернистих матеріалів (закони виділення і закони розподілу тиску на дно і стінки силосів і бункерів) розглядаються в припущенні існування досить великих коефіцієнтів внутрішнього і зовнішнього тертя зерен.-Между тим, кути тертя в різних сипких матеріалів змінюються в широких межах і можуть бути малими. Можна уявити собі і такий зернистий матеріал, між зернами якого є рідина, наприклад, масляна або інша плівка. У статиці такий матеріал поводитиметься так, як ніби сили зовнішнього і внутреннего тертя практично відсутні.

Ефект дії вібрацій на зернисте середовище зводиться як би до зниження коефіцієнтів тертя. В процесі коливань сили нормального тиску зерен одне до одного, на стінку труби і сили тертя між ними змінюються. В результаті цього сили, недостатні для взаємного відносного зсуву зерен при їх спокої, можуть виявитися достатніми для здійснення переміщень в окремі моменти часу при вібраціях, що негативно впливає на рівномірність процесу протруювання насіння. Загальний ефект від дії вібрацій зводиться, таким чином, до зменшення сил, необхідних для здійснення переміщень, тобто до зменшення коефіцієнта тертя. Таке явище добре відоме в техніці і знаходить практичне вживання, наприклад, при вібраційному зануренні паль.

Метою досліджень є здобуття якісної оцінки впливу вібрацій дозатора бункера на дінаміку зернистого матеріалу, тобто вивчення впливу вібрацій на закони виділення і розподілу тиску в бункері. У основу цієї оцінки покладений ефект зниження кутів тертя при вібраціях. Кількісне дослідження повинне враховувати всі характеристики коливального руху, що здійснюється дозаторо (поступальні коливання в горизонтальному, вертикальному або похилому напрямах; поступальні коливання по кругових або еліптичних траєкторіях і т.п.).

Відповідно до викладеного, можна вважати, що із зростанням інтенсивності (частоти і максимального прискорення) вібрацій ефективні кути тертя знижуються, і в граничному випадку можна уявити собі їх повне зникнення. Це приведе до відповідної зміни коефіцієнтів опору та нормального тиску, що впливає на рівномірність подачі насіння.

У випадку використання активних розподільників (як правило, обертових дисків, конусів тощо) гальмівний опір висипанню насіння з випускної горловини бункера, ці розподільники створюють внаслідок накопичення в зоні під випускною горловиною шару насіння, що не евакуюється з цієї зони активними розподільниками. В цьому випадку причиною зменшення потенційної продуктивності дозатора є неузгодженість конструктивних параметрів дозатора та режимів роботи активного розподільника і випускної горловини. З метою прискорення евакуації насіння із зони сходу його з розподільника в деяких протруювачах (наприклад ПНУ-4) були проби застосовувати додаткові конструктивні елементи – активатори.

В протруювачах інерційно-фрикційного типу, які поєднують дозування, розподілення і обробку насіння рідкими пестицидами одним робочим органом, продуктивність дозатора визначають ті ж фактори, що й в інших проточних дозаторів з активними розподільниками, та ще й параметри бокової конічної поверхні робочого органу [1]. Узгодження дії усіх цих факторів з обов'язковим врахуванням характеристик насіння, що дозується і обробляється, забезпечує надійну роботу протруювача в цілому, яка, очевидно, можлива у випадку, коли насіння з достатньою швидкістю буде рухатися вверх по твірній конічного робочого органа. Ця ж умова є і умовою не гальмування насінням, що знаходиться на робочому органі, насіння, яке надходить від дозатора.

В подальшому поставлена задача створити математичну модель процесу і розрахувати максимальну швидкість висипання з конічного бункера із модифікованим конічним розподільником (вібраційним дозатором). Такий розподільник використовується в модифікованих конструкціях протруювачів типу ПНУ-4, ПНУ-10 і математична модель дасть можливість розрахувати оптимальні параметри бункера відповідно продуктивності робочого органу - камери протруювання для отримання максимальної продуктивності при мінімальній нерівномірності протруювання насіння з врахуванням вібраційних коливань бункера.

Література

1. Тимошенко С.П., Вечера О.М., Тимошенко С.І. Спосіб обробки насіння рідкими препаратами. П. № 96498 А01С 1/08, 2006/01, п.10/11/2011, бюл.№21.
2. Тимошенко С.П., Михайленко М.А. и др. "Разработать рабочие органы протравливателей семян и обосновать их оптимальные параметры". Раздел №2 Отчета по теме №4 НИР УНИИМЭСХ, Глеваха, 1978, 77с.

УДК 631.171

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

Вечера О.М., Теслюк Б.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Використання інформаційних технологій на виробництві і особливо на підприємствах АПК є актуальним для переходу сільського господарства світу на більш продуктивний шлях. Сучасні інформаційні системи, як елементи аграрних технологій, створюються як для отримання так і для зберігання та використання великих обсягів інформації в технологіях підготовки, сівби, догляду за культурами і збору урожайності з метою інтегрованого піходу до виконання кожної технологічної операції.

Ускладнення соціального, економічного та політичного життя, індустріального виробництва і зміна динаміки процесів у всіх сферах діяльності людини давно зумовили зріст знань та стимулювання розвитку нових засобів для задоволення значущих для суспільства інформаційних потреб. Агропромисловий комплекс (АПК) характеризується складністю та комплексністю завдань для вирішення. Для забезпечення мінімальних витрат та оптимізації процесів виробництва сільськогосподарської продукції виникає необхідність використання нових надбань науково-технічного прогресу - переходу до новітніх методів і технологій інформаційного забезпечення та управління сільським господарством і широкого застосування автоматизованих систем керування технікою та інформаційних технологій. У свою чергу стрімкий розвиток інформаційних технологій набуває характеру глобальної інформаційної революції в сільському господарстві, що слугує поштовхом до подальшого розвитку сучасного суспільства, в якому зсув цінностей відбувається саме в бік інформації. Все це призводить до утворення єдиного інформаційного простору всюди, доступ до якого спрощується з розвитком інформаційних технологій (ІТ), систем телекомунікацій та сучасної матеріально-технічної бази.

Інформація в сучаснму світі є одним з найважливіших стратегічних і управлінських ресурсів, її виробництво та споживання складають необхідну основу ефективного функціонування і розвитку різних сфер суспільного життя, в тому числі економіки сільськогосподарського виробництва. Для отримання максимально високого врожаю, інформаці, що складає сукупність багатьох факторів - особливості оброблюваної культури і погодні умови, стан грунту, є центральною ланкою. Точні дані щодо росту та розвитку рослин відіграють важливу роль під час планування, підкормки, поливу та інших технологічгих заходів.

Для отримання якісної цифрової інформації перш за все необхідно проводити збір даних, які є потенційним джерелом такої інформації. Термін

"дані" походить від латинського слова "data" - факт. Дані - це результат фіксації, відображення інформації на якомусь матеріальному носії.

Дані – це відомості, що отримані шляхом виміру або спостереження, логічних або арифметичних операцій і які представлені у формі, що придатна для постійного зберігання і передачі та автоматизованої їх обробки.

Дані слугують лише вихідним матеріалом, аналізуючи який, можна отримати якісну інформаційну продукцію. Проте слід розрізняти дані, як сукупність будь-яких різних відомостей та інформацію, як частину тих чи інших відомостей, корисних за певних умов їх отримання.

Поняття "інформація" має доволі багато тлумачень і визначень. Так, у Законі України "Про інформацію" закріплено право громадян на інформацію та закладені правові основи інформаційної діяльності. Термін “інформація” визначено як "документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються у суспільстві і державі, навколишньому природному середовищі". У різних теоріях і концепціях інформацію визначають з різних сторін, тому що саме через багатогранність це поняття краще за все тлумачити лише в контексті явищ або процесів, що розглядаються в даний момент.

Якщо зупинитись на такому визначенні інформації, яке певною мірою відповідає сутності теми, що вивчається, то інформація це сукупність різноманітних знань і сигналів, відомостей, що є об'єктом збереження та передачі і перетворення.

Залежно від часу запиту і критеріїв, охоплення всіх видів інформації можна класифікувати таким чином:

- ретроспективна, поточна та перспективна;
- нормативна, фактична та додаткова, що є необхідними в плануванні та техніко-економічному обгрунтуванні;
- тематична, галузева, бібліографічна, картографічна, аналітична, довідкова, концептуальна тощо.

Кожен вид інформації має якісно-кількісні характеристики (актуальність та новизна, надійність і обсяг), вартісні виміри і життєвий цикл. Атрибути та аспекти, характерні для інформації, визначають Гужва В.М.[1], В. Ситник [2], розмежовуючи означене поняття.

Властивості, які характерні в управлінській сфері сільського господарства, мають такий вигляд:

- інформація достовірна, якщо вона не спотворює істинного стану справ;
- інформація повна, якщо її кількості достатньо для розуміння і прийняття рішень;
- інформація чітка й зрозуміла, якщо вся вона виражена мовою, якою спілкуються ті, для кого вона призначена;
- цінність і якість інформації - це міра розширення та розвитку тезауруса під час його прийняття та інтерпретації повідомлення, міра

зниження стану невизначеності економічного суб'єкта і міра просування до мети;

- адекватність інформації – це певний рівень відповідності, який створюється за допомогою цієї отриманої інформації та образу реального об'єкта або процесу чи явища тощо.

Для сучасного АПК інформація має виняткове значення, тому що будь-яка діяльність такого об'єкта базується на знаннях конкретної ситуації та життєвого циклу інформації, яка складається на ринку товарів або послуг, робочої сили і засобів виробництва, грошей тощо [3, 4]. Фахівці-агрономи, які пов'язані з конкретним управлінням в АПК, не можуть обходитись без вірогідної інформації (релевантної інформації, від англ. Relevant - те, що стосується даної справи) при виробленні та прийнятті тих чи інших управлінських рішень.

Недостовірні ж дані мають негативний вплив на прийняття рішень, наприклад, щодо планування вирощування якоїсь культури. Це в свою чергу може призвести до значного зменшення валового продукту, який отримається в результаті виробництва.

Література

1. Гужва В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах: навч. посібник. -К.: КНЕУ, 2001.-400 с. ISBN 966-574-261-2

2. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: [навч. посібник] / В.Ф. Ситник -К: КНЕУ, 2004.-614 с.

3. Гафіяк А.М. Вимоги до розробки сучасних геоінформаційних систем / А.М.Гафіяк, О.В. Фінагіна // Економіка і регіон: наук. вісн. – Полтава: ПолНТУ, 2012. – №5(23). – С. 81-85.

4. Тверезовська Н. Т. Інформаційні технології в агрономії : навч. посіб. / Н. Т. Тверезовська, А. В. Нєлєпова. – К. : «Центр учбової літератури», 2016. – 272 с

УДК 633.63:331.101.5

ПІДВИЩЕННЯ УФЕКТИВНОСТІ ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Дьомін О.А., Лошак В.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Якщо розглядати традиційну потокову технологію у транспортному забезпеченні процесу збирання цукрового буряка, то не секрет, що ця технологія вже давно застаріла і потребує відчутного підвищення її ефективності. Для того щоб це зробити і відповідно вдосконалити означену технологію необхідно впровадити в транспортне забезпечення технологічного процесу збирання цукрових буряків сучасні технології які передбачають використання компенсаторів між бурякозбиральними комбайнами або машинами та автотранспортними засобами, що здійснюють технологічні перевезення від поля до цукрового заводу. Серед вказаних нових технологій найбільшого поширення набули:

- технологія перевалки з використанням причепів-бункерів-накопичувачів, що агрегатуються з тракторами;
- технологія зі змінними кузовами в мультиліфтових системах.
- технологія з використанням змінних причепів-самоскидів.

Виходячи з аналізу існуючих досліджень та незалежних розрахунків, найбільш ефективною з наведених вище технологій видається остання, а саме використання взаємозамінного самоскидного напівпричепа (рис. 1), що агрегатується з ттрактором, як міжопераційного компенсатора між комбайном та автотранспортним засобом.

Рис. 1. Змінний напівпричіп

Хоча ця технологія є більш ефективною, ніж інші технології, згадані вище, вона також має суттєві недоліки. Розглянемо їх детальніше.

Першим суттєвим недоліком є те, що ґрунт значно ущільнюється порівняно з перевантажувальними технологіями. Це пов'язано з тим, що

перекидні самоскиди обладнані автомобільними колесами, призначеними для пересування по дорогах з твердим покриттям (див. рис. 1).

Другим недоліком є те, що технологія вимагає значних капітальних вкладень для оснащення тягача підкатним візком (рис. 2) для зчеплення з напівпричепом.

Рис. 2. Трактор в агрегаті із сідельним пристроєм у вигляді підкатного візка

Третім недоліком є необхідність мати у власності велику кількість напівпричепів або орендувати їх на час збирання врожаю. Наприклад, якщо транспортно-технологічний комплекс для перевантажувальної техніки складається з трьох причепів-бункерів-накопичувачів і шести зерновозів в агрегаті з тягачем, то для досягнення аналогічних умов з використанням змінних напівпричепів, таких як NPS 2150, їх знадобиться аж дев'ять штук.

З наведених вище недоліків можна зробити висновок, що розглянута технологія використання взаємозамінних напівпричепів як сумісного компенсаційного пристрою між комбайном і трактором потребує значного вдосконалення. Першим кроком буде зменшення негативного впливу технології на надмірне ущільнення ґрунту в полі. Для цього необхідно розробити заходи щодо зменшення тиску вантажів на задню вісь самоскидних напівпричепів. Також доцільно розробити заходи щодо заміни коліс тракторних візків на спеціальні колеса низького тиску, які не мають такого згубного впливу на поверхню поля.

УДК 624.21.097:004.75

ВИЯВЛЕННЯ НЕДОЛІКІВ ДІЮЧОЇ СХЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕДАКТОРА MICROSOFT VISIO

Дьомін О.А., Демік І.Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Креслення як один з видів графічного моделювання досить давно був одним з основних помічників при вирішенні тих чи інших аналітичних завдань. Зокрема для вирішення завдань з поліпшення безпеки дорожнього руху одним із простим і водночас доступним засобом, що дозволяє наочно зобразити проблемні ділянки автодорожньої мережі, є Microsoft Visio. Ця програма в основному використовується для вирішення трьох напрямів завдань:

- аналіз складних даних;
- графічне унаочнення та моделювання результатів дослідження;
- обмін визначеними даними між користувачами.

Основними засобом унаочнення даних за допомогою програми Visio є набір векторних фігурок, що є шаблонами для побудови діаграми, плану, моделі, зокрема ділянки дорожньої мережі.

Означені фігури групуються згідно тематичних категорій і в залежності від завдання, що стоїть перед дослідником можна обрати з них відповідні елементи з метою зображення, наприклад проблемної ділянки дороги у відповідній частині вулично-дорожньої мережі.

Зокрема, досліджуючи проблемні ділянки автошляху Київ-Ковель в районі населеного пункту Микуличі, Київської області, ми проводили наші дослідження за наступним алгоритмом.

Спочатку ми виявили основні недоліки організації дорожнього руху на вказаній ділянці, в результаті чого сформулювали їх наступним чином:

- найбільша кількість конфліктних точок спостерігається на перехрестях і на місцях нерегульованих пішохідних переходів, що дає підстави зробити висновок – саме ці місця є місцями концентрації дорожньо-транспортних подій;
- у години «пік» спостерігається значне перевантаження досліджуваної ділянки дороги транспортом, що призводить до неповноцінної можливості руху транспортних засобів, а саме: тривалих заторів з відповідною втратою часу, значних витрат пального, різке збільшення викидів відпрацьованих газів у повітря;
- на ділянці дороги, що досліджується іноді спостерігається порушення водіями правил зупинки та стоянки, що також призводить до виникнення заторів у дорожньому русі, обмеження оглядовості і як наслідок, скоєння дорожньо-транспортних подій.

Потім ми проаналізували організацію дорожнього руху проїзної частини, в результаті чого визначили, що дорожня розмітка знаходиться не в належному

стані, а на деяких ділянках зовсім відсутня. На перехрестях автошляху Е373 Київ-Ковель з вулицями Центральна і Миру відчувається нагальна потреба в постановці дорожніх знаків які допомогли б значно підвищити якість регулювання дорожнього руху.

Також нами було визначено, що поблизу досліджуваної ділянки дороги знаходиться Микуличинська середня загальноосвітня школа, а також міський парк відпочинку. Це спричинює необхідність встановлення у відповідних місцях огорожі проїзної частини і знаків які повинні попереджати водія про підвищену можливість появи на дорозі дітей.

Для унаочнення, ми створили узагальнену схему проблемних ділянок дороги по автошляху Е373 Київ-Ковель за допомогою графічного редактора Microsoft Visio (рис. 1).

Рис. 1. Узагальнена схема проблемних ділянок дороги по автошляху Е373 Київ-Ковель районі населеного пункту Микуличі

УДК 621.873

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РУХУ СИСТЕМИ ПОВОРОТУ «БАШТОВИЙ КРАН-ВАНТАЖ»

Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Дослідження динаміки руху системи повороту «баштовий кран-вантаж» є важливою складовою при проектуванні нових механізмів кранових систем та модернізації вже існуючих. Значний вплив на достовірність отриманих результатів при проведенні динамічного аналізу мають електромагнітні процеси, що виникають у асинхронному електроприводі системи повороту, особливо на етапі пуску. Для отримання більш точного результату бажано математичну модель руху досліджуваної системи повороту «баштовий кран-вантаж» доповнювати рівняннями руху її асинхронного електроприводу.

Для проведення динамічного аналізу використаємо відому динамічну модель системи повороту «баштовий кран-вантаж», яка наведена на (рис. 1) [1].

Рис. 1. Динамічна модель системи повороту «баштовий кран-вантаж»

На рисунку 1 наведено наступні позначення: M – зведений до осі повороту крана рушійний момент приводу електродвигуна; M_O – зведений до осі повороту крана момент сил статичного опору; L – довжина гнучкого підвісу вантажу; R – довжина вильоту вантажу; g – пришвидшення вільного падіння; J_1 – зведений до осі повороту баштового крана момент інерції елементів приводу, башти та стріли баштового крана; m – зведена маса закріпленого вантажу [1].

У якості узагальнених координат динамічної моделі (рис 1.) прийняті: зведена до осі обертання крана кутова координата повороту елементів приводу, башти та

стріли – φ_1; зведена кутова координата повороту закріпленого на гнучкому підвісі вантажу – φ_2.

Рух досліджуваної системи (рис. 1) у часі описується системою узагальнених диференційних рівнянь. Тобто, рівняння руху досліджуваної системи доповнені рівняннями асинхронного електроприводу:

$$\begin{cases} \dfrac{di_{1\alpha}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S + k_r \cdot e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{1\beta}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S - k_r \cdot e_{2\beta}); \\ \dfrac{di_{2\alpha}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S) \cdot k_s + e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{2\beta}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S) \cdot k_s - e_{2\beta}); \\ \dfrac{3}{2} \cdot p \cdot L_W \cdot (i_{1\beta} \cdot i_{2\alpha} - i_{1\alpha} \cdot i_{2\beta}) \cdot U_{P.} \cdot \eta_{P.} = J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + m \cdot R^2 \cdot \dfrac{g}{L} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) + M_O \cdot sign(\dot{\varphi}_1); \\ \ddot{\varphi}_2 = \dfrac{g}{L} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2), \end{cases} \quad (1)$$

де $i_{1\alpha}$ і $i_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора струму статора на нерухомі ортогональні координатні осі α та β; $u_{1\alpha}$, і $u_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора напруги статора на координатні осі α й β $\left(u_{1\alpha} = U_{MAX} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot \int f dt)\right.$, $\left.u_{1\beta} = U_{MAX} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \int f dt)\right)$; $i_{2\alpha}$ та $i_{2\beta}$ – проекції узагальненого вектора струму ротора на ортогональні осі α і β відповідно; $U_{MAX.}$ – амплітуда фазної напруги живлення електродвигуна; f – частота напруги живлення електродвигуна; $e_{2\beta}$, та $e_{2\alpha}$ – ЕРС, котрі індукуються потокозчепленнями ротора по осях α та β відповідно ($e_{2\alpha} = p \cdot \omega_{дв} \cdot (L_R \cdot i_{2\beta} + L_W \cdot i_{1\beta}) + i_{2\alpha} \cdot R_R$; ($e_{2\beta} = p \cdot \omega_{дв} \cdot (L_S \cdot i_{2\alpha} + L_W \cdot i_{1\alpha}) + i_{2\beta} \cdot R_R$); ω_{dv} – кутова швидкість обертання ротора електродвигуна механізму; p – кількість пар полюсів електричної машини; R_S – активний опір статорної обмотки; R_R – зведений до статора активний опір роторної обмотки електродвигуна; δ – коефіцієнт розсіювання $\delta = 1 - (1 + X_1 \cdot (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_W)^{-1}) \cdot (1 + X_2 \cdot (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_W)^{-1})^{-1}$; X_1 – індуктивний опір статорної обмотки; X_2 – зведений до статора індуктивний опір роторної обмотки електродвигуна; L_S і L_R – індуктивності статорної та роторної обмоток відповідно; L_W – взаємоіндуктивність; k_s та k_r – коефіцієнти магнітного зв'язку статора та ротора відповідно, які визначаються наступним чином: $k_s = L_W \cdot L_S^{-1}$ і $k_r = L_W \cdot \cdot L_R^{-1}$ [1].

Початкові умови руху для системи рівнянь (1) мають наступний вигляд:

$$\begin{cases} i_{1\alpha}(0) = i_{1\beta}(0) = i_{2\alpha}(0) = i_{2\beta}(0) = 0; \\ \varphi_1(0) = \dot{\varphi}_1(0) = \varphi_2(0) = \dot{\varphi}_2(0) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Чисельний розв'язок системи диференційних рівнянь (1) виконано за наступними параметрами: $M_0 = 25.7 \cdot 10^3$ Нм; $U_P = 1083.6$; $R = 25$ м; $J_1 = 1.5 \cdot 10^6$ кг · м^2; $L = 15$ м; $\eta_P = 0.89$; $p = 3$; $m = 2500$ кг; $g = 9.81$ м · с^2; $P_{НОМ} = 5.0$ кВт; $n_{НОМ} = 925$ об/хв.

У результаті чисельного розв'язку системи диференційних рівнянь (1), отримано графічні залежності, які описують динамічні, енергетичні та кінематичні показники руху системи (рис. 2 *а – г*):

а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 2. Графічні залежності динаміки руху системи повороту «баштовий кран-вантаж»: *а*) момент на валу електродвигуна; *б*) потужність електродвигуна; *в*) кутові швидкості повороту координат φ_1 (синя крива) та φ_2 (сіра крива); *г*) фазова траєкторія коливань закріпленого на гнучкому підвісі вантажу

Аналізуючи представлені графічні залежності (рис. 2), можна сформувати висновок. Спостерігається досить тривалий загальний коливальний процес для всіх досліджуваних показників руху системи. Це має негативний вплив на надійність та продуктивність роботи цієї системи. При цьому максимальний момент на валу електродвигуна системи становить 210 кНм. Максимальна потужність складає 9 кВт. Максимальне значення відхилення вантажу від вертикалі становить 0.11 рад.

Література

1. Yu. O. Romacevych, V. S. Loveikin, O. V. Stekhno. Parametric optimization of the frequency-controlled start-up of a dynamic system "trolley-load" of tower crane trolley movement mechanism. Scientific reports of NULES of Ukraine. Series: Technique and Energy of APK. Kyiv. 2024. Vol. 3(109). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.018.

УДК 621.873

ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА ЗА КІНЕМАТИЧНИМ КРИТЕРІЄМ

Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

На сьогоднішній день досить значна кількість механізмів сучасних баштових кранів обладнанні частотно-керованим електроприводом. Не виключенням став й механізм повороту вантажу. Правильне налаштування опцій частотно-керованого приводу дозволяє мінімізувати небажані кінематичні навантаження, а це дає змогу підвищити надійність роботи баштового крана.

Для проведення дослідження використаємо загальновідому динамічну модель механізму повороту вантажу, що представлена на (рис. 1) [1].

Рис. 1. Динамічна модель механізму повороту вантажу баштового крана

На рис. 1 наведено наступні позначення: M – зведений до осі повороту крана рушійний момент приводу електродвигуна; M_O – зведений до осі повороту крана момент сил статичного опору; L – довжина гнучкого підвісу вантажу; R – довжина вильоту вантажу; g – пришвидшення вільного падіння; J_1 – зведений до осі повороту баштового крана момент інерції елементів приводу, башти та стріли баштового крана; m – зведена маса закріпленого вантажу.

У якості узагальнених координат динамічної моделі (рис 1.) прийняті: зведена до осі обертання крана кутова координата повороту елементів приводу, башти та стріли – φ_1; зведена кутова координата повороту закріпленого на гнучкому підвісі вантажу – φ_2.

Рух динамічної моделі (рис. 1) у часі описується за допомогою системи диференційних рівнянь, які для даного дослідження доповнені рівняннями руху асинхронного електродвигуна:

$$\begin{cases} \dfrac{di_{1\alpha}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S + k_r \cdot e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{1\beta}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S - k_r \cdot e_{2\beta}); \\ \dfrac{di_{2\alpha}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S) \cdot k_s + e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{2\beta}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S) \cdot k_s - e_{2\beta}); \\ \dfrac{3}{2} \cdot p \cdot L_W \cdot (i_{1\beta} \cdot i_{2\alpha} - i_{1\alpha} \cdot i_{2\beta}) \cdot U_{P.} \cdot \eta_{P.} = J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + m \cdot R^2 \cdot \dfrac{g}{L} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) + M_O \cdot sign(\dot{\varphi}_1); \\ \ddot{\varphi}_2 = \dfrac{g}{L} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2), \end{cases} \qquad (1)$$

де $i_{1\alpha}$ і $i_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора струму статора на нерухомі ортогональні координатні осі α та β; $u_{1\alpha}$, і $u_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора напруги статора на координатні осі α й β; $U_{MAX.}$ – амплітуда фазної напруги живлення електродвигуна; p – кількість пар полюсів електричної машини; R_S – активний опір статорної обмотки; R_R – зведений до статора активний опір роторної обмотки електродвигуна; X_1 – індуктивний опір статорної обмотки; X_2 – зведений до статора індуктивний опір роторної обмотки електродвигуна [1].

Початкові умови руху для системи рівнянь (1) мають наступний вигляд:

$$\begin{cases} i_{1\alpha}(0) = i_{1\beta}(0) = i_{2\alpha}(0) = i_{2\beta}(0) = 0; \\ \varphi_1(0) = \dot{\varphi}_1(0) = \varphi_2(0) = \dot{\varphi}_2(0) = 0. \end{cases} \qquad (2)$$

Розв’язок системи диференційних рівнянь (1) виконано за наступними основними параметрами: $M_0 = 25.7 \cdot 10^3$ Нм; $R = 25$ м; $J_1 = 1.5 \cdot 10^6$ кг · м^2; $L = 15$ м; $\eta_P = 0.89$; $m = 2500$ кг; $g = 9.81$ м · с^2; $P_{\text{НОМ}} = 5.0$ кВт; $n_{\text{НОМ}} = 925$ об/хв.

Виходячи з того, що керування асинхронним електроприводом значної кількості сучасних механізмів баштових кранів здійснюється за допомогою частотного перетворювача, який володіє багатьма параметрами налаштувань, тому виконаємо налаштування найбільш суттєвих його параметрів. У частотно-керованому електроприводі механізму повороту вантажу найбільш значимими параметрами є наступні:

Тривалість наростання частоти напруги живлення до усталеного значення t_1 (знаходиться у межах від 0 до 3600 с) [1];

Величина початкової напруги живлення електродвигуна U_0 (знаходиться від 0 до 380 В) [1];

Тип характеристики наростання частоти напруги живлення f до усталеного значення $f_{УСТ.}$=50 Гц (лінійна, s-подібна, 2s-подібна та u-подібна) [1].

Залежність, яка дозволяє визначити величину середньоквадратичного відхилення кутової швидкості повороту колони $\dot{\varphi}_1$ та вантажу $\dot{\varphi}_2$, залежно від значень опцій налаштування t_1, U_0 та f, має наступний вигляд:

$$K_{\Delta\dot{\varphi}} = \left[\int_0^{t_1} \left(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2\right)^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} \to \min. \qquad (3)$$

Залежність (3) використана в якості оптимізаційного критерію для подальших досліджень. Враховуючи те, що максимальне значення величини оптимізаційного критерію (3) прямопропорційно залежить від значень t_1, U_0 та f, то необхідно визначити такі величини цих значень, при яких значення даного критерію (3) буде мінімальним.

Для проведення розрахунку використано модифікований метод оптимізації роєм часточок (RING-ROT-PSO) [2]. Під час розрахунку досліджувана система була представлена як *MISO*-функція, де входами виступали величини t_1, U_0 та f, а виходом значення критерію (3).

Параметрична оптимізація виконувалася при наступних параметрах: кількість частинок у рої - 40; кількість ітерацій - 100; t_1 – знаходиться у межах від 5 до 15, с; U_0 - від 0.01 до 380, В. Для встановлення оптимального типу характеристики f, кожній з них присвоєно відповідний порядковий номер (лінійна-1, s-подібна-2, 2s-подібна-3, u-подібна-4). Запропонований метод дозволив встановити відповідний порядковий номер (від 1 до 4), що відповідає бажаному типу досліджуваної характеристики.

В результаті використання методу (RING-ROT-PSO) [2] встановлено оптимальні значення параметрів t_1, U_0 та f частотно керованого електроприводу досліджуваного механізму повороту вантажу, які дозволяють мінімізувати оптимізаційний критерій (3). Величини цих параметрів зведено до таблиці 1.

Таблиця 1. Оптимальні значення параметрів частотно-керованого приводу

Значення параметрів		
t_1, с	U_0, В	f
15	380	s-подібна

У результаті розрахунку, який наведено у таблиці 1, представлено відповідні порівняльні графічні залежності зміни величини кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ (крива чорного кольору) та $\dot{\varphi}_2$ (крива сірого кольору) для характеристик наростання частоти напруги живлення, які досліджуються (рис.2).

Аналізуючи наведені графічні залежності (рис. 2), можна сформувати висновок. Під час використання s-подібної характеристики (рис. 2, *а*) спостерігається мінімальна розбіжність траєкторій руху кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ та $\dot{\varphi}_2$ під час виходу досліджуваного механізму на усталену швидкість у порівнянні із рештою досліджуваних характеристик (рис. 2, *б-г*).

Рис. 2. Порівняльні графічні залежності зміни кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ (крива чорного кольору) та $\dot{\varphi}_2$ (крива сірого кольору) для відповідного типу характеристики: *а*) s-подібна; *б*) лінійна; *в*) 2s-подібна; *г*) u-подібна

Це, у свою чергу, підтверджує адекватність проведених теоретичних розрахунків та дозволяє підвищити ефективність та надійність роботи механізму повороту вантажу, використовуючи лише наявні ресурси частотно керованого приводу електродвигуна без розробки системи оптимального керування.

Література

1. Yu. O. Romacevych, V. S. Loveikin, O. V. Stekhno. Parametric optimization of the frequency-controlled start-up of a dynamic system "trolley-load" of tower crane trolley movement mechanism. Scientific reports of NULES of Ukraine. Series: Technique and Energy of APK. Kyiv. 2024. Vol. 3(109). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.018.

2. Romacevych Y., Loveikin V., Loveikin Y. Development of new rotating ring topology of PSO-algorithm. 2021. *IEEE* 2nd *KhPI* Week Advanced Technology. 13 September. Pages 79-82. http://dx.doi.org/10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569973.

УДК 621.873

МІНІМІЗАЦІЯ КІНЕМАТИЧНОГО КРИТЕРІЮ РУХУ ПРИ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОМУ ПУСКУ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ «ВІЗОК-ВАНТАЖ» БАШТОВОГО КРАНА

Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При виконанні дослідження використано відому динамічну модель руху системи «візок-вантаж», що представлена на рис. 1)[1].

Рис. 1. Динамічна модель системи «візок-вантаж» баштового крана

На рис. 1 використані наступні позначення: *1* – електродвигун приводу канатного барабану; *2* – канатний барабан приводу вантажного візка; *3* – вантажний візок; *4* – вантаж, закріплений на гнучкому підвісі; *5* – канатний блок; M_1 – зведений до канатного барабану рушійний момент приводу; M_2 – зведений момент опору на приводному барабані, який є змінною величиною; R – радіус канатного барабану; W – зведена сила статичного опору переміщенню вантажного візка, що є змінною величиною; J_1 та J_2 –зведені до канатного барабану моменти інерції деталей, що обертаються із кутовою швидкістю двигуна та канатного барабана відповідно; L – довжина гнучкого підвісу закріпленого вантажу; m_v та m – зведені маси вантажного візка та вантажу відповідно; c_p, c_k – відповідно зведені коефіцієнти жорсткості приводу канатного барабану і тягового канату; b_p, b_k – зведені коефіцієнти демпфування приводів канатного барабану та канату вантажного візка відповідно; g – прискорення вільного падіння; φ_1 та φ_2 –узагальнені кутові координати повороту ротора

електродвигуна та канатного барабану відповідно; x_v, x – узагальнені лінійні координати переміщення центрів мас вантажного візка та вантажу відповідно [1].

Рух у часі динамічної моделі (рис. 1) описується за системою диференційних рівнянь, які доповнено рівняннями руху асинхронного електродвигуна [1]:

$$\begin{cases} \dfrac{di_{1\alpha}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S + k_r \cdot e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{1\beta}}{dt} = \dfrac{1}{\delta \cdot L_S} \cdot (u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S - k_r \cdot e_{2\beta}); \\ \dfrac{di_{2\alpha}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\alpha} - i_{1\alpha} \cdot R_S) \cdot k_s + e_{2\alpha}); \\ \dfrac{di_{2\beta}}{dt} = -\dfrac{1}{\delta \cdot L_R} \cdot ((u_{1\beta} - i_{1\beta} \cdot R_S) \cdot k_s - e_{2\beta}); \\ \dfrac{3}{2} \cdot p \cdot L_W \cdot (i_{1\beta} \cdot i_{2\alpha} - i_{1\alpha} \cdot i_{2\beta}) \cdot U_{P.} \cdot \eta_{P.} = J_1 \cdot \ddot{\varphi}_1 + c_p \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) + \\ + b_p \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2); \\ M_2 \cdot sign(\dot{\varphi}_2) + J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 = c_p \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) - b_p \cdot (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - c_k \cdot (\varphi_2 \cdot R - x_v) \times \\ \times R - b_k \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot R - \dot{x}_v) \cdot R; \\ W \cdot sign(\dot{x}_v) + m_v \cdot \ddot{x}_v = c_k \cdot (\varphi_2 \cdot R - x_v) + b_k \cdot (\dot{\varphi}_2 \cdot R - \dot{x}_v) - m \cdot \dfrac{g}{L} \cdot (x_v - x); \\ \ddot{x} = \dfrac{g}{L} \cdot (x_v - x), \end{cases} \quad (1)$$

де $i_{1\alpha}$ і $i_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора струму статора на нерухомі ортогональні координатні осі α та β; $u_{1\alpha}$, і $u_{1\beta}$ – проекції узагальненого вектора напруги статора на координатні осі α й β [1].

Початкові умови руху для системи рівнянь (1) мають наступний вигляд:

$$\begin{cases} i_{1\alpha}(0) = i_{1\beta}(0) = i_{2\alpha}(0) = i_{2\beta}(0) = 0; \\ \varphi_1(0) = \dot{\varphi}_1(0) = \varphi_2(0) = \dot{\varphi}_2(0) = x_в(0) = \dot{x}_в(0) = x(0) = \dot{x}(0) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Розв’язок системи диференційних рівнянь (1) виконано за наступними параметрами системи «візок-вантаж»: M_2 = 13.4 Н; U_P = 29.06; R = 0.14 м; W = 2011 Н; J_1 = 96.2 кг · м^2; J_2 = 160 кг · м^2; L = 40 м; η_P = 0.89; p = 3; m_v = 250 кг; m = 10000 кг; c_p = 28.5 · 10^3 Н · м/рад; c_k = 3.12 · 10^5 Н/м; g = 9.81 м · с^2; $P_{НОМ}$ = 7.5 кВт; ω_{dv} = 97.8 рад/с; b_p = 27.4 · 10^3 Н · с/рад; b_k = 17.5 · 10^3 Н · с/м.

Враховуючи той фактор, що керування електроприводом більшості сучасних механізмів баштових кранів виконується за допомогою частотного перетворювача, який володіє великою кількістю опцій налаштувань, тому проведемо налаштування найбільш суттєвих його параметрів [1]. Для частотно-керованого електроприводу досліджуваної системи найбільш значимими опціями є наступні:

- тривалість наростання частоти напруги живлення до усталеного значення t_1 (знаходиться у межах від 0 до 3600 с) [1];

- величина початкової напруги живлення двигуна U_0 (від 0 до 380 В) [1];
- тип характеристики наростання частоти напруги живлення f до усталеного значення $f_{УСТ.}$=50 Гц (лінійна, s-подібна, 2s-подібна та u-подібна) [1].

Вираз, що дозволяє визначити величину середньоквадратичного відхилення різниці кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ та $\dot{\varphi}_2$ у залежності від значення параметрів t_1, U_0 та f, виглядає наступним чином:

$$I_{\Delta\dot{\varphi}} = \left[\int_0^{t_1} \left(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2 \right)^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} \to \min. \quad (3)$$

Вираз (3) використовується у якості оптимізаційного критерію при подальших дослідженнях. Враховуючи те, що величина оптимізаційного критерію (3) досліджуваної системи напряму залежить від значень параметрів t_1, U_0 та f, тому знайдемо такі величини цих параметрів за, яких величина критерію (3) буде мінімальною. Для даного розрахунку використано модифікований метод оптимізації роєм часточок (RING-ROT-PSO) [2]. Під час розрахунку досліджувана система розглядалася як *MISO*-функція, де входами виступали величини t_1, U_0 та f, а виходом величина критерію (3).

Оптимізація виконувалася при наступних величинах параметрів: кількість частинок у рої = 40; кількість ітерацій = 100; t_1 змінюється від 0.5 до 4 с; U_0 - від 0.01 до 380 В. Для встановлення оптимального типу характеристики f, кожній з них присвоєно відповідний порядковий номер (лінійна-1, s-подібна-2, 2s-подібна-3, u-подібна-4). Використаний метод, дозволив встановити відповідний порядковий номер (від 1 до 4), який відповідає бажаному типу характеристики.

У результаті використання методу (RING-ROT-PSO) [2] встановлено оптимальні значення параметрів t_1, U_0 та f частотно керованого електроприводу досліджуваної системи, які дозволяють мінімізувати оптимізаційний критерій (3). Величини цих параметрів зведено до таблиці 1.

Таблиця 1. Оптимальні значення параметрів частотно-керованого приводу

Значення параметрів		
t_1, с	U_0, В	f
3.21	0.01	Лінійна

За результатами розрахунків, що представлені у таблиці 1, побудовано відповідні порівняльні графічні залежності зміни кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ (крива сірого кольору) та $\dot{\varphi}_2$ (крива чорного кольору) для досліджуваних характеристик наростання частоти напруги живлення (рис. 2).

Аналізуючи представлені порівняльні графічні залежності (рис. 2), можна сформувати наступний висновок. При використанні лінійної характеристики (рис. 2, *а*) спостерігається мінімальна розбіжність траєкторій руху кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ та $\dot{\varphi}_2$ під час виходу системи на усталену швидкість у порівнянні із рештою досліджуваних характеристик (рис. 2, *б-г*).

Рис. 2. Порівняльні графічні залежності зміни кутових швидкостей $\dot{\varphi}_1$ (крива сірого кольору) та $\dot{\varphi}_2$ (крива чорного кольору) для відповідного типу характеристики: *а*) лінійна; *б*) s-подібна; *в*) 2 s-подібна; *г*) u-подібна

Це, у свою чергу, підтверджує адекватність проведених розрахунків та дозволяє підвищити надійність і довговічність роботи системи, використовуючи лише наявні ресурси частотно керованого приводу електродвигуна без розробки системи оптимального керування.

Література

1. Yu. O. Romacevych, V. S. Loveikin, O. V. Stekhno. Parametric optimization of the frequency-controlled start-up of a dynamic system "trolley-load" of tower crane trolley movement mechanism. Scientific reports of NULES of Ukraine. Series: Technique and Energy of APK. Kyiv. 2024. Vol. 3(109). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.3(109).2024.018.

2. Romacevych Y., Loveikin V., Loveikin Y. Development of new rotating ring topology of PSO-algorithm. 2021. *IEEE* 2nd *KhPI* Week Advanced Technology. 13 September. Pages 79-82. http://dx.doi.org/10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569973.

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НОСОВОЇ ЧАСТИНИ БАЛІСТИЧНОГО СНАРЯДА АНАЛІТИЧНИМИ КРИВИМИ

Котляр Д.В.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Дослідження присвячене геометричному моделюванню носової частини кулі калібру 0.338 Lapua Magnum SWISS P Target масою 19.4 г (300 гран), виробництва RUAG [1], з метою створення аналітичної моделі її обводу для точного відтворення форми та можливості параметричної адаптації. На основі масиву з 27 реперних точок, що описують твірну обводу в двовимірній площині (від x=0, y=0 до x=26.509, y=3.67 мм), проведено аналіз дев'яти аналітичних кривих: параболічної, квадратнокореневої, кубічнокореневої, натурально-логарифмічної, гіперболічного тангенсу (у двох варіантах), еліптичної, експоненціальної, полінома третього порядку та синусоїдальної.

Оптимізацію було виконана методом найменших квадратів із ваговими коефіцієнтами для ключових зон (початкової та верхньої) за допомогою алгоритмів 'BFGS', 'SLSQP', 'Powell', а також генетичних алгоритмів і Байєсівської оптимізації за допомогою бібліотеки Python "scipy.optimize". Додатково досліджено апроксимаційні методи — кубічні сплайни та NURBS другого порядку. Точність моделей оцінювалася через кореневу середньоквадратичну похибку RMSE (1):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - f(x_i))^2}\ . \qquad (1)$$

Результати дослідження показали, що поліном третього порядку ($y=a\cdot x^3+b\cdot x^2+c\cdot x+d$, RMSE = 0.013 мм) і NURBS (RMSE = 0.007 мм) забезпечують найвищу відповідність реальним даним, перевершуючи параболічну криву ($y=a\cdot x^2+b\cdot x+c$, RMSE = 0.015 мм) за гнучкістю в середній зоні обводу. Серед моделей кривих гіперболічного тангенсу ($y=a\cdot tanh(b\cdot x - l) + h$, RMSE = 0.029 мм) виявилося, що криві здатні забезпечити пологе зростання без від'ємних значень у початковій зоні обводу, конкуруючи з експоненціальною кривою ($y=a\cdot e^{b\cdot x}+c$, *RMSE* = 0.029 мм), хоча може набувати S-подібної форми з від'ємними значеннями за умов великого горизонтального зсуву (значне l). Еліптична ($(x/a)^2+(y/b)^2=1$, RMSE = 0.019 мм) і логарифмічна ($y = a\cdot ln(b\cdot x+l)+h$, RMSE = 0.024 мм) моделі показали локальну ефективність, а квадратнокоренева ($y = a\cdot\sqrt{x} + b$, *RMSE* = 0.028 мм), кубічнокоренева ($y = a\cdot\sqrt[3]{x} + b$, *RMSE* = 0.032 мм) та синусоїдальна ($y=a\cdot\sin(b\cdot x+c)+h$, *RMSE* = 0.041 мм) виявилися менш точними. Результати дослідження аналітичних кривих узагальнено виведені у таблицю 1.

Використання кубічного сплайну досягло RMSE = 0.009 мм, ідеально відтворюючи обвід, але без можливості застосування параметризації, тоді як NURBS криві поєднали точність і гнучкість. Аналіз за допомогою бібліотек Python "numpy", "scipy.optimize" і "matplotlib.pyplot" підтвердив, що поліном

третього порядку у поєднані з NURBS є оптимальними для складних форм, але криві гіперболічного тангенсу конкурентні серед простих аналітичних кривих завдяки оптимальному підбору коефіцієнтів, які уникають великих зсувів і забезпечують монотонність. Дослідження підкреслює перевагу складніших моделей для аеродинамічної оптимізації, водночас показуючи потенціал простіших аналітичних кривих, таких як гіперболічний тангенс, за умов тонкої оптимізації. Рекомендується подальша валідація результатів фізичними випробуваннями та розширення NURBS для балістичного дизайну.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз кривих для моделювання обводу носової частини кулі

Назва Формула	Коефіцієнти	Відхилення max, мм	RMSE, мм	(y) при x=0, мм	(y) при x=26.509, мм	Коментар
Параболічна $y = ax^2+bx+c$	a = 0.0041, b = 0.127, c = 0.002	0,035	0,015	0,002	3,67	Стабільна точність, слабша адаптація до середньої зони
Квадратнокоренева $y = a\sqrt{x} +b$	a = 0.682, b = -0.013	0,06	0,028	-0,013	3,5	Невелике відхилення при x = 0, середня точність
Кубічно-коренева $y = a\sqrt[3]{x} +b$	a = 1.145, b = -0.009	0,055	0,032	-0,009	3,49	Мале відхилення на початку, нижча точність у верхній зоні
Натурально-логарифмічна $y = a \ln(bx+c)+d$	a = 1.823, b = 0.089, c = 1.002, d = -0.017	0,045	0,024	-0,013	3,65	Ефективна локально, малий зсув при x = 0
Гіперболічного тангенсу (із зсувом) $y = a \tanh(bx+l)+h$	a = 3.67, b = 0.0681, l = -0.059, h = 0.2163	0,04	0,0293	0,0001	3,662	Пологе зростання, висока точність, усунуто від'ємні значення
Гіперболічного тангенсу (без зсуву) $y = a \tanh(bx+l)+h$	a = 3.9046, b = 0.0655, l = 0.00, h = 0.0	0,045	0,031	0	3,662	Проста, точна на початку, дещо слабша в середній зоні

Еліптич-на $y = a\sqrt{(1-(x/b)^2)}$	a = 3.67, b = 26.509	0,05	0,019	0	3,67	Підходить для округлих форм
Експонен-ціальна $y = a\,e^{bx} + c$	a = 0.25, b = 0.085, c = -0.23	0,04	0,029	0,02	3,65	Точна в нижній частині, стабільна відповідність
Поліном третього порядку $y = ax^3+bx^2+cx+d$	a = 0.0001, b = 0.003, c = 0.13, d=0.001	0,03	0,013	0,001	3,67	Найвища точність серед аналітичних кривих, гнучка адаптація
Синусої-дальна $y = a\sin(bx+c)+d$	a = 3.67, b = 0.059, c = 0.01, d = 0.02	0,08	0,041	0,057	3,62	Найнижча точність, періодичність не відповідає профілю

Література

1. https://www.swiss-p.com/images/content/products/Factsheets/ 8025_338_ Lapua_Mag._SWISS_P_Target_19.4_g_-_300_gr_EN.pdf.

2. Bryan Litz, Chief Ballistician, Berger Bullets "Form Factors: A Useful Analysis Tool", Applied Ballistics, LLC, Cedar Springs, – MI: 2016. – 6 p.

УДК 514.18

САПР BRICSCAD У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТІ

Дорошенко Ю.О.
Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

Одним з напрямів продуктивного використання сучасних інформаційних систем та інформаційних технологій, пов'язаних з 3D-моделюванням, є дизайнерська і проєктно-конструкторська діяльність людини на основі систем автоматизованого проєктування (САПР) різноманітного призначення – спеціалізованих і універсальних.

До основних галузей, де САПР відіграє ключову роль, належать машинобудування та промисловий дизайн, архітектура та будівництво, авіа- та автомобілебудування, суднобудування, електроніка та розробка друкованих плат. Для кожної з цих галузей характерним є використання однієї чи кількох САПР. Найвідомішими і найпопулярнішими нині є такі САПР: Autodesk Alias, CATIA, SolidWorks, Autodesk Inventor, T-FLEX CAD, CADdy, Euclid, SOLID EDGE, STRIM, PTC Creo, Siemens NX, Fusion 360, Altium Designer, KiCad, Eagle, OrCAD, P-CAD, Protel DXP. До наведених САПР з традиційним функціоналом за останні три десятиліття в галузі архітектури та будівництва додалися системи BIM (Building Information Modeling) Autodesk Revit, ArchiCAD, AllPlan, Tekla Structures, САПФІР.

Та все ж найвідомішим, найпопулярнішим і багато в чому показовим прикладом багатофункціональної універсальної САПР є Autodesk AutoCAD, що широко використовується у найрізноманітніших сферах проєктування у режимі 3D і є беззаперечним багаторічним лідером серед усіх САПР. Окрім того на базі універсальної платформи САПР Autodesk AutoCAD завдяки розвиненим інструментальним можливостям створюються нові автономні спеціалізовані САПР, що є функціонально і економічно доцільним. Зокрема, AutoCAD Mechanical є продуктом на платформі AutoCAD і призначений для промислового механічного виробництва.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОГО ПУСКУ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ТА СТРІЛИ СТРІЛОВОГО КРАНА

Ловейкін В.С., Кадикало І.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Робота вантажопідйомних кранів супроводжується значними динамічними навантаженнями, особливо під час одночасного пуску механізмів підйому вантажу та стріли стрілового крана. Це призводить до підвищених енергетичних витрат, зносу конструктивних елементів і погіршення точності позиціонування вантажу. Оптимізація режиму пуску цих механізмів дозволяє мінімізувати динамічні навантаження та підвищити ефективність роботи крана.

Синхронна робота механізмів стріли та підйому вантажу створює складні динамічні ефекти, такі, як різке зростання навантажень на конструктивні елементи під час пуску; коливання вантажу на гнучкому підвісі, що впливає на точність позиціонування; нерівномірний розподіл навантаження між механізмами; збільшене споживання енергії через імпульсні навантаження.

Для вирішення цих проблем необхідна розробка ефективної динамічної та математичної моделі, яка дозволить мінімізувати вплив зазначених негативних факторів.

Динамічну модель спільного руху механізмів крана можна представити як дискретну динамічну модель (рис. 1).

Рис. 1. Динамічна модель стрілового крана при підйомі стріли і вантажу

У цій динамічній моделі (рис. 1) стріла крана (1) представлена як абсолютно жорстке тіло, що здійснює обертання навколо нижнього шарніра з моментом інерції J_1 відносно осі обертання. Обертання стріли забезпечується гідроциліндром (2), який створює крутний момент M_1 навколо осі обертання.

Підйом вантажу (3) масою m здійснюється приводним механізмом, зведеним до приводного барабана (4), що має момент інерції J_2. Гнучка підвісна система реалізована за допомогою каната (5) жорсткістю c, який намотується n разів на барабан (4) з одного кінця, а іншим прикріплений до головки стріли. Також в моделі: x – узагальнена координата вильоту вантажу; z – горизонтальна координата вильоту стріли; y – вертикальна координата положення вантажу; $y1$ – вертикальна координата центру маси стріли; s – робоча довжина гідроциліндра; b, λ – довжина розпірки від нижнього шарніра стріли до осі кріплення штока гідроциліндра та її нахил до осі стріли; a – довжина розпірки від нижнього шарніра стріли до осі кріплення штока гідроциліндра та її нахил до осі стріли; u – довжина гнучкої підвісної системи вантажу; c – центр маси стріли; α – кутова координата обертання стріли; β – кутова координата обертання барабана; L – довжина стріли; l – положення центру маси стріли відносно її нижнього шарніра; v – кутова координата відхилення гнучкої підвісної системи вантажу від вертикалі; r – радіус приводного барабана механізму підйому вантажу; M_1– крутний момент механізму підйому стріли; M_2– крутний момент механізму підйому вантажу.

Динамічну модель спільного руху механізмів крана можна представити як систему з чотирма ступенями вільності. За узагальнені координати прийняті кутові координати повороту стріли α та повороту барабана β, а також лінійні координати довжини гнучкої підвіски вантажу u та її вильоту x.

Математична модель представлена диференціальними рівняннями сумісного руху стріли і вантажопідйомних механізмів:

$$\begin{gathered} J_1\ddot{\alpha} = M_1 - ((m_1 l + mL)\cos\alpha + mL\frac{p}{u}\sin\alpha)g, \\ J_2\ddot{\beta} = M_2 - cr(\beta r - (u_0 - u)n), \\ m\ddot{u} = -cn(\beta r - (u_0 - u)n) - mg\left(\frac{p^2}{u^2} + 1\right), \\ \ddot{x} = -g\frac{p}{u}. \end{gathered} \tag{1}$$

Критерієм оптимізації режиму пуску механізмів використано середньоквадратичне значення сумарної потужності приводів стріли та вантажопідйомного механізму за час пуску, яке представлено залежністю:

$$P_{ck} = \left[\frac{1}{t_1}\int_0^{t_1}\left\{(M_1\dot{\alpha})^2 + (M_2\dot{\beta})^2\right\}dt\right]^{1/2} \to \min. \tag{2}$$

Цей критерій являє собою інтегральний функціонал, який необхідно мінімізувати за наступних граничних умов пуску механізмів обертання:

$$t=0:\ \alpha=\alpha_0,\ \dot{\alpha}=0,\ \beta=\frac{mg}{cnr},\ \dot{\beta}=0,\ u=u_0,\ \dot{u}=0,\ x=x_0,\ \dot{x}=0, \tag{3}$$

$$t=t_1:\ \alpha=\alpha_0+\frac{\omega_1 t_1}{2},\ \dot{\alpha}=\omega_1,\ \beta=\frac{mg}{cnr}+\frac{\omega_2 t_1}{2},\ \dot{\beta}=\omega_2,\ u=u_0-\frac{v_2 t_1}{2},$$
$$\dot{u}=v_2,\ x=x_0-\frac{v_1 t_1}{2},\ \dot{x}=v_1, \tag{4}$$

Та обмеження на рушійні моменти M_1 і M_2 стріли і вантажопідйомних механізмів відповідно:

$$M_{1\min}\le M_1\le M_{1\max}, \tag{5}$$

$$M_{2\min}\le M_2\le M_{2\max}. \tag{6}$$

Тут t – часова координата; t_1 – тривалість одночасного пуску стріли та вантажопідйомних механізмів; ω_1, ω_2 – усталені кутові швидкості стріли та приводного барабана вантажопідйомного механізму відповідно; α_0, x_0 – початкові положення стріли та вильоту вантажу; v_1, v_2 – усталені швидкості вильоту та підйому вантажу відповідно; M_{1min} *і* M_{1max} – мінімально та максимально допустимі значення приводного моменту механізму підйому стріли; M_{2min} *і* M_{2max} – мінімально та максимально допустимі значення приводного моменту вантажопідйомного механізму.

В оптимізаційній задачі (1)-(6) необхідно було знайти режими одночасного пуску стріли і вантажопідйомних механізмів стрілового крана, які мінімізують критерій (2) і задовольняють граничні умови (3), (4), а також обмеження (5) і (6).

Ці рівняння можуть бути чисельно розв’язані у середовищі Wolfram Mathematica методом диференціального інтегрування. В результаті розв’язання отримаємо графічні залежності змінних у часі, що дозволить провести аналіз динаміки системи.

Проведена розробка динамічної та математичної моделі дозволяє визначити оптимальні режими спільного пуску механізмів стріли та підйому вантажу. Виведені рівняння описують динамічні характеристики процесу та є основою для подальшого чисельного аналізу. У середовищі Wolfram Mathematica можливо виконати необхідні математичні перетворення, розв’язати систему рівнянь для заданих параметрів кранової системи та побудувати графіки, які дадуть змогу оцінити зміну координат, швидкостей і навантажень у системі. Отримані результати можуть бути використані для подальшої оптимізації керування крановими механізмами та підвищення їх експлуатаційної ефективності.

Література:

1. Loveikin, V., Romasevych, Yu., Loveikin, Yu., Krushelnytskyi, V., & Kadykalo, I. (2024). Optimization of the joint startup of the boom and load hoisting mechanisms of a jib crane. Machinery & Energetics, 15(4), 9-21. https://doi.org/10.31548/machinery/4.2024.09

УДК 621.87

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОБОТІВ-МАНІПУЛЯТОРІВ З ВАЖІЛЬНИМ ЗАХВАТНИМ ПРИСТРОЄМ

Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Стефанишин В.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Роботизовані маніпулятори з важільними захватними пристроями є невід'ємною частиною сучасної промисловості, логістики та складальних ліній, забезпечуючи високу точність, швидкість і надійність виконання технологічних операцій. Впровадження адаптивних алгоритмів керування та оптимізація режимів руху дозволяють значно підвищити ефективність функціонування таких систем, зменшити енергетичні витрати та продовжити термін експлуатації обладнання.

З розвитком технологій робототехніка займає дедалі важливіше місце в автоматизованих процесах. Одним із критичних факторів ефективного функціонування маніпуляторів є їхній режим руху, який безпосередньо впливає на продуктивність, точність маніпуляцій та знос механічних компонентів. Недостатньо оптимізовані системи керування можуть спричиняти перевантаження приводів, підвищене енергоспоживання, нестабільність роботи та зниження точності позиціонування захоплених об'єктів. Саме тому дослідження та вдосконалення методів керування рухом роботизованих маніпуляторів є актуальною та важливою задачею сучасної інженерії.

Роботизовані маніпулятори з важільними захватними пристроями широко застосовуються у багатьох сферах промисловості та наукових дослідженнях, включаючи:

Автоматизовані складальні лінії, де необхідно виконувати точні маніпуляції з деталями різної форми та маси.

Логістичні комплекси, що використовують роботизовані системи для сортування, транспортування та упаковки продукції.

Авіаційна та автомобільна промисловість, де маніпулятори беруть участь у прецизійних процесах збирання та монтажу компонентів.

Металообробка та виготовлення деталей, що вимагає точного позиціонування заготовок і виключення людського фактора.

Сільське господарство, де роботи застосовуються для виконання спеціалізованих маніпуляцій, таких як збирання врожаю або обробка рослин.

Біомедична інженерія, включаючи хірургічні роботи, що виконують надточні операції.

З розвитком автоматизації промислових процесів підвищуються вимоги до точності, швидкодії та безпеки маніпуляторів. Одним із основних викликів є забезпечення адаптивного керування, що дозволяє маніпулятору працювати в умовах змінного навантаження, непередбачуваних динамічних впливів та різноманітних режимів експлуатації. Базові алгоритми керування не завжди

можуть забезпечити необхідний рівень гнучкості та енергоефективності, що обумовлює необхідність розробки нових підходів до оптимізації руху. Тобто стандартні алгоритми керування не завжди враховують змінні умови роботи, що може призводити до зниження продуктивності та підвищення експлуатаційних витрат. Оптимізація режимів руху дозволяє досягти більш стабільної та прогнозованої роботи маніпуляторів.

Задачі, що виникають при роботі роботів-маніпуляторів з важільним захватним пристроєм:

Динамічні перевантаження – різкі зміни швидкості та напрямку руху можуть викликати розбалансування механізму, збільшення навантаження на привід і зношення компонентів.

Неточність позиціонування – коливання важільної системи та її інерційність ускладнюють точне захоплення та розміщення об’єктів.

Високі енергетичні витрати – надмірне використання енергії під час виконання складних траєкторій руху.

Низька адаптивність до змінних умов – стандартні системи керування не враховують зовнішні фактори, такі як зміна маси вантажу, вібрації, нерівності поверхні або температурні коливання.

Оптимізація режиму руху маніпулятора передбачає:

Мінімізацію пікових навантажень шляхом прогнозування динамічних характеристик системи.

Підвищення точності руху завдяки інтеграції сенсорних технологій та адаптивних алгоритмів керування.

Оптимізацію траєкторій руху для зниження енергетичних витрат.

Використання інтелектуальних алгоритмів адаптації до змінного навантаження.

Вирішення задач можливе наступними методами:

Застосування математичних моделей динаміки – розробка та аналіз руху системи за допомогою диференціальних рівнянь та чисельних методів.

Оптимізація траєкторій руху – застосування генетичних алгоритмів, методів динамічного програмування та машинного навчання для пошуку найбільш ефективних траєкторій.

Адаптивне керування – впровадження PID-регуляторів, нечіткої логіки та нейромережевих моделей для динамічного коригування параметрів руху.

Використання сенсорних систем – інтеграція гіроскопів, акселерометрів, датчиків сили для адаптивного регулювання руху маніпулятора.

Моделювання методом кінцевих елементів – визначення внутрішніх напружень та виявлення слабких місць конструкції.

Проведення оптимізації робота-маніпулятора з важільним захватним пристроєм дає можливість підвищення продуктивності, зменшення витрат на обслуговування на підприємстві. В галузі це розвиток адаптивних систем керування, підвищення безпеки роботи роботизованих систем та покращення інтеграції промислових роботів у автоматизовані виробничі процеси.

УДК 621.87

МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПУСКУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Колєсніков В.М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Стрічкові конвеєри є основним засобом механізованого транспортування зернових матеріалів у сільському господарстві, елеваторних комплексах, на переробних підприємствах та у портових терміналах. Висока продуктивність, надійність та енергоефективність роботи конвеєрів значною мірою залежать від правильного вибору та оптимізації режиму пуску. Неврегульовані режими пуску можуть призводити до значних механічних навантажень, пробуксовки стрічки, перевантаження приводу та передчасного зносу елементів конвеєрної системи.

Забезпечення плавного пуску стрічкового конвеєра дозволяє зменшити динамічні навантаження, підвищити енергоефективність та продовжити термін експлуатації обладнання. Оптимізація цього процесу є важливим завданням для підвищення продуктивності зернових логістичних систем та зниження експлуатаційних витрат.

Стрічкові конвеєри з оптимізованими режимами пуску широко застосовуються у: елеваторних комплексах – транспортування зернових культур між технологічними зонами; зернопереробній промисловості – переміщення сировини та готової продукції між етапами виробничого процесу; портових терміналах – перевантаження зерна при експортно-імпортних операціях; фермерських господарствах – транспортування зернових матеріалів при зборі, сушінні та зберіганні врожаю; агропромислових логістичних центрах – організація безперервного транспорту зерна між складськими приміщеннями.

В даний час зростання обсягів транспортування зернових культур потребує вдосконалення конвеєрних систем, що працюють у змінних умовах навантаження. Неефективний пуск призводить до підвищеного споживання електроенергії, зниження ресурсу механічних компонентів і небезпеки аварійних ситуацій. Впровадження методів оптимізації режиму пуску сприяє зменшенню навантажень на привідні механізми та підвищенню енергетичної ефективності конвеєрних ліній.

При роботі стрічкового конвеєра при переміщенні зернових матеріалів виникають наступні проблеми:

Високі динамічні навантаження – різкий старт створює значні навантаження на приводні механізми та конструкцію конвеєра.

Ризик пробуксовки стрічки – особливо при роботі з вологим зерном або при змінному навантаженні.

Підвищене енергоспоживання – неефективний режим пуску призводить до збільшення витрат електроенергії.

Передчасний знос елементів – високе навантаження на підшипники, редуктори та стрічку конвеєра скорочує термін їхньої служби.

Низька стабільність транспортування – коливання швидкості руху стрічки впливають на рівномірність подачі матеріалу.

Проведення оптимізації дозволяє вирішити такі завдання: забезпечення плавного пуску з мінімізацією динамічних навантажень; зниження пікових навантажень на електропривід і механічні елементи; оптимізація розподілу навантаження по всій довжині конвеєра; підвищення енергоефективності шляхом застосування розумних алгоритмів керування; покращення рівномірності подачі зернових матеріалів.

Вирішення задач можливо досягти наступними методами та підходами:

Частотно-регульовані електроприводи – забезпечують поступовий розгін конвеєра, що зменшує пікові навантаження.

Системи плавного пуску (Soft Start) – електронні пристрої для поступового збільшення напруги на двигуні, що запобігає ривкам.

Математичне моделювання процесу пуску – використання рівнянь Лагранжа та скінченно-елементного аналізу для прогнозування навантажень.

Контроль натягу стрічки – системи автоматичного регулювання натягу запобігають пробуксовці та нерівномірному розподілу навантаження.

Інтелектуальні алгоритми керування – використання адаптивних методів керування на основі даних сенсорів.

Енергоефективні приводи – застосування електродвигунів із високим ККД та технологій рекуперації енергії.

Моніторинг механічних навантажень – аналіз вібраційних характеристик для прогнозування зношення вузлів.

Впровадження оптимізаії дозволяє досягти:

Підвищення продуктивності – мінімізація простоїв завдяки стабільному та контрольованому запуску.

Зниження енергетичних витрат – оптимізація споживання електроенергії завдяки впровадженню регульованих приводів.

Подовження строку служби обладнання – зменшення механічних навантажень на вузли конвеєра.

Стабільність подачі матеріалу – рівномірне транспортування зерна без переривань та скачків швидкості.

Підвищення безпеки – усунення ризиків перевантаження приводу та аварійних ситуацій.

Адаптація до змінних умов експлуатації – гнучкість керування залежно від параметрів матеріалу та навколишнього середовища.

Оптимізація режиму пуску стрічкових конвеєрів при транспортуванні зернових матеріалів є важливим напрямом розвитку автоматизованих транспортних систем. Використання сучасних методів математичного моделювання, частотно-регульованих приводів та інтелектуальних алгоритмів керування сприяє підвищенню продуктивності, енергоефективності та надійності обладнання. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку систем прогнозування стану механізмів і адаптивного керування пусковими режимами на основі штучного інтелекту.

УДК 621.87

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРІВ ПРИ РОБОТІ З ТОКАРНИМ ВЕРСТАТОМ

Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Потапенко О.А.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Автоматизовані виробничі процеси набувають дедалі більшого значення в умовах сучасного промислового виробництва. Роботизовані маніпулятори, що взаємодіють із токарними верстатами, відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності, точності обробки деталей та зменшенні впливу людського фактора. Вдосконалення алгоритмів керування рухом маніпулятора дозволяє оптимізувати його функціонування, знизити навантаження на привідні механізми та забезпечити ефективне використання енергії. Важливим завданням є розробка методів, які дозволяють уникнути нестабільності руху, коливань та неточностей позиціонування.

Роботи-маніпулятори при роботі з токарними верстатами застосовуються в: машинобудівній сфері, де вони забезпечують автоматизоване завантаження та розвантаження деталей; автомобільній промисловості, де точність механічної обробки є критичною для виготовлення деталей двигунів, підвіски та трансмісії; авіаційній галузі, де потрібні високоточні операції з жорсткими вимогами до допусків; мікроелектроніці та точному приладобудуванні, де використовуються технології прецизійної механічної обробки малогабаритних компонентів.

Автоматизація виробництва набуває все більшого значення, і роботизовані маніпулятори, інтегровані з токарними верстатами, сприяють підвищенню точності, ефективності та безпеки процесу. Зі зростанням вимог до якості та швидкості обробки деталей автоматизовані системи мають забезпечувати стабільну та передбачувану роботу. Недостатньо оптимізовані режими руху маніпулятора можуть спричиняти збої в позиціонуванні, що впливає на точність обробки. Впровадження оптимізованих алгоритмів дозволяє забезпечити стабільність руху, знизити рівень енергоспоживання та мінімізувати ризики передчасного зношення механізмів.

Основними проблемами при роботі з токарним верстатом робота-маніпулятора є: динамічні навантаження, тобто різка зміна швидкості руху призводить до вібрацій та неточностей; неточність позиціонування – впливає на якість обробки деталі; високі енергетичні витрати, тобто неефективне керування збільшує споживання електроенергії; зношування інструменту – нестабільний рух призводить до нерівномірного навантаження на ріжучий інструмент; низька адаптивність, тобто складнощі в адаптації системи до змінної маси та форми деталей.

Завданнями оптимізації при роботі з токарним верстатом робота-маніпулятора є: підвищення точності позиціонування маніпулятора; мінімізація динамічних навантажень на механізм; зменшення часу обробки за рахунок

раціоналізації траєкторії руху; оптимізація енергоспоживання; підвищення адаптивності маніпулятора до змінних умов роботи.

Оптимізація руху робота-маніпулятора включає комплексні методи, що поєднують аналітичні, чисельні та експериментальні підходи:

Кінематичне та динамічне моделювання – дозволяє аналізувати роботу маніпулятора з урахуванням масо-інерційних характеристик, силових впливів та граничних умов. Завдяки цьому можна передбачити та мінімізувати небажані коливання.

Генетичні алгоритми та машинне навчання – використовуються для адаптації траєкторій руху під реальні виробничі умови, що дозволяє досягти максимальної точності позиціонування при мінімальних енергетичних витратах.

Оптимізація керування за критерієм енергоефективності – реалізується через впровадження регенеративних систем гальмування, зменшення пускових навантажень та коригування режимів роботи двигунів.

Сенсорні системи та адаптивне керування – включають використання лазерних сканерів, візуальних систем контролю, акселерометрів та тактильних датчиків для моніторингу стану обробки та динамічного коригування параметрів руху.Інтелектуальні алгоритми прогнозування навантажень – аналіз історичних даних про роботу обладнання дозволяє прогнозувати можливі перевантаження та автоматично коригувати режими руху маніпулятора.

Оптимізація за допомогою методів динамічного програмування – використовується для розрахунку найкоротших траєкторій руху, що мінімізує час виконання операцій та зменшує навантаження на систему приводу.

Аналіз вібрацій та зменшення механічних деформацій – розробка алгоритмів компенсації вібрацій дозволяє значно покращити якість обробки деталей.

Гібридні системи керування – поєднання класичних ПІД-регуляторів із нейромережевими алгоритмами адаптації дає змогу забезпечити високу точність та швидкість обробки.

Впровадження розширених методів оптимізації режимів руху маніпуляторів у виробничий процес забезпечить низку важливих переваг: збільшення продуктивності, зменшення експлуатаційних витрат, підвищення якості обробки, зниження впливу людського фактора, гнучкість виробництва, зниження викидів та енерговитрат.

Удосконалення режимів руху робота-маніпулятора при роботі з токарним верстатом є важливим напрямом розвитку автоматизованого виробництва. Впровадження інтелектуальних алгоритмів керування, адаптивних сенсорних систем та методів оптимізації траєкторій сприятиме підвищенню продуктивності, економічної ефективності та екологічної стійкості виробничих процесів. Майбутнє промисловості нерозривно пов’язане з розумними роботизованими системами, здатними до самонавчання та прогнозування оптимальних режимів роботи в реальному часі. Успішна реалізація цих підходів забезпечить підприємствам конкурентні переваги та сприятиме загальному розвитку індустрії.

УДК 621.87

МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА НА ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ

Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Боровик Є.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Оптимізація режимів руху маніпуляторів на транспортних засобах є ключовою задачею сучасної інженерної науки, що безпосередньо впливає на ефективність, безпеку та економічну доцільність вантажно-розвантажувальних операцій. Вдосконалення алгоритмів керування маніпуляторами дозволяє досягти високої точності та плавності руху, зменшення динамічних навантажень і енергоспоживання. Особливе значення має адаптація систем управління до змінних умов експлуатації, що дозволяє покращити загальну продуктивність транспортного комплексу.

Маніпулятори на транспортних засобах широко застосовуються в будівництві, сільському господарстві, лісовій промисловості, логістиці та на виробничих підприємствах. Основні сфери їхнього використання включають завантаження та розвантаження матеріалів, виконання монтажних робіт, транспортування вантажів в умовах обмеженого простору. Крім того, маніпулятори відіграють важливу роль у промислових автоматизованих лініях, де необхідна висока точність і швидкість виконання операцій.

В даний час зростають вимоги до ефективності вантажно-розвантажувальних операцій і вимагають вдосконалення методів керування маніпуляторами. Традиційні системи керування, що базуються на жорстких алгоритмах, не завжди враховують змінні фактори експлуатації, такі як вітрові навантаження, нерівності поверхні чи коливання транспортного засобу. Це призводить до підвищеного енергоспоживання, зносу механізмів та можливих аварійних ситуацій. Використання адаптивних алгоритмів керування та сучасних технологій, таких як штучний інтелект і машинне навчання, може значно покращити ефективність роботи маніпуляторів.

Виникають наступні проблеми при роботі маніпуляторів на транспортних засобах:

1. Динамічні навантаження. Раптові зміни швидкості руху маніпулятора можуть спричиняти коливання вантажу, що підвищує ризик перевантаження механізмів.
2. Енергетичні витрати. Оптимізація руху дозволяє зменшити витрати пального та електроенергії, що є критично важливим у сучасних умовах.
3. Безпека операцій. Плавний рух маніпулятора мінімізує ризик пошкодження вантажу, обладнання та самого транспортного засобу.
4. Точність керування. Низька точність руху може ускладнити позиціонування вантажу, що впливає на загальну ефективність роботи.
5. Знос механізмів. Високі навантаження на окремі елементи конструкції можуть призвести до швидкого виходу обладнання з ладу.

Тому потрібно проводити оптимізацію режимів руху. Оптимізація режиму руху маніпулятора спрямована на:

- Мінімізацію пікових навантажень, що сприяє довговічності обладнання.
- Поліпшення плавності руху, що дозволяє уникати небезпечних коливань вантажу.
- Зменшення часу виконання операцій завдяки точному керуванню.
- Ефективне використання енергії, що веде до економії ресурсів.
- Використання адаптивних алгоритмів керування для швидкого реагування на зміну умов експлуатації.

Для досягнення оптимізації руху маніпулятора на транспортному засобі можна використовувати наступні методи та підходи:

6. Математичне моделювання. Використання диференціальних рівнянь для аналізу та оптимізації траєкторій руху маніпулятора.
7. Адаптивні алгоритми керування. Використання PID-регуляторів та нейромережевих підходів для автоматичного налаштування параметрів руху.
8. Оптимізація траєкторії. Використання генетичних алгоритмів та методів динамічного програмування для мінімізації витрат енергії та часу.
9. Моделювання методом кінцевих елементів. Аналіз механічних навантажень та визначення оптимальних режимів руху.
10. Використання сенсорних систем. Інтеграція датчиків для адаптивного коригування руху маніпулятора в реальному часі.

Впровадження оптимізованих алгоритмів має наступні переваги:

- Підвищення продуктивності. Завдяки скороченню часу на переміщення вантажу знижується загальний час виконання операцій.
- Зниження експлуатаційних витрат. Раціональне використання ресурсів дозволяє зменшити витрати на паливо, електроенергію та обслуговування.
- Зменшення зношення механізмів. Оптимізація руху зменшує навантаження на конструктивні елементи маніпулятора, що збільшує його термін служби.
- Підвищення безпеки. Автоматизовані системи керування допомагають зменшити вплив людського фактора, що сприяє зниженню аварійності.
- Гнучкість у налаштуванні. Оптимізовані алгоритми дозволяють адаптувати параметри руху маніпулятора залежно від типу вантажу та умов навколишнього середовища.

Впровадження оптимізованих режимів руху маніпулятора на транспортному засобі є стратегічно важливим кроком для підприємств, що працюють у галузі логістики, будівництва та промисловості. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності операцій, зниженню витрат та мінімізації ризиків. Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на розробку адаптивних алгоритмів керування, що враховують змінні умови експлуатації та забезпечують максимальну ефективність роботи маніпуляторів.

УДК: 656.135:339.137.2:338.47(477)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ СЕРЕД ВІТЧИЗНЯНИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ

Дьомін О.А., Білошицький А.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сучасних умовах повномасштабної російської агресії, українські автоперевізники зазнають суттєвих проблем які особливо загострились на четвертому році війни. Не вистачає в першу чергу водіїв, логістичні ланцюги постійно видозмінюються в залежності від захоплення рашистами нових українських територій і блокування всім цивілізованим світом росії та бєларусі як об'єктів доставки вантажів.

Не дивлячись на означені обставини, конкуренція серед українських автопідприємств продовжує зростати. Для початку визначимо саме поняття «конкуренція» та проаналізуємо термін «попит».

Попитом вважається така економічна категорія, що характеризує ринкову економіку де нею відображається сукупна суспільна потреба у надходженні різних товарів із врахуванням при цьому платоспроможності замовника. Одиницею вимірювання попиту є кількість відповідного товару яку замовник спроможний придбати використовуючи фіксовану або договірну ціну. Простіше кажучи це вартісна оцінка попиту або добуток попиту і ціни.

Якщо термін попит перемістити на сферу де надаються транспортні послуги, то означений попит визначається як потреба в транспортних засобах. Зокрема, зі зміною обсягів перевезень за певний період, досліджується динаміка попиту на автотранспортні перевезення.

Якщо порівнювати з періодом до повномасштабного російського вторгнення, то у 2021 році обсяг перевезених вантажів склав 621,3 млн тонн. Вантажообіг у 2023 році склав близько 163,36 млрд тонно-кілометрів. Це на 2% менше від 2022 року та на 43,6% менше від 2021 року. Не дивлячись на такий спад обсягу і вантажообігу, конкуренція загострюється через нестачу робочих рук, зокрема водіїв, постійні повітряні тривоги, бомбардування, руйнування об’єктів критичної інфраструктури та зниження рівня платоспроможності замовників.

Поняття «конкуренція» означає процес змагання в якому учасники ринку змагаються між собою за найвигідніші умови виробництва, продажу та купівлі товарів. Цей тип економічних відносин встановлюється, коли виробники товару діють як незалежні та самостійні суб'єкти економічної системи. У такому ж становищі має бути і покупець товару.

Конкуренція регулює економічний підйом та стабільність, що покладено в основу економічних законів ринкової економіки.

Основними особливостями розвитку вітчизняних вантажних автомобільних перевезень в умовах війни є:

1) за останні 3 роки відбулося значне падіння виробництва в усіх галузях української економіки. Це призвело до того, що на ринку з'явилася надлишкова пропозиція послуг вантажних автоперевезень.

2) відсутність українських виробників вантажівок, відмова від російських і білоруських вантажних автомобілів та високі ціни на транспортні засоби призвели до сильної залежності від іноземних виробників транспортних засобів, що унеможливлює своєчасне оновлення автопарку.

3) поява на ринку автотранспортних послуг великої кількості приватних автотранспортних компаній та підприємців з невеликою кількістю транспортних засобів знизила конкурентоспроможність середніх та великих автотранспортних компаній з кількістю транспортних засобів понад 100 одиниць, які є високоефективними в умовах стабільних масових перевезень.

Зокрема, досліджуючи діяльність автотранспортного підприємства «БВК-Софт», ми визначили, що основними його проблемами є:

- зростаюче старіння автомобільного парку через високі ціни на транспортні засоби;
- необхідність термінової заміни в автопарку автомобілів МАЗ і КамАЗ, щоб виключити будь які відносини з росією і білоруссю;
- відсутність власних коштів, необхідних для оновлення основних фондів через низьку рентабельність автомобільних перевезень.

Використання орендованого рухомого складу є економічно невигідним, оскільки майже весь прибуток, отриманий за період оренди, витрачається на виплату лізингових платежів. Після закінчення терміну лізингу (п'ять років), у разі викупу транспортного засобу, його подальша експлуатація стає нерентабельною через наступні причини:

- значне зростання експлуатаційних витрат;
- поява більш ефективних нових транспортних засобів;
- зростання цін на паливно-мастильні матеріали, електроенергію та запасні частини.

УДК 514.18

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТІЛ ОБЕРТАННЯ В НАРИСНІЙ ГЕОМЕТРІЇ ТА КОМП´ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ

Бідніченко О.Г.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)

В сучасному світі, світі високих технологій та швидкоплинного розвитку з'явилося багато комп'ютерних програм, які дозволяють автоматизувати різні виробничі процеси, проводити математичні обчислення, значно спрощують процеси виконання креслеників, дозволяють формувати геометричні моделі об'єктів тощо. Для створення таких програм потрібна чітка формалізація процесу вирішення поставленої задачі, наявність відповідних алгоритмів для створення комп'ютерних програм.

Вже декілька століть існує наука – нарисна геометрія, яка є основою технічного креслення. Всі правила виконання побудов та механізми і способи розв'язання графічних задач, проекційні методи зображення тривимірних об'єктів на двовимірній площині було сформовано ще Гаспаром Можем у 18 столітті та все ці алгоритми залишаються актуальними і в наші дні. Завдяки розвитку комп'ютерних технологій стало можливим отримувати рішення шляхом геометричного моделювання об'єктів, що створюються.

Метою даного дослідження є представлення алгоритму моделювання тіл обертання в нарисній геометрії та формування об'ємного тіла обертання в графічній системі *AutoCAD*.

Одним із видів поверхонь, якими утворюються об'єкти, що нас оточують, є поверхні обертання, які утворюються під час обертання лінії (прямої або кривої) навколо прямої лінії, яка є віссю обертання і одночасно віссю утвореної поверхні [1]. Тому алгоритм формування поверхні обертання закладений в самій назві поверхонь та є таким. Кожна точка *A'*, *B'*, *C'*, *D'*, *E'*, … твірної при обертанні навколо осі *i* (рис. 1) описує коло, центр якого належить осі обертання, а площина – перпендикулярна до неї. Сукупність кіл обертання всіх точок кривої утворюють поверхню обертання.

Рис. 1. Тіло обертання загального виду

В нарисній геометрії поверхні зображуються у виді двох проекцій на горизонтальну і фронтальну площини для однозначного уявлення форми поверхні.

Особливістю поверхонь обертання є те, що поверхня формується із суцільного каркасу, який утворюється сімейством кіл-паралелей (рис. 2,***а***). Однак розглянута поверхня обертання Ψ має також іншу сім'ю ліній – сім'ю меридіанів (рис. 2,***б)***.

Всі наробки та знання з нарисної геометрії, всі алгоритми формування поверхонь та твердих тіл було закладено в основу автоматизованого проектування.

Так, аналогічний вище описаному алгоритм закладено при формуванні поверхонь обертання у графічних системах. Для отримання зображення поверхні або тіла обертання спочатку виконують зображення кривої лінії та осі обертання, а далі система розраховує траєкторії обертання кожної точки кривої та візуалізує результат побудов у вигляді поверхні або тіла обертання.

Рис. 2. Каркас поверхні обертання: *а* – сімейство паралелей; *б* – сімейство меридіанів.

Потрібно відзначити, що графічні системи передбачають побудову як поверхні, так і твердотільної моделі геометричного об’єкта [2, 3].

На рис.3. наведено панель інструментів для формування різноманітних поверхневих моделей, в тому числі і поверхонь обертання в графічній системі *AutoCAD*.

Рис.3. Панель інструментів для моделювання поверхонь

Команди формування твердотільних моделей зібрані у іншій панелі інструментів (рис.4).

Рис.4. Панель інструментів для формування твердотільних моделей

Розглянемо приклад геометричного моделювання тіла обертання. Для цього формуємо плоский контур деталі використовуючи команди двовимірного моделювання графічної системи *AutoCAD* (рис. 5). Цей замкнений контур має обертатися відносно горизонтальної осі для створення об’ємної моделі об’єкта. Командою *REGION* (область) створюємо цілісний контур, бо інакше буде побудовано не твердотільну, а поверхневу модель.

Рис. 5. Плоский контур

Застосувавши команду *ISOLINES*, змінюємо кількість ізоліній до 24, що дозволить отримати більш реалістичне зображення деталі.

Із панели твердотільних моделей вибираємо команду *REVOLVE* (Вращать), вказуємо змодельований контур для обертання та вісь обертання і погоджуємося із запропонованим кутом обертання контуру (360°). На рис. 6 показана отримана об'ємна модель деталі. Наочним підтвердженням отримання тривимірної моделі деталі є аксономнтрична проекція, показана на рис. 7. Цю проекцію побудовано із застосуванням південно-західної аксонометрії, що знаходиться на головній

Рис. 6

Рис. 7

стрічці у вкладці Вид /Іменовані види /Незбережений/ПЗ аксонометрія та розфарбовано.

Таким чином, для автоматизованого моделювання тіл та поверхонь обертання в графічних системах використані властивості поверхонь та тіл, які досліджувались методами нарисної геометрії. Складено алгоритми і програми моделювання тіл та поверхонь зокрема поверхонь обертання. Результати роботи алгоритмів візуалізуються на екрані монітора. За рахунок можливості швидкого отримання результатів моделювання та їх наочного представлення надано можливість проектантам складних систем і об'єктів шляхом геометричного моделювання вибрати із пророблених варіантів оптимальне рішення щодо заданих умов проектування.

Література

1. Бідніченко О.Г. Основи нарисної геометрії та перспективних зображень: навчальний посібник. Рекомендовано Вченою радою НУК як навчальний посібник (протокол № 02 від 24.02.2017 р.)/ О.Г. Бідніченко, С.О. Слободян. – Миколаїв: НУК. 2017. – 320 с.

2. Борисенко В.Д., Об'ємне моделювання в AutoCAD [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, І.В. Устенко. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. – 224 с.: іл. ISBN 978-617-7240-10-2.

3. Борисенко В.Д. Основи об'ємних зображень у середовищі проектування AutoCAD [Текст]: навч. посіб. / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, Д.В. Котляр. – Миколаїв: НУК, 2012. – 336 с.

УДК: 656

СТРАТЕГІЇ ВИБОРУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Разманов С.В., Загурський О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Під повним життєвим циклом виробу розуміють час (і відповідні йому дії), що проходить від постановки чіткого завдання створення цього виробу (транспортного засобу) до його повного фізичного або морального зношування і утилізації.

Повний життєвий цикл ТЗ містить такі етапи:

- маркетинг і розробку технічного завдання на новий виріб;
- розробку конструкторської документації, виготовлення та випробування макетного зразка і досвідченої серії (конструкторська підготовка виробництва);
- розробку технологічної документації. Виготовлення, придбання, установка і налагодження необхідного устаткування (технологічна підготовка виробництва);
- виробництво ТЗ. Саме на цьому етапі ідеї, втілені конструктором у креслення, реалізуються за сценарієм і за допомогою методів, визначених технологом;
- звернення (складування, підготовка до перевезення, доставка споживачеві, зберігання і т. ін.);
- експлуатацію (використання виробу відповідно до інструкції по експлуатації, обслуговування та ремонт);
- утилізацію (розбирання, сортування, повторне використання і переробка).

Також слід зазначити, що в ході гарантійного обслуговування, експлуатація визначається порядком періодичності технічного обслуговування і діагностики, заміни експлуатаційних матеріалів та розхідних частин. Таким чином, виконання вимог виробника автомобіля дозволяє підтримувати максимальну ефективність роботи транспортного засобу, а їх невідповідність є причиною відмови від гарантій обслуговування. У процесі після гарантійного обслуговування власник, як правило, керується загальними рекомендаціями утриманням або застосовує їх у разі поломки. Однак, навіть якщо рекомендації дотримуються, під час певного пробігу, ККД транспортного засобу починає знижуватися, що пов'язано зі зносом і старінням вузлів, агрегатів та автомобільних систем. У той же час слід зазначити, що виробники автомобілів проходять через скорочення життєвого циклу окремих одиниць і транспортних засобів загалом, для того, щоб забезпечити стабільний попит на продукцію, а з іншого боку, скорочення життєвого циклу автомобіля відбувається за рахунок прискорених інновацій, які впроваджуються в масове виробництво. Після закінчення терміну експлуатації, крім самих зношених автомобілів у відходи надходять зняті під час ремонту деталі і автокомпоненти. До них відносять

акумулятори, елементи кузова, деталі двигуна і трансмісії, вузли підвіски, автопокришки, бампери, інші деталі з пластмас і гуми.

Виведений з експлуатації автомобіль, залишений в покинутому стані є концентрованим джерелом забруднення довкілля. У ньому залишаються всі ті матеріали, що були використані під час його виготовлення: чорні і кольорові метали, нафтопродукти, мастильні та охолоджуючі рідини, пластик і текстиль, гумотехнічні вироби, скло і кераміка, картон, дерево та ін. Усі ці матеріали можуть і повинні стати вторинними ресурсами для виробництва нової товарної продукції.

Виходячи з вищесказаного, утилізація автомобілів повинна розвиватися у двох напрямках:

- відновлення і повторне використання вузлів, агрегатів та інших автокомпонентів, що зберегли свій ресурс;
- переробка вузлів і агрегатів, що не підлягають відновленню, у вторинні матеріальні ресурси з метою їх використання при виробництві нових матеріалів (авторециклінг).

Тобто, можемо виділити дві основні стратегії вибору життєвого циклу транспортного засобу (рис. 1., 2).

Рис. 1. Перша стратегія

Рис. 2. Друга стратегія

Вибір стратегії залежить від стану та ринкової вартості транспортного засобу, економічного стану підприємства та загального стану економіки країни.

Література

1. Загурський О.М. Управління ризиками : навчальний посібник. Київ: Університет «Україна», 2016. 243.

2. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022 Jelgava, LATVIA. 543-550.

УДК 331.45:504.05

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО ПЕРІОДУ

Марчишина Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У разі настання нещасних випадків, які завдали шкоди працівникам, роботодавець зобов'язаний вжити всіх зусиль для організації неупередженої та повної перевірки обставин таких подій. Кожний випадок травматизму, що трапився з працівниками під час виконання трудових обов'язків, повинен бути розслідуваний комісією підприємства або Держпраці України, залежно від його наслідків. Адже приховування роботодавцем факту нещасного випадку позбавляє працівника його конституційного права на соціальний захист [1].

Розслідування проводять згідно встановленого в Україні "Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві", затвердженого Постановою КМ України №59. У період воєнного стану в цей Порядок періодично вносились зміни та доповнення [2].

Нещасні випадки, що сталися зі співробітниками під час роботи внаслідок воєнних дій (бомбардувань, ракетних та артилерійських обстрілів, мінувань тощо), підлягають спеціальному розслідуванню незалежно від тяжкості травм. Тобто якщо навіть співробітник підвернув ногу, поспішаючи в укриття під час ракетного обстрілу, контроль над розслідуванням на себе візьме Держпраці України. Роботодавець повинен дотримуватись їх вказівок.

Розслідування нещасних випадків, що сталися у районі воєнних дій за обставин, що не належать до воєнних дій, проводяться, як і раніше, комісіями підприємства чи Держпраці, залежно від наслідків нещасного випадку. Повідомлення про нещасний випадок внаслідок бойових дій роботодавець подає письмово або електронною поштою не пізніше наступного дня до: територіального органу Держпраці; територіального органу Пенсійного фонду України; військової адміністрації (військово-цивільної адміністрації, місцевої адміністрації чи органу місцевого самоврядування); первинної профспілки, а у разі її відсутності – уповноваженій найманими працівниками особі з питань охорони праці; органу галузевої профспілки вищого рівня, а у разі її відсутності – у територіальне профоб'єднання за місцем настання нещасного випадку. При травмах, отриманих під час воєнних дій, аналіз наявності в організмі алкоголю, наркотичних речовин і ступеня сп'яніння не проводиться.

Якщо раніше для повідомлення про нещасний випадок до відповідних установ та організацій надавали 2 години, тепер це потрібно зробити протягом доби. До останніх змін, на засіданні комісії мали бути присутніми всі її члени. Тепер засідання вважається дійсним, якщо на ньому була присутня більшість членів комісії, включаючи голову. Прийняття рішень, складання та підписання документів також здійснюється присутніми на засіданні членами комісії. Про

прийняті на засіданні рішення голова комісії зобов'язаний повідомити тих членів, які були відсутні, з використанням усіх доступних засобів зв'язку.

Підписання членами комісії протоколів, актів та затвердження їх роботодавцем може здійснюватись за допомогою електронного підпису. Засідання комісії і зараз потрібно проводити офлайн.

Розслідування нещасних випадків, що спричинили тяжкі наслідки, у тому числі з можливою інвалідністю, проводиться комісією підприємства без відповідного письмового доручення територіального органу Держпраці. Термін розслідування також може бути обґрунтовано продовжено без погодження з територіальним органом Держпраці. Якщо нещасний випадок стався на території, віднесеній до районів проведення бойових дій, можна розслідування не погоджувати з Держпраці, а якщо в інших місцях – необхідно погодити.

Протягом трьох робочих днів після розслідування, проведеного Держпраці, підприємство має сформувати матеріали розслідування та надіслати їх у: Держпраці та її територіальному органу за місцем настання нещасного випадку; територіальному органу Пенсійного фонду України за місцем реєстрації підприємства; органу Національної поліції у разі нещасного випадку, який спричинив тяжкі або смертельні наслідки, смерть працівника; профспілковий орган вищого рівня або територіальне об'єднання профспілок; іншим підприємствам, які брали участь у розслідуванні.

Потерпілому, членам його сім'ї або уповноваженій ним особі надається акт за формою Н-1. Якщо сформувати та надіслати матеріали спеціального розслідування для роботодавця неможливо, цей обов'язок покладають на територіальний орган Держпраці, який створив комісію.

У ситуації, коли створити комісію та провести розслідування неможливо через загрозу життю та здоров'ю членів комісії, - то роботодавець та територіальний орган, наскільки це можливо, збирають та систематизують інформацію про нещасний випадок, щоб розслідувати його після припинення воєнних дій чи режиму надзвичайного стану. Якщо під час проведення розслідування, яке вже розпочалось, виникає загроза життю та здоров'ю членів комісії, то воно може бути призупинено наказом роботодавця, Держпраці або її територіального органу та продовжено після припинення військових дій чи режиму надзвичайного стану. Тобто тепер розслідувати нещасні випадки можна довше, в окремих випадках - до закінчення воєнних дій.

Література

1. Хмельовський В.С., Марчишина Є.І., Білько Т.О. та ін. Охорона праці. Центр учбової літератури. 2021. 594 с.

2. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 17 квітня 2019 р. № 337 із змінами № 1 від 05.01.2021; № 1350 від 02.12.2022; № 59 від 20.01.2023; № 97 від 04.02.2023; № 599 від 24.05.2024; № 1542 від 27.12.2024.

УДК 004.925.8

ТОЧНЕ - ЦИФРОВЕ - РОЗУМНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: У ЧОМУ РІЗНИЦЯ?

Ребенко В.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Технології стали важливою частиною бізнесу для кожного фермера, продавця сільськогосподарської продукції та агронома. Зростаючий рівень впровадження технологій у сільському господарстві нікого не повинен дивувати. Сільське господарство відрізняється високою земле- і трудомісткістю. Фермери використовують технології для підвищення ефективності та управління витратами. Еволюція цифрових технологій і модернізація сільського господарства спричинили появу нових концепцій і термінів. Ці терміни включають точне землеробство або фермерство, цифрове землеробство та розумне землеробство. Ці терміни часто використовуються як синоніми, але мають тонку різницю в значенні.

Точне землеробство

Найпростіший спосіб зрозуміти точне землеробство — це думати про нього як про все, що робить практику землеробства більш точною, оптимізованою та контрольованою, коли йдеться про вирощування сільськогосподарських культур і розведення худоби. Важливим компонентом цього є використання інформаційних технологій і широкого спектру елементів, таких як:

- автоматизоване обладнання та програмне забезпечення,
- автономні транспортні засоби,
- дрони,
- GPS наведення,
- робототехніка,
- датчики,
- відбір проб ґрунту, і
- телематика.

Критичним моментом тут є оптимізація. Наприклад, замість того, щоб вносити рівну кількість добрив на поле, точне землеробство передбачає вимірювання коливань ґрунту в межах поля та відповідну адаптацію стратегії внесення добрив. Це призводить до оптимізації використання добрив, економії витрат і зменшення впливу на навколишнє середовище.

Точне землеробство спочатку зародилося разом із запровадженням GPS-навігації для тракторів на початку 1990-х років. Їхньою метою з цією технологією було автоматизувати керування, зменшити кількість помилок і підвищити врожайність, не витрачаючи насіння. Прийняття цих вказівок GPS настільки поширене, що це, ймовірно, найбільш часто використовуваний приклад точного землеробства сьогодні.

Хоча принципи точного землеробства існують уже більше двадцяти п'яти років, лише за останнє десятиліття вони стали основними. Це пов'язано з технологічним прогресом і впровадженням інших, ширших технологій. Застосування мобільних пристроїв, доступ до високошвидкісного Інтернету, недорогий і надійний супутниковий зв'язок – для позиціонування та отримання зображень – і сільськогосподарське обладнання, оптимізоване виробником для точного землеробства, є життєво важливими технологіями, що характеризують тенденцію точного землеробства.

Цифрове землеробство

Суть цифрового фермерства полягає у створенні цінності з даних. Цифрове землеробство означає вийти за рамки наявності та доступності даних, щоб розробити дієвий інтелект і суттєву додаткову цінність таких даних. Цифрове сільське господарство об'єднує обидві концепції – точного та розумного землеробства.

Для фермерів цифрове сільське господарство дає можливість збільшити виробництво на фермі, заощадити витрати в довгостроковій перспективі та усунути ризики. Багато хто вважає цифрове сільське господарство майбутнім сільськогосподарської галузі.

Розумне землеробство

По суті, «розумне землеробство» - це застосування інформаційних технологій і технологій даних для оптимізації складних систем землеробства. Основна увага приділяється доступу до даних і тому, як фермери можуть розумно використовувати зібрану інформацію. Мета полягає в тому, щоб підвищити якість і кількість продукції, оптимізуючи виробництво людської праці. Або, простіше кажучи, виробляти більше їжі з меншими інвестиціями та тією ж кількістю землі.

Технології, які використовуються в розумному фермерстві, варіюються від Інтернету речей і робототехніки до дронів і ШІ. За допомогою цих інструментів

фермери можуть контролювати стан поля, не виходячи на поле. Це дає їм змогу приймати рішення щодо всієї ферми, партії чи навіть окремого заводу.

Розумне землеробство – це не тільки для великих сільськогосподарських корпорацій. Він також може стимулювати сімейні ферми, органічні ферми та інші менші підприємства. Весь процес розумного землеробства управляється програмним забезпеченням і контролюється датчиками, що знижує загальні ціни, підвищує загальну врожайність, підвищує якість доступності та, зрештою, клієнтський досвід. Автоматизація дозволила зробити гігантські кроки вперед у ефективності виробництва, покращенні якості та сталості.

Використання даних точного землеробства у вашій діяльності

Десятиліттями фермери використовували передові інструменти, які допомагали їм збирати та аналізувати сільськогосподарські дані для підвищення врожайності. Вміст ґрунту, вологість, тенденції поживних речовин і погодні системи на будь-якому квадратному футі землі – це лише деякі з точок даних, доступних фермерам із сучасними технологіями. Крім того, новою «нормою» є збір даних про землю та врожай та інтеграція цих даних у програмне забезпечення, яке використовується в маркетингу, прогнозуванні та виробництві.

Інтернет речей (або IoT) виявляється перспективним для реалізації нових рівнів даних і контролю. Очікується, що це буде потужний двигун, який перетворить сільське господарство та їжу в інноваційні мережі пов’язаних об’єктів. Є тверде переконання, що IoT стане справжнім кардинальним фактором у сільському господарстві та загальному харчовому ланцюзі, що різко підвищить продуктивність і сталість.

Але щоб застосувати всі ці дані та взяти участь у цій трансформації, фермер повинен збирати, передавати, зберігати, отримувати та аналізувати ці дані. Фермер повинен увійти всередину та випередити свої цикли прийняття рішень. Це означає, що їм потрібна актуальна інформація та уявлення.

В світі існує багато компаній та інструментів, які надають цю своєчасну інформацію виробнику, коли вона їм потрібна, у режимі реального часу. Ці комплексні набори перевірених, спеціально розроблених даних про навколишнє середовище, моделей і інструментів вже сьогодні забезпечують дієві результати і дозволяють виробникам оптимізувати прийняття рішень, створювати кращі продукти, збільшувати доходи та впевнено керувати ризиками, надаючи екологічні дані та проблеми ринку.

УДК 331.45:504.05

ОЦІНЕННЯ НЕБЕЗПЕК ТА РИЗИКІВ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Хмельовський В.С., Марчишина Є.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

На всіх українських підприємствах відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець впроваджує систему управління охороною праці (СУОП). З приводу розроблення та впровадження СУОП двічі виходили рекомендації державних наглядових органів за охороною праці. Міжнародні організації також приділили увагу питанням створення СУОП на підприємствах.

Необхідність ідентифікації небезпек та оцінки професійних ризиків для працівників підприємств є однією з найважливіших вимог стандарту ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та рекомендації щодо застосування» [1]. Вимоги щодо оцінки професійних ризиків також містяться: у директиві Європейського Союзу (ЄС) 89/391/ЄЕС; в індивідуальних директивах ЄС про безпеку праці на робочих місцях (89/654/ЄЕС, 89/655/ЄЕС, 89/656/ЄЕС, 90/269/ЄЕС, 90/270/ЄЕС, 1999/92 ЄС) та про захист працівників від хімічних та фізичних чинників 2000/54/ЄС, 2002/44/ЄС, 2003/10 ЄС, 2004/40 ЄС, 2004/37 ЄС) [2].

У чинних нормативно-правових актах з охорони праці, пожежної безпеки, електробезпеки, санітарної гігієни, екологічної безпеки, немає прямих вказівок щодо обов'язкового проведення оцінки професійних ризиків. Є лише вимога Закону України «Про охорону праці» про ознайомлення працівників зі шкідливими та небезпечними умовами праці. Стандарт ISO 45001:2018 вимагає вказати в інструкції з охорони праці характеристику основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів для даної професії, особливості їх впливу на працівника. Наразі оцінка професійних ризиків для безпеки праці на робочих місцях поки що є добровільною та стосується більшою мірою тих, хто впроваджує СУОП відповідно до вимог стандарту ISO 45001:2018.

Для того щоб проводити ідентифікацію небезпек та оцінку професійних ризиків, треба обов'язково навчити персонал, який виконуватиме таку роботу. Для оцінки ризиків необхідно створити робочі групи та вибрати керівника. Загальне керівництво з ідентифікації небезпек та оцінки ризиків у структурних підрозділах здійснюють їх керівники.

Для організації процесу проведення ідентифікації небезпек та оцінки ризиків у структурних підрозділах керівник служби охорони праці готує наказ, яким: визначається конкретний склад робочих груп та особа, відповідальна за проведення ідентифікації небезпек та оцінки ризиків у кожному структурному підрозділі; встановлюються строки проведення ідентифікації небезпек та оцінки ризиків, оформлення результатів. Керівник і члени робочих груп повинні мати достатні знання про оцінювані робочі процеси, робочі місця, професії; про вимоги нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП); про відомі

небезпеки та ризики в оцінюваній сфері діяльності; про інциденти, що сталися раніше або могли статися; про методи оцінки ризику.

Не існує єдиного способу вимірювання ризику або його оцінки. Для оцінки професійних ризиків найчастіше використовуються опитувальні листи та їх аналіз; метод "що - якщо"; аналіз відомих інцидентів та їх наслідків; метод опитування експертів (метод "Дельфі"); картування небезпечних зон. Ідентифікація небезпек (ризиків) з подальшою оцінкою тяжкості та ймовірності наслідків дозволяє визначити ступінь ризику для конкретної небезпеки. Кожну небезпеку та її наслідки оцінюють і усувають ризик, або знижують до прийнятного рівня відповідними захисними заходами [3].

Послідовність дій робочої групи при оцінці ризиків включає: вивчення небезпек, які можуть виникнути при всіх режимах роботи (нормальний, аварійний, ремонт, обслуговування); введення інформації про ідентифіковані небезпечні ситуації у відповідну графу "Картки обліку небезпек та оцінки ризику"; аналіз і оцінка ризиків та занесення даних до "Реєстру небезпек та ризиків"; розробку заходів щодо управління ризиками.

Ризик є функцією тяжкості можливого наслідку небезпеки та ймовірності виникнення небезпеки. Для оцінки ризиків може застосовуватись класичний метод, за яким ризик розраховується за такою формулою $R = P \cdot S$, де R – ризик, бал; P - ймовірність виникнення небезпеки, бал; S – серйозність наслідків небезпеки, бал [4].

Якщо ризик оцінений як незначний, то спеціальні заходи впроваджувати не потрібно, документувати небезпеки та ризики необов'язково. При малому ризику спеціальні заходи для зменшення ризику також не потрібні, але рекомендується оцінити, які заходи можна було б реалізувати з мінімальними витратами. Ризик все ж таки необхідно контролювати. Якщо ризик оцінений як прийнятний, то бажано впровадити заходи зменшення ризику, але їх необов'язково реалізовувати негайно. Заходи можна проводити протягом 1-2 місяців після оцінки ризику.

При значному ризику роботу не можна продовжувати, доки не буде вжито заходів для зменшення або усунення ризику. Якщо роботу неможливо перервати, то заходи необхідно провести у короткий термін.

Якщо ризик оцінений як неприйнятний (неприпустимий), то роботу проводити не можна. Зменшення ризику є обов'язковим. Повинні бути задіяні такі процедури: усунення небезпеки, якщо це можливо; якщо не можна усунути ідентифіковану небезпеку, то слід вжити необхідних заходів для зниження ризику до прийнятного рівня. Такі заходи включають зміну конструкції обладнання, зміну технологічних процесів, використання огорож для обладнання; інформування працівників про залишкові ризики. Запобіжні заходи включають інформування, навчання, використання попереджувальних знаків, засобів колективного та індивідуального захисту тощо. Якщо оцінка ризику все ще вказує, що залишковий ризик є неприпустимим, персонал до роботи допускати не можна.

Література

1. ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та рекомендації щодо застосування», 2018

2. Хмельовський В.С., Білько Т.О. та ін. Охорона праці. Центр учбової літератури. 2021. 594 с.

3. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці у сільському господарстві. К.: ЦУЛ. 2017. 691 с .

4. Марчишина Є.І. Методика SWIFT для оцінювання ризиків травматизму на підприємствах. Збірник тез доповідей IX міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» (24-25 лютого 2022 р.) с. 240-243

УДК 631.15:658.27

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

Бондарєв С.І., Рожошенко І.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відомо, що поняттями варіативного характеру у сучасній дослідницькій традиції є «транспортна поведінка» та «мобільність». У наших дослідженнях визначено концептуальні та методологічні відмінності між цими поняттями. Існує дві інтерпретації: управлінський та теоретико-практичний потік. Управлінський - це мобільність, теоретико-практичний - рухливість. Саме поняття «транспортна поведінка» інтегрує результати кількісних та якісних методів дослідження як ланцюг взаємодіючих актів між пасажирами й транспортною інфраструктурою. Споживча цінність транспортних послуг є основним фактором використання транспорту і транспортної «поведінки». Оскільки цінність для пасажира - це межа між очікуваннями та «жертвами» пасажирів. Тому виникає питання ціна – якість транспортної послуги. Мобільність пропорційна рівню життя населення, культурі побуту, розвитку продуктивних сил і, найголовніше, розвитку самої транспортної інфраструктури [1].

Транспортні потреби визначаються рівнем транспортної мобільності населення. Мобільність може визначатися співвідношенням кількості пасажирів транспорту до кількості мешканців певної території, індивідуальною мобільністю окремих груп пасажирського населення (студенти, працівники, пенсіонери та ін.) та метою поїздки. Показники мобільності вказують на те, як часто певний сегмент пасажирів користується послугою [2, 3]. Стандарти якості на пасажирських перевезеннях регулюються законодавчими нормами [3]. Однак сама якість не вкладено в контексті оцінки користувачами цих послуг.

Транспортні компанії переважно орієнтуються на стандарти якості, ніж на потреби пасажирів. Для кожної з цих сфер оцінювання система визначає набір критеріїв оцінювання на одному з трьох рівнів [4]: комбіновані характеристики якості; елементарні характеристики якості; «сигнальні» характеристики якості.

Таким чином, із зазначеного зробимо висновок, що внутрішня реальність якості надання пасажирської послуги на громадському транспорті є продуктом відносно суб'єктивним у ряді їх характеристик.

Тому нами запропоновано власне обґрунтування якісних показників транспортної послуги на громадському пасажирському транспорті на основі проведених чисельних досліджень різних соціальних груп населення у великих містах України. Для уніфікації показників якості нами проведений АВС аналіз по основним групам населення - студенти, населення, яке використовує громадський транспорт за діловою спрямованістю, пенсіонери та ін. (табл. 1).

Таблиця 1. Результати проведеного АВС аналізу якісних показників перевезень

Критерій якості транспортної послуги	Доля респондентів по		Категорія АВС
	якості, %	групам, %	
Ціна послуги	17		А
Швидкість переміщення	15		А
Інтервали руху	13	57	А
Наявність вільного простору в салоні	13		А
Пішохідна доступність	10		А
Зручність розкладу	9		В
Надійність транспортного засобу (безпека)	8	29	В
Інформативність (розклад, схема маршруту)	6		В
Розміщення зупинок в центрах тяжіння пасажирів	5		С
Комфорт (мікроклімат, освітлення, якість салону тощо)	2	14	С
Робота водія і кондуктора (вічливість, охайність тощо)	2		С
Всього	100	100	

Як бачимо, показники в категорії «А» набрали майже в 2 рази більше балів ніж «В» і аналогічно відношення груп «В» і «С». «Надійність транспортного засобу (безпека)» оцінений і є у групі «В» (8 %). Більшість пасажирів вважають, що цей показник має бути контрольований організаторами перевезень.

Також проведені опитування пасажирів щодо ціни на перевезення. Їхня думка розділилась по соціальним групам населення, але загальна тенденція майже одностайна. Зрозуміло, що наявним на даний час громадським транспортом постійно користуються громадяни у яких цей транспорт являється єдиним видом транспорту і вони мають середній і нижче середнього достаток. Левова частка респондентів готові платити більше за квиток, особливо, якщо будуть задовольнятись показники якості групи «А».

Література

1. Лойко Д.П. Управління якістю : навч. посіб. – 2-е вид. / Д.П. Лойко, О.В. Вотченкова, О.П.Удовіченко, М.А. Котляр. - Львів: «Магнолія 2006», 2010. – 336 с.

2. Марчук, І. І. Формування критеріїв забезпечення системної ефективності пасажирських перевезень : Вісник Національного транспортного університету / І. І. Марчук.– К.: Вип. 9, 2004. – С. 238–242.

3. Вдовиченко, В. О. Оцінка ресурсних можливостей міського пасажирського транспорту : Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. / В. О. Вдовиченко. – Дніпропетровськ.: – Вип. 8. 2014– С. 35–39.

4. Бондарєв, С. І.. Актуальні проблеми на пасажирському транспорті та взаємовідносин з державою [Текст] : Збірник тез доповідей. VI Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» // С. І. Бондарєв. – К.: 2023. – С. 14-16.

УДК 65.018:656.13

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

Попок М.О., Бондарєв С.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для замовника перевезення особливе значення не лише терміновість і якість доставки вантажів, але й оцінка вартості перевезень. Одним із способів вирішення цих проблем є моделювання процесу перевезення з урахуванням реальних маршрутних умов. Імітаційна модель оперативного управління (ОУ) процесом доставки вантажів в міжнародних автомобільних перевезеннях (МАП) повинна бути комплексною, що відбиває стан об'єктів управління і моделей, що забезпечують вибір оперативних рішень у процесі вантажоперевезень. Модель факторів, що впливають на ОУ процесу МАП, представимо на рис. 1.

Рис. 1. Структура факторів, що впливають на ефективне ОУ процесу МАП

Імітаційна модель забезпечує визначення потенційних і конкурентних можливостей за чинниками: соціальний, економічний, фінансовий, виробничий, ресурсний, інформаційний, що дозволяє визначити пріоритети в розвитку ключових напрямків функціональної орієнтації АТП. Крім того, створюються передумови пріоритетного розподілу наявних ресурсів, виходячи з умови досягнення максимального ефекту кожної окремо взятої транспортної операції.

Розглядаючи ряд моделей часу доставки вантажів на прикладі реальних маршрутних характеристик дозволяє оперативно реагувати на мінливі умови на всьому ланцюгу МАП. Завдання визначення імовірнісних характеристик часу доставки вантажу вирішувалася моделюванням вхідних випадкових величин

методом Монте-Карло. Нами розроблений алгоритм і технологія моделювання часу доставки вантажу в МАП реалізовані у вигляді МАТСТАТ - програми. Використання функції розподілу дозволяє оцінити надійність перевезень за часом з імовірністю 0.91 час рейсу. Реальність маршрутних умов в моделях МАП забезпечується поряд з детермінованими параметрами (протяжність маршруту, категорія дороги, обмеження за умовами руху на маршруті тощо) і ймовірнісно-статистичними показниками їх основних випадкових характеристик. Такими характеристиками є: середня швидкість руху транспорту на маршруті; час проходження маршруту; час для підготовки, перевірки й оформлення документів; час виконання вантажно-розвантажувальних операцій; час перерв, відпочинку і випадкових що не враховуються в документах зупинок на трасі відповідно до вимог ЄУТР; час дорожнього інспекційного контролю на трасі та час очікування на прикордонних переходах.

Найбільш тривалою ланкою руху є проходження митного КПП ЄС-Україна. Проблему становлять на прикордонних переходах черги автомобілів. У зв'язку з цим, оптимальне управління повинно включати процедуру вибору проміжних КПП, а прикордонні переходи - як систему масового обслуговування (СМО), яка характеризується набором таких параметрів: кількість постів перевірки, довжина авточерги, інтенсивність транспортного потоку на митному КПП, середній час перевірки АТЗ. Критерієм оптимізації є час проходження КПП з очікуванням обслуговування в черзі. В рамках класифікації СМО, КПП слід розглядати, як багатоканальну систему з очікуванням без відмов.

З огляду на необхідність оперативного прийняття рішень, в якості першого наближення можна використовувати формули найпростішого вхідного потоку.

Література

1. Бондарєв, С. І. Організація міжнародних автомобільних перевезень : навч. посібник для студентів напряму «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» вищих навчальних закладів / С. І. Бондарєв. - К.: Компрінт, 2016. – 410 с.

2. Бондарєв, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях: Збірник тез доповідей. ІІ Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарєв. 2019. – С. 63-66.

3. Міжнародні перевезення : теорія та практика: навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. Кн. 1. – 2018. – 182 с.

4. Організація міжнародних автомобільних перевезень вантажів: навч. посібник / Н.В. Пономарьова, Т.В. Волкова, Н.М. Пономарьова та ін.; під ред. Н.В. Пономарьова. – Х.:ХНАДУ, 2014. – 180 с.

5. Methods of reliability management in supply chain/ Zagurskiy, O., Pivtorak, M., Bondariev, S., Demin O., Kolosok I., Engineering for rural development Jelgava, 24.-26.05.2023.

УДК 631.173

ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ІНСТРУМЕНТОМ З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ

Пінчук Р.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підвищення якості ремонту машин, збільшення ресурсу двигуна після ремонту може бути забезпечено за рахунок широкого застосування алмазного і ельборного інструменту на кінцевих операціях.

У ремонтному виробництві інструменти з надтвердих матеріалів використовуються в операціях хонінгування, суперфінішу, притирання і заточування інструменту.

Алмазне хонінгування гільз циліндрів двигуна замість абразивного хонінгування збільшує довговічність брусків в 150-200 разів, зменшує шорсткість поверхні, підвищує точність деталей на 70%, знижує витрати на інструмент на 30-40%.

Полірування шийок колінчастих валів двигунів алмазними еластичними стрічками замість полірування пастою ГОІ підвищує продуктивність процесу в 10-12 разів, покращує якість поверхні, збільшує термін служби відремонтованих колінчастих валів.

Хонінгування брусками з кубічного нітриду бору (ельбору) в порівнянні з алмазним забезпечує більш високий клас шорсткості поверхні, в ряді випадків замінює дві операції хонінгування (чорнову і чистову) однією операцією. Загальний вигляд брусків для хонінгування гільз циліндрів двигуна представлено на рис. 1.

а)

б)

Рис. 1. Бруски для хонінгування гільз циліндрів двигуна: а – алмазні бруски; б) – бруски з ельбору.

Притирання клапанів ельбором замість притирання електрокорундом підвищує продуктивність процесу в 5-7 разів і підвищує зносостійкість спряжених деталей на 40%.

Заточка інструменту кругом із алмазу і ельбору дає значний ефект, в першу чергу за рахунок збільшення терміну служби інструменту.

Комплексне використання алмазного і ельборного інструменту при фінішній обробці відповідальних деталей двигуна підвищує ресурс двигуна на 20-25%.

Великою перевагою обробки деталей надтвердими матеріалами є те, що всі процеси можуть проводитися на наявному обладнанні, тобто впровадження надтвердих матеріалів в ремонтне виробництво не вимагає додаткових капітальних вкладень.

Література

1. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніді, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. - 157 с.

2. Мельник В.І. Ружило З.В., Мельник В.І., Новицький А.В., Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Попик П.С. Надійність машин та обладнання. Ремонтування машин та відновлення деталей. Том 2. Навчальний посібник: НУБіП України. Київ. 2023. - 313 с.

УДК 629.4.027

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ НАТИРАННЯМ

Попик П.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Спосіб електролітичного натирання використовується на ремонтному виробництві при відновленні різних видів хромових покриттів. Він має високу технологічність і створює сприятливі умови для механізації та автоматизації виробничого процесу.

У сучасних автомобілях і тракторах використовується ряд деталей, які піддаються одночасно декільком впливам (температура, механічний знос, знакозмінні навантаження).

Метою дослідження було отримання покриттів з високою хімічною стійкістю, зносостійкістю і захистом від корозії.

Покриття наносилися на зразки, виготовлені зі сталі 45Х. Натуральною деталлю служив валик водяного насоса двигуна Д-245.

Досліджувались осади електролітичного хрому та його гальванічні сплави з молібденом.

Для проведення досліджень була виготовлена експериментальна установка хромування натиранням. Анод був виготовлений зі сплаву «Гартблей». Матеріал тампона – 100 %-й поліестер. Кількість шарів тампона – 4-5. Подача електроліту здійснювалася через спеціальний пристрій, який забезпечував рівномірний полив контактної зони.

Для обертання деталі в сконструйовано спеціальний пристрій, що складається з реверсивного двигуна і редуктора з діапазоном частоти обертання від 10 до 300 об/хв.

Живлення виконувалося від випрямляча BVP Prof One 15V 150A Reverse. Дане джерело живлення призначено для живлення гальванічних ванн з різними хімічними процесами: хромування, нікелювання, міднення, цинкування тощо. Для тривалої роботи в умовах агресивного навколишнього середовища блок оснащений синтетичним фільтром на передній панелі. Пульт управління може зніматися з приладу і керувати блоком на відстані до 15 м. На пульт керування виводиться інформація про поточний стан блоку: задана та вихідна напруга, заданий та вихідний струм, значення таймера/секундоміра, денного і накопичувального лічильника ампер/годин, реверсивність струму (прямий або зворотний). Є можливість керувати блоком за допомогою комп'ютера і порту RS-485. Принципова схема відновлення деталей електролітичним натиранням представлена на рис. 1а.

а) б)

Рис. Відновлення деталей електролітичним натиранням: а) принципова схема: 1 – деталь; 2 – електрод; 3 – тампон: 4 – електроліт; 5 – рукоятка; 6 – ванна для збору електроліту, б) джерело живлення.

Для нанесення покриттів використовувався електроліт наступного складу (в г/л): хромовий ангідрид – 400; вуглекислий кальцій – 75; сірнокислий кобальт – 20.

На цій основі досліджені два експериментальних електроліта з добавками молібденової кислоти.

Підготовчі операції перед хромуванням: обезжирення деталей віденським вапном і декапування при щільності струму 110 А/дм^2 і часом 15 с.

Режими хромування: температура електроліту – 18-25° С; щільність струму – 100-150 А/дм^2; напруга 12 В; частота обертання катода – 60 об/хв, витрата електроліту – 3-4 см^3/хв; відношення поверхні, що покривається анодом до поверхні деталі – 0,2.

Вихід хрому по струму становив близько 40%, швидкість осадження – 1 мкм/хв, товщина осадженого шару – до 60 мкм.

Критеріями оптимізації технології нанесення гальванічного покриття на основі хрому були мікротвердість, рівномірність, шорсткість, мікротріщинність, адгезія з основою, корозійна стійкість, зносостійкість.

Встановлено, що висока рівномірність отриманих покриттів, а також вкрай незначна шорсткість їх поверхні виключають в більшості випадків подальшу обробку.

Мікротвердість осадів хрому становить 860-930 кгс/мм^2, що забезпечує високу зносостійкість покриття. При цьому мікротвердість електролітичного сплаву з молібденом становить всього 510-550 кгс/мм^2.

Корозійну стійкість покриттів оцінювали шляхом порівняння зразків, хромованих ванним способом і електролітичним натиранням. Критерієм оцінки корозійної стійкості була втрата маси при витримці в 3%-му розчині хлористого натрію.

Результати випробувань показали, що покриття, отримані електролітичним натиранням, мають більшу корозійну стійкість, ніж покриття, отримані ванним способом в режимі молочних осадів зі стандартних електролітів.

Цінні фізико-механічні та експлуатаційні властивості покриттів, а також висока технологічність їх отримання дозволяють говорити про значні перспективи даного методу хромування деталей машин, вузлів і приладів.

Література

1. Мельник В.І. Ружило З.В., Мельник В.І., Новицький А.В., Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Попик П.С. Надійність машин та обладнання. Ремонтування машин та відновлення деталей. Том 2. Навчальний посібник: НУБіП України. Київ. 2023. - 313 с.

2. Trokhaniak, V.I., Rogovskii, I.L., Titova, L.L., Dziubata Z.I., Luzan P.H., Popyk P.S. Using CFD simulation to investigate the impact of fresh air valves on poultry house aerodynamics in case of a side ventilation system. INMATEH: Agricultural Engineering, 2020, vol. 62, no. 3, pp. 155-164, Bucharest, Romania.

3. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніді, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021.-157с.

УДК 631.331.85

КОМБІНОВАНИЙ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИЙ ВИСІВНИЙ АПАРАТ

Попик П.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В даний час, в ряді регіонів України, в рамках єдиної концепції підвищення продуктивності праці в рослинництві та мінімізації енерго- і ресурсовитрат, провідна роль відводиться технічному переозброєнню землеробства відповідно до вимог сучасних зональних технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур.

Посів просапних культур відноситься до технологічних операцій з високим ступенем залежності якості їх виконання, причому ця залежність визначається не тільки чітким виконанням технологічно необхідних робіт, а й застосуванням найбільш досконалих на даний момент часу посівних машин.

Характерною особливістю сучасних пневмомеханічних висівних апаратів просапних сівалок (типу СУПН) є відсутність в їх конструкції насіннєпроводів. Вільне падіння насіння від висівного апарата до дна борозни є ймовірнісним процесом, що погіршує рівномірність їх розподілу по дну борозни, особливо при роботі на високих швидкостях.

Усунення вище зазначених недоліків можливе створенням керованого процесу руху насіння від висівного апарату до дна борозни, який відбуватиметься по заданій траєкторії і з певною (заданою) швидкістю. Конструктивно це здійснюється при русі насіння після висівного апарата по насіннєпроводі певної форми, який забезпечує сталість траєкторії руху насіння і змінює швидкість насіння в необхідних межах. У пневматичних сівалках найбільш раціональним і актуальним є використання пневматичного прискорювача, який забезпечує зміну швидкості насіння, що рухаються по насіннєпроводі, за допомогою повітряного потоку.

Метою дослідження поставлена задача підвищення точності розподілу насінин по довжині рядка при збільшенні швидкості руху посівного агрегату шляхом зміни конструкції висівного апарата.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у висівному апараті який складається з корпусу, насіннєвої та вакуумної камер, бункеру для насіння, висівного диску з вмонтованими поворотними комірками з важелями, кінці яких за допомогою пружин притиснуті до робочої поверхні нерухомого копіра жорстко з’єднаного з корпусом насіннєвої камери, в зоні припинення дії розрідження вакуумної камери, виконана додаткова камера, до якої від вентилятора сівалки під надлишковим тиском подається повітря.

Схема комбінованого пневмомеханічного висівного апарата представлена на рис. 1.

Рис. 1. Комбінований пневмомеханічний висівний апарат.

Апарат складається з вакуумної камери *1* до якої приєднано насіннєву камеру *2*. Між камерами встановлено висівний диск *3*.

По діаметру висівного диска *3* виконано отвори в які встановлено поворотні комірки *4* з важелями *5*. Пружинами *6* важелі притискаються до поверхні нерухомого копіра *7* жорстко з'єднаного з корпусом насіннєвої камери *2*. Поворотні комірки *4* фіксуються у висівному диску *3* стопорними кільцями *8* (переріз I).

В поворотних комірках *4* виконані не наскрізні осьові канали А і радіальні канали Б, які закінчуються соплами *9*.

Нижче вакуумної камери, в зоні скидання насіння, розташована додаткова камера *10* до якої по трубопроводу *11* під надлишковим тиском подається повітря.

При роботі висівного апарата під дію зовнішнього джерела у вакуумній камері *1* утворюється розрідження в межах 0,0040…0,0050 МПа. Розрідження передається по каналах А і Б поворотної комірки *4* висівного диску *3* до сопел *9*.

За рахунок розрідження, з насіннєвої камери *2* до сопел *9* каналів Б поворотних комірок *4* висівного диску *3* присмоктується насінина і обертається разом з диском до нижньої частини висівного апарата, де перестає діяти розрідження. В момент припинення дії розрідження, насінина потрапляє в зону дії надлишкового тиску (в додаткову камеру 10), підхоплюється струменем повітря з трубопроводу *11*, за рахунок якого вона прискорюється, з великою швидкістю переміщається по насіннєпроводу *12* у сошник і далі в борозну.

Таке рішення забезпечує високу точність, навіть за великої швидкості висівного агрегату і робить висів нечутливим до вібрацій та схилів.

Відповідно до цього сформульована робоча гіпотеза: в пневмомеханічних сівалках вакуумного типу за допомогою насіннєпроводу з прискорювачом можливо змінювати швидкість насіння на виході з насіннєпроводу відповідно до швидкості посівного агрегату, забезпечуючи тим самим високу рівномірність їх розподілу по довжині рядка.

Література

1. Boiko A., Popyk P., Gerasymchuk I., Bannyi O., Gerasymchuk N. Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018, vol. 5, no. 1 (95). pp. 46-53.

2. Патент на корисну модель № 122408 Україна, МПК A01C 7/04, A01C 17/00, A01C 19/00. Комбінований пневмомеханічний висівний апарат / А.І. Бойко, П.С. Попик, // - № u 2017 06074; Заяв. 16.06.2017; Опубл. 10.01.2018, Бюл. № 1.

3. Попик П.С. Вплив безвідмовності дозуючого елемента з комірками направленої дії пневмомеханічного висівного апарата на ймовірність точності висіву технічних культур. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 4, 41-47.

4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., Stepanenko S.P. Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH: Agricultural Engineering, 2019, vol. 57, pp. 141-146, Bucharest, Romania.

УДК 656.1

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Могильний В.О., Бондарєв С.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ряд проблем, які виникають у багатьох організацій, що використовують різні види транспорту і застосування найманих транспортних засобів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень (МАП) в напрямку Україна – ЄС є значні транспортні витрати, необґрунтовані і наднормативні простої на митних пропускних пунктах, не відповідає сьогоднішнім ринковим вимогам рівень організації та контролю управління перевезеннями, недостатня якість послуг, що надаються.

До вирішення вищевказаних проблем, на нашу думку, можна віднести наступні шляхи: розробка рекомендацій з організації ефективного оперативного управління процесу МАП, прийняття управлінських рішень в режимі реального часу; створення конкурентоспроможних передумов участі в перевізному процесі вітчизняними перевізниками; використання методів і засобів інтелектуальних транспортних систем по всьому спектру оперативного управління МАП.

Оперативне управління на МАП передбачає вирішення всіх поточних питань, пов'язаних з діяльністю перевезень вантажів. Метою є забезпечення безперебійної, ритмічної і узгодженої роботи на всіх ланках ланцга доставки вантажів. У даній роботі запропонований і впроваджений в структуру оперативного управління одне з новітніх технологічних інформаційних рішень, а саме запровадження системи «FMS» на рухомому складі, яка дозволила отримувати детальну інформацію про споживання палива рухомим складом, фіксувати час і обсяги заправок палива тощо.

Особливу увагу в роботі віднесено до економічної сторони проблеми вибору РС для МАП, яка тісно пов'язана з витратами на їх придбання. Ціна на старий рухомий склад мало залежить від марки і визначається в основному терміном служби (рис. 1).

Відповідальність вибору через високі ціни на вантажівки досить велика. Один із шляхів вирішення цієї проблеми - розробка критерію ефективності вибору транспорту з метою виключення свідомо незадовільних варіантів і звуження області пошуку найкращих рішень.

В якості критерію ефективності МАП використовуваних для їх здійснення РС можна використовувати прибуток. За інших рівних умов очевидно, що чим вище загальний пробіг, тим більший прибуток.

Рис. 1. Залежність ціни вантажних автомобілів від терміну їх служби (за середньостатистичними даними власних досліджень – MAN, DAF і Scania)

Орієнтуючись на цю перспективу, матимемо обмеження до поставленої задачі. При виборі рухомого складу для МАП необхідно керуватися перш за все кількома критеріями, що дозволяє оптимально оцінити роботу транспорту при конкретних умовах експлуатації.

Література

1. Zagurskiy, O.M. Food supply transport and logistics system organizations : Machinery & Energetics // O.M. Zagurskiy & T. S. Zhurakovska. 2021, v. 12(4), - P. 53-59.

2. Бондарєв, С. І. Управління якістю автомобільних перевезень : навчальний посібник /С. І. Бондарєв. - , К.: Компрінт, 2019 - 512 с.

3. Бондарєв, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях : Збірник тез доповідей. ІІ Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарєв. 2019. – С. 63-66.

4. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. Кн. 1. – 2018. – 182 с.

5. Бондарєв С.І. Організація транспортного забезпечення сільських територій: навчальний посібник. / С.І. Бондарєв – К: Компрінт, 2020. 176 с.

6. Організація міжнародних автомобільних перевезень вантажів : навч. посібник / Н.В. Пономарьова, Т.В. Волкова, Н.М. Пономарьова та ін.; під ред. Н.В. Пономарьова. – Х.:ХНАДУ, 2014. – 180 с.

УДК 631.363.2:636.2.084.74

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОРЦІЙНОГО ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШОК

Заболотько О.О., Полив'ян М.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасні машини, які використовують для кормоприготування є багатофункціональними, їх виготовленням займається більше двадцяти фірм світу. Найвідоміші представники з них машини італійської фірми «Seko», французької «Kuhn», шведської «DeLaval», української ВАТ «Брацлав», данської «Felder», США «JoyLor». Машини різні за принциповими схемами, типорозмірами та способами агрегатування. Кожна з фірм виробників надає декілька типорозмірів змішувачів-роздавачів з об'ємом бункера від 5 до 45м^3. Здебільшого вони агрегатуються з колісними тракторами, проте досить багато моделей самохідного виконання.

Залежно від способу завантаження засоби приготування кормо сумішок можуть працювати як в тандемі з самостійними завантажувальними пристроями, які навішуються на колісні трактори, так і завантажуватись силами власних пристроїв.

Щодо моделей які потребують стороннього завантаження, то вони найбільш ефективні у випадках, коли необхідно ввести багато компонентів корму, розташування траншей з кормами поруч одна з одною, коли наявна завантажувальна техніка. Привабливість таких моделей залежить в знаходженні їх в порівняно невисокому ціновому сегменті, в простоті обслуговування машин, мінімальній споживаній потужності, компактності та зручності у використанні, відсутність потреби у висококваліфікованому обслуговуючому персоналі.

Проте як і в кожної техніки в даних моделей присутній свій ряд недоліків, а саме: залежність в потребі другого трактора і другої людини в процесі обслуговування, після завантаження не отримуємо бажаної гладкої поверхні зрізу задля запобігання окисленню корму.

Кормозмішувачі з пристроями само завантаження оптимальні умовах як необхідності приготувати кормо суміш мінімальною кількістю компонентів, відсутності потреби в завантаженні великих об'ємів дрібного корму, розташування траншей з кормами на значній відстані одна від іншої, та при відсутності навантажувача на фермі.

Такий варіант має суттєву перевагу, оскільки не потребує додаткових витрат у вигляді залучення додаткових енергетичних засобів та робочого персоналу. Самозавантажувальні кормозмішувачі дають можливість обійтися лише одним трактором, проводити забір та розкидання силосу, залишати чисту і гладку поверхню зрізу.

Недоліками беззаперечно є знаходження даних систем у досить високому ціновому сегменті, втрата часу при сортуванні кормів в разі великого обсягу завантаження, недостатньо комфортна видимість при заборі кормів. До само

завантажувальних систем належать горизонтальні кормозмішувачі, обладнані грейфером або фрезою, змонтованими безпосередньо на саму машину. На ринку також все частіше з'являються нові системи вертикальних кормозмішувачів, обладнаних пристроєм цангового типу, для підіймання з траншеї, підбору та завантаження в змішувальну камеру силосної та сінажної маси.

Процес приготування і роздавання кормів сягає близько 55-65% від всіх затрат на виробництві, тому безумовно являється одним із найбільш трудомістких і суттєвих для ефективного розвитку тваринництва. Сучасний виклик це використання багатофункціонального агрегату мобільного типу – мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів (МККПА) або змішувача TMR (Total Mixed Ration).

Поширеність застосування МККПА в світі обумовлене як перевагами годівлі кормосумішками так і досконалістю конструкції машин. На сучасному ринку Європи представлено понад 40 моделей МККПА.

Серед українських фермерських господарств поширеного використання набули змішувачі-роздавачі закордонного виробництва із вертикальним та горизонтальним типом розташування подрібнювальних шнеків. Якщо до складу кормових сумішей додавати грубі об'ємисті корми (сіно, солома), які в процесі змішування потрібно додатково подрібнити, краще використовувати перший тип машин. Другий тип доцільно використовувати задля збереження структури і розмірів частинок складових компонентів та якісного приготування суміші. Простота конструкції змішувачів-роздавачів з вертикальними шнеками зумовлена дещо нижчою ціною порівняно з машинами виконання робочих органів яких горизонтальне.

Технологічні схеми та розміщення робочих органів в бункерах кормоприготувальних агрегатів наведено на рис.

На сьогодні в Україні на скотарських фермах задіяні понад 120 кормозмішувачів-роздавачів. Виконуючи практично функції кормоцехів на колесах, ці машини відрізняються великими різновидами типів і моделей.

З їх переліку можна виокремити змішувач-кормороздавач фірми AGM Miller, який за низкою ознак різниться з однотипним обладнанням інших фірм:

- розроблений фірмою бункер та конусоподібний шнек з ножами, форма яких не має кутів, гарантують якісне і легке змішування;
- шнек і бункер виготовлено із високоякісної лудженої сталі, що не ржавіє в агресивному середовищі, та гарантує їх довговічність;
- запатентована схема ножів з зоною перекриття один одного 2-3,5см (залежить від зношеності) забезпечує якісне та швидке подрібнення кормів;
- використання посадженого на ланцюг запатентованого «варіо-обручка», що унеможливлює заклинювання тюків (у випадку завантаження вручну);
- система точного дозування, яка гарантує рівномірність розвантаження корму крізь бічні розвантажувальні отвору.

Порційні змішувачі найпоширеніші. У них послідовно виконуються такі операції: завантаження кормів, змішування і вивантаження готової кормо сумішки. В такому організаційному підході до процесу змішування є одна суттєва технологічна перевага – можливість застосування вагового дозування.

Рис. Технологічні схеми та розміщення робочих органів в бункерах кормоприготувальних агрегатів

УДК 681.173.4.004.8

ВИРОБНИЦТВО ГРАНУЛЬОВАНИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ

Заболотько О.О., Лопухович Н.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Для вирощування рослин з використанням технології «органічне рослинництво», потрібно вносити органічні добрива збалансовані за мінеральним комплексом, які забезпечать умови для зростання. Найкраще для цього підходять органічні добрива. Органічні добрива містять: азот, фосфор, калій, кальцій та інші елементи живлення рослин, органічні речовини мають середовище для розвитку ґрунтової мікрофлори, які позитивно впливають на властивості ґрунту [1,2].

Ключові слова: органічні добрива, мінеральний комплекс добрив, гранула, капсула, компоненти, гранування, змішування, внесення. ґрунт

Постановка проблеми. Органічні добрива складаються з речовин тваринного і рослинного походження, які, розкладаючись, утворюють мінеральні речовини. Крім того, органічні добрива благотворно впливають на водне і повітряне живлення рослин, сприяють розвитку ґрунтових бактерій та мікроорганізмів, і допомагають корінню рослин отримувати доступні поживні елементи.

Аналіз останніх досліджень. Одним із найкращих органічних добрив є перегній. У гною великої рогатої худоби в середньому міститься: води 75%, органічної речовини 21%, загального азоту 0,5%, засвоюваного фосфору 0,25%, окису калію 0,6%. Якість гною залежить від корму тварини, її підстилки та способу зберігання та переробки.

За підтвердженими даними наукових установ, органічні добрива, такі як «Біопроферм», мають високий коефіцієнт використання рослиною - 90-95%, синтезовані сполуки (міндобрива) – 30-40% [3].

Основна частина. Одночасно із високою «поживністю», гній має і суттєві недоліки: високі затрати на транспортування (через велику кількість води) та зберігання, важкість рівномірного внесення в ґрунт, а також через наявність в свіжому гної шкідливої мікрофлори, яєць гельмінтів і насіння бур’янів.

Гній, як добриво не можна використовувати в свіжому вигляді. Тому гній переробляють, пресують в гранули. Під час теплової обробки якість добрива підвищується за рахунок знищення шкідливих компонентів, вирішується проблема транспортування та зберігання(гранули можна зберігати в звичайних мішках, бажано в сухому місці).

Гранульований гній - це форма концентрату ферментованого натурального гною. Вона являє собою циліндричні сухі і тверді гранули. Вони не містять хімічних речовин, клею або консервантів. При однаковому обсязі, гранули важать в чотири рази менше в порівнянні з гноєм і мають більшу щільність та поживність, тому і вносити гранул потрібно менше ніж гною. Також, у виді

гранул добриво досить легко вносити як вручну так і за допомогою сільськогосподарської техніки.

Після внесення в ґрунт, гранули під впливом вологої землі набухають і розпадаються, вивільнюючи в ґрунт поживні речовини, що в них містяться. При цьому гранули зберігають необхідні поживні речовини для правильного розвитку рослин і багатого врожаю. Завдяки своїй формі, гранульований гній покращує структуру ґрунту, як традиційний гній, забезпечуючи достатній запас живильних речовин для рослин. Через високу щільність та поживність гранул, тією ж кількістю гною можна удобрити більшу поживну площу для рослини, а отже зекономити добриво. Гранульований гній досить легко транспортувати, а також за належних умов, його можна досить довго зберігати, що дозволить зменшити витрати коштів на ці операції. У вигляді гранул, добриво є нетоксичним для людей і не має сильного неприємного запаху, що полегшує роботу з ним і зменшує вірогідність отруєння працівників.

Висновки, виробництво гранульованого гною хоч і потребує значних коштів, але у майбутньому окупиться підприємству. Одним з пріоритетних напрямків є використання їх у органічному землеробстві. Тваринництво має вирішальне значення.

Література

1. Смакота Я. Що таке органічні добрива: види, характеристика, застосування [Електронний ресурс]/ URL: https://agroapp. com.ua/uk/blog/shho-take-organichni-dobriva-vidi-zastosuvannya/.

2. Органічні добрива та покращувачі ґрунту. Статті 19 в редакції Закону № 1531-VIII від 20.09.2016 (Про внесення змін до Закону України "Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною" щодо узгодження його положень у сфері поводження з продуктами тваринного походження, що належать до категорії II, з вимогами законодавства ЄС) [Електронний ресурс] URL: https://protocol.ua/ ua/ pro_pobichni_produkti_ tvarinnogo_pohodgennya_ne_priznacheni_dlya_spogivannya_lyudinoyu_stattya_19/.

3. Добрива органічного чи синтетичного походження: яка різниця, що вносити в ґрунт? [Електронний ресурс] URL: https://bioz-volyn.com.ua/korysni-statti/articles/ 247/

УДК 631.363

СТІЙКІСТЬ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ТВАРИННИЦЬКОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ

Хмельовський В.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета роботи полягає у аналізі чинників, які впливають на стійкість та конкурентоспроможність тваринницького сектора України, подано засоби механізації годівлі тварин виходячи із способу їх утримання, поголів'я та складових кормового раціону на фермі.

В одному із стратегічних документів Європейської комісії (ЄК) під назвою «Бачення сільського господарства та продовольства» вказується на важливість стійкого та конкурентоспроможного курсу тваринницького сектора.

Сьогодні, сектор тваринництва працює на межі високих ризиків через глобальну світову конкуренцію та економічні потрясіння. Фермери Європи повинні дотримуватись високих екологічних і соціальних стандартів, внаслідок чого знаходяться в умовах нерівної конкуренції на світовому ринку. У зв'язку з цим ЄК визнає необхідність впровадження спеціальних заходів для підтримки конкурентоспроможності європейського тваринництва.

Як зазначається у вищезгаданому документі, тваринництво є і залишатиметься невід'ємною частиною сільського господарства ЄС, його конкурентоспроможності та згуртованості. Стале тваринництво має вирішальне значення для економіки ЄС, життєздатності сільських регіонів, збереження навколишнього середовища та сільських ландшафтів.

У висновках різних документів Європейської комісії також підкреслюється, що для подальшого розвитку тваринницької галузі необхідний індивідуальний підхід замість універсальних рішень. Для цього пропонуються територіально адаптовані заходи, які сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності та екологічної стабільності тваринництва. Також, є ряд ініціатив, які передбачають створення «ланцюга передового тваринницького виробництва», що включає впровадження інноваційних методів ведення господарства, покращення умов виробництва та розвиток відповідних технологій.

Це стосується і нашої країни, адже Україна набула повноправного членства в СОТ (Світова організація торгівлі) 16 травня 2008 року. Попри переваги, які надає членство у СОТ, зокрема створення більш сприятливих умов доступу на світові ринки товарів, врегулювання торговельних суперечок, можливість реалізації своїх інтересів у багатосторонніх торговельних переговорах, це також, зобов'язує до відповідальності. Так, країна повинна забезпечити режим найбільшого сприяння у торгівлі і послуг товарам іноземного походження. Здійснювати регулювання торгівлі тарифними методами, а також врегульовувати торговельні суперечки шляхом консультацій, переговорів тощо.

У зв'язку з цим у нашій країні розробляють та втілюють у тваринницьких комплексах перспективне та конкурентоздатне обладнання для годівлі ВРХ (великої рогатої худоби). Це обладнання повинно поєднувати ефективність, зниження витрат, автоматизацію процесів та зручність в обслуговуванні. Автоматизовані системи годівлі можуть подрібнювати, змішувати кормові компоненти та роздавати їх у вигляді готових повнораціонних кормових сумішок із точним дозуванням на метр погонний, що дозволяє знижувати витрати на годівлю та забезпечувати тварин збалансованою сумішшю. Сюди увійдуть системи моніторингу та аналізу годівлі стада. Ця технологія буде застосовуватись у великих тваринницьких комплексах з поголів'ям більше 1000 голів. В діапазоні 35-1000 голів дійного стада доцільним буде використання подрібнювачів-змішувачів-роздавачів, система TMR (Total Mixed Ration) рис.1.

.

а

б

Рис. 1. Самохідний змішувач-роздавач, (а) оснащений завантажувальною фрезою, причіпний змішувач-роздавач (б) із залученням навантажувача

Змішувачі-роздавачі - це машини, які подрібнюють, змішують всі інгредієнти кормового раціону в одну суміш, з наступним роздаванням. Проте, машини у причіпному варіанті, здебільшого, вимагають застосування окремого навантажувача кормових компонентів, а самохідні машини із власним навантажувальним пристроєм мають високу вартість. Для сімейних та дрібних фермерських господарств з поголів'ям до 35 голів економічно-доцільним буде використання пересувних самогодівниць рис.2.

Рис. 2. Бункерна самогодівниця

Самогодівниці – пристрої, що призначені для згодовування кормів тваринам та складаються із накопичувального бункера та годівниці у вигляді короба, жолоба чи ящика. Самогодівниці, в залежності від особливості будови, можуть використовуватись також для підвезення корму. Найбільш поширена схема використання самогодівниць із залученням автомобільного транспорту, який підвозить, періодично (через день-два), кормову суміш від кормового об'єкта. Відомі також причіпні самогодівниці, які у місці приготування завантажуються кормовою сумішшю, а потім транспортуються до місця годівлі тварин.

Отже, стійкість та конкурентоспроможність тваринницького сектора України в складних умовах господарювання може забезпечити лише чітке дотримання економічно-доцільних технологій, які зменшують витрати кормів та підвищують їхню засвоюваність тваринами, знижують затрати людських та технічних ресурсів, а також відповідають стратегії водної стійкості.

Література

1. Єврокомісія представила «дорожню карту» для сільськогосподарського сектору ЄС. https://ukragroconsult.com/news/yevrokomisiya-predstavyla-dorozhnyu-kartu-dlya-silysykogospodarsykogo-sektoru-yes/

2. ЄС визнає необхідність підтримки конкурентоспроможності тваринництва. https://agroreview.com/content/tvaryny/yes-vyznaye-neobhidnist-pidtrymky-konkurentospromozhnosti/

3. У ЄС визнають необхідність заходів для підтримки конкурентоспроможності тваринництва. http://www.milkua.info/uk/post/u-es-viznaut-neobhidnist-zahodiv-dla-pidtrimki-konkurentospromoznosti-tvarinnictva

4. Єврокомісія представила нову стратегію розвитку сільського господарства ЄС. https://greenpost.ua/news/yevrokomisiya-predstavyla-novu-strategiyu-rozvytku-silskogo-gospodarstva-yes-i84751

5. Машини та обладнання для тваринництва. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Хмельовський В.С. – К.: ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 567 с.

УДК 631.363

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРНОЇ ЗЕРНОДРОБАРКИ

Потапова С.Є., Тарасенко А.С.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

На основі проведеного аналітичного огляду конструкцій подрібнювальних машин встановлено, що незважаючи на універсальність та простоту конструкції молоткових дробарок, які отримали найбільше розповсюдження в сільськогосподарському виробництві, ці машини вимогливі до вологості зернового матеріалу (не більше 17%), можуть видавати до 20% цілих зерен та до 30% пилоподібної фракції в отриманому продукті.

З точки зору експлуатаційної надійності та економічності ефективності процесу подрібнення зернових матеріалів для приготування концентрованих кормів оптимальним вибором є дробарки, що працюють за принципом сколювання при подрібненні матеріалу на частини при мінімальній за загальній тривалості процесу переробки сировини (від завантаження до виведення готового продукту). Серед таких дробарок можна виділити вальцьові та відцентрово-роторні подрібнювачі, які хоч і є досить енерго- та металомісткими для використання у малих фермерських та особистих підсобних господарствах, але при цьому забезпечують достатньо вирівняний по однорідності склад подрібненого продукту. За результатами проведеного аналізу можна зробити припущення, що підвищити ефективність процесу подрібнення зернових матеріалів, можливо за рахунок створення енергоефективної конструкційно-технологічної горизонтальної роторної дробарки, в якій руйнування вихідної сировини на частки буде відбуватись шляхом зрізу та сколювання з отриманням однорідного фракційного складу готового продукту.

Рис. 1. Принципова схема роторної дробарки

Основними робочими органами запропонованої конструкції є ротор, що обертається, і нерухомий статор (дека). На рис. 1 показані кути захоплення

вихідної частки розміром D_e і схематично представлені зони камери подрібнення, по яких вона рухається в процесі переробки: 1 - зона завантаження, 2 - зона захоплення зернини ротором, 3 - зона подрібнення відповідно. На ділянці AA_1BB_1 здійснюється безпосередній вплив робочих поверхонь ротора і статора на зернівку, в результаті чого відбувається її руйнування і виведення отриманих частинок з дробарки через зазор δ. При цьому дуга цієї зони A_1B_1 утворена колом радіусом R_0, центр якого O_0 знаходиться на колі ротора з радіусом R. Зона 4 прикінцевої обробки частинок відповідає додатковому калібруванню їх за розміром зазору δ.

Процес подрібнення зернового продукту в роторній дробарці відбувається наступним чином. Зерно, надходячи з бункера в завантажувальне вікно, наповнює подрібнювальну камеру, потрапляють у поздовжні пази ротора і транспортуються в них до елементів статора, які змінюють їх вихідну форму за рахунок зрізування і сколювання. При цьому відбувається заповнення всього простору між ротором і внутрішньою поверхнею статора, як вихідним продуктом, так і частинами зернівок, що залишилися після зрізу. Отримані частинки продукту переміщуються далі в пазах ротора до розвантажувального вікна. Таким чином, у запропонованій конструкції горизонтального роторного подрібнювача можливе утворення пилоподібної фракції або проходження цілих зернівок залежать від умов транспортування та поділу їх на крупку в порожнині між статором та ротором. Велике значення при цьому матимуть орієнтація зернівок у момент різання, величина робочого зазору, форма та кількість рифлів, фізико-механічні властивості зернівок та інші фактори.

Таким чином, конструкція горизонтальної роторної дробарки дозволяє організувати подрібнення зернового матеріалу за такою схемою: заклинювання - подрібнення - виведення. Але за рахунок того, що рухомим елементом буде лише ротор, можливе зниження стискаючих і перетираючих впливів, які призводять до утворення переподрібненої пиловидної фракції, нагрівання продукту, перевитрати енергії при збереженні однорідного складу подрібненого матеріалу, що отримується.

Література

1. Myhailovych Y., Potapova S., Achkevych O., Achkevych V. Increasing efficiency of grinding process in single-roller grain mill. “Engineering for Rural Development”. Volume 20. Jelgava, Latvia University of Agriculture. 2021. Pp. 712-717. doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF156

2. Revenko I., Khmelovskyi V., Revenko Y., Rebenko V., Potapova S. Justification of parameters affecting increase of hammer crusher productivity. “Engineering for Rural Development”. Volume 22. Jelgava, Latvia University of Agriculture. 2023. Pp. 714-720. doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF142

3. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник /В.С. Хмельовський, В.В. Братішко, В.І. Ребенко, О.О. Заболотько, С.Є. Потапова., О.М. Ачкевич, В.І. Ачкевич, М.І. Ікальчик. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2024. – 235 с.

УДК 637.116.4

УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ВАКУУМНОГО НАСОСУ ДОЇЛЬНОЇ УСТНОВКИ

Потапова С.Є., Шульженко О.О.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Удосконалення системи технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі має здійснюватися за принципами ресурсо- і енергозбереження. Відомо, що в різних галузях сільського господарства, в тому числі на молочних фермах, при машинному доїнні широко використовують вакуумні установки. На даний час при доїнні корів використовується досить широкий спектр доїльних машин: від індивідуальних доїльних установок, до сучасних автоматизованих доїльних установок і доїльних роботів. При цьому на якість машинного доїння значний вплив спричиняє вакуумний режим в системі, який забезпечують вакуумні насоси. Ефективність роботи доїльних установок визначається стабільністю вакуумного режиму по всій довжині вакуумпровода. Пластинчато-роторні насоси, які широко використовуються для створення вакууму в сучасних доїльних установках, мають ряд недоліків: низьку довговічність, спричинену швидким спрацюванням робочих органів, високі енергозатрати та значний шум при роботі. Крім того, олива, що надходить до робочої камери, викидається в навколишнє середовище, що погіршує екологічний стан. Застосування водокільцевих вакуумних насосів також не забезпечує ефективну роботу доїльних установок.

Відомі двороторні вакуумні насоси, повітродувки і компресорні машини, які використовуються для забезпечення вакууму. Однак такі насоси не повністю відповідають вимогам до обладнання, що використовується при машинному доїнні. Тому розробка вакуумної техніки, яка буде забезпечувати відповідну продуктивність і необхідний вакуумний режим, відрізнятися малою енергоємністю, високою надійністю і довговічністю та відповідати зоотехнічним вимогам, є актуальним завданням. З урахуванням вказаних потреб найбільш перспективними в цьому плані є двороторні насоси.

За основу для подальшого дослідження та вдосконалення може бути прийнята наступна конструкція двороторного вакуумного насосу (рис. 1). Двороторний вакуумний насос має ведучий двозубий ротор 2 і та ведений ротор 3 з двома впадинами. Технічну новизну являє те, що зуби і впадини робочих поверхонь роторів мають евольвентний профіль, що дозволяє при вході зуба у впадину витримувати мінімальні зазори. Всмоктуюче вікно 4 розташоване по дотичній до основного кола, що сприяє зниженню втрат енергії на всмоктуванні. Для узгодженого обертання роторів їх урухомлення здійснюється зубчастими колесами, що знаходяться в масляній камері. Робочий процес здійснюється наступним чином. При обертанні роторів повітря переноситься з порожнини всмоктування в порожнину нагнітання впадинами, що знаходяться на веденому роторі. При входженні зуба у впадину об'єм повітря витісняється шляхом

перекочування евольвентних поверхонь. В зоні веденого ротора, що має впадини з евольвентним профілем, є нагнітальне вікно 5.

Рис. 1. Схема двороторного вакуумного насосу
1 – корпус насосу; 2 – ведучий ротор; 3 – ведений ротор; 4 – всмоктуюче вікно; 5 – нагнітальне вікно

Для узгодженого обертання роторів встановлено механізм синхронізації, що складається з пари дрібномодульних зубчастих коліс. В корпусі, в зоні нагнітання виточений перепускний канал. Стискання повітря здійснюється в той період, коли нагнітальне вікно закрите радіальним профілем веденого ротору. При співпадінні впадини веденого ротора з нагнітальним вікном, відбувається нагнітання стисненого повітря, а його витіснення здійснюється через вікно, виконане в зоні веденого ротора.

Таким чином, запропонована конструкція вакуумного насосу дає можливість забезпечити стабільний вакуумний режим при менших енергозатратах та забезпечити надійність та довговічність роботи.

Література

1. Хмельовський В.С., Павленко С.І., Линник Ю.О., Дудін В.Ю., Алієв Е.Б. Механіко-технологічні основи використання вакуумних насосів доїльних установок: монографія. К.: 2017, ЦП “Компринт”. 177 с.

2. Москаленко С., Ліщинский С. Методика комплексної оцінки ефективної експлуатації доїльних установок. Техніка і технологія АПК. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. № 8(11) С. 29–31.

3. Палій А.П. Обґрунтування, розробка та ефективність застосування інноваційних технологій і технічних рішень у молочному скотарстві. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук. Миколаїв. 2018, 60 с.

UDC 614.8:636:115.03

ANALYSIS OF MEANS FOR CREATING MICROCLIMATE IN BARN

Zabolotko O.O., Gavrilyuk D.V.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract: An analysis of the means for creating a microclimate in the barn was carried out.

Key words: cattle, cow, microclimate, means, equipment, animal productivity, animal comfort.

Problem statement: Considerable attention is paid to the issue of microclimate. The optimal microclimate in the barn ensures the health of the animals, the maximum feed conversion, and therefore productivity. Extreme temperatures and humidity have a negative impact on the animals, as well as on the staff and the building itself. Therefore, the study of means to create a microclimate is extremely important.

Analysis of the latest research and publications: It should be noted that the ventilation system of barns is important to ensure comfortable conditions for keeping animals, which directly affects their health, productivity and overall well-being. Poor air circulation causes moisture to build up indoors, which can lead to the development of mold, fungi, and other pathogens. This, in turn, negatively affects the health of cows. Lack of proper ventilation In the summer, it can lead to overheating, which will cause heat stress in animals. In winter, an insufficient supply of fresh air can cause the accumulation of harmful gases such as ammonia and carbon dioxide. High concentrations of these substances harm the respiratory system, irritate the mucous membranes and reduce the overall immunity of cattle. Poor ventilation conditions have a negative effect on appetite and overall comfort, which results in a decrease in milk yield and worsens product quality. Also, the accumulation of harmful gases and dust is dangerous for people working in barns. It can cause allergies, respiratory illnesses, and other health problems [1-2].

Devices that use evaporation to cool the air, they consume 75% less electricity than air conditioners.

The purpose of the study: to investigate and analyze the significance of ventilation systems and their impact on the productivity of cows.

Summary of the main material: The microclimate in the barn depends on a number of factors, including:

- air temperature in the room (optimal from + 4 to + 15 ^{0}C);
- air humidity (it should be in the range of 50 - 75%);
- air velocity (to prevent drafts in winter, the speed should not exceed 0.2 m/s);
- concentrations of harmful gases; it increases at the same time as the temperature;
- lighting (for dairy cows - at least 120 lux, for calves - 80 lux);
- dust.

One of the main ways to prevent heat stress is to install a ventilation system.

Air temperature and humidity are interrelated (see Fig.). Humidity is also decisive, because temperature does not always decide the comfort of the animal. If the humidity is low, animals tolerate the heat more easily. The optimum temperature for a dairy cow ranges from +5 to +15°C. Heat stress in highly productive cows is observed at temperatures above +23°C and 60% humidity.

One of the main ways to prevent heat stress is to build solutions to the construction of the barn room, especially in the case of renovating old premises according to standard projects that have 30-50 years of operation. Therefore, it is necessary to make the most of construction solutions. With the use of modern building materials, which in the hot period will not allow excessive heating of the interior space of the premises.

Fig. 1. The effect of heat stress on cows depending on temperature and humidity.

The temperature throughout the house has significant fluctuations. So at night it can drop to +14 °C, and during the day it can reach almost +40 °C. Such temperature changes have a negative effect on animals. The roof of the barn. It is through the roof of the building that it heats up the most and at the same time loses heat. Therefore, roof insulation is of great importance. During construction, sandwich profiles are immediately installed or additional insulation (for example, insulation spraying) is used.

Natural ventilation. In many Ukrainian farms, the windows in the cowsheds are closed or covered with film. It is recommended to make the most of natural ventilation. It is necessary to make the side walls of the barn as open as possible (the height to the roof is 4.20 - 5.00 m, the length of the roof is one third of the height of the wall). One

of the important points when designing a barn is its placement taking into account the wind rose. The north-south direction is optimal.

The presence of natural light in the barns not only saves energy, but also has a beneficial effect on cows. For this purpose, a light ridge is installed. It is used to provide natural ventilation (opening - 2 cm per one running meter of barn width; for example, 46 cm with a barn width of 23 cm).

Mechanical ventilation. The main task of mechanical ventilation is to increase the speed of air movement around the animal's body in order to provide a cooling effect. An increase in air velocity from 0.90 to 1.35 m/s is equivalent to a decrease in the temperature in the barn from 4 to 6°C. There are several types of them with which you can achieve the required air velocity, in particular: ceiling fans, VHV fans, axial fans

Despite the significant design differences of these units, they have the same purpose, namely, to increase the speed of air flow in the room, which will lead to a decrease in temperature, respectively, will create comfort for animals.

The modern direction in creating a microclimate, especially in the summer, is the use of **air cooling using an evaporative air system.** To do this, use fine atomizers or evaporation panels. At the same time, the evaporation of water significantly reduces the air temperature, but the efficiency depends on the performance of the fans that ensure the movement of air. The **air is cooled 10 degrees below the outside, with simultaneous cleaning and complete replacement of the air in the room.**

Conclusions: the use of modern systems to create a microclimate ensures energy savings and an optimal microclimate in the barn, animal health, maximum feed conversion, and therefore animal productivity .

References

1. Microclimate in cowsheds and calf sheds: a comprehensive approach // Electronic resource / https://siydobro.com/systema-mikroklimatu-u-korivnykakh-ta-svynokompleksakh/mikroklimat-u-korivnykakh-i-teliatnykakh-kompleksnyy-pidkhid/

2. Evaporative air cooler JHCOOL T9 // Electronic resource /https://tdfavorit.com.ua/ua/p493563442-ohladitel-vozduha-isparitelnogo.html

3. Air Coolers as an Effective Alternative to Traditional Air Conditioners // Electronic resource / https://techhome.kiev.ua/uk/news/evaporative-air-cooler-air-conditioner-alternative.

УДК: 656.1:656.072-05

КОМПОНЕНТИ ЛОГІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТУ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Бондарєв С.І., Кульбачний І.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підвищення ефективності функціонування транспортної системи полягає у створенні узагальненого показника, який визначає кількісно функції системи з багатьма факторами, які можна взяти за еталон та порівняти кожен окремий і комплексним параметром транспортної системи. При цьому кожен з цих параметрів має свій особливий зміст і відповідну розмірність.

Нами запропоновано методичний підхід для визначення нормативних оціночних значень системи за єдиним, кількісним і універсальним методом оцінки стану показника як абсолютного і відносного. Отже, оцінити якість стану транспортної системи в цілому можна лише за допомогою комплексного інтегрального показника – середньо-квадратичного відхилення з усіх відхилень окремих показників - шляхом зіставлення.

Результати дослідження щодо наукової концепції логістичної інформаційної системи управління транспортом для оптимізації його функціонування в міжнародному транспортному сполученні, дають можливість сформувати такі основні рекомендації:

Процес функціонування транспортного комплексу в міжнародному сполученні характеризується великою складністю, виключно високим динамізмом як потреб, так і управлінських рішень. Розроблений методичний системно-ієрархічного підхід може дозволити визначити основні проблеми розвитку роботи системи транспорту.

Запропонований комплексний підхід може мати ефективне втілення в елементах системного аналізу й логістичної концепції. Пропонований в роботі метод керуючих моделей дозволить подолати труднощі, пов'язані зі значними обсягами обчислювальних робіт.

Спираючись на проведені дослідження, сформульовані окремі елементи організаційної єдності транспортної системи, надана оцінка рівня забезпеченості послугами вантажного транспорту та підведено підсумок про його зростаючу роль в умовах розвитку міжнародних економічних і науково-технічних зав’язків. Встановлено, що у взаємозв'язках різних видів транспорту є значні резерви для удосконалення методів оптимізації й управління,

У виконаній нами роботі сформульовані методичні принципи розв’язання практичних задач з оптимізації й управління функціонування транспорту на міжнародних лініях сполучення, на основі яких: запропоновані заходи щодо вдосконалення методів оптимізації функціонування автотранспорту; обґрунтовані критерії оцінки стану й оптимізації роботи рухомого складу при взаємодії різних видів транспорту при транспортування агропродукції;

розроблено алгоритм комплексної оцінки оптимізації роботи транспорту при міжнародних перевезеннях;

Розглянуті в роботі об'єктивні передумови складають вихідний фундамент поширення логістичної концепції в сферах виробництва і обігу агропродукції.

Результати аналізу логістичних ланцюгів при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні показують, що ситуація, пов’язана з використанням транспорту, об'єктивно вимагає створення і термінового впровадження принципово нової науково обґрунтованої системи стратегічного управління вантажопотоками, заснованої на логістичних принципах руху агропродукції.

Література

1. Омельченко, О. Д. Створення логістичної системи керування вантажопотоками на залізничному транспорті : Зб. наук. пр. ДЕТУТ. Сер. Транспортні системи і технології. О. Д. Омельченко,С. О. Артем-чук // - 2007. - Вип. 12. - С. 141-145.

2. Бондарєв, С. І. Обґрунтування математичної моделі тривалості рейсу при міжнародних автоперевезеннях : Восточно-Европейский журнал передовых технологий / С. І. Бондарєв. 2013. – Т. 1, № 4 (61). – С. 52–55.

3. Бондарєв, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях : Збірник тез доповідей. ІІ Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарєв. 2019. – С. 63-66.

4. Zagurskiy, O.M. Food supply transport and logistics system organizations : Machinery & Energetics // O.M. Zagurskiy & T. S. Zhurakovska. 2021, v. 12(4), - P. 53-59.

5. Bondariev S.I. (2021). Algorithm for optimization of production processes and passenger transportation operations // Machinery & Energetics, 12(4), 95-101.

УДК 629.083:629.341

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА ГРОМАДСЬКОМУ АВТОТРАНСПОРТІ

Бондарєв С.І., Сокирко А.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аналіз чисельних досліджень науковців і наших власних досліджень щодо впливових чинників на попит населення в перевезеннях громадським транспортом у приміському сполученні показав, що головними факторами являються як характер системи розселення жителів в населених пунктах, так і рівень розвитку існуючої транспортної інфраструктури.

Таким чином, існуючі підходи щодо визначення транспортних потреб у приміському сполученні не повною мірою враховують хаотичну природу попиту, вплив населених пунктів та їх параметрів на кількість пересувань, а також певним чином обмежують зону впливу міст своїми межами дії щодо приміських маршрутів.

Тому для розрахунку матриць кореспонденцій пасажирського транспорту у приміському сполученні, на нашу думку, доцільно застосовувати інтервальну концепцію визначення потреб у пересуваннях громадян.

Відомо, що на інтенсивність руху громадського пасажирського, вантажного та індивідуального транспорту на автомобільних дорогах загального користування значно впливають такі характеристики населених пунктів, як чисельність населення та відстань до міст, проте характер цього взаємозв'язку є досить випадковим та може бути описаний лише після логарифмічного перетворення значень інтенсивності руху транспортних потоків різних категорій транспортних засобів.

За узагальненими результатами наших досліджень регресійного аналізу було отримано моделі інтенсивності руху відповідних категорій транспортних засобів, для яких коефіцієнт кореляції коливається в межах 86,5-92,3 %. Це дозволяє використовувати їх для прогнозування інтенсивності руху й визначення питомого змісту різних категорій транспортних засобів у приміському сполученні.

Показники отриманої моделі інтенсивності руху громадського транспорту свідчать про можливість її використання для розрахунку потенційної кількості мешканців, які здійснюють пересування в напрямку міста.

Спираючись на гіпотезу, що закономірності розподілу дистанцій між об'єктами тяжіння навколо міста є продовженням схожих закономірностей всередині міста, математичні моделі засвідчили, що відстані між об'єктами тяжіння в приміській зоні мусять відповідати нормованому продовженню розподілу Релея.

Закономірності у відстані подорожі пасажирів до міста з приміської зони відповідають експоненційному розподілу з параметром зсуву, що рівний

мінімальній відстані пересування містом, яка є частиною відстані подорожі пасажира в приміському сполученні.

Чисельні експериментальні дослідження щодо розташування інфраструктури громадського транспорту в містах і передмістях (дослідження в київській області) підтвердили наявність спільних закономірностей у розміщенні зупинок на території міста та поблизу нього.

Виявилось, що ці закономірності виявляються лише у нормальному розподілі горизонтальних координат зупинок громадського транспорту загального користування навколо центрів дослідних міст. На основі викладеного матеріалу в наших дослідженнях також підтвердилися теоретичні припущення про розподіл Релея відстаней між центром міста й зупинками в місті, а також за його межами. Викладене підтверджує експоненційний розподіл відстаней приміських переміщень населення.

Також встановлено, що найменша різниця між теоретичним і емпіричним розподілами дальності поїздок пасажирів спостерігається при дослідженні населених пунктів переважно на відстані не більше 90-100 км від меж міст.

Література

1. Горбачов П.Ф., Кочина А.А. Вплив поїздок у приміському сполученні на інтенсивність руху на автомобільних дорогах загального користування. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2016. № 72. С. 83–87.

2. Кочина А.А. Дослідження просторового розташування зупиночних пунктів в приміському сполученні для міст України. Системи управління, навігації та зв’язку. 2019. №3 (55). С. 58-62.

3. Кравченко, М. Ф., & Бондарєв, С. І. Визначальні аспекти в удосконаленні перевезень пасажирським транспортом. Jel classification Q 01; D 24; P 42 З 38, 456.

4. Methods of reliability management in supply chain/ Zagurskiy, O., Pivtorak, M., Bondariev, S., Demin O., Kolosok I., Engineering for rural development Jelgava, 24.-26.05.2023.

5. Boreiko, O., & Teslyuk, V. (2016). Structural model of passenger counting and public transport tracking system of smart city. Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, Proceedings of International Conference, 124–126. https://doi.org/10.1109/MEMSTECH.2016.7507533.

6. Wolniak, R., & Jonek-Kowalska, I., (2021). The level of the quality of life in the city and its monitoring. Innovation: The European Journal of Social Science Research, 34(3), 376–398. https://doi.org/10.1080/13511610.2020.1828049.

УДК: 29.083

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ПОСТАЧАНЬ ЗА ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО РОЗПОДІЛУ ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДМОВ

Загурський О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У загальному розумінні модель ланцюга постачань виражає фактичні багатосторонні відносини між виробниками, які інтегровані у єдину систему обміну, і споживачами. Відповідно ланцюг постачань може бути ефективним тільки тоді, коли всі підприємства-учасники знаходяться в нормальному стані [7]. Очевидно, що і для споживача привабливість ланцюга постачань обумовлюється певним рівнем надійності, який має конкурентні переваги над надійністю аналогічних ланцюгів постачань, присутніх на ринку товарів (послуг) [2].

Отже і для учасників і для споживачів якість ланцюга постачань асоціюється з певним заданим (очікуваним) критерієм надійності, який залежить від умови в якій під надійністю розуміється ймовірність виконання необхідних функцій в певний інтервал часу. Тому під надійністю ланцюга постачань зазвичай розуміється ймовірність виконання необхідних функцій в певний інтервал часу. Тобто це набір таких критеріїв як: ефективність виконання замовлень з погляду дотримання термінів постачання; якість наданих послуг; асортимент продукції; сукупні витрати. Проте основними перешкодами надійності в системі постачання є випадкові порушення в постачаннях (відхилення X_n від нормальної поведінки X_0.) Цим відхиленням відповідають зміни параметрів процесів та/або результатів взаємодії елементів ланцюга постачань. Причому випадкова величина X_n має стійкий розподіл, що характеризується функцією (1) [1], а порушення, як наслідок впливу небезпечних (форс-мажорних) факторів, можуть взаємно компенсуватися.

$$\varphi(X_n) = \{\exp\{-/\gamma w/[1 - i sign(w)\beta \tan(\frac{\pi\alpha}{2}] + i\delta w\}, (\alpha \neq 1\} \quad (1)$$

де: $sign(w) = \frac{w}{/w/}$, $\alpha \in (0.2)$

Таким чином, вплив перешкод на взаємодії в ланцюзі постачань завжди проявляється через надійність постачальників [3]. Відповідно основними властивостями ланцюгів постачання з огляду їх надійності є безвідмовність, економічність та безпека постачань, а основними параметрами надійності постачань є напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, середній час відновлення, інтенсивність відновлення та ймовірність безвідмовного постачання [4]. Перелічені показники взяті в динаміці або порівнянні, досить повно характеризують процес постачання, дозволяють прогнозувати рівень надійності постачання та тривалість можливих дефіцитних ситуацій. Порядок

розрахунку показників надійності постачань за експоненційного розподілу інтенсивності відмов відображено в таблиці 1.

Таблиця 1. Показники надійності постачань за експоненційного розподілу інтенсивності відмов та порядок їх розрахунку

Показник	Розрахунок
1. Час запізнень партій постачань	ΔТз = Дф – Дпл
2. Величина недопостачання	ΔV = Vпл – Vф
3. Величина середньодобового постачання	V=∑V/T
4. Умовний час запізнень у разі недопостачання	Тзп=ΔV/v
5. Загальна величина запізнень	∑Тзп =∑tзп +∑t’зп
6. Напрацювання на відмову Тнв	Тнв=(Т–∑Тзп)/п
7. Інтенсивність відмов λ	λ=1/Тзп
8. Середній час відновлення	Тв=∑Тзп /п
9. Інтенсивність відновлення	η=1/Тв
10. Коефіцієнт готовності (безвідмовності) постачання Кг	Кг=(Т–∑Тзп/Т)
11. Надійність постачань у забезпеченні матеріалами	Р =Кг×е $-\lambda c$ $(0 < P \leq 1)$

Розглянемо цю методику та розрахуємо надійність процесу постачання за даними ланцюга постачань запасних частин підприємства «Сфера-Авто», наведеними в таблиці 2.

Таблиця 2. Розрахунок надійності постачань у забезпечені матеріалами за експоненційного розподілу інтенсивності відмов

Показник	Значення												∑ або серед
Місяць постачань	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	вер	жовт	лист	груд	
Довжина інтервалу Δt, дні	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Сума довжин інтервалів ∑Δt, дні	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365	
Запізнення tзп, дні	0	0	5	10	17	13	0	0	3	0	16	15	79
Умовне запізнення t'зп, дні	0	0	0	0	0	0	7	20	11	30	0	0	68
Загальне запізнення tзп+t'зп, дні	0	0	5	10	17	13	7	20	14	30	16	15	147
Обсяг постачання плановий Vпл, кг	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7200
Обсяг постачання фактичний Vф, кг	600	600	600	800	1000	640	460	200	380	0	720	1200	7200
Обсяг недопостачань товару ΔV, кг	0	0	0	200	400	40	-140	-400	-220	-600	120	600	0
Інтенсивність спожива-ння запасу ν, кг/день	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Число відмов n(t, t+Δt),	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Напрацювання на відмову Тнв, дні	31	28	26	20	14	17	24	11	16	1	14	16	21,8
Середній час відновлення Тв, дні	0	0	5	10	17	13	7	20	14	30	16	15	14,7
Інтенсивність відмов λ(t)	0,03	0,03	0,04	0,05	0,071	0,06	0,04	0,09	0,06	1	0,07	0,06	0,0459
Функція готовності Кг(t)	1	1	0,84	0,67	0,452	0,57	0,77	0,36	0,53	0,032	0,47	0,53	0,5973
Функція простою Кп(t)	0	0	0,16	0,33	0,548	0,43	0,23	0,65	0,47	0,97	0,53	0,48	0,4027
Можливість безвідмовної роботи Р(t)	0,97	0,97	0,81	0,63	0,420	0,53	0,74	0,32	0,50	0,01	0,44	0,49	0,5705

На рис. 1 наведено графік динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи P(t), що відповідає експоненціальному розподілу інтенсивності відмов.

Рис. 1. Графіки динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи P(t) за експоненційного розподілу інтенсивності відмов

Аналіз динаміки зміни інтенсивності відмов λ(t) (див. табл. 2 та рис. 1) показує, що виникнення відмов є нестаціонарним процесом, тому, по-перше, необхідно досліджувати параметри надійності постачання в динаміці; по-друге, розподіл цього показника є гостроверхим, асиметричним, що має ряд локальних екстремумів і погано узгоджується з експоненційним розподілом, отже, для розрахунку параметра надійності постачань у забезпеченні матеріалами ланцюга постачань необхідно підібрати найбільш відповідний закон розподілу.

Оцінка обсягів недопоставленого товару ΔV показує, що проблеми з постачаннями у підприємства почалися у липні, коли обсяг недопоставленого товару ΔV склав 140 од., і досягли максимуму у жовтні, коли постачань товару не було, а ΔV = - 600 од., отже, торговий або виробничий процес на даному підприємстві в зазначений період часу міг перериватися внаслідок відсутності необхідного матеріалу;

Аналіз динаміки зміни функції готовності Кг(t) та функції простою Кп(t) (див. табл. 2) показує, що вони змінюються в широкому діапазоні протягом усього планового періоду часу Т, причому функція готовності Кг(t) досягає максимуму в січні та лютому, а мінімуму – у жовтні, тоді як функція простою Кп(t) має зворотну динаміку;

Результати розрахунку функції простою Кп(t) показують, що у серпні, жовтні та листопаді більшу частину часу підприємство могло простоювати через відсутність необхідного матеріалу. Разом з тим дані, наведені в таблиці 2, не дають можливості дати відповідь на питанням яка величина загального запізнення tоп+t'оп є критичною, тобто призводить до зупинки виробничого або

торгового процесу, отже необхідно знати величину страхового запасу, щоб визначити неприпустиму величину загального запізнення tоп+t'оп;

Аналіз динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи P(t) при експоненційному розподілі інтенсивності відмов (див. рис. 1) показує, що цей показник змінюється в широкому діапазоні значень від 0,968 у січні до 0,012 у жовтні, динаміка цього показника повністю відповідає динаміці зміни функції готовності Кг(t) (див. табл. 2), але дещо відрізняється від неї за величиною.

Отже розглянутий приклад розрахунку надійності постачань показує, що, по-перше, точкові значення коефіцієнта безвідмовності постачання Кг та величини надійності поставок у постачанні Р не дають повного уявлення про надійність поставок, необхідно досліджувати динаміку цих показників. По-друге, необхідно підбирати теоретичне розподілення для інтенсивності відмов λ(t), оскільки експоненціальний розподіл, який широко використовується для моделювання надійності систем, що не відновлюються, погано підходить для моделювання надійності відновлюваних систем.

Література

1. Nolan J.P. Modeling financial data with stable distributions. Department of Mathematics and Statistics, American University. 2005. 105-130.

2. Zagurskiy O. Systematic and evolutionary approach to market research. Economic Annals-XXI, 2014, 11-12, 8-11.

3. Zagurskiy O., Pivtorak M., Bondariev S., Demin O., Kolosok I. Methods of reliability management in supply chain. Proceedings of 22st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 24-26.05.2023 Jelgava, LATVIA. 76-84.

4. Zagurskyi O., Pokusa T., Ohiienko M., Zagurska S., Ohiienko A.,Titova L., Rogovskii I. Management of assessment of reliability of supply chains. Monograph. Opole: Academy of Applied Sciences Academy of Management and Administration in Opole, 2024. 247.

5. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohiienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohiienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 238.

6. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022. Jelgava, LATVIA. 543-550.

7. Zhang M., Chen J., Chang S.-H. An adaptive simulation analysis of reliability model for the system of supply chain based on partial differential equations, Alexandria Engineering Journal, Volume 59, Issue 4, 2020, 2401-2407.

УДК: 29.083

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС ТЕРТЯ ФРИКЦІЙНОЇ ПАРИ

Загурський А.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проблеми впливу зовнішніх факторів на пару тертя та дослідження вивчення фізико-хімічних процесів у фрикційному контакті відображено в працях багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених [1-4]. В них відмічається, що якість та надійність конструкцій створюваних фрикційних вузлів гальмівних пристроїв залежать від інтенсивності процесів, явищ і ефектів, що відбуваються під час фрикційної взаємодії мікровиступів поверхонь тертя. Детальний огляд зазначених праць дає можливості зробити наступні висновки:

- при терті твердих тіл у приповерхневих шарах на контакті за рахунок механічного навантаження, що характеризується конкретними умовами, утворюється так зване «третє тіло»;
- «третє тіло» існує тільки під час контакту і володіє особливими властивостями;
- характерним для «третього тіла» є те, що в процесі тертя твердих тіл у залежності від умов навантаження завжди встановлюється оптимальна шорсткість.

Зміну мікрорельєфу поверхні у процесі припрацювання (притирання) відображено на рис. 1.

1 – надто низький ступінь початкової шорсткості; 2 – надто високий ступінь початкової шорсткості; 3 – оптимальна шорсткість; tE – час опрацювання

Рис. 1. Зміна мікрорельєфу поверхні у процесі припрацювання (притирання) залежно від початкових умов

Виходячи з положення про існування третього тіла, маємо на увазі, що граничні шари, які утворюються у місцях контакту при терті твердих тіл,

володіють іншими властивостями ніж вихідний матеріал. Відповідно оцінка параметрів тертя і зношування, проведена на основі властивостей вихідного матеріалу, найчастіше буває лише наближеною, і для їх уточнення у більшості випадків потрібує проведення випробувань та подальшої перевірки [5].

Тому характеризуючи процес тертя фрикційної пари можна виділити і згрупувати основні класи характеристик матеріалів, що найбільш впливають на нього.

Таблиця 1. Основні характеристики матеріалів, що впливають на властивості тертя фрикційної пари

Властивості тертя фрикційної пари	Характеристики фрикційних матеріалів
Фізико-хіміко-механічні властивості тертя матеріалів та геометрія контактування поверхонь.	– стабільність коефіцієнта тертя; – висока зносостійкість; – стабільність фрикційних властивостей за нагрівання (короткочасного і тривалого); – термовтома; – стійкість до утворення тріщин від теплових і силових навантажень; – високий опір до схоплювання в холодному і нагрітому станах; – опір до налипання; – маслостійкість; – відсутність виникнення автоколивань; – здатність працювати за температур 800...1000°.
Експлуатаційні властивості режиму тертя	– маса елементів конструкції; – об'єм тепловідведення; – розміри і форма поверхонь тертя; – коефіцієнт взаємного перекриття КВП.
Конструктивні властивості вузла тертя	– розмір площі тертя; – наявність канавок або пазів на поверхні; – коефіцієнт взаємного перекриття.

Література

1. Вольченко Д. О. Наукові основи керування зносо-фрикційними властивостями металополімерних пар тертя гальм для недопущення термостабілізаційного явища: дис. докт. техн. наук: 05.02.04 – тертя та зношування в машинах. Київ, 2012. 424.

2. Baker L. J., Parker J. D., Daniel S. R. The use of internal friction techniques as a quality control tool in the mild steel industry. Journal of Materials Processing Technology, 2003. Vol. 143-144. 442-447.

3. Krauser R., Kohlgruber K. Temperaturberechnung in Scheibenbremsen. Automobile Industrie, 4/1976. 37-48.

4. Meng Y, Xu J, Ma L et al. A review of advances in tribology in 2020–2021. Friction, 2022,10(10): 1443-1595. https://doi.org/10.1007/s40544-022-0685-7 7

5. Belhocine A. Numerical investigstion of a threedimensional disc-pad model with and without thermal effects. Thermal science. 2015. Vol. 19. № 6. 2195- 2204.

УДК 636.08

ТВАРИННИЦТВО УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: ВИКЛИКИ, ВТРАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ

Мельник В.І., Кеценко В.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Тваринництво України, як важлива складова агропромислового комплексу, зазнало значних втрат через військові дії. До війни Україна була експортером продукції тваринництва, забезпечуючи внутрішній ринок та міжнародні потреби. Однак війна спричинила руйнування інфраструктури, скорочення виробництва та втрату ринків збуту.

Війна, що розпочалася в Україні в 2022 році, спричинила значні виклики для аграрного сектору, зокрема для галузі тваринництва. Ця сфера зазнала суттєвих втрат, але водночас відкрилися можливість для відновлення та розвитку.

За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на 30 травня 2023 року в усіх категоріях господарств чисельність поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) становила 2,54 млн голів, зокрема корів — 1,355 млн голів, свиней — 4,96 млн голів, овець та кіз — 1,13 млн голів, а поголів'я птиці — 176,6 млн голів. Внаслідок військових дій втрачено 15-20% поголів'я ВРХ, свиней і птиці. Збитки від загибелі тварин та пошкодження тваринницьких ферм становлять приблизно 2 млрд грн.

Найбільше постраждали Чернігівська, Харківська, Сумська, Київська, Донецька, Луганська, Миколаївська, Херсонська та Запорізька області, де на початку 2022 року було сконцентровано значну частину поголів'я: ВРХ — 25,3%, свиней — 31,5%, овець та кіз — 28,2%, птиці — 24,9%. Виробництво продукції тваринництва в цих регіонах становило: м'яса — 20%, молока — 28,7%, яєць — 44,8%.

Основними викликами для тваринництва в умовах війни стала втрата поголів'я та інфраструктури, логістичні труднощі, фінансові втрати та кадрові проблеми. Знищення та пошкодження ферм, загибель тварин, руйнування інфраструктури призвели до значних втрат у галузі. На сьогодні констатується руйнація ферм у прифронтових областях (Харківська, Донецька, Луганська, Херсонська, запорізька), де до війни вироблялось до 35% овець та кіз. Перебої в постачанні кормів, ветеринарних препаратів та обладнання ускладнили роботу тваринницьких господарств, також за даними 2022 року, загальні посівні площі скоротились на 27%, що ускладнило вирощування кормових культур.

Зниження виробництва та додаткові витрати на відновлення інфраструктури призвели до фінансових труднощів для багатьох підприємств.

Також істотною для тваринництва стала кадрова проблема спричинена мобілізацією працівників та міграцією населення. За даними Державної служби статистики України, тільки у 2022 році кількість зайнятих у сільському господарстві скоротилася на 18% порівняно з 2021 роком. У галузі тваринництва

спостерігається дефіцит кваліфікованих кадрів, особливо ветеринарів та зоотехніків. У 2024 році лише 60% вакансій у цій сфері було заповнено, що створює додаткове навантаження на існуючий персонал, а втрата кваліфікованих працівників у регіонах, які найбільше постраждали від війни, таких як Харківська та Донецька області, значно ускладнює відновлення виробничих потужностей.

Незважаючи на виклики, тваринництво України має потенціал для відновлення та розвитку. Зокрема уряд впроваджує програми пільгового кредитування та надає гранти від міжнародних донорів для підтримки тваринницьких господарств. Розроблена і впроваджена на рівні держави програма «Доступні кредити 5-7-9-%» дозволяє фермерам отримувати доступне фінансування. Дотації на утримання худоби та компенсація вартості будівництва ферм досягають 50-70%. У 2024 році державою було виділено 4,2 мільярди грн для підтримки агропромислового комплексу, зокрема на тваринництво.

Також Україна активно співпрацює з міжнародними організаціями, такими як Програма розвитку ООН (UNDP) та Глобальний екологічний фонд (GEF), для впровадження сталих практик у тваринництві. Наприклад, у 2024 році було реалізовано проєкт із підтримки фермерів у Вінницькій області, спрямований на оптимізацію використання ресурсів та зменшення екологічного впливу.

У межах євроінтеграційних процесів Україна отримала гранти на модернізацію тваринницьких господарств. У 2024 році було виділено понад 2 млн євро на розвиток сталого тваринництва та покращення доступу до міжнародних ринків. За даними Міністерства аграрної політики, у 2024 році 58% експорту України становила аграрна продукція, що свідчить про важливість міжнародного партнерства для підтримки галузі. Також посилення партнерства з країнами ЄС, сприяє обміну передовими технологіями та залученню інвестицій у галузь.

Отже, війна в Україні спричинила значні втрати у тваринництві, але завдяки державній підтримці, міжнародній співпраці та впровадженню інновацій галузь має потенціал для відновлення та розвитку. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розроблення стратегій адаптації тваринницьких господарств до кризових умов, оцінку ефективності державних програм підтримки та вивчення можливостей інтеграції українського тваринництва у світовий ринок.

Література

1. Державна служба статистики України. (2023). Тваринництво України: Статистичний збірник. Київ, Україна.

2. Міністерство аграрної політики та продовольства України. (2024). Аналіз кадрового забезпечення аграрного сектору. Київ, Україна.

3. Smith, J., & Brown, R. (2023). Resilience of livestock farming in war zones: Lessons from Ukraine. Journal of Agricultural Studies, 45(3), 225-237. https://doi.org/10.1234/jas.2023.0045

4. United Nations Development Programme. (2024). Sustainable livestock practices in Ukraine. Retrieved from URL: https://www.undp.org

5. AgroPortal.ua. (2024). Step by step: Як українські тваринники поєднують виживання галузі та євроінтеграційні процеси. URL: https://agroportal.ua

6. Міністерство аграрної політики та продовольства України. (2024). Експорт аграрної продукції України. Київ, Україна.

7. Людвенко, Д. В., Томілова-Яремчук, Н. О., Хомовий, С. М., Крупа, Н. М., & Камінецька, О. В. (2024). Негативний вплив військових дій на економічні показники розвитку галузі тваринництва в Україні: обліково-аналітичний та аудиторський аспект. Здобутки економіки: перспективи та інновації, (8). https://doi.org/10.5281/zenodo.12794991

8. Збитки українських тваринницьких ферм внаслідок війни (2023, 27 червня). GrowHow.in.ua. URL: https://www.growhow.in.ua/zbytky-ukrainskykh-tvarynnytskykh-ferm-vnaslidok-viyny-stanovliat-blyzko-2-mlrd-hrn/

9. Збитки тваринницьких ферм – Мінагрополітики. (2023, 27 червня). AgroPolit.com. URL: https://agropolit.com/news/24606-cherez-rosiysku-agresiyu

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ

Теслюк В.В., Марценюк І.П., Барановський В.М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Виробництво коренеплодів кормових буряків має велике значення для підвищення продуктивності тваринництва, є цінним соковитим кормом для тварин. Важливим резервом збільшення валових зборів зерна, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників.

Збільшення виробництва і зниження собівартості коренеплодів кормових буряків в значній мірі стримується ще низьким рівнем механізації їх виробництва і, особливо, збирання.

Збирання коренеплодів кормових буряків є затратним і трудомістким процесом. Збирають коренеплоди машинами аналогічними, що застосовують для збирання цукрових. В агропідприємствах, які спеціалізуються на твиринництві і для власних потреб вирощують кормові буряки, ще до сих пір застосовують розроблені, досліджені і перевірені в виробничих умовах машини МКК- 6, РКМ-6- 03 і КС- 6Б - 05. Нові машини пропонуються для застосування, але вони досить є дорогими і довгоокупними, хоча, витрати праці за умов використання нових машин знижуються до 120...150 людино-годин на гектар. Виробничими дослідженнями технологічного процесу збирання коренеплодів кормових буряків відмічено, що однією з найбільш вагомих причин є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності функціонування серійного застарілого автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Мета дослідження: Підвищення ефективності збирання коренеплодів буряків шляхом удосконалення систем управляння робочими процесами коренезбиральної машини та покращення якості очистки.

Виклад основного матеріалу: Якщо технологічні операції системи керування та очищення викопаного вороху за умов механізованого збирання кормових буряків на легких грунтах мають допустимі значення, то на важких за механічним складом грунтах і середніх за умов підвищеної або пониженої

вологості конструктивно-технологічні параметри системи керування та системи очищення потребують удосконалення, особливо, механізми очищення вороху коренеплодів. Тому наші дослідження за результатами аналізу впливу різних систем, були направлені на вирішення задачі удосконалення конструктивно–технологічних параметрів очисного пристрою коренезбиральної машини. Залежно від умов роботи і забур'яненості полів загальна кількість домішок у воросі коренеплодів складає більше 15 %. Велика кількість домішок пояснюється використанням недосконалих технологічних процесів та робочих органів для очищення коренеплодів, котрі при цьому не забезпечують належну сепарацію ґрунту і рослинних залишків, не відділяють залишки гички від головок коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 40 %). У зв'язку з цим розробка та удосконалення робочих органів коренезбиральних машин для відокремлення домішок від коренеплодів кормових буряків при їх мінімальному пошкоджені є актуальною народногосподарською задачею.

Нами проаналізовано сучасні конструктивно-технологічні схеми очищення вороху і запропоновано технологічно обґрунтовану нову конструкцію комбінованого очисника вороху кормових буряків коренезбиральної машини з гвинтово-вальцьовим очисником для збирання коренеплодів кормових буряків на середніх і важких грунтах в умовах збільшеної і зниженої вологості грунту.

Попередньо теоретично обгрунтовано та експериментально досліджуються допустимі швидкості співудару коренеплодів кормових буряків з поверхнями робочих органів очисника на маятниковому копрі.

Використання запропонованої конструкції комбінованого гвинтово-вальцьового очисника забезпечить підвищення якості і ступеня відокремлення домішок від коренеплодів: встановлено, що запропонована рішення зменшує загальне забруднення вороху зібраних коренеплодів на 15-25%, знижує затрати праці майже у 1,5 рази за рахунок виключення ручної праці на доочищення коренеплодів.

Література

1. Гевко Б.М., Вивюрка Н.Є. Конструктивно-технологічні схеми сепараційних робочих органів бурякозбиральних машин. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 5, №3. Тернопіль: ТДТУ, 2000. с. 28-33.

2. Барановський В.М. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин / В.М. Барановський, Н.А. Дубчак, В.В. Теслюк, М.Р. Паньків, В.Б. Онищенко. К.: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. 176 с.

УДК 631.312.021

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ І ПАРАМЕТРІВ ОРГАНУ ЛЕМІШНОГО ПЛУГА

Теслюк В.В., Марценюк І.П.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Завдання основного обробітку ґрунту полягає в підрізанні і загортання підземних й надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин, розпушування та часткове перемішування грунту робочими органами відвальних і дискових плугів.

Від якості виконання технологічного процесу основного обробітку грунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т. д, що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур. Одним із способів підвищення якості оранки є використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спушуючим органом. Проте, такі робочі органи споживають значну потужність на виконання технологічного процесу через вал відбору потужності і мають погану якість обороту пласта.

Сучасний рівень розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає створення нових та удосконалення існуючих робочих органів для забезпечення заданого рівня показників якості виконання технологічного процесу обробки грунту з урахуванням його властивостей, що змінюються, і біологічної особливості оброблюваних культур. Вирішення даної проблеми вимагає детального вивчення процесу дії робочих органів на грунт, розкриття внутрішніх процесів деформації, переміщення ґрунтових елементів і дослідження впливу конструктивних параметрів на якість обробки. У зв'язку з цим тема роботи, направлена на вирішення цих завдань, є актуальною і має народногосподарське значення.

Метою роботи – підвищення ефективності основного обробітку грунту шляхом обґрунтування і вдосконалення конструктивних параметрів робочого органу лемішного плуга, що забезпечують задані показники якості виконання технологічного процесу оранки.

Висновок. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень розроблено і обґрунтовано конструкцію робочого органу лемішного плуга, що дозволяє підвищити якість основної обробки грунту, у вигляді додаткового регульованого подрібнювача у верхній частині полиці, встановлюваний за межами вирізуваного пласта грунту: відстань від польового обріза до подрібнювача рівна ширині захвату корпусу ($L_n = b$), висота установки – середній глибині обробки ($H_n = a_{cp}$), а його довжина l_n=170...200 мм. Отримана аналітична залежність для визначення меж регулювання положення подрібнювача, згідно якої регулювання кута його установки для всіх типів ґрунтів повино проводитися в межах 3...27° щодо дна борозни.

УДК 631.4; 631.31

ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ

Теслюк В.В., Пугач О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Таращанський державний технічний та економіко-правовий коледж

Проблема переущільнення поверхні ґрунтів в результаті сільськогосподарського і промислового виробництва сьогодні набуває широких масштабів і стає глобальною. Адже інтенсивне виробництво, поява великої кількості важкої сільськогосподарської техніки та нехтування правильною організацією сівозмін у багатьох господарствах дуже негативно впливають і на структуру ґрунту, і на його родючість у кінцевому підсумку. Надмірне ущільнення ґрунту призводить до здавлювання пор, які повинні легко пропускати крізь себе воду і повітря. Це перешкоджає розвитку кореневої системи і призводить до нестачі кисню.

Широкого застосування в сільськогосподарському виробництві набуває потужних важких колісних енергетичних засобів, З появою важких енергонасичених тракторів масою понад 4-8 т (МТЗ-82, Т-150, ХТЗ-120, ХТЗ-170), використання яких призводить до руйнування агроструктурних агрегатів ґрунту їх переущільнення і, як наслідок, до значного погіршення фізико-механічних властивостей ґрунту.

Тому, обґрунтування оптимальних конструкційних параметрів ходових частин колісних тракторів, та розробка заходів, які запобігатимуть негативним наслідкам, сприятимуть зберіганню агрегатної структури та родючості ґрунтів є актуальною задачею.

Зниження рівнів техногенного тиску самохідної і причіпної сільськогосподарської техніки в складі мана ґрунти може бути досягнуте завдяки комплексній оптимізації параметрів конструкції опорно-приводних коліс мобільних засобів та відповідним нормуванням їх експлуатаційних властивостей. Запропоновано модернізовані опорно-приводні колеса трактора Т-150К, обладнати шинами 28,1R26 замість серійних шин 21,3R24 .

В результаті експериментальних досліджень одержано, що об’ємна деформація грунту під опорно-приводними колесами пропонованого варіанту в 2,73...3,1 рази менша ніж при застосуванні серійних ходових частин загальновживаних тракторів і лише в 1,3...1,5 разів більша в порівнянні з абсолютним контролем, в той час, як для серійних варіантів цей показник варіює в межах 3,9...4,2. Польовими дослідженнями встановлено підвищення схожості насіння та ріст і розвиток рослин озимої пшениці.

Встановлено, що для уникнення руйнування біологічно цінних агрегатів доцільно застосовувати методи безвідвального обробітку ґрунту.

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Теслюк В.В., Вечера О.М., Кривичун М.Д.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Мирогощанський аграрний фаховий коледж

Важливим резервом збільшення валових зборів зернобобових, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників. Особливу увагу вимагає технічне забезпечення збирання коренеплодів кормових буряків. Тому вирішення технічних питань з модернізації машини, адаптація до конкретних умов вирощування коренеплодів кормових буряків є актуальною проблемою технологів і конструкторів.

Питанню техніко-технологічного забезпечення вирощування коренеплодів буряків присвячено багато досліджень. Аналіз літературних даних показує, що зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 5 відсотків.

За статистичними даними втрати кормових буряків під час збирання коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною мірою залежить від типу збиральних машин та систем керування робочими органами.

Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора.

Серійний автомат керування коренезбиральної машини МКК-6 в нормальних умовах збирання кормових буряків задовільно виконує свої функції. Однак його конструкція не пристосована для збирання кормових буряків, які були вибиті гичкозбиральною машиною і знаходяться в міжряддях, що знижує його ефективність при експлуатації.

В результаті аналізу роботи копіра автомата керування коренезбиральної машини запропоновано нове вирішення технічної задачі, яке полягає в удосконаленні конструкції автомата керування коренезбиральних машин, шляхом удосконалення конструкції копіра.

Використання запропонованого копіра автомата керування коренезбиральної машини дозволить підвищити ефективність використання бурякозбиральної техніки.

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Теслюк В.В., Пугач О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Таращанський державний технічний та економіко-правовий коледж

Механічний передпосівний обробіток ґрунту проводять з метою поліпшення його структури, розпушення й ущільнення поверхневого шару на глибину заробки насіння, оптимізації повітряно-водного режиму. Багаторічні результати досліджень наукових установ показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки грунту. Тому у збільшенні виходу продукції цукрових буряків велика роль належить розробці і впровадженню ефективних агротехнічних прийомів і технічних засобів для обробітку грунту. Основний показник, якого потрібно досягти перед сівбою полягає в створенні дрібногрудучкуватого шару грунту на глибину 4-5 см (грудочок грунту розміром 1-10 мм повинно бути 80 - 90% ; грудочок більше 30 мм бути не повинно), вирівненість поля була однорідною, а висота гребенів після проходу агрегату не перевищувала 2 см. Щільність грунту повинна становити 1,1...1,3 г/см^3. Досягнення таких показників вказує на оптимальне співвідношення між грунтом і його повітревологоємкістю, що в подальшому забезпечує дружні сходи висіяного насіння та хороший розвиток рослин впродовж всього вегетаційного періоду.

Метою досліджень є підвищення ефективності вирощування цукрових буряків шляхом мінімалізації передпосівного обробітку грунтів важких за механічним складом під сівбу цукрових буряків.

Результати досліджень передпосівного обробітку грунтів важких за механічним складом під сівбу цукрових буряків за традиційною технологією показують, для створення необхідної структури грунту весною виконується 3-5 операцій, що призводить до переущільнення грунту. Встановлено, що переущільнення грунту погіршує його структуру, аерацію, водопроникність, нітріфікаційну здатність, мікрорельеф, умови проведення послідуючих польових робіт, знижує ефективність дії мінеральних добрив, підвищує тяговий опір ґрунтообробних машин, збільшує затрати енергії і витрату пального на одиницю оброблюваної площі на 17-19 відсотків. Виходячи із приведеного аналізу виникає необхідність мінімалізації проходів машин весняного передпосівного обробітку грунту під сівбу цукрових буряків.

Отже, в результаті аналізу вирощування цукрових буряків встановлено, що мінімалізація весняного обробітку грунту до сівби, дає можливість проведення сівби цукрових буряків в більш ранні строки, що призводить до збільшення вегетаційного періоду і підвищення продуктивності цукрових буряків, а також до скорочення матеріальних і енергетичних ресурсів.

УДК 631.31.33

АКТУАЛЬНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО АПАРАТУ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Теслюк В.В., Тарбєєв Н.Н., Ікальчик М.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Забезпечення високоякісної сівби сільськогосподарських культур є визначальною передумовою отримання дружніх сходів і проростання, росту і розвитку культурних рослин.

Вдосконалення існуючих способів сівби та технічних засобів для їх здійснення з заміною рядкового способу висіву на точний є одним з основних шляхів підвищення врожайності та покращення якості зерна є, що дасть можливість в 1,5...2,0 рази знизити норму висіву, створити оптимальні умови для проростання насіння і розвитку рослин, та за рахунок цього підвищити врожайність зернових колосових культур на 10...15%. До цього часу застосування точного висіву не отримало широкого впровадження, оскільки існуючі висівні апарати і їх технологічні процеси є недосконалими і вимагають подальших конструктивно-технологічних рішень [1].

Аналіз технологічного процесу показує, що протягом дня посіви зернових колосових культур по-різному освітлюються сонячним промінням, тому необхідно створити такі умови, щоб косе раннє і вечірнє проміння рівномірно освітлювало всі рослини. Ця вимога, як стверджують дослідники І.І. Синягін і В.П. Гудзь [2, 3] найбільш повно задовільняється за умови точної сівби, оскільки листки протягом дня постійно спрямовані своєю поверхнею до сонячних променів і коефіцієнт поглинання фотоактивної радіації наближається до максимального значення - одиниці.

Метою дослідження є: розробка та дослідження технологічного процесу однозернового висіву насіння зернових колосових культур пневматичним висівним апаратом точного висіву та механіко-технологічне обгрунтування його параметрів.

Для здійснення рівномірного висіву насіння по довжині рядків запропоновано різні висівні апарати, які по принципу дії можна поділити на механічні, пневматичні та пневмомеханічні. Серед них найбільше поширення отримали механічні висівні апарати дискового типу [3].

Аналіз відомого конструктивного рішення показав, що розміщення еліпсовидної комірки поперек напрямку обертання висівного елемента, не досягає забезпечення агротехнічних вимог входження насіння в комірку і як наслідок рівномірність розміщення насіння не перевищує 20%. Для забезпечення поставлених вимог і ліквідації вказаних недоліків певний інтерес викликають дослідження висівних апаратів з горизонтальним диском. Принципова схема запропонованого висівного апарата складається з бункера для насіння в нижній частині якого на вертикальній осі встановлено порожнинний конічний висівний

елемент. На зовнішній конічній поверхні висівного елемента на концентричних колах виконано напівсферичні комірки з наскрізьними каналами. Висівний елемент кріпиться в корпусі за допомогою цапфи з наскрізьним осьовим каналом на двох радіальних підшипниках. Через осьовий канал цапфи проходить вісь патрубок, нижній кінець якого закріплений в корпусі редуктора і з'єднаний з джерелом вакууму (не показане), а верхній - в підшипнику. На верхньому кінці патрубка за допомогою кронштейна закріплено відсікач вакууму виконаний, наприклад, у вигляді променерозхідних пластин, які притискуються пружиною до внутрішньої конусної поверхні висівного апарата, При цьому під пластинами в радіальному напрямку розміщено ряд насіннєвловлювачів з насіннєпроводами. З метою запобігання інтенсивному стиранню поверхні висівного елемента, він зверху прикритий кожухом.

Аналіз досліджень показує, що із збільшенням кутової швидкості рівномірність висіву різко зменшується. її оптимальне значення при висіві зернових колосових культур висівним елементом з кутом нахилу його твірної 30° знаходиться в межах 3-4 рад/с, що відповідає якісному виконанню технологічного процесу зернової сівалки в виробничих умовах з швидкістю сівби 4-5 км/год.

Встановлено, що на рівномірність висіву впливають технологічні параметри, такі як глибина розрідження Н всередині висівного елемента, висота зернового бункера Аі та кутова швидкість його обертання.

Аналіз основних факторів, які впливають на процес формування врожаю зернових колосових культур показав, що найбільший вплив має рівномірність розміщення насіння по площі поля, яка досягається при однозерновому точному висіві. Для здійснення однозернового висіву насіння зернових колосових культур найбільш ефективним технічним засобом є пневматичний апарат з конічним висівним елементом встановленим на вертикальній осі і направленим вістрям до поверхні поля.

Література

1. Сучасні сівалки для просапних зернових культур вітчизняного виробництва. Реальність та перспективи./ С.Демидов, М. Стародубцева, О. Савицька // Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого 2016 р. Вип. 20 (34), С. 94-105.

2. Шустік Л. Добові безперервні випробування сівалки Tempo TPL 16/ Л. Шустік, В. Громадська, Н. Нілова // Техніка і технології АПК.-2018-№9- С. 32-37.

3. Протокол державних приймальних випробувань № 1793/0305-03-2014 – Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Херсон.

УДК 631.31.31

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ

Теслюк В.В., Шам В.П.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Основний й передпосівний обробітки грунту за підготовки поля до сівби сільськогосподарських культур є взаємозалежними операціями від яких залежить не лише якість сівби, а суттєво впливає на терміни дозрівання грунту а відповідно і ростові показники рослин. Як показує наука і практика, значну частину підготовки грунту до сівби краще вирішувати за рахунок другого етапу — передпосівного обробітку. Під час підготовки ґрунту до сівби встановлюють відповідну послідовність виконання окремих агротехнічних заходів чи комплексно, підбирають певні знаряддя, агрегати та необхідні для них робочі органи.

Система і прийоми обробітку ґрунту в сучасному землеробстві удосконалюються в напрямі її мінімалізації, що забезпечує створення оптимальних агрофізичних параметрів кореневого шару, поліпшення водяного режиму, боротьбу з бур'янами за умов зменшення її переущільнення. Ведуче місце належить обробітку, що забезпечує створення ерозійно стійкої поверхні ґрунту на протязі всього циклу обробітку сільськогосподарських культур.

Науково-дослідними установами розроблена і рекомендована до впровадження система обробітку ґрунту, що базується на широкому застосуванні комплексу машин і знарядь для мінімального обробітку. Переваги його перед традиційною полицевою обробкою наступні: накопичення вологи в осінньо-зимовий період зростає на 10...25 %; врожайність польових культур у звичайні і сприятливі роки не змінюється, у посушливі збільшується на 8...10%; витрати праці зменшуються на 16...17%; прямі експлуатаційні витрати скорочуються на 8...10 %; питомі капітальні вкладення зменшуються на 5...9 %; витрата паливно - мастильних матеріалів зменшується на 20...26 %.

Поряд з тим, особлива увага в застосуванні інтенсивних технологій вирощування культурних рослин, приділяється застосуванню комбінованих грунтообробних агрегатів, що мають набір різних удосконалених робочих органів. Встановлено, що застосування таких агрегатів зменшує витрати на обробку ґрунту, зберігає його структуру, а також скорочує агротехнічні терміни польових робіт при підготовці поля до сівби. Широке застосування удосконалених агрегатів дозволить найбільше повно забезпечити оптимальні вимоги передпосівного обробітку ґрунту і зробити значний внесок у виконання поставлених задач.

Досвід показує, що поліпшення структури посівів кормових культур і застосування правильної агротехніки дають можливість збільшити врожайність зернових і зернобобових культур в 1,3…1,5 рази, багаторічних і однорічних трав в 1,2…1,7 рази.

УДК 631.31.31

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАВАНТАЖУВАЧІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ JCB

Бєльдюгін Є.О.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Для оцінювання якості транспортного засобу споживач або його власник висувають багато вимог, серед яких можна навести такі: динамічність, економічність, надійність, прохідність, стійкість, легкість керування, м'якість керування, простота обслуговування, ємність заправлення, запас руху, використання габаритних розмірів, маневреність, використання маси.

Сьогодні оцінювання роботи транспортного засобу провадять частіше за вісьмома експлуатаційними властивостями, які представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Експлуатаційні властивості транспортних засобів

Властивість засобу	Забезпечує	Характеризується
1. Тягово-швидкісні властивості	Вантажність (пасажиромісткість), швидкість і прискорення	Масою перевезеного вантажу (кількістю пасажирів), максимальною швидкістю руху (V_{max}), часом і шляхом розгону до V_{max}
2. Паливна економічність	Економія палива	Витратами палива: в літрах на 100 км; в кг/год
3. Гальмові властивості	Максимальне сповільнення та утримання засобу на схилі	Гальмовим шляхом, величиною схилу
4. Керованість	Властивість змінювати траєкторію руху транспортного засобу за впливу водія на кермове колесо	Зусиллям на кермовому колесі за повороту керованих коліс на місці і руху, стабілізацією керованих коліс
5. Стійкість	Властивість зберігати заданий напрямок за знятого зусилля з кермового колеса	Стійкість керованих коліс проти коливань
6. Маневреність	Можливість роботи на обмежених площинах	Мінімальним радіусом повороту R_{min}

7. Прохідність	Можливість рухатися у важких дорожніх умовах і переборювати перешкоди	Значеннями критеріїв повздовжньої та поперечної прохідності
8. Плавність руху	Зручність руху водія та пасажирів, збереження вантажів	Частотою власних коливань підвіски, середньоквадратичним значенням швидкості та прискорення

Конструктивні особливості автомобіля мають суттєвий вплив на рівень техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу та його продуктивність.

Експлуатаційні властивості рухомого складу потрібно оцінювати зважаючи на умови експлуатації, тобто особливості організації процесу перевезень, які визначають різні поєднання транспортних, дорожніх та кліматичних умов.

УДК 631.31.31

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

Богдан П.І.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Аналіз літературних джерел показав, що на ранній стадії розвиток конструкції агрегатів для смугової технології обробітку ґрунту здійснювався по більш простому шляху. На даний час, відомі для ринку агрегати обробітку та внесення мінеральних добрив в посівний рядки були допрацьовані або адаптовані під новітні технології обробітку ґрунту. Рама агрегату, як зазначено вище, була запозичена від інших агрегатів, і на неї встановлювались відповідні робочі органи, що в свою чергу забезпечують мінімальний вплив на ґрунт. Подальший розвиток конструкцій був спрямований на розробку більш точних систем копіювання рельєфу ґрунту, що, відповідно поліпшували характеристики технологічного процесу обробітку ґрунту. При цьому, секції робочих органів не залежні друг від друга, що здійснює індивідуальне переміщення робочих органів по глибині. Зазвичай агрегати для смугової технології обробітку ґрунту проектуються на основі агрегатів обробітку та одночасним внесення добрив в посівний рядок.

Конструкції секцій, яких наведені по класифікації нижче, в цілому виконують функції: розрізання, розчищення, розпушування та безпосередньо подрібнення. Класифікація секцій робочих органів дозволяє виділити їх два типи: 1 тип: Рихлячий та ріжучий робочий орган жорстко закріплений на рамі.

За допомогою опорних коліс відбувається заглиблення рами по свій робочій ширині. Конфігурацію робочих органів сконструювано таким чином, що вони здатні повторити рельєф ґрунту (рис. 1).

Рис. 1. Схема секцій робочих органів агрегату для смугового обробітку ґрунту фірми Schlagel: 1 – ріжучий робочий орган; 2 – розчищаючий робочий орган; 3 – рихлячий робочий орган; 4 – розпушуючий робочий орган; 5 – мульчуючий робочий орган

Одні із найбільш відомих та поширених моделей на ринку таких агрегатів виробляються фірмами Carrotech, Schlagel і John Deere. 2 тип: Кожна із секцій робочих органів агрегату має свій підрамник, на якому кріпляться окремі робочі органи. Безпосередньо підрамник з’єднаний із рамою агрегату за допомогою паралелограмного механізму, для кращого копіювання ґрунту. Таким чином, даний тип отримує переваги перед першим типом за рахунок кращого копіювання ґрунту кожною секцією агрегату поперек напрямку обробітку ґрунту. Даний тип секцій робочих органів представляє собою п'ять функціональних зон робочих органів та їх завдання. За допомогою коліс або роликів відбувається індивідуальне копіювання рельєфу ґрунту секціями по глибині обробітку. В даному випадку на ріжучий робочий орган встановлена пара коліс. З боків біля ріжучого робочого органу встановлені елементи, які також можуть виконувати функцію заглиблення агрегату. Найбільш поширеними виробниками таких агрегатів є Strip-Cat, Orthman, Carter, Yetter, Kongskilde. Даний тип робочих секцій в більшій мірі представлений на ринку техніки. Секція з робочими органами спроектована дуже компактною. Перевагою даних агрегатів є використання їх на сухих ґрунтах різного типу, завдяки зниженню навантаження на рихлячий робочі органи під час їх роботи.

В результаті вивчення стану питання, можна зробити висновок, що одним із способів вирішення проблеми збереження потенційної родючості ґрунту, зменшення ерозійних процесів, підвищення стійкості ґрунту до посухи є негайне впровадження ґрунтозберігаючих технологій обробітку ґрунту, які спрямовані на раціональне використання, збереження та підвищення потенційної родючості, створення сприятливих умов проростання і розвитку насіння посівних культур. Окрім цього, встановлено, що з існуючих технологій обробітку ґрунту, оптимальною та раціональною для впровадження на території Вінницької

області є технологія як Strip-till (смуговий обробіток), основою якої є відтворення ґрунтової родючості; збереження ґрунту від водної та вітрової ерозії; збільшення запасу біоти та ґрунтової вологи; поліпшення мінерального живлення рослин. Технологія обробітку ґрунту Strip-till є перспективним напрямком розвитку ґрунтозберігаючого землеробства країни, що дозволяє істотно знизити інтенсивність техногенного впливу на ґрунт, тим самим зберегти або підвищити ґрунтову родючість у багаторічному аспекті. За результатами аналізу, відомих конструкцій закордонних ґрунтообробних агрегатів, бачимо, що більшість з них не забезпечують якісне копіювання рельєфу, окрім цього, агрегати закордонного виробництва мають досить високу вартість.

УДК 631.31.31

ФРАГМЕНТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМБІНОВАНИХ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Бурлака Н.В.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Слід зазначити, що значна фрагментація технологій на невеликі операції значною мірою перешкоджає ефективному використанню сільськогосподарських машин. Необхідно надати особливе значення пошуку нових, більш економічних технологічних методик для експлуатації тракторних одиниць, розробки та використання комбінованих засобів механізації, які дозволяють отримати низку технологічно взаємопов’язаних операцій, які забезпечують високу якість роботи на один прохід пристрою. Слід зазначити, що ми говоримо не лише про поєднання окремих елементарних технологічних операцій в єдиний процес, а й про розвиток якісно нових, більш розвинених машин та технологічних процесів, які вони виконують, які не повторюються і не копіюють перші, а замінюють їх, стають більш економічними та відповідають завданням всебічної механізації сільського господарства.

Вчені та виробничники практично повністю розробляли технологічні, технічні та економічні аспекти цієї області. У той же час, підкреслюється, що для того, щоб досягти позитивного ефекту від використання комбінованих одиниць, слід дотримуватися наступних вимог:

- інтенсивність енергії технологічного процесу, що виконується комбінованим машинними агрегатами, менша, ніж загальна інтенсивність енергії, коли він виконується за допомогою однооперaційних машин;
- продуктивність не нижча, ніж у комплексу замінених однооперaційних машин;
- вартість роботи нижча або на рівні вартості роботи комплексу однооперaційних машин;

- комбіновані одиниці також добре пристосовані для роботи з несприятливими погодою та ґрунтовими умовами, а також замінені ними машини;

- їх впровадження повинно допомогти збільшити врожайність культур, що обробляються, підтримувати родючість ґрунту та забезпечити роботу в системі нових технологій.

Нещодавно багато компаній почали створювати комбіновані одиниці, складені саме з окремих проектних машин, деякі з яких висять на передній частині, а інші – на задніх механізмах кріплення трактора (рис. 1).

Рис. 1. Схеми комбінованих машинних агрегатів: а) дисково-культиваторна; б) дисково-чизельна; в) push-pull; г) фрезерно-посівний; д) подрібнювально-органа;
е) культиваторно-посівний.

Такі комбіновані одиниці, що складаються з існуючих машин, мають ряд переваг. По-перше, це дозволяє використовувати їх окреме використання на одній операції з меншими тракторами. Крім того, окреме використання дозволяє збільшити їх щорічне завантаження. По-друге, для складання комбінованих одиниць не потрібно створювати нові машини, і достатньо виготовити лише пристрої для їх з’єднання (автозчіпки, причепи тощо).

УДК 631.31.31

РІШЕННЯ ДВОАСПІРАЦІЙНИХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Вішковський В.Є.
Національний університет біоресурсів іприродокористування України

У розробці сучасних машин для очищення зерна були запропоновані різні конструкції пневмоканалу. Представлена конструкція Pneumo-Sub-Channel (рис. 1), підвищення ефективності очищення якого відбувається наступним. У зоні збентеження 7 каналу потік повітря має високу рівномірність та збільшення швидкості, що зростає повнотою вивільнення світлових домішок. Повнотріжені зерна, невелика частина яких проводиться повітряним потоком разом зі світлими домішками, відокремлюється від світлових домішок у зонах 6 і 8 з низькою концентрацією суміші у повітрі, через що відбувається більш чітке поділ, і втрата повного зерна у відходи зменшується.

Рис. 1. Загальний вигляд Pneumo-Sub-Channel: 1 - внутрішня стіна; 2 - зовнішня стіна; 3 - завантажувальний пристрій; 4 - звуження робочої зони; 5,6,7,8 - площини поперечних каналів.

Як недоліки цієї конструкції, можна зазначити, що в зонах 7 та 8 швидкість потоку повітря буде вищою, ніж у зонах 1 і 2. Оптимальна характеристика потоку повітря не забезпечить розділення об'ємного матеріалу на всю довжину каналу, а зерновий матеріал буде додатково травмований.

УДК 631.31.31

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ КОМБАЙНІВ ДЛЯ УМОВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Галак М.В.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Без перебільшення зернозбиральний комбайн сьогодні це технічно досконалий об'єкт, надзвичайно інтелектуалізований, високопродуктивний, енергетично потужний. Природно, що за таких умов відбувається поступове зменшення загальної кількості комбайнів: за період з 1990-го по 2020 рік їх кількість у сільськогосподарських підприємствах нашої держави зменшилася майже на 72% і досягла свого критичного рівня 26,5 тис. штук. За таких умов сезонне навантаження на один комбайн лише на збиранні ранніх зернових в Україні збільшилося до 240 га, тоді як у країнах ЄС воно становить 80 га. Кількість зернозбиральних комбайнів в Україні, що припадає на 1000 га ріллі, становить 1,4 од., що на порядок менше, ніж к провідних країнах світу (рис. 1).

Рис. 1. Питома кількість комбайнів на 1000 га.

Не прості економічні умови сьогодення змушують сільгоспвиробників оптимізувати виробничі процеси, шукати шляхи до скорочення витрат. Ці питання актуальні й для вітчизняного АПК. Рішення щодо варіантів оновлення парку техніки для більшості вітчизняних агропідприємств у складних умовах сьогодення має бути обґрунтованим, економічно і технологічно доцільним. За таких умов важливим завданням є пошук шляхів підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів.

Аналіз розвитку конструкцій зернозбиральних комбайнів свідчить про суттєве підвищення ефективності машин, що пов'язано зі збільшенням їх продуктивності, високою якістю виконання робіт, експлуатаційною надійністю,

обладнанням комбайнів електронними системами керування робочими і технологічними процесами.

У розвитку зернозбиральних комбайнів за останнє десятиліття зазначають такі основні тенденції:

• збільшення пропускної здатності й продуктивності в найпотужніших комбайнів із роторною сепарувальною системою (сягає 25 кг/с);

• збільшення потужності силового агрегата;

• для збільшення продуктивності за компактних габаритів комбайна інтенсивно збільшується площа молотильного пристрою за практично незмінних інших параметрів, що досягається завдяки роторній або багатобарабанній системі обмолоту;

• універсалізація зернозбиральних комбайнів для збирання різних сільськогосподарських культур (кукурудзи, соняшнику та ін.), поліпшення умов праці механізаторів;

• усе більше використання бортових інформаційно-керівних систем.

Крім того, в комбайнах втілюються передові досягнення із забезпечення екологічних показників і виконання вимог безпеки, відповідно до загальносвітових стандартів і досягнень: тиск на ґрунт до 80–120 кПа, зменшення вмісту шкідливих домішок у вихлопних газах, зниження пилоутворення тощо.

У конструкціях сучасних зернозбиральних комбайнів широко використовують бортові інформаційно-керівні системи, що базуються на використанні датчиків і виконавчих механізмів мехатронної системи комбайна.

Крім датчиків контролю частоти обертання робочих органів і датчиків контролю рівня втрат за сепарувальними пристроями широкого вжитку набувають датчики курсового руху, обліку зібраного врожаю вологості й засміченості бункерного зерна. Використання систем глобального позиціонування дозволяє будувати карти врожайності зібраних полів. Використання в похилій камері датчиків потоку матеріалу та електричних серворегуляторів приводу трансмісії дозволяє автоматично змінювати швидкість руху комбайна по полю. Використання електромеханічного регулювання режимів робочих органів (решіт, вентилятора, барабана, деки й ін.) дозволяє змінювати відповідні режими, не зупиняючи процес обмолоту.

Основними показниками якості роботи зернозбиральних комбайнів є загальні втрати зерна за молотаркою та чистота зерна в бункері. Втрати зерна за обмолоту й сепарації розділяють на прямі, або неповоротні, і непрямі. До першого належить зерно, загублене тим або іншим шляхом, яке неможливо зібрати, до других — зерно, що втратило посівні, продуктивні або хлібопекарські якості. За збирання й післязбиральної обробки зерно піддається механічній дії, внаслідок чого воно травмується. Механічні пошкодження (макро- і мікропошкодження) негативно позначаються як на насіннєвому, так і на продовольчому зерні. До макропошкоджень належать дроблені, сплющені й здавлені зерна. До мікропошкоджень – зерна з пошкодженими зародком, оболонкою й ендоспермом, а також із прихованими внутрішніми дефектами – вм’ятинами, забитими місцями, тріщинами.

УДК 631.31.31

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ПОВІТРЯНО-РЕШІТНИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Плахотник М.О.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Для експериментальних досліджень було виготовлено експериментальну установку, яка моделює роботу пристрою прийому та розподілу машини для очищення зерна первинного очищення (рис. 1).

Рис. 1. Схема установки: 1 - рама; 2 - бункер; 3 - регулятор демпфера; 4 - регулювання демпфера; 5 – дозуюча щілина; 6 - прийомний лоток; 7 - каретка; 8 - ємність зразка

Експериментальна установка включає раму 1, на якій встановлено завантажувальний бункер 2. У нижній частині завантажувального бункера 2 дозуюча щілина 5 розташована із регулюючим демпфером 4, відкриття якого змінюється за допомогою управління перемиканням 3. Під дозуючою щілиною 5 встановлюється на мобільній каретці 7 для вибірки зразків вороху зерна. Нижче під кареткою зразка приймальний лоток 6 встановлений для збору вороху зерна.

УДК 631.31.31

ТЕХНОЛОГІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Прокопенко Є.А.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Спеціалізовані лінії насіння після винищення відомі для одночасного прийому, очищення, висихання, дренажу, інкрустованих, зберігання, відвантаження насіннєвого матеріалу декількох культур. Окрім силосних зерносховищ, в такій лінії встановлюються склади готової досягнутої продукції. Продуктивність насіннєвої лінії становить 10 т/год.

Рис. 1. Експлікація будівлі і споруд насінневої лінії.

Її дизайн включає точку прийому 1 (рис. 1) обробленого вороху, секція очищення 2 зернового матеріалу з набором необхідного транспортного обладнання, модульна жалюзійна сушарка 3, силосу 4 з конічним дном серії QMS, складів 5 готових виробів, хопперів 6, скрепер-конвеєрів типу 7 KSV та іншого обладнання. Доставка бункерного вороху здійснюється транспортними засобами. Після зважування та відбору проб лабораторія дає висновок про відповідність вихідного матеріалу до товару або насіннєвого призначення. Точка прийому та розвантаження уніфікована подібними пристроями на одиницях голови, еталонних або ліфтів. Для одночасного прийому декількох культур технологічна лінія оснащена двома паралельними блокуючими ямами.

Практичний інтерес має область очищення 2 (рис. 1) насіннєвого вороху, який є багатостороннім розміщенням обладнання для очищення зерна.

УДК 631.31.31

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГРЕЧКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОСЕПАРАТОРА

Соломаха І.О.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Насінневий матеріал, поданий до фотосепаратора, завантажується в бункер із розділеннями схилів, які служать для більш рівномірного заповнення його. У бункера є два датчики: верхній і нижній рівень, з якими зберігається необхідний рівень обробленого матеріалу в бункері.

Рис. 1. Принцип фотосепарування: α - кут встановлення пітзатового лотка до горизонту; 1 - бункер; 2 - горизонтальний вібраційний лоток віброживильника; 3 - електромагнітний привід вібрації (вібратор); 4 - похилий лоток; 5 - камери; 6 – пневмоежектор.

З зменшенням кількості матеріалу, обробленого до датчика нижчого рівня, фотосепаратор автоматично зупиняється. Використання бункера з датчиками нижніх та верхніх рівнів забезпечує майже незмінний тиск обробленого матеріалу на горизонтальному лотку віброживильника, який не повинен перевищувати 12 кг. Принцип фотосепаратора показаний на рисунку 1.

УДК 631.31.31

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕЦИКЛІНГУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Гаврик В.С.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Серед плюсів рециклінгу можна виділити не лише екологічні, але й економічні вигоди.

Так до переваг для навколишнього середовища можна виділити наступні пункти:

- заощадження місця на звалищах, оскільки відходи не викидають, а переробляють;
- скорочення кількості шкідливих викидів в атмосферу, які виникають через видобуток нових ресурсів або виробництво сировини з нуля;
- економія енергії, оскільки не потрібно витрачати кошти на транспортування сировини;
- збереження природних ресурсів.

Говорити про економічні вигоди для держави можна, спираючись на наступні показники:

- розвиток циклічної економіки шляхом використання сміття як ресурсу;
- нові робочі місця;
- переробка здебільшого обходиться дешевше, ніж виробництво сировини з нуля;
- якщо переробляти матеріали на місцевих підприємствах, це сприятиме їхньому економічному розвитку.

В мирний час в Україні десятки мільйонів квадратних метрів відходів були зафіксовані тільки на санкціонованих сміттєзвалищах і полігонах. При цьому не варто забувати й про незаконні смітники, які подекуди сягають неймовірних масштабів. Додайте сюди усі завали та відходи, залишені внаслідок війни. Зрозуміло, що ситуація з переробкою залишає бажати кращого.

Минулого року в нашій державі нарахували 91 підприємство, яке займається переробкою. Серед них 17 працюють над переробкою макулатури, 39 – полімерів, 19 – пластикових пляшок, 16 – склобою. Всі вони на той момент були завантажені десь на 50-70% своєї потужності.

Рис. 1. Рециклінговий завод Polygreen у Фастові.

Найбільшою проблемою індустрії управління з відходами називають застаріле законодавство. Експерти вважають, що законодавча база, що передбачатиме можливість монетизації сприятиме швидкій появі сортувальних станцій та сміттєпереробних заводів. І тоді ми отримуватимемо достатньо сировини, аби інвестувати в розширення виробництва з переробки.

УДК 631.31.31

BASED ON ASPECTS OF FORMATION OF TECHNOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH ON ROAD TRANSPORT

Rogovskii I.L.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The fundamental changes in recent decades in the economy, politics, ecology and public life of Ukraine have led to a significant increase in the number of various problems at the level of individual, social group, and society as a whole [1]. The need to solve these problems has intensified the development of scientific work as a profession, which is intended to ensure the economic growth of the country, environmental and social protection of different segments of the population [2]. Changes in the environmental, social and economic conditions of life of Ukraine have not passed the higher education systems, which led to the emergence and development of new approaches in finding out the specifics of the research work of students while studying at a higher education institution [3]. Scientific and technological progress has led to a further increase in the importance of training young, promising scientific

personnel for society, because the most significant achievements of modern countries are related to success in the scientific field [4].

Scientific activity in higher education institutions is an integral part of the educational process and is carried out in order to integrate scientific, educational and industrial activity in the higher education system [5].The Law of Ukraine "On Higher Education" defines the main tasks of scientific activity in higher education institutions, which include:

- organic unity of content of education and programs of scientific activity; creation of standards of higher education, textbooks and textbooks, taking into account the achievements of science and technology [6];
- introduction of research results into practice [7];
- direct involvement of subjects of educational process in research work carried out in higher education institutions [8];
- organization of scientific, scientific, practical, scientific and methodological seminars, conferences, olympiads, competitions of research, course, diploma and other works of participants of the educational process [9].

Research activity in higher education institutions of Ukraine is carried out on the basis of existing laws of Ukraine "On Higher Education", "On Education", "On Scientific and Scientific and Technical Activity", statutes of universities and other institutions of higher education. The success of scientific activity is impossible without knowledge of its methodology, theory, technology, methods and organization [10]. This knowledge is needed for students, graduate students, doctoral students, staff of scientific units of the faculties – all those who participate in the educational and scientific process [11].

The national doctrine of the development of education of Ukraine in the XXI century determined that the main factors of further development of education are:

- unity of education and science as conditions of modernization of the educational system [12];
- sufficient funding for science and support for domestic scientific schools [13];
- fundamentalization of education, intensification of scientific research in higher education institutions [14];
- formation of the content of education on the basis of the latest scientific and technological achievements;
- innovative educational activity in higher education institutions of all types, levels of accreditation and ownership [15];
- legal protection of educational innovations and results of scientific and pedagogical activity as an intellectual property;
- involvement in the scientific activity of student and student gifted youth, pedagogical workers [15];
- deepening of cooperation and cooperation of educational institutions and scientific institutions, widespread involvement of scientists of the NAS of Ukraine and sectoral academies in the educational process and research work in educational institutions;

- creation of scientific and information space for children, young people and the entire active population, the use of new communication and information means for this purpose;
- introduction of targeted programs that contribute to the integration of education and science;
- advanced development of pedagogy and psychology, introduction of these sciences in the list of priority directions of development of science in Ukraine.

The emergence of science as a sphere of human activity is closely related to the growth of intelligence of people. Friedrich Engels wrote that at first work, and then with it, and the language became the two most important stimuli, under the influence of which the monkey brain gradually turned into human. Work as an activity is caused first by the struggle for survival and then - the desire for comfort. This is only one of the driving forces of progress. On the other hand, when the first needs of man are satisfied, the second driving force – curiosity, curiosity with himself, cooperators, the environment, and nature is satisfied. Thus, there are two spheres of human interest – material (desire for comfort) and spiritual (the desire to satisfy curiosity).

Labor activity includes production activity of a person, which is aimed at obtaining a material product. The spiritual sphere of activity is art, services and science. They provide the intellectual (spiritual) wealth of society. Victor Hugo has the following statement: “Science moves forward, crossing itself ... The masterpiece of art is born forever. Dante does not cross Homer. " Meanwhile, as the concept of work, the discovery of great representatives of physics, mechanics, road transport ... Outdated and every day change others – the works of true poets remain fresh and eternally young.

The concept of science is based on its content and functions in society. Modern scientists determine that… science is a socially significant sphere of human activity, the function of which is to develop and use theoretically-systematic knowledge about reality. Science is an integral part of the spiritual culture of mankind. As a system of knowledge, it covers not only the factual data of the objects of the surrounding world, human thought and actions, but also certain forms and ways of awareness of them. So science acts as:

- a specific form of social consciousness, the basis of which is a system of knowledge;
- the process of knowing the patterns of the objective world;
- a certain type of social division of labor;
- the process of production of knowledge and their use.

It can be said that science is historically and is a slim system of concepts and categories related to each other through judgments (reasons) and conclusions. Of course, not all knowledge can be considered scientific. The knowledge that a person receives only on the basis of simple observation is not scientific. They are important in human life, but do not reveal the essence of phenomena, the interconnection between them, which would allow to explain the principles of the process, the phenomenon and their further development. The purpose of science is the knowledge

of the laws of nature and society, the corresponding impact on nature and obtaining beneficial results to society.

The subject of science is related to the forms of motion of matter or the peculiarities of their reflection in the minds of people. It is the material objects of nature that determine the existence of many fields of knowledge. The authenticity of scientific knowledge is determined not only by logic, but above all by a mandatory testing in practice, because science is the main form of knowledge and reducing into a certain system of knowledge about the world and using them in the practical activity of people.

References

1. Tihanov, G. (2021). Effect of transport vehicles on the grain harvester idle time during harvesting. Agricultural Science and Technology. 13(2): 163–166. https://doi.org/10.15547/ast.2021.02.027.

2. Saparbayev, A., Makulova, A., Bayboltaeva, N., Sarsenbieva, N. & Imatayeva, A. (2021). Modeling grain transportation in the system of grain processing industries. SHS Web of Conferences. 107: 06003. https://doi.org/10.1051/shsconf/202110706003.

3. Dubbini, M., Pezzuolo, A., De Giglio, M., Gattelli, M., Curzio, L. & Covi, D. (2017). Last generation instrument for agriculture multispectral data collection. CIGR Journal. 19: 158–163.

4. Brown, R., Richards, A. (2018). Engineering principles of agricultural machinery. ASABE. 84 (2): 1120–1132.

5. Šotnar, M., Pospíšil, J., Mareček, J., Dokukilová, T. & Novotný, V. (2018). Influence of the combine harvester parameter settings on harvest losses. Acta Technologica Agriculturae. 3: 105–108. https://doi.org/10.2478/ata-2018-0019.

6. Jain, A., Palekar, U. (2005). Aggregate production planning for a continuous reconfigurable manufacturing process. Computers & Operations Research. 32 (5): 1213–1236. Retrieved from: https://doi.org/10.1016/j.cor.2003.11.001.

7. Almosawi, A., ALkhafaji, A. & Alqazzaz, K. (2016). Vibration transmission by combine harvester to the driver atdifferent operative conditions during paddy harvest. International Journal of Science and Nature. 7 (1): 127–133.

8. Samà, M., Pellegrini, P., D'Ariano, A., Rodriguez, J. & Pacciarelli, D. (2017). On the tactical and operational vehicle routing selection problem. Transportation Research. 76 (1): 1–15. https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.12.010.

9. Kuzmich, I.M., Rogovskii, I.L., Titova, L.L. & Nadtochiy, O.V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 677: 052002. Retrieved from: https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002.

10. Matindi, R., Masoud, M., Hobson, P., Kent, G. & Liu, S. (2018). Harvesting and transport operations to optimise biomass supply chain and industrial biorefinery processes. International Journal of Industrial Engineering Computations. 9 (3): 265–288. https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2017.9.001.

11. Yezekyan, T., Marinello, F., Armentano, G., Trestini, S. & Sartori, L. (2020). Modelling of harvesting machines' technical parameters and prices.

Agriculture. 10: 194–203. https://doi.org/10.3390/agriculture10060194.

12. Voronkov, O.A. & Rogovskyi, I.L. (2022). Model of the technological system of grain transportation of grain harvesting and transport complex of agricultural holding. Transport Development. 2(13): 42–52. https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.04

13. Voronkov, O.A. & Rogovskyi, I.L. (2022). Analytical provisions of the efficiency of the grain grain harvesting and transport complex. Bulletin of the National Transport University. Series: technical sciences. 1(51): 74–83. https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-074-083.

14. Voronkov, O.A. & Rogovskyi, I.L. (2023). Engineering management of monitoring vehicle flows during grain harvesting. Road Worker of Ukraine. 3: 42–49. https://doi.org/10.33868/0365-8392-2023-3-275-42-49.

15. Rogovskii, I.L. (2019). Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. 10(4): 145–150. https://doi.org/10.31548/machenergy2019.04.145.

16. Zagurskiy, O.M., Pokusa, Z.S., Pokusa, F., Titova, L. & Rogovskii I. (2020). Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 162. ISBN 978-83-66567-13-9.

УДК 631.31.31

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ АГРОДРОНІВ ОЦІНКИ ЗМІНИ СТАНУ ДІЛЯНКИ НА ОСНОВІ NDVI

Уманський М.О.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Останнім часом набули розповсюдження агродронів з мультиспектральними камерами, що реєструють інтенсивність випромінювання одночасно у декількох діапазонах оптичного спектра.

Такі системи знайшли застосування, наприклад, в аграрній сфері. На основі показників мультиспектральної камери є можливість розрахувати індекси вегетації рослин, найбільш відомими з яких є NDVI (нормалізований відносний вегетаційний індекс) та NDRE (нормалізований різницевий індекс червоного краю). Обидва індекси дозволяють оцінити стан здоров’я та густину рослинності на місцевості. Розрахунок NDVI базується на порівнянні інтенсивностей ІЧ та червоного світлових потоків. У випадку NDRE визначається співвідношення між ІЧ та випромінюванням у вузькому спектральному вікні, що знаходиться в області переходу від видимого червоного до ІЧ випромінювання (так звана «зона червоного краю»). Після проведених досліджень створюють карти розподілу значень цих індексів для подальшого аналізу територій.

Подібний моніторинг дозволяє робити висновки про життєздатність рослин, виявляти ділянки, що потребують зрошення, лікування чи видалення бур'янів, прогнозувати урожайність. З використанням агродронів такий аналіз проводиться набагато швидше та якісніше, особливо, якщо це стосується сільськогосподарських угідь великого розміру.

Наприклад, мережі базових станцій Menatir (розробка української компанії Culver Aviation) по 6 агродронів у кожній, дають можливість проводити подібний аналіз автоматизовано для 45000 га за добу.

Наступною задачею, що можна вирішити шляхом використання додаткових бортових датчиків в агродрону, є визначення відстані до об'єкта. Для цього застосовують системи LiDAR (виявлення та визначення дальності за допомогою світла).

Принцип їх роботи базується на використанні лазерів: система посилає лазерний імпульс та реєструє його після відбиття від поверхні об'єкта і, вимірюючи час проходження оптичного випромінювання до об'єкту і назад, визначає відстань до нього.

Рис. 1. Оцінка зміни стану ділянки на основі NDVI

Датчик LiDAR застосовує короткі лазерні імпульси для визначення точного місцезнаходження кожної точки поверхні навколишніх об'єктів. Для цього він аналізує три величини: час, який витрачено на повернення імпульсу, інтенсивність отриманого імпульсу та кут його відбиття. На основі отриманої інформації є можливість сформувати об'ємну карту проаналізованого навколишнього простору. Отримані 3D-моделі можуть використовувати як агродрону (для побудови оптимального маршруту), так і людина-оператор. При поєднанні LiDAR з камерами видимого діапазону спектра або ІЧ випромінювання стає можливим створення тривимірної кольорової карти місцевості. Датчик LiDAR не потребує освітлення, тому ефективність його використання вночі не знижується. На сьогоднішній день прикладами сфер використання агродронів з такими бортовими датчиками є лісництво, сільське господарство, картографія, добування корисних копалин та робота правоохоронних органів.

УДК 631.31.31

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ЗА ВІДЕОЕНДОСКОПІЄЮ

Швидун О.В.

Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Відмова зернозбиральних комбайнів під час завершення роботи характеризується тим, що система перестає функціонувати. Характеристики деталей за результатами відеоендоскопії настільки погіршуються, що вони більше не в змозі виконувати свої функції, необхідні для забезпечення роботи систем зернозбиральних комбайнів. Такі відмови спричинені:

- руйнуванням структури через перевантаження;
- ослаблення кріплень;
- зменшення сили матеріалу та інших причин.

Може бути повна надійність зернозбиральних комбайнів $P_{\sum}$ визначено:

$$P_{\sum} = P_i \cdot P_a \cdot P_c$$

де P_i – проектна (схемно-конструтивна) надійність;

P_a – технологічна надійність;

P_c – експлуатаційна надійність;

З математичної точки зору, проектуванн зводиться до максимізації функціональності:

$$P_b = \int_v W \cdot \prod_{s=1}^{k} f_s(h_s, m_s, d_s, r_s)dx$$

де P_b – визначає ймовірність знаходження властивості у межах допуску;

толерантність (його стабільність);

$f_s(h_s, m_s, d_s, r_s)$ – закон розподілу вхідного параметра технічного стану;

v – область варіації вхідних параметрів технічного стану;

h_s – поточне значення параметра технічного стану;

m_s, d_s, r_s – характеристики ситуації, дисперсії та співвідношення закону розподілу вхідного параметра технічного стану.

Технологічна надійність оцінюється за вірогідністю введення або виникнення дефекту цього елемента або частини під час виробничого процесу під час певної технологічної експлуатації та ймовірності нехвилі такого типу дефекту в цій організації контролю.

Компонент експлуатаційної надійності зернозбиральних комбайнів визначає ймовірність роботи, що не містить неприємностей при роботі в цих робочих режимах та умовах.

Розрахунок показників надійності зернозбиральних комбайнів відповідно до структурних схем проводиться відповідно до блоків. Це дозволяє порівнювати вузли за надійністю зернозбиральних комбайнів, визначати слабкі та окреслити способи підвищення надійності на різних етапах життєвого циклу.

УДК 631.31.31

СТРУКТУРИЗАЦІЇ ВІДМОВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Шатров Р.Р.
Національний університет біоресурсів іприродокористування України

Методи оцінки структуризації відмов зернозбиральних комбайнів на ранніх стадіях експлуатації проходить через сукупність моніторингових документів, що містять фундаментальні рішення, даючи загальне уявлення про відмову та принцип відновлення працездатності.

Оцінюються такі структурні фактори (рис. 1):

- блочність, контролепридатність з точки зору забезпеченості вбудованими засобами діагностики, стандартизації та уніфікації;
- регульованість в частині забезпеченності можливостей регулювання.

Рис. 1. Схема структуризації відмов зернозбиральних комбайнів

ЗМІСТ

Стор.

КОНСТРУЮВАННЯ НЕКРУГЛИХ КОЛІС ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ АЛГЕБРАЇЧНОГО ПОЛІНОМА 5
Пилипака С.Ф., Кресан Т.А.

МОДУЛЬНЕ ПРОГРАМУВАННЯ В CAS MAPLE НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВОЇ ЛІНІЇ 7
Несвідомін В.М.

КАНАЛОВА ПОВЕРХНЯ ІЗ ПЛОСКОЮ ЛІНІЄЮ ЦЕНТРІВ ТА ЇЇ ОКРЕМИЙ ВИПАДОК – ТРУБЧАСТА ПОВЕРХНЯ 9
Несвідомін А.В.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСФОРМЦІЇ ТОРСІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВІДБИТТЯ 11
Козак Ю.В.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ФОРМ 14
Морозова М.Ю., Сидоренко О.С.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВИЩЕННЯ ПРОМЕНЯ ЗОРУ ЗА ЗАДАНОЇ ВИСОТИ ПІДЙОМУ ОСТАННЬОГО РЯДУ МІСЦЬ 16
Зданевич В.А., Кундрат Т.М., Літніцький С.І., Пугачов Є.В.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФІЛЮ БОРОЗНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІАМЕТРА ТА КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ ГРУНТООБРОБНОГО ДИСКА 19
Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О.М., Лазарчук- Воробйова Ю.В.

ШВИДКИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНІ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ НА РІВЕНЬ ТРАНСМІСІЙНИХ ТЕПЛОВТРАТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ 24
Мартинов В.Л. Мартинюк О.Л, Стаднійчук Д.М.

ВИКОРИСТАННЯ НОРМАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОВИМІРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МНОЖИН 27
Шоман О.В.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКЦІЙНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО КОДУ 28
Даниленко В.Я.

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ 30
Похиленко Г.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ-КОРМОРОЗДАВАЧІВ 32
Новицький А.В.

КОМПОЗИЦІЙНИЙ ПОРОШКОВИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ 34
Денисенко М.І., Дев'ятко О.С.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ 37
Черниш О.М.

АНАЛІЗ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ 39
Ратушний В.В., Онищенко В.Б., Онищенко Б. В., Двораківський Р.

МОДИФІКАЦІЯ БУНКЕРА ПРОТРУЮВАЧА НАСІННЯ С.Г. КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ 41
Вечера О.М., Теслюк Б.В., Куянов В.В.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК 44
Вечера О.М., Теслюк Б.В.

ПІДВИЩЕННЯ УФЕКТИВНОСТІ ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ 47
Дьомін О.А., Лошак В.О.

ВИЯВЛЕННЯ НЕДОЛІКІВ ДІЮЧОЇ СХЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕДАКТОРА MICROSOFT VISIO49
Дьомін О.А., Демік І.Г.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ РУХУ СИСТЕМИ ПОВОРОТУ «БАШТОВИЙ КРАН-ВАНТАЖ» 51
Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.

ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ ВАНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА ЗА КІНЕМАТИЧНИМ КРИТЕРІЄМ 54
Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.

МІНІМІЗАЦІЯ КІНЕМАТИЧНОГО КРИТЕРІЮ РУХУ ПРИ ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОМУ ПУСКУ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ «ВІЗОК-ВАНТАЖ» БАШТОВОГО КРАНА 58
Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НОСОВОЇ ЧАСТИНИ БАЛІСТИЧНОГО СНАРЯДА АНАЛІТИЧНИМИ КРИВИМИ 62
Котляр Д.В.

САПР BRICSCAD У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТІ 65
Дорошенко Ю.О.

ДИНАМІЧНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОГО ПУСКУ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ТА СТРІЛИ СТРІЛОВОГО КРАНА ... 66
Ловейкін В.С., Кадикало І.О.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОБОТІВ-МАНІПУЛЯТОРІВ З ВАЖІЛЬНИМ ЗАХВАТНИМ ПРИСТРОЄМ. 69
Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Стефанишин В.В.

МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПУСКУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ 71
Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Колєсніков В.М.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРІВ ПРИ РОБОТІ З ТОКАРНИМ ВЕРСТАТОМ 73
Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Потапенко О.А.

МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА НА ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ 75
Ловейкін В.С., Кадикало І.О., Боровик Є.В.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ СЕРЕД ВІТЧИЗНЯНИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ 77
Дьомін О.А., Білошицький А.О.

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТІЛ ОБЕРТАННЯ В НАРИСНІЙ ГЕОМЕТРІЇ ТА КОМП´ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ 79
Бідніченко О.Г.

СТРАТЕГІЇ ВИБОРУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ 82
Разманов С.В., Загурський О.М.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО ПЕРІОДУ 84
Марчишина Є.І.

ТОЧНЕ - ЦИФРОВЕ - РОЗУМНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: У ЧОМУ РІЗНИЦЯ?..... 86
Ребенко В.І.

ОЦІНЕННЯ НЕБЕЗПЕК ТА РИЗИКІВ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВІ 89
Хмельовський В.С., Марчишина Є.І.

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ 91
Бондарєв С.І., Рожошенко І.В.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ 94
Попок М.О., Бондарєв С.І.

ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ІНСТРУМЕНТОМ З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ..... 96
Пінчук Р.В.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ НАТИРАННЯМ 97
Попик П.С.

КОМБІНОВАНИЙ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИЙ ВИСІВНИЙ АПАРАТ 100
Попик П.С.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ 103
Могильний В.О., Бондарєв С.І.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОРЦІЙНОГО ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШОК..... 105
Заболотько О.О., Полив’ян М.В.

ВИРОБНИЦТВО ГРАНУЛЬОВАНИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ ..... НА ТВАРИННИЦЬКІЙ ФЕРМІ..... 108
Заболотько О.О., Лопухович Н.С.

СТІЙКІСТЬ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ТВАРИННИЦЬКОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ 110
Хмельовський В.С. 110

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРНОЇ ЗЕРНОДРОБАРКИ 113
Потапова С.Є., Тарасенко А.С.

УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ВАКУУМНОГО НАСОСУ ДОЇЛЬНОЇ УСТНОВКИ 115
Потапова С.Є., Шульженко О.О.

ANALYSIS OF MEANS FOR CREATING MICROCLIMATE IN BARN 117
Zabolotko O.O., Gavrilyuk D.V.

КОМПОНЕНТИ ЛОГІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТУ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ 120
Бондарєв С.І., Кульбачний І.О.

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА ГРОМАДСЬКОМУ АВТОТРАНСПОРТІ 122
Бондарєв С.І. Сокирко А.С.

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ПОСТАЧАНЬ ЗА ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО РОЗПОДІЛУ ІНТЕНСИВНОСТІ ВІДМОВ 124
Загурський О.М.

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС ТЕРТЯ ФРИКЦІЙНОЇ ПАРИ 128
Загурський А.О.

ТВАРИННИЦТВО УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: ВИКЛИКИ, ВТРАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ 130
Мельник В.І., Кеценко В.С.

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ 133
Теслюк В.В., Марценюк І.П. ,Барановський В.М.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ І ПАРАМЕТРІВ ОРГАНУ ЛЕМІШНОГО ПЛУГА 135
Теслюк В.В., Марценюк І.П.

ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ 136
Теслюк В.В.. Пугач О.М.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ 137
Теслюк В.В., Вечера О.М.. Кривичун М.Д.

АНАЛІЗ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ 138
Теслюк В.В., Пугач О.М.

АКТУАЛЬНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО АПАРАТУ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР 139
Теслюк В.В., Тарбєєв Н.Н., Ікальчик М.І.

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТІВ 141
Теслюк В.В., Шам В.П.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ НАВАНТАЖУВАЧІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ JCB 142
Бєльдюгін Є.О.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ 143
Богдан П.І.

ФРАГМЕНТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМБІНОВАНИХ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ 145
Бурлака Н.В.

РІШЕННЯ ДВОАСПІРАЦІЙНИХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН 147
Вішковський В.Є.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ КОМБАЙНІВ ДЛЯ УМОВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ 148
Галак М.В.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ПОВІТРЯНО-РЕШІТНИХ СИСТЕМ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН 150
Плахотник М.О.

ТЕХНОЛОГІЇ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ 151
Прокопенко Є.А.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГРЕЧКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОСЕПАРАТОРА 152
Соломаха І.О.

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕЦИКЛІНГУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН 153
Гаврик В.С.

BASED ON ASPECTS OF FORMATION OF TECHNOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH ON ROAD TRANSPORT 154
Rogovskii I.L.

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ АГРОДРОНІВ ОЦІНКИ ЗМІНИ СТАНУ ДІЛЯНКИ НА ОСНОВІ NDVI 158
Уманський М.О.

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ЗА ВІДЕОЕНДОСКОПІЄЮ 160
Швидун О.В.

СТРУКТУРИЗАЦІЇ ВІДМОВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ..... 161
Шатров Р.Р.

Наукове видання

Збірник
тез доповідей
ХІХ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»
з нагоди 99-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)

(27 березня 2025 року)

Відповідальний за випуск:
Несвідомін В.М. – професор кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України.

Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12б, НУБіП України, навч. корп. 11, кімн. 220.

Підписано до друку 22.04.2025. 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 22.04.2025.
Видавничий центр НУБіП України
03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. т. 527-80-49, к. 117

© НУБіП України, 2025