

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**



ЗБІРНИК

ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

***XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ***

«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***з нагоди 97-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)***

***до 125-річчя від дня заснування Національного університету
біоресурсів і природокористування України***

30 березня 2023 року



м. Київ

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: XVII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 30 березня 2023 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. 237 с.

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

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Ружило З. В. – к.т.н., доц., декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України – голова організаційного комітету;

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

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

Войтюк В. Д. – д.т.н., проф., професор кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Булгаков В. М. – д.т.н., проф., завідувач кафедри механіки НУБіП України академік НААН України;

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

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

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

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

Роговський І. Л. – д.т.н., проф., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

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



**Обухова Віолетта Сергіївна
(1926-2005)**

**доктор технічних наук, професор,
академік Академії наук вищої школи України**

Народилася в 23 лютого 1926 р. в м. Томську (Російська Федерація).

В 1949 році закінчила Уральський політехнічний інститут (далі – УПІ) за спеціальністю „Електро-устаткування промислових підприємств”. До 1952 року працювала асистентом кафедри нарисної геометрії УПІ. В 1955 році закінчила аспірантуру при Київському інженерно-будівельному інституті.

З 1955 до 2005 року працювала на кафедрі нарисної геометрії та машинобудівного креслення Національного аграрного університету. В 1955 році захистила кандидатську дисертацію, в 1991 році – докторську.

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

Померла 26 лютого 2005 року.

Цьогорічні «Обуховські читання» відбуваються без видатного вченого Підгорного Олексія Леонтійовича, чоловіка Обухової В.С.



**Підгорний Олексій Леонтійович
(1929-2023)**

**доктор технічних наук, професор,
академік Української академії архітектури України,
академік академії будівництва України**

Народився 30 березня 1929 року в селі Чечеліївка Петровського району Кіровоградської області в сім'ї вчителів початкової школи. В 1953 році закінчив архітектурний факультет Київського інженерно-будівельного інституту. До 1956 року навчався в аспірантурі при кафедрі нарисної геометрії і креслення КІБІ, працював на тій же кафедрі на посадах асистента, доцента, старшого наукового співробітника, тимчасово в.о. завідувача кафедри. З 1971 до 2009 року – завідувач кафедри архітектурних конструкцій КІБІ (КНУБА), професор кафедри. Кандидатську дисертацію захистив у 1959 році, докторську у 1975 році. Звання доцента отримав у 1960 році, професора – у 1977 році. З 1962 року вів підготовку наукових кадрів через аспірантуру і докторантуру. Підготував 45 кандидатів та 8 докторів наук. В 1993 році Підгорного О. Л. обрали членом-кореспондентом, а в 1995 дійсним членом Української академії архітектури, академії будівництва України по відділенню «Будівельна механіка і будівельна фізика». Член міжнародного товариства геометрів і графіків (ISGG). Віце-президент Української асоціації з прикладної геометрії (УАПГ) з дня її заснування (1998 рік), приймав активну участь у створенні цієї Всеукраїнської громадської організації. Підгорний О. Л. брав участь у виданні фахових збірників як відповідальний секретар редколегії «Прикладної геометрії та інженерної графіки» (протягом понад 50 років) та як член редколегій ще 4 збірників. Працював в двох спеціалізованих вчених радах як заступник голови та член ради.

Нагороджений Орденом «За заслуги» третього ступеня, двома медалями та знаками «Винахідник СРСР», «Відмінник освіти України», Золотою медаллю Національної академії мистецтв України, Знаком пошани університету, нагрудним знаком «Петро Могила. У 1996 році за створення наукової школи з прикладної геометрії архітектурно-будівельного напрямку та підготовку наукових кадрів професора Підгорного О. Л. удостоєно почесного звання «Заслужений діяч науки і техніки України». Мав біля 300 опублікованих праць, в тому числі підручники, посібники, монографії та 14 авторських свідоцтв.

Помер 19 січня 2023 року.

УДК 514.18

ПАРКЕТУВАННЯ СФЕРИ ПЛОСКИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ КВАДРАТНОЇ ФОРМИ

Пилипака С. Ф., Несвідомін А. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Поверхню кулі з певною точністю можна апроксимувати плоскими елементами або смугами розгортних поверхонь. Така задача виникає при паркетуванні сферичних куполів в будівельній і архітектурній практиці. Один із можливих варіантів – паркетування квадратними елементами. Для цього на сфері потрібно побудувати відповідну сітку. Один із таких варіантів – віднесення поверхні сфери до ізометричної сітки координатних ліній [1, 2]. Прямокутну сітку можна утворювати і за допомогою інших сферичних кривих.

Сітки будемо утворювати на основі спільних властивостей плоских і сферичних кривих. Ці властивості будуються на тому, що криві на сфері при зростанні її радіуса до нескінченності перетворюються у плоскі. Наприклад, локсодрома перетинає всі меридіани під заданим сталим кутом β . При зростанні радіуса сфери до нескінченності її ділянка біля полюса перетворюється у площину, а меридіани – у радіальні прямі, що перетинаються у полюсі. Крива на площині, яка перетинає ці радіальні прямі під сталим кутом, є логарифмічною спіраллю. Її параметричні рівняння мають вигляд:

$$\begin{aligned}x &= s \cos \beta \cos[\operatorname{tg} \beta \ln(s \cos \beta)]; \\y &= s \cos \beta \sin[\operatorname{tg} \beta \ln(s \cos \beta)],\end{aligned}\tag{1}$$

де s – незалежна змінна – довжина дуги логарифмічної спіралі.

Якщо дугу логарифмічної спіралі, яка закручується за годинниковою стрілкою і перетинає всі радіус-вектори під кутом $\beta=45^\circ$, повертати навколо полюса через певні кутові проміжки, то буде утворена сім'я кривих ліній. Таким же чином утворимо другу сім'ю логарифмічних спіралей, які закручуються проти годинникової стрілки. В результаті криві обох сімей будуть перетинатися під прямим кутом і утворять сітку, окремий елемент якої назвемо криволінійним квадратом (рис. 1,а). Криволінійну прямокутну сітку, утворену сім'ями логарифмічних спіралей, можна отримати по-іншому: взяти одну сім'ю спіралей із кутом, наприклад, $\beta=30^\circ$, тоді для другої сім'ї спіралей $\beta=60^\circ$. В результаті отримаємо сітку, зображену на рис. 1,б.

Із рисунків видно, що величина прямокутних комірок збільшується по мірі віддалення від полюса. На сфері вони теж збільшуються по мірі наближення до екватора, а потім знову зменшуються по мірі наближення до протилежного полюса.

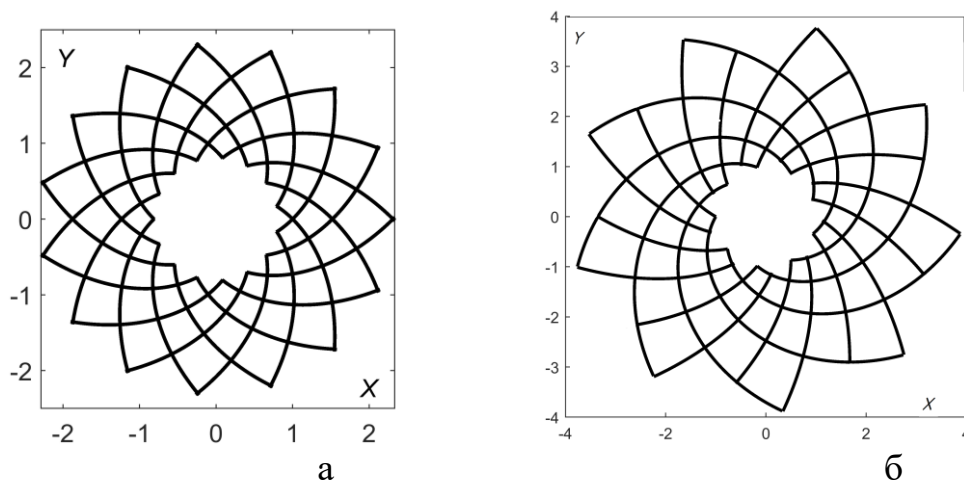


Рис. 1. Криволінійна прямокутна сітка, утворена сім'ями логарифмічних спіралей: а) спіралі обох сімей мають кут $\beta=45^\circ$; б) спіралі однієї сім'ї мають кут $\beta=30^\circ$, іншої – $\beta=60^\circ$

Параметричні рівняння локсодроми, яка лежить на сфері одиничного радіуса, мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} x &= \sin(s \cos \beta) \cos \left[\ln \left(\operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \frac{s}{2} \cos \beta \right) \right]; \\ y &= \sin(s \cos \beta) \sin \left[\ln \left(\operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \frac{s}{2} \cos \beta \right) \right]; \\ z &= \cos(s \cos \beta), \end{aligned} \quad (2)$$

Як і у рівняннях логарифмічної спіралі (1) змінна s і кут β мають аналогічні значення з тією відмінністю, що в ролі радіальних прямих на площині виступають для локсодроми виступають меридіани на сфері. Аналоги сферичних криволінійних прямокутних сіток побудовано за рівняннями (2) на рис. 2, де значення кутів β сімей локсодром таке ж, як і для сімей логарифмічних спіралей на рис. 1.

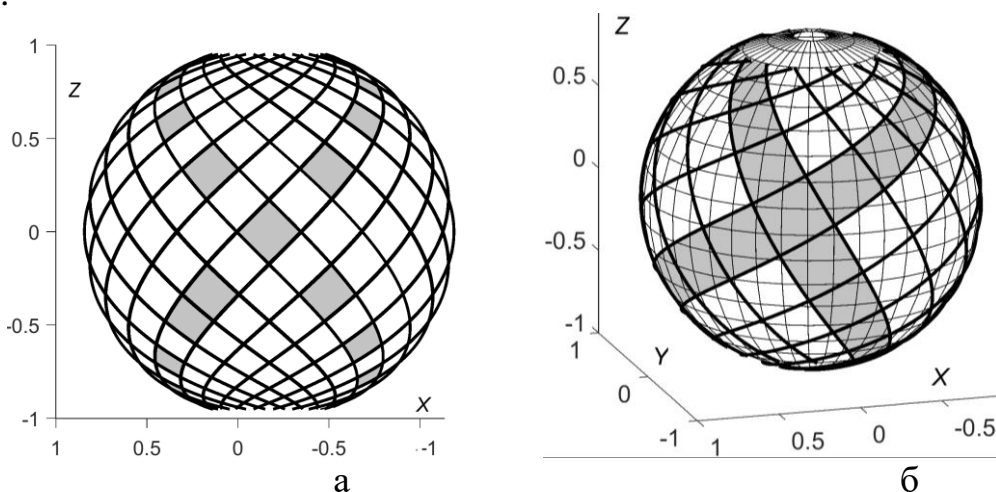


Рис. 2. Криволінійна прямокутна сітка, утворена сім'ями локсодром: а) обидві сім'ї мають кут $\beta=45^\circ$; б) сім'ї мають кут $\beta=30^\circ$ і $\beta=60^\circ$

Інша сферична крива, яка дозволяє утворювати криволінійні прямокутні сітки – аналог евольвенти кола на площині. Евольвента кола перпендикулярна до прямих, дотичних до цього кола (рис. 3,а).

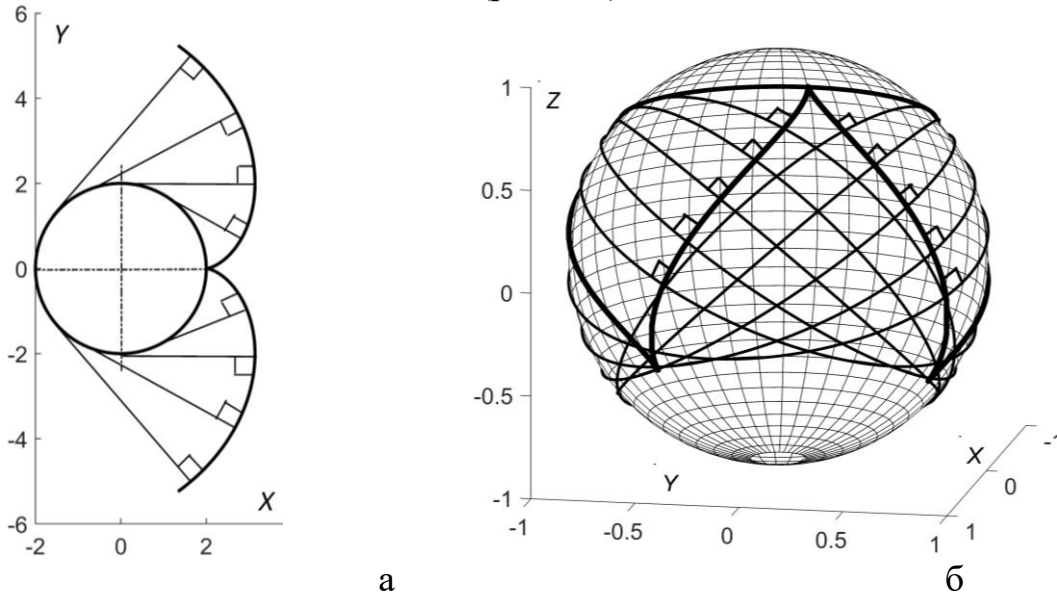


Рис. 3. Евольвента кола на площині та її сферичний аналог:
 а) плоска евольвента перпендикулярна до прямих, дотичних до кола; б) сферична евольвента перпендикулярна до кіл одиничного радіуса (аналогів прямих на площині), дотичних до кола на сфері

Аналогом дотичних прямих до кола у площині є дотичні кола одиничного радіуса до кола на сфері, яке менше одиниці (рис. 3,б). Всі вони за аналогією перетинають сферичну евольвенту під прямим кутом. Головна відмінність між плоскою і сферичною евольвентами полягає в тому, що вітки плоскої можуть продовжуватися у нескінченність, тоді як вітки сферичної евольвенти прямують до конгруентного кола в протилежній півкулі. Параметричні рівняння сферичної евольвенти мають вигляд:

$$\begin{aligned} x &= a \sin \gamma \cos a\gamma - \cos \gamma \sin a\gamma; \\ y &= -a \cos \gamma \cos a\gamma - \sin \gamma \sin a\gamma; \\ z &= \sqrt{1-a^2} \cos a\gamma, \end{aligned} \quad (3)$$

де γ – незалежна змінна яка чисельно дорівнює кутіві повороту точки локсодроми навколо осі Oz ;

$a < 1$ – радіус кола на поверхні сфери одиничного радіуса;

β – кут, який має інше значення, як у локсодроми, а саме кут її підйому, оскільки сферична евольвента є лінією укосу для сфери.

В зв'язку із цим крива може розташовуватися тільки на обмеженій ділянці сфери, розташованій між симетричними колами радіуса a на сфері. При $\beta=45^\circ$ сім'ями сферичних евольвент можна утворити прямокутну криволінійну сітку, подібну до сітки на рис. 2,а. Головною відмінністю такої сітки і її перевагою є те, що її елементи, тобто криволінійні квадрати є рівними (рис. 4). Їх можна зробити

більшими або меншими (рис. 4,а і 4,б), але вони не виходять за межі окресленої області.

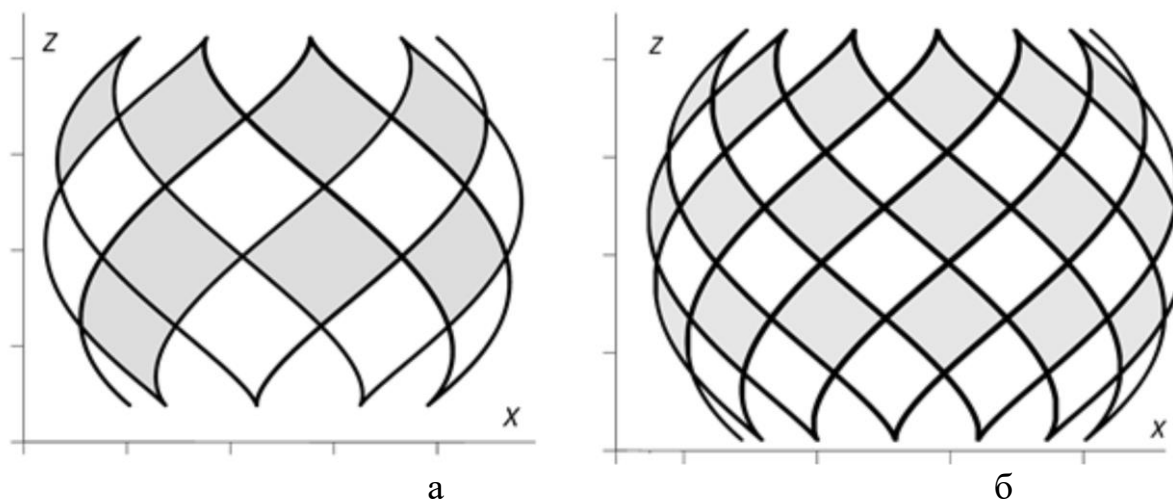


Рис. 4. Сітка на сфері у вигляді криволінійних квадратів

Криволінійну прямокутну сітку із сімей сферичних евольвент можна утворити і при різних кутах β для цих сімей за аналогією із рис. 2,б. Однак при цьому звужується область сфери, на якій цю сітку можна побудувати. Її максимальна висота досягається при $\beta=45^\circ$ і становить 1,4 діаметра сфери одиничного радіуса, діаметр якої рівний 2 лін. од. Звідси виходить, що рівними квадратними елементами площі за розробленим впорядкованим алгоритмом можна апроксимувати 70% кулі по висоті, що рівнозначно 70% її площі.

Висновки. Поверхню кулі можна по різному віднести до криволінійних прямокутних сіток, окремим елементом якої є просторова фігура, близька до квадрата. Це дає можливість вкривати поверхню сфери плоскими елементами квадратної форми. Однак ці елементи мають різну величину. Завдяки застосуванню сферичної евольвенти, як твірної кривої для утворення сітки, можна частину кулі вкрити квадратними елементами однакової величини. Ця частина розташована між симетричними паралелями відносно екватора на відстані від нього 0,7 радіуса сфери і становить 70% площі сфери.

Література

1. Пилипака С. Ф., Грищенко І. Ю., Несвідоміна О. В. Конструювання ізометричних сіток на поверхні кулі. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ. КНУБА. 2018. Вип. 94. С. 82–87.
2. Кремець Т. С., Грищенко І. Ю., Несвідоміна О. В. Віднесення кулі до ізометричних координат на основі сферичного відображення мінімальних поверхонь. Сучасні проблеми моделювання. МДПУ імені Богдана Хмельницького. Мелітополь. МДПУ. 2016. Вип. 7. С. 74–80.

УДК 514.18

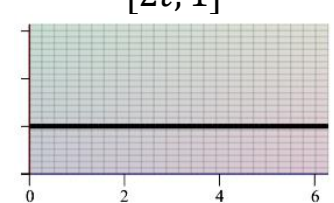
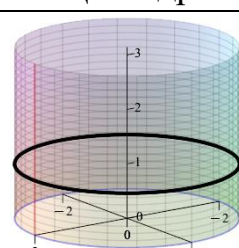
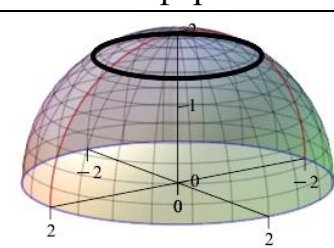
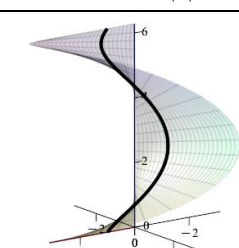
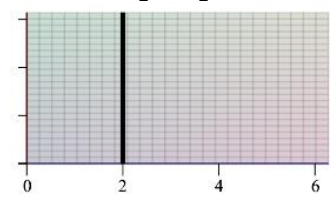
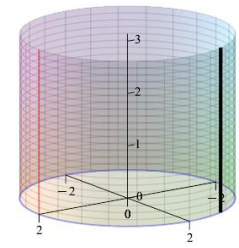
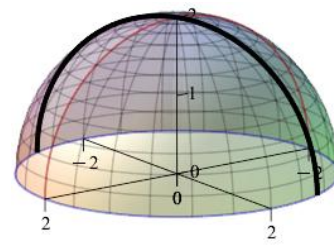
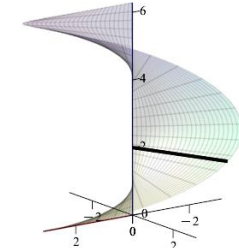

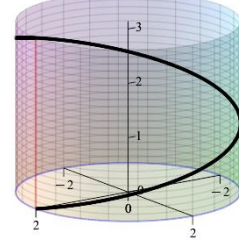
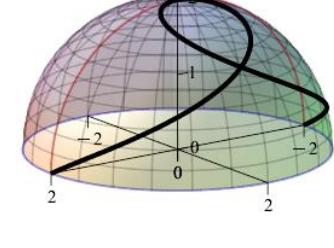
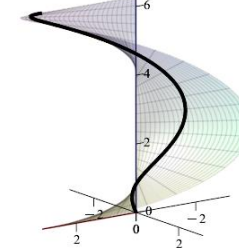
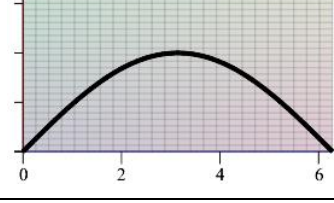
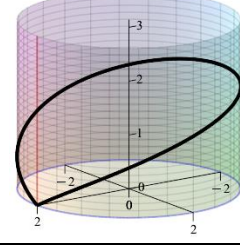
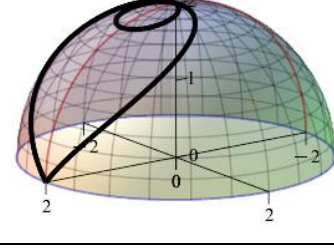
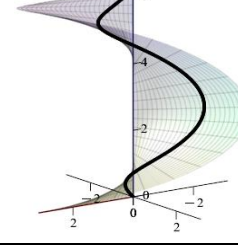
КРИВІ ЛІНІЇ НА ПОВЕРХНІ ЧЕРЕЗ НАПЕРЕД ЗАДАНІ ЇЇ ТОЧКИ У ВНУТРІШНІХ КООРДИНАТАХ

Несвідомін В. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Побудову кривих на довільній поверхні $R(u, v)$ можна здійснювати за різними умовами, наприклад, заданням аналітичних функцій внутрішніх координат $[u(t), v(t)]$. В табл. 1 побудовано криві лінії на площині, циліндрі, сфері та коноїді для характерних аналітичних залежностей $u(t)$ і $v(t)$.

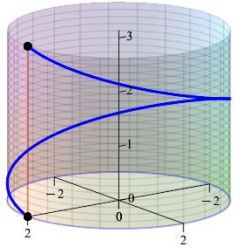
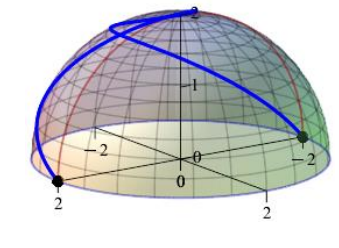
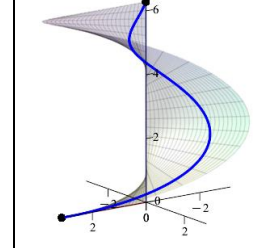
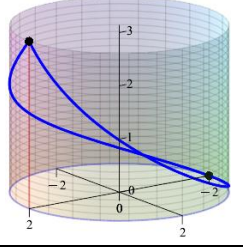
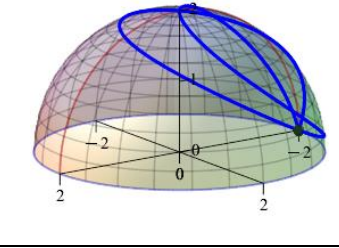
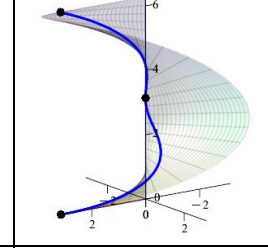
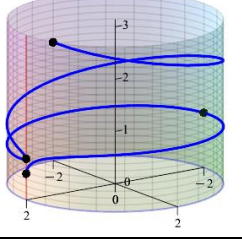
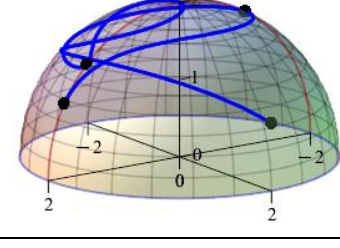
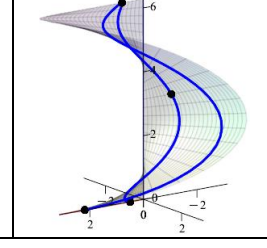
Таблиця 1

$[u(t), v(t)]$	Циліндр	Сфера	Коноїд
$[2t, 1]$ 			
$[2, t]$ 			
$[2t, t]$ 			
$[2t, 2\sin(t)]$ 			

При параметричному способі задання поверхні $R(u, v)$ її незалежні параметри u, v координатних ліній формують задану частину за допомогою управління межами їх зміни: $u_s \leq u \leq u_e, v_s \leq v \leq v_e$. Задаючи числові

значення внутрішніх координат $[(u_1, u_2, \dots), (v_1, v_2, \dots)]$ з подальшою параболічною інтерполяцією приходимо до задання кривої на поверхні (табл.2) у вигляді $[u_i(t), v_i(t)]$.

Таблиця 2

$[(u_1, u_2, \dots), (v_1, v_2, \dots)]$	Циліндр	Сфера	Коноїд
$[(0, 2\pi), (\pi, 0)]$			
$[(0, \pi, 2\pi), (\pi, 0, \pi)]$			
$[(0, \pi, 2\pi, 1), (1, \pi, 0, \pi)]$			

На рис.1 побудовані трубчасті поверхні, які дотикаються по заданій кривій відповідно з: а) площиною; б) циліндром; в) сферою; г) коноїдом.

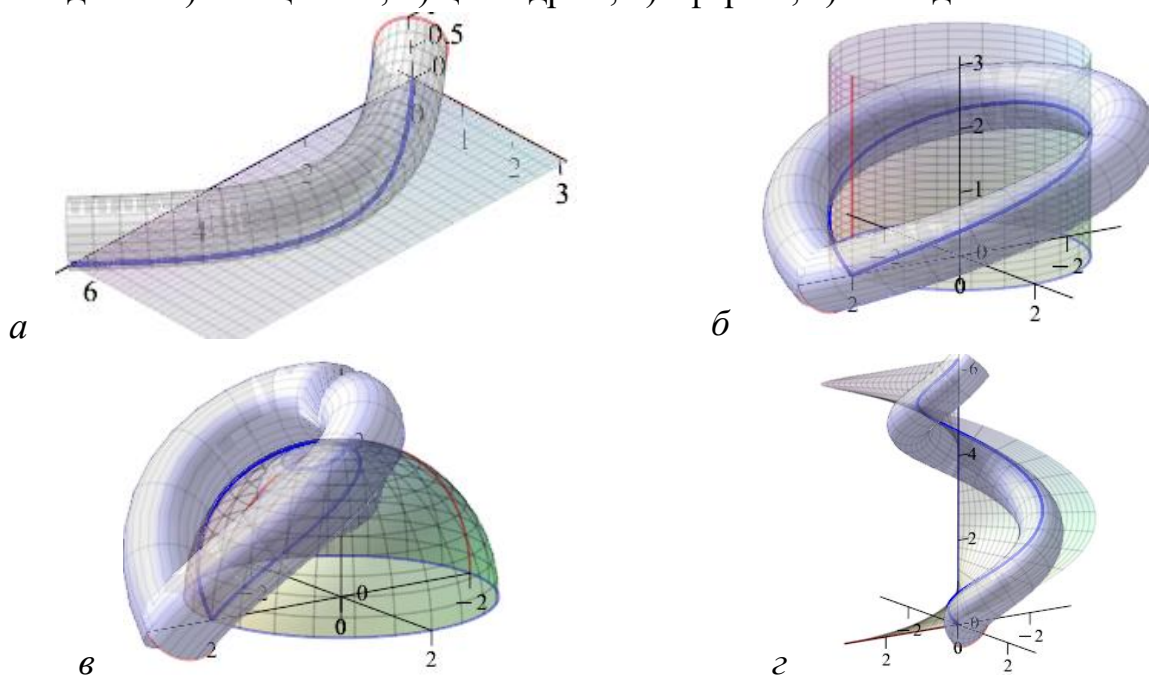


Рис. 1. Трубчасті поверхні вздовж кривої на поверхні

УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМИ ПРУЖНОЇ ОСІ СТОЯКА ЛАПИ КУЛЬТИВАТОРА

Пилипака С. Ф., Хропост В. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При роботі культиватора на лапу, яка підрізає коріння бур'янів і рихлить ґрунт, діють пульсуючі динамічні навантаження. В результаті цього стояк, до якого кріпиться лапа, може змінювати форму пружної осі. Як відомо, при згинанні стержня кривина k його пружної осі прямо пропорційна прикладеному моменту M і обернено пропорційна жорсткості стержня EI . Жорсткість є добутком моменту інерції I поперечного перерізу стержня на модуля Юнга E , який характеризує властивість матеріалу:

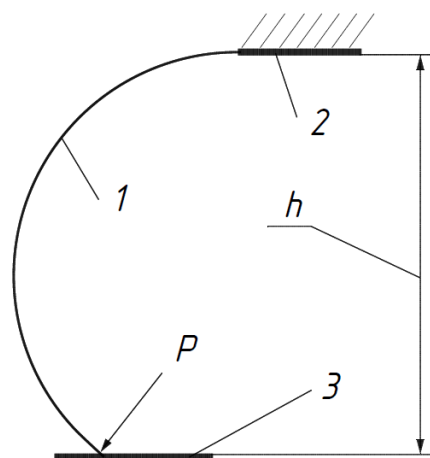
$$k(s) = \frac{M(s)}{EI}, \quad (1)$$

де s – довжина стержня від точки прикладеної сили до поточної точки.

При моделюванні стояка за його пружну вісь у вільному стані брали дугу кола, радіус $r=1/k_0$ якого узгоджувався із висотою h від лапи до місця кріплення стояка (рис. 1,б).



а



б

Рис. 1. Графічні ілюстрації до згинання стояка культиваторної лапи в процесі рихлення ґрунту: а) вихідне положення стояка із лапою до початку роботи; б) схема пружної осі стояка з лапою: 1 – стояк; 2 – місце кріплення стояка до рами; 3 – лапа

Було знайдено натуральне рівняння пружної осі стояка лапи при $EI=1$:

$$\frac{d\alpha}{ds} = k_0 - Ps, \quad (2)$$

де $d\alpha/ds=k(s)$ – кривина пружної осі; P – прикладена сила.

При $P=0$ кривина пружної осі рівна k_0 , тобто пружна вісь є дугою кола радіуса $r=1/k_0$. Перехід від натурального рівняння (2) до координатної форми

запису відбувається в два етапи. На першому етапі інтегруванням виразу (2) знаходять залежність кута $\alpha = \alpha(s)$:

$$\alpha = k_0 s - \frac{P}{2} s^2. \quad (3)$$

На другому етапі відбувається чисельне інтегрування наступних виразів:

$$x = \int \cos\left(k_0 s - \frac{P}{2} s^2\right) ds; \quad y = \int \sin\left(k_0 s - \frac{P}{2} s^2\right) ds. \quad (4)$$

За рівняннями (4) була побудована пружна вісь стояка для різних значень сили P . Жорсткість EI стояка є величина стала. Для спрощення розрахунків її було прийнято за одиницю. З цієї причини величину сили брали в умовних одиницях. При такому підході можна спостерігати, як змінюється форма лапи при збільшенні сили у рази. Можна зменшити площу поперечного перерізу лапи, зменшивши тим само жорсткість і отримати однаковий результат згинання лапи уже при менших значеннях сили P . Для використання результатів моделювання згину стояка лапи потрібно знати максимальне значення пульсуючої сили, яка діє на лапу. Цьому значенню сили відповідатиме максимальна деформація стояка. Для прийняттого значення цієї деформації вибирається відповідний переріз стояка, тобто його жорсткість.

На рис. 2, а показано початкову форму пружної осі стояка без прикладеної сили ($P=0$) і при її зростанні на 2 одиниці, а на рис. 2,б,в – 3-D модель стояка із фрагментом рами і лапою на кінці.

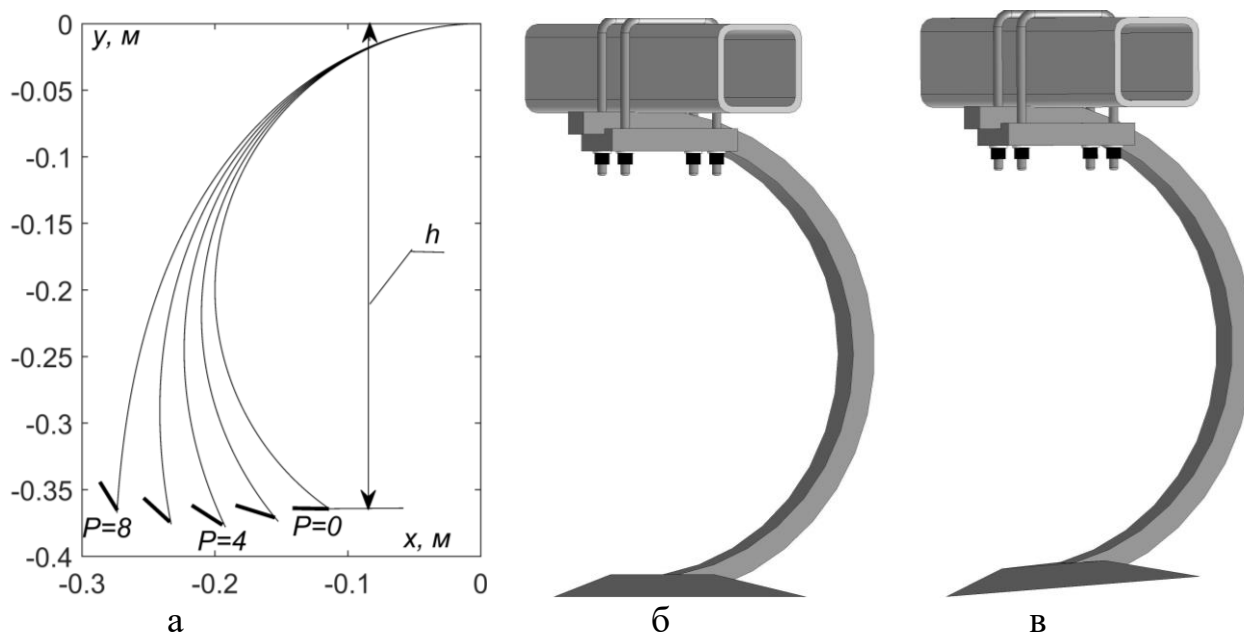


Рис. 2. Графічні ілюстрації до деформації пружної осі стояка: а) форма пружної осі для різних значень прикладеної сили; б) 3-D модель стояка без прикладеної сили; в) 3-D модель стояка після прикладеної сили

УДК 53.8

ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО РУХОМІЙ ХВИЛЯСТІЙ ПОВЕРХНІ

Воліна Т.М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Сумський національний аграрний університет*

Шорстка площина є універсальним конструктивним елементом багатьох машин і пристроїв для просіювання і сепарації частин технологічного матеріалу. Найбільш дослідженим є рух частинок по горизонтальній площині, яка здійснює коливальний прямолінійний або круговий рухи. Хвиляста поверхня із поперечним перерізом у вигляді синусоїди в ролі робочої поверхні суттєво мінятиме траєкторії ковзання частинок. Відповідно зміниться і математичний опис такого руху. Ковзання частинки по площині буде частковим випадком ковзання по хвилястій поверхні коли амплітуда синусоїди буде рівною нулю. При коливаннях хвилястої поверхні, коли всі її точки описують кола, рух технологічного матеріалу суттєво змінюється.

Нехай циліндрична хвиляста поверхня здійснює поступальні коливання таким чином, що всі її точки описують кола радіуса r (на рисунку 1 показані траєкторії переміщення чотирьох точок поверхні). Абсолютний рух частинки розглядався по відношенню до нерухомої системи координат $OXYZ$.

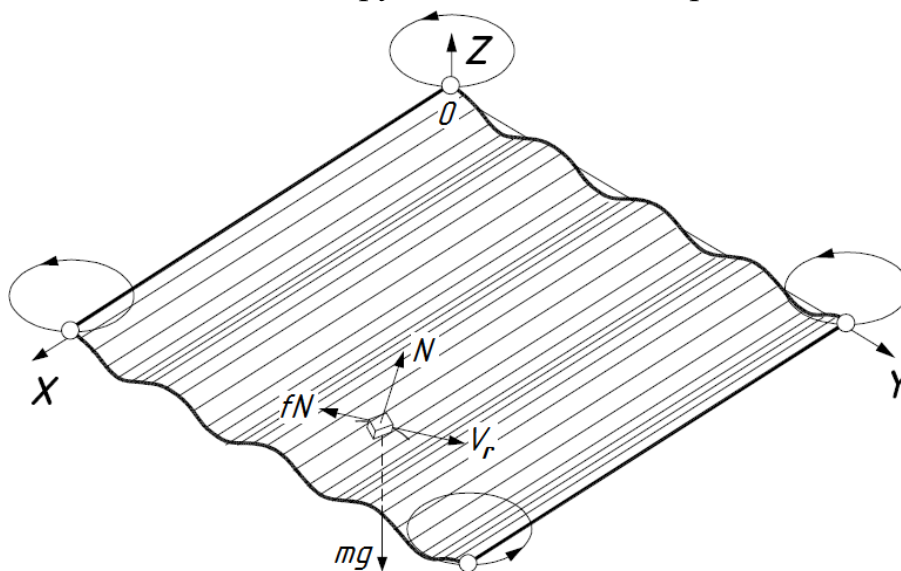


Рис. 1. Схема колових коливань хвилястої поверхні та прикладені до частинки сили

Якщо поверхню прив'язати до рухомої системи координат, то при її коливанні осі рухомої і нерухомої систем весь час будуть паралельними. Це означає, що абсолютну траєкторію частинки можна записати як суму переносного руху поверхні, точки якої описують кола, і відносного руху точки по хвилястій поверхні.

По поверхні точка ковзатиме по певній траєкторії. Рівняння траєкторії можна одержати, якщо зв'язати між собою незалежні змінні v і u поверхні. Цей зв'язок може бути задано через час t . Залежності $v=v(t)$ і $u=u(t)$, які описують траєкторію відносного руху (ковзання частинки по хвилястій поверхні), є невідомими функціями, які мають бути знайдені.

Рівняння руху має вигляд: $m\bar{w} = \bar{F}$, де m – маса частинки, \bar{w} – вектор абсолютного прискорення, \bar{F} – результуючий вектор прикладених до частинки сил. Такими силами є: сила ваги mg ($g=9,81$ м/с²), реакція N поверхні та сила тертя fN при ковзанні частинки по поверхні (f – коефіцієнт тертя). Всі сили потрібно спроекціювати на осі системи координат $OXYZ$.

В результаті обчислень було отримано наступні вирази:

$$v'' = \frac{1}{A^2} \left[r\omega^2 \sin \omega t + ac(a^2 cv'^2 \sin av - g) \cos av \right] - \frac{fv'}{AV} B;$$

$$u'' = r\omega^2 \cos \omega t - \frac{fv'}{AV} B;$$

$$N = \frac{m}{A} B,$$

$$\text{де } A = \sqrt{1 + a^2 c^2 \cos^2 av};$$

$$B = \left[g + ac(r\omega^2 \cos av \sin \omega t - av'^2 \sin av) \right]. \quad (1)$$

де c – амплітуда поверхні, a – частота (сталі величини);

u, v – незалежні змінні поверхні, де u – довжина прямолінійної твірної, v – відстань вздовж осі OY ;

r – радіус кіл, по яких рухаються точки циліндра;

ω – кутова швидкість обертання точок поверхні по колах.

Система (1) не може бути проінтегрована в аналітичному вигляді. Її потрібно розв'язувати чисельними методами. Знайдені залежності $v=v(t)$ і $u=u(t)$ дають можливість одержати відносну траєкторію руху частинки по хвилястій поверхні, тобто траєкторію ковзання.

Чисельними методами може бути побудовано траєкторію ковзання частинки по площині. Після перехідного процесу траєкторією ковзання частинки є коло, радіус якого менший від кола, яке описують всі точки площини. Графік зміни швидкості ковзання показав, що при цьому швидкість ковзання стає сталою.

Було знайдено параметричні рівняння, які описують траєкторію ковзання частинки по площині у відносному русі після його стабілізації:

$$v = -r \sin \omega t + \frac{fg}{r\omega^4} \left(fg \sin \omega t - \sqrt{r^2 \omega^4 - f^2 g^2} \cos \omega t \right);$$

$$u = -r \cos \omega t + \frac{fg}{r\omega^4} \left(fg \cos \omega t + \sqrt{r^2 \omega^4 - f^2 g^2} \sin \omega t \right).$$

(2)

Із рівнянь (2) може бути визначений радіус r_r кола, яке описує частинка, ковзаючи по площині після стабілізації руху:

$$r_r = \sqrt{u^2 + v^2} = r \sqrt{1 - \left(\frac{fg}{r\omega^2}\right)^2} \quad (3)$$

Радіус r_r наближається до радіуса r при зменшенні коефіцієнта f тертя або ж при зростанні кутової швидкості ω коливань площини.

Було встановлено, що форма поверхні повинна бути певним чином обмежена через параметри її поперечного перерізу.

Досліджувалися три випадки: коли діаметр переносного руху поверхні дорівнює, менше або більше за період. Перший випадок є характерним, оскільки траєкторія ковзання частинки по поверхні не є замкненою лінією. Траєкторією ковзання є періодична просторова крива, при цьому криволінійне ковзання частинки поширюється в напрямі, близькому до напрямку осі OY , і частинка при своєму русі долає впадини і гребені поверхні. Напрямок поширення такого руху може відбуватися як у напрямі осі OY , так і в протилежну сторону. Поведінка частинки при цьому залежить від точки попадання на поверхню.

У випадку, коли діаметр кіл переносного руху поверхні менший за період, після перехідного періоду траєкторія ковзання частинки стає замкненою. В останньому випадку, коли діаметр кіл переносного руху поверхні більший за період, перехідний період може тривати досить довго або ж швидше переходити до замкненої траєкторії при зростанні кутової швидкості коливань. При подальшому зростанні радіуса r частинка після перехідного періоду рухається по замкненій кривій, причому ця замкнена крива збільшується у розмірах відповідно до радіуса r колових коливань. Якщо зменшувати амплітуду синусоїди, то хвиляста поверхня наблизатиметься до площини, а замкнена крива ковзання – до кола.

Розглянуті випадки досить повно відображають можливі траєкторії відносного руху частинки по хвилястій поверхні при її колових коливаннях. В дослідженні не показано вплив коефіцієнта тертя на траєкторію ковзання частинки, однак його значення не вносить суттєвих змін на характер кривих ковзання частинки і обмежується розглянутими випадками.

Отже, при колових коливаннях хвилястої лінійчатої поверхні з поперечним перерізом у вигляді синусоїди відносною траєкторією частинки після стабілізації руху може бути замкнена або періодична просторові криві. Для уникнення відриву частинки від поверхні потрібно задавати режим коливань, який враховує форму поверхні та кінематичні параметри коливань. При діаметрі кола, яке описують всі точки поверхні при її коливанні, рівному періоду синусоїди, траєкторією відносного руху частинки може бути періодична крива. В цьому випадку частинка рухається в напрямі, близькому до поперечного, долаючи впадини і гребні поверхні. У інших випадках траєкторією ковзання є замкнена просторова крива, горизонтальна проекція якої близька до кола.

УДК 514.18

СФЕРИЧНИЙ ЕЛІПС

Кресан¹Т.А., Пилипака²С.Ф., Петрик³А.М.¹ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»,²Національний університет біоресурсів і природокористування України,³ВСП «Ніжинський фаховий коледж НУБіП України »

Сферичний еліпс будується за аналогією із еліпсом в площині: сума відстаней від будь-якої точки еліпса до його фокусів є величина стала. Особливістю сферичного еліпса є те, що відстані вимірюються не в лінійних величинах, а в кутових. На рис. 1,а зображено сферичний еліпс, у якого перший фокус є точка перетину осі OZ з поверхнею сфери, а другий F_1 розташований на меридіані на відстані FF_1 від першого. Відстань FF_1 на поверхні сфери можна виміряти кутом θ (рис. 1,б), який у криволінійних координатах сфери носить назву широти. Відстані від будь-якої точки еліпса до його фокусів є дугами кіл великого діаметра, отже теж вимірюються кутами. На рис. 1,а для наочності на еліпсі взято точку A , відстані до якої від фокусів F і F_1 збігаються із дугами криволінійних координат: відстань FA є широтою, а відстань F_1A є довготою. Сума цих кутів ψ для будь-якої точки еліпса є величиною сталою і є аналогом великої осі еліпса (рис. 1,б).

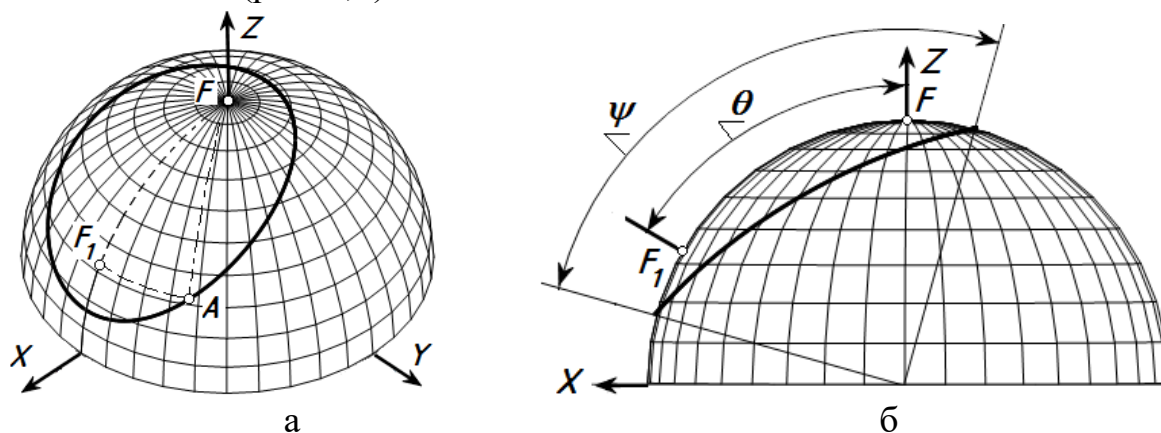


Рис. 1. Графічні ілюстрації та позначення кутів до побудови сферичного еліпса: а) зображення сферичного еліпса із фокусами F і F_1 і точкою A на ньому; б) вигляд збоку

Позначимо широту через ε , а довготу – через γ . Залежність між цими криволінійними координатами у вигляді $\varepsilon = \varepsilon(\gamma)$ задає сферичну лінію на сфері. Авторами статті така залежність знайдена для сферичного еліпса, у якого один фокус розташований на осі OZ :

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \left(\frac{\cos \theta - \cos \psi}{\sin \psi - \cos \gamma \sin \theta} \right). \quad (1)$$

Рівняння (1) є внутрішнім рівнянням сферичного еліпса у криволінійних координатах сфери. Для його побудови скористаємося параметричними рівняннями сфери радіуса R :

$$X = R \sin \varepsilon \cos \gamma; \quad Y = R \sin \varepsilon \sin \gamma; \quad Z = R \cos \varepsilon. \quad (2)$$

Широта ε і довгота γ є незалежними змінними рівнянь сфери (2). При підстановці залежності (1) у (2) ці рівняння стають залежними тільки від однієї змінної – довготи γ . При цьому вони описують уже не поверхню сфери, а лінію на ній (сферичний еліпс). На рис. 2,а за рівняннями (2) і (1) побудовано сферичний еліпс при $R=1$, $\theta=45^\circ$, $\psi=60^\circ$ (позначено цифрою 1). Маючи на увазі, що в такому випадку рівняння (2) є рівняннями не поверхні, а лінії, перейдемо від позначень рівнянь прописними літерами до позначень строчними. Для подальших досліджень нам потрібно знайти похідну довжини дуги s сферичного еліпса. Для цього знаходимо похідні рівнянь (2) із врахуванням, що $\varepsilon=\varepsilon(\gamma)$:

$$\begin{aligned} x' &= -R \sin \varepsilon \sin \gamma + R \varepsilon' \cos \varepsilon \cos \gamma; \\ y' &= R \sin \varepsilon \cos \gamma + R \varepsilon' \cos \varepsilon \sin \gamma; \\ z' &= -R \varepsilon' \sin \varepsilon. \end{aligned} \quad (3)$$

За відомою формулою знаходимо:

$$s' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} = R \sqrt{\sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}. \quad (4)$$

Для того, щоб еліпси перебували у контакті, потрібно другий конгруентний еліпс повернути відносно першого навколо осі OY на кут ψ (рис. 2,б). При обертанні навколо осей, що проходять через фокуси еліпсів, вони мають котитися без ковзання один по одному і зберігати точковий контакт.

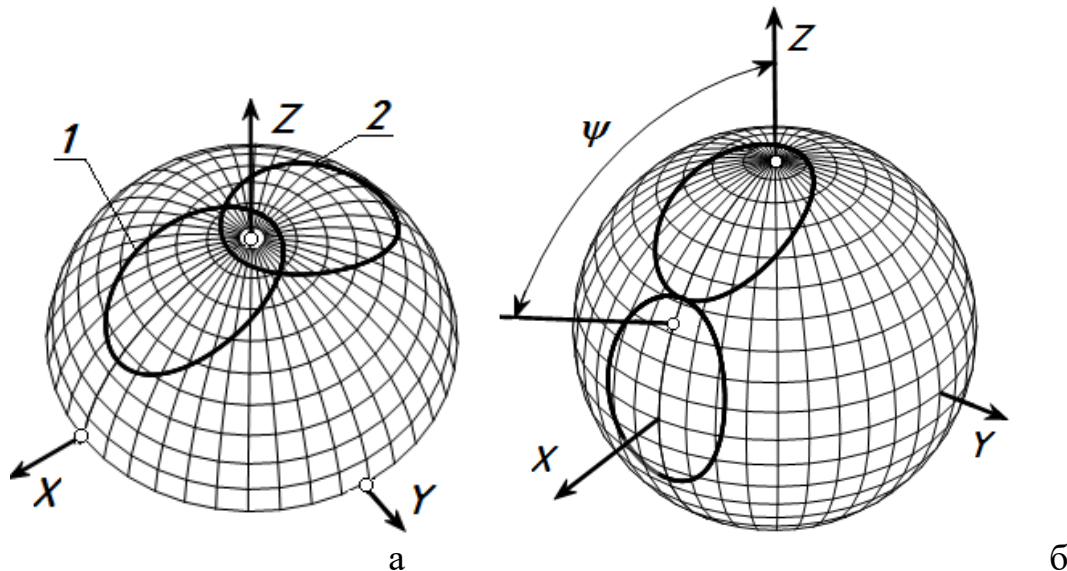


Рис. 2. Сферичні еліпси на поверхні сфери: а) початкове положення двох еліпсів; б) положення еліпсів з точковим контактом

При коченні еліпсів точка контакту змінюватиме своє положення, отже кут ε першого еліпса теж змінюватиметься. Його величину можна знайти за формулою (1) в залежності від кута повороту γ . Але другий еліпс для кожної

точки контакту матиме свій кут ε_1 . Сума цих кутів повинна бути сталою: $\varepsilon + \varepsilon_1 = \psi$. Звідси знаходимо вираз для кута $\varepsilon_1 = \psi - \varepsilon$. При повороті першого еліпса навколо осі OZ на кут γ можна знайти координату ε точки дотику за формулою (1). На другому еліпсі відповідна координата теж відома: $\varepsilon_1 = \psi - \varepsilon$. А от друга координата φ , яка відповідає куту γ першого еліпса, невідома. Її можна знайти, виходячи із того, що кочення відбувається без ковзання. В такому випадку довжини дуг s і s_1 першого і другого еліпсів мають бути рівними. Щоб знайти довжину дуги другого еліпса, потрібно мати його рівняння. Другу криву (якою має бути конгруентний еліпс) теж шукатимемо за рівняннями (2), у яких $\varepsilon_1 = \psi - \varepsilon$, а куту γ відповідатиме кут φ , причому зробимо його залежним від γ , тобто $\varphi = \varphi(\gamma)$. Згідно (2) параметричні рівняння другої кривої запишуться:

$$\begin{aligned}x_1 &= R \sin(\psi - \varepsilon) \cos \varphi; \\y_1 &= R \sin(\psi - \varepsilon) \sin \varphi; \\z_1 &= R \cos(\psi - \varepsilon).\end{aligned}\quad (5)$$

Знайдемо похідні рівнянь (5), маючи на увазі, що $\varepsilon = \varepsilon(\gamma)$ і $\varphi = \varphi(\gamma)$:

$$\begin{aligned}x_1' &= R[\varepsilon' \cos(\psi - \varepsilon) \cos \varphi + \varphi' \sin(\psi - \varepsilon) \sin \varphi]; \\y_1' &= -R[\varepsilon' \cos(\psi - \varepsilon) \sin \varphi - \varphi' \sin(\psi - \varepsilon) \cos \varphi]; \\z_1' &= R\varepsilon' \sin(\psi - \varepsilon).\end{aligned}\quad (6)$$

Аналогічно (4) знаходимо похідну дуги кривої (5):

$$s_1' = \sqrt{x_1'^2 + y_1'^2 + z_1'^2} = R\sqrt{\varphi'^2 \sin^2(\psi - \varepsilon) + \varepsilon'^2}.\quad (7)$$

Еліпси на площині служать центроїдами для проектування циліндричних зубчатих передач з некруглими колесами, у яких осі обертання проходять через фокуси еліпсів. Сферичні еліпси виступають у ролі сферичних центроїд для проектування аналогічних конічних передач.

Література

1. Литвин Ф.Л. Некруглые зубчатые колеса / Ф.Л. Литвин. – М.: Машгиз, 1956. – 312 с.
2. Березин В. Сферический эллипс. Научно-популярный физико-математический журнал "Квант". – 1978. – № 2. – С. 25. – Режим доступа: http://kvant.mccme.ru/1978/02/sfericheskij_ellips.htm.
3. Construction of conical axoids on the basis of congruent spherical ellipses / Kresan, T., Pylypaka, S., Ruzhylo, Z., Rogovskii, I., Trokhaniak, O. // Archives of Materials Science and Engineering this link is disabled, 2022, 113(1), стр. 13–18. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0015.6967>
4. Кресан Т.А. Окремий випадок конгруентних центроїд некруглих коліс, утворених дугами логарифмічної спіралі / Т.А. Кресан, С.Ф. Пилипака, І.Ю. Грищенко, В.М. Бабка // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 98. – К: КНУБА, 2020. – С. 84 – 93.

УДК 004.4+514.18

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПОБУДОВИ КВАДРИК ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Ботвіновська С. І., Золотова А. В., Суліменко А. Г.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Криві лінії та поверхні другого порядку знайшли широке використання у сучасній архітектурі та дизайн-проектах. Зацікавленість викликає використання конструктивних методів моделювання криволінійних поверхонь другого порядку на базі існуючих алгоритмів прикладної геометрії. З урахуванням того, що під час моделювання різноманітних поверхонь за допомогою програм 3D-графіки отримуємо перспективні зображення, серед інших виникає задача побудови конік за перспективними лініями обрису. На перший план при моделюванні подібних об'єктів виступає оцінка їхніх естетично-художніх властивостей. У свою чергу ця оцінка може визначатись видимим контуром об'єктів моделювання, а саме лінією обрису. З точки зору прикладної геометрії така лінія обрису виступає лінією перетину картинної площини в перспективі з конусом, описаним навколо поверхні, що моделюється. Досліджено, що серед багатопараметричної множини модельованих поверхонь, для яких конус буде огинаючою поверхнею, конкретна поверхня множини обирається за допомогою заданих умов проектування.

В основу досліджень покладено конструктивно-геометричну інтерполяцію властивостей квадрик, що моделюються, та виконано параметричний аналіз задачі побудови квадрики за огинаючим конусом. Пропонується, у якості прикладу, розглянути моделювання гіперболічного параболоїду для якого лінія контакту з огинаючим конусом буде гіперболою. У результаті проведеного параметричного аналізу, було з'ясовано, що на відміну від загальних поверхонь другого порядку гіперболічний параболоїд визначається вісьмома параметрами. Тому, побудувати два гіперболічні параболоїди спряжені по гіперболі, на відміну від спряження по параболі, не можна. Але, один гіперболічний параболоїд може бути спряженим по гіперболі з однопараметричною множиною однопорожнинних гіперболоїдів. У такому випадку гіпербола, яка сприймається як лінія контакту, може розглядатись як один із стандартних визначників гіперболічного параболоїда, побудованого за описаним конусом з довільною вершиною й напрямляючою гіперболою.

Результати проведених досліджень алгоритмічно забезпечують можливість виконувати спряження гіперболічного параболоїда та однопорожнинного гіперболоїда й дозволяють використовувати конструктивні алгоритми у процесі комп'ютерного моделювання різноманітних об'єктів дизайну. У подальших дослідженнях пропонується розглянути задачу моделювання поверхонь другого порядку, у визначник яких входить лінія обрису цих поверхонь на перспективних зображеннях.

УДК 621.43.056

ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ КІЛЬЦЕВОМУ ПОВІТРЯНОМУ КАНАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДОТІЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

Грищенко І. Ю.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розділення зерна здійснюється повітряними зерносепаруючими машинами, функціонуючими за фракційною технологією [1-4]. Переваги повітряної сепарації очевидні: простота конструкцій; відсутність рухомих деталей; висока надійність; процес сепарації мало залежить від вологості зернового матеріалу. Але існуючі конструкції пневмосепаруючих машин із вертикальними, горизонтальними та нахиленими повітряними (аспіраційними) каналами мають недостатню технологічну ефективність, бо при їх розробці та проектуванні не враховувались такі особливості: нерівномірність швидкості повітря в перетині каналів; взаємодія частинок між собою; обертання частинок в завихреннях повітря; нестабільна орієнтація частинок довгастої форми, яка носить випадковий характер.

В роботах [1-4] досліджено ефективність поділу зернового матеріалу на фракції у вертикальних кільцевих каналах. В роботі [2] досліджено процес розділення компонентів зернового матеріалу в нижній частині кільцевого каналу. Але в математичних моделях не враховано нерівномірність швидкості потоку. Більш досконало пневмогравітаційний процес розділення компонентів зернового матеріалу досліджено в роботах [3], при цьому удосконалено аеродинамічну схему пневмосепаратора. Але в дослідженнях прийнято форму зернівок у вигляді кулі, яка навіть при обертанні не змінює міделев перетин і відповідно, не змінюється сила аеродинамічного опору, яка залежить від орієнтації зернівок довгастої форми.

Для розрахунку траєкторій руху компонентів зернового матеріалу необхідно сформулювати математичний опис (модель) динаміки переміщення окремих зернівок під дією сил визначених на основі існуючих фізичних уявлень про взаємодію частинки з повітряним потоком (рис. 1).

Динаміку плоского руху компонентів зернового матеріалу у вертикальному висхідному повітряному потоці розподіленою швидкістю визначимо проектуючи диференціальні рівняння, що визначають рух центра мас зернівки в повітряному висхідному потоці у векторній формі на вісі прямокутних координат XOY:

$$m \frac{dv_x}{dt} = -R_x \sin \beta, \quad (1)$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = mg - R_y \cos \beta, \quad (2)$$

де g – прискорення вільного падіння; m – маса зернівки спрямована вертикально вниз і прикладена в центрі мас; R_x, R_y – проекції сил опору на вісі ОХ та ОУ;

$$\sin \beta = \frac{dx(t)/dt}{u(x, y)}; \cos \beta = \frac{dy(t)/dt}{u(x, y)};$$

де $u(x, y)$ – відносна швидкість зернівки (швидкість обтікання), величина якої визначається за формулою:

$$u(x, y) = \sqrt{\left(\frac{dx(t)}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy(t)}{dt} + v_a(x)\right)^2}, \quad (2)$$

де $\bar{v}_a(x)$ – швидкість повітряного потоку; v – абсолютна швидкість зернівки прикладена до точки симетрії зернівки (вектор швидкості на лінії дотичній до кривої траєкторії).

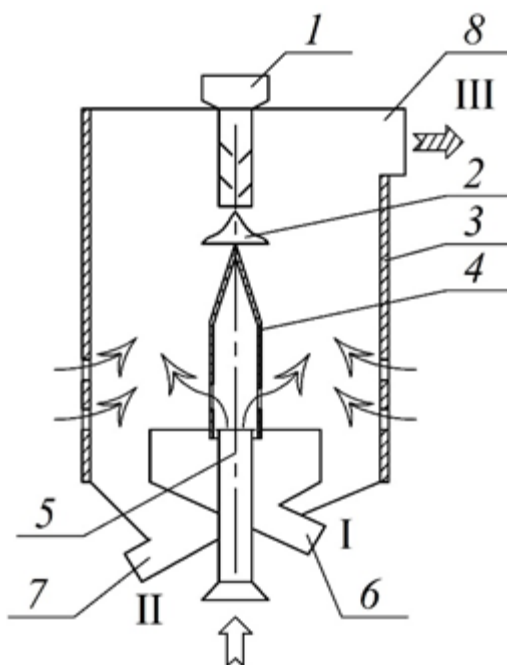


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема пневмо-гравітаційного класифікатора: 1 – завантажувальний бункер; 2 – розподільник зернового потоку; 3 – циліндричний заземлений корпус; 4 – елемент фракціонування; 5 – труба всмоктування повітря; 6 – збірник -вивантажувач важкої фракції; 7 – збірник -вивантажувач середньої фракції; 8 – вихід легкої фракції в осадову камеру з вентилятором.

Подальше експериментальне дослідження процесу фракціонування потребує розробки експериментального зразка розподільника зернового потоку. Для цього використано найбільш поширену при проектуванні сільськогосподарських агрегатів програму Autodesk Inventor. Технологія цифрових прототипів, реалізована в системі машинобудівельного 3D-проекування Autodesk Inventor, дозволяє отримати низку переваг. Цифровий прототип – зручний засіб перевірки форми і функціональності виробів перед створенням їх дослідних зразків. Для створення 3D-моделей виробів

використовуються вихідні дані до проектування – величини розмірів, швидкостей (для динамічних об'єктів). За рахунок такої технології проектування отримані цифрові прототипи відразу перевіряють на коректність їх функціонування і з'ясовують наявність потенційних помилок до того, як виріб буде впроваджений у виробництво. Такі види креслень пов'язані із компонентами моделі, тому всі зміни деталей і виробів автоматично відображаються на кресленнях. У зв'язку з цим загальна тривалість від конструкторської ідеї до створення готового елемента конструкції загалом буде зведена до мінімуму. При внесенні змін здійснюється автоматичне оновлення усього проекту, що виключає необхідність ручних перерахунків кількості деталей, їх повторного маркування та класифікації. Отриману модель (рис.2) також можна візуалізувати.

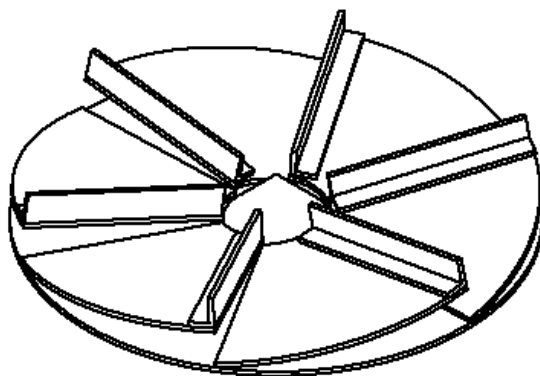


Рис. 2. Твердотільна модель розподільника зернового потоку розроблена в Autodesk Inventor

Отриману систему диференційних рівнянь та твердотільну модель розподільника зернового потоку розроблена в Autodesk Inventor можна використати для аналізу траєкторій руху зернівок в повітряному потоці з використанням інженерного програмного забезпечення ANSYS.

Література

1. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Spirin A. V., Kucheruk V. Yu. Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity. Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». 2022. № 1(105)/2022. doi 10.31489/2022PH1/43-57.
2. Nesterenko O. V., Leshchenko S. M., Vasylykovskiy O. M., Petrenko D. I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding. INMATEH. 2017. Vol. 53(3). P. 65–70.
3. Stepanenko S. P., Kotov B. I. Pneumofractionation of grain materials in air streams of variable structure. Mach. Energ. J. Rural Prod. Res. 2020. 11. P. 127–132.
4. Котов Б. І., Панцир Ю. І., Герасимчук І. Д., Грищенко В. О., Степаненко С. П. Моделювання процесу фракціонування зерна в пневматичних каналах при накладеному електричному полі. Промислова Гідрравліка і Пневматика. 2018. Вип. 2(60). С. 65–73.

УДК 621.43.056

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ В ГАЗОВИХ КОНТАКТНИХ ВОДОНАГРІВАЧАХ

Грищенко В. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найбільш простим способом використання біогазу є його безпосереднє спалювання у водогрійних котлах або контактних водонагрівачах, а нагріта вода використовується для теплопостачання самого біореактора, сумісного устаткування і виробничих приміщень.

Найбільш ефективним, надійнішим і дешевшим у експлуатації на даний час є контактні водонагрівачі проточного типу, нагрівання води в яких здійснюється при безпосередньому контакті з продуктами спалювання біогазу. За рахунок високої ефективності процесів контактного тепло і масообміну в установці малих габаритів, досягається високий коефіцієнт використання теплоти спаленого газу [1]. В таких апаратах температура відпрацьованих газів має температуру нижче за температуру «точки роси». При цьому відбувається часткова конденсація водяної пари і виділяється додаткова кількість теплоти.

Фізична модель (особливості тепло- і масообміну) при взаємодії води з продуктами спалювання біогазу в контактній камері. Розрахункова схема теплових і матеріальних потоків наведена на рис. 1.

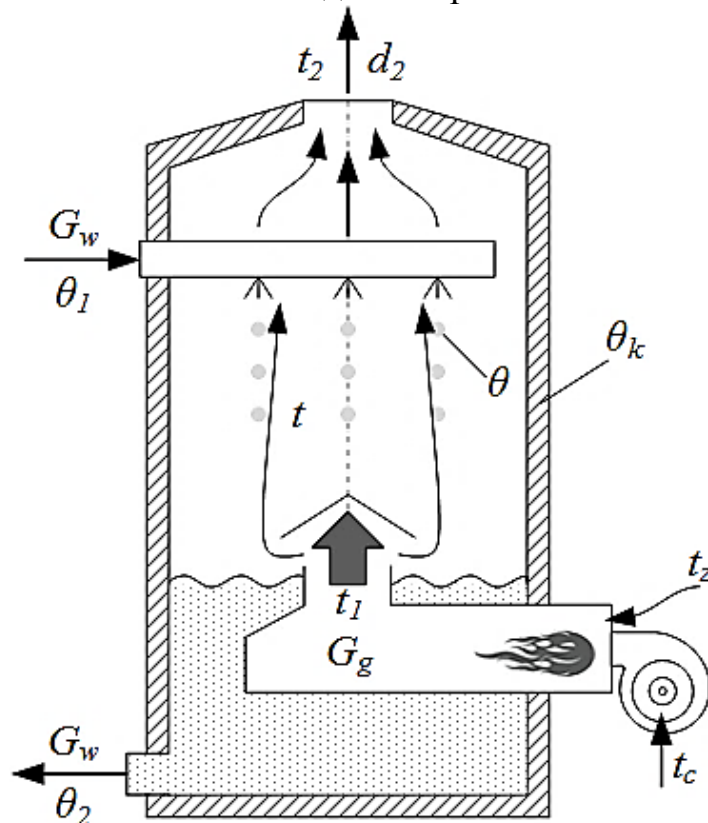


Рис. 1. Технологічна розрахункова схема контактного водонагрівача

Біогаз і повітря подається в пальних розміщений в камері згоряння (жарова труба) де утворюється газоповітряна суміш, яка при спалюванні утворює високотемпературні (1000 °С) продукти згоряння (топкові гази). Топкові гази поступають в камеру зрошування де при взаємодії з краплинами (струменями) розпиленої води теплота від нагрітих газів передається воді – вода нагрівається, а гази охолоджуються. Механізм нагріву води і охолодження газів надто складний, особливо в режимі протитечії, оскільки разом з теплообміном відбувається і обмін масою, спрямованість якого має неоднозначний характер.

Параметри води і топкових газів (продукти спалювання біогазу) далі – газів, в контактних водонагрівачах змінюються по довжині зрошувальної камери. При цьому в різних зонах (повздовжнього перерізу камери) в різні моменти часу можуть існувати умови, що відповідають процесам зволоження або осушення газу, та випарування або конденсації вологи. Перебіг цих напрямків процесів тепло- і масообміну визначається початковими умовами і кінцевими параметрами води. Детальніший аналіз варіантів перебігу процесів наведено в спеціальній літературі, нижче розглянутий тільки процес низькотемпературного нагріву води для тепlopостачання біореактору (температура нагріву води на виході порядку 60 °С, зворотної води 40 °С). Таким чином виходячи з наведеної схеми процесу в розрахунках динаміки водонагрівача вологовміст газів можна визначити як середнє значення за процес і вважати незмінним в часі. Відповідно до цього коефіцієнти тепло- і масообміну, в першому наближенні приймаємо незмінними, що дорівнюють середнім за процес: масові витрати води і газу приймаємо середніми за процес нагріву води $G_w = \frac{m_w}{\tau}$; $G_g = \frac{m_g}{\tau}$ (де m_w, m_g – маса води і газів камери; τ – час перебування води в камері). Теплові витрати в оточуюче середовище не враховуємо.

В загальному випадку досліджуваній контактний водонагрівач має бути представлений як об'єкт із розподіленими параметрами; тобто диференціальними рівняннями теплового і матеріального балансу в частинних похідних для двох потоків.

Запишемо рівняння теплового балансу для:

газу:

$$m_g c_g \frac{\partial t}{\partial \tau} + \overline{G}_g c_g H \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha f(\theta - t) + r\beta f(d''(\theta) - d), \quad (1)$$

води:

$$m_w c_w \frac{\partial \theta}{\partial \tau} - \overline{G}_w c_w H \frac{\partial \theta}{\partial x} = \alpha f(t - \theta) - r\beta f(d''(\theta) - d), \quad (2)$$

та рівняння матеріального балансу для газу:

$$m_g \frac{\partial d}{\partial \tau} + \overline{G}_w H \frac{\partial d}{\partial x} = \beta f(d''(\theta) - d), \quad (3)$$

де t, θ – температура газів і води; d – вологовміст газів; c_g, c_w – питома теплоємність газів і води; H – висота робочої зони камери нагріву; f – поверхня розділу рідкої і газової фази; α – коефіцієнт теплообміну; β – коефіцієнт масообміну; $d''(\theta) = a\theta + c$ – насичений вологовміст газу при температурі води; a, c – коефіцієнти лінійної апроксимації; r – питома теплота пароутворення.

При числовому розв'язку даної системи рівнянь, робочий простір камери розділяють на ділянки, де теплофізичні властивості середовища мають різні значення. Для отримання аналітичних залежностей зміни параметрів процесу в часі (перехідний процес) використовуємо математичну модель проточного апарата ідеального змішування: для цього замінимо похідні за координатою значеннями різниці параметрів на вході і виході: $\frac{\partial t}{\partial x} \approx \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{t_1 - t_2}{H}$;

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} \approx \frac{\Delta \theta}{\Delta x} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{H}; \quad \frac{\partial d}{\partial x} \approx \frac{\Delta d}{\Delta x} = \frac{d_1 - d_2}{H}.$$

Система рівнянь, що описує зміну параметрів води і газів на виході з водонагрівача в часі може бути представлена системою звичайних диференціальних рівнянь:

$$m_g c_g \frac{dt_2}{d\tau} = G_g c_g (t_1 - t_2) + \alpha f (\bar{\theta} - \bar{t}) \mp r \beta f (a\bar{\theta} + c - \bar{d}), \quad (4)$$

$$m_w c_w \frac{d\theta_2}{d\tau} = G_w c_w (\theta_1 - \theta_2) + \alpha f (\bar{t} - \bar{\theta}) \pm r \beta f (a\bar{\theta} + c - \bar{d}), \quad (5)$$

$$m_g \frac{dd_2}{d\tau} = G_g (d_1 - d_2) \pm \beta f (a\bar{\theta} + c - \bar{d}), \quad (6)$$

де $\bar{t} = 0.5(t_1 + t_2)$; $\bar{\theta} = 0.5(\theta_1 + \theta_2)$; $\bar{d} = 0.5(d_1 + d_2)$ – середні значення параметрів (1, 2 – індекси, що означають значення параметрів на вході і виході).

Отриману систему диференціальних рівнянь можна використати для аналізу динамічних властивостей об'єкта та розробки системи автоматичного керування.

Література

1. Варламов Г. Б., Романова Е. А., Дащенко О. П., Касянчук С. Л., Очеретянко Н. Д. Использование контактных теплогенераторов нового поколения для теплопроизводства. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. Вып. 6. № 1(84). С. 52–60.

УДК 37.041:377.35:861.3

ДІАГНОСТИКА І САМОДІАГНОСТИКА РІВНЯ СФОРМОВАНOSTI КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРОФЕСІЙНОГО САМОРОЗВИТКУ

Бондар М. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У вищій аграрній освіті на перший план висувається актуальне завдання – створення умов, які забезпечують ефективний професійний саморозвиток творчого потенціалу особистості студента. Досягти високого рівня розвитку і підготовки майбутніх професіоналів можливо через нові, переосмислені підходи до змісту та організації процесу діагностики і самодіагностики навчальних досягнень студентів. У дослідженні обґрунтовуються тези стосовно того, що головним завданням всіх видів діагностики і самодіагностики навчальних досягнень студентів є перевірка виконання кінцевої мети професійного навчання – сформованості багатокомпонентної структури технічного мислення та інженерних і навчально-пізнавальних умінь, тобто перевірки того, чи досягло технічне мислення, структуру якого ми формували, рівня готовності до майбутньої інженерної діяльності за обраним фахом.

Передумовою прояву елементів творчості в навчальному процесі під час вивчення загальноінженерних дисциплін є обов'язкова наявність певних базових знань, способів дій, які сформовані в результаті репродуктивного способу організації навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців агроінженерної галузі сільськогосподарського виробництва. З метою контролю сформованості базових знань ми широко використовували тестовий контроль (під час перевірки готовності студентів до виконання лабораторних робіт, практичних занять, розрахунково-графічних робіт, для виставлення проміжної атестації тощо). Тестування є однією з найбільш технологічних форм проведення контролю з параметрами якості, якими можна управляти. У цьому аспекті жодна з відомих форм контролю знань студентів порівняти не може.

Висновок. Реалізація розвивальної функції діагностики і самодіагностики навчальних досягнень здійснюється за рахунок залучення студентів у пошукову продуктивну діяльність, що спрямована на вирішення реальних інженерних проблем і проблемних ситуацій. Встановлено необхідність систематичного моніторингу за просуванням студентів у творчій пізнавальній діяльності, при цьому основним критерієм оцінювання є суб'єктивна новизна рішень ними інженерних проблем і задач.

Література

1. Бондар М. М., Плавинська О. В. Розвивальні можливості контролю навчальних досягнень студентів у формуванні їх готовності до майбутньої діяльності в галузі агроінженерії. Вісник СНАУ Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів. 2019. Вип. 1–2. С. 36–42.

2. Бондар М. М., Журавська Л. М., Остапенко Е. О. Трансформація самостійної навчальної діяльності у готовність до професійного саморозвитку засобами технологій особистісно орієнтованого навчання : монографія. Ніжин. АСПЕКТ-Поліграф. 2016. 752 с.

УДК 514.18

КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ДЕФОРМАТИВНОГО ФОРМОТВОРЕННЯ У ДИЗАЙНІ ТА У ДИЗАЙН-ОСВІТІ

Дорошенко Ю. О.

*Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну
імені Михайла Бойчука*

Сутністю формотворення є цілеспрямований синтез (як керований процес) певної форми деякого об'єкта/предмета і у цьому розумінні має геометричну природу. Тобто, виступає узагальненим геометричним моделюванням. Формотворення – як творчий процес синтезу форми певного дизайн-об'єкта – є ключовим видом діяльності дизайнера, спрямованої головно на задоволення кінцевим продуктом такої діяльності якісної характеристичної триєдності «корисність» – «міцність» – «краса». При цьому корисність асоціюється з функціональністю, міцність – з архітектонікою, а краса – з естетикою, унаслідок чого у формі інтегрально закладаються-проявляються властивості створеного дизайн-об'єкта з відповідним їх якісним та кількісним оцінним вираженням.

Робота дизайнера над формою з позицій геометричного моделювання спрямовується на розробку геометричної моделі, яка є тривидовою й відповідним чином використовується на етапах формотворення (проектування), формоутворення (задання), формування (виготовлення). При цьому найскладнішим і багатоаспектним виявляється етап формотворення, чим актуалізується потреба в його уніфікації та інструментальному спрощенні з передбачуваним керуванням процесом (наслідками керуючих впливів) на основі використання інтуїтивно зрозумілих дій і звичних засобів діяльності та маскування задіяного математичного апарату.

Найдієвішим реалізатором зазначеного вище виявляється підхід, який отримав назву «деформативне формотворення», що концептуально ґрунтується на геометричних перетвореннях, здійснюється над спеціально обраним прототипом, має геометризований і графічно унаочнений керуючий апарат, зміна конфігурації якого внаслідок простих, інтуїтивно зрозумілих і передбачуваних дій призводить до бажаної (потрібної) зміни форми прототипу дизайн-об'єкту. При цьому слід відокремлювати деформативне формотворення та деформаційне формотворення, оскільки перше словосполучення стосується потенційної здатності до деформації, закладеної у геометричній моделі, а друге

– процесної реалізації варіативної деформації з використанням геометричної моделі. Запропонована термінологія не є абсолютно оригінальною і використовується у багатьох галузях знань, зокрема, у будівельній механіці та у теорії міцності. Деформативне формотворення має досить давнє практичне застосування і його методи реалізовано у багатьох інструментальних програмних засобах (Paint, MS Office, Corel DRAW, Adobe Illustrator, Blender, AutoCAD, TrueSpace) у динамічних примітивах, параметризованих об'єктах, оболонках, одноланкових і багатоланкових кривих (Безьє) у режимі «гумової нитки тощо. І єдина САПР, де реалізовано «деформаційне моделювання» у «чистому вигляді» – САПР BricsCAD компанії Bricsys концерну Nexagon (Бельгія).

УДК 514.18

ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ДВОХ ТОЧОК

Воронцов О. В.¹, Воронцова І. В.²

¹Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

²Полтавський коледж нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Твердження. Координати будь-якої точки числової послідовності n -го степеня можна визначити як суперпозицію координат двох довільних точок даної послідовності при відомій величині скінченої різниці.

Враховуючи результати досліджень [1, 2], зможемо скласти систему рівнянь (1):

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^2 k_n = 1 \\ \sum_{n=1}^2 k_n i_n = i \\ \sum_{n=1}^2 k_n y_{i_n} + P_{i_0} = y_{i_0} \end{cases}, \quad (1)$$

для виведення формул обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції k_1 , k_2 та ординати шуканого вузла y_{i_0} за даними координатами двох довільних вузлових точок певної числової послідовності та величиною скінченої різниці P_{i_0} у шуканому вузлі, а також для виведення формул обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції k_1 , k_2 та величини скінченої P_{i_0} різниці у шуканому вузлі за даними координатами двох довільних вузлових точок та ординатою y_{i_0} .

Також, враховуючи результати досліджень [2, 3], зможемо скласти систему рівнянь (2):

$$\begin{cases} i_0 = k_1 i_1 + (1 - k_1) i_2 \\ y_{i_0} = k_1 y_{i_1} + (1 - k_1) y_{i_2} + P_{i_0} \end{cases} \quad (2)$$

для виведення формул обчислення величини одного коефіцієнту суперпозиції (k_1 чи k_2) та ординати шуканого вузла y_{i_0} за даними координатами двох довільних вузлових точок певної числової послідовності та величиною скінченої різниці P_{i_0} у шуканому вузлі, а також для виведення формул обчислення величини одного коефіцієнту суперпозиції (k_1 чи k_2) та величини скінченої P_{i_0} різниці у шуканому вузлі за даними координатами двох довільних вузлових точок та ординатою y_{i_0} вузла певної числової послідовності:

Розв'язавши систему (2), знайдемо вирази для обчислення величини коефіцієнту суперпозиції та ординати шуканого вузла:

$$k_1 = \frac{(i_2 - i_0)}{(i_2 - i_1)}; \quad (3)$$

$$y_{i_0} = \frac{i_2 y_{i_1} - i_1 y_{i_2} + i_0 (y_{i_2} - y_{i_1})}{i_2 - i_1} + P_{i_0}; \quad (4)$$

а також, для обчислення величини коефіцієнту суперпозиції та величини скінченої різниці у шуканому вузлі:

$$P_{i_0} = \frac{i_1 y_{i_2} - i_2 y_{i_1} + i_0 (y_{i_1} - y_{i_2})}{i_2 - i_1} + y_0. \quad (5)$$

Але одночасно, враховуючи виведені у роботі [3] формули, що визначають взаємозв'язок коефіцієнтів суперпозиції і величини скінченої різниці та, із системи рівнянь (2) можемо записати:

$$k_1 = \frac{P_{i_0} - y_{i_0} + y_{i_2}}{y_{i_2} - y_{i_1}}. \quad (6)$$

Запропоновано методику визначення виду лінійної залежності формують величини скінченої різниці від ординати будь-якої вузлової точки модельованої кривої.

Запропоновано методику виведення аналітичних залежностей для визначення дискретних величин коефіцієнтів суперпозиції двох заданих вузлових точок та формують величини скінченої різниці для моделювання одновимірних геометричних образів.

Якщо змінювати рівномірно розподілену величину скінченої різниці або величину ординати фіксованого (одного із двох заданих вузлів), при фіксованих величинах коефіцієнтів суперпозиції двох довільно заданих вузлових точок, зможемо управляти формою кривої, дискретно представленої вузловими точками її числової послідовності.

Література

1. Воронцов О. В., Воронцова І. В. Спосіб одновимірної дискретної інтерполяції за координатами трьох точок числових послідовностей на прикладі показникових функцій. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон. ХНТУ. Т. 3. №2.2. 2020. С. 35–43. <https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2020.3.2-2.3>

2. Воронцов О. В. Дискретна інтерполяція суперпозиціями координат трьох точок одновимірних числових послідовностей на прикладі дробово-лінійних функцій. Сучасні проблеми моделювання. Збірник наукових праць

Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Мелітополь. МДПУ. Вип. 18. 2020. С. 90–98.

3. Воронцов О. В. Дискретне моделювання геометричних образів об'єктів проектування суперпозиціями одновимірних числових послідовностей з урахуванням функціонального навантаження. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Полтав. нац. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка. Полтава. ПолтНТУ. 2015. Вип. 3(45). С. 28–39.

УДК 004.92

ТРЕНДИ ДИЗАЙНУ ІНТЕРФЕЙСІВ

Гешева Г. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Базові навички UI-дизайнера, які будуть у тренді завжди, включаючи роботи з композицією, кольором та типографікою.

Композиція. Композиція допомагає правильно розташувати об'єкти у просторі, будує візуальну ієрархію, відокремлює головне від другорядного, надає візуальній привабливості. Все це дає можливість маніпулювати увагою і робить зрозумілим повідомлення, яке хочемо донести до кінцевого користувача інтерфейсу. Основні параметри, з якими ми працюємо під час візуалізації інтерфейсу, — розмір, колір та форма об'єктів, а також негативний простір. Не маючи знань про те, як з цим усім працювати, є ризик того, що ви створюватимете візуальний хаос замість зрозумілої візуальної ієрархії. І клієнт це точно помітить - людина сприймає такі речі на підсвідомому рівні.

При розгляді макетів на Dribbble та Behance звертати увагу необхідно на те, з чого складається композиція, динамічна вона чи статична, чи використовується модульна сітка і за якими принципами вона побудована, як згруповані об'єкти, чи використовуються пропорції золотого перерізу чи будь-які інші, як елементи вирівнюються щодо один одного і так далі. Можна, звичайно, набивати руку, перемальовуючи референси і не знаючи теорії,

Найбільша увага приділяється побудові візуальної ієрархії за допомогою розмаїття розміру, кольору та інших параметрів, а також створення модульних сіток, які працюватимуть добре на різних девайсах.

Що ж до трендів, то один із основних — використовувати абстрактні та прості геометричні композиції. Дизайнери інтерфейсів все більше надихатимуться журнальною версткою та плакатами. Відмінна риса 2021 – модульні сітки, в яких будуть так звані прогаліни, що привертає увагу і додає візуального повітря та легкості.

Колір. У прогнозах на 2021 рік зустрічалися діаметрально протилежні думки про те, які кольори домінуватимуть – від монохромних до строкатих палітри кольорів. По факту всі варіанти будуть вірні, оскільки палітра кольору диктується контекстом її використання. На нього можуть впливати посилення та позиціонування бренду, культурні особливості, вимоги до доступності інтерфейсу та багато інших факторів, які можуть обмежувати дизайнера у виборі кольорів.

При створенні інтерфейсів для e-commerce рішень варто пам'ятати, що фотографії продуктів візуально домінуватимуть, займаючи більшу частину екрана, і колір інтерфейсу не повинен конкурувати з ними.

Так, для fashion-індустрії завжди будуть актуальні монохромні палітри і приглушені кольори, які змушують користувача концентруватися на продуктових зображеннях. Завдання дизайнера зробити аргументований вибір і донести ідею клієнту.

Друкарня. Друкарня грає важливу роль в UI, так як це один з основних способів комунікації з користувачем. Якісна робота з типографікою залежить не тільки від вибору доречних шрифтів, а й від розуміння контексту вашого дизайн-проекту. Це безпосередньо впливає на досвід користувача, так як користувачі спочатку сканують інформацію, а потім вже її читають. Завдання дизайнера полягає у побудові такої друкарської системи, яка забезпечить ієрархію, читання та доступність в інтерфейсі.

Так само будуть популярні класичні шрифтові стилі та їх поєднання, але є яскраво виражена тенденція до створення більш динамічних композицій з використанням типографіки та анімованого тексту. Все частіше типографіка буде основним елементом, який задає візуальний стиль та передає емоцію. Також у Web зараз популярний такий прийом, як «червоний рядок» (одна з назв абзацу).

3D в інтерфейсах. Весь 2020-й готував нас до появи 3D та псевдо-3D в інтерфейсах, а вихід нової MacOS Big Sur лише зміцнив думку про те, що ера абсолютно плоского дизайну закінчилася. На зміну прийшли мінімалізм та використання 3D-ефектів, які не претендують на реалізм, але створюють привабливий вигляд за рахунок обсягу. Висвітлення та матеріали при цьому гранично спрощені. Як ілюстрація згадався вислів Альберта Ейнштейна: «Роби просто, наскільки можливо, але не простіше за це».

Найбільш популярні кейси використання 3D у 2021:

3D-іконки

3D-друкарка

Него-банери для головних сторінок сайту з використанням абстрактних композицій та незвичайних поєднань матеріалів.

Якщо досягти ефекту псевдооб'єму в інтерфейсі не так складно за допомогою тіней і градієнтів, створення повноцінних тривимірних ілюстрацій або складних іконок вже нетривіальне завдання, що вимагає знання як мінімум одного 3D-редактора.

Більше того, для тих, кого відлякує інтерфейс 3D-редакторів, на ринку з'явився такий інструмент, як Spline.design. Є підтримка Mac OS та Windows.

Інтерфейс дуже схожий на Figma або Sketch, при цьому в ньому є всі інструменти для роботи із простою геометрією та базовими властивостями матеріалів. Більш складні матеріали поки що доводиться реалізовувати за допомогою текстуру.

Дизайн-системи та бібліотеки компонентів. Дизайн-система — поняття широке і може включати список таких базових UI-елементів, як колір, типографіка, кнопки, елементи форм, іконки, анімація, а й інші графічні матеріали, посібники з використання, приклади коду тощо. Найбільш розширеними версіями дизайн-систем можна назвати Google, Apple, Microsoft. Дизайн-системи створюються для прискорення роботи команди, при цьому не втрачається якість та консистентність кінцевих макетів.

Висновок. Використані графічні прийоми мають бути співзвучні з ідеєю, яку ви хочете донести до користувача. Приділяйте особливу увагу Accessibility в інтерфейсі від початку розробки проекту. Це не просто тренд — це те, що вимагає від нас сучасна реальність. Визначте, які візуальні параметри вашого інтерфейсу будуть константою, їх ви не чіпатимете (наприклад, рівень контрасту, розмір шрифту, розмір клікабельних елементів та інше), а з якими можна «погратися». Також варто розуміти, що технічні вимоги до проекту є не менш важливими, ніж його візуальна частина. Завжди намагайтеся знайти баланс між технічними обмеженнями та польотом вашої дизайнерської фантазії.

Література

1. Антонович Є. А., Василюшин Я. В., Шпічак В. А. Російсько-український словник – довідник з інженерної графіки, дизайну та архітектури: навчальний посібник для зво. Львів. Світ, 2001. 240 с.
2. Луцан Н. І. Декоративно-прикладне мистецтво та основи дизайну: навчальний посібник. 2-е видання. Київ. Слово. 2010. 172 с.
3. Яворик Ю. В. Засвоєння професійно орієнтованих основ дизайн-проекування з використанням комп'ютерної графіки (з досвіду підготовки художників-дизайнерів).

УДК 669.18

МЕХАНІЧНА ОБРОБКА У ВІРТУАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Похиленко Г. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

З початку 1990-х років, з розвитком комп'ютерів і цифрових середовищ, зміна парадигми у виробництві від «реального» до «віртуального» виробництва призвела до накопичення дослідницьких інтересів у цій галузі. За допомогою комп'ютерів симуляція та моделювання фізичної виробничої системи стає можливим у віртуальному середовищі. Метою моделювання виробничих технологій у системах віртуальної реальності є проектування повністю

цифрового виробництва. Деталь моделюється та виготовляється в середовищі комп'ютерного моделювання з прогнозованими помилками, щоб досягти найкращої точності виготовленої деталі шляхом вибору оптимізованих параметрів процесу. Віртуальне моделювання є потужним інструментом для виробництва та аналізу деталей у цифровому середовищі, щоб зменшити витрати та час, тобто зменшити трудомісткість і собівартість виготовлення продукції в цілому.

Основна мета віртуального моделювання полягає в тому, щоб зрозуміти та імітувати поведінку конкретної виробничої системи в комп'ютерному середовищі. У результаті можна досягти скорочення випробувань та експериментів у цеху. Точність обробки верстатів з ЧПК залежить від багатьох помилок, які викликають відмінності між спроектованими та виготовленими деталями. До них належать сила та напруга, геометричні відхилення конструкції верстата, температурні коливання, знос інструменту, а також помилки сервоприводу. Серед них, геометричні похибки компонентів верстатів і похибки відхилення інструменту є найбільшими джерелами неточності, які потребують більше уваги. У результаті віртуальна система обробки, яка може моделювати та включати геометричні помилки та помилки відхилення інструменту у віртуальному середовищі, є ефективною та необхідною системою в промисловості.

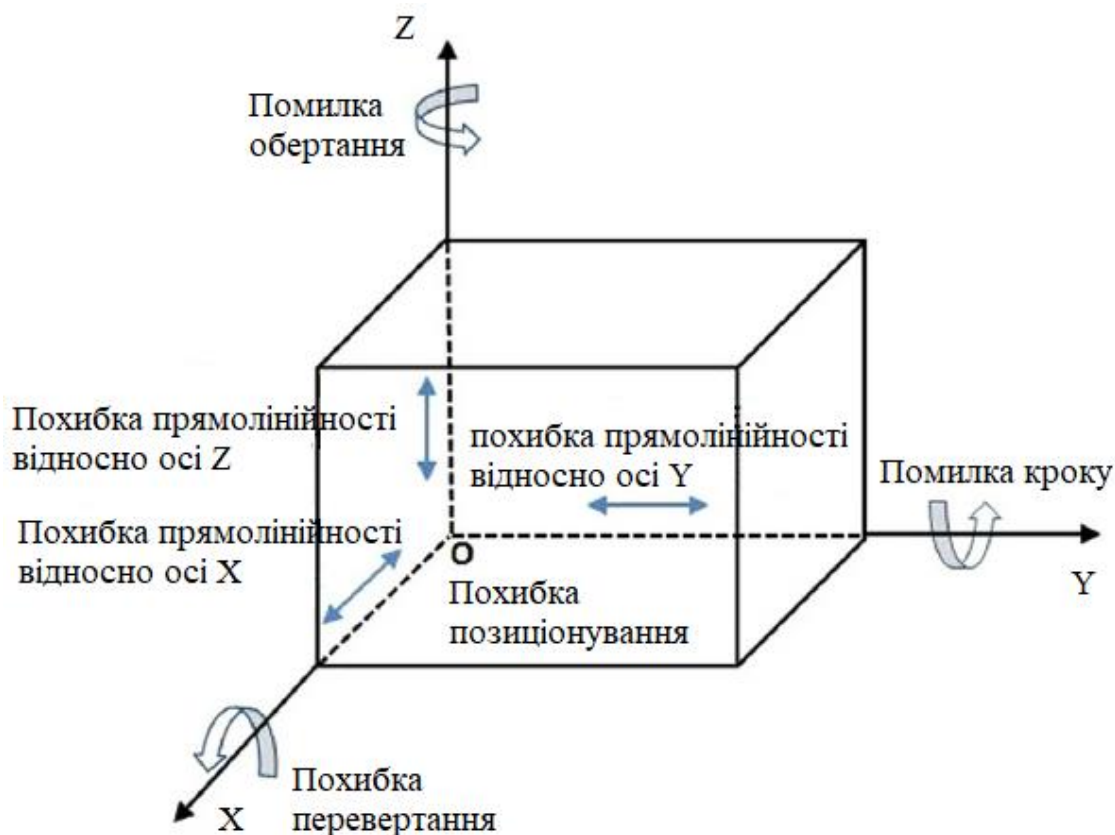


Рис. 1. Параметри геометричних похибок 3-осьового фрезерного верстата

Таким чином віртуальні виробничі системи можуть надати корисні засоби для виробництва продуктів без необхідності фізичного тестування в цеху. В результаті можна скоротити час і вартість виготовлення деталей. Врахувати різні джерела помилок у верстатах, такі як відхилення інструменту, геометричні відхилення рухомої осі та теплові деформації конструкцій верстатів. Деякі з цих помилок можна зменшити, контролюючи процес обробки та параметри середовища. Однак інші помилки, такі як відхилення інструменту та геометричні помилки, які становлять велику частку загальної помилки, потребують більшої уваги [1].

Помилки в конструкції верстатів, такі як неточне виготовлення його елементів, а також неправильне складання елементів; корозія, люфт і випадкове зіткнення рухомого осьового столу або заготовки є основними джерелами геометричних помилок.

Вони впливають на точність оброблених деталей, направляючи ріжучий інструмент за небажаною траєкторією обробки. Для 3-осьового фрезерного верстата є 21 компонент геометричних помилок, як 3 помилки лінійного позиціонування, 6 помилок прямолінійності, 9 куткових помилок і 3 помилки прямокутності. На рис. 1 показані похибки для 3-осьового фрезерного верстата.

Вектор об'ємної похибки - це просторове відхилення між номінальним і реальним положенням інструменту. Точна оцінка векторів об'ємних похибок у кінцевих положеннях траєкторії обробки є першим кроком створення віртуальної системи обробки. Щоб отримати вектор об'ємної похибки, модель геометричної похибки будується за допомогою моделі твердого тіла, малокутової апроксимації похибки та однорідних перетворень [2]. Відповідна модель помилок може перевести численні параметри геометричних помилок в один вектор. Для того, щоб визначити номінальне положення будь-якої точки в просторі, загальне посилення має бути накладено на номінальне положення, щоб чітка концепція об'ємних похибок могла бути реалізована в термінах відліку.

Література

1. Okafor A. C., Ertekin Y. M. Derivation of machine tool error models and error compensation procedure for three axes vertical machining center using rigid body kinematics. *Int J Mach Tools Manuf.* 2000. Vol. 40. P. 1199–1213.
2. Virtual machining considering dimensional, geometrical and tool deflection errors in three-axis CNC milling machines. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/262690721_Virtual_machining_considering_dimensional_geometrical_and_tool_deflection_errors_in_three-axis_CNC_milling_machines.

УДК 621.9.048

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРАЦІЙНОЇ СУШАРКИ

Булгаков В. М., Головач І. В., Черниш О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета дослідження. Провести теоретичний аналіз силових і кінематичних параметрів роботи вібраційної сушарки для сипких матеріалів з подвійним маятниковим механізмом вільного ходу привода лопатей-перемішувачів, побудувати її математичну модель і обґрунтувати раціональні технологічні і конструктивні параметри.

Результати досліджень. Враховуючи переваги використання вібротехнологій під час сушіння сипкої сировини, теоретичні дослідження проводились для вібраційної сушарки, в якій з метою зниження енергетичних витрат на технологічний процес застосовано подвійний маятниковий механізм вільного ходу привода лопатей-перемішувачів.

Для описання силових і кінематичних параметрів роботи сушарки складена математична модель і розрахункова схема сушарки (рис.1).

Основним робочим органом вібраційної сушарки є сушильна камера 1, яка встановлена на рамі 6 через еластичні опори 5. При цьому коливальний рух сушильної камери у вертикальній площині забезпечує дисбаланс 4, який кріпиться до її зовнішньої стінки. На бічній стінці сушильної камери закріплений маятник 2 з вантажем m_2 , положення якого в просторі забезпечується пружинами 7, які з'єднані з камерою 1. Гармонічні коливання сушильної камери 1, що виникають при обертанні дебалансу 4 кінематично збурюють маятник 2 і викликають його кутові коливання. На осі пустотілого циліндра 9, через механізм вільного ходу, встановлений маятник 3 із вантажем масою m_3 . Для передачі коливального руху від маятника 2 до маятника 3 використовується пружний елемент 8.

На розрахунковій схемі наведені наступні кутові конструктивні параметри: α_1 – кут між віссю Ox і променем OO_1 , який визначає положення центру мас O_1 сушильної камери 1 відносно осі Ox ; α_2 – кут нахилу маятника 2 до осі Ox в положенні рівноваги; α_3 – кут нахилу маятника 3 до осі Ox в положенні рівноваги; α_4 – кут між віссю Ox і променем O_1O_3 , який визначає положення точки підвісу O_3 дебалансу відносно осі Ox ; β_{23} , β_{32} – кути між стержнями маятників 2 і 3 (індекси 2 і 3 визначають порядок відліку цих кутів).

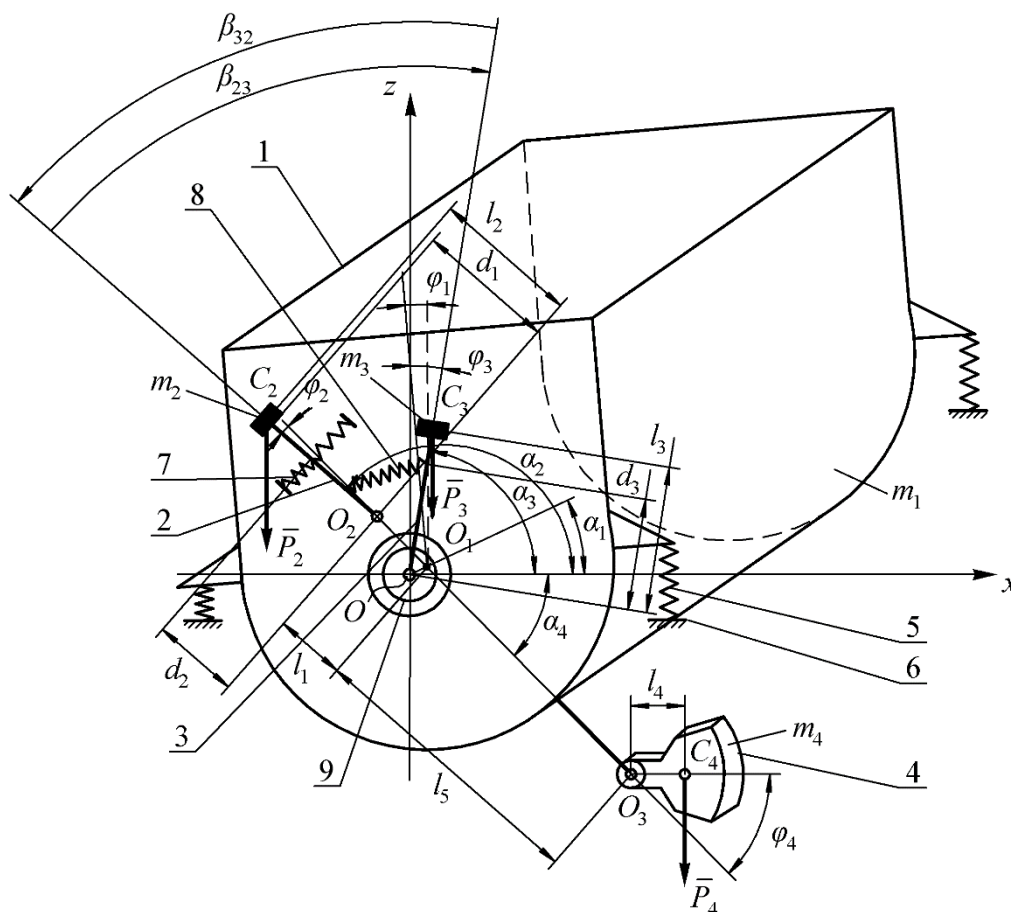


Рис. 1.

Для побудови математичної моделі коливального руху сушильної камери і маятникових механізмів вільного ходу використовувався метод складання диференціальних рівнянь руху механічної системи у вигляді рівнянь Лагранжа 2-го роду. При цьому конструкція вібраційної сушарки є механічною системою із шістьма ступенями вільності.

Тому застосовано шість незалежних узагальнених координат: x_1 , y_1 , φ_1 – відповідно лінійні коливальні рухи робочої камери вздовж осей Ox , Oz і кутові коливання навколо поздовжньої осі, що проходить через центр мас камери (точку O_1); φ_2 , φ_3 , φ_4 – кутові коливальні рухи відповідно маятників 2, 3 і 4 від свого положення рівноваги.

В результаті досліджувана механічна система також містить шість диференціальних рівнянь руху вищезгаданих параметрів руху системи.

Складена система із шести нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку відносно шести невідомих дає опис коливального руху сушильної камери 1, маятників 2 і 3 механізмів вільного ходу і обертального руху дебалансу вібратора, що генерує ці коливання.

Висновки. Аналітичний і чисельний розв'язок складених диференціальних рівнянь розробленої математичної моделі сушарки дозволяє обґрунтувати її раціональні конструктивні і технологічні параметри для виконання операції сушіння сипких матеріалів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СХЕМИ НАВІСНОГО МЕХАНІЗМУ ТРАКТОРА НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ОРНОГО АГРЕГАТУ

Булгаков В. М.¹, Надикто В. Т.²

¹Національний університет біоресурсів та природокористування України

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Показники якості роботи орного агрегату багато в чому залежать від схеми з'єднання навісного плуга з трактором. Найчастіше це з'єднання, що виконується за двоточковою (рис. 1) або триточною (рис. 2) схемою, є асиметричним.

Унаслідок цього виникає момент, який намагається повернути трактор у горизонтальній площині. Залежно від обраної схеми з'єднання трактора з навісним плугом, цей розвертальний момент буде більшим або меншим, а показники роботи орного агрегату – гірше або кращі.

За двоточною схемою налагодження заднього навісного механізму (ЗНМ) трактора розвертальний момент, що діє з боку плуга, може бути визначений із наступного виразу:

$$M_{r2} = P \cdot [d \cdot \cos(\gamma \pm \beta) - s \cdot \sin(\gamma \pm \beta)]. \quad (1)$$

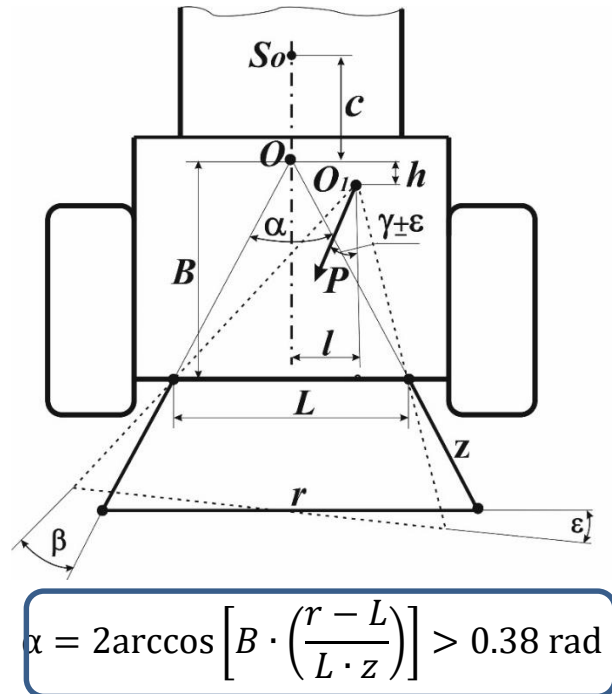
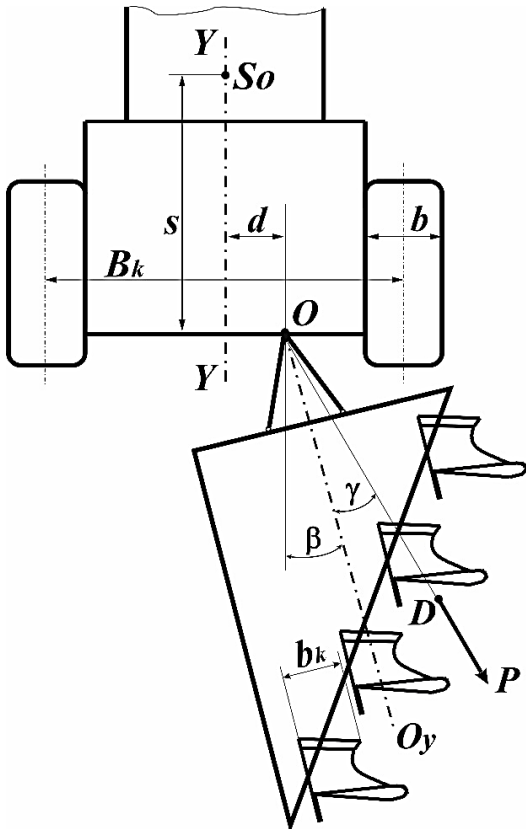


Рис. 1. Двоточкова схема приєднання плуга до трактора

Рис. 2. Триточкова схема приєднання плуга до трактора

За триточкової схеми агрегування плуга створюваний ним розвертальний момент виражається такою залежністю:

$$M_{r3} = P \cdot \left\{ l \cdot \cos \left[\gamma \pm \left(1 - \frac{L}{r} \right) \cdot \beta \right] + (h + c) \cdot \sin \left[\gamma \pm \left(1 - \frac{L}{r} \right) \cdot \beta \right] \right\}. \quad (2)$$

У рівняннях (1) та (2) прийняті наступні позначення: P – сила опору плуга, кН; d – величина правостороннього поперечного зміщення плуга відносно поздовжньої осі симетрії трактора, м; s – відстань від центру мас трактора до точки кріплення нижніх тяг ЗНМ трактора, м; l, h – відповідно поперечна і поздовжня координати відхилення миттєвого центру повороту триточкового ЗНМ трактора від симетричного положення, м; L, r – відстань між точками кріплення нижніх тяг та довжина приєднувального трикутника ЗНМ трактора, м; β – кут повороту нижніх тяг навісного механізму трактора, град.; γ – кут (град.), який характеризує величину відхилення центру опору плуга від його поздовжньої осі симетрії.

Розрахунками встановлено, що зростання розвертального моменту відбувається більш інтенсивно за двоточкової схеми приєднання плуга до трактора. У зв'язку з цим її застосування доцільне лише за певних співвідношень між шириною захвату плуга та параметрами ходової системи трактора:

$$B_k = B_p + b_k - 2A - b. \quad (3)$$

$$\hat{B}_k = B_p + b_k + b, \quad (4)$$

де B_k, \hat{B}_k – колія трактора за його руху з плугом правими колесами поза борозною і в борозні відповідно, м; B_p – ширина захвату плуга, м; b_k – ширина захвату одного корпусу плуга, м; b – ширина шини колеса трактора, м; A – відстань від стінки борозни до крайки шини колеса трактора, м.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що за правильного налаштування навісного механізму трактора за триточковою схемою нуль-гіпотеза про рівність дисперсій ширини захвату плуга порівняно з варіантом його приєднання за двоточковою схемою не відхиляється. Практично однаковими є процеси розподілу частот дисперсій коливань кута повороту плуга у горизонтальній площині.

У підсумку у процесі комплектації орного агрегату слід урахувати наступне. Якщо параметри ходової системи трактора унеможливають симетричне приєднання плуга, краще використовувати двоточкову схему налагодження заднього навісного механізму трактора. При цьому першочерговість правостороннього поперечного зміщення плуга належить аналогічному переміщенню нижніх тяг навісного механізму трактора.

Коли ж параметри ходової системи трактора допускають симетричне агрегування плуга, то енергетичний засіб може мати лише одну схему налагодження заднього навісного механізму – триточкову.

УДК 004.925.8:631.3

КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ ЗАСОБАМИ СТРУКТУРНО- ПАРАМЕТРИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ

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

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

Нині для економіки України доволі важливе сільське господарство, оскільки ця галузь відіграє провідну роль у стабілізації сучасних економічних процесів. Підвищення її ефективності являє собою актуальну суспільну проблему. Одним із шляхів успішного вирішення окресленого питання є подальше вдосконалення використовуваних технічних знарядь, зокрема, ґрунтообробних. Тому зазначена тематика розглядається далі.

Багатообіцяючий напрямок у даному плані становить широке застосування комп'ютерних інформаційних технологій, зокрема систем автоматизованого проєктування. Їх базовим компонентом є комп'ютерне геометричне моделювання, перспективною складовою якого можна вважати методологію структурно-параметричного формоутворення, напрацьованою науковою школою прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

У виданнях [1–5] наведено відомості щодо конструкції сільсько-господарських машин, виконання їх розрахунків, практичного використання. У дослідженні [6] подано базові положення структурно-параметричного формоутворення. У роботі [7] здійснено його вдосконалення на підставі запропонованого принципу інтеграції. Останній спрямований на поєднання таких стадій життєвого циклу промислової продукції як проєктування, виготовлення та експлуатація з належними засобами комп'ютерного геометричного моделювання. Це сприяє проведенню її комплексної оптимізації. У статті [8] викладено спосіб побудови інтегрованих класифікацій для автоматизованого формоутворення груп технічних об'єктів, що підвищує продуктивність проєктування.

Мета даної публікації полягає у висвітленні методики комп'ютерного геометричного моделювання ґрунтообробних знарядь на прикладі лап-полиць культиваторів, окресленні напрямків її поширення на інші сільськогосподарські машини.

Згідно з попередніми доробками авторів ґрунтообробні знаряддя ГЗ визначаються кортежем

$$ГЗ = (ГЗ_i)_1^{N_{ГЗ}} = (ГЗ_i)_1^3, \quad (1)$$

де $ГЗ_1=ГЗО$ – основного, $ГЗ_2=ГЗП$ – поверхневого, $ГЗ_3=ГЗС$ – спеціального

обробітку.

Другий елемент множини (1)

$$ГЗП = (ГЗП_i)_1^{N_{ГЗП}} = (ГЗП_i)_1^5, \quad (2)$$

де $ГЗП_1=БР$ – борони, $ГЗП_2=КЛ$ – культиватори, $ГЗП_3=КТ$ – котки, $ГЗП_4=ФР$ – фрези, $ГЗП_5=КМ$ – комбіновані.

Згідно з літературними джерелами [1, 2] робочі органи культиваторів $КЛ$ показано на рис. 1.

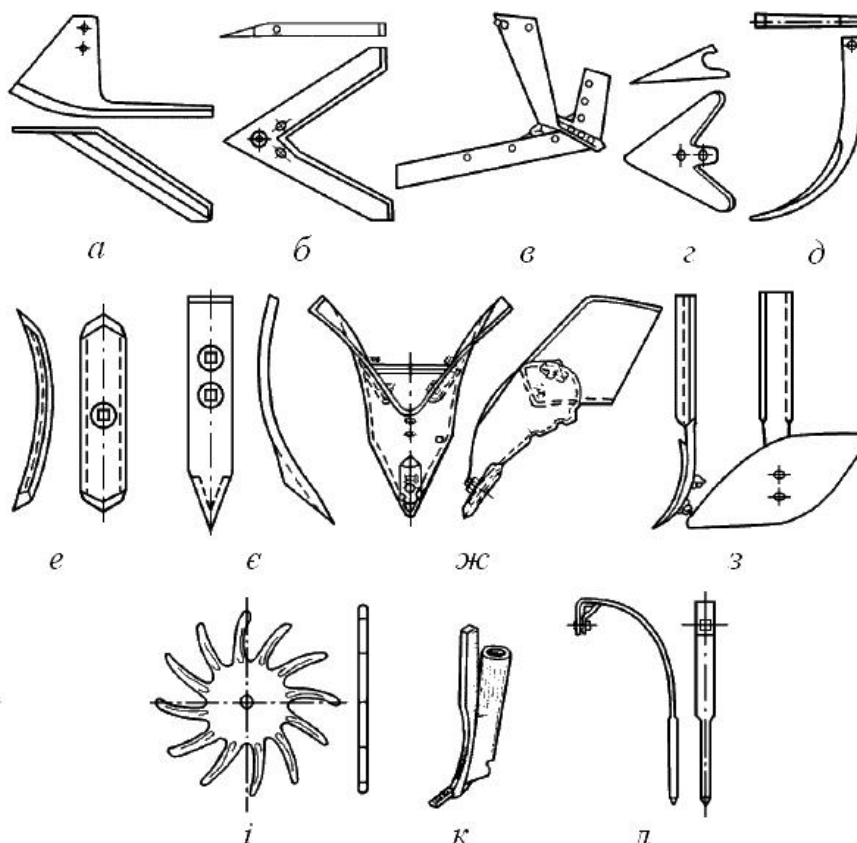


Рис. 1. Робочі органи культиваторів [2]:

a – однобічна лапа; $б$ – стрілочаста лапа без хвостовика; $в$ – плоскорізальна лапа; $г$ – стрілочаста універсальна лапа; $д$ – долотоподібна лапа; $е$ – розпушувальна обертальна лапа; $є$ – списоподібна лапа; $ж$ – підгортач; $з$ – лапа-полиця; $і$ – голчастий диск; $к$ – підживлювальний ніж; $л$ – полольний зуб

Для демонстрації запропонованої методики комп'ютерного геометричного моделювання обрано лапи-полиці (рис. 1, $з$). Зазначимо, що незважаючи на велике різноманіття робочих органів культиваторів загальний порядок їх формоутворення на засадах структурно-параметричної методології доволі схожий. Проте, існують і певні відмінності, які потрібно брати до уваги під час автоматизованого проектування.

Спочатку виконується дефініція складу модельованого об'єкта O , в нашому випадку лапи-полиці $ЛП$, див. рис. 2, a ,

$$O = (o_i)_1^{N_o} = ЛП = (лп_i)_1^{N_{ЛП}} = (лп_i)_1^3, \quad (3)$$

де $o_1=лп_1=СТ$ – стояк, $o_2=лп_2=ПЛ$ – полиця, $o_3=лп_3=КР$ – кріплення.

Далі для елементів o_i визначаються їх проектні варіанти, які описуються кортежами

$$o_i = (o_{ij})_1^{N_{oi}}, \quad (4)$$

де N_{oi} – кількість різновидів o_i ,
та вектори параметрів

$$P_{ij} = (p_{ijk})_1^{N_{p_{ij}}}, \quad (5)$$

де $N_{p_{ij}}$ – число параметрів j -го варіанта i -го елемента.

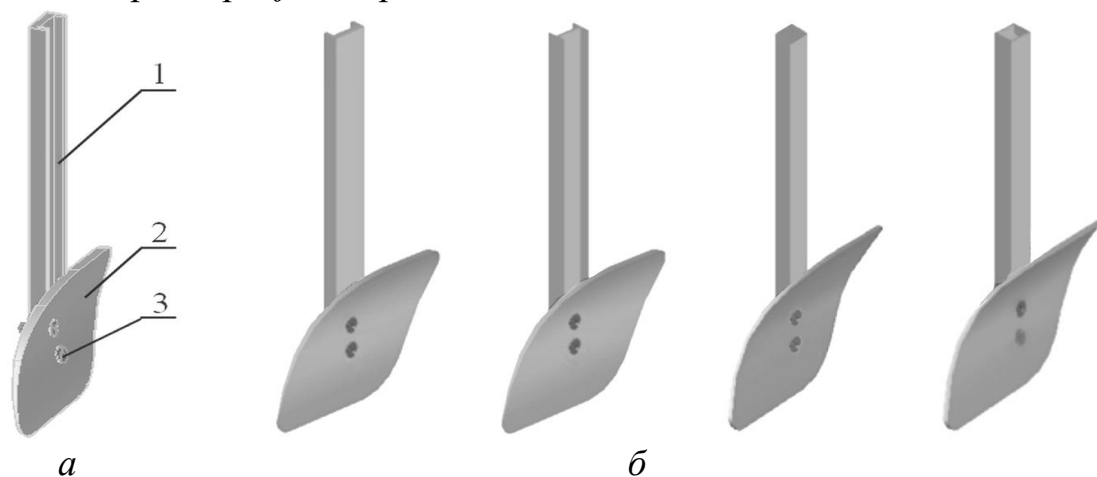


Рис. 2. Лапа-полиця:
а – склад елементів (1 – стояк; 2 – полиця; 3 – кріплення);
б – проектні варіанти

Уявлення про застосування формул (2) ... (5) дає рис. 2, б. З нього видно, що опрацьовується множина стояків

$$CT = (ct_i)_1^{N_{CT}} = (ct_i)_1^4, \quad (6)$$

де ct_1 – швелерні, ct_2 – двотаврові, ct_3 – квадратні, ct_4 – з квадратної труби.

Також аналізуються структурні варіанти полиць

$$ПЛ = (pl_i)_1^{N_{ПЛ}} = (pl_i)_1^3 \quad (7)$$

і кріплення

$$КР = (kr_i)_1^{N_{КР}} = (kr_i)_1^4. \quad (8)$$

Можливий взаємозв'язок між існуючими варіантами n -го та m -го елемента лапи-полиці $ЛП$ відображають належні матриці суміжності. Останні разом із кортежами (3) ... (5) дозволяють отримати, див. дослідження [6], графову структурно-параметричну модель, яка забезпечує, зокрема, проведення комплексної оптимізації опрацьовуваного об'єкта.

Це реалізується завдяки тому, що до складу математичних залежностей для визначення параметрів (5) входять аналітичні описи не тільки дефініції геометричних величин створюваного виробу, а й тих, що подають предметну область його використання. У нашому випадку – лап-полиць.

Подібні, див. рис. 1, та інші вироби можуть формуватися схожим чином. Однак, для забезпечення потрібної високої їх якості і продуктивності

відповідних процесів автоматизованого проектування необхідні нові пристосовані способи, прийоми та алгоритми структурно-параметричного формоутворення.

Для успішної реалізації комплексної оптимізації різноманітних сільськогосподарських машин важливим, на думку авторів, є широке практичне впровадження в комп'ютерні інформаційні технології поданого у статті [7] принципу інтеграції. У даному разі застосування останнього полягає в напрацюванні належних адаптованих аналітичних та інших моделей для параметрів (5), що описують процеси розроблення, виготовлення й експлуатації проаналізованих технічних об'єктів.

Висновки. У даній публікації розглянуто теоретичні засади та основні етапи запропонованої методики комп'ютерного варіантного геометричного моделювання ґрунтообробних знарядь на прикладі лап-полиць культиваторів. Окреслено перспективи її поширення на інші вироби, визначено напрямки проведення наступних наукових досліджень з визначеної тематики. Висвітлений підхід спрямований на подальше вдосконалення знарядь сільськогосподарського виробництва, що є доволі важливим на сучасному етапі розвитку нашої держави.

Література

1. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.
2. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ІПТО НАПН України, 2015. 291 с.
3. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль: ТДПУ, 2005. 228 с.
4. Кобець А.С., Волик Б.А., Пугач А.М. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок. Дніпропетровськ: Свидлер А.Л., 2011. 140 с.
5. Беседа О.О., Маслійов С.В. Сільськогосподарські машини. Частина І. Ґрунтообробні, посівні та садильні машини. Луганськ: Віртуальна реальність, 2014. 188 с.
6. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання. Геометричне та комп'ютерне моделювання. 2009. Вип. 23. С. 42–48.
7. Яблонський П.М. Деякі питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проектування технічних об'єктів. Сучасні проблеми моделювання. 2018. Вип. 13. С. 192–198.
8. Яблонський П.М., Вірченко Г.А., Волоха М.П., Воробйов О.М., Лазарчук-Воробйова Ю.В. До питання аналізу геометричних моделей сучасних ґрунтообробних знарядь. Сучасні проблеми моделювання. 2022. Вип. 24. С. 193–200.

УДК 004.925:629

ДО ПИТАННЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ ІНЕРЦІАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Іванов С. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

Покращення існуючих підходів до автоматизованого проектування складних виробів приладобудування, зокрема інерціальних навігаційних систем, становить актуальну наукову прикладну проблему. Успішне її вирішення забезпечує суттєве підвищення якості зазначених технічних об'єктів.

Одним із прогресивних напрямків автоматизованого проектування промислової продукції, процесів її виготовлення та експлуатації є *методологія структурно-параметричного формоутворення*, визначення й основні положення якої викладено у праці [1]. Публікацією [2] обґрунтовано доцільність поширення цих методів у приладобудуванні. Було показано, що останнє вимагає проведення додаткових наукових досліджень для врахування існуючих особливостей даної галузі. Наприклад, складності багатьох пристроїв, пов'язаної з поєднанням у їх конструкції фізично різнорідних частин (механічних, електричних, оптичних тощо), великого їх числа і т. д. Теоретичні засади структурно-параметричної методології вдосконалено *принципом узагальнених геометричних моделей*, окреслено перспективи подальших розвідок з описаної тематики. Статті [3–5] розкривають особливості навігаційного обладнання, зокрема волоконно-оптичних гіроскопів (ВОГ).

Ціль даного дослідження полягає в аналізі деяких аспектів створення *інтегрованих функціонально-конструкторсько-технологічних геометричних моделей*, застосовуваних у приладобудуванні на прикладі розроблення компонентів інерціальних навігаційних систем.

Зауважимо, що при проектуванні пристроїв характерна наявність багатьох варіантів їх практичної реалізації та важливість обрання найкращого з них. Для цього використовується *системно-ієрархічний підхід*. Виданням [2] показано можливість його успішної реалізації на основі структурно-параметричної методології.

У приладобудуванні розрізняють *функціональне, конструкторське та технологічне проектування*, для яких широко вживані різноманітні засоби геометричного моделювання. Останні пропонується прийняти за основу для автоматизованого поєднання стадій створення приладів з метою їх комплексної оптимізації. Таким чином, об'єктивно виникає потреба у відповідних інтегрованих узагальнених геометричних моделях.

Функціональне (схемне) проектування містить *інформаційно-логічний, системотехнічний та елементний рівень*. На вищому інформаційно-логічному

рівні прилад розглядається як сукупність функціональних пристроїв, між якими здійснюється обмін інформацією. Задача проектування полягає в дефініції оптимальної структури та параметрів приладу. Наступний системотехнічний рівень складається з функціональних вузлів і блоків. Для кожного функціонального пристрою визначається їх раціональна номенклатура та належні характеристики. При цьому у вузлах блоки подаються як перетворювачі сигналів, тобто без урахування фізичної природи, а далі на елементному рівні вже розкривається їх внутрішня будова. Зауважимо, що для простих приладів кількість рівнів функціонального проектування може зменшуватися, а для складних – збільшуватися шляхом використання необхідних підрівнів.

Під час конструкторського проектування визначається форма, розміри, матеріал окремих деталей, їх місце у складальних одиницях (вузлах), останніх у всьому виробі тощо. При цьому також має місце поділ на певні ієрархічні рівні. На верхньому, компоновальному, опрацьовується взаємне розташування вузлів приладу. Далі, в залежності від конкретного проєктованого об'єкта, може бути кілька рівнів складальних одиниць і рівень деталей.

Завданням технологічного проектування є розроблення процесів виготовлення приладу, потрібного обладнання й оснащення. На нижчих ієрархічних рівнях цього проектування створюються технології для окремих деталей, а на верхніх – вирішуються питання складання, налаштування та випробування.

На рис. 1 показано функціональну схему ВОГ згідно з публікацією [3], де SLD – супер-люмінісцентний діод, PINFET – спектрально та поляризаційно нечутливий квадратичний фотоприймач. У цій праці описано також відповідні аналітичні й алгоритмічні моделі.

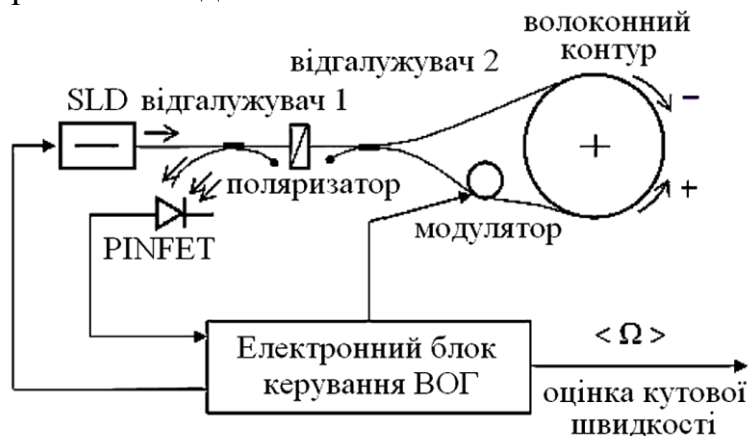


Рис. 1. ВОГ з відкритою петлею зворотного зв'язку

Уявлення про конструкторське проектування котушки ВОГ за матеріалами роботи [4] дає рис. 2.

Геометричним прикладом результатів технологічного проектування слугує, зокрема, намотувальна машина, зображена на рис. 3. Це обладнання забезпечує виготовлення котушок з кількома типами намоток, таких як квадрупольна, модифікована квадрупольна та іншими. Для намотки волокна

застосовуються два намотувальних модулі 2 з водилами 4. За рахунок керування рухом цих модулів з використанням лінійних направляючих та водил забезпечується рівномірне вкладання волокна на котушку ВОГ та стабілізація його натягу. До складу машини входить електронний блок та пульт керування.

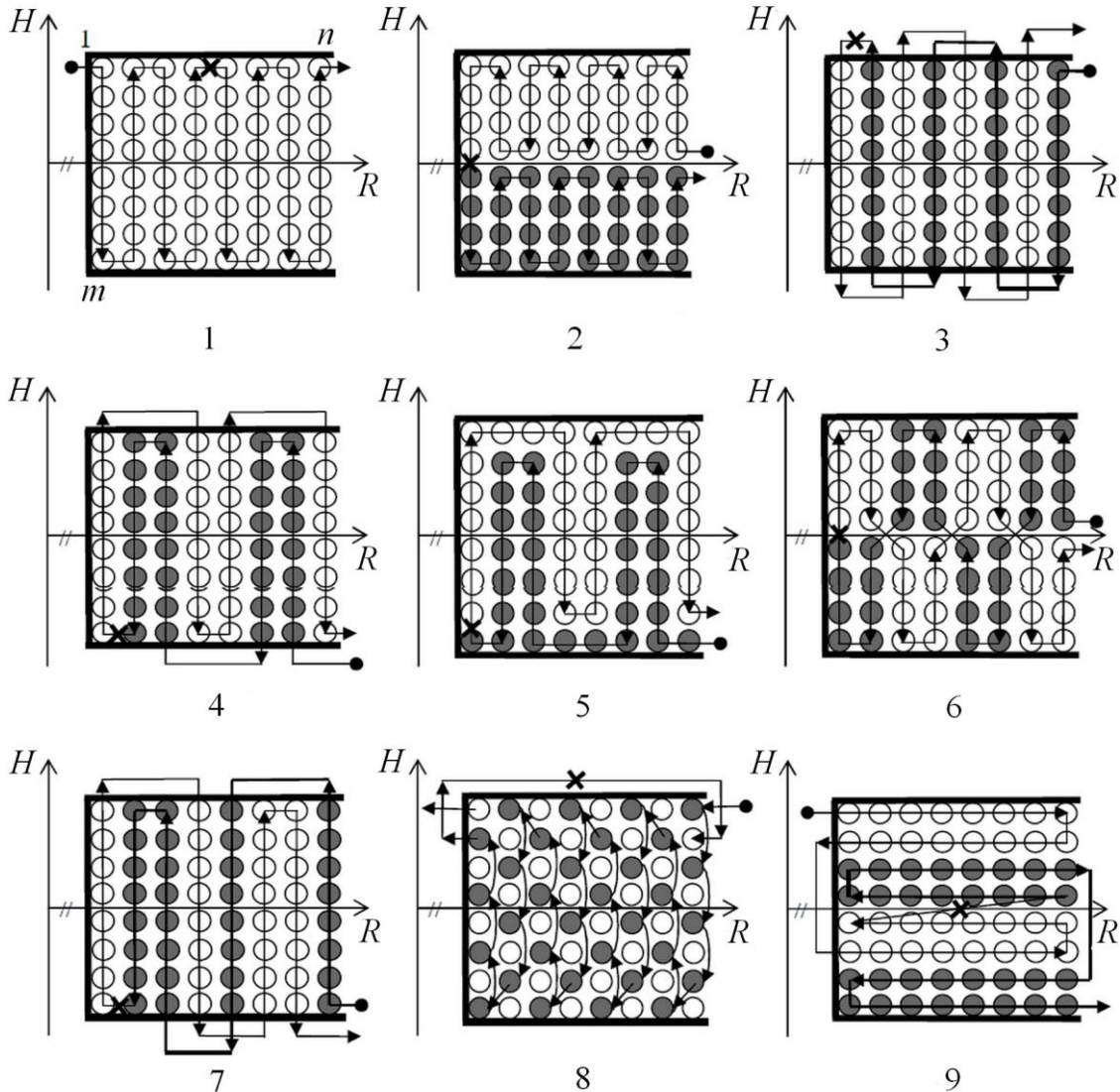


Рис. 2. Структурно-параметричні варіанти намотки котушки ВОГ:
 1 – однополюсна проста; 2 – однополюсна центрована; 3 – дипольна;
 4 – квадрупольна; 5 – модифікована квадрупольна; 6 – квадрупольна
 центрована; 7 – октупольна; 8 – біфілярна; 9 – без перехрещування витків

Отже, наведені факти свідчать про важливість геометричних моделей при проектуванні приладів, зокрема складових інерціальних навігаційних систем. Це стосується як функціональних схем, що створюються, зазвичай, за допомогою двовимірних побудов, так і конструкторсько-технологічних напрацювань, де вже використовуються комп'ютерні твердотільні компоненти. Більш того, останні можуть мати не тільки статичний, а й динамічний характер.

Висновки. У даній роботі обґрунтовано доцільність розроблення під час автоматизованого проектування у приладобудуванні інтегрованих

функціонально-конструкторсько-технологічних геометричних моделей. Як математичну основу для цього запропоновано застосовувати методологію структурно-параметричного формоутворення.

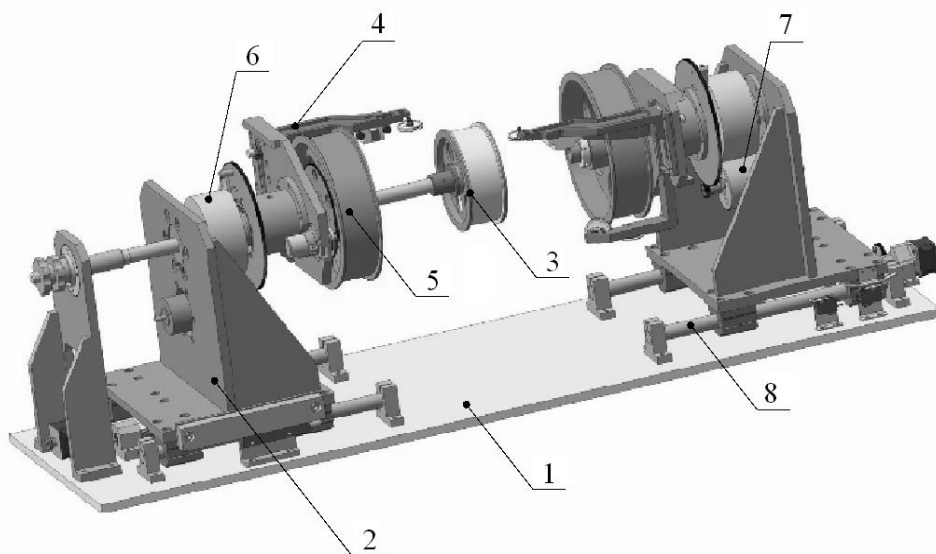


Рис. 3. Машина для намотки оптичного волокна:

- 1 – основа; 2 – намотувальний модуль; 3 – котушка ВОГ; 4 – водило;
5 – робоча котушка; 6 – вузол кріплення осі водила; 7 – редуктор;
8 – лінійні направляючі

Однак окреслені напрямки потребують проведення належних подальших наукових досліджень.

Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання. Геометричне та комп'ютерне моделювання. 2009. Вип. 23. С. 42–48.

2. Іванов С.В. Деякі перспективи розвитку геометричного моделювання складних виробів приладобудування на прикладі інерціальних навігаційних систем. Прикладна геометрія та інженерна графіка. 2022. Вип. 102. С. 56–66.

3. Іванов С.В. Вплив параметрів елементів волоконно-оптичного гіроскопа з відкритою петлею зворотного зв'язку на точність вимірювання. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. №1/9 (79). С. 16–24.

4. Іванов С.В. Порівняльний аналіз ефективності видів намотки волокна чутливого елемента волоконно-оптичного гіроскопа в умовах зміни температури. Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2016. № 1. С. 99–106.

5. Вірченко Г.А., Іванов С.В. Деякі аспекти геометричного моделювання навігаційних приладів на прикладі волоконно-оптичних гіроскопів. Збірник доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності». Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2022. С. 11–14.

УДК 004.925.8:726.5

ДО ПИТАННЯ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ КУПОЛІВ ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ

Терещук М. О.

Київський національний університет будівництва і архітектури

У зв'язку зі складною ситуацією в Україні нині все більше людей звертаються до християнських цінностей. Це спричиняє необхідність будівництва не тільки нових, а й відновлення зруйнованих у результаті бойових дій православних храмів. Об'ємно-просторові форми останніх доволі важливі з релігійної точки зору та вимагають яскравої індивідуальності. Куполи уособлюють небесні образи, мають велике символічне значення для віруючих. Наведені факти обумовлюють актуальність підвищення якості зазначених об'єктів і зменшення при цьому витрат на їх проектування, виготовлення та подальшу експлуатацію.

У статті [1] розглядаються питання національної ідентичності українських храмів, існуючих традицій і відповідного новаторства. Приклади вітчизняних православних споруд подано в публікації [2]. Працею [3] проаналізовано формоутворення баневих (купольних) завершень церковних будівель. Видання [4] наводить різні форми куполів (конусну, яйцеподібну, маківку, цибульчасту, грушоподібну, гранчасту тощо), існуючі їх ярусності (одно-, дво- і триярусні) та кількість у храмі. У роботі [5] запропоновано визначення твірної лінії для поверхні обертання цибульчастого купола у вигляді коробової кривої з трьох дуг кіл. При цьому побудову решти форм куполів та їх ярусність не досліджено. У даному плані доволі доречним є структурно-параметричне геометричне моделювання, представлене у публікації [6]. Останнє слугує теоретичною основою для запропонованого способу формоутворення куполів, доцільність застосування якого підтверджують приклади видання [7] щодо об'ємно-просторових різновидів баневих завершень православних храмів.

Відповідно до структурно-параметричного підходу опрацьовуватимемо наступну множину форм куполів

$$\Phi K = (\Phi K_i)_1^{N_{\Phi K}} = (\Phi K_i)_1^5, \quad (1)$$

де $\Phi K_1 = K\Phi$ – конусна, $\Phi K_2 = Я\Phi$ – яйцеподібна, $\Phi K_3 = M\Phi$ – маківка, $\Phi K_4 = Ц\Phi$ – цибульчаста, $\Phi K_5 = Г\Phi$ – грушоподібна.

При цьому кожен елемент (1) подається у двох варіантах: гладкому та гранчастому.

Для проєктованих куполів застосовуватимемо складений твірний контур на базі векторних параметричних кривих другого порядку

$$TK = (TK_i)_1^{N_{TK}} = (TK_i)_1^3. \quad (2)$$

Даний контур може містити змінну кількість елементів, максимальне число яких дорівнює трьом. Також використовується здатність базової кривої перетворюватися у відрізок прямої лінії.

В основі геометричного моделювання баневих завершень православних храмів лежить *неперервне* (для гладких форм) або *дискретне* (для гранчастих) обертання контуру (2) навколо вертикальної осі.

На рис. 1 її зображено належною лінією та наведено деякі різновиди твірних із характеристичними вершинами для певних куполів.

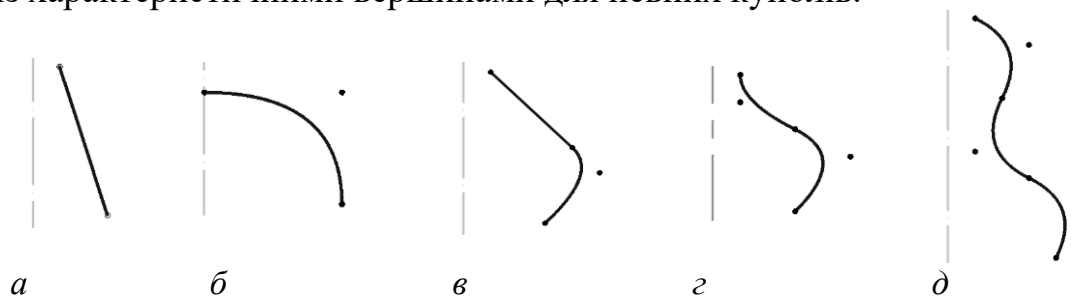


Рис 1. Структурно-параметричні варіанти твірного контуру (2):
а – конічний; *б* – яйцеподібний; *в* – маківка; *г* – цибульчастий;
д – грушоподібний

Рис. 2 ілюструє кілька поверхонь куполів, які відповідають попереднім зображенням.

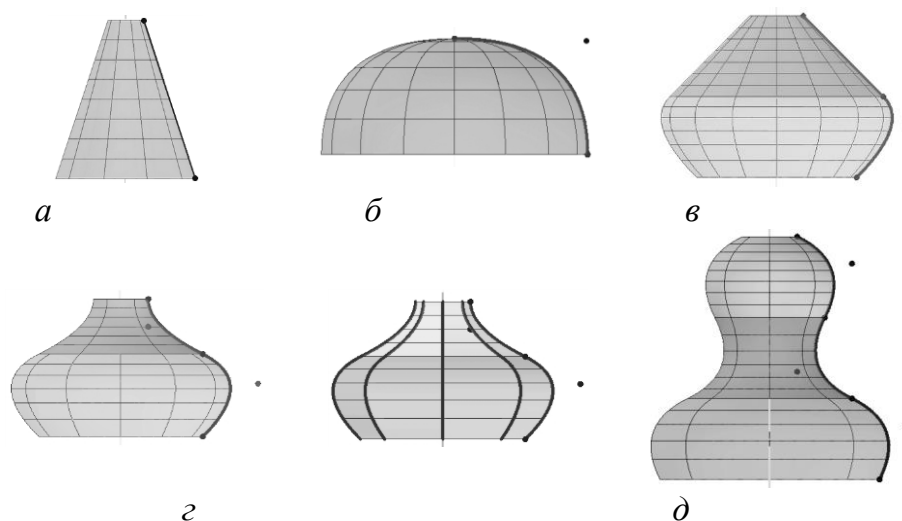


Рис 2. Поверхні куполів:
а – конічна; *б* – яйцеподібна; *в* – маківка;
г – цибульчата гладка та гранчаста; *д* – грушоподібна

На рис. 3, а показано поєднання гранчастого барабана й такого ж цибульчастого купола, а на рис 3, б додатково наведено ще один ярус, до якого входить круговий циліндричний барабан та яйцеподібний купол.

Можливими є також й інші комбінації проаналізованих вище форм. Наприклад, маківки з циліндричним або гранчастим барабаном, останніх з грушоподібною поверхнею і т. д. Описаний механізм математично зручно реалізується структурно-параметричною методологією.

Зауважимо також, що розглянуті фігури, як правило, різняться поміж собою не тільки формою, а й своїми розмірами.

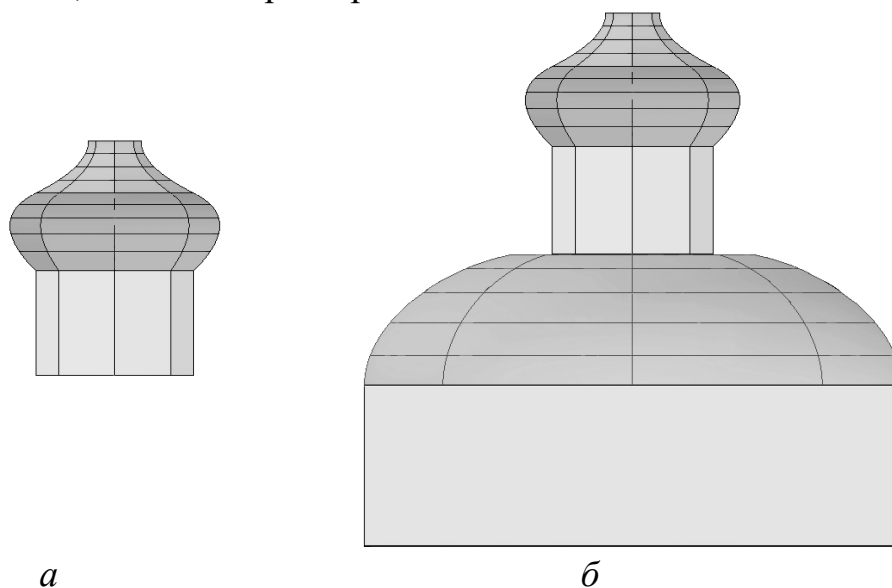


Рис 3. Поєднання барабанів і куполів:
а – гранчастих поверхонь; *б* – двоярусне банне завершення

Висновки. У даній публікації подано запропонований спосіб структурно-параметричного геометричного моделювання куполів православних храмів, який доцільно використовувати в середовищі сучасних комп'ютерних інформаційних систем архітектурно-будівельного спрямування. Це сприятиме підвищенню якості отримуваних результатів, зменшуватиме витрати на виконання зазначених процесів.

Література

1. Гнідець Р.Б. Національна ідентичність архітектури українських церков у традиції та новаторстві їх вираження. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Архітектура. 2015. № 836. С. 168–175.
2. Івченко А. Православні храми України. Світогляд. 2018. № 4 (72). С. 7–15.
3. Гнідець Р.Б. Традиція у формах баневих завершень церков українського архітектурного модерну та її вираження в сучасному храмобудуванні. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2008. № 632. С. 7–14.
4. Слепцов О.С. Архітектурне проектування і реконструкція православних храмів. Київ: А+С, 2014. 272 с.
5. Дорошенко Ю.О., Пустовойт Р.О. Геометрія куполів православних храмів. Теорія та практика дизайну. Технічна естетика. 2019. Вип. 16. С. 68–86.
6. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурнопараметричного геометричного моделювання. Геометричне та комп'ютерне моделювання. 2009. Вип. 23. С. 42–48.
7. Куцевич В.В. Культові будинки та споруди різних конфесій. Київ: КиївЗНДІЕП, 2002. 116 с.

УДК 631.333

ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНОЇ ШВИДКОСТІ СХОДУ ЧАСТИНКИ ДОБРИВА З ДИСКА, НАХИЛЕНОГО ПІД КУТОМ ДО ГОРИЗОНТУ З УРАХУВАННЯМ ШВИДКОСТІ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ АГРЕГАТУ

Головач І. В.¹, Адамчук О. В.²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

При визначенні абсолютної швидкості сходу частинок добрив з диска (кінця лопатки), нахиленого під кутом до горизонту, при розкиданні мінеральних добрив по поверхні поля, слід зазначити, що швидкість \bar{V}_{GO} сходу частинки добрив у будь-який момент часу t сходу частинки з лопатки є векторною сумою відносної швидкості \bar{V}_{BC} руху частинки по лопатці на кінці лопатки і переносної швидкості \bar{V}_{NC} лопатки при обертанні диска.

Оскільки вектор \bar{V}_{BC} лежить у площині диска і спрямований по радіусу диска, а вектор \bar{V}_{NC} також лежить у площині диска і спрямований по дотичній до диска, то і вектор \bar{V}_{GO} також лежить у площині диска, як векторна сума двох векторів, що лежать у площині диска.

Однак головна складність полягає в тому, що кут між вектором \bar{V}_{GO} і горизонтальною площиною при цьому в довільний момент часу t сходу частинки з лопатки буде змінним. А якщо ще зважити на поступальне переміщення нахиленого тукорозсівного робочого органу, то завдання ще більше ускладнюється.

Тому застосувати в цьому випадку звичайні властивості складання векторів за правилом паралелограма і теорему косинусів для визначення модулів цих векторів неможливо. Значно простішим і зручнішим для проведення складання векторів, визначення їх модулів, необхідних кутів між векторами є представлення цих векторів через їх проекції в декартовій системі координат. Досить просто при цьому визначаються також скалярні та векторні добутки векторів.

Необхідно тільки так обрати декартову систему координат, щоб проекції потрібних нам векторів визначити очевидним чином у довільний момент часу t сходу частинки з лопатки.

Оскільки в кінцевому підсумку нам необхідно визначити кут між вектором \bar{V}_a абсолютної швидкості частинки добрив в момент її сходу з кінця лопатки з урахуванням поступального руху агрегату і горизонтальною площиною, то оберемо спочатку декартову систему координат $xOyz$, початок якої (точка O)

розташована в центрі диска, що обертається, вісь Oy лежить у горизонтальній площині та спрямована протилежно напрямку поступального руху агрегату, вісь Ox також лежить у горизонтальній площині та спрямована перпендикулярно осі Oy праворуч від зазначеної осі (ліворуч від напрямку поступального руху агрегату), вісь Oz спрямована вертикально вгору.

Далі, враховуючи ту обставину, що диск нахилений під кутом α до горизонту, виберемо іншу декартову систему координат $x_1Oy_1z_1$, яка утворюється в результаті повороту системи координат $xOyz$ навколо точки O на кут α (кут нахилу диска, що обертається, до горизонту) у вертикальній площині yOz проти ходу годинникової стрілки. При цьому горизонтальна площина xOy опиниться в площині диска, утворюючи площину x_1Oy_1 декартової системи координат $x_1Oy_1z_1$, вісь Oz повернеться на кут α , утворюючи вісь Oz_1 , яка буде перпендикулярною до площини диска (рис. 1).

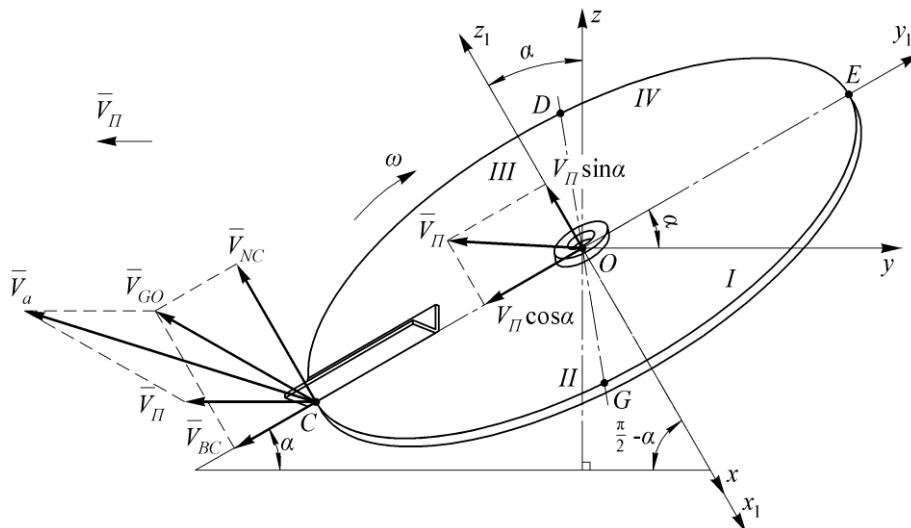


Рис. 1. Еквівалентна схема сходження частинки добрива з диска нахиленого тукорозсівного робочого органу з урахуванням поступальної швидкості агрегату

Таким чином, диск обертається навколо осі, що збігається з віссю Oz_1 з постійною кутовою швидкістю ω за годинниковою стрілкою. Рух частинки добрив по диску буде здійснюватися в площині x_1Oy_1 , а тому визначити проєкції векторів швидкостей переміщення зазначеної частки у системі координат $x_1Oy_1z_1$ буде досить не складно.

Справді, як видно з рис., у системі координат $x_1Oy_1z_1$ відносна швидкість \bar{V}_{BC} переміщення частинки по площині диска (вздовж лопатки) в момент знаходження на краю диска може бути представлена таким вектором:

$$\bar{V}_{BC} = \left\{ V_{BC} \sin \omega t, \quad V_{BC} \cos \omega t, \quad 0 \right\}. \quad (1)$$

Переносна (колова) швидкість \bar{V}_{NC} частинки може бути представлена таким вектором:

$$\bar{V}_{NC} = \left\{ V_{NC} \cos \omega t, \quad -V_{NC} \sin \omega t, \quad 0 \right\}. \quad (2)$$

Тоді вектор абсолютної швидкості \bar{V}_a частинки добрива під час її сходження з диску з урахуванням поступального руху агрегату буде дорівнювати:

$$\bar{V}_a = \left\{ V_{BC} \sin \omega t + V_{NC} \cos \omega t, \quad V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha, \quad V_{II} \sin \alpha \right\} \quad (3)$$

Модуль вектора \bar{V}_a (тобто величина абсолютної швидкості) буде визначатись так:

$$V_a = \left[(V_{BC} \sin \omega t + V_{NC} \cos \omega t)^2 + (V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha)^2 + (V_{II} \sin \alpha)^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Кут між вектором абсолютної швидкості і горизонтальною площиною при цьому буде дорівнювати:

$$\varphi = \arccos \left\{ \left\{ (V_{BC} \sin \omega t + V_{NC} \cos \omega t)^2 + [(V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha) \cos \alpha - V_{II} \sin^2 \alpha]^2 \right\} \cdot \left\{ (V_{BC} \sin \omega t + V_{NC} \cos \omega t)^2 + [(V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha) \cos \alpha - V_{II} \sin^2 \alpha]^2 + [(V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha) \sin \alpha + V_{II} \sin \alpha \cdot \cos \alpha]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \times \left\{ (V_{BC} \sin \omega t + V_{NC} \cos \omega t)^2 + [(V_{BC} \cos \omega t - V_{NC} \sin \omega t - V_{II} \cos \alpha) \times \cos \alpha - V_{II} \sin^2 \alpha]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \right\}. \quad (5)$$

Отже, отримано вираз (5) визначення кута φ між вектором \bar{V}_a і горизонтальною площиною в будь-який момент часу t сходження частинки з лопатки. Цей кут значно впливає на дальність польоту частинки добрива після її сходження з диска нахиленого тукорозсівного робочого органу, а, отже, і на збільшення робочої ширини захвату машини для внесення мінеральних добрив.

УДК 539.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЬОВОГО РОЗТЯГУ ПЛАСТИНИ, ПОСЛАБЛЕНОЇ ДВОЯКО-ПЕРІОДИЧНОЮ СИСТЕМОЮ КРУГЛИХ ОТВОРІВ, МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Куценко А. Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У сільськогосподарському машинобудуванні двояко-періодичні перфоровані пластинки чи оболонки достатньо широко використовуються. Як правило, це обумовлено двома причинами: по-перше, намаганням конструкторів зменшити вагу конструкції в цілому, а по-друге, інколи отвори мають функціональне призначення – через них проходять потоки різних сумішей. А тому є необхідність ефективного розрахунку напруженого стану в таких елементах.

Інколи при безпосередньому розрахунку двояко-періодично перфорованих пластинок методом скінченних елементів виникають задачі великої розмірності, розв'язання яких вимагає значних обчислювальних та часових ресурсів. А тому у роботі було запропонований, як можливий, підхід у вирішенні вказаної проблеми, який полягає у заміні двояко-періодичної пластини однорідною, з приведеними (еквівалентними) пружними сталими. У роботі він був продемонстрований на прикладі задачі про осьовий розтяг пластини, послабленої двояко-періодичною системою круглих отворів, розташованих у шаховому порядку.

Початкову задачу було приведено до другої задачі теорії пружності для одного періоду, яка розв'язувалася методом скінченних елементів з використанням розрахункового пакету CalculiX [1, 2]. У результаті її розв'язання були знайдені приведені пружні характеристики еквівалентної однорідної ортотропної платівки. Проведено аналіз їх поведінки в залежності від безрозмірних геометричних параметрів. Область зміни геометричних параметрів виявилася розбитою на дві підобласті. Поведінка приведених пружних характеристик в цих областях суттєво відрізняється. Виконаний порівняльний аналіз отриманих результатів з відомими з літератури результатами, підтвердив їх адекватність.

Література

1. Dhondt G. The Finite Element Method for Three-Dimensional Thermomechanical Applications. Hoboken: Wiley, 2004. 362 p.
2. A Free Software Three-Dimensional Structural Finite Element Program [Електронний ресурс]. 2020. Режим доступу до ресурсу: <https://www.calculix.de>.

УДК 514.18:728.8

ЗОНУВАННЯ МІСЦЬ В ТЕАТРІ З РЯДАМИ У ВИГЛЯДІ ДВОХЛАНКОВИХ ЛАМАНИХ ЗА ОБ'ЄМОМ ЗАТУЛЯННЯ СЦЕНИ

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

При проєктуванні видимості за двовимірною моделлю, коли координати монокулярних очей глядачів розраховуються на поздовжньому розрізі залу, може виникати затуляння частини сцени глядачами попереднього ряду, обумовлене формою рядів в плані та формою фокусної лінії. Затуляння можна оцінити за об'ємом простору над затуленою частиною сцени для кожного глядача. Об'єм затуляння можна використати для зонування нормативної зони [1] розміщення глядачів.

Для наведеного на рис. 1 розміщення рядів в плані (двохланкові ламані) згаданий об'єм для конкретного глядача наступного ряду обмежений [2] зверху площиною, заданою двома паралельними прямими – прямою маківок глядачів попереднього ряду і прямою очей глядачів наступного ряду. З боків об'єм затуляння обмежується вертикальними площинами: інцидентними передній та боковій кромкам авансцени (FC та BC), площиною АВ, яка проходить через монокулярне око конкретного глядача наступного ряду і передній край порталу (умовно портал приймався нульової товщини) та передньою гранню порталу. Знизу – планшетом сцени. Верхня і нижня площина в перетині і задають пряму АF – одне з ребер многогранника, який обмежує об'єм затуляння.

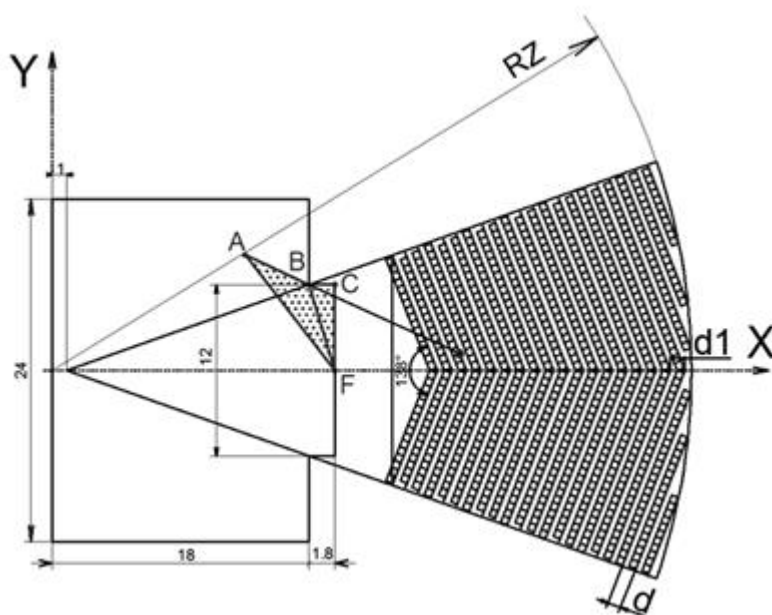


Рис. 1. Нормативна зона розміщення місць, сцена та ряди в плані у вигляді двохланкових ламаних

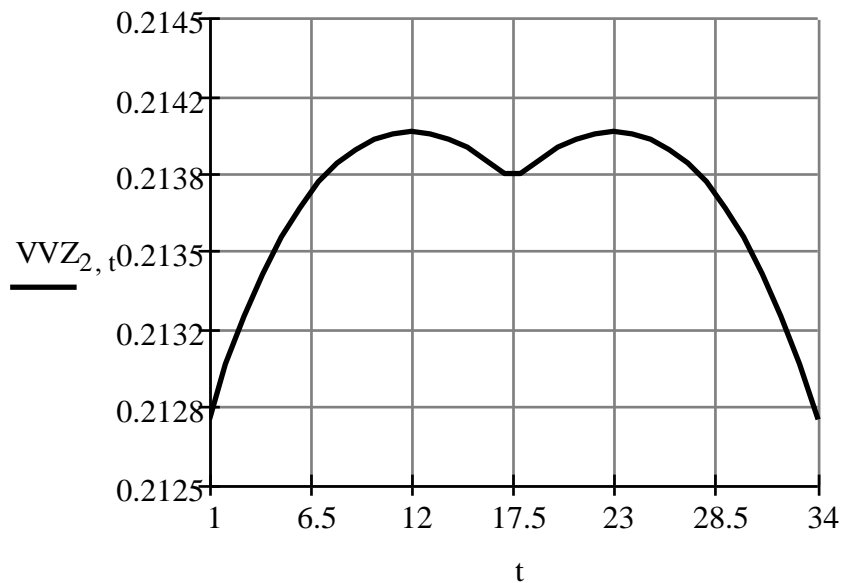


Рис. 2. Залежність об'єму затуляння (м³) від номера місця в ряді для 2-го ряду

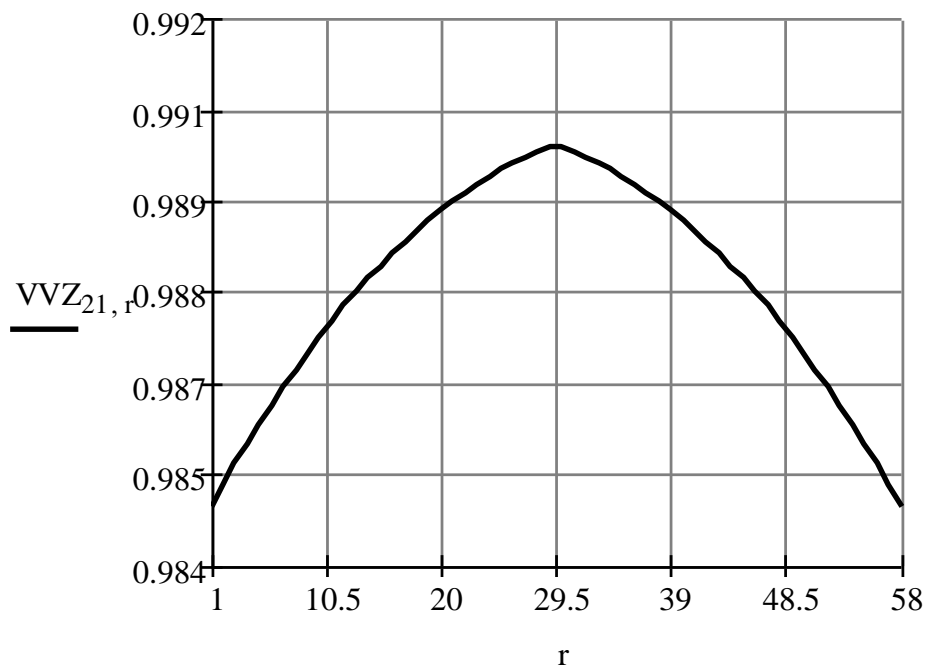


Рис. 3. Залежність об'єму затуляння (м³) від номера місця в ряді для 21-го ряду

В роботі [2] для рядів в плані у вигляді двохланкових ламаних (рис. 1) об'єм затуляння визначався як об'єм згаданого многогранника. Зрозуміло, що для глядачів першого ряду затуляння не виникає. Для глядачів решти рядів максимальний об'єм затуляння в ряді зростає з віддаленням ряду від екрана і в межах кожного ряду розподілений нерівномірно – зростає від його країв до середини. На рис. 2 та 3 наведено залежності об'єму затуляння від номера місця в ряді для 2-го та 21-го (останнього) рядів відповідно.

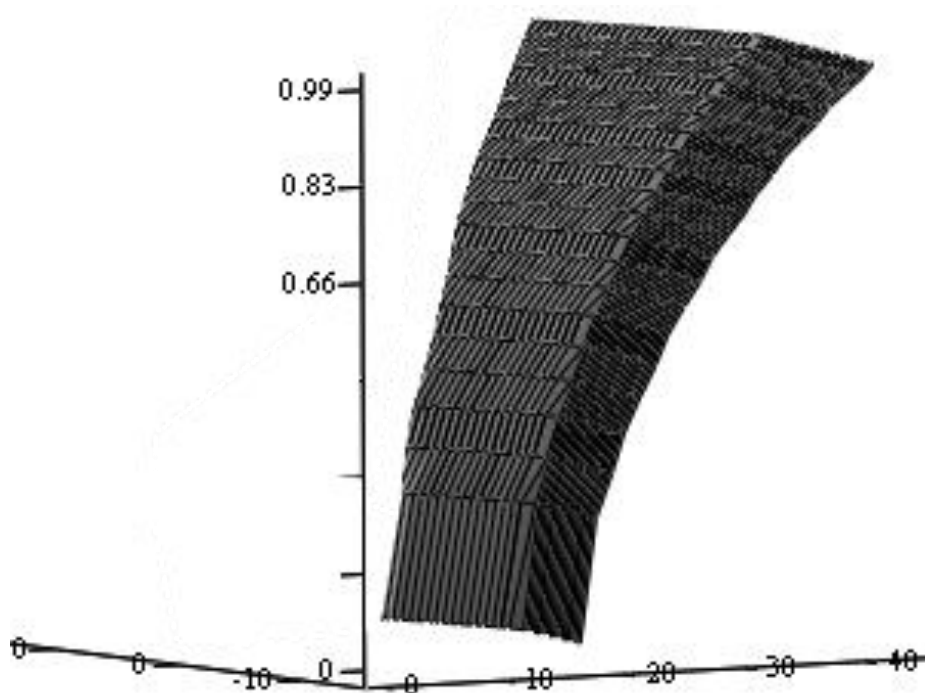


Рис. 4. Поверхня об'єму затуляння (м^3) для глядачів, розміщених в нормативній зоні

Поверхня об'єму затуляння [2] для глядачів, розміщених в межах нормативної зони, показана рис. 3.

Як видно з рис. 2, рис. 3, рис. 4 для глядачів, розміщених уздовж осі x (тобто в перерізі залу, в якому розраховувалась безперешкодна видимість), об'єм затуляння максимальний. Поверхня симетрична відносно вертикальної площини симетрії нормативної зони. Максимальна площа затуляння сягає приблизно $0,99 \text{ м}^3$.

Таким чином, маючи поверхню об'єму затуляння, можна побудувати зони розміщення глядачів в нормативній зоні, відповідно до заданих градацій площі затуляння. Або – інший варіант – виходячи із заданої кількості зон.

В першому випадку, коли задані градації об'єму затуляння (звісно, в межах від нуля до максимального значення, отриманого для конкретної ситуації розміщення рядів), задача зводиться до визначення ліній перетину горизонтальних площин, що відповідають заданим градаціям, з поверхнею об'єму затуляння. Тобто побудови конкретних ізоліній поверхні об'єму затуляння, які відділятимуть зони одна від одної. Відповідно, за координатами монокулярного ока кожного глядача можна визначати зону, в яку потрапляє його крісло.

В другому випадку, коли задана кількість зон, їх границі легко візуалізувати, задаючи кількість ізоліній (на одну менше ніж задана кількість зон) при побудові контурного графіка поверхні об'єму затуляння в середовищі MathCad.

Наприклад, на рис. 5. показано зонування нормативної зони розміщення глядачів для випадку, коли задано дві ізолінії і отримано три зони. Границі зон відповідають значенням площі затуляння 0,00; 0,33; 0,66 та 0,99 м³.

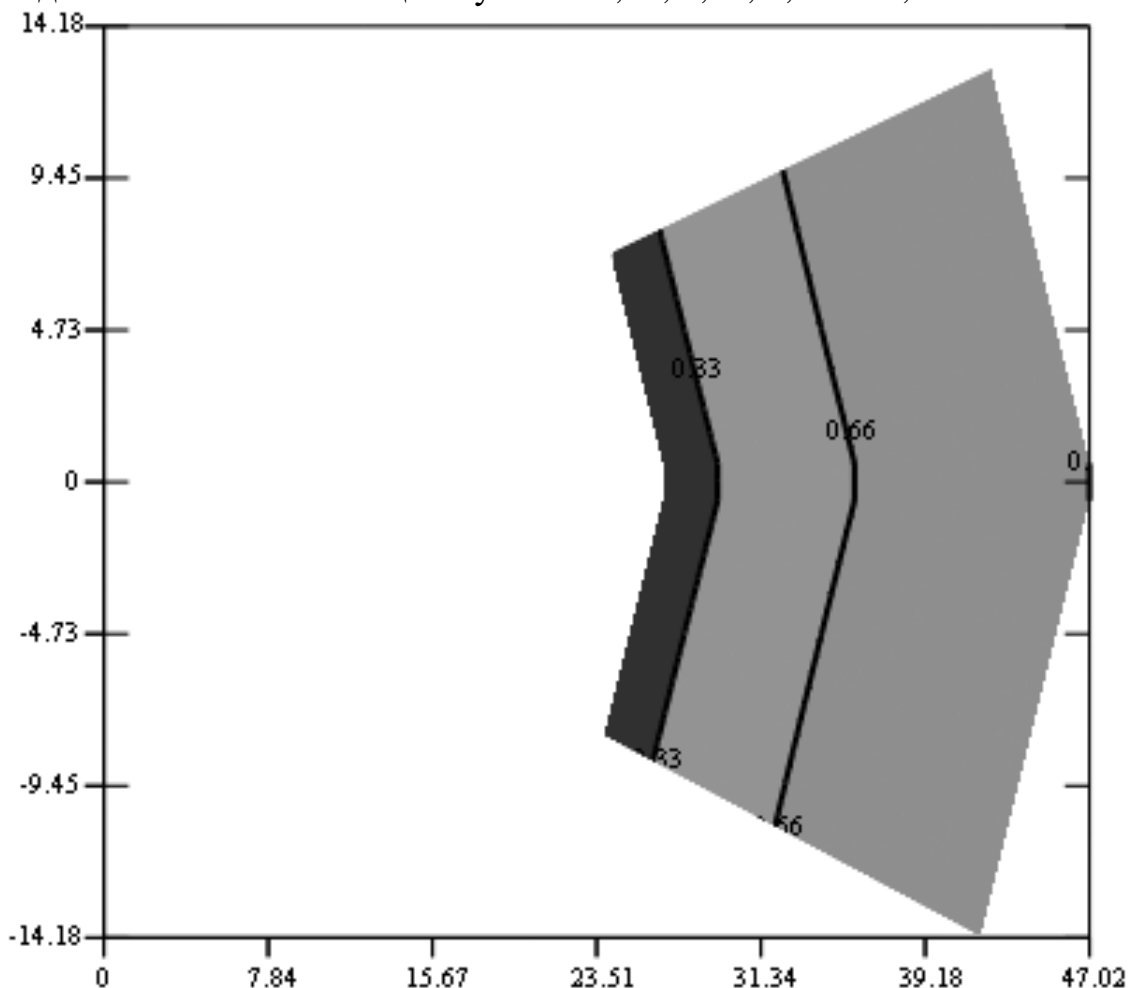


Рис. 5. Зонування нормативної зони за об'ємом затуляння (три зони, дві ізолінії)

Отже, наведений на рис. 3 приклад зонування, демонструє, що найкращі місця розташовані в перших рядах, і якість сприйняття театрального дійства в основному залежить від віддалення місця від сцени.

Література

1. ДБН В.2.2-16-2005. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. Київ: Держбуд України, 2005. 64 с.
2. Коч М. В., Пугачов Є. В. Моделювання фактичного затуляння в залі театру з ламаними в плані рядами місць. Прикладна геометрія та інженерна графіка. 2013. Вип. 91. С. 117–121.
3. Пугачов Є. В., Зданевич В. А. Видимість і зорове сприйняття в будівлях і спорудах для глядачів. Рівне: НУВГП, 2014. 150 с.

УДК 514.18:728.8

ЗОНУВАННЯ МІСЦЬ В КІНОТЕАТРИ ЗА ПЛОЩЕЮ ЗАТУЛЯННЯ ЕКРАНА

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

При проєктуванні видимості за двовимірною моделлю, коли координати монокулярних очей глядачів розраховуються на поздовжньому розрізі залу, може виникати затуляння нижньої частини кіноекрану глядачами попереднього ряду, обумовлене формою рядів в плані та формою фокусної лінії. Затуляння можна оцінити за площею затуленої для кожного глядача частини екрану. Площа затуляння може бути критерієм для зонування місць в нормативній зоні [1].

В [2, 3] для рядів в плані у вигляді концентричних кіл і плоского екрана (рис. 1) площа затуляння визначалась як площа центральної проєкції на екран з монокулярного ока кожного глядача лінії маківок глядачів попереднього ряду.

Зрозуміло, що для глядачів першого ряду затуляння не виникає. Для глядачів решти рядів площа затуляння зростає з віддаленням ряду від екрана і в межах кожного ряду розподілена нерівномірно. Поверхня площі затуляння [2, 3] для глядачів, розміщених в межах нормативної зони [1], показана рис. 2.

Як видно з рис.2, для глядачів, розміщених уздовж осі x (тобто в перерізі залу, я якому розраховувалась безперешкодна видимість), площа затуляння дорівнює нулю. Поверхня симетрична відносно вертикальної площини симетрії нормативної зони. Для останнього 29-го ряду залежність площі затуляння від номера місця в ряду (225 місць) показана на рис 3. Максимальна площа затуляння сягає приблизно $1,34 \text{ м}^2$.

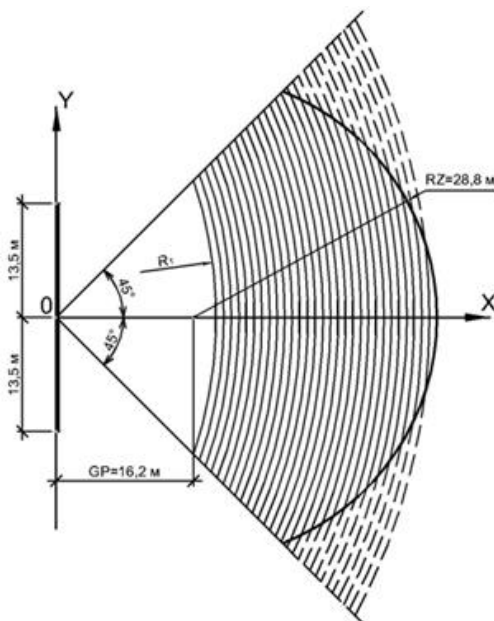


Рис. 1. Нормативна зона розміщення місць, плоский кіноекран та ряди в плані у вигляді концентричних кіл

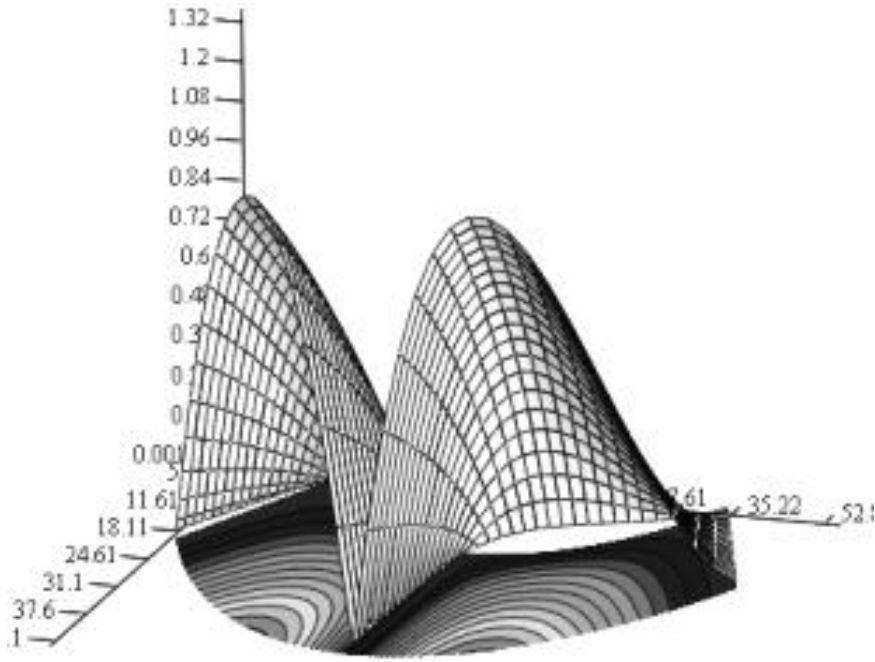


Рис. 2. Поверхня площі затуляння (m^2) для глядачів, розміщених в нормативній зоні

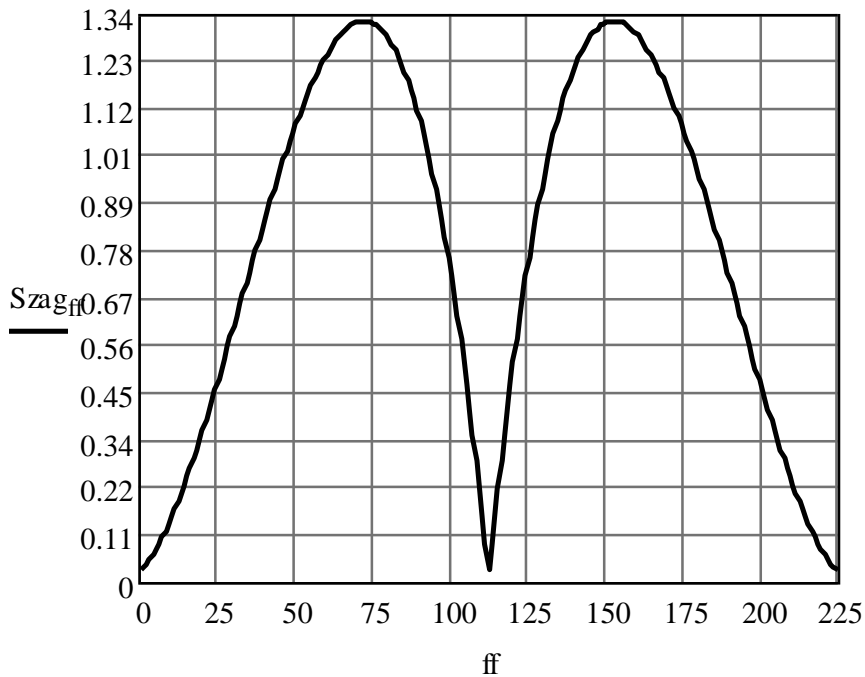


Рис. 3. Залежність площі затуляння (m^2) від номера місця для останнього 29-го ряду

Таким чином, маючи поверхню площі затуляння, можна побудувати зони розміщення глядачів в нормативній зоні, відповідно до заданих градацій площі затуляння. Або – інший варіант – виходячи із заданої кількості зон.

В першому випадку, коли задані градації площі затуляння (звісно, в межах від нуля до максимального значення, отриманого для конкретної ситуації

розміщення рядів та кіноекрана), задача зводиться до визначення ліній перетину горизонтальних площин, що відповідають заданим градаціям, з поверхнею площі затуляння. Тобто побудови конкретних ізоліній поверхні площі затуляння, які відділятимуть зони одна від одної. Відповідно, за координатами монокулярного ока кожного глядача можна визначити зону, в яку потрапляє його крісло. В другому випадку, коли задана кількість зон, їх границі легко візуалізувати, задаючи кількість ізоліній (на одну менше ніж задана кількість зон) при побудові контурного графіка поверхні площі затуляння в середовищі MathCad. Наприклад, на рис. 3. показано зонування нормативної зони розміщення глядачів для випадку, коли задано три ізолінії і отримано чотири зони. Границі зон відповідають значенням площі затуляння 0,00; 0,331; 0,661; 0,991 та 1,34 м².

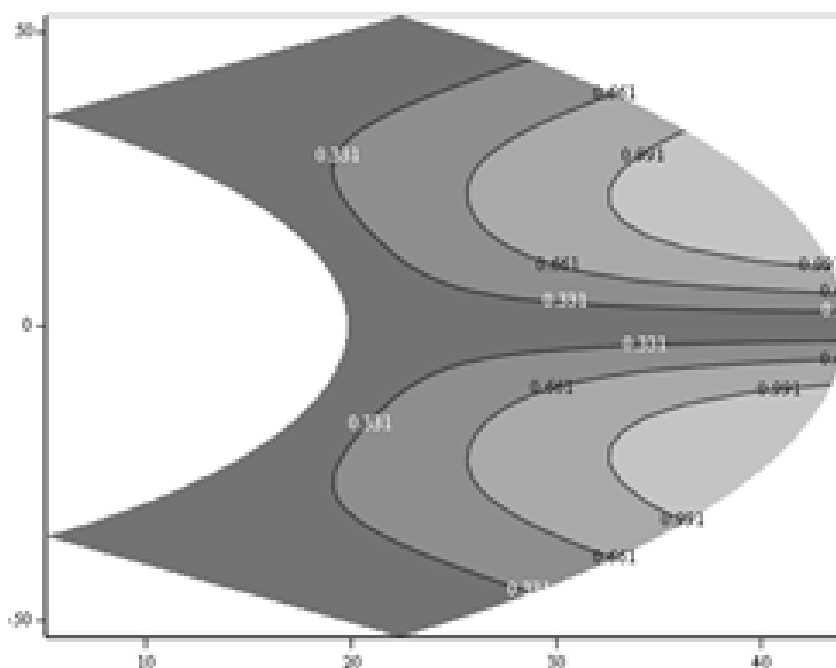


Рис. 3. Зонування нормативної зони за площею затуляння (чотири зони, три ізолінії)

Отже, наведений на рис. 3 приклад зонування, демонструє, що найкращі місця розташовані в перших рядах та місцях вздовж осі x посередині залу. І це відповідає інтуїтивному вибору місць пересіченими глядачами.

Література

1. ДБН В.2.2-16-2005. Культурно-видовищні та дозвілєві заклади. Київ. Держбуд України. 2005. 64 с.
2. Кокоч М. В., Пугачов Є. В. Моделювання фактичного затуляння в залі кінотеатру. Технічна естетика і дизайн. 2012. Вип. 10. С. 93–97.
3. Пугачов Є. В., Зданевич В. А. Видимість і зорове сприйняття в будівлях і спорудах для глядачів. Рівне. НУВГП. 2014. 150 с.

УДК 004.925.8; 514.8

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАЛЕЖНОСТІ ТОЧОК ДО ОБ'ЄКТІВ У МЕТРИЧНИХ ПРОСТОРАХ

Дашкевич А. О., Шоман О. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Обробка великих об'ємів даних є важливою сучасною проблемою, в якій ключовою вимогою є обчислювальна складність за часом. В сучасних задачах обробки даних кожен елемент даних і в цілому самі дані характеризуються великою розмірністю, що може призводити до проявів проблеми «прокляття розмірності». Звідси впливає потреба у розвитку методів математичного та геометричного моделювання для розв'язання задач ефективної обробки даних. Однією з актуальних задач є визначення належності точок до деякої області, яка може представляти складний за формою геометричний об'єкт, в тому числі в багатовимірному просторі. Така задача може виникати під час обробки цифрових зображень, організації швидкого пошуку у великих базах даних тощо.

Метою роботи є створення підходу до швидкого визначення належності точки до деякої області метричного простору, який задано дискретною множиною точок $P = \{p_1, \dots, p_N\}$, що знаходяться в цій області, і кожна точка характеризується множиною значень своїх координат $p_i = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_d)$. В роботі пропонується такий узагальнений підхід до розв'язання вказаної задачі:

1. Проведемо просторову індексацію точок множини P на цілочисельну одновимірну сітку $G \in \mathbb{Z}$. Кількість комірок сітки t є одним із параметрів підходу. Для індексації точок з низькою розмірністю ($d < 6$) можна використовувати лінійне перетворення, для точок високої розмірності більш доцільним буде використання хеш-функцій на основі підходу locality sensitive hashing (LSH) або на основі використання нейромережових методів просторового хешування (learning-to-hash).

2. Сформуємо одновимірний цілочисельний масив-акумулятор A такого ж розміру, що й G , кожна комірка якого на початку є пустою і номер комірки збігатиметься з її індексом за функцією хешування. В комірки масиву внесемо номери точок множини P ; номер комірки визначатиметься значенням хеш-функції для відповідної точки.

3. Проведемо індексацію усіх точок-запитів та визначимо їх індекси у масиві A . За індексами визначимо точки множини P , що знаходяться у цій області простору. Додатково можна визначити відстань між точкою-запитом та точкою базової множини для відкидання хибно-позитивних спрацювань.

Наведений підхід дозволяє за лінійний час визначити належність точки-запиту до визначеної ділянки простору, в тому числі й багатовимірною. Підхід природнім чином розширюється на випадок визначення належності точок до декількох об'єктів, для цього зберігатимемо у A додатково номери об'єктів.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ПОСТУПАЛЬНОЮ ТА ОБЕРТАЛЬНОЮ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ПОВОРОТУ

Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Ляшко А. П., Закревський Б. В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено рух маніпулятора з поступальною та обертальною ланками в площині повороту при переміщенні захватного пристрою з вантажем від точки А до точки В з координатами відповідно (x_0, y_0) та (x_1, y_1) . За траєкторію руху захватного пристрою з вантажем обрано пряму лінію, яка проходить через точки А і В, оскільки в цьому випадку буде найкоротша відстань між цими точками. Позначимо напрямок цієї прямої лінії координатою ρ . Визначимо оптимальний режим руху захватного пристрою з вантажем вздовж цієї координати на ділянці руху від точки А до точки В. За критерій оптимізації оберемо середнє значення кінетичної енергії з вантажем, яке визначається наступною залежністю

$$T_{cp} = \int_0^{t_1} T dt \rightarrow \min, \quad (1)$$

де t – час; t_1 – тривалість руху захватного пристрою з вантажем; T – кінетична енергія захватного пристрою з вантажем, яка визначається наступною залежністю

$$T = m\dot{\rho}^2/2. \quad (2)$$

Тут m – маса вантажу. Оскільки збільшення величини кінетичної енергії приводить до збільшення витрат енергії, тому обраний критерій оптимізації необхідно мінімізувати.

Умовою мінімуму критерію критерію (1) з урахуванням виразу (2) є рівняння Ейлера, які мають такий вигляд

$$\frac{\partial T}{\partial \rho} - \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\rho}} = 0. \quad (3)$$

Після підстановки виразу кінетичної енергії (2) в рівняння (3) отримаємо умову, яка забезпечує мінімізацію інтегрального функціоналу (1)

$$\ddot{\rho} = 0. \quad (4)$$

В результаті розв'язку рівняння (4) з урахуванням крайових умов $t = 0, \rho = 0; t = t_1, \rho = \rho_1$ отримаємо:

$$\rho = \rho_1 t / t_1; \quad (5)$$

$$\dot{\rho} = \frac{\rho_1}{t_1} = \text{const}. \quad (6)$$

Тут $\rho_1 = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$. Із залежностей (5) та (6) видно, що для забезпечення оптимального енергетичного режиму руху захватного пристрою з вантажем необхідно, щоб їхня швидкість на всій ділянці руху була постійною величиною. Однак такий режим на всій ділянці руху не може бути реалізований на практиці, бо в ньому відсутні ділянку пуску та зупинки захватного пристрою з вантажем. Оптимальний енергетичний режим руху рекомендується

використовувати на ділянці усталеного руху, а на ділянках пуску та зупинки необхідно застосовувати оптимальні режими руху визначені за іншими інтегральними динамічними критеріями. Такими критеріями можуть бути середні значення динамічної складової потужності приводного механізму, енергії пришвидшень та ривків, а також середньоквадратичні значення діючих навантажень та потужності. Для реалізації оптимального режиму руху захватного пристрою з вантажем необхідно визначити узагальнені координати повороту руки маніпулятора φ_1 та її висування s_3 , які визначають характеристики приводних двигунів. Для цього спочатку визначимо проекції переміщення, швидкості та прискорення на горизонтальну та вертикальну осі координат захватного пристрою з вантажем:

$$x = x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t; \quad \dot{x} = \frac{x_1 - x_0}{t_1}; \quad \ddot{x} = 0; \quad (7)$$

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t; \quad \dot{y} = \frac{y_1 - y_0}{t_1}; \quad \ddot{y} = 0. \quad (8)$$

За проекціями на осі координат переміщень, швидкостей і пришвидшень (7) та (8) знайдемо узагальнені координати маніпулятора та їхні швидкості. Лінійна координата та швидкість висування руки захвата визначаються наступними залежностями:

$$s_3 = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{\left(y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t\right)^2 + \left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right)^2}; \quad (9)$$

$$\dot{s}_3 = \frac{x\dot{x} + y\dot{y}}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{\left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right) \frac{x_1 - x_0}{t_1} + \left(y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t\right) \frac{y_1 - y_0}{t_1}}{\sqrt{\left(y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t\right)^2 + \left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right)^2}}. \quad (10)$$

Тепер знайдемо кутову координату та швидкість повороту руки захвату:

$$\varphi_1 = \arctan \frac{y}{x} = \frac{y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t}{x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t}; \quad \dot{\varphi}_1 = \frac{(\dot{y}x - y\dot{x})x^2}{x^2 + y^2} = \frac{\frac{y_1 - y_0}{t_1} \left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right) - \frac{x_1 - x_0}{t_1} \left(y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t\right)}{\left(y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1} t\right)^2 + \left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right)^2} \left(x_0 + \frac{x_1 - x_0}{t_1} t\right)^2.$$

З отриманих залежностей видно, що \dot{s}_3 та $\dot{\varphi}_1$ є змінними при постійному $\dot{\rho}$.

УДК 621.87

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ПОСТУПАЛЬНИМИ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ

*Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Кадикало І. О., Каленіченко Б. В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Розглянуто рух маніпулятора з двома поступальними ланками в площині зміни вільоту при переміщенні вантажу від точки А до точки В з координатами відповідно (y_0, z_0) та (y_1, z_1) . Оскільки найкородша відстань між цими точками лежить на пямій лінії, тому за траєкторію руху вантажу із захватним пристоем

обрано пряму лінію, що проходить через ці точки. Визначимо оптимальний режим руху захватного пристрою з вантажем вздовж цієї прямої і позначемо її напрямком координатою μ . За критерій оптимізації обрано середнє значення динамічної складової потужності, який визначається наступною залежністю [1]

$$P = \int_0^{t_1} V dt \rightarrow \min. \quad (1)$$

Тут t – час; t_1 – тривалість руху захватного пристрою від точки А до точки В; V – енергія пришвидшень захвату з вантажем, яка визначається наступним чином

$$V = \frac{1}{2} m \dot{\mu}^2, \quad (2)$$

де m – маса захвату з вантажем.

Умовою мінімуму інтегрального функціоналу (1) з урахуванням виразу (2) є рівняння Ейлера-Пуассона

$$\frac{\partial V}{\partial \mu} - \frac{d}{dt} \frac{\partial V}{\partial \dot{\mu}} + \frac{d^2}{dt^2} \frac{\partial V}{\partial \ddot{\mu}} = 0. \quad (3)$$

В результаті підстановки виразу (2) в рівняння (3) отримуємо умову, яка забезпечує мінімальне значення критерію (1)

$$\ddot{\mu} = 0. \quad (4)$$

Розв'язавши рівняння (4) для крайових умов руху $t = 0$: $\mu = \mu_0$, $\dot{\mu} = 0$; $t = t_1$: $\mu = \mu_1$, $\dot{\mu} = 0$, отримуємо:

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_0 + \frac{\mu_1 - \mu_0}{t_1^2} t^2 \left(3 - 2 \frac{t}{t_1} \right); \\ \dot{\mu} &= 6 \frac{\mu_1 - \mu_0}{t_1^2} t \left(1 - \frac{t}{t_1} \right); \\ \ddot{\mu} &= 6 \frac{\mu_1 - \mu_0}{t_1^2} \left(1 - 2 \frac{t}{t_1} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

В залежностях (5) початкове та кінцеве положення захвату з вантажем приймають відповідно значення: $\mu_0 = \sqrt{(y_0 - y_0)^2 - (z_0 - z_0)^2} = 0$; $\mu_1 = \sqrt{(y_1 - y_0)^2 - (z_1 - z_0)^2}$.

Із залежностей (5) можна зробити висновок, що для забезпечення оптимального режиму руху з вантажем, який мінімізує динамічну складову потужності, необхідно, щоб їхня швидкість змінювалась за параболічним законом, а пришвидшення – за лінійним. Такий режим руху рекомендується використовувати в тих випадках, коли захватний пристрій з вантажем переміщується на незначні відстані. При значних переміщеннях такий режим руху доцільно рекомендувати на ділянках пуску та гальмування захватного пристрою з вантажем. На ділянці усталеного руху необхідно використовувати оптимальний енергетичний режим, де захват з вантажем рухається з постійною швидкістю. Для реалізації оптимального режиму руху захватного пристрою з вантажем необхідно визначити узагальнені координати підйому руки маніпулятора s_2 та її висування s_3 , які визначають характеристики приводних двигунів. Враховуючи те, що $\mu_0 = 0$ і координати s_2 і s_3 паралельні відповідно осям координат z і y , то для їхнього визначення отримали наступні залежності:

$$s_2 = z_0 + \frac{z_1 - z_0}{t_1^2} t^2 \left(3 - 2 \frac{t}{t_1} \right); \quad (6)$$

$$s_3 = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{t_1^2} t^2 \left(3 - 2 \frac{t}{t_1} \right). \quad (7)$$

Взявши похідні за часом від виразів (6) та (7), знайдемо швидкості та прискорення узагальнених координат, які відповідають оптимальному режиму руху приводних механізмів, що мінімізують динамічну складову потужності:

$$\dot{s}_2 = \frac{z_1 - z_0}{t_1^2} t \left(1 - \frac{t}{t_1} \right); \quad (8)$$

$$\dot{s}_3 = \frac{y_1 - y_0}{t_1^2} t \left(1 - \frac{t}{t_1} \right); \quad (9)$$

$$\ddot{s}_2 = 6 \frac{z_1 - z_0}{t_1^2} \left(1 - 2 \frac{t}{t_1} \right); \quad (11)$$

$$\ddot{s}_3 = 6 \frac{y_1 - y_0}{t_1^2} \left(1 - 2 \frac{t}{t_1} \right). \quad (12)$$

За характеристиками узагальнених координат (6), ..., (12) вибирають характеристики приводних механізмів і системи їхнього керування.

Література

1. Ловейкін В. С. Аналіз оптимальних режимів руху піднімальних машин. Вібрації в техніці та технологіях. №2 (34). 2004. С. 1–5.

УДК 631.331:004.925.8

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СОШНИКІВ ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Ванін В. В., Яблонський П. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Протягом останніх 10-15 років з метою підвищення ефективності виробництва сільськогосподарських культур вітчизняні аграрії все частіше стали застосовувати технологію прямої, тобто закритої системи сівби, за якої шляхом повторення дій природи зберігається цілісність структури ґрунту, відновлюється його родючість, накопичується волога, зменшуються ризики землеробства.

Поряд з цим, для багатьох країн на різних континентах актуальною є боротьба з ерозією ґрунту. В Україні, наприклад, ще за радянської доби поля закривались лісосмугами для запобігання здуванням ґрунту вітром. У Південній Америці в минулому столітті зародилась технологія нульового обробітку No-till, яка прийшла на зміну відвальній оранці та мінімальному обробітку ґрунту і рятує ґрунт від ерозійних процесів, завдячуючи залишеній на полі стерні і мульчі з подрібнених рослинних залишків [1, 2]. Вагомою перевагою на користь No-till є очевидна економічна вигода, адже при відвальній оранці перш ніж приступити безпосередньо до сівби треба провести культивуацію, передпосівний обробіток ґрунту, а за системою No-till можна сіяти по стерні одразу, виключивши всі

підготовчі технологічні операції. За прямої сівби сошник є найважливішим та найбільш завантаженим елементом сівалки, адже необхідно розрізати рослинні залишки за умови мінімального зсуву мульчувального шару та укласти і заробити насіння на заданій глибині у ґрунті. Наразі для прямої сівби вітчизняними аграріями використовуються дискові, анкерні та лапові сошники відомих і рекламаних виробників сівалок.

Існує чимало різних видів дискових сошників, як і різноманітних показників якості виконання ними технологічного процесу. Зокрема, до їх головних переваг слід віднести мінімальні пошкодження цілісності ґрунту, для чого деякі конструктори в зоні виходу сошника з ґрунту розташовують колесо-регулятор глибини, що перешкоджає спучуванню ґрунту під дією диска [3]. Доведено що чим менший кут нахилу розпушувального диска по відношенню до напрямку руху, тим менші пошкодження поверхневого шару ґрунту [4].

Відомі стерневі сівалками з дисковими сошниками: Salford 520 (Канада); John Deere 730 (США); СРН-2000F (США); SD7200 (Казахстан) та ін.

Дводисковий сошник сівалки Salford 520 (рис. 1) добре копіює нерівності поверхні поля за допомогою паралелограмного механізму приєднання до рами 2 та дотримується встановленої глибини заробки насіння на підвищених швидкостях. Зміщені відносно один одного висівні диски 1 легко проникають у ґрунт, а розташований між ними пластиковий ущільнювач розрівнює насіння в борозні і покращує його контакт з ґрунтом. Пружний паралелограмний важільний механізм 2 створює тиск на сошник, який концентрується на прикочувальному гумовому котку 3, завдяки чому заглиблення дисків і відповідно глибина висіву насіння регулюється шляхом зміни положення котка. Шарнірне з'єднання сошника і котка забезпечує точне прикочування навіть на полях зі складним контуром та за умови частих поворотів [5]. Спереду кожного сошника встановлений дисковий ніж (хвилястий диск) 4. Він прорізає в стерні щілину, руйнує ущільнення поверхневого шару ґрунту, подрібнює рослинні залишки, запобігаючи їх попаданню на дно борозни, тобто на насінневе ложе. Заглиблення дискового ножа має бути на 2,5 см більшим глибини висіву, внаслідок чого коренева система рослин розвивається вертикально, їй доступніша волога та поживні речовини нижчих шарів ґрунту.

Американська сівалки John Deere 730 також забезпечена дводисковим сошником (рис. 1), причому висівні диски 1 для кращого проникнення в ґрунт зміщені один щодо одного на 6,35 мм. За висівними апаратами рухаються колеса 2, які прикочують поверхню, забезпечуючи посилення контакту насіння з ґрунтом, та дозволяють контролювати глибину його заробки в борозні. Завдяки чергуванню кромки правого та лівого дисків 1 врівноважуються бічні зусилля.

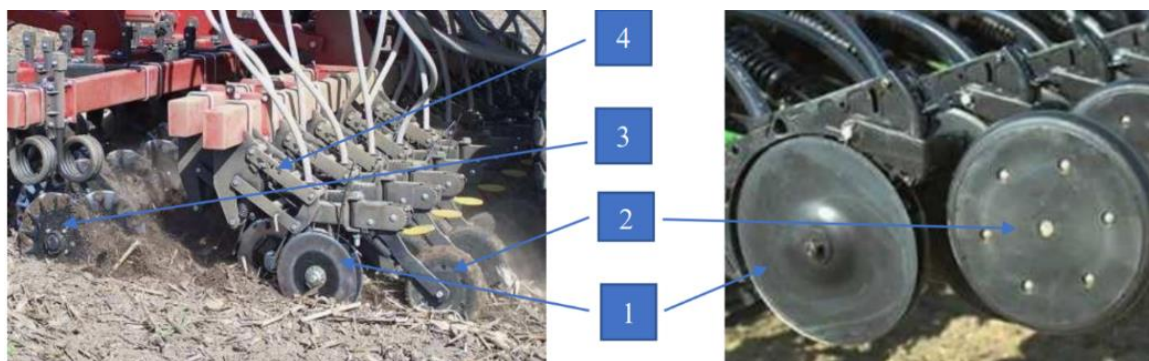


Рис. 1. Сошники сівалок Salford 520 (зліва), John Deere 730 (справа)
1-дводисковий сошник; 2-прикочувальне колесо; 3-дисковий ніж;
4-паралелограмний важільний механізм

Недоліком дискових сошників в залежності від способу їх застосування та попередньої культури, яка вирощувалась у даній сівозміні, може бути проникнення стерні чи інших рослинних залишків у насінневе ложе, що погіршує контакт насіння з ґрунтом і, як наслідок, призводить до зниження польової схожості. Крім цього, такі сошники підвищують вартість сівалки і витрати на технічне обслуговування.

Анкерні сошники (особливо долотоподібні) здатні переміщати пожнивні рештки і ґрунт із зони рядка в міжряддя. При цьому долотоподібний сошник краще ущільнює насінневе ложе, що сприяє одночасному і швидкому проростанню насіння [6]. До сівалок з анкерними сошниками відносяться Amazone Primera DMC, Amazone AD3 Special (Німеччина), Elvorti СЗС-2,1 (Україна), Seed Master (Франція) та ін.

Анкерний сошник сівалки Primera DMC [7] розроблений для прямої та мульчувальної сівки у посушливих регіонах. Принциповою різницею є те, що насіння закладається під пожнивні рештки, чим забезпечується хороший контакт з ґрунтом і створюються умови для проростання насіння. Висівний апарат (рис. 2) копіює нерівності поверхні поля за допомогою паралелограмної підвіски 3 і може відхилитись при наїзді на камінь чи іншу перешкоду.

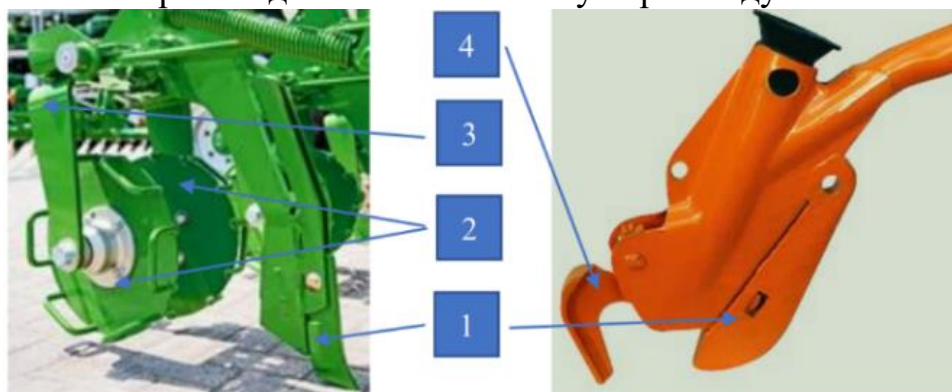


Рис. 2. Сошники Amazone: Primera DMC (зліва), AD3 Special (справа)
1-долотоподібний сошник; 2-прикочувальні котки; 3-паралелограмна підвіска;
4-стійка-запобіжник

Долотоподібний сошник 1 лишає за собою чисту борозну для висівного матеріалу, а подвійні котки 2 забезпечують рівномірну глибину ходу і покриття ґрунтом висіяного насіння. Сошник сівалки Amazone AD3 Special (рис. 2) застосовується при невеликій кількості соломи, наприклад, після буряків чи ріпаку. Достатній повздовжній крок між сусідніми сошниками сівалки захищає їх від забивання рослинними рештками. Стійка 4 запобігає засміченню випускного отвору сошника при встановленні машини на землю.

Сошники як вітчизняної сівалки компанії Elvorti СЗС-2,1 (м. Кропивницький), так і німецької Sprinter ST (рис. 3) створюють борозенку в ґрунті зі щільним ложе для насіння не порушуючи структуру поверхневого шару ґрунту і мульчі, за рахунок чого добре зберігається волога [8].



Рис. 3. Анкерні сошники сівалок Horsch Sprinter ST (зліва), Elvorti СЗС-2,1 (по середині-лаповий, справа-долотоподібний) 1-лапа; 1а-долото; 2-стійка; 3-насінепровід; 4-пружинний пристрій

До сівалок з лаповими сошниками відносяться також УСК-2 (Казахстан), LD 3000 – AS QUASAR (Італія), СКС-2 (Білорусь) та ін. Лаповий сошник краще контролює глибину, ніж долотоподібний, хоча за певних умов роботи обидва схильні до нагрібання рослинних решток та пошкодження поверхні ґрунту, що призводить до втрати вологи. Більш значні пошкодження ґрунту та забивання рослинністю в порівнянні з анкерними сошниками викликає культиваторна стрільчаста лапа, що характеризується нерівномірністю глибини ходу. Як недолік слід відмітити те, що сівалки з культиваторними лапами часто виносять каміння та брили на поверхню ґрунту, чим ускладнюється наступний обробіток посівів [9, 10].

Висновки. Технологія прямої сівби, яка все частіше застосовується вітчизняними виробниками сільськогосподарської продукції, потребує досконалих технічних засобів, зокрема сівалок. Аналіз сошників для прямої сівби показав, що нині існує значна різноманітність їх конструкцій. Однак, при виборі сівалки з анкерними чи дисковими сошниками важливо, щоби за певних умов роботи вона не забивалась ґрунтом та рослинними залишками, могла забезпечити рівномірність висіву як за глибиною заробки насіння так і по довжині рядка.

Література

1. Aikins K. A., Antille D. L., Jensen T. A., Blackwell J. Performance ocomparisn of residue management units of no-tillage sowing systems: a review. *Eng Agric Environ Food*. 2019. Vol. 12(2). P. 181-190. doi: 10.1016/j.eaef.2018.12.006.
2. Neupane J., Guo W. Agronomic bases and strategies of accurate water resources management: a review. *Agronomy*. 2019. Vol. 9(87). doi.org/10.3390/agronomy9020087.
3. Karada P. R., Gaikwadb A. Design and analysis of a disc furrow opener. *Int J Eng Technol Sci Res*. 2018. Vol. 5(3). P. 1777-1780.
4. Malaslia M. Z., Celik A. (2019). Disc angle and tilt angle effects on forces acting on a single-disc type no-till seeder opener. *Soil and Tillage Research*. 194. 104304. doi: 10.1016/j.still.2019.104304.
5. Li H., Liu H., Zhou J., Wei G., Shi S., Zhang X., Zhang R., Zhu H., He T. (2021). Development and First Results of a No-Till Pneumatic Seeder for Maize Precise Sowing in Huang-Huai-Hai Plain of China. *Agriculture*. 11. 1023. doi.org/10.3390/agriculture11101023.
6. Волоха М. П. Дослідження показників розміщення сходів цукрових буряків за висіву насіння механічними і пневматичними сівалками. *Техніка та енергетика. Machinery & Energetics*. 2018. Вип. 297. С. 153–158.
7. Conyers M., Rijt V., Oates A., Poile G., Kirkegaard J., Kirkby C. (2019). The strategic use of minimum tillage within conservation agriculture in southern New South Wales, Australia. *Soil and Tillage Research*. 193. 17-26. doi: 10.1016/j.still.2019.05.021.
8. Серeda Л. П., Швець О. І. Технологія STRIP-TILL в рослинництві. Перспективність впровадження в Україні. Технологія STRIP-TIL в садівництві. Перспективи впровадження в Україні. *Вісник аграрної науки Причорномор'я «Аграрна наука українського Причорномор'я»*. 2019. № 4. С. 104-113.
9. Aduov M., Nukusheva S., Kaspakov E., Isenov K., Volodya K., Tulegenov T. (2020). Seed drills with combined coulters in No-till technology in soil and climate zone conditions of Kazakhstan. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 70(6). 525-531. doi.org/10.1080/09064710.2020.1784994.
10. Lamichhane JR., Constantin J., Schoving C., Maury P., Debaeke P., Aubertot JN., Dürr C. (2020). Analysis of soybean germination, emergence, and prediction of a possible northward establishment of the crop under climate change. *Eur J Agron*. 113: 125972. doi: 10.1016/j.eja.2019.125972.

УДК 004.925.8; 514.8

ВІДОБРАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ОГЛЯДОВОСТІ В ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФАХ

Даниленко В. Я.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

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^{2-3} . 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 Φ в площинах Π , 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.

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 Φ_e ; параболічного Φ_n ; гіперболічного Φ_g . 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 [1, 2] є забезпечення оператора компонентами зорової інформації. Для формування цих компонентів важливим стає використання зображень в шарах простору, тобто в панорамних (кругових) рельєфах.

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 [3] і аналітичного [4] підходів до розгляду особливостей того чи іншого типу рельєфів. Ускладнення задач проектування технічних об'єктів активізує розвиток способів об'ємно-графічного моделювання. Однією з суттєвих проблем проектування транспортних засобів є визначення оптимальної оглядовості придорожнього простору водія та пасажирів. Для цього існує низка способів: графічні, електрографічні, фотографічні та ін. Спільним недоліком названих способів є те, що вони можуть застосовуватися тільки в період експлуатації машин і не можуть бути використані повною мірою на стадії проектування. Зазначеного недоліку допомагають позбутися панорамні рельєфи. Вони дозволяють визначати оглядовість машин і автомобільних доріг на основі графічних та аналітичних проектних даних.

Розглядаючи співвідношення причина – наслідок, всі задачі математичного моделювання можна умовно розподілити на два великі класи: прямі задачі (відомі причини, необхідно знайти наслідки) і обернені (відомі наслідки, треба знайти причини) [5]. Обернені задачі мають деякі неприємні (з математичних позицій) особливості. По-перше, вони, як правило, нелінійні. По-друге, розв'язки обернених задач зазвичай неєдинісні. Тому забезпечення єдиного розв'язку часто потребує надлишкової експериментальної інформації. По-третє, обернені задачі не завжди є коректними. В них відсутня неперервна залежність від вихідних даних (в порівнянні з прямими задачами). За таких умов на перший план при розв'язуванні обернених задач виходять способи математичної обробки вихідної інформації.

З'ясуємо характер формування зображень на картинних поверхнях і в рельєфах. На картинній поверхні Σ' визначення проєкції M' точки M (пряма задача) відбувається однозначно (рис. 1).

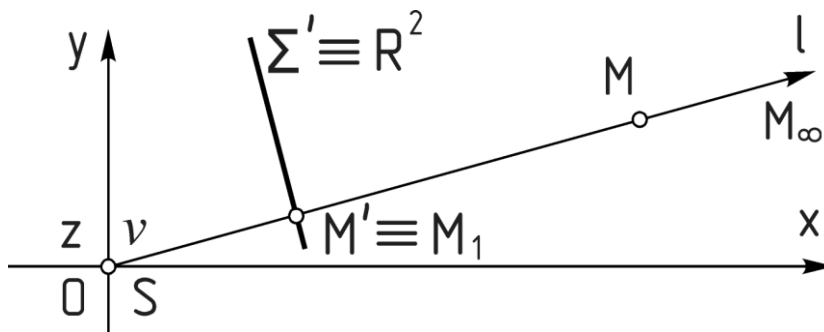


Рис. 1. Схема відношення трьох точок S, M', M однієї прямої

Знаходження ж M , маючи M' (обернена задача), потребує наявності простого відношення

$$v = \frac{SM}{SM'}, \quad (1)$$

що пов'язує три точки S, M', M однієї прямої (рис. 2).

Щодо панорамних рельєфів, то розв'язання прямої та оберненої задач спирається на використання подвійного відношення чотирьох точок A, B', C, D .

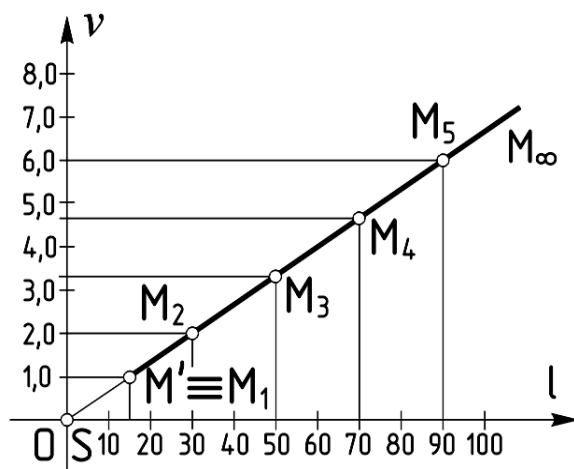


Рис. 2. Приклад графіка лінійного зв'язку коефіцієнта ν (відношення трьох точок прямої) з центром проєкціювання S і точками M' та M (M_1, M_2, \dots)

Очевидно, що центральне проєкціювання в загальному випадку змінює не тільки довжини прямолінійних відрізків, а й прості відношення трійок точок. Проте воно зберігає складні відношення четвірок точок.

Нехай A, B', C, D – довільна четвірка точок на прямій l , на якій певний напрям прийнято за додатний. Назвемо точки A, B' базисними, C, D – розділяючими (подільними). При цьому вважатимемо A, C першими, B', D – другими в кожній парі. Назвемо складним відношенням четвірки A, B', C, D (позначатимемо w , або $(AB'CD)$) число

$$w = (AB'CD) = \frac{AC}{CB'} : \frac{AD}{DB'} = \frac{AC \cdot DB'}{CB' \cdot AD} = (CDAB'). \quad (2)$$

Через AC, CB', AD, DB' позначимо довжини відрізків.

Коли задано складне відношення w і три точки на прямій, причому вказано, які з них є базисними, то четверта точка визначається однозначно (при вказаному порядку точок).

Нехай задано точки A, B', C , а шуканою є точка D . Тоді з рівності $\frac{AC}{CB'} : \frac{AD}{DB'} = w$ випливає, що (обернена задача) за умови $AD = AB' + B'D$ маємо

$$-B'D = \frac{AB'}{\frac{1}{w} \cdot \frac{AC}{CB'} + 1}. \quad (3)$$

Якщо ж задано на одній прямій три точки A, C, D (пряма задача), одержуємо за умови $CB' = DB' - DC$

$$DB' = \frac{DC}{1 - \frac{1}{w} \cdot \frac{AC}{AD}}. \quad (4)$$

Оскільки довжини відрізків беремо з знаками ($-B'D = DB'$), то рівностями (3) і (4) точки D і B' визначаються однозначно. Під час розв'язання прямої та оберненої задач бажано обирати величину w (2) в межах $1,25 \div 2,00$ (рис. 3).

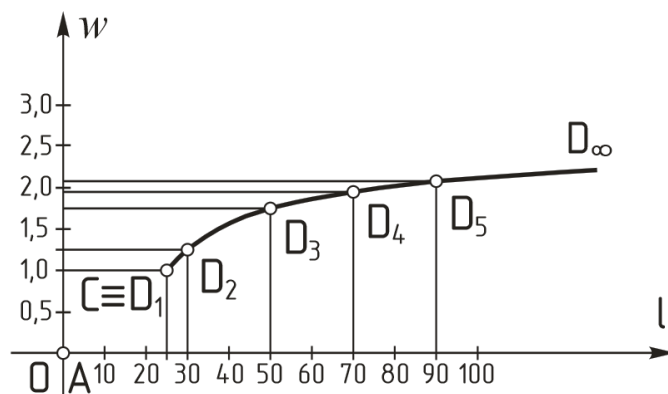


Рис. 3. Приклад графіка нелінійного зв'язку коефіцієнта w (подвійне відношення чотирьох точок прямої) з центром проєкціювання A і об'єктом D (D_1, D_2, \dots)

Відомо, що сприйняття людиною того чи іншого об'єкта або процесу складається з низки етапів – грубого розрізнення загальних контурів і пропорцій, уточнення форми, послідовного розпізнавання окремих деталей, починаючи з крупних, і, нарешті, остаточного і повного сприйняття. Погляд переміщується на наступний об'єкт спостереження після того, як досягнуто ступінь впливу попереднього на умови руху. Водій організовує спостереження таким чином, щоб оцінити всі фактори, які визначають можливий режим руху по дорозі. Саме для організації комфортного спостереження важливим компонентом допомоги конструкторам і проектувальникам має стати побудова наочних [6] панорамних рельєфів – одного зі способів ефективно оцінки майбутніх об'єктів за їх зоровим сприйняттям.

Література

1. Проценко В. Б. Оглядовість засобів транспорту. Технічна естетика. 1970. № 7. С. 42–50.
2. Кавун Ю. М. К вопросу обзорности средств транспорта. Прикладная геометрия и инженерная графика: Сборник научных трудов. Київ. Будівельник, 1973. Вып. 16. С. 127–130.
5. Ватульян А. О. Математичні моделі і обернені задачі. Соросовський освітній журнал. 1998. № 11. С. 143–148.
6. Даниленко В. Я. Розробка алгоритмів лінійних та нелінійних перетворень для зображення об'єктів автомобільних доріг. Геометричне та комп'ютерне моделювання: Збірник наук. праць. Харків. ХДУХТ. 2007. Вип. 18. С. 203–208.

УДК 004.925.8; 514.8

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЄКТНИХ РОБОТАХ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Шоман О. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Робота з графічною та геометричною інформацією, сучасними програмними засобами, графічно-аналітичним поданням даних про моделі об'єктів і процесів, алгоритмами комп'ютерної графіки складають змістову частину професійної діяльності фахівця в галузі геометричного моделювання та графічних інформаційних технологій. Серед напрямків, де в процесі підготовки і навчання майбутні фахівці можуть реалізувати свої проєкти, відзначимо:

- сучасні інформаційні технології (розробка програмних продуктів, обробка графічної інформації з використанням різних мов програмування та ін.);
- геометричне моделювання об'єктів, явищ, процесів і систем (розробка геометричних моделей об'єктів техніки і дизайну, процесів і явищ фізичної природи, анімація і візуалізація);

- комп'ютерна графіка (створення алгоритмів обробки графічної інформації і спеціальних ефектів анімації, розробка складних тривимірних моделей та поверхонь для використання у програмних продуктах);

Інтернет-технології (розробка і використання клієнт-серверних технологій, створення Інтернет-додатків та систем управління змістом, розробка веб-інтерфейсів і проєктів):

- технології реконструкції зображень (розробка алгоритмів реконструкції зображень тривимірних об'єктів за їхніми проєкціями);

- системи штучного інтелекту (використання методів штучного інтелекту для розв'язання практичних задач при створенні нових технологій та конструкцій, розробка баз знань та експертних систем, штучних нейронних мереж та генетичних алгоритмів);

- технології розпізнавання геометричних образів і системи комп'ютерного зору (створення систем розпізнавання геометричних об'єктів та сцен);

- програмування мобільних пристроїв (створення мобільних додатків та ігор, в тому числі для Інтернет);

- комп'ютерні симулятори та ігри (розробка комп'ютерних симуляторів та тренажерів, комп'ютерних ігор).

Введення в підготовку бакалаврів і магістрів з комп'ютерних наук розділів прикладної геометрії, геометричного моделювання об'єктів, явищ і процесів, сучасних технологій реконструкції зображень, моделювання спеціальних ефектів в комп'ютерній графіці, методів конструювання об'єктів в комп'ютерних системах розширило предметну область проєктних і дипломних робіт здобувачів вищої освіти по кафедрі геометричного моделювання та комп'ютерної графіки НТУ «ХПІ» та додало можливостей для постійного оновлення змісту підготовки через наукову компоненту.

РОЗРОБКА ШНЕКА З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Троханяк О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Шнекові конвеєри знайшли широке застосування для транспортування зернових, насіннєвих матеріалів, гранульованих мінеральних добрив, які при переміщенні зазнають значних пошкоджень, що є недопустимим.

Основними причинами травмування сипких матеріалів є попадання їх частинок у зазор між обертовим шнеком і нерухомою внутрішньою поверхнею направляючої труби. Внаслідок цього відбувається повне або часткове пошкодження матеріалів, а також можливе заклинювання робочого органу, що призводить до його поломок та підвищення енерговитрат.

Зміна зазорів між периферією шнека та поверхнею труби, застосування різних профілів зовнішніх кромek гвинтових поверхонь в залежності від геометричних та реологічних параметрів сипкого матеріалу не в повній мірі може вирішити дану проблему.

Вирішенню даних питань, а саме розробці оригінальних конструкцій гвинтових робочих органів та вибору їх раціональних параметрів і режимів функціонування присвячені праці [1, 2, 3]. Однак, такі розробки не в повній мірі вирішують дану проблему, оскільки відомі конструкції шнеків і методи їх виготовлення є трудомісткими, а робочі органи характеризуються низькою надійністю та ремонтоздатністю.

Метою даного дослідження є створення нової конструкції шнека зі змінною еластичною гвинтовою поверхнею, розробка способу його виготовлення та експериментальних стендів для проведення досліджень. Конструкція шнека з еластичною гвинтовою поверхнею зображено на рис. 1.

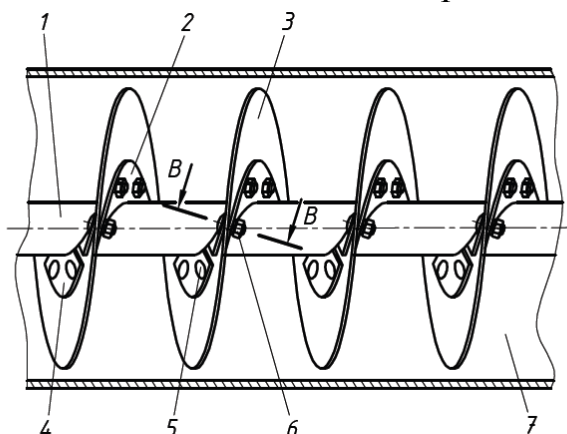


Рис. 1. Конструкція шнека з еластичною гвинтовою поверхнею

Він містить центральний вал 1, на якому встановлена несуча смугова гвинтова спіраль 2, по периферії якої закріплена робоча еластична спіраль 3. На несучій смуговій спіралі за допомогою секційних гвинтових пластин 4, а також

болтових з'єднань з напівкруглими головками 5 та гайок 6 з пружинними шайбами закріплена робоча еластична спіраль 3.

Робоча еластична спіраль може бути виконана як суцільною, так із окремих секцій. Секції робочої еластичної спіралі кріпляться до несучої гвинтової спіралі щонайменше через два отвори, а периферійна поверхня робочої еластичної спіралі може бути виконана у вигляді розрізних пластин різної ширини в залежності від геометричних та реологічних параметрів транспортованого матеріалу.

В процесі транспортування сипких матеріалів сільськогосподарського виробництва в направляючій трубі 7 вони взаємодіють з робочою еластичною гвинтовою поверхнею. У випадку защемлення, наприклад, зернини між поверхнею направляючої труби та робочою еластичною гвинтовою поверхнею розрізні пластини прогинаються, що виключає пошкодження зернини. Ширина та жорсткість пластин робочої еластичної гвинтової поверхні вибирають в залежності від фізико-механічних властивостей транспортованого матеріалу.

Для встановлення впливу на величину деформації " Δ " вільного кінця секції еластичної пластини (рис. 1) її ширини " B " та величини консольного виступу " h " розроблено та виготовлено експериментальний стенд. В процесі навантаження секції еластичної пластини її вільний кінець прогинався, а величина даної деформації фіксувалась в залежності від маси мірних вантажів. Експериментальні дослідження проводились для матеріалу еластичної пластини "поліуретан PU-60" з товщиною 2,5 мм. Величину консольного виступу еластичної пластини дискретно встановлювали з відстанню: $h = 25; 20; 15; 10$ мм, при дискретних величинах ширини таких пластин: $B = 25; 20; 15; 10; 5$ мм.

На рис. 2 представлено результати експериментальних досліджень деформації консольно закріпленої еластичної пластини від величини її навантаження.

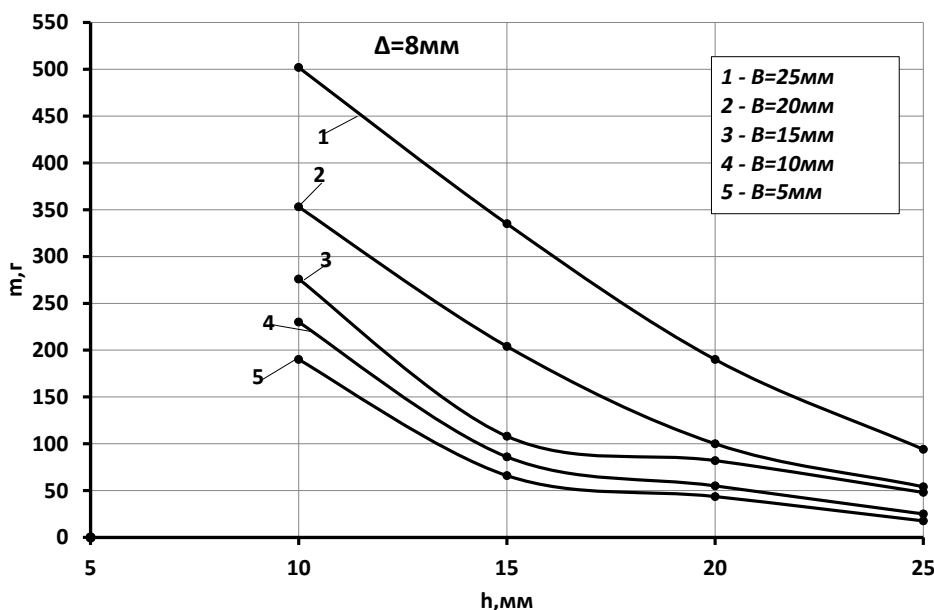


Рис. 2. Графік зміни деформації консольно закріпленої еластичної пластини від величини її навантаження

З аналізу графічних залежностей, які зображено на рис. 3 можна зробити висновок, що для величини консольного виступу еластичної пластини $h = 10$ мм збільшення її ширини в межах від $B = 5$ мм до $B = 25$ мм для забезпечення величини деформації вільного кінця еластичної пластини $\Delta = 8$ мм маса вантажу повинна зрости у 2,8 рази від 180 до 500 гр, для $h = 15$ мм у 4,8 рази, для $h = 20$ мм у 4,2 рази, для $h = 25$ мм у 4,3 рази.

Література

1. Гевко Р. Б., Клендій О. М. Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм. Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. 2013. Вип. 24. С. 67–75.

2. Nevko R. B., Klendiy O. M. The investigation of the process of a screw the conveyer safety device actuation, INMATEH: Agricultural engineering. 2014. Vol. 42. No 1. P. 55–60.

3. Гевко Р. Б., Вітровий А. О., Пік А. І. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія. Тернопіль. Астон. 2012. 204 с.

УДК 621.3.017

ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF PROBLEMS OF REACTIVE POWER COMPENSATION

Tsyvenkova N. M.¹, Omarov I. S.², Holubenko A. A.³

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

²Institute of Renewable Energy of National Academy of Sciences of Ukraine

³Polissia National University

Currently, the bigger share of devices in industrial enterprises consuming reactive electrical power. Reactive power characterizes the electrical energy that is not consumed in the external circuit, but rather that fluctuates between the external circuit and the source, i.e. the capacitive and inductive energy that accumulates temporarily and is returned to the source after accumulation [1]. To produce reactive energy fuel is practically not consumed. However, this "exchange" of energy loads electrical networks, taking away some of their capacity and causing additional losses of active energy.

One of the methods to eliminate this problem is the rational placement of sources of reactive energy (asynchronous motors, transformers, rectifiers, etc.), which leads to the unloading of networks from reactive current and completely eliminates the negative impact of reactive energy, which is the goal of compensating for inductive reactive power. Reactive energy can be easily generated using capacitor banks directly where it is needed. The practice of producing reactive energy in this way is widely used worldwide and is known as reactive power compensation.

Correct compensation of reactive power allows for: reducing overall electricity costs; reducing the load on distribution network elements (feeders, transformers, and distribution devices), thereby prolonging their service life; reducing thermal losses of current; reducing the impact of higher harmonics; suppressing network obstacles, reducing phase asymmetry; achieving greater reliability and cost-effectiveness of distribution networks [3, 6, 10]. In addition, in existing electrical networks: eliminating the generation of reactive energy into the network during hours of minimum load; reducing costs for repairing and upgrading the fleet of electrical equipment; increasing the capacity of the consumer power supply system, which will allow additional loads to be connected without increasing network costs; providing information on network parameters and conditions, and in newly created networks – reducing the power of substations and cable line cross-section, which will reduce their cost [3, 6, 10].

Compensation of reactive power is one of the most accessible, effective, and simple ways to reduce electrical energy losses for both consumers and power supply companies, as well as to reduce the cost of production for its manufacturers. Reactive power consumption and therefore active power losses can be reduced using the following methods: without using compensating devices (CD); with the use of CD; and those which are allowed as exceptions [7, 10].

To compensate for reactive power in power systems, the following equipment is used: capacitor equipment (CE); synchronous motors (SM); synchronous compensators (SC); active power correctors (APC).

Due to the dynamic nature of electrical energy consumption, which can vary significantly over a relatively short period of time, the ratio of active energy consumption to total energy consumption, i.e. $\cos \varphi$, will also change accordingly. Moreover, $\cos \varphi$ is lesser the less is the active load of any inductive consumer (asynchronous motor, transformer) [8, 9]. This implies that a certain set of equipment is necessary for compensating reactive power, which can provide adequate real-time regulation of $\cos \varphi$ [2, 3].

CE can be either regulated or unregulated. Unregulated equipment is cheaper and simpler to implement, but due to the change in the power factor depending on the load, it can cause excessive increases in $\cos \varphi$ and voltage on the capacitors. Regulated equipment allows the reactive power produced to be regulated in dynamic mode.

This drawback is corrected by forming a capacitor bank (CB) from several sections connected to the network, each through its own switch and each of which is controlled by a voltage and/or power regulator, increasing the total capacitance of the battery. This reduces voltage and increases the total power of the battery. Thus, the power of the CE increases in steps Q_1 , Q_1+Q_2 , $Q_1+Q_2+Q_3$ as shown in Fig. 1 for a CE consisting of three CB sections. High-voltage CE consists of single-phase capacitors C connected in series and parallel. Current transformers TA and voltage transformers TV are connected to the circuit for measuring current and voltage. The high-voltage switch Q is designed to disconnect the circuit from the power system (Fig. 1).

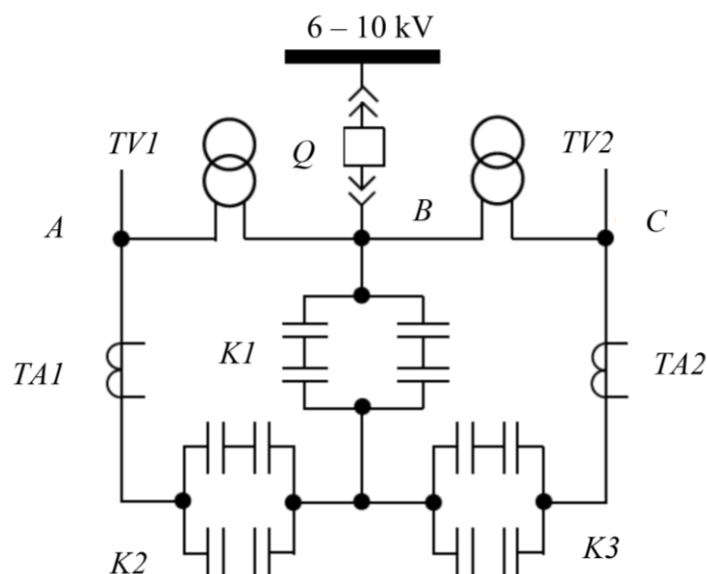


Fig. 1. The schematic diagram of one three-phase section of the capacitor bank intended for 6-10 kV networks [7].

Capacitor banks have drawbacks such as:

- inability to smoothly regulate reactive power and therefore, the voltage of the equipment;
- insufficient electrical strength;
- the power of capacitor banks depends quadratically on the network voltage;
- short service life.

Among other disadvantages are: high fire hazard, the presence of residual discharge and susceptibility to short circuits and overvoltage can be mentioned, as well as the dependence of the reactive power delivered on the supplied voltage. The presence of higher harmonics in the network also strongly affects the capacitor unit. In the presence of such harmonics, it is necessary to check the likelihood of overloading the capacitor bank with current at resonances or near such modes, and measures to eliminate resonance phenomena should be provided. The main advantage of the capacitor bank is its simplicity of installation and operation, and low capital costs.

Synchronous motors (SM) produce reactive power when the excitation current exceeds the nominal value. For this reason, they can be used as a mean of compensating reactive power. The main difference between SM and an asynchronous motor (AM) is that the magnetic field necessary for the operation of the SM is created mostly by a separate source of direct current (exciter). Therefore, in the normal operating mode of the SM (at $\cos \varphi=1$), there is practically no consumption of reactive power from the network, which is needed to create the main magnetic flux, and in the overexcitation mode, i.e., when the electric machine operates with a leading power factor, the generation of capacitive power occurs in the network [3, 5].

The main advantage of synchronous motors used for reactive power compensation compared to capacitor banks is the ability to smoothly regulate the generated reactive power. The disadvantage is that the active losses in generating

reactive power for synchronous motors are greater than for capacitor banks, due to the dependence on the square of the power produced by the synchronous motor.

Most often, in power supply systems, the reactive power of the main load is compensated by CB, while synchronous motors are used to reduce load peaks.

Synchronous compensators (SC) are a type of synchronous motor, but their application is limited to industrial networks and is very rarely used to improve voltage quality for high-power electricity consumers with sudden and variable loads (rolling mills, arc furnaces, etc.), especially in cases of severe reactive power shortage at the point of consumer connection, when smooth and fast voltage regulation is needed, as well as a reserve of reactive power [4, 5].

The disadvantages of SC include:

- increased active power losses; large size and vibration, which requires SCs to be installed on massive foundations;
- the need for hydrogen or air cooling with water coolers;
- the need for constant operation personnel presence at substations with SCs;
- the inability (unlike CE) to increase power during load growth [4, 5].

Active Power Factor Correction (APFC) systems are an intermediate link between the pulse power supply and voltage converter. Their purpose is active filtering of the pulsating current of the network. APFC reduces the phase shift between the voltage and current from the source and forms a sinusoidal current consumed from the network [8, 10].

APFC systems are widely used in single-phase power supplies for household and industrial equipment. However, they are not used in multi-phase industrial installations as they do not provide energy recuperation [5].

Conclusion. Currently, there are several ways to compensate for reactive power. The simplest and most universal method is the use of capacitor equipment. Manufacturers offer a wide range of complete capacitor equipment that, when operated correctly, perform their task. The use of synchronous compensators is justified in rare cases.

References

1. Матвієнко М. П. Основи електротехніки: підручник. Вид. 2-ге перероб і доп. К.: Видавництво Ліра-К, 2018. 228 с.
2. Калюжний Д. М., Карюк А. О., Щербак І. Є. Конспект лекцій з курсу «Електропостачання та електрозбереження» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології та слухачів другої вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Електротехнічні системи електроспоживання). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 124 с.
3. Черемісін М. М., Зубко В. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням : посібник для вищих навчальних закладів. Харків: Факт, 2005. 192 с.
4. Циганенко Б. В. Ефективність роботи розподільних електричних мереж при підвищенні їх класу напруги: дис. ... кандидата техн. наук: 05.14.02 /

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». Київ. 2017. 271 с.

5. Kot A., Nowak W., Szpyra W., Tarko R. Efficiency improvement of reactive power compensation in power distribution networks. *Przeglad elektrotechniczny*. 2013. No 6. P. 190–195.

6. Akash, Gaurav Shah, Himnay Pratap Singh, Avinas Kumar Chauhan. Importance of reactive power for distributed generation. *International journal of emerging technology and advanced engineering*. 2014. No 1. P. 84–88.

7. Dixon J., Moran L., Rodriguez J., Domke R. Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review. *Proceedings of the IEEE*. 2005. No 12. P. 2144–2164.

8. Mekhamer S. F., El-Hawary M. E., Soliman S. A., Moustafa M. A., Mansour M. M. New heuristic strategies for reactive power compensation of radial distribution feeders. *IEEE Transactions on power delivery*. 2002. No 4. P. 1128–113.

9. Ernst S., Kotulski L., Lerch T. etc. Application of reactive power compensation algorithm for large-scale street lighting. *Journal of Computational Science*. 2021, 51, 101338. doi: 10.1016/j.jocs.2021.101338

10. Czarnecki L. S. Considerations on the Reactive Power in Nonsinusoidal Situations. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 1985, IM-34(3), 399–404. doi:10.1109/tim.1985.4315358

11. Callegari, J. M. S., Silva, M. P., de Barros, R. C., Brito, E. M. S., Cupertino, A. F., & Pereira, H. A. Lifetime evaluation of three-phase multifunctional PV inverters with reactive power compensation. *Electric Power Systems Research*. 2019, 175, 105873. doi: 10.1016/j.epsr.2019.105873.

УДК 539.38

ВПЛИВ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗМІНУ МЕХАНІЧНОГО ТА СТРУКТУРНОГО СТАНУ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ23 В РІЗНИХ НАПРЯМКАХ ПРОКАТКИ

Чаусов М. Г., Пилипенко А. П.

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Подано результати експериментальних досліджень з впливу ударно-коливального навантаження різної інтенсивності на зміну механічних і структурних властивостей листового високоміцного двофазного сплаву ВТ23 в різних напрямках прокатки. Інтенсивність імпульсного введення енергії в сплав при ударно-коливальному навантаженні як і в попередніх дослідженнях авторів оцінювали за величиною проскоків динамічній деформації $\varepsilon_{\text{імп}}$ в процесі реалізації ударно-коливального навантаження. Встановлено, що в залежності від інтенсивності імпульсного введення енергії в сплав за рахунок ударно-

коливального навантаження діаграми деформацій сплаву при подальшому статичному розтягу кардинально відрізняються від діаграми деформацій сплаву у вихідному стані з ділянкою зміцнення. Цей факт свідчить про ефекти самоорганізації структури сплаву при реалізації динамічних незрівноважених процесів (ДНП) за рахунок ударно-коливального навантаження.

Найбільш цікаві ефекти виявляються для зразків у поздовжньому напрямку прокатки при $\epsilon_{\text{імп}} = 4\%$, коли при подальшому статичному розтягу збільшується загальна деформація до 35 %, а для зразків у поперечному напрямку прокатки при $\epsilon_{\text{імп}} = 1,44\%$, коли при подальшому статичному розтягу на діаграмі деформацій проявляються площадки текучості протяжністю до 6,5 %. Про суттєві зміни механічного і структурного стану сплаву при реалізації ударно-коливального навантаження різної інтенсивності свідчать і результати проведеного фрактографічного дослідження зламів зразків.

Встановлено, що ударно-коливальне навантаження сплаву у поперечному напрямку прокатки сплаву більш негативно впливає на зміну механічних і структурних властивостей сплаву. Виявлено оптимальне значення інтенсивності імпульсного введення енергії в сплав $\epsilon_{\text{імп}} \sim 1,5\%$, при якому ударно-коливальне навантаження можна використовувати в якості ефективного технологічного способу пластифікації сплаву ВТ23 незалежно від напрямку прокатки. Це має велике значення в процесах штамповки високоміцних титанових сплавів.

УДК 631.3:636

МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ

Ребенко В. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Переведення тваринництва на індустріальну основу на сучасному етапі здійснюється шляхом переходу від застосування розрізнених засобів механізації до розвинених, технологічно та технічно взаємопов'язаних комплексів машин та оптимальних систем утримання та годівлі тварин. Різні технологічні операції, що виконувались раніше вручну або простими знаряддями, перетворюються на інтенсивні високо механізовані та автоматизовані технології. Біологічною, інженерною та економічною науками створюється необхідна технічна, технологічна та організаційна основа для розвитку, удосконалення та впровадження високоефективних технологій індустріального типу, що докорінно підвищують використання потенційних можливостей тварин, що знижують витрати праці, енергетичних та матеріальних ресурсів на одиницю продукції, що скорочують чисельність працівників. Все це призводить до формування біотехнічної системи (БТС) як виробничо-технологічних систем

нового типу, що органічно поєднують живі об'єкти як засоби виробництва, тваринницькі будівлі та техніку нового покоління, керовані людиною.

Основними характерними особливостями біотехнічних систем у тваринництві є: органічне поєднання все більш закінченої системи машин, досконалої технології, високопродуктивних стад тварин та автоматизації виробництва; забезпечення технологічної безперервності та ритмічності виробничих процесів, їх гнучкої технологічної пристосованості до змінних біологічних вимог тварин та природно-виробничих умов; укрупнення масштабів та інтенсифікація виробництва тваринницької продукції; приведення експлуатаційно-технологічних характеристик ферм та комплексів у відповідність до зростаючого рівня інтенсифікації, підвищення енергетичної та економічної ефективності, пристосованості до прогресивних організаційних форм; зростання значущості факторів взаємної адаптації тварин і техніки, контролю та управління технологічними та виробничими процесами.

Зазначені особливості є виробничо-технологічним базисом для реалізації основних біотехнологічних процесів утримання тварин та виявляються у тісній взаємодії біологічних, фізичних, виробничих та техніко-економічних факторів.

Отже, технологічні процеси, забезпечуючи необхідні впливу на середовище проживання та фактори життєзабезпечення тварин, є первинною ланкою БТС. Вони реалізуються оператором при взаємодії певним чином пов'язаних функціональних елементів – живих організмів, технічних і виробничих об'єктів у певній послідовності та взаємозв'язку, необхідної для отримання різних продуктів певної якості.

Будь-який технологічний процес складається з послідовно виконуваних робочих процесів та операцій, що впливають із зоотехнічних вимог та організаційно-технічних можливостей, що реалізуються для виробництва продуктів із заданими властивостями. Робочий процес являє собою сукупність пов'язаних між собою за часом та умовами виконання операцій, за допомогою яких вихідний предмет праці перетворюється на проміжний або кінцевий продукт із заданими властивостями. Операція – частина робочого процесу, що веде до зміни стану, властивості чи місцезнаходження предмета праці – тварини, машини чи зброї.

У зв'язку з ускладненням машин, об'єднанням їх у технологічні лінії та комплекси з приготування кормів, обслуговування тварин та первинної обробки отриманої продукції, при розгляді процесів їх функціонування прийнято поєднувати робочі процеси та операції загальним поняттям «технологічний процес». Вся сукупність робочих процесів, операцій та виробничих процесів складає процес функціонування будь-якої БТС. З поширенням системних поглядів поняття технологічного процесу процесу функціонування об'єкта (системи) взагалі розширилося і наблизилося до поняття процесу, запровадженого свого часу М. Вінером як «передачі, зберігання та переробки інформації».

На відміну від інших видів виробництва, де людина в процесі праці за допомогою засобів праці (корми, техніка, будівлі, споруди) впливає

безпосередньо на предмети праці (сировина, матеріали), у тваринництві вона може впливати на тварину за допомогою машин та обладнання лише через забезпечення необхідних умов годівлі та утримання. Вони в даному виробництві виконують одночасно дві функції, будучи в той же час предметом праці (вирощування, відгодівлю) та засобом праці (виробництво молока, м'яса, збільшення живої маси). Ця відмінність БТС має важливе значення і дає підставу умовно розділити технологію виробництва продуктів тваринництва на дві частини – зооінженерну (біологічну) та інженерно-технічну (машинну).

Зооінженерний аспект визначає спосіб отримання продуктів за мінімальних витрат сировини (кормів), праці та матеріальних засобів з оптимальним використанням біологічних можливостей тварини. Він визначає також вибір системи утримання, способів годування та догляду за тваринами, включає питання відтворення стада та санітарно-ветеринарного обслуговування. Зоотехнія, зоогігієна та ветеринарія складають біологічну основу технології виробництва продуктів тваринництва.

Інженерно-технічний аспект технології, забезпечуючи виконання заданих зоотехнічними вимогами операцій та процесів, реалізує виробництво необхідних продуктів на даному етапі розвитку технології. Вона реалізується за допомогою комплексу організаційно-технічних операцій, які об'єднуються у певні моменти часу у виробничий процес, що залучає великі контингенти тварин та операторів.

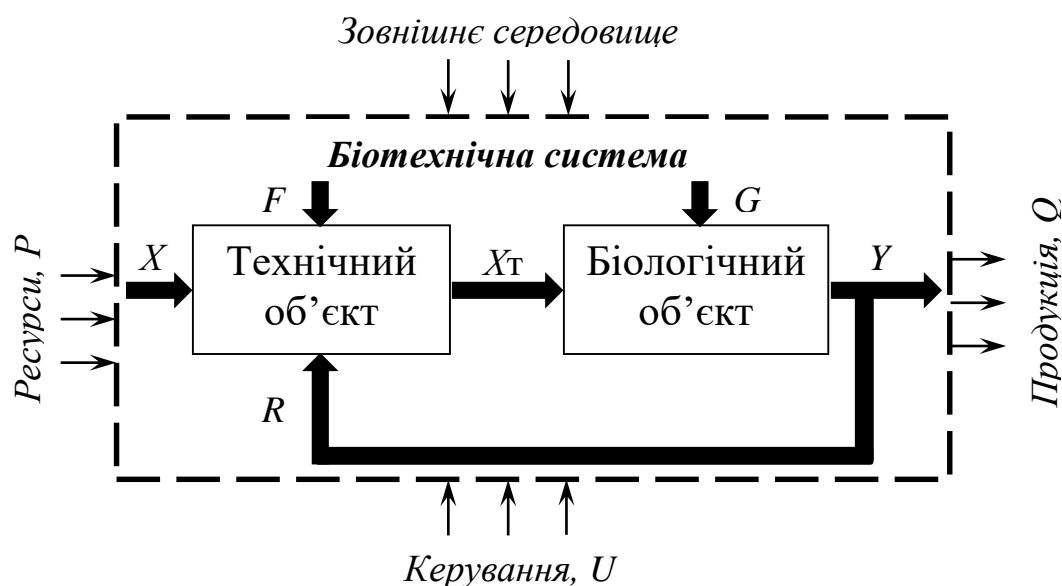


Рис. 1. Блок-схема біотехнічної системи: X_v , X_t , F , G – збурюючі та функціонально-технологічні фактори, що впливають на машини чи тварини, U – керуючі дії на режими роботи машин та умови утримання тварин, Y – вихідні зоотехнічні та технологічні показники тварин, R – зворотній зв'язок, P – вхідні ресурси, Q – вихідні виробничо-економічні показники системи

На рис. 1 представлена загальна блок-схема найпростішої БТС - сукупності взаємозалежних та взаємозалежних об'єктів технічної та біологічної природи, на які впливають внутрішні та зовнішні фактори, зворотні зв'язки та керуючі

впливи, вводяться необхідні ресурси, а на виході отримують необхідну продукцію.

Системна інтерпретація біологічних та механізованих робочих та виробничих процесів зообіологічного та інженерно-технічного характеру, що протікають у БТС, передбачає використання нового напрямку при аналізі та синтезі БТС у складі виробничо-технологічних систем. Під виробничо-технологічною системою (ПТС) розуміється сукупність функціонально пов'язаних засобів - машин, технологічних засобів, будівель, предметів виробництва та відповідних матеріальних засобів, засобів АСУ та операторів. У рамках ПТС реалізується виконання у реальних виробничих умовах заданих технологічних та виробничих процесів відповідно до вимог нормативно-технічної документації (агрозоотехнічних вимог, галузевих систем господарювання, галузевих та державних стандартів).

Все більш повне технічне переозброєння тваринництва із заміною ручної праці машинним призводить до розширення економічних меж застосування техніки та засобів автоматизації, широкого використання продукції багатьох галузей промисловості. Все це має спричинити не лише кількісні зміни структури та складу засобів механізації та автоматизації, а й корінні якісні зміни в технології, організації, будівництві, енергопостачанні, управлінні та економіці функціонування БТС.

УДК 514.18

ТОЧКОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ

Лисенко К. Ю.

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана
Хмельницького*

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша

Точкові композиційні матриці (компоматриці) мають своїми елементами упорядковані базисні точки або їх суми, або базисні точки помножені на число, будь-якої геометричної фігури та призначені для створення її оцифрованої формалізації з метою утворення аналітичної моделі цієї геометричної фігури методами точкового числення Балюби-Найдюша (точкового БН-числення). Тобто для створення аналітичної моделі геометричної фігури довільної форми без застосування методів аналітичної геометрії. Моделі геометричних фігур оцифровані з використанням точкового БН-числення називатимемо композиційними геометричними моделями або скорочено – компомоделі.

Отже, головним призначенням точкової компоматриці є формалізація геометричної фігури. Через це кожен елемент-точка компоматриці має місцезнаходження у ній, яке у повній мірі відповідає місцезнаходженню базисної

точки на геометричній фігурі. При цьому уся множина базисних точок геометричної фігури має бути розподілена поміж підмножинами, якими є ребра (чи то криві, чи то прямі лінії) геометричної фігури. У відповідності до ребер геометричної фігури складаються відповідні рядки або стовпці компоматриці.

Зміна місцезнаходження базисної точки на ребрі геометричної фігури змушує внести відповідні зміни до компоматриці. При цьому, якщо її переміщення відбулося у межах між двома суміжними точками, то відповідний елемент компоматриці і решта інших її елементів не рухаються, тобто їх записи у компоматриці лишаються без змін.

Отже, компоматриці призначені для обслуговування геометричних фігур і через це для їхнього утворення не потрібно складати лінійні рівняння, а треба здійснити відповідні заміри вихідної геометричної фігури.

І навпаки, традиційні матриці призначені для обслуговування алгебраїчних утворень – систем лінійних рівнянь, скороченого їхнього запису і узагальненого розв'язування. Зміна будь-якого елемента алгебраїчної матриці завжди призводить до зміни вихідних умов розв'язуваної задачі і, як наслідок, до зміни усіх її елементів.

Базисними точками вихідної геометричної фігури є мінімальна множина точок, застосування визначеного алгоритму до яких призводить до відновлення, з необхідною точністю, усієї континуальної множини точок цієї геометричної фігури.

Композиційні матриці компактно у стислій формі подають вихідну геометричну фігуру. На їхній основі створюється неперервна композиційна модель цієї геометричної фігури у вигляді точкового поліному.

Операціями над компоматрицями відповідають певні геометричні перетворення вихідної геометричної фігури.

На відміну від позначень алгебраїчних матриць компоматриці позначаються подвійними квадратними дужками, при цьому, елементи точкової компоматриці, у загальному вигляді, мають індекс "T".

$\llbracket A_T \rrbracket_l$, $\llbracket A_T \rrbracket_m$ – це однорозмірні компоматриці точкові, за допомоги яких описуються дискретно подані лінії, і мають вигляд точкової компоматриці-рядка або компоматриці-стовпця. На те, що це однорозмірні компоматриці, вказує один підматричний індекс "l" чи то "m".

$\llbracket A_T \rrbracket_{l \times m}$ – дворозмірні компоматриці точкові розміру $l \times m$, за допомоги яких описуються дискретно подані поверхні.

$\llbracket A_T \rrbracket_{l \times m \times n}$ – трирозмірні компоматриці точкові розміру $l \times m \times n$, які призначені для опису дискретно поданих геометричних тіл.

Компоматриці точкові, з позначенням місцезнаходження її елементів, мають наступний вигляд: $\llbracket A_i \rrbracket$ – однорозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $\llbracket A_{ij} \rrbracket$ – дворозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $j = \overline{1, m}$; $\llbracket A_{ijk} \rrbracket$ – трирозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $j = \overline{1, m}$; $k = \overline{1, n}$.

Для дво- та трирозмірних компоматриці точкових об'єктів обов'язковою є наступна вимога, що базисні точки мають обиратися лише у місцях перетину ребер вихідної геометричної фігури, а елементи відповідних компоматриць точкових мають відображати саме такі базисні точки.

Кожна з розглянутих компоматриць точок виз може відображати геометричні фігури у дво-, три-, та n_k -просторі, кількість координат k_n у яких є, відповідно, $k_2 = 1,2$; $k_3 = \overline{1,3}$; $k_4 = \overline{1,4} \dots$ $k_{n_k-1} = \overline{1, n_k - 1}$; $k_{n_k} = \overline{1, n_k}$. У відповідності до цього, компоматриця кривої лінії у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\llbracket A_T \rrbracket_l \Rightarrow \left\{ \llbracket A_i(1) \rrbracket_{i=1,l}, \llbracket A_i(2) \rrbracket_{i=1,l}, \dots, \llbracket A_i(n_k) \rrbracket_{i=1,l} \right\}.$$

Компоматриця поверхні довільної форми у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\llbracket A_T \rrbracket_{l \times m} \Rightarrow \left\{ \llbracket A_{ij}(1) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m}, \llbracket A_{ij}(2) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m}, \dots, \llbracket A_{ij}(n_k) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m} \right\}.$$

Компоматриця геометричного тіла довільної форми у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\llbracket A_T \rrbracket_{l \times m \times n} \Rightarrow \left\{ \llbracket A_{ijk}(1) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n}, \llbracket A_{ijk}(2) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n}, \dots, \llbracket A_{ijk}(n_k) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n} \right\}.$$

Кожна з наведених компоматриць координатних являє собою паралельну проєкцію композиційного геометричного об'єкту у n_k -просторі на відповідну вісь координат цього n_k -простору.

Загальновідомо, що операції над алгебраїчними матрицями здійснюються через відповідні операції над їхніми елементами. Це положення є правдивим і для компоматриць точкових. Однак, правила здійснення операцій над компоматрицями точковими і алгебраїчними матрицями докорінно відрізняються одне від одного. Таке відбувається через те, що операції над алгебраїчними матрицями здійснюються на правилах лінійної алгебри з метою обслуговування лінійних систем рівнянь, а операції над компоматрицями відповідають перетворенням геометричних об'єктів, крім того композиційна геометрія взагалі виключає застосування методів лінійної алгебри.

Через те, що для створення компомоделі геометричного об'єкту базисні точки обираються у місцях перетину його каркасів ліній, а відповідні базисним точкам елементи компоматриць мають місцезнаходження на перетинах, відповідних до цих ребер, рядках та стовпцях, то операції над компоматрицями зводяться до відповідних операцій над їхніми елементами, які мають однакові індекси чи то одинарні, чи то подвійні, чи то потрійні.

Взагалі, у тій частині композиційного моделювання, яку ми наразі досліджуємо, операціям над компоматрицями відповідають переміщення геометричних об'єктів, симетрія або ж гомотетія.

Крім того, для здійснення операцій над компоматрицями, нами надано визначення нульової, одиничної, однаково числової та різночислової компоматриць точкових. Усі ці названі компоматриці можуть бути як цілковиті так і частинні.

Надамо визначення цілковитим і частинним компоматрицям. Цілковиті компоматриці точкові застосовуються коли перетворення вихідної геометричної фігури здійснюється за усіма координатами її базисних точок, а частинні компоматриці застосовуються коли її перетворення здійснюється за окремо взятими координатами.

Застосування композиційних матриць точкових дозволяє у стислому вигляді подавати оцифровані геометричні фігури, здійснювати операції над цими фігурами. Крім того компоматриці точкові є основою для створення неперервних композиційних об'єктів у вигляді точкових поліномів.

УДК 514.18

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВИХ ОБВОДІВ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВИКОРИСТАННЯМ ТРИРІВНЕВИХ ПЛАНІВ

Бідніченко О. Г.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Проектування проточних частин технічних об'єктів зокрема елементів проточної частини відцентрових компресорів є багато параметричною задачею, розв'язання якої вимагає можливості проробки певної кількості варіантів. Форми обводів елементів, що проектуються, описуються різними геометричними кривими в залежності від умов проектування: коло, овали Ламе, конхйоїда, еліпс, криві Безьє тощо. В роботі [1] використовуються параметричні кубічні криві з двома степенями свободи. Для побудови такої кривої визначаються параметри α і β , значення яких залежить від конкретних умов проектування лопаткового апарату, для чого повинні бути заданими геометричні кути входу α_0 і виходу потоку α_1 , величина x_f розміщення максимуму кривої, а також стрілка прогину f . Таким чином, параметри α і β параметричної кубічної кривої із двома степенями свободи знаходяться у функціональній залежності від чотирьох змінних. Ця залежність описує деяку гіперповерхню у багатовимірному просторі. Для математичного опису такої поверхні можна використати теорію планування експерименту, перевага якої полягає у можливості отримання аналітичної залежності досліджуваного явища від факторів процесу. Методи планування експерименту дозволяють раціональним образом розташувати розрахункові

точки в багатовимірному просторі незалежних змінних. Крім того дають змогу комплексно вивчати вплив всіх досліджуваних факторів з врахуванням їхнього взаємного впливу.

Рішенню задачі складання рівнянь, що описують гіперповерхні параметрів α і β найбільше повно відповідають тривірневі плани Бокса-Бенкіна. При трьох рівнях варіювання (-1; 0; +1) деякої кількості змінних ці плани вимагають відносно невеликої кількості розрахунків для отримання поліноміального рівняння.

Матриця планування експерименту для чотирьох змінних має такий вигляд:

$$\begin{array}{c} \left. \begin{array}{cccc} \pm 1 & \pm 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm 1 & \pm 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 8 \\ 1 \end{array} \\ \hline \left. \begin{array}{cccc} \pm 1 & 0 & 0 & \pm 1 \\ 0 & \pm 1 & \pm 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 8 \\ 1 \end{array} \\ \hline \left. \begin{array}{cccc} \pm 1 & 0 & \pm 1 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 & \pm 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 8 \\ 1 \end{array} \\ \hline \end{array} \quad \overline{M=27}$$

Розгорнута запис першого рядка плану має вигляд:

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 & 0 \\ +1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & +1 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Інші рядки виходять перестановкою рядків з ненульовими елементами.

Зв'язок відносних та дійсних параметрів виражається залежністю:

$$\bar{x}_i = \frac{(x_i - x_0)}{\alpha_i}, \text{ де } \bar{x}_i - \text{відносне значення } i\text{-того параметра; } x_i - \text{абсолютне значення}$$

i -того параметра; x_{i0} – абсолютне значення i -того параметра в центральній точці; α_i – шаг змінення i -того параметра.

В результаті отримано дані для побудови поліноміальних моделей параметрів α і β параметричних кубічних кривих із двома степенями свободи:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2,130 + 0,651 \cdot \bar{\alpha}_0 - 0,452 \cdot \bar{\alpha}_1 - 0,734 \cdot \bar{x}_f + 0,074 \cdot \bar{f} - \\ &0,023 \bar{\alpha}_0^2 + 0,112 \bar{\alpha}_1^2 - 0,065 \bar{x}_f^2 - 0,0004 \bar{f}^2 - 0,0008 \bar{\alpha}_0 \bar{\alpha}_1 + \\ &0,192 \bar{\alpha}_0 \bar{x}_f - 0,027 \bar{\alpha}_0 \bar{f} + 0,138 \bar{\alpha}_1 \bar{x}_f + 0,05 \bar{\alpha}_1 \bar{f} + 0,057 \bar{x}_f \bar{f} \\ \beta &= 3,279 + 0,262 \cdot \bar{\alpha}_0 - 1,11 \cdot \bar{\alpha}_1 - 0,619 \cdot \bar{x}_f + 0,095 \cdot \bar{f} - \\ &0,028 \bar{\alpha}_0^2 + 0,03 \bar{\alpha}_1^2 - 0,026 \bar{x}_f^2 - 0,0017 \bar{f}^2 - 0,0865 \bar{\alpha}_0 \bar{\alpha}_1 + \\ &0,057 \bar{\alpha}_0 \bar{x}_f - 0,026 \bar{\alpha}_0 \bar{f} + 0,286 \bar{\alpha}_1 \bar{x}_f + 0,029 \bar{\alpha}_1 \bar{f} - 0,043 \bar{x}_f \bar{f} \end{aligned}$$

Середньозважені погрішності апроксимації параметрів α і β у наведених виразах складають відповідно 1,24 та 1,45 відсотка.

Аналіз коефіцієнтів регресії моделі для параметрів α та β показує, що лінійні ефекти є впливовими, а квадратичні ефекти слабо впливають на форму кривої, що моделюється.

Потрібно відзначити, що змінні $\bar{\alpha}_0$, $\bar{\alpha}_1$, \bar{x}_f , \bar{f} по-різному впливають на кожен із параметрів α і β , що узгоджується з геометричними правилами відносно характеру кривих, що досліджуються.

Отримані в роботі поліноміальні моделі коефіцієнтів α і β параметричної кубічної кривої з двома степенями свободи дозволяють дослідити характер змін кривої під час геометричного моделювання елементів лопаткових апаратів відцентрових компресорів.

Література

1. Бідніченко О. Г., Кукліна О. Ю. Модифікація параметричної кубічної кривої для рішення задач геометричного моделювання. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ. КНУБА. 2008. Вип. 79. С. 170–174.

УДК 514.18

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ УТЕПЛЮВАЧА ПО ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІЙ ОБОЛОНЦІ БУДІВЕЛЬ ПРИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Мартинов В. Л.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Існуючі нормативні документи в Україні регламентують мінімальний рівень опору теплопередачі через огорожувальні конструкції будівель, але при цьому не враховуються такі особливості теплоенергетичного впливу навколишнього середовища, як рівень надходження тепла від сонячної радіації і вплив вітру. Так, правомірним залишається питання з оптимального перерозподілу нормативної кількості утеплювача між гранями теплоізоляційної оболонки будівлі з урахуванням теплового впливу навколишнього середовища з метою мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції, що сприятиме підвищенню енергоефективності будівель.

Для розв'язання вищезазначеного питання запропоновано способи оптимізації опору теплопередачі світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій за різних умов та структуру оптимізації перерозподілу утеплювача між гранями огорожувальних конструкцій (рис. 1).

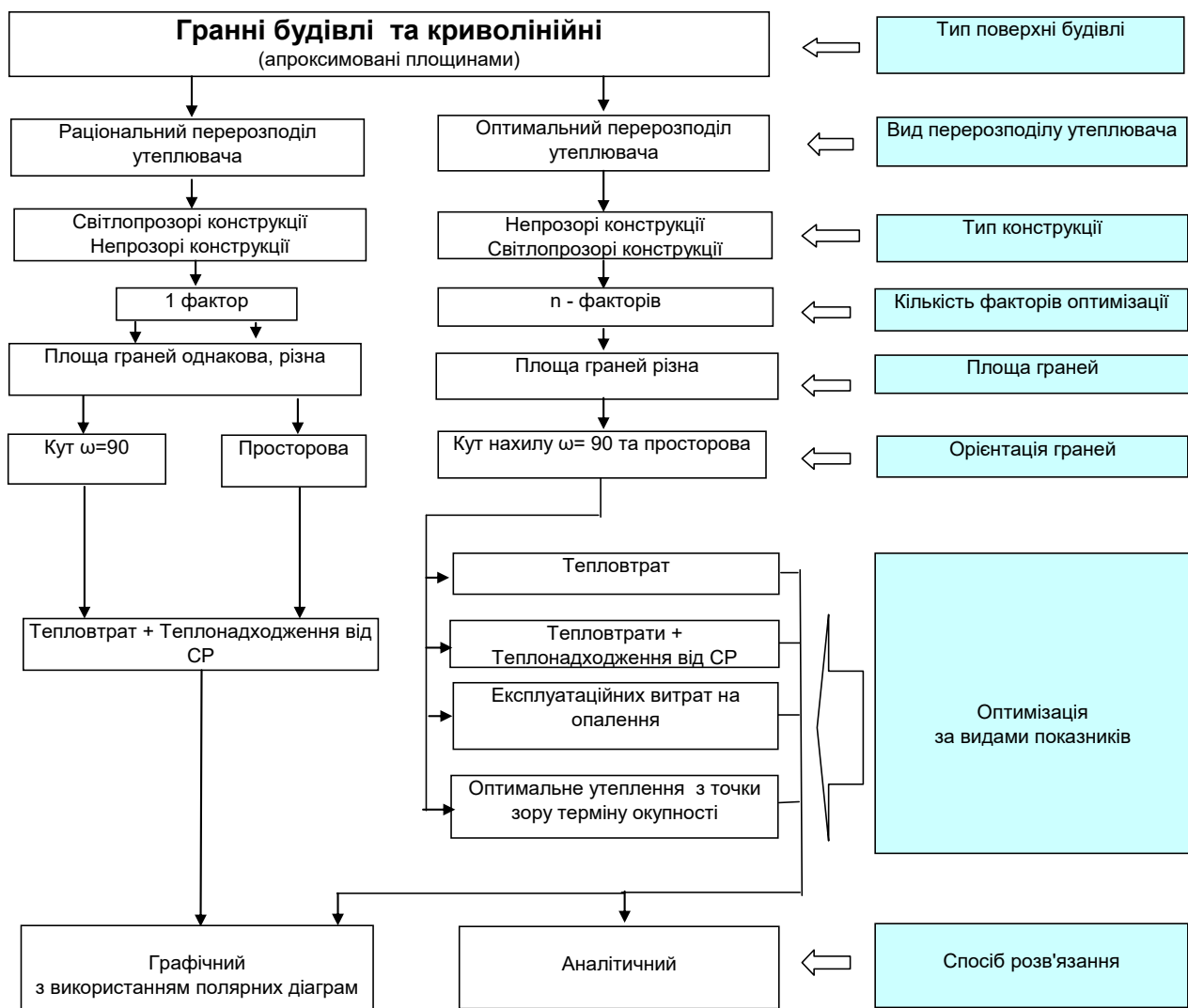


Рис. 1. Структура оптимізації перерозподілу утеплювача між гранями огорожувальних конструкцій

УДК 514.18

ПАРАМЕТРИЧНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ

Павленко О. М.

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша

Композиційна геометрія це математично формалізована, із застосуванням методів точкового числення Балюби-Найдюша (точкового БН-числення), геометрія, точкові рівняння якої, у параметричній формі, утворені не відносно

вихідної системи координат, а відносно усіх базисних точок вихідної геометричної композиції.

Параметризація будь-якої геометричної композиції здійснюється шляхом встановлення відношень між частинними її елементами і довільно обраним цілим елементом з дотриманням вимог щодо простого відношення трьох точок.

Геометрична композиція утворюється із вихідної геометричної фігури шляхом подання через базисні точки усіх її тривіальних геометричних об'єктів (прямих, площин, тощо). Будь-яка геометрична композиція має своїми елементами певним чином упорядковану не порожню фінітну дискретну множину точок, серед яких обирається підмножина базисних точок. базисними точками геометричної композиції є ті, що обираються серед її множини точок і призначені для породження цієї континуальної множини точок шуканого композиційного геометричного об'єкту. базисні точки обираються на перетині каркасів ліній дискретно поданого вихідного геометричного об'єкту.

Композиційна геометрія призначена для оцифрування креслеників геометричних фігур з метою заміни графічних способів їхньої побудови на обчислювальні алгоритми розв'язування метричних та позиційних задач. При цьому, геть виключається застосування методів аналітичної геометрії як таких, що є більш ресурсовитратними у порівнянні з методами композиційної геометрії.

Параметричні композиційні матриці (компоматриці) мають своїми елементами певним чином упорядковані характеристичні функції, які утворюються окремо для кожної базисної точки вихідної геометричної композиції.

Виходячи з цього, перш ніж скласти компоматрицю параметричну, необхідно створити компоматрицю точкову, а потім, у відповідності до неї, утворювати компоматрицю параметричну. В свою чергу, компоматриці точкові складаються у відповідності до каркасу ліній вихідної геометричної фігури.

Найзагальніше позначення компоматриць точкових має вигляд:

$\left[\left[A_T \right] \right]_l$ або $\left[\left[A_i \right] \right]_{i=1,l}$ – однорозмірні точкові компоматриці;

$\left[\left[A_T \right] \right]_{l \times m}$ або $\left[\left[A_{ij} \right] \right]_{\substack{i=1,l; \\ j=1,m}}$ – дворозмірні точкові компоматриці;

$\left[\left[A_T \right] \right]_{l \times m \times n}$ або $\left[\left[A_{ijk} \right] \right]_{\substack{i=1,l; \\ j=1,m; \\ k=1,n}}$ – трирозмірні компоматриці точкові.

На те, що це є компоматриці точкові, у першому позначенні, вказує індекс "T", а у другому – прописна "A".

Тоді найзагальніші позначення відповідних компоматриць параметричних матиме вигляд:

$\left[\left[A_{II} \right] \right]_l$ або $\left[\left[a_i \right] \right]_{i=1,l}$ – однорозмірні параметричні компоматриці;

$\llbracket A_{II} \rrbracket$ або $\llbracket a_{ij} \rrbracket$ – дворовмірні параметричні компоматриці;
 $i=1,l;$
 $j=1,m$

$\llbracket A_{III} \rrbracket$ або $\llbracket a_{ijk} \rrbracket$ – трирозмірні компоматриці параметричні.
 $i=1,l;$
 $j=1,m;$
 $k=1,n$

На те, що це є компоматриці параметричні, у першому позначенні, вказує індекс "II", а у другому – рядкова "a", якою позначаються чи то характеристичні функції, чи то їх добуток.

За параметричними напрямими компоматриці параметричні позначаються наступним чином:

$\llbracket a_i \rrbracket =^U \llbracket p_i \rrbracket$; $\llbracket a_j \rrbracket =^V \llbracket q_j \rrbracket$; $\llbracket a_k \rrbracket =^W \llbracket r_k \rrbracket$ – однопараметричні.
 $i=1,l$ $i=1,l$ $j=1,m$ $j=1,m$ $k=1,n$ $k=1,n$

Двопараметричні компоматриці параметричні визначаються як добутки відповідних однопараметричних:

$\llbracket a_{ij} \rrbracket = \llbracket p_{ij} \rrbracket \cdot \llbracket q_{ij} \rrbracket = \llbracket p_{ij} \cdot q_{ij} \rrbracket$ – за напрямими U та V ;
 $i=1,l; j=1,m$

$\llbracket a_{ik} \rrbracket = \llbracket p_{ik} \rrbracket \cdot \llbracket r_{ik} \rrbracket = \llbracket p_{ik} \cdot r_{ik} \rrbracket$ – за напрямими U та W ;
 $i=1,l; k=1,n$

$\llbracket a_{jk} \rrbracket = \llbracket q_{jk} \rrbracket \cdot \llbracket r_{jk} \rrbracket = \llbracket q_{jk} \cdot r_{jk} \rrbracket$ – за напрямими V та W .
 $j=1,m; k=1,n$

У наведених варіантах, кожен елемент компоматриць-добутків утворюється як результат множення характеристичних функцій різних параметричних напрямів з однаковими подвійними індексами.

Трипараметричні компоматриці параметричні визначаються як добуток відповідних однопараметричних компоматриць параметричних:

$\llbracket a_{ijk} \rrbracket = \llbracket p_{ijk} \rrbracket \cdot \llbracket q_{ijk} \rrbracket \cdot \llbracket r_{ijk} \rrbracket = \llbracket p_{ijk} \cdot q_{ijk} \cdot r_{ijk} \rrbracket$.
 $i=1,l; j=1,m; k=1,n$

Тут кожен елемент компоматриці утворюється як результат множення характеристичних функцій різних параметричних напрямів з однаковими потрійними індексами.

Тут в усіх наведених позначеннях p , q , r є характеристичні функції за відповідними параметричними напрямими і у відповідних базисних точках.

Як бачимо, у композиційному моделюванні окремо створюються компоматриці точкові і параметричні. Їх елементи лишаються окремими, у вигляді добутків, і у компоматриці геометричної фігури, і у точковому поліномі. Така роздільність записів точок і параметрів у виразах елементів точкових поліномів дозволяє змінювати форму графіку точкового поліному лише зміною положення його базисних точок не змінюючи, при цьому, характеристичні функції. Це є чи не найголовнішою особливістю точкових поліномів у порівнянні з рештою інших кривих ліній та поверхонь.

Позначається компоматриці однопараметричної геометричної фігури – $\llbracket \Gamma_{\phi} \rrbracket_l$ або $\llbracket A_{\phi} \rrbracket_l$ і утворюються як добуток точкової та параметричної компоматриці:

$$\llbracket \Gamma_{\phi} \rrbracket = \llbracket A_i \rrbracket \cdot \llbracket p_i(t) \rrbracket = \llbracket A_i \cdot p_i(t) \rrbracket, \quad 0 \leq t \leq t_l.$$

Тут перемножуються елементи-помножувачі лише з однаковими індексами.

Компоматриця двопараметричної геометричної фігури має наступний вигляд:

$$\llbracket A_{\phi} \rrbracket_{l \times m} = \llbracket A_{ij} \rrbracket \cdot \llbracket p_{ij}(U) \cdot q_{ij}(V) \rrbracket = \llbracket A_{ij} \cdot p_{ij}(U) \cdot q_{ij}(V) \rrbracket = \llbracket A_{ij} \cdot a_{ij}(U, V) \rrbracket,$$

$$0 \leq U \leq U_l, \quad 0 \leq V \leq V_m.$$

Тут перемножуються елементи-помножувачі лише з однаковими подвійними індексами.

Компоматриця трипараметричної геометричної фігури матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \llbracket B_{\phi} \rrbracket_{l \times m \times n} &= \llbracket B_{ijk} \rrbracket \cdot \llbracket p_{ijk}(U) \cdot q_{ijk}(V) \cdot r_{ijk}(W) \rrbracket = \llbracket B_{ijk} \cdot p_{ijk}(U) \cdot q_{ijk}(V) \cdot r_{ijk}(W) \rrbracket = \\ &= \llbracket B_{ijk} \cdot b_{ijk}(U, V, W) \rrbracket, \quad 0 \leq U \leq U_l, \quad 0 \leq V \leq V_m, \quad 0 \leq W \leq W_n. \end{aligned}$$

Як бачимо, у передостанньому та останньому записях позначення двопараметричної характеристичної функції – $a_{ij}(U, V)$ та трипараметричної характеристичної функції – $b_{ijk}(U, V, W)$ записані рядковими літерами, що відповідають прописним літерам "A" і "B", якими позначено базисні точки.

Сума усіх елементів композиційних матриць геометричних фігур являє собою точковий поліном.

Однопараметричний точковий поліном, який неперервно описує регулярну криву лінію:

$$M_l = \sum_{i=1}^l A_i p_i(t), \quad 0 \leq t \leq t_l.$$

Двопараметричний точковий поліном, який неперервно описує регулярну поверхню довільної форми:

$$M_{lm} = \sum_{i,j=1}^{l,m} A_{ij} \cdot a_{ij}(U, V), \quad 0 \leq U \leq U_l, \quad 0 \leq V \leq V_m.$$

Трипараметричний точковий поліном, який одним рівнянням неперервно описує як поверхню геометричного тіла довільної форми, так і усі, без виключення, точки в його середині:

$$M_{lmn} = \sum_{i,j,k=1}^{l,m,n} A_{ijk} \cdot b_{ijk}(U, V, W), \quad 0 \leq U \leq U_l, \quad 0 \leq V \leq V_m, \quad 0 \leq W \leq W_n.$$

Як бачимо, характеристичні функції $p_i(t)$ або їх добутки $a_{ij}(U, V)$ та $b_{ijk}(U, V, W)$ являють собою елементи компоматриць параметричних та входять множниками до кожної складової точкових поліномів. І саме вони, через застосування спеціального методу їхнього утворення, забезпечують композиційну інтерполяцію вихідних геометричних об'єктів довільної форми чи то одно-, чи то дво-, чи то трипараметричних.

Застосування точкових поліномів для компоінтерполяції не потребує складання алгебраїчних рівнянь для забезпечення вихідних умов і не потребує застосування методів лінійної алгебри для їхнього розв'язування за відсутності цих алгебраїчних рівнянь.

Характеристичні функції відображають параметризацію вихідної геометричної композиції, тобто утворюються, враховуючи усі її геометричні особливості, та являють собою функціональний базис точкового поліному. Зміна положення хоча б однієї точки геометричної композиції відносно решти інших її точок призводить до необхідності зміни усіх характеристичних функцій, тобто усього функціонального базису точкового поліному.

Саме через те, що характеристичні функції утворюються враховуючи усі геометричні особливості вихідного геометричного об'єкту, точкові поліноми, що є створеними на функціональному базисі цих характеристичних функцій, знаходяться у повній злагоді з цим геометричним об'єктом і тому на цих точкових поліномах не виникають неконтрольовані осциляції. І навпаки, бернштейнівські функціональні базиси традиційних поліномів (алгебраїчних, тригонометричних, логарифмічних, тощо) існують самі по собі і ніяким чином не враховують геометричні особливості вихідного геометричного об'єкту. Через це, для виконання вихідних умов традиційними поліномами, на них виникають неконтрольовані осциляції.

Розглянемо безпосередньо утворення характеристичних функцій. Для їхнього утворення спочатку необхідно здійснити параметризацію уздовж довжини окремо для кожного з ребер вихідного геометричного об'єкту, обчисливши значення параметра для кожної із його точок.

У загальному вигляді характеристичні функції для просторової кривої довільної форми матимуть наступний вигляд:

$$p_{(i)}(t) = \frac{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq (i)}}^l (t_i - t)}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq (i)}}^l (t_i - t_{(i)})}, \quad 0 \leq t \leq t_l, \text{ де}$$

t – поточний параметр уздовж кривої лінії;

t_i – значення параметрів у базисних точках;

$t_{(i)}$ – значення параметру у базисній точці, для якої створюється характеристична функція.

У загальному вигляді двопараметричні характеристичні функції для поверхні довільної форми утворюються наступним чином. Спочатку вони утворюються окремо за кожним із параметричних напрямів U та V , а потім знаходиться їх добуток.

$$p_{(ij)}(U) = \frac{\prod_{\substack{i=1 \\ ij \neq (ij)}}^l (U_{ij} - U)}{\prod_{\substack{i=1 \\ ij \neq (ij)}}^l (U_{ij} - U_{(ij)})}, \quad 0 \leq U \leq U_l; \quad q_{(ij)}(V) = \frac{\prod_{\substack{j=1 \\ ij \neq (ij)}}^m (V_{ij} - V)}{\prod_{\substack{j=1 \\ ij \neq (ij)}}^m (V_{ij} - V_{(ij)})}, \quad 0 \leq V \leq V_m.$$

Визначаємо кожний двопараметричний елемент $a_{ij}(U, V)$ компоматриці параметричної як добуток характеристичних функцій за параметричними напрямками:

$$a_{ij}(U, V) = p_{ij}(U) \cdot q_{ij}(V), \quad i = \overline{1, l}; \quad j = \overline{1, m}; \quad 0 \leq U \leq U_l, \quad 0 \leq V \leq V_m.$$

При цьому, вирази характеристичних функцій за напрямками у загальному вигляді перемножувати не потрібно, треба знаходити їх добуток за обраних поточних значень параметрів U та V у тих межах, які вказані.

У загальному вигляді трипараметричні характеристичні функції для неперервного опису точок як на поверхні, так і всередині геометричного тіла довільної форми, утворюються як добуток характеристичних функцій за трьома параметричними напрямками U , V та W .

$$p_{(ijk)}(U) = \frac{\prod_{\substack{i=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^l (U_{ijk} - U)}{\prod_{\substack{i=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^l (U_{ijk} - U_{(ijk)})}, \quad 0 \leq U \leq U_l; \quad q_{(ijk)}(V) = \frac{\prod_{\substack{j=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^m (V_{ijk} - V)}{\prod_{\substack{j=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^m (V_{ijk} - V_{(ijk)})},$$

$$0 \leq V \leq V_m; \quad r_{(ijk)}(W) = \frac{\prod_{\substack{k=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^n (W_{ijk} - W)}{\prod_{\substack{k=1 \\ ijk \neq (ijk)}}^n (W_{ijk} - W_{(ijk)})}, \quad 0 \leq W \leq W_n.$$

Визначаємо кожний трипараметричний елемент $a_{ijk}(U, V, W)$ компоматриці параметричної як добуток однопараметричних характеристичних функцій за напрямками U , V та W .

$$a_{ijk}(U, V, W) = p_{ijk}(U) \cdot q_{ijk}(V) \cdot r_{ijk}(W), \quad i = \overline{1, l}; \quad j = \overline{1, m}; \quad k = \overline{1, n}; \quad 0 \leq U \leq U_l, \\ 0 \leq V \leq V_m, \quad 0 \leq W \leq W_n.$$

Цей добуток також знаходить для конкретно обраних значень параметрів.

УДК 514.18

ТОЧКОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ

Лисенко К. Ю.

*Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького*

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша

Точкові композиційні матриці (компоматриці) мають своїми елементами упорядковані базисні точки або їх суми, або базисні точки помножені на число, будь-якої геометричної фігури та призначені для створення її оцифрованої формалізації з метою утворення аналітичної моделі цієї геометричної фігури методами точкового числення Балюби-Найдюша (точкового БН-числення). Тобто для створення аналітичної моделі геометричної фігури довільної форми без застосування методів аналітичної геометрії. Моделі геометричних фігур оцифровані з використанням точкового БН-числення називатимемо композиційними геометричними моделями або скорочено – компомоделі.

Отже, головним призначенням точкової компоматриці є формалізація геометричної фігури. Через це кожен елемент-точка компоматриці має місцезнаходження у ній, яке у повній мірі відповідає місцезнаходженню базисної точки на геометричній фігурі. При цьому уся множина базисних точок геометричної фігури має бути розподілена поміж підмножинами, якими є ребра (чи то криві, чи то прямі лінії) геометричної фігури. У відповідності до ребер геометричної фігури складаються відповідні рядки або стовпці компоматриці.

Зміна місцезнаходження базисної точки на ребрі геометричної фігури змушує внести відповідні зміни до компоматриці. При цьому, якщо її переміщення відбулося у межах між двома суміжними точками, то відповідний елемент компоматриці і решта інших її елементів не рухаються, тобто їх записи у компоматриці лишаються без змін.

Отже, компоматриці призначені для обслуговування геометричних фігур і через це для їхнього утворення не потрібно складати лінійні рівняння, а треба здійснити відповідні заміри вихідної геометричної фігури.

І навпаки, традиційні матриці призначені для обслуговування алгебраїчних утворень – систем лінійних рівнянь, скороченого їхнього запису і узагальненого розв'язування. Зміна будь-якого елемента алгебраїчної матриці завжди призводить до зміни вихідних умов розв'язуваної задачі і, як наслідок, до зміни усіх її елементів.

Базисними точками вихідної геометричної фігури є мінімальна множина точок, застосування визначеного алгоритму до яких призводить до відновлення, з необхідною точністю, усієї континуальної множини точок цієї геометричної фігури.

Композиційні матриці компактно у стислій формі подають вихідну геометричну фігуру. На їхній основі створюється неперервна композиційна модель цієї геометричної фігури у вигляді точкового поліному.

Операціями над компоматрицями відповідають певні геометричні перетворення вихідної геометричної фігури.

На відміну від позначень алгебраїчних матриць компоматриці позначаються подвійними квадратними дужками, при цьому, елементи точкової компоматриці, у загальному вигляді, мають індекс "T".

$\left[\left[A_T \right] \right]_l$, $\left[\left[A_T \right] \right]_m$ – це однорозмірні компоматриці точкові, за допомоги яких

описуються дискретно подані лінії, і мають вигляд точкової компоматриці-рядка або компоматриці-стовпця. На те, що це однорозмірні компоматриці, вказує один підматричний індекс "l" чи то "m".

$\left[\left[A_T \right] \right]_{l \times m}$ – дворозмірні компоматриці точкові розміру $l \times m$, за допомоги яких

описуються дискретно подані поверхні.

$\left[\left[A_T \right] \right]_{l \times m \times n}$ – трирозмірні компоматриці точкові розміру $l \times m \times n$, які призначені

для опису дискретно поданих геометричних тіл.

Компоматриці точкові, з позначенням місцезнаходження її елементів, мають наступний вигляд: $\left[\left[A_i \right] \right]$ – однорозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $\left[\left[A_{ij} \right] \right]$ – дворозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $j = \overline{1, m}$; $\left[\left[A_{ijk} \right] \right]$ – трирозмірні, для $i = \overline{1, l}$; $j = \overline{1, m}$; $k = \overline{1, n}$.

Для дво- та трирозмірних компоматриці точкових обов'язковою є наступна вимога, що базисні точки мають обиратися лише у місцях перетину ребер вихідної геометричної фігури, а елементи відповідних компоматриць точкових мають відображати саме такі базисні точки.

Кожна з розглянутих компоматриць точок виз може відображати геометричні фігури у дво-, три-, та n_k -просторі, кількість координат k_n у яких є, відповідно, $k_2 = \overline{1, 2}$; $k_3 = \overline{1, 3}$; $k_4 = \overline{1, 4} \dots$ $k_{n_k-1} = \overline{1, n_k-1}$; $k_{n_k} = \overline{1, n_k}$. У відповідності до цього, компоматриця кривої лінії у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\left[\left[A_T \right] \right]_l \Rightarrow \left\{ \left[\left[A_i(1) \right] \right]_{i=1,l}, \left[\left[A_i(2) \right] \right]_{i=1,l}, \dots, \left[\left[A_i(n_k) \right] \right]_{i=1,l} \right\}.$$

Компоматриця поверхні довільної форми у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\left[\left[A_T \right] \right]_{l \times m} \Rightarrow \left\{ \left[\left[A_{ij}(1) \right] \right]_{i=1,l; j=1,m}, \left[\left[A_{ij}(2) \right] \right]_{i=1,l; j=1,m}, \dots, \left[\left[A_{ij}(n_k) \right] \right]_{i=1,l; j=1,m} \right\}.$$

Компоматриця геометричного тіла довільної форми у n_k -вимірному просторі матиме множину n_k компоматриць координатних:

$$\llbracket A_T \rrbracket_{l \times m \times n} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{c} \llbracket A_{ijk}(1) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n} \quad \llbracket A_{ijk}(2) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n} \quad \dots, \quad \llbracket A_{ijk}(n_k) \rrbracket_{i=1,l; j=1,m; k=1,n} \end{array} \right\}.$$

Кожна з наведених компоматриць координатних являє собою паралельну проекцію композиційного геометричного об'єкту у n_k -просторі на відповідну вісь координат цього n_k -простору.

Загальновідомо, що операції над алгебраїчними матрицями здійснюються через відповідні операції над їхніми елементами. Це положення є правдивим і для компоматриць точкових. Однак, правила здійснення операцій над компоматрицями точковими і алгебраїчними матрицями докорінно відрізняються одне від одного. Таке відбувається через те, що операції над алгебраїчними матрицями здійснюються на правилах лінійної алгебри з метою обслуговування лінійних систем рівнянь, а операції над компоматрицями відповідають перетворенням геометричних об'єктів, крім того композиційна геометрія взагалі виключає застосування методів лінійної алгебри.

Через те, що для створення компомоделі геометричного об'єкту базисні точки обираються у місцях перетину його каркасів ліній, а відповідні базисним точкам елементи компоматриць мають місцезнаходження на перетинах, відповідних до цих ребер, рядках та стовпцях, то операції над компоматрицями зводяться до відповідних операцій над їхніми елементами, які мають однакові індекси чи то одинарні, чи то подвійні, чи то потрійні.

Взагалі, у тій частині композиційного моделювання, яку ми наразі досліджуємо, операціям над компоматрицями відповідають переміщення геометричних об'єктів, симетрія або ж гомотетія.

Крім того, для здійснення операцій над компоматрицями, нами надано визначення нульової, одиничної, однаково числової та різночислової компоматриць точкових. Усі ці названі компоматриці можуть бути як цілковиті так і частинні. Надамо визначення цілковитим і частинним компоматрицям. Цілковиті компоматриці точкові застосовуються коли перетворення вихідної геометричної фігури здійснюється за усіма координатами її базисних точок, а частинні компоматриці застосовуються коли її перетворення здійснюється за окремо взятими координатами.

Застосування композиційних матриць точкових дозволяє у стислому вигляді подавати оцифровані геометричні фігури, здійснювати операції над цими фігурами. Крім того компоматриці точкові є основою для створення неперервних композиційних об'єктів у вигляді точкових поліномів.

УДК 637.133.1

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УСТАНОВКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА

Рендак Б.О., Потапова С.Є.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найбільш оптимальними способами охолодження молока на тваринницьких фермах є використання танків-охолодників. Але для економії електроенергії та для запобігання підморожуванню молока перед подачею в танк-охолодник молоко доцільно попередньо охолодити в пластинчастому охолоднику.

Пластинчасті охолодники молока в порівнянні з іншими теплообмінними апаратами найбільш досконалі стосовно теплопередачі і продуктивності.

Теплообмінні пластини мають рифлену поверхню, дякуючи цьому утворюють вихрові режими руху молока порівняно з невеликими швидкостями (0,3-0,5м/с). В результаті більше охолоджені потоки молока біля стінок пластин інтенсивно перемішуються з ще нагрітими частинами в середині потоку і ефективність теплообміну збільшується. Так як швидкість руху рідини в каналах між пластинами не велика, то і гідравлічний опір незначний, тому пластинчастий охолодник можна збирати з великим числом теплообмінних пластин без додаткового підвищення напору для руху рідини.

Пластинчасті охолодники можна використовувати для охолодження молока при будь-якому способі доїння корів.

Пропонується енергозберігаюча установка (рис.1) для охолодження молока, що включає наступні елементи: відцентровий очисник; двохсекційний пластинчастий охолодник молока 2, в якому в якості холодоносія використовують водопровідну (артезіанську і льодяну воду, яка охолоджена з допомогою холодильних установок) трьохходовий кран 1; електроводонагрівач 3; термометр 4; накопичувальний резервуар для збору підігрітої води 5; відцентровий водяний насос 6; автонапувалки 7; бак льодяної води; відцентровий водяний насос для подачі льодяної води.

Вказана установка при використанні водопровідної води не скидає її в каналізацію, а направляє в накопичувальний резервуар.

У відповідності до приведеної технологічної схеми водопровідна вода, після охолодження свіжовидоєного молока і відповідно нагріву її за рахунок цього на 3-4°C, повертається у водопровідну систему для автонапування тварин.

Це дає можливість дещо підвищити продуктивність тварин, так як вони витрачають менше „біологічного тепла” із власного тіла для вирівнювання температури води при напуванні.

В період, коли по якійсь причині не працює охолодник молока, комплексною технологічною схемою передбачено підігрівання водопровідної води, яка передається на напування тварин з автоматичним вмиканням електродігрівача в роботу.

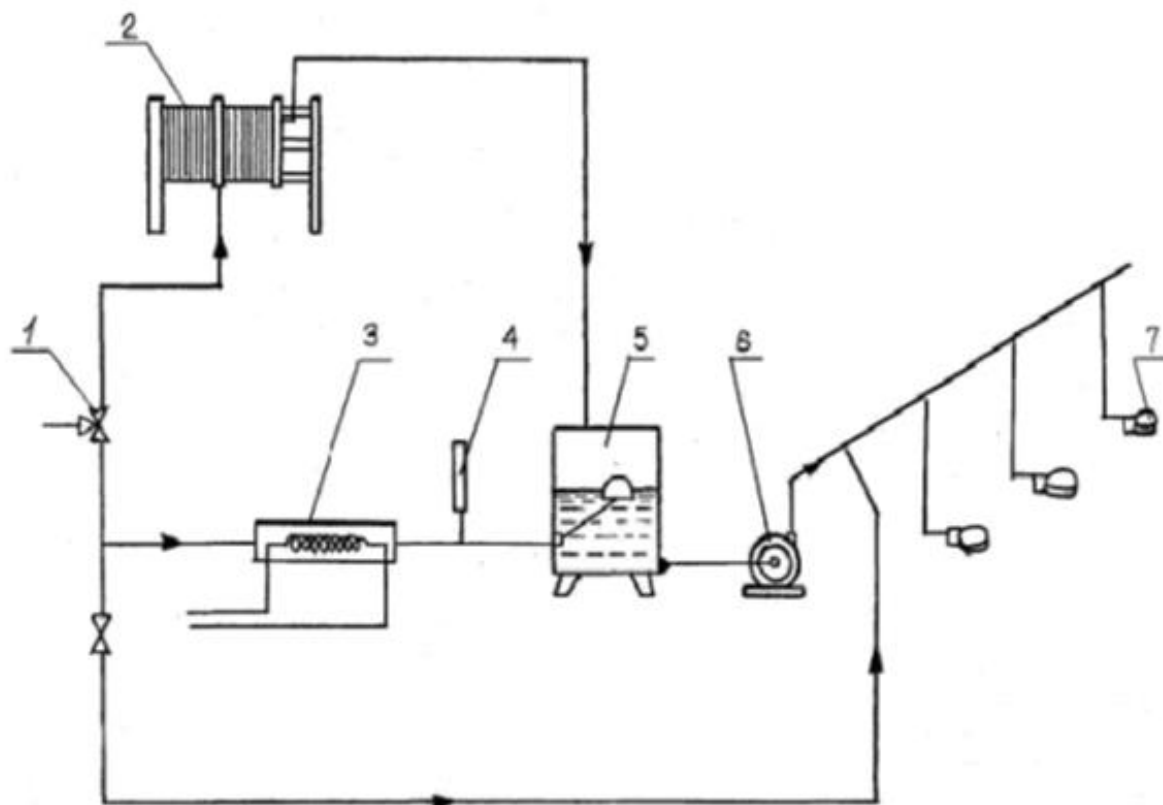


Рис.1. Комплексна технологічна схема використання водопровідної води, нагрітої в охолоднику молока: 1 – трьохходовий кран; 2 – пластинчастий охолодник; 3 – проточний електричний підігрівач; 4 – термометр; 5 – накопичувальний резервуар для накопичення нагрітої води; 6 – відцентровий водяний насос; 7 – автонапувалка.

Таким чином, нагріта під час охолодження у пластинчастому теплообміннику молока вода надходить у водопровідну мережу для напування корів. Це дасть можливість запобігти захворюваності тварин у холодну пору року та спонукатиме корів частіше споживати воду.

Література

1. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. ТОВ «ЦП Компринт», 2018. 568 с.

2. В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхоланцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Лабораторний практикум. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 274 с.

3. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник. Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. Харків, ХДУХТ, 2018. 202 с.

УДК 514.18

АЛГОРИТМ УТВОРЕННЯ СМУГИ ДИФПРОЄКЦІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОХІДНИХ У БАЗИСНИХ ТОЧКАХ

Муртазієв Е. Г.

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдиша

Композиційними геометричними об'єктами (лінії, поверхні, геометричні тіла) є точкові поліноми (одно-, дво- або трипараметричні), рівняння яких здобуваються без застосування методів лінійної алгебри, а композиційна інтерполяція вихідних базисних точок ними забезпечується шляхом утворення характеристичних функцій для кожної базисної точки через параметризацію, уздовж довжини кожної із ланок, супровідної ламаної лінії (СЛЛ), побудованої на цих базисних точках.

Під композиційним диференціюванням будемо розуміти графічні методи диференціювання, які оцифровані методами точкового числення Балюби-Найдиша (БН-числення), тобто без застосування аналітичної геометрії, і подані у вигляді обчислювального алгоритму.

Тут і надалі у наших дослідженнях буде використовуватись графічний метод знаходження похідних, який оснований на застосуванні смуги дифпроекцій, який було розроблено Верещагою В.М. (1979 р.).

Розглядатимемо алгоритм утворення смуги дифпроекцій та визначення композиційних похідних у базисних точках дискретно поданої кривої, безпосередньо, на тестовому прикладі (рис. 1).

Нехай плоска дискретно подана крива (ДПК) задана дванадцятьма точками $A_1, A_2, \dots, A_{11}, A_{12}$, або у загальному вигляді A_i для $i = \overline{1, n}$, координати яких наведено у табл.1.

Таблиця 1

Координати базисних точок вихідної ДПК

A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
x_i	1	2	4	6	10	12	14	16	18	21	24	25
y_i	2	5	8	10	9	5	-1	-5	-8	-9	-5	-1

Довільним чином обираємо симплекс $СAB$, відносно якого параметризуємо вершини A_i для $i = \overline{1, 12}$, супровідної ламаної лінії (СЛЛ). Нехай вершини симплексу мають координати $C(0,0)$, $A(10,0)$, $B(0,2)$, тобто симплекс $СAB$ обрано таким, що збігається з вихідною системою координат. Це нами зроблено навмисно для спрощення подальших обчислень.

Обчислимо параметри p_i та q_i для усіх вершин A_i для $i = \overline{1,12}$, СЛЛ із наступних відношень:

$$p_i = \frac{x_i}{x_A}, \quad q_i = \frac{y_i}{y_B}, \quad \text{для } i = \overline{1,12}.$$

Результати обчислень надано у табл. 2.

Таблиця 2

Параметризація точок A_i у симплексі $CAВ$

A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}
p_i	0.1	0.2	0.4	0.6	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.5
q_i	1	2.5	4	5	5.5	2.5	-0.5	-2.5	-4	-4.5	-2.5	-0.5

Обираємо на осі Ox центр проєктування з координатами $S(-4,0)$ або з параметрами $S(-0.4,0)$ з якого проводимо промені, що є паралельними до кожної з одинадцяти ланок СЛЛ.

Для кожної з ланок СЛЛ $(A_i A_{i+1})$, $i = \overline{1, n-1}$ або для тестового прикладу $i = \overline{1,11}$, знаходимо координати x_{K_i} та y_{K_i} і також параметри p_{K_i} та q_{K_i} шляхом побудови паралелограму (рис. 1), у якого вершини S , A_i , A_{i+1} є відомими, а шуканою є вершина K_i . У точковому БН-численні вершина K_i знаходиться як сума вершин відомої діагоналі паралелограма, тобто S та A_2 , мінус вершину A_1 , яка є протилежною до шуканої K_1 : $K_i = S + A_2 - A_1$ або у координатній формі: $x_{K_1} = x_S + x_2 - x_1$; $y_{K_1} = y_S + y_2 - y_1$, або у параметричній формі $p_{K_i} = p_S + p_{i+1} - p_i$; $q_{K_i} = q_S + q_{i+1} - q_i$. Підставимо значення із табл. 1 і табл. 2 для знаходження точки K_1 : $x_{K_1} = -4 + 2 - 1 = -3$; $y_{K_1} = 0 + 5 - 2 = 3$; $p_{K_1} = -0.4 + 0.2 - 0.1 = -0.3$; $q_{K_1} = 0 + 2.5 - 1 = 1.5$.

Як бачимо розрахункові результати збігаються з побудованою (рис. 1) на паралелограмі точкою K_1 . Побудову решти точок K_i , $i = \overline{2,11}$ на рис. 1, з метою його розвантаження, здійснювати не будемо. Результати обчислень координат і параметрів для решти ланок $A_i A_{i+1}$ СЛЛ наведемо у табл. 3.

Таблиця 3

Обчислення координат і параметрів точок K_i та M_i

$A_i A_{i+1}$	$A_1 A_2$	$A_2 A_3$	$A_3 A_4$	$A_4 A_5$	$A_5 A_6$	$A_6 A_7$	$A_7 A_8$	$A_8 A_9$	$A_9 A_{10}$	$A_{10} A_{11}$	$A_{11} A_{12}$
x_{K_i}	-3	-2	-2	0	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-3
y_{K_i}	3	3	2	-1	-4	-6	-4	-3	-1	4	4
p_{K_i}	-0.3	-0.2	-0.2	0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3
q_{K_i}	1.5	1.5	1	-0.5	-2	-3	-2	-1.5	-0.5	2	2
y_{M_i}	12	6	4	-1	-8	-12	-8	-6	-1.(3)	5.(3)	16

Визначимо точки перетину з віссю Oy променів SK_i , $i = \overline{1,11}$, тобто $M_i = SK \cap Oy$. Оскільки для усіх точок M_i , $i = \overline{1,11}$ координата $x_{M_i} = 0$, то визначатимемо лише значення y_{M_i} , $i = \overline{1,11}$. Результати обчислень наведемо у табл. 3. З метою розвантаження рис. 1, на ньому показано побудову лише одного паралелограму для знаходження точок K_1 і M_1 . Для решти, десяти точок також необхідно будувати такі паралелограми, однак ми замінюємо їх побудову обчислювальними алгоритмами.

Не будемо пояснювати теоретично походження формул для визначення координати y_{M_i} , а надамо її у кінцевому вигляді:

$$y_{M_i} = y_B \frac{p_S \cdot q_{K_i}}{p_S - p_{K_i}} = 2 \frac{(-0.4) \cdot q_{K_i}}{(-0.4) - p_{K_i}} = \frac{(-0.8) \cdot q_{K_i}}{(-0.4) - p_{K_i}}, \quad i = \overline{1,11} \quad (i = \overline{1, n}).$$

Результати обчислень координати y_{M_i} наведені у табл. 3, а для точки M_1 здійснені побудови на рис. 1.

Точка M_1 і дві відповідні дифпроекції D_{L1} та D_{R2} знаходяться на одній прямій, яка паралельно осі Ox , тобто $y_{M_1} = y_{D_{L1}} = y_{D_{R2}} = 12$, або у загальному вигляді: $y_{M_i} = y_{D_{L_i}} = y_{D_{R,i+1}}$. Тоді у загальному вигляді дифпроекції D_{L_i} та $D_{R,i+1}$ матимуть такі координати: $D_{L_i}(x_{A_i}, y_{M_i})$, $D_{R,i+1}(x_{A_{i+1}}, y_{M_i})$. Складемо відповідні таблиці.

Таблиця 4

Координати лівих дифпроекцій D_{L_i}

D_{L_i}	D_{L1}	D_{L2}	D_{L3}	D_{L4}	D_{L5}	D_{L6}	D_{L7}	D_{L8}	D_{L9}	D_{L10}	D_{L11}	D_{L12}
x_{L_i}	1	2	4	6	10	12	14	16	18	21	24	25
y_{L_i}	12	6	4	-1	-8	-12	-8	-6	-1.(3)	5.(3)	16	

Таблиця 5

Координати правих дифпроекцій D_{R_i}

D_{L_i}	D_{R1}	D_{R2}	D_{R3}	D_{R4}	D_{R5}	D_{R6}	D_{R7}	D_{R8}	D_{R9}	D_{R10}	D_{R11}	D_{R12}
x_{R_i}	1	2	4	6	10	12	14	16	18	21	24	25
y_{R_i}		12	6	4	-1	-8	-12	-8	-6	-1.(3)	5.(3)	16

Як бачимо, у табл. 4 є відсутнім значення D_{L12} , а у табл. 5 – відсутнє значення D_{R1} , знайдемо їх.

Обчислюємо значення D_{R1} шляхом проведення відрізка $D_{R2}D_{R1} \parallel D_{L1}D_{L2}$ (рис. 1):

$$D_{R1} = D_{L1} + D_{R2} - D_{L2} \Rightarrow y_{R1} = y_{L1} + y_{R2} - y_{L2} \Rightarrow y_{R1} = 12 + 12 - 6 = 18.$$

Обчислюємо значення D_{L12} шляхом проведення відрізка $D_{L11}D_{L12} \parallel D_{R11}D_{R12}$ (рис. 1):

$$D_{L12} = D_{L11} + D_{R12} - D_{R11} \Rightarrow y_{L12} = y_{L11} + y_{R12} - y_{R11} \Rightarrow y_{L12} = 16 + 16 - 5 \cdot (3) = 26. (6)$$

Обчислюємо для кожної з базисних точок A_i , $i = \overline{1,11}$, дискретно поданої кривої значення її перших похідних A'_i , $i = \overline{1,11}$, або у загальному випадку $i = \overline{1,n}$.

$$A'_i = \frac{D_{Li} + D_{Ri}}{2} \text{ або у координатній формі } y'_i = \frac{y_{Li} + y_{Ri}}{2}.$$

Результати обчислень першої похідної у базисних точках ДПК можна прочитати на рис. 1.

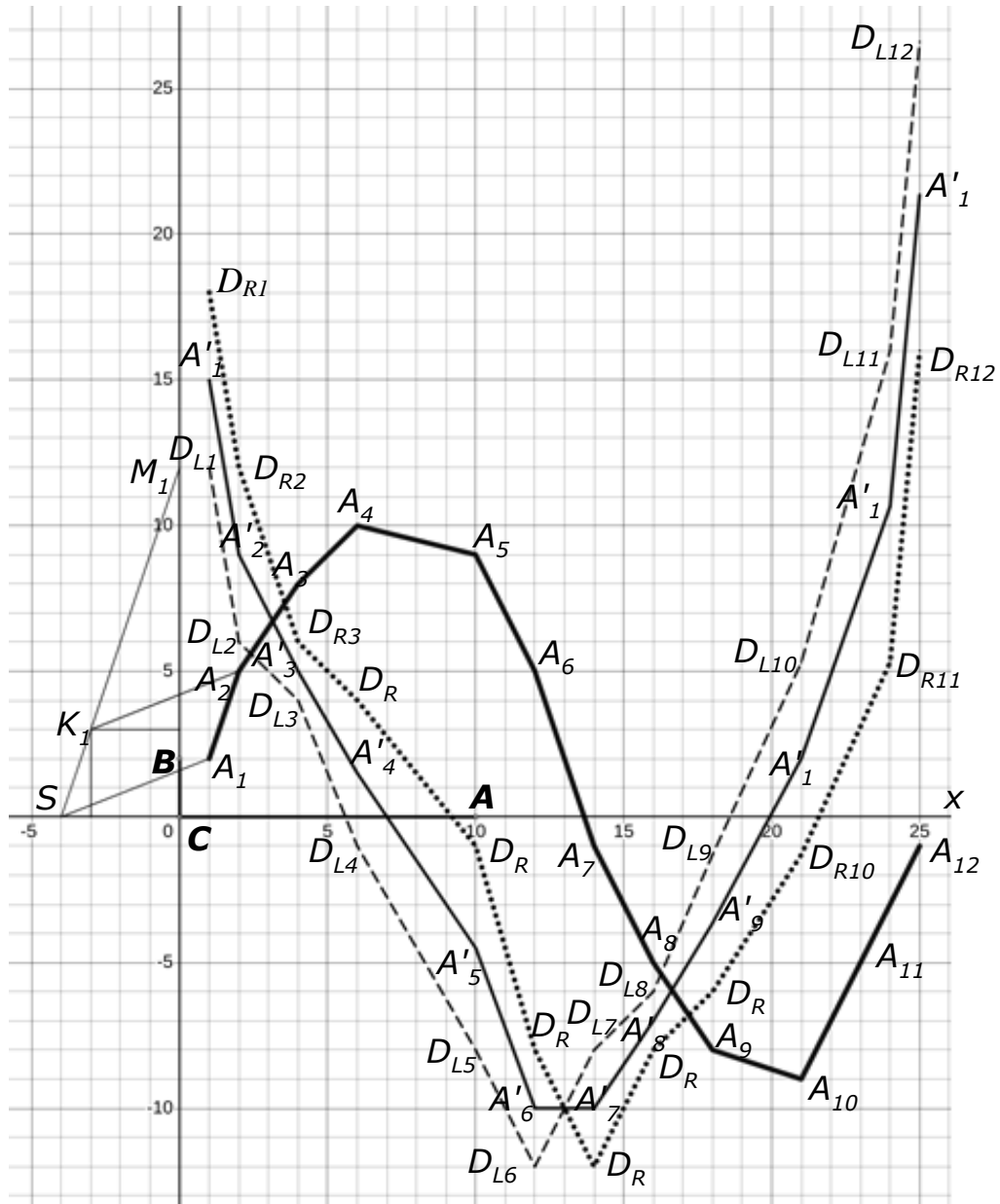


Рис. 1. Побудова смуги дифпроекцій і визначення композиційних похідних у базисних точках ДПК.

УДК 519.6

ПОШИРЕНІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ

Ромасевич Ю. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У багатьох галузях науки і техніки доводиться розв'язувати різноманітні оптимізаційні задачі. Історичний огляд розвитку методів розв'язування оптимізаційних задач, який сягає відомої задачі Дідони, показує постійну зацікавленість людства у розробці нових інструментів, які б були придатними для ефективного відшукування екстремумів різних цільових функцій.

У даний час оптимізаційні задачі викликають особливо значний інтерес у галузі машинного навчання. Ця зацікавленість викликана, передусім, практичними міркуваннями. Наприклад, розробникам застосунків необхідно користуватись ефективними інструментами для навчання штучних нейронних мереж, які лежать в основі розпізнавання мови, графічних образів, відеоряду тощо. Задачі, які необхідно розв'язувати при навчанні штучних нейронних мереж, мають від сотень до мільярдів невідомих аргументів, які потрібно визначити. Сама цільова функція, є нелінійною, зі значними топологічними складнощами (наприклад, зони плато перемижуються із стрімкими перепадами функції; аттрактори мінімумів можуть бути дуже вузькими; мінімуми знаходяться досить далеко один від одного; глобальний мінімум може знаходитись на межі області допустимих значень тощо). Ці та інші особливості цільових функцій роблять задачі оптимізації досить складними для розв'язання.

Крім того, різні набори даних для навчання штучних нейронних мереж, різна структура мереж, активаційні функції, наявність або відсутність біасів у моделях штучних нейронів, цільова функція та наявність у ній члена регуляризації роблять кожну задачу унікальною. Тому постає наукова проблема розробки робастних методів оптимізації, які б дозволяли відшукувати локалізацію гарного (у сенсі величини цільової функції) мінімуму, нехай навіть і не глобального.

Для класу стохастичних методів оптимізації результати роботи алгоритму оцінюють за декількома індикаторами. Як правило використовують максимальне, мінімальне, середнє значення та медіану із масиву розв'язків, які отримані шляхом багатократного розв'язування однієї і тієї ж задачі.

Ключовим фактором у цьому відношенні є сама цільова функція, яка використовується для оцінки роботи оптимізаційного алгоритму. Вона повинна задовольняти певним вимогам, які пов'язані із сукупними характеристиками задач, які зустрічаються на практиці. Головна серед них – складність відшукування глобального мінімуму. Необхідно додати і те, що для визначення того наскільки алгоритм добре наблизився до глобального мінімуму необхідно

знати точне його розташування. Ця інформація також повинна бути доступною розробнику і/або тестувальнику алгоритму.

У практиці оцінки роботи оптимізаційних алгоритмів знайшли поширення декілька десятків тестових цільових функцій. Графічне представлення деяких з них наведено на рис. 1. Всі графіки побудовані для кількості аргументів рівній двом. Для задач більшої кількості аргументів складність відшукування глобального мінімуму зростає у рази.

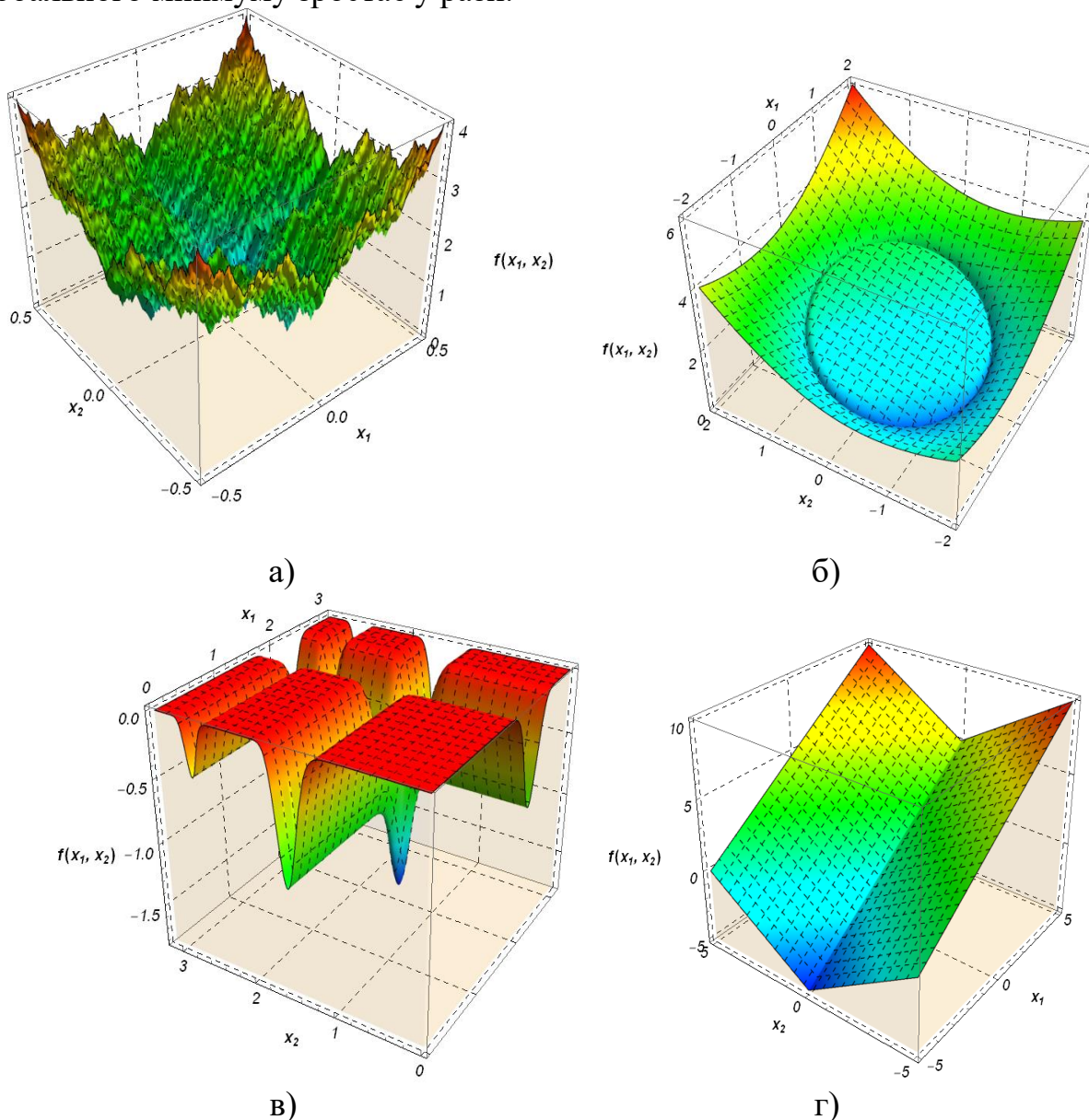


Рис. 1. Графічне представлення тестових функцій: а) Вейерштрасса; б) Щасливого Кота; в) Михайлевича; г) Ріджа

Як видно з рис. 1, форми цих функцій є абсолютно різними за топологічними особливостями. Однак, всі вони є досить складними для відшукування глобального мінімуму. Можна сподіватись, що алгоритм, який добре впорається із відшукуванням глобальних мінімумів таких функцій, буде ефективним для розв'язування задач, що зустрічаються на практиці.

УДК 514.18

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦЮВАННЯ ТА КОМПОЗИЦІЙНОГО ІНТЕГРУВАННЯ

Верецага В. М.

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдиша

Композиційна геометрія народилася із ідеї Володимира Найдиша (1976 р.) щодо керування формою аналітичних кривих шляхом зміни положення її вузлових точок, що попередньо її дискретно задають. При цьому, функціональний базис і параметри, за встановлення яких було здобуто аналітичне рівняння цієї кривої, мають лишатися без змін.

Основою для створення композиційної геометрії стало точкове числення Балюби-Найдиша (БН-числення), яке без застосування громіздких методів аналітичної геометрії із використанням теорії відношень дозволило створювати обчислювальні алгоритми для оцифрування креслеників, тобто їх аналітичної формалізації у параметричній формі.

Головною вадою точкового БН-числення є те, що його неможливо застосовувати до дискретно поданих кривих (ДПК) з великою кількістю її вихідних точок. зі збільшенням їхньої кількості ускладнюються графічні побудови і, відповідно, створюваний, на їхній основі, функціональний базис, який кожного разу є індивідуальним і не піддається узагальненню з метою його програмної реалізації. Крім того, точкове БН-числення і композиційне геометричне моделювання відрізняється у спрямуваннях. Якщо у точковому БН-численні процес моделювання рухається від простого відношення трьох точок до утворення функціонального базису модельованого геометричного об'єкту, то у композиційному геометричному моделюванні процес моделювання рухається від створення, на основі ДПК, функціонального базису точкового поліному, який потім приводиться у відповідність щодо вимог простого відношення трьох точок.

Складовими точкових поліномів є добутки кожної з базисних точок на характеристичну функцію, яку утворено саме для цієї базисної точки. при цьому, добутки базисних точок на відповідні характеристичні функції у точковому поліномі ніколи не поєднуються під час виконання будь-яких операцій з цим точковим поліномом, а завжди лишаються його окремими елементами. Через це форму композиційних геометричних об'єктів (лінії, поверхні, геометричні тіла) можна змінювати, рухаючи його базисні точки, не чіпаючи, при цьому, параметричний базис точкового поліному, за допомоги якого цей об'єкт описано.

Кількість базисних точок, які можуть бути композиційно інтерпольовані однопараметричним чи то двопараметричним, чи то трипараметричним точковим поліномом, теоретично є необмеженою. До того ж, у композиційному геометричному моделюванні використовуються методи точкового БН-числення,

що дозволяє композиційними методами також оцифровувати кресленики. Крім того, у композиційному моделюванні також не застосовуються методи аналітичної геометрії.

Отже, головними перевагами композиційної геометрії є можливість обробки великих баз даних та оцифрування креслеників, що розв'язують задачі на цих великих базах.

Точкові поліноми, що є композиційними геометричними об'єктами, для аналізу результатів моделювання потребують застосовувати диференціювання.

Для прикладу, розглянемо точковий поліном третього степеня, який інтерполірує чотири точки i , який є композиційною кривою:

$$M_3 = A_1 \frac{(t_2 - t)(t_3 - t)(t_4 - t)}{(t_2 - t_1)(t_3 - t_1)(t_4 - t_1)} + A_2 \frac{(t_1 - t)(t_3 - t)(t_4 - t)}{(t_1 - t_2)(t_3 - t_2)(t_4 - t_2)} + \\ + A_3 \frac{(t_1 - t)(t_2 - t)(t_4 - t)}{(t_1 - t_3)(t_2 - t_3)(t_4 - t_3)} + A_4 \frac{(t_1 - t)(t_2 - t)(t_3 - t)}{(t_1 - t_4)(t_2 - t_4)(t_3 - t_4)}$$

Тут вирази біля базисних точок A_i , $i = \overline{1,4}$, є характеристичними функціями, тобто ця крива є композиційною.

Перша похідна цієї кривої матиме вигляд:

$$M'_3 = A_1 \lambda_1 \left[-3t^2 + 2t(t_2 + t_3 + t_4) - (t_2 t_3 + t_2 t_4 + t_3 t_4) \right] + A_2 \lambda_2 \left[-3t^2 + 2t(t_1 + t_3 + t_4) - \right. \\ \left. - (t_1 t_3 + t_1 t_4 + t_3 t_4) \right] + A_3 \lambda_3 \left[-3t^2 + 2t(t_1 + t_2 + t_4) - (t_1 t_2 + t_1 t_4 + t_2 t_4) \right] + \\ + A_4 \lambda_4 \left[-3t^2 + 2t(t_1 + t_2 + t_3) - (t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3) \right],$$

де

$$\lambda_1 = \frac{1}{-t_1^3 + t_1^2(t_2 + t_3 + t_4) - t_1(t_2 t_3 + t_2 t_4 + t_3 t_4) + t_2 t_3 t_4};$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{-t_2^3 + t_2^2(t_1 + t_3 + t_4) - t_2(t_1 t_3 + t_1 t_4 + t_3 t_4) + t_1 t_3 t_4}; \lambda_3 = \frac{1}{-t_3^3 + t_3^2(t_1 + t_2 + t_4) - t_3(t_1 t_2 + t_1 t_4 + t_2 t_4) + t_1 t_2 t_4};$$

$$\lambda_4 = \frac{1}{-t_4^3 + t_4^2(t_1 + t_2 + t_3) - t_4(t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3) + t_1 t_2 t_3}.$$

Розглянемо помножувачі біля точок A_i , $i = \overline{1,4}$, підставивши значення параметрів $t = t_i$, $i = \overline{1,4}$, дістанемо вирази:

$$p_1(t_1) = \lambda_1 \left[-3t_1^2 + 2t_1(t_2 + t_3 + t_4) - (t_2 t_3 + t_2 t_4 + t_3 t_4) \right] \neq 1;$$

$$p_2(t_2) = \lambda_2 \left[-3t_2^2 + 2t_2(t_1 + t_3 + t_4) - (t_1 t_3 + t_1 t_4 + t_3 t_4) \right] \neq 1;$$

$$p_3(t_3) = \lambda_3 \left[-3t_3^2 + 2t_3(t_1 + t_2 + t_4) - (t_1 t_2 + t_1 t_4 + t_2 t_4) \right] \neq 1;$$

$$p_4(t_4) = \lambda_4 \left[-3t_4^2 + 2t_4(t_1 + t_2 + t_3) - (t_1 t_2 + t_1 t_3 + t_2 t_3) \right] \neq 1.$$

Отже, через те, що $p_1(t_1) \neq 1$; $p_2(t_2) \neq 1$; $p_3(t_3) \neq 1$; $p_4(t_4) \neq 1$ усі відповідні вирази $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$, $p_4(t)$ не є характеристичними функціями, а похідна $M'_3 = A_1 p_1(t) + A_2 p_2(t) + A_3 p_3(t) + A_4 p_4(t)$ не є композиційною кривою. Таким чином, похідна M'_3 втрачає переваги композиційних кривих і не може

застосовуватись у композиційному геометричному моделюванні. Робимо висновок, що для композиційного геометричного моделювання необхідно розробляти метод диференціювання, за якого похідна точкового поліному залишалася би композиційною кривою.

Розглянемо той же точковий поліном M_3 , що є композиційною кривою. Знайдемо його інтеграл:

$$\int M_3(t)dt = A_1\lambda_1 \left[-\frac{t^4}{4} + \frac{t^3}{3}(t_2 + t_3 + t_4) - \frac{t^2}{2}(t_2t_3 + t_2t_4 + t_3t_4) + t \cdot t_2t_3t_4 \right] +$$

$$+ A_2\lambda_2 \left[-\frac{t^4}{4} + \frac{t^3}{3}(t_1 + t_3 + t_4) - \frac{t^2}{2}(t_1t_3 + t_1t_4 + t_3t_4) + t \cdot t_1t_3t_4 \right] +$$

$$+ A_3\lambda_3 \left[-\frac{t^4}{4} + \frac{t^3}{3}(t_1 + t_2 + t_4) - \frac{t^2}{2}(t_1t_2 + t_1t_4 + t_2t_4) + t \cdot t_1t_2t_4 \right] +$$

$$+ A_4\lambda_4 \left[-\frac{t^4}{4} + \frac{t^3}{3}(t_1 + t_2 + t_3) - \frac{t^2}{2}(t_1t_2 + t_1t_3 + t_2t_3) + t \cdot t_1t_2t_3 \right] + C = M_4.$$

Розглянемо помножувачі біля базисних точок A_i , $i = \overline{1,4}$, підставивши в них відповідні значення параметрів $t = t_i$, $i = \overline{1,4}$, дістанемо вирази:

$$q_1(t_1) = \lambda_1 \left[-\frac{t_1^4}{4} + \frac{t_1^3}{3}(t_2 + t_3 + t_4) - \frac{t_1^2}{2}(t_2t_3 + t_2t_4 + t_3t_4) + t_1t_2t_3t_4 \right] \neq 1;$$

$$q_2(t_2) = \lambda_2 \left[-\frac{t_2^4}{4} + \frac{t_2^3}{3}(t_1 + t_3 + t_4) - \frac{t_2^2}{2}(t_1t_3 + t_1t_4 + t_3t_4) + t_2t_1t_3t_4 \right] \neq 1;$$

$$q_3(t_3) = \lambda_3 \left[-\frac{t_3^4}{4} + \frac{t_3^3}{3}(t_1 + t_2 + t_4) - \frac{t_3^2}{2}(t_1t_2 + t_1t_4 + t_2t_4) + t_3t_1t_2t_4 \right] \neq 1;$$

$$q_4(t_4) = \lambda_4 \left[-\frac{t_4^4}{4} + \frac{t_4^3}{3}(t_1 + t_2 + t_3) - \frac{t_4^2}{2}(t_1t_2 + t_1t_3 + t_2t_3) + t_4t_1t_2t_3 \right] \neq 1.$$

Через те, що $q_1(t_1) \neq 1$; $q_2(t_2) \neq 1$; $q_3(t_3) \neq 1$; $q_4(t_4) \neq 1$ усі відповідні вирази $q_1(t)$, $q_2(t)$, $q_3(t)$, $q_4(t)$ не є характеристичними функціями, а первісна $M_4 = A_1q_1(t) + A_2q_2(t) + A_3q_3(t) + A_4q_4(t) + C$ не є композиційною кривою. Отже, первісна M_4 втрачає переваги композиційних кривих і тому не може бути застосованою у композиційному геометричному моделюванні. Із сказаного випливає, що для композиційного геометричного моделювання необхідно розробити метод інтегрування, за якого первісна точкового поліному залишалась би композиційною кривою.

Дослідженням і розробкою цих питань та інших щодо композиційної геометрії планую у подальшому займатися зі своїми учнями-послідовниками Павленком О.М., Лисенко К.Ю. та Муртазієвим Е.Г.

УДК 637.115.03

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЙКОВОЇ ГУМИ ДЛЯ ДОЇННЯ КІЗ

Заболотько О. О., Трембовецька І. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Як відомо, функціональні залежності взаємодії ланок біотехнічного механізму «людина-машина-тварина-комфорт», покладено в основу розрахунку конструкційних і технологічних параметрів та визначення раціональних режимних характеристик доїльної техніки нового покоління [1,11,18], та збереження цих параметрів під час експлуатації.

Сучасні промислові технології виробництва молока, одна з основних проблем взаємодії організму тварин (дійки) із «машиною» (доїльний апарат) та людиною (оператор з машинного доїння). Одним із головних та важливих чинників експлуатаційної ефективності молочного тваринництва є: удосконалення технології, підвищення збереженості і продуктивності кіз та покращення якості молочної продукції.

При машинному доїнні тварин існує значний потенціал збільшення швидкості виведення молока з вимені тварин.

Для доїння використовують сучасні доїльні машини. Основна частина кожного доїльного апарату є його підвісна частина (див. рисунок 1).

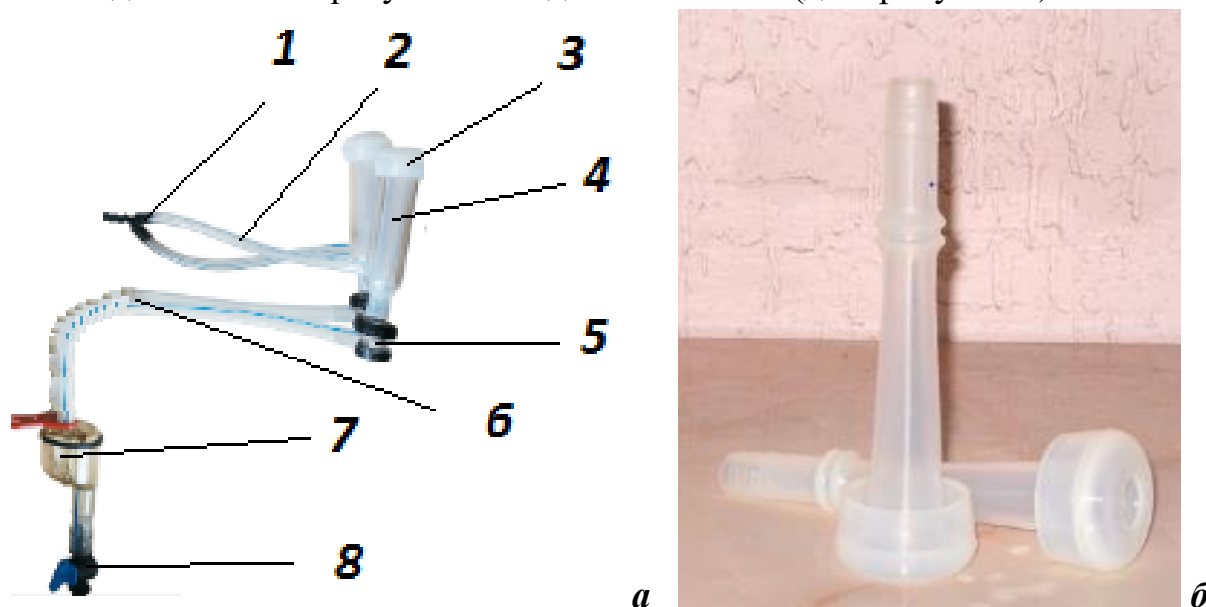


Рис. 1. Загальний вид підвісної частини доїльного апарату (а) та дійкова гума (б): розподільник; 2 – вакуумна/атмосферна трубка; 3 – дійкова гума; 4 – дійковий стакан; 5 – з'єднувач; 6 – молоковакуумний шланг; 7- збірник молока; 8 - кран

Дійкова гума для доїння кіз (виробники: DaMilk, Kurtsan, Melasty ДУКС 2 - PS) буває у двох видах: силіконова та гумова (каучук). Гумова дешевша в 4 рази, термін використання біля 6 місяців, силіконова має більш комфортний вплив на дійку (на дотик), термін напрацювань від 1 року до 2-х. Гумова вважається грубішим матеріалом, може пошкодити м'які тканини тварини. Для кіз він може створювати дискомфорт, тому технологи радять для доїння лише силіконову дійкову гуму, яка крім того, забезпечує молоко жодного присмаку та запаху [2-5].

Для доїння дрібної рогатої худоби використовують молочну лінію з безколекторною системою. Молоко не збирається з доїльних стаканів у збірнику-приймачі, щоб потім попрямувати до молочного бідону. Тут молоко прямує - доїльні стакани, молочна трубка, збірник, молочний шланг, молочний бідон.

Дійкова гума для кіз (див. рисунок - б) відрізняється від гуми для доїння корів. Довжина гуми - 125 мм, діаметр під дійку - 17 мм. Загальна довжина виробу - 19 см. Силіконова дійкова гума фіксується в стакані за допомогою однієї лиски, таким чином немає можливості регулювання натягу гуми під час експлуатації [4].

Доїльний апарат повинен стимулювати безумовний рефлекс у кіз. Дійкова гума значно впливає на процес доїння, так як вона безпосередньо контактує з вим'ям тварини. В процесі доїння дійкова гума має значні впливи: відбуваються постійні скорочення (стискування/послаблення), вплив молока та насичується жиром, вплив хімічних засобів під час санітарної обробки підвісної частини апарату в кінці доїння, вона втрачає еластичність, розтягується, її поверхня грубіє і покривається тріщинами. Все це призводить до втрати її властивостей і негативних явищ, що виявляється в зниженні її масажного дії, збільшення тривалості доїння, накопичення молочного жиру і небажаної мікрофлори в мікротріщинах дійкової гуми, що приводить до зниження якості молока [15].

Для зниження цих негативних явищ, збільшення терміну служби технологія технічного обслуговування в процесі експлуатації передбачає якісне промивання дійкової гуми, підбір гуми по жорсткості до підвісної частини доїльного апарату, забезпечення певного її натягу в доїльному стакані і своєчасне зняття з експлуатації [6]. З метою виконання цих вимог технологія технічного обслуговування дійкової гуми передбачає розбирання доїльних стаканів, дефектовку дійкової гуми, промивання її в гарячому (60 - 65°C) миючому розчині, комплектування гуми з однаковою жорсткістю доїльні апарати, забезпечення однакового натягу її в доїльних стаканах кожного доїльного апарату, витримування без навантаження «відпочинок гуми». Ці операції технічного обслуговування передбачається виконувати щомісяця [9,10].

У відповідності з зоотехнічними вимогами в підвісній частині доїльного апарата вся дійкова гума повинна мати однакову жорсткість. При комплектуванні доїльного апарату дійковою гумою з різним ступенем жорсткості відбуватиметься неодноразове видоювання дійок вимені. Чим вище пружні властивості гуми, тим швидкість доїння вище і тим раніше відбудеться молотовиведення з відповідних дійок вимені. Поки продовжується процес

молоковиведення з іншої дійки вимені, у цій дійці буде відбуватися «сухе» доїння, що може привести до захворювання вимені на мастит, утворення мозолів на кінчиках сосків, які з часом призводять до гіперкератозам і атрофії.

Мета досліджень. Провести дослідження з експлуатаційної ефективності дійкової гуми в між доїльний період шляхом зняття натягу гуми в доїльному стакані, тобто розвантаження - «відпочинок гуми».

Результати досліджень. На сучасному ринку для доїння кіз використовують різні за конструкцією дійкові гуми: циліндричною форми з одноступеневим її натягом в доїльному стакані, який забезпечує регламентоване технічне обслуговування дійкової гуми (раз в 6 місяців) [5].

При доїнні натягнута дійкова гума під дією періодичного вакууму, що виникає в доїльному стакані, розтягується і стискається від 1 до 1,2 с^{-1} разів на хвилину протягом 6...10 хв. одного доїння кози (при 2-х разовому доїнні протягом дня).

Аналіз динаміки зміни пружних властивостей і конструктивних параметрів дійкової гуми, вже після 10 днів роботи вона подовжується на 2...3 мм, змінюється товщина стінок, погіршуються пружні властивості, тиск змикання змінюється на 0,5...0,7 кПа від початкового, а це негативно впливає на швидкість і тривалість доїння. Вказані зміни можуть і відбуваються нерівномірно в доїльних стаканах підвісної частини одного апарату. Тому, щоб процес доїння відбувався з врахуванням зоотехнічних вимог, необхідно проводити дефектовку дійкової гуми по лінійним розмірам (видовженню під навантаженням) гуми.

Процес протягування дійкової гуми передбачений регламентом технічного обслуговування доїльних апаратів і конструкцією дійкової гуми, але ця операція проводиться стрибкоподібно (рис. 2, крива 1), різко змінюючи натяг і пружні властивості дійкової гуми, що створює стресові ситуації для тварин і призводить до порушення стереотипу доїння та зниження молоковіддачі тварини.

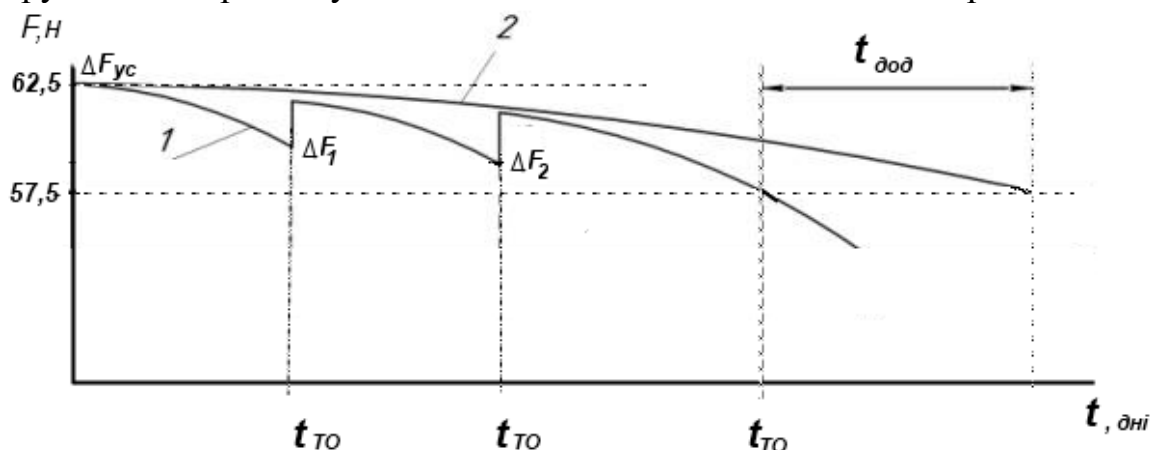


Рис. 2. Графік зміни жорсткості дійкової гуми під час режиму роботи - «відпочинок гуми»: 1 існуюча; 2 запропонована.

Нами запропоноване удосконалення, яке дозволяє розвантажувати дійкову гуму. Під час проміжків між доїннями (один раз на місяць протягом 72-х годин),

натяг дійкової гуми послаблюється, таким чином наступає період для дійкової гуми «відпочинок».

Проводити повну збірку і розбирання доїльних стаканів перед і після циклу машинного доїння - це довгий і трудомістке заняття, разом з тим ця додаткова операція дозволить значно збільшити ресурс дійкової гуми ($t_{дод}$), за рахунок більш повільного зниження її жорсткості.

Таким чином, постає питання про розробку такого пристосування, яке могло б дозволити швидко і без особливих витрат контролювати натяг та переводити дійкову гуму з режиму «відпочинок гуми» в робоче і назад. Для забезпечення нормальної роботи доїльних апаратів необхідно щоб жорсткість пари дійкової гуми кожного доїльного апарату була в одних межах.

Література

1. Бабкин В. П., Савран В. П., Круговой В. Я., Вербицкий Н. А. Исследование физико-механических свойств сосковой резины доильных аппаратов и пути повышения ее качества. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Київ. Урожай. 1982. Вып. 55. С. 17–22.

2. Карташов Л. П., Цвяк А. В. Сравнительная оценка доильных стаканов по температурным характеристикам сосков. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. 2010. Вип. 84. С. 23–25.

3. Палій А. П. Дослідження фізико-механічних властивостей дійкової гуми доїльних стаканів. Науково-технічний бюлетень. Харків. 2013. № 109. Ч. 2. С. 86–90.

4. Фененко А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика. Київ. 2008. 200 с.

УДК 631.363.21

ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШЕЙ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Заболотько О. О., Малига Д. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останні досягнення науки і виробництва вказують на раціональне використання кормових ресурсів як основи ефективного виробництва продукції тваринництва.

Подальший розвиток сільськогосподарського виробництва, зокрема, галузі тваринництва вимагає не тільки збільшення обсягу, а й зниження собівартості продукції для підвищення її конкурентоздатності. Основними умовами забезпечення цього, поряд з наявністю високопродуктивного стада, є зміцнення кормової бази.

Відомо, що затрати на приготування кормів складають 50-60% від загальної трудомісткості виробництва продукції тваринництва, а економічні витрати, пов'язані з кормами, становлять близько 40-80 % її собівартості. Тому необхідно в повній мірі використовувати сучасні досягнення з технології виробництва та приготування кормів і годівлі тварин, враховуючи при цьому фізіологічні особливості травлення залежно від їх біологічного виду, вікових, фізіологічних та продуктивних показників тварин.

Особливого значення такий підхід набуває при годівлі тварин високої продуктивності в технологічно обґрунтовані терміни. Вони потребують збалансованих раціонів з високим рівнем концентрації енергії та чітко визначеного режиму годівлі. Повноцінна збалансована годівля, яка дозволяє підвищити рівень засвоєння поживних речовин кормового раціону і зменшити витрати кормів на одиницю виробленої продукції, реалізується шляхом приготування повнораціонних кормових сумішок [1].

Домінуюче постало питання про розробку механізованих технологій приготування кормосумішок – повноцінних кормових сумішок для тварин в умовах фермерського господарства за використанням «блендів» (готових сумішок макро-мікроелементів) для технологічних груп виготовлених на спеціалізованих підприємствах або БМВД (білково-мінеральних-вітамінних добавок).

В Україні дослідженню окремих проблем годівлі великої рогатої худоби або ж удосконаленню аналізу кормів та оптимізації раціонів годівлі присвятили свої праці багато вчених, зокрема: Богданов Г.О., Кулик М.Ф., Петриченко В.Ф., Цюпко В.В., Подобєд Л.І., Свеженцов А.І., Ібатуллин І.І. Проте всі досягнення вітчизняної науки потребують ретельного системного аналізу, можливого зведення в оптимізаційну модель і узгодження у ній інформаційних показників якості кормів та потреб тварин залежно від їх фізіологічного стану.

Аналіз публікацій, присвячених питанням змішування сипких матеріалів, показує всю складність цього механічного процесу.

Істотний внесок у розвиток теорії і практики змішування сипких матеріалів внесли: Ю. Макаров, Ф. Стренк, Б. Кононов, Д. Савкевич, Д. Домашенко.

На підставі проведеного аналізу теоретичних досліджень процесу змішування сипких матеріалів, огляду конструкцій змішувачів, критичного аналізу їх переваг та недоліків слід вважати, що запропоновані способи змішування сипких матеріалів і конструкції змішувачів не в повній мірі відповідають сучасним зоотехнічним вимогам. Основним недоліком існуючих конструкцій змішувачів є те, що змішуються компоненти, що рухаються паралельними потоками, піддаються рівнозначному впливу робочих органів, внаслідок чого відбувається хаотичний перерозподіл часток між потоками, яке не забезпечує заданої однорідності суміші [3].

Метою досліджень, є аналіз технологічних схем та обґрунтування напряму виробництва комбікормів з застосуванням приготовлених в фермерському господарстві сумішок з використанням мікро- та мікродобавок. Обґрунтувати застосування машин різної продуктивності для виробництва концентрованих

кормів в умовах ферми господарства. Провести оцінку експлуатаційних техніко-економічних параметрів мина комбікормових агрегатів.

Суттєве зростання собівартості виробництва комбікормів на спеціалізованих комбікормових підприємствах на що впливає як підвищення вартості зерна та компонентів добавок, так і значні витрати на перевезення сировини із господарств та зворотну доставку готових комбікормових сумішок.

Аналіз сучасної тенденції розвитку сільськогосподарської техніки, свідчать, що в Україні та західній Європі фірми випускають малогабаритні комбікормові агрегати продуктивністю від 50 до 2500 кг/год, призначені для виробництва комбікормів у місцях з вирощування зерна. Такі агрегати можна розділити на дві основні групи:

- 1) стаціонарні комбікормові агрегати з приводом від електродвигуна;
- 2) мобільні комбікормові установки на шасі мобільного засобу.

Комбікормові установки це високорентабельне, надійне, комбіноване, універсальне у використанні обладнання для виробництва комбікормів для ВРХ, свиней, птиці, з використанням макро- і мікродобавок.

Такий стан сприяє розширенню тенденції виробництва комбікормів безпосередньо в господарствах із власного зерна та закуплених концентратів білкових та мінеральних добавок. При цьому вартість комбікормів, при їх однаковій поживній цінності, обходиться на 15-35% нижче.

Фермські комбікормові агрегати випущені промисловістю України набули широкого розповсюдження в господарствах. З'являються нові конструкції комбікормових агрегатів, в яких застосовані більш вдосконалені технологічні та технічні рішення як з процесів забору сировини та її подрібнення, так і стосовно дозування компонентів та їх змішування [1-3]. Більшістю механізованих технологій передбачено використання готових (закуплених) низькоконцентратних сумішок білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД), але в ряді випадків застосовується приготування спрощених сумішок добавок на місці з наступним введенням їх до зернових компонентів. Відсоток БВМД в раціонах тварин становить 10-20%. Вказана кількість сумішок БВМД та їх фізико-механічні властивості, які досить близькі за фрикційними показниками та гранулометричним складом до подрібненого зерна, дозволяє виконувати процеси по одержанню кінцевих сумішок комбікормів на макрорівні, застосовуючи одностадійне змішування всіх компонентів разом. При цьому сам процес змішування може бути організований однією операцією, або послідовним проведенням декількох технологічних та комбінованих операцій (використанням супутнього змішування при транспортуванні маси, подрібненні зернових компонентів дробарками-змішувачами та застосуванні спеціалізованих змішувачів сипких матеріалів).

Проблема виробництва комбікормової сумішки в господарствах, яка має найвищу потенційну кормову цінність, завжди упиралась в відповідність одержаного продукту обумовленому стандартом раціону для певної віко-видової групи тварин, та здатність досягти необхідної однорідності сумішки. Характерною трудністю виробництва повноцінних комбікормових добавок є те,

що при вимогах точного розподілу кожного з компонентів в загальній суміші комбікорму співвідношення їх вмісту дуже відрізняється. Так по відношенню до зернових компонентів чи білкової добавки наявність мінеральних компонентів на порядок менша, а преміксів менша на два-три порядки. Тому пропонується готувати комбікорм постадійно з ретельним перемішуванням.

Одним з таких рішень є подана на рис. технологія виробництва комбікорму з приготуванням повноцінної сумішки білково-вітамінно-мінеральної добавки.

Першою групою операцій є підготовка зернових компонентів. Вона включає доставку до місця переробки фуражного зерна, яке може розміщуватись на зерноскладі, або в приміщенні кормоцеху; облік, приймання і накопичення зернових компонентів та очищення сировини від крупних сторонніх включень, феромагнітних домішок, піску.

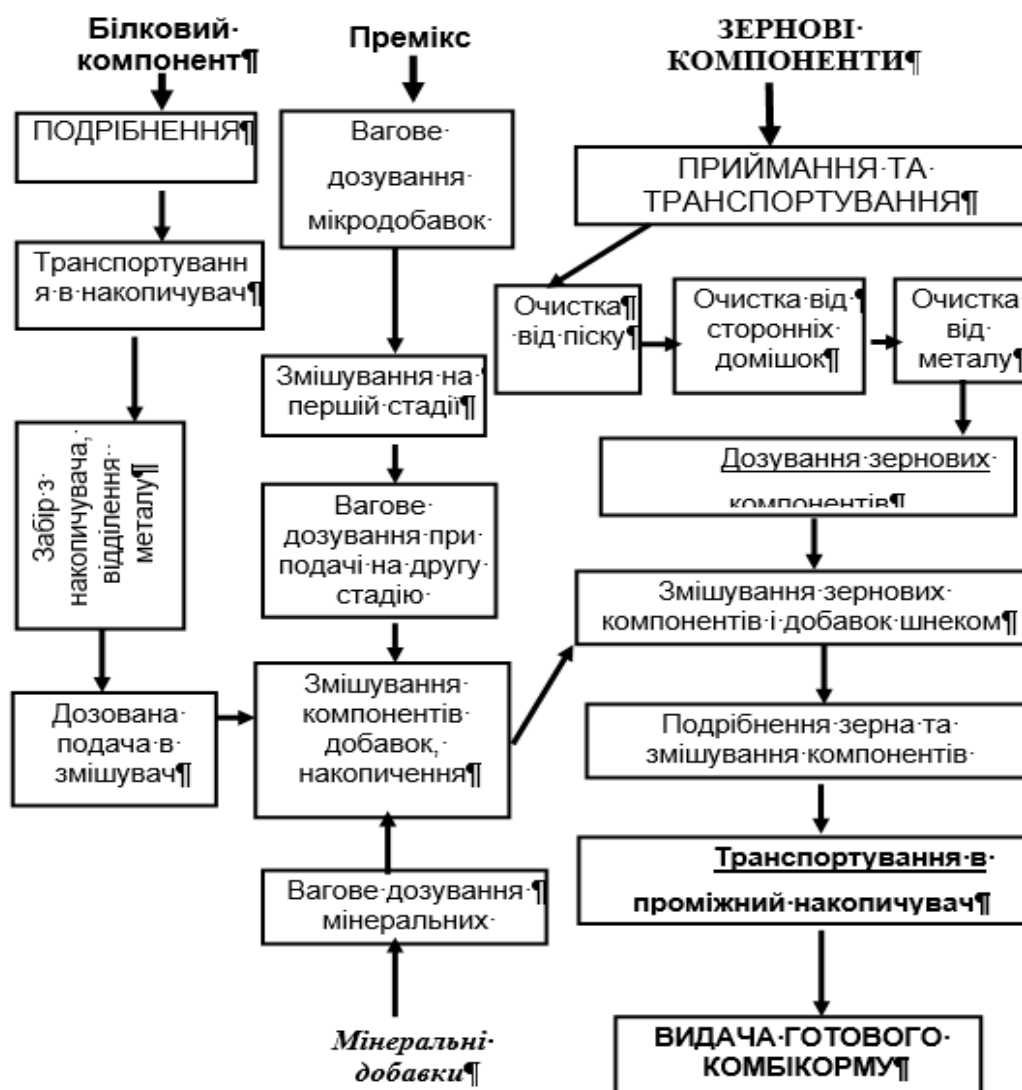


Рис. 1. Технологічні операції виробництва збалансованих комбікормів

Очищене зерно кожного компоненту в віддозованій кількості згідно прийнятого раціону та обсягу разової дози приготування послідовно або одночасно подається на подрібнення. При одночасній видачі зернових

компонентів із накопичувачів до дробарки доцільно транспортувати зернові потоки шнековим конвеєром, який одночасно може також дозмішувати зернові компоненти. При цьому як один з компонентів може в шнек подаватись сумішка БВМД, що готується окремою технологічною лінією. Грубо змішані компоненти сировини шнеком видаються в зернову дробарку. Під час подрібнення сумішки дробарка супутньо виконує подальше змішування складових в межах маси порції, яка одночасно знаходиться в камері подрібнення. В подальшому від дробарки сумішка комбікорму направляється в проміжний накопичувач, звідки може видаватись в необхідній кількості для годівлі тварин.

Білково-вітамінно-мінеральні добавки готуються на базі білкового компоненту (висівки, жмих, шроти, соя, горох), що поставляється в шматковому стані і кількість якого в сумішці БВМД перевищує всі інші складові – премікси, вітаміни та мінеральні корми. Білковий компонент спочатку подрібнюється до розміру 1-3 мм, очищається від металевих домішок і подається в накопичувач. В міру необхідності з накопичувача білковий компонент дозується, як правило за об'ємом, і завантажується до місткості приготування сумішки БВМД. Зважаючи на більшу кількість білкового компоненту він подається в камеру змішувача першим. Премікси вводяться до складу комбікормів в невеликій кількості і потребують ретельного змішування в загальній масі комбікорму. Тому для їх дозування необхідно застосовувати вагове дозування та двостадійне змішування: спочатку в обсягу сукупності всіх преміксів, потім одержана сумішка дозується і в певній кількості за вагою подається на змішування з білковим компонентом та мінеральними кормами. Для мінеральних добавок також застосовується вагове дозування. Одержана сумішка БВМД вводиться до складу зернової частини комбікорму як окремий компонент.

Отже, за такою технологією на комбікормовому обладнанні можуть готуватись комбікорми для різних груп тварин. Використання БВМД добавок (макро- та мікродобавок) забезпечують кормосумішки збалансованими комбікормами для годівлі тварин різних технологічних груп за сучасними технологіями. Якість свіжеприготовлених комбікормів зменшує затрати на зберігання готових кормів та покращує їх згодованість тваринам.

Література

1. Ревенко І. І., Ревенко Ю. І. Комплексна оцінка варіантів приготування комбінованих кормів. Техніка АПК. 2000. № 11-12. С. 25–27.
2. Сорокін В. М. Аналіз фундаментальних схем приготування комбікормів в умовах господарств і перспективні напрямки їх вдосконалення. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. 2008. №12. С. 228–234.
3. Костенко В. І., Заболотько О. О., Хмельовський В. С. Перспективи використання комбінованого кормоприготувального агрегату для великої рогатої худоби. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. 2008. №12. С. 235–238.

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНИХ КРИВИХ ЛІНІЙ ДОВІЛЬНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Спiрiнцев Д.В.

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

Мелітопольська школа прикладної геометрії імені Володимира Найдюша

Подальший розвиток дискретного геометричного моделювання (ДГМ) обумовлений необхідністю розробки прикладних методів ДГМ, які мають прості геометричні моделі й розрахункові алгоритми, враховують внутрішню геометрію вихідної ДПК, дозволяють керувати формою згущеної ДПК та здійснювати її локальну корекцію, а також задовольняти зростаючим потребам промислового проектування. Відомі методи ДГМ не дозволяють повністю вирішити всі ці питання у рамках розроблених методів.

В результаті проведених досліджень було розроблено метод згущення на основі варіативного формування різницевих схем куткових параметрів. Була розроблена нова варіативна схема згущення на основі куткових параметрів, яка справедлива для будь-яких ділянок модельованої ДПК і є основною при встановленні співвідношень між кутами суміжності. При використанні даної схеми, основаної на куткових параметрах отримуємо графічні моделі, параметри яких не залежать від масштабу зображення, а також маємо ту перевагу, що багатозначність ДПК відносно осі Ox , не впливає на процес моделювання. Особливістю даної схеми згущення також є те, що в процесі згущення положення точок згущення визначаються покроково з урахуванням геометричних особливостей кожної з ділянок вихідної ДПК.

Отриманий в роботі основний алгоритм методу дозволяє здійснювати згущення ДПК довільної конфігурації. Для рішення ряду прикладних задач з особливостями в геометрії, таких як ДПК з перехідними та прямолінійними ділянками, а також ДПК з особливими точками, були розроблені відповідні способи згущення на основі основного алгоритму розробленого методу, і які є його логічними доповненнями.

Розроблені способи згущування на основі рішення різницевих схем, що отримуються шляхом накладення певних співвідношень між кутами суміжності, це дозволяє проектувальнику отримати велику різноманітність рішень, серед яких можна вибрати оптимальне або побудувати його по певному критерію.

Значення для практики полягає в підвищенні варіативності рішення, якнайшвидшого досягнення бажаного результату на основі широкої корекції рішення, задоволення великому числу початкових вимог, скорочення термінів пошуку і підвищення точності моделювання. Цей метод дозволяє вести цілеспрямований пошук варіанту згущування і його оптимізації.

Результати наукових досліджень застосовуються в Центрі науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт “Машпроект” при проектуванні нових лопатних апаратів осьових компресорів потужних газотурбінних двигунів і удосконаленні проточних частин компресорів, які знаходяться у виробництві.

В якості прикладу наведемо чотири кроки згущення ДПК, наведеної на рис. 1.

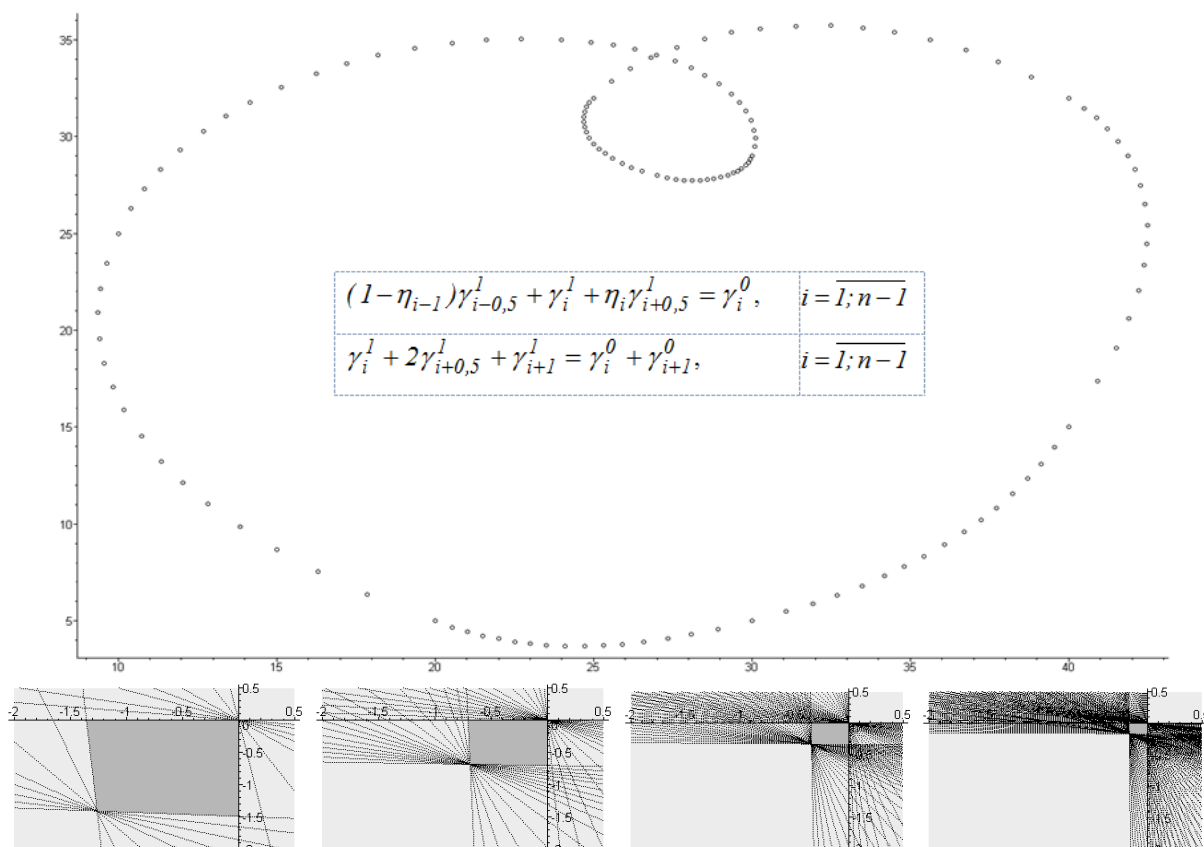


Рис.1. Результат згущення тестової ДПК з наведенням многокутників вибору управляючих параметрів для 4 кроків згущення.

Подальші роботи у цьому напрямку будуть спрямовані на визначення оптимального значення керуючого коефіцієнта у залежності від декількох додаткових умов моделювання одночасно.

Література

1. Спиринцев Д.В. Дискретная интерполяция на основе вариативного формирования разностных схем угловых параметров: дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Д.В. Спиринцев. Мелітополь, ТГАТУ, 2010. 214 с.

2. Найдиш А.В. Спиринцев, В.А. Строкань Управление формой дискретно представленной кривой при накладании нескольких условий моделирования. Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. Київ: КНУБА, 2012. Вип.90. С.206-209.

3. Найдиш В.М., Верещага В.М., Найдиш А.В., Малкіна В.М. Основи прикладної дискретної геометрії [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації]. Мелітополь: ТДАТУ, 2007. 194с.

УДК 631.42

АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Воліна Т. М., Фурса О. О.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Сумський національний аграрний університет*

Дотримання агротехнічних вимог до внесення мінеральних добрив є надзвичайно важливою умовою забезпечення високих врожаїв та підтримки родючості ґрунту. Мінеральні добрива містять необхідні для рослин поживні речовини: азот, фосфор, калій та інші елементи, які мають критичне значення для функціонування рослин. Неправильне внесення мінеральних добрив може призвести до зниження родючості ґрунту та порушення балансу в поживному середовищі. Відповідно до цього, для досягнення максимальної урожайності та запобігання негативним наслідкам важливо дотримуватися агротехнічних вимог до внесення мінеральних добрив.

Мінеральні добрива слід вносити у встановлені агротехнічні строки, дотримуючись визначених норм і рівномірності розподілу по ширині захвату агрегату. Допускається відхилення фактичної норми внесення від заданої з урахуванням градації нормативу якості в межах 5...10 %. Нерівномірність висіву добрив або їх сумішей за туковими сівалками не повинна перевищувати 15 %, а за машинами з відцентровими робочими органами – 25 %. Для забезпечення нормального функціонування робочих органів машин вологість мінеральних добрив, підготовлених для внесення, має відповідати стандарту і бути не більше: порошковидного суперфосфату – 15 %, гранульованого – 5 %, фосфоритного борошна – 3 %, натрієвої селітри і калійної солі – 2 %, аміачної селітри – 1,5 %, хлористого калію – 1,2 %. Розриви смуг добрив між суміжними проходами машин не допускаються, а перекриття в зоні стику суміжних проходів має бути не менше 5 % ширини захвату агрегату. Час між внесенням добрив та їх загортанням – до 12 год.

Для встановлення потреби в добривах на всю площу сівозміни норми добрив на 1 га поживних речовин множать на середній розмір поля сівозміни і одержують кількість поживних речовин, яка необхідна для всієї площі посіву культури. Потім визначають загальну кількість добрив, що потрібна для сівозміни.

Застосовується два способи внесення добрив у ґрунт: суцільне і місцеве. При суцільному внесенні добрива рівномірно розподіляють (туковими сівалками, гноєрозкидачами тощо) по поверхні ґрунту, а потім загортають у ґрунт. Застосовуючи для загортання добрив різні ґрунтообробні машини, можна досягти різної глибини загортання добрив у ґрунт, різного ступеня перемішування добрив з ґрунтом і різного характеру розміщення добрив у ґрунті. Схема розміщення добрив у ґрунті при різних способах загортання наведена на рисунку 1.

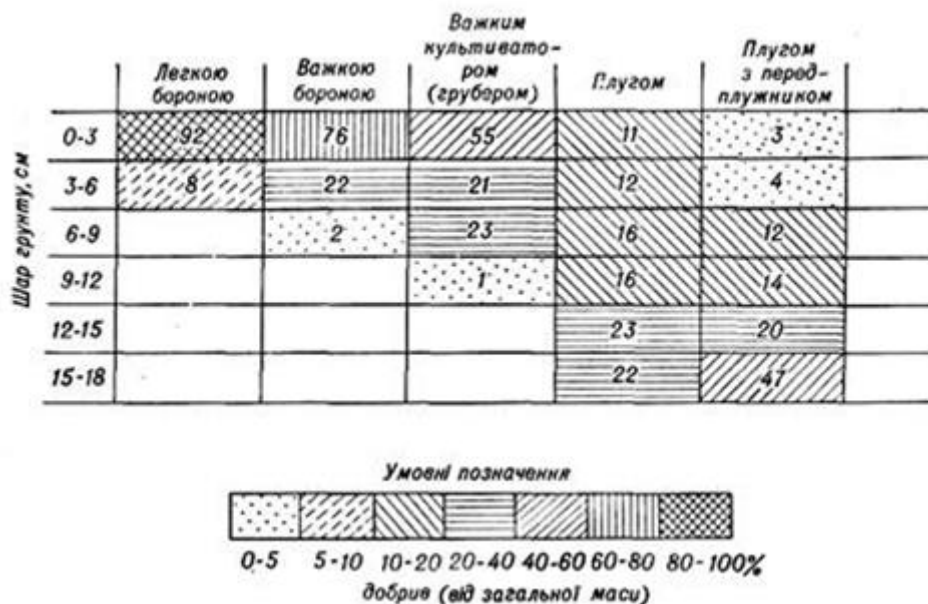


Рис. 1. Схема розміщення добрив у ґрунті при різних способах загортання

Суцільне внесення добрив застосовують, як правило, при основному удобрюванні, а також при проведенні підживлень культур густого (суцільного, рядкового, вузько-рядкового, перехресного) стояння рослин у посіві: зернових, трав, льону та ін. При місцевому внесенні добрив у ґрунт їх розміщують в рядках, збоку від рядків, гніздами біля рядків тощо. При цьому добрива перемішуються з відносно малим об'ємом ґрунту. Перевагою місцевого внесення є можливість розмістити добриво безпосередньо поблизу кореневої системи рослини, запобігти значному вибиранню його ґрунтом. В результаті ефективність використання добрив може бути більшою, ніж при суцільному внесенні. Проте при місцевому внесенні слід уникати створення в ґрунті ділянок з високою концентрацією добрив, оскільки в цьому разі може відбуватися пошкодження корневих систем, розташованих поблизу.

Крім того, встановлення оптимальної дози добрив є одним з найбільш важливих і в той же час складних питань, оскільки при цьому треба брати до уваги: 1) потребу рослин в елементах живлення, яка залежить від біології рослини та запланованого врожаю; 2) запаси елементів живлення в ґрунті; 3) можливість використання цих запасів рослиною; 4) коефіцієнт використання рослиною елементів живлення з добрив; 5) економічну доцільність використання добрив і ряд інших показників.

Таким чином, до агротехнічних вимог відносяться правильне визначення необхідної кількості добрив, адекватного розподілу їх на весь сезон вирощування, дотримання часу та способу внесення, а також раціонального використання їх у поєднанні з іншими агротехнічними методами. Дотримання агротехнічних вимог до внесення мінеральних добрив є важливою складовою успішного вирощування високоякісних культур та збільшення врожайності.

УДК 631.363.21

ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТАДІЙНОГО ПОДРІБНЕННЯ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ДО ЗГОДОВУВАННЯ

Потапова С. Є., Мохонько А. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В процесі підготовки зернових кормів до згодовування найбільш поширеною та важливою є операція подрібнення, що зумовлено фізіологічними потребами тварин. В результаті подрібнення відбувається збільшення площі поверхні отриманого продукту, що сприяє прискоренню процесів травлення та підвищенню засвоюваності поживних речовин. За рахунок використання подрібненого зерна продуктивність тварин підвищується на 10...15 %. З технічної точки зору подрібнення кормів є найбільш енергоємною, і як наслідок, дорогою операцією.

Загалом актуальною залишається проблема підвищення якості продуктів подрібнення. Її рішення дозволить звести до мінімуму таке явище, як переподрібнення зерна та підвищити їх засвоюваність.

Основними технічним засобами для подрібнення зерна на кормові потреби в умовах тваринницьких підприємств є молоткові дробарки. На даний час відома велика кількість молоткових дробарок різних конструкцій, що використовуються в сільському господарстві та комбикормової промисловості, суттєвими недоліками яких є значні енергозатрати та нерівномірність гранулометричного складу отриманого продукту, що не відповідає зоотехнічним вимогам.

Одним із перспективних напрямків розвитку техніки для подрібнення зерна є розробка двостадійних подрібнювачів, у яких мінімізуються недоліки одноступінчастих молоткових дробарок. Такі подрібнювачі відрізняються відносно низькою енерго- і металомісткістю конструкції, більш високою зносостійкістю робочих органів, меншим рівнем шуму та вібрації.

Аналіз останніх досліджень свідчить про можливість значного підвищення ефективності засвоюваності концентрованого корму за рахунок фракціонування його для кожного виду тварин.

Переподрібнення зерна не лише негативно відбивається на продуктивності тварин та їх здоров'ї, а й значно погіршує умови праці протягом усього технологічного циклу приготування кормів і підвищує пожежо- та вибухонебезпечність за рахунок накопичення зернового пилу у приміщенні, де встановлено дробарку а також істотно збільшує енергоємність процесу подрібнення.

Один із шляхів отримання більш однорідного складу готового продукту при мінімізації енергоємності робочого процесу полягає в організації подрібнення з урахуванням механічних, технологічних та біологічних

особливостей подрібнюваного матеріалу. Руйнування твердого матеріалу на частки пов'язане з його деформацією та утворенням нових поверхонь. Розподіл процесу подрібнення на етапи, що враховують ці фізико-хімічні особливості будови зернини, може виявитися перспективним з точки зору вирівнювання фракційного складу та зниження витрат енергії на процес у цілому.

Серед двоступінчастих подрібнювачів найбільш поширені такі поєднання робочих органів: вальцьові та жорнові, пальцеві та молоткові, вальцьові та молоткові.

У комбінації вальців та жорен результат подрібнення забезпечується за рахунок попереднього руйнування зерна до заданого розміру, та остаточного розмелювання при незначних робочих швидкостях обох ступенів. Більше того, у міру подрібнення продукту жорнами збільшується прохідний переріз, що сприяє його евакуації без заторів та виключає появу пиловидної фракції. Поєднанню пальцевих та молоткових робочих органів практично притаманні загальні недоліки молоткових дробарок, хоча робочі швидкості поверхонь пальців значно нижчі від руйнівної швидкості молотків.

На нашу думку, двоступінчастий подрібнювач, що має у своєму складі вальцьовий та молотковий ротори, дасть можливість забезпечити зниження енергоємності процесу подрібнення зерна та поліпшення фракційного складу продуктів подрібнення. Проте обґрунтування конструктивної схеми та особливості робочого процесу такого подрібнювача потребують більш детального розгляду.

Література

1. Гошко З. Шляхи вдосконалення подрібнювальних машин для зернових матеріалів. Вісник ЛНАУ. Збірник наукових праць. Агроінженерні дослідження. 2011. №15. С. 124–131.

2. Буртак В. В., Кохана Т. М., Гуменюк Р. В., Шеремета Р. Б. Модернізація та аналіз роботи дробарок зернових продуктів. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2017. № 21. С. 124–128.

3. Гвоздев О. В., Шпиганович Т. О., Ялпачик О. В. Вдосконалення процесу подрібнення зерна. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія «Технічні науки». 2011. № 9. С. 143–150.

4. Ревенко І. І., Брагінець М. В. Машини та обладнання для тваринництва. Київ. ТОВ «ЦП Компринт». 2018. 568 с.

5. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздев О. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга. 2008. 488 с.

6. Царенко О. М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник. Київ. Мета. 2003. 448 с.

УДК 662.763

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОЇ ДЕСТРУКЦІЇ БУРЯКОВОГО ЖОМУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Валієв Т. О., Поліщук В. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення продуктивності біогазових установок за рахунок розширення сировинної бази.

Буряковий жом використовується в кормових цілях. Для цього його висушують. Однак цей процес енергозатратний. Частіше жом складують в жомових ямах. Жом, який перебував у жомовій ямі більше трьох діб, називається кислим, оскільки за цей період він набуває кислій реакції ($\text{pH} \leq 5,0$). Згодовування такого жому коровам впливає на якість молока: молоко швидше скисає, масло з такого молока буде занадто твердим, а сири не визрівають в належний час. Тому доцільно біля кожного цукрового заводу збудувати біогазовий комплекс, в якості сировини для цих комплексів використовувати кислий жом.

Дослідження проводились на лабораторній біогазовій установці при періодичному завантаженні метантенка. При цьому до 20 л дигестату додавалось 2,1 кг, 1,5 кг, 1 кг, 0,5 кг і 0,25 кг жому. Вміст жому в субстраті становив 10,5; 7,5; 5,0 і 2,5%, 1,25%. Порівнювалась динаміка виходу біогазу при вмісті жому в субстраті 1,25%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10,5%. Результати досліджень наведені на рис. 1.

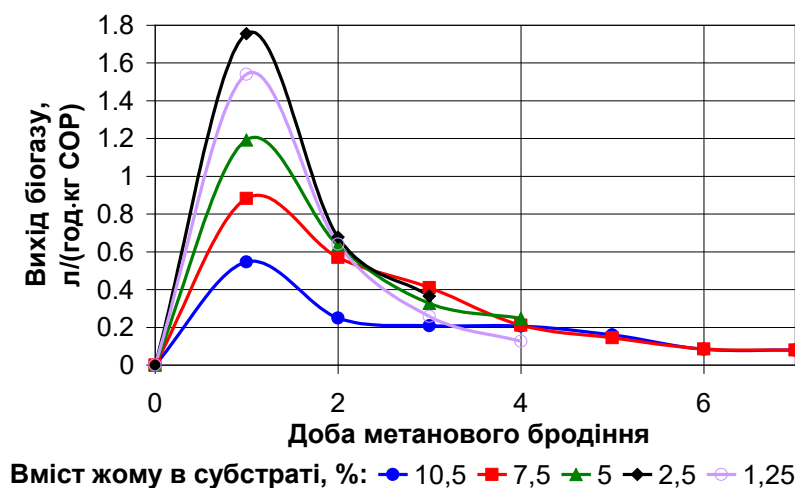


Рис. 1. Динаміка виходу біогазу при вмісті жому в субстраті 1,25-10,5%

Промислове виробництво біогазу здійснюється при квазібезперервному завантаженні субстрату у метантенк. При цьому, вихід біогазу при квазібезперервній системі завантаження близький до максимального виходу біогазу при періодичній системі завантаження метантенка.

Висновки. Для отримання максимального виходу біогазу вміст жому в субстраті повинен становити 2,5%.

УДК 662.763

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ГНОЮ ВРХ

Дворник Є. О., Поліщук В. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Гній ВРХ часто використовується для отримання біогазу. Це доступний субстрат, який вже містить у своєму складі метаноутворюючі бактерії, що покращує процес метаногенезу. Субстрати з гною ВРХ мають ідеальні показники (рН, співвідношення азоту та вуглецю та ін.) для життєдіяльності симбіозу метаноутворюючих бактерій. Дослідження проводились на лабораторній біогазовій установці корисним об'ємом 30 л при періодичному завантаженні метантенка. Субстрат, що завантажувався в метантенк, складався із 3,5 кг гною ВРХ, який розводився в 5 кг води до гомогенного стану. Всього завантажувалось 8,5 кг субстрату. При цьому субстрат в метантенку оновлювався на третину для збереження культури метаноутворюючих бактерій. Метанове зброджування субстрату здійснювалось за температури $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Дослідження проводилось в трьох повторах. Результати досліджень наведені на рис. 1.

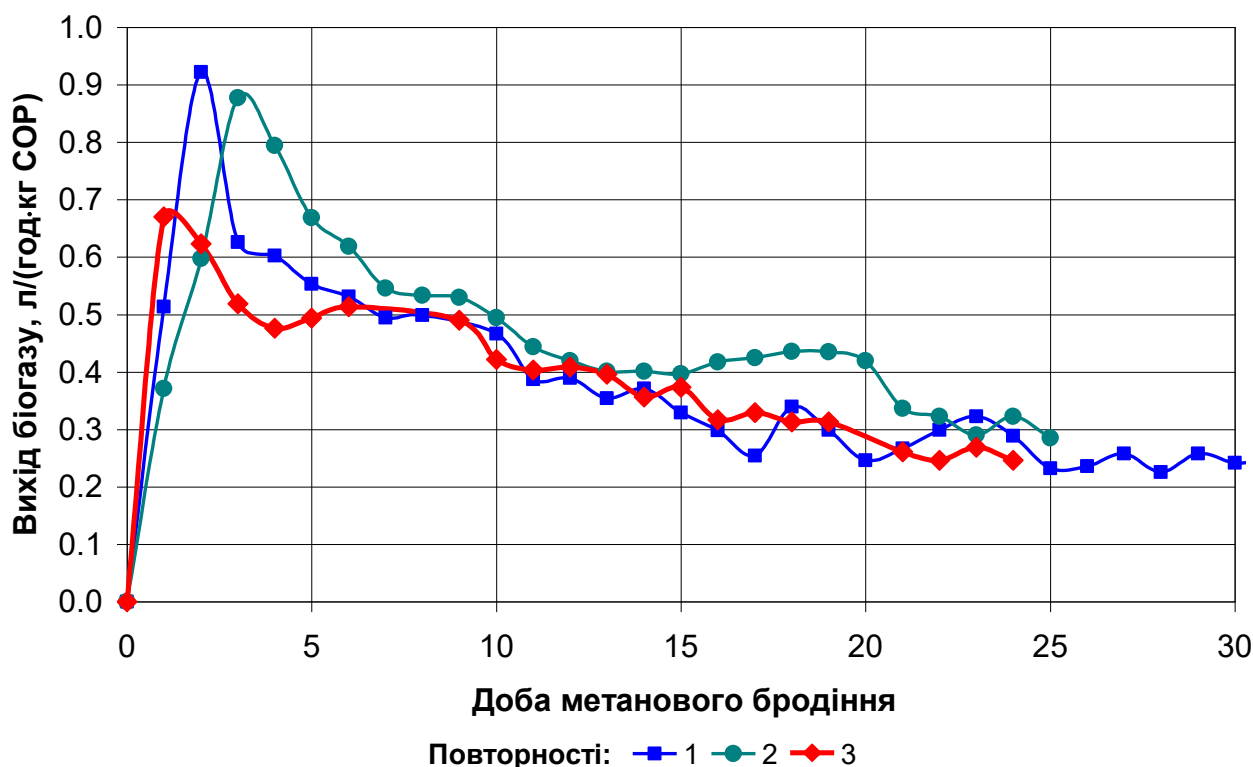


Рис. 1. Динаміка виходу біогазу при монодеструкції гною ВРХ

Максимальний вихід біогазу при монодеструкції гною ВРХ метаногенами наведений в табл. 1.

Таблиця 1. Максимальний вихід біогазу при монодеструкції гною ВРХ метаногенами (в л/(год·кг СОР))

Повторності			Середнє значення
1	2	3	
0,971	0,924	0,706	0,867

Висновки. Максимальний вихід біогазу при монодеструкції гною ВРХ метаногенами становить 0,867 л/(год·кг СОР).

УДК 656.053(100)

СУЧАСНІ СВІТОВІ ЗАВДАННЯ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Колосок І. О., Антонюк М. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Безпека дорожнього руху є невідкладним питанням, пов'язаним із охороною здоров'я та розвитком. Число смертей на дорогах світу залишається неприйнятно високим: за оцінками, 1,35 млн осіб на рік. Крім того, до 50 млн людей зазнають травм. Дорожньо-транспортні пригоди є восьмою причиною смерті у всьому світі для людей різного віку, а також причиною смерті серед дітей та молодих людей віком від 5 до 29 років. При цьому понад 90% цих жертв припадає на країни з низьким та середнім рівнем доходів. Витрати лише на рівні країн становлять у середньому 3% від ВВП.

У зв'язку з даною ситуацією на дорогах на третій всесвітній міністерській конференції з безпеки дорожнього руху, яка відбулася у Стокгольмі були прийняті певні рішення, зокрема [1]:

- докладати зусиль для скорочення смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод як мінімум на 50% у період з 2020 по 2030 р. у відповідності із зобов'язаннями Політичного форуму високого рівня Організації Об'єднаних Націй та встановити цільові показники скорочення смертей та серйозних травм для всіх груп учасників дорожнього руху, особливо найбільш вразливих, таких як пішоходи, велосипедисти, мотоциклісти та користувачі громадського транспорту;

- включити безпеку дорожнього руху та системний підхід до її забезпечення до числа невід'ємних елементів землекористування, проектування вулиць та планування та управління транспортною системою, що особливо важливо для найбільш уразливих учасників дорожнього руху та у міських районах, шляхом зміцнення інституційного потенціалу щодо законів про безпеку

дорожнього руху та їх дотримання, безпеки транспортних засобів, покращення інфраструктури, громадського транспорту, надання допомоги після аварій;

- прискорити перехід до більш безпечних, екологічно чистих, енергоефективних та доступних видів транспорту та пропагувати більш фізично активні способи пересування, наприклад ходьбу та їзду на велосипеді, та інтегрувати їх з використанням громадського транспорту для досягнення стійкості;

- забезпечити своєчасний доступ до високоякісних послуг невідкладної та довгострокової медичної допомоги для постраждалих та визнати, що ефективне реагування на ДТП включає також психологічну, соціальну та юридичну підтримку жертвам, постраждалим та їхнім сім'ям;

- зосередити увагу на швидкості, у тому числі на посиленні контролю з метою запобігання перевищення лімітів, та встановити максимальну швидкість руху на рівні 30 км/год у тих районах, де вразливі учасники дорожнього руху та транспортні засоби перетинаються часто і на систематичній основі, за винятком випадків, коли є переконливі докази того, що більш високі швидкості є безпечними;

- слідкувати за тим, щоб на всіх ринках усі вироблені та продані транспортні засоби були обладнані належними системами безпеки до 2030 р., а також передбачити стимули для заохочення використання транспортних засобів з покращеними характеристиками безпеки;

- слідкувати за тим, щоб інтегрований підхід до безпеки дорожнього руху та мінімальні стандарти безпеки для всіх учасників дорожнього руху були ключовими вимогами при проведенні робіт з покращення дорожньої інфраструктури та в інвестиціях.

Література

1. Stockholm Declaration. URL: <https://www.government.se/information-material/2020/02/stockholm-declaration>.

УДК 625.7/.8:629:656.05

ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ДОРОГАХ

Васильєв Н. А., Колосок І. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Загальновідомо, що дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) є серйозною соціально-економічною проблемою майже в усіх країнах світу. Для зменшення кількості постраждалих на дорогах було розроблено різноманітні заходи та програми. На міжнародному рівні ООН, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), міжнародні фінансові організації (насамперед Світовий банк),

Європейський інвестиційний банк (ЄІБ), Міжнародний банк реконструкції та розвитку (МБРР), Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) тощо), Міжнародна організація із запобігання ДТП (PRI), Центр моніторингу транспортних потоків у Південно-Східній Європі (SEETO) та інші структури є впливовими організаціями, які ведуть ефективну роботу над підвищенням безпеки автомобільних доріг у глобальному масштабі.

Упродовж двох останніх десятиліть було розроблено низку методів і процедур, спрямованих на покращення дорожньої інфраструктури та, відповідно, підвищення безпеки автомобільних доріг. До цих методів і процедур, належать, зокрема, аудит безпеки автомобільних доріг (АБАД) та перевірка безпеки автомобільних доріг (ПБАД), які нині визнані одними з найефективніших технічних інструментів. З ухваленням Директиви Європейського Парламенту та Ради № 2008/96 про управління безпекою дорожньої інфраструктури, опублікованої в жовтні 2008 року та, із внесеними змінами, Директиви № 2019/1936, Європейський Союз прийняв рішення та затвердив інструкції, якими визначено, що дорожня інфраструктура має стати важливим компонентом забезпечення підвищення безпеки доріг. Аудит безпеки автомобільних доріг у комплексі з іншими засобами управління безпекою доріг має бути обов'язковим інструментом для застосування у ширшій сфері експлуатації доріг, ніж це було раніше, коли спершу його застосування фокусувалося на Транс'європейській дорожній мережі та всіх дорожніх проектах міжнародних фінансових організацій (Світового банку, ЄІБ, МБРР, ЄБРР тощо). Аудит безпеки автомобільних доріг необхідно буде здійснювати не лише під час проектування нових доріг, а й перед реконструкцією або капітальним ремонтом існуючих доріг, щоб мати змогу виявляти наявні недоліки, які впливають на безпеку.

Аудит безпеки автомобільних доріг – це добре відомий міжнародно вживаний термін, який означає незалежне оцінювання проекту з метою виявлення недоліків та потенційних ризиків для безпеки автомобільної дороги або дорожнього руху. Це офіційна експертиза дорожнього або транспортного проекту, яку можна розглядати як частину комплексної системи управління якістю. Стосовно нових доріг аудит безпеки автомобільних доріг застосовується як проактивний підхід, основною метою якого є виявлення потенційних проблем з безпекою якомога раніше, в процесі планування та проектування, щоб можна було прийняти рішення щодо запобігання або зменшення тяжкості наслідків виявлених недоліків, бажано до того, як буде реалізовано план або відбулося ДТП. Однак в процесі аудиту можна застосовувати також метод простого реагування, коли виявлення недоліків у сфері безпеки на існуючих дорогах стає сигналом для початку робіт з відновлення цих доріг.

Проведення аудитів і перевірок безпеки автомобільних доріг є дуже важливим для безпеки дорожнього руху, оскільки офіційні звіти, що готуються за результатами проведеного аудиту/перевірки безпеки автомобільних доріг, визначають існуючі та потенційні дефекти (недоліки), які впливають на безпеку дорожнього руху, та, за потреби, містять рекомендації щодо їх усунення або

зменшення наслідків. Проведення аудиту дає змогу зменшити кількість ДТП і полегшити їх наслідки завдяки покращенню показників безпеки доріг [1].

Література

1. Practical Guide for Road Safety Auditors and Inspectors in Ukraine. URL: https://www.roadsafetyfacility.org/publications/practical-guide-road-safety-auditors-and-inspectors-ukraine?fbclid=IwAR143uH9M0k8BqJvJ4jT_PrzllU4THa7zQfj6zYyHA YqB4YzmitMaAZpuDc

УДК 657.6:625.7/8

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Литовченко Є. В., Колосок І. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найбільш поширеним визначенням аудиту безпеки автомобільних доріг є наступне це системна перевірка впливу дорожнього або транспортного проекту, або будь-якого іншого проекту, що впливає на учасників дорожнього руху, яка проводиться незалежним, кваліфікованим аудитором або групою аудиторів, які звітують про потенціальну аварійність проекту та показники безпеки для всіх категорій учасників дорожнього руху, як вказано в Настановах з аудиту безпеки автомобільних доріг Світової дорожньої асоціації (PIARC).

У сфері безпеки автомобільних доріг встановлена класифікація виявлених недоліків, які поділені на вісім груп:

1. Функція дороги (змішування різних функцій дороги – використання дороги для швидкого переміщення швидкохідного автотранспорту на великі відстані і як маршруту для повільного місцевого транспорту).

2. Поперечний профіль.

3. Трасування (вертикальні та горизонтальні криві, відстань видимості).

4. Перехрестя.

5. Державні та приватні послуги (послуги, що надаються уздовж доріг); зони обслуговування та відпочинку, громадський транспорт.

6. Потреби уразливих учасників дорожнього руху (пішохідні переходи).

7. Дорожні знаки, розмітка та освітлення.

8. Особливості придорожньої зони та елементи пасивної безпеки, цивільні споруди (перешкоди в придорожній смузі – рослини, дерева, опори освітлення, бігборди, тощо; бар'єрне огородження; штучні споруди, такі як мости, шляхопроводи, тунельні шляхопроводи).

Аудит безпеки автомобільних доріг можна проводити для широкого спектру проектів різного масштабу, місця виконання, виду та класифікації. Види

проектів, які можуть підлягати аудиту, можна згрупувати за такими напрямками [1]:

- призначення дорожньої мережі (міжнародні дороги, головні дороги, регіональні дороги та дороги місцевого значення)
- рух транспортних засобів (рух лише автомобільного транспорту або змішаного транспорту, включаючи рух немоторизованих або повільних сільськогосподарських транспортних засобів)
- місце розташування (за межами або всередині забудованих територій).

Аудит безпеки автомобільних доріг необхідно здійснювати для всіх нових проектів доріг, в тому числі проектів нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту.

Аудит безпеки автомобільних доріг можна здійснювати:

- для нових доріг, автомагістралей, швидкісних шосейних доріг придорожньої обстановки та дорожніх споруд;
- до та під час реконструкції та капітального ремонту дороги;
- всередині та за межами забудованих територій.

Література

1. Practical Guide for Road Safety Auditors and Inspectors in Ukraine. URL: https://www.roadsafetyfacility.org/publications/practical-guide-road-safety-auditors-and-inspectors-ukraine?fbclid=IwAR143uH9MOK8BqJvJ4jT_PrzllU4THa7zQfj6zYyHAYqB4YzmitMaAZpuDc

УДК 005.591.6:631.5:633(477)

КОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРАРНІЙ СФЕРІ

Мельник В. І., Рендак Б. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аграрна сфера нині потребує впровадження новітніх підходів щодо техніко-технологічного, а також інформаційного забезпечення. Точне землеробство повною мірою відповідає цим запитам за своєю суттю, оскільки передбачає оброблення полів в залежності від реальних потреб культур, вирощуваних в даному місці. Ці потреби визначаються за допомогою сучасних інформаційних технологій, включаючи космічне знімання. Загальновідомо, що добрива є найбільш ефективними лише за умови збалансованості за елементами живлення для рослин. Вихідними умовами є певний вид культури, її планована урожайність та оптимальне поєднання елементів з урахуванням характеристик ґрунтів даного поля на підставі даних картограми. Наявність актуальної картограми, яка б повною мірою відображала склад і якість ґрунтів для виробника є першочерговою необхідністю.

Нинішні досягнення у сфері космічних технологій саме і дають можливість агровиробникам використовувати дані дистанційного зондування на основі оперативної інформації з космосу. Кошти оброблення диференціюються в межах різних ділянок поля, що водночас забезпечує максимальний ефект за мінімального спричинення збитків навколишньому середовищу і зниження загальної витрати застосовуваних речовин. Моніторинг земельних угідь через супутники дає можливість аграріям врахувати різноманіття усіх видів рослин та їхнього стану в кожній окремій ділянці поля. Знімки є доступними через бібліотеки космічних світлин, які робляться з частотою в середньому 3-7 днів протягом кількох останніх років. Тому можна отримати великий масив інформації про стан визначеного поля. Наприклад, у рамках рішення EOS Crop Monitoring (цифрова агроплатформа для ефективного керування сільгосппідприємством) створено повну електронну карту України з визначеними межами полів та класифікацією культур, що зробило супутникові дані загальнодоступними, адаптованими до потреб аграріїв і легкими у використанні. Тому немає потреби особисто шукати супутникові знімки в архівах космічних місій і платити за світлини великого розширення, в яких насправді нема потреби.

Завдяки знімкам супутників, сервіси для онлайн-моніторингу посівів дають змогу впроваджувати змінні норми внесення добрив для малих і середніх аграрних підприємств. В результаті власник може вносити добрива диференційовано, роблячи акцент на проблемні ділянки, оскільки одні рослини потребують більше добрив, а інші – навпаки. Так, наприклад, завдяки хмарній картографії, виведеній у NDVI, можна вносити азотні добрива максимально економно та ефективно. Таке диференційоване внесення селітри на 10 % підвищує урожайність культур із гектара землі. Ефект досягається завдяки простому зниженню дозування добрив на тих ділянках, де посіви розвиваються краще й, навпаки, збільшенню норми там, де культури перебувають у гіршому стані.

Така ж ситуація спостерігається щодо зрошування: надмірна вологість сильно шкодить посівам, посилюючи розвиток хвороб. За точного розуміння стану культур можна застосовувати ідеально вивірену кількість води на кожній конкретній ділянці поля. Разом із погодними даними супутникові знімки дають точну оцінку посівів із реалістичними прогнозами майбутніх урожаїв. Можна комплексно порівнювати стан різних полів між собою, а також показники попередніх років на противагу теперішнім. Усі ці дані дають максимально вичерпну оцінку поля, з якою можна сформувавши карту завдання для внесення добрив, зрошування та інших агрозаходів. Таке застосування змінних норм є максимально ефективним.

Супутники створюють альтернативу для дронів, хоча останні є більш мобільними та точними внаслідок отримання знімків з дуже високою роздільною здатністю. Також роботі дронів не перешкоджає хмарність, оскільки вони не вилітають за межі атмосфери Землі. Натомість експлуатуванню БПЛА на заваді стають вітер, опади та безполітні зони поряд з аеропортами та військовими

об'єктами. До недоліків дронів також можна віднести високу собівартість знімків у порівнянні зі знімком супутника, що є вищою у 4–5 разів. Якщо ж потрібно вилетіти 4 рази, то ціна зростає в 15–20 разів. Тому супутникові дані роблять моніторинг стану полів значно дешевшим. З ними аграрії можуть слідкувати за загальним станом багатьох полів та великих посівних площ.

Одна з основних проблем аграрної сфери полягає у потребі прогнозування погоди та здійсненні контролю за кліматичними умовами. Космічні технології дозволяють зібрати та обробити великі обсяги даних з поверхні Землі та з космосу, що надає можливість вивчення кліматичних змін та їх наслідків, зокрема зміни клімату в різних регіонах та прогнозування погодних умов на майбутнє. Це допомагає зменшити ризики для врожаю та покращити якість вироблених продуктів.

Трендом сьогодення в аграрній сфері є її екологічність, що передбачає збереження навколишнього середовища та біорізноманіття. Космічні технології можуть допомогти вивчати екосистеми та забезпечити моніторинг змін в природних середовищах, зменшити використання хімічних добрив та пестицидів, що позитивно позначиться на довкіллі та здоров'ї людей.

Космічні технології можуть допомогти впровадженню ефективної системи телематики та моніторингу в реальному часі, що надасть можливість покращити управління аграрними підприємствами та забезпечити більш ефективну систему постачання й продажів продуктів за умови віддаленості деяких сільських районів від основних центрів розвитку та маркетингу.

Методики точного землеробства набувають широкого застосування у світі. Так, 80 % виробників агропродукції США перебувають на різних стадіях їх впровадження. За даними InVenture, на жаль, лише 10 % аграрних компаній України впроваджує новітні технології. Це спричинено або фінансовою неспроможністю, або необізнаністю з такими технологіями, також ситуація погіршується і війною.

Популяризація космічних технологій в аграрній сфері може бути забезпечена насамперед розвитком інфраструктури та доступністю до сучасних засобів збору та оброблення даних, можливістю навчання для фахівців у галузі аграрного виробництва. Ситуація може бути покращена, наприклад, внаслідок зміни вікової структури, зайнятих в аграрній галузі, які більш умотивовані до використання інноваційних технологій, що може бути досягнуто через розроблення програми підтримки урядом впровадження космічних технологій в аграрній сфері, включаючи фінансування досліджень та розробок. Одним з можливих шляхів розв'язання цих проблем є співпраця між виробниками космічних технологій та аграрними підприємствами.

Також, важливим елементом є забезпечення доступу до космічних технологій для невеликих та середніх аграрних підприємств. Наприклад, деякі компанії вже пропонують послуги зі збору та оброблення даних для фермерів за доступними цінами, створення спеціальних програм для фермерів та садівників, які допомагають відстежувати розвиток рослин, виявляти хвороби та шкідників та планувати збір врожаю.

Література

1. Фурдичко О. Космічні технології для сільського господарства. Аграрний тиждень. URL: https://a7d.com.ua/analtika/svtovijj_dosvd/4537-kosmchn-tehnologiyi-dlya-slskogo-gospodarstva.html
2. Солоха М. Який космос потрібен аграрній Україні. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/15670-yakui-kosmos-potriben-ahrnarii-ukraini.html>.
3. З небес на землю: які технології аграрії отримали від космічної галузі. Lendlord. URL: <https://landlord.ua/news/z-nebes-na-zemliu-iaki-tekhnohii-ahrnarii-otrymaly-vid-kosmichnoi-haluzi>.
4. А з космосу видніше! Космічні технології відкривають нову еру в агровиробництві URL: <https://superagronom.com/blog/240-a-z-kosmosu-vidnishe-kosmichni-tehnologiyi-vidkrivayut-novu-eru-v-agrovirobnitstvi>.
5. Данкевич В. Є., Данкевич Є. М. Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель. Економіка АПК. 2019. № 8. С. 27 URL: <http://eapk.org.ua/contents/2019/08/27>.

УДК 631.333

РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Барановський В. М.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найважливіша функція комбінованого очисника вороху коренеплодів підвищення інтенсивності відокремлення налиплого ґрунту та рослинних домішок від викопаних коренеплодів. Він складається (рис. 1, рис. 2), із завантажувального транспортера 1, очисної гірки 2 з пальчиковою поверхнею, встановленою під кутом α до горизонту.

У нижній частині сходу очисної гірки розміщені транспортуючо-очисні органи, виконані у вигляді правої 3 та лівої 4 системи шнеків 5 круглого перерізу, осі 6 обертання яких знаходяться на нижній гілці еліпса 7 та утворюють жолоб робочого русла 8. Шнеки встановлені консольно на своїх опорах. Очисна гірка встановлена вздовж осей обертання шнеків круглого перерізу відповідної правої або лівої системи шнеків. У просторі жолоба робочого русла вздовж правої і лівої систем шнеків круглого перерізу та зверху над шнеками горизонтально встановлено вал 9, на барабані 10 якого розміщено очисні пружні елементи 11, набрані з пучків ворсу 12. Очисні пружні елементи розміщені на барабані вала по гвинтовій лінії, причому напрямком навивання гвинтової лінії протилежний

напрямку осьового переміщення вороху коренеплодів уздовж жолоба робочого русла.

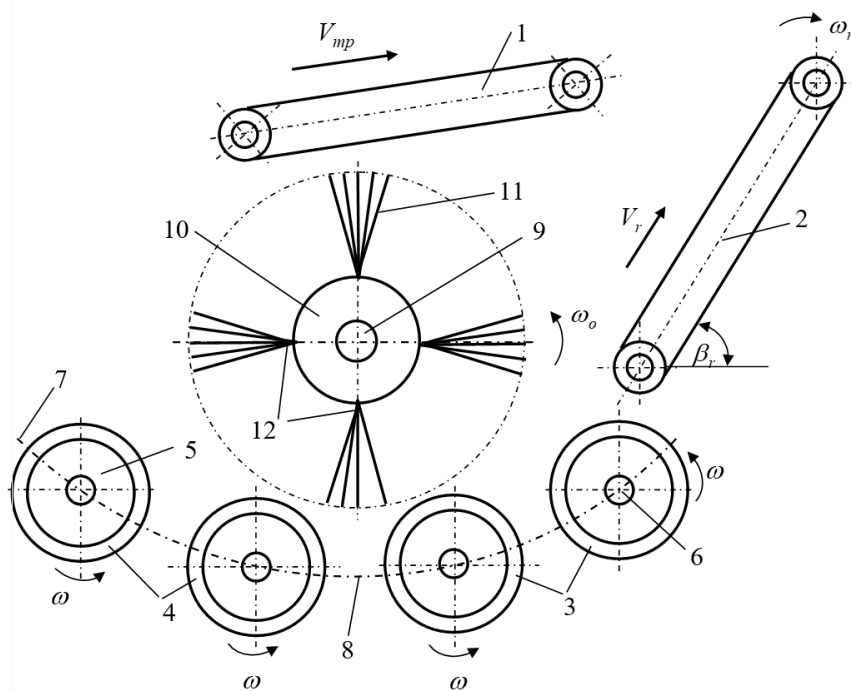


Рис. 1.

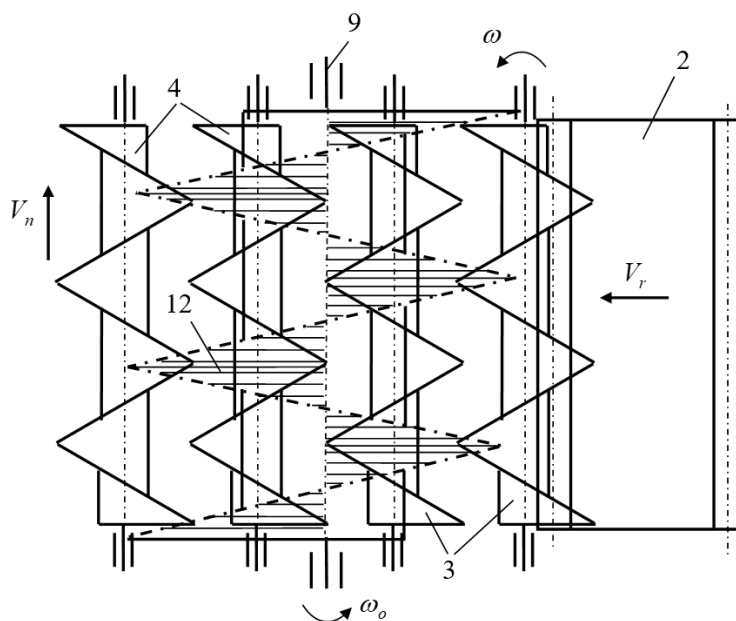


Рис. 2. Конструктивна схема комбінованого очисника вороху коренеплодів, вигляд зверху

Комбінований очисник вороху коренеплодів працює таким чином.

Викопаний ворох коренеплодів подається завантажувальним транспортером 1 на очисну гірку 2, де відбувається попереднє часткове відділення вільної землі і рослинних залишків. Недоочищений ворох коренеплодів з нижньої частини сходу очисної гірки надходить у простір жолоба робочого русла 8, тобто на праву 3 та ліву 4 системи очисних шнеків 5 круглого

перерізу. При цьому домішки проходять у проміжок між робочою поверхнею шнеків і нижнім торцем очисних пружних елементів 11. Коренеплоди, переміщуючись уздовж осей 6 обертання шнеків, за рахунок контакту з очисними пружними елементами 11 очищуються від налиплого на їх поверхні ґрунту за рахунок обертальних рухів приводного горизонтального вала 9 і шнеків. Частина домішок просіюється в зазор між шнеками, а інша непросіяна частина домішок, за рахунок розміщення очисних пружних елементів по гвинтовій лінії, напрямок навивання якої протилежний напрямку осьового переміщення коренеплодів, виноситься гвинтовою навивкою приводного вала вздовж жолоба робочого русла за межі очисника. Очищені коренеплоди шнеками 3 подаються далі на наступні ТТС КМ.

Таким чином, за рахунок встановлення горизонтального вала 9 з очисними пружними елементами 11 відбувається інтенсифікація процесу відокремлення домішок від коренеплодів.

Література

1. Рамш В. Ю., Барановський В. М., Паньків М. Р. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів. Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2011. Вип. 31. С. 298–305.

2. Барановський В. Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденцій розвитку коренезбиральних машин. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 2006. Т. 11, № 2. С. 67–75.

УДК 631.36.001.66

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАЦІОНАРНОГО ВАЛЬЦЕВОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ

Кузьменко В. Ф.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²

¹*Інститут механіки та автоматизації АПВ*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Вальцьовий подрібнювач качанів кукурузи доцільно встановлювати в спеціалізованих лініях приготування кондиційованого силосу для подрібнення маси кукурудзи при збиранні її у фазі воскової стиглості.

При проведенні дослідів використовувалися качани комбайнового збирання масою 50...250 г. Зростання довжини качанна в 2 рази (з 100 до 200 мм) приводить до зростання його маси в 3 рази (з 70 до 210 г). Діаметр качана при цьому збільшується лише в 1,26 рази (з 33 до 41,5 мм). Не менш цікавим є зміна вмісту долі зерна в качані кукурудзи при зміні його вологості (рис. 1). Бачимо, що в процесі дозрівання доля зерні в качані кукурудзи збільшується.

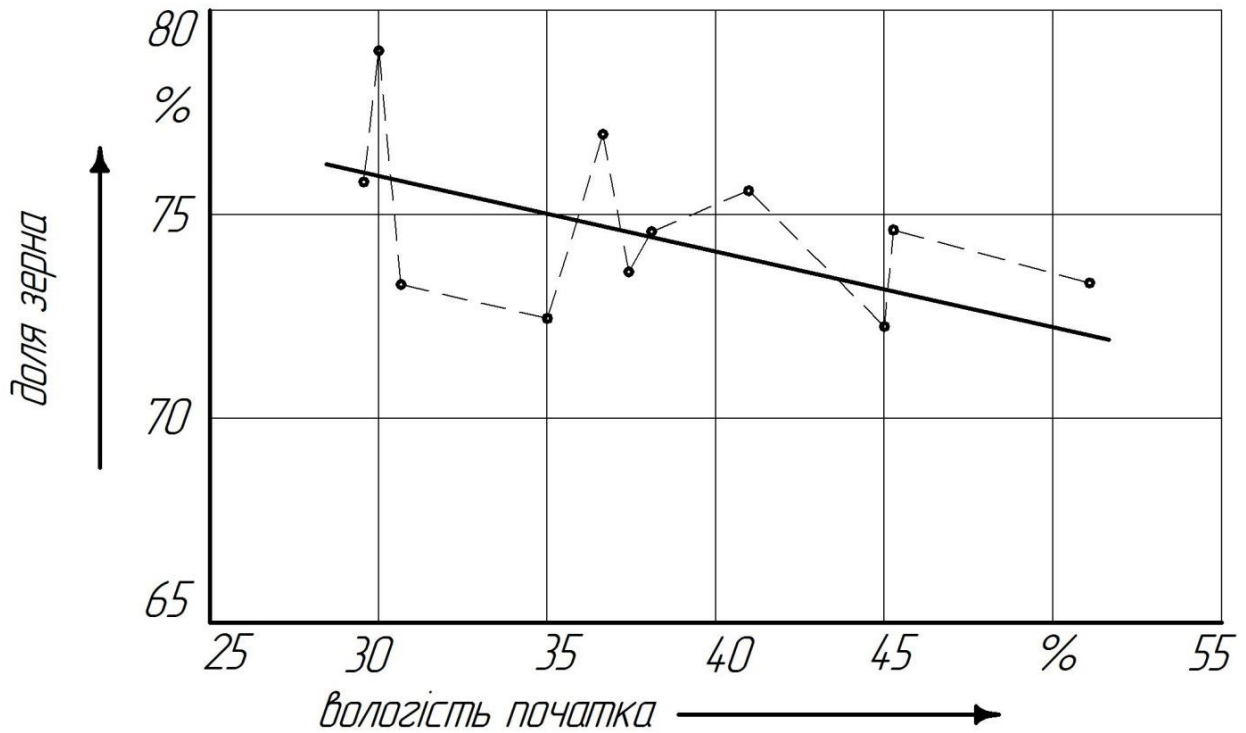


Рис. 1. Зміна вмісту зерна кукурудзи в качані при зміні його вологості

В процесі дозрівання змінюється також і співвідношення між вологістю качана та його складовими (рис.2). При технічній стиглості вологість компонентів різниться мало, при чому найменш вологим – стержень, маса качанів в залежності від фази стиглості змінюється з 670 до 755 кг/м³ (табл. 1)

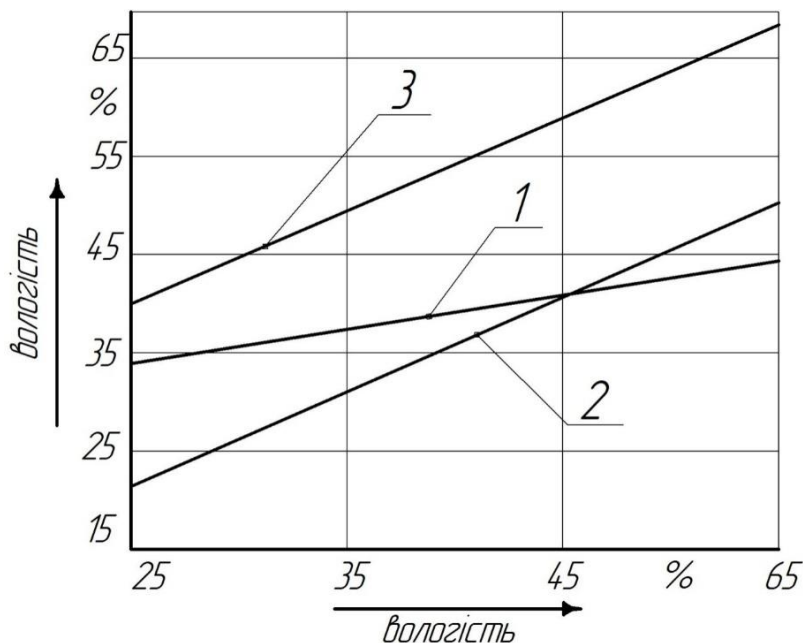


Рис. 2. Співвідношення між вологістю всього качана та його компонентами: 1 – обгортка, 2 – зерно, 3 – стержень

На рис. 3 приведено результати ситового аналізу зерна з 15 качанів кукурудзи. Слід відзначити, що недорозвинене, дрібне зерно знаходиться у верхній частині, найбільш велике, правильної форми – на відстані 15...20 мм від нижньої частини качана.

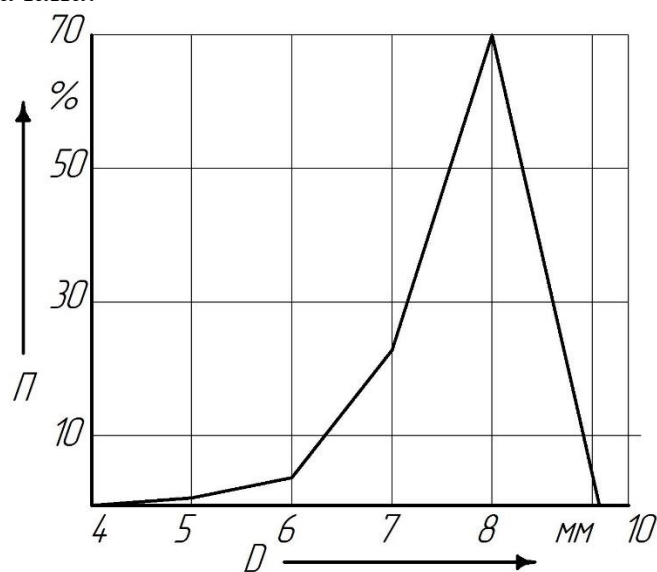


Рис. 3. Розподіл по розмірам зерна кукурудзи

Література

1. Бойко І. Г., Грідасов В. І., Дзюба А. І. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва. Харків. НМЦ ХНТУСГ. 2004. 275 с.
2. Бойко І. Г., Грідасов В. І., Дзюба А. І. Теорія та розрахунок машин для тваринництва. Харків. НМЦ ХНТУСГ. 2002. 216 с.

УДК 631.333

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Тереня О. Є.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Конструктивні й технологічні особливості машин для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив в значній мірі визначається конструкцією розсівального робочого органу.

За технологічним принципом розсівального робочого органу можна поділити на дві основні групи: металеві та транспортуючі (рис. 1).

До першої групи слід віднести робочі органи, в яких конструктивна ширина машини менша, ніж її робоча ширина захвату в декілька разів. Внесення

добрив по робочій ширині захвату вони здійснюють шляхом попереднього розгону частинок добрив з наступним викиданням їх в атмосферу. Після цього, добрива пролетівши певну відстань за рахунок кінетичної енергії, висіваються на поверхню поля суцільним шаром.

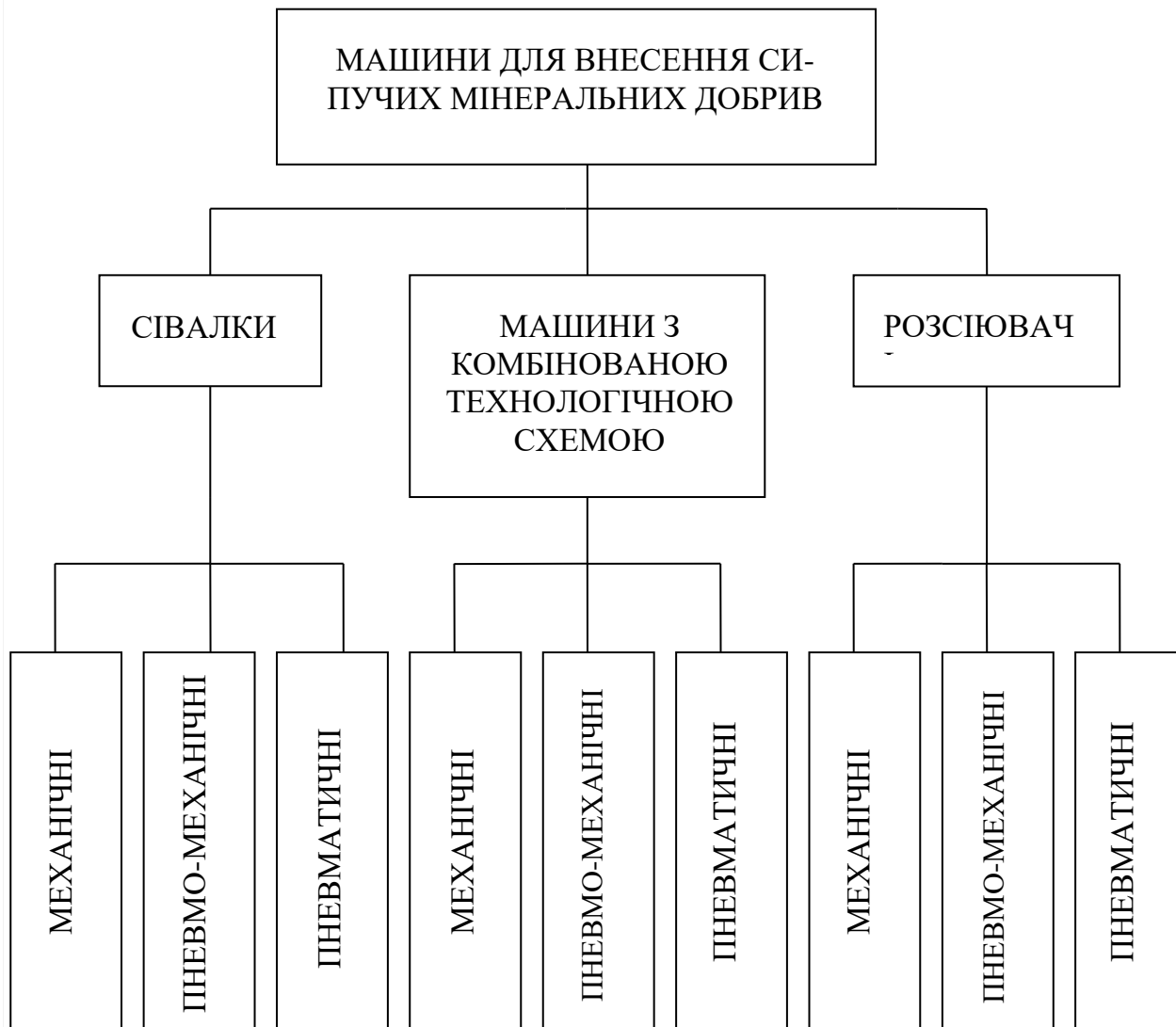


Рис. 1. Загальна класифікація машин для внесення сипких мінеральних

Другу групу складають машини, оснащені розсівальними робочими органами штангового типу у них, конструктивна ширина захвату, приблизно рівна робочій ширині захвату машини. Добрива з кузова транспортуються конвеєром по робочій ширині захвату, а потім висіваються на поверхню поля. В транспортному положенні, конвеєри укладаються вздовж кузова машини.

Метальні розсівальні робочі органи конструктивно прості, надійні в експлуатації. Істотним їх недоліком є підвищена нерівномірність внесення добрив, до 70%. Але, незважаючи на даний недолік, ці робочі органи широко застосовуються у багатьох машинах провідних закордонних та вітчизняних фірм, які використовуються у сільськогосподарському виробництві ведучих країн світу.

Метальні розсівальні робочі органи поділяються на відцентрові, пневматичні та пневмовідцентрові.

Відцентрові розсівальні робочі органи найбільш розповсюджені, вони мають відносно просту конструкцію, характеризуються високою надійністю роботи. В процесі роботи таких машини, добрива дозуються і подаються на диски з лопатками, що обертаються, які і розсівають частинки добрив по робочій ширині захвату машини.

При внесенні добрив з підвищеною вологістю в дискових розсівальних робочих органів відбувається налипання частинок добрив на внутрішню поверхню лопатки, що суттєво впливає на якість розсівання добрив. Для усунення цього недоліку науковці разом з конструкторами розроблені розсівальні робочі органи з лопатками, що самоочищуються.

Література

1. Адамчук В. В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив. В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. ННЦ „ІМЕСГ”, 2002. Вип. 86. С. 90-99.

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

УДК 631.333

АНАЛІЗ РОБОТИ ФРИКЦІЙНОГО КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Барановський В. М.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

У фрикційних очисниках для розділення вороху на складові компоненти – вільної землі та гички, рослинних залишків, коренеплодів тощо, використовується різниця коефіцієнтів тертя коренеплодів і домішок. Фрикційні очисники в основному являють собою різні комбінації гірок, виконаних у вигляді стрічкових транспортерів. Відомі гірки діляться на дві групи – поздовжні та поперечні [1]. У перших відокремлені фракції рухаються вздовж вороху, що надходить, а у других – одна із фракцій рухається поперек вороху. Поздовжні гірки відомі двох типів – прямопотоків (рух стрічки і вороху односторонній) і зворотнопотокові (стрічка рухається назустріч руху вороху).

Конструктивна схема розташування поздовжньої гірки в технологічному процесі роботи наведена на рис. 1. Таке розташування гірки є типовим. Воно

використовується у технологічних схемах більшості коренезбиральних машин. Проте гірки можуть виділяти з вороху, що надходить, переважно плоскі й багатогранні домішки, при цьому їх сепаруюча можливість не перевищує 40 %. Це пояснюється тим, що дрібний ґрунт, який постійно знаходиться в зоні сепарації, зменшує різницю коефіцієнтів тертя коренеплодів і домішок [1].

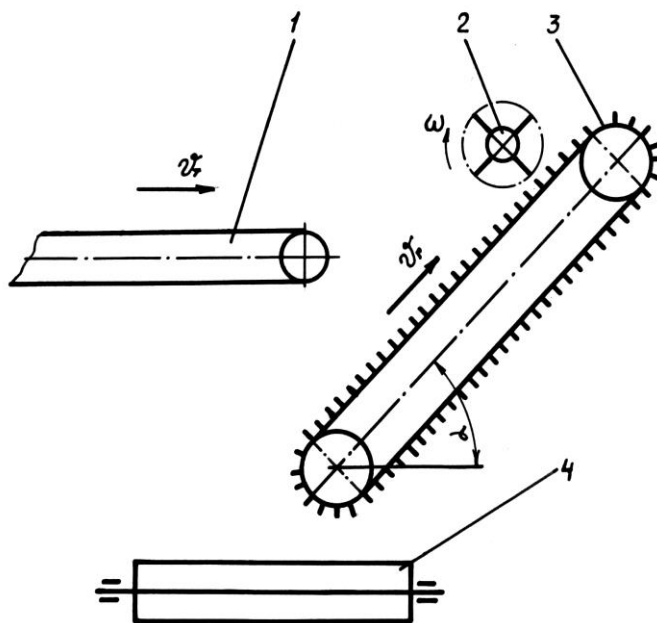


Рис. 1. Конструктивна схема розташування гірки в технологічному процесі коренезбиральної машини: 1 – повздовжній транспортер; 2 – відбійний бітер; 3 – полотно гірки; 4 – приймальний транспортер

Таким чином, на транспортерних очисниках можливо практично повне відділення сипучого ґрунту. Недоліки цих пристроїв такі: незадовільна сепарація вологого, важкого ґрунту, великих за розмірами рослинних домішок і грудок ґрунту. За даними досліджень [2] при вологості ґрунту 25...27,5 % сепарації ґрунту на транспортерних очисниках практично не відбувається.

Література

1. Рамш В. Ю., Барановський В. М., Паньків М. Р. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів. Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2011. Вип. 31. С. 298–305.
2. Барановський В. М. Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденцій розвитку коренезбиральних машин. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 2006. Т. 11. № 2. С. 67–75.

УДК 005.342:62-192

НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА В СИСТЕМІ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Новицький А. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з найбільш значущих сегментів економіки України є агропромисловий комплекс, одним із завдань якого є постійне збільшення виробництва продукції рослинництва і тваринництва, нарощування обсягів продовольчих ресурсів. Аграрний сектор формує продовольчу, економічну, екологічну та енергетичну безпеку країни, забезпечує розвиток технологічно пов'язаних галузей національної економіки та створює соціально-економічні умови с розвитку сільської місцевості.

Використання інноваційних форм, методів та засобів досліджень дозволять гармонізувати стан покращення матеріально-технічного забезпечення та підвищення показників надійності техніки аграрного виробництва як соціотехнічних систем.

Методи досліджень ґрунтуються на використанні методологій системного аналізу, прогнозування та методів експертної оцінки.

Для реалізації вказаних складових, необхідні тісна співпраця з економічно і технологічно розвинутими країнами шляхом реалізації не лише новітніх технологій та організаційного досвіду, але й системних досліджень техніки аграрного виробництва як складних технічних систем. Актуальними в цьому плані є цілий ряд наукових праць, які направлені на дослідження, розрахунок та забезпечення надійності машин як складних соціотехнічних систем [1-3]: «людина-машина»; «людина-машина-рослина», «людина-машина-тварина».

В сучасних умовах глобалізації економічного життя, Україні слід орієнтуватись на стратегії розвитку передових країн світу, в яких наукові дослідження та інноваційні процеси виконують функції головних економіко-відтворювальних факторів, забезпечуючи при цьому свій розвиток вдосконаленням вже існуючих технологій та техніки, підготовкою інженерно-технічних працівників та операторів машин, послідовним використанням принципово нових знань [1, 2].

Протягом останніх п'яти – десяти років, більшість світових виробників та продавців техніки для аграрного виробництва істотно скорочують перелік своїх брендів на користь більш якісних передпродажної підготовки та після продажного обслуговування. Так, однією із стратегій всесвітньо відомих компаній, включаючи ТОВ «АМАКО Україна», ТОВ «Манн+Хуммель ФТ Україна» та інших, є перехід від продажу окремих продуктів, тобто техніки або ж окремих виробів, до реалізації технічних рішень, які включають додаткове сервісне обслуговування, постачання запасних частин, навчання [1, 4, 6].

Відсутність по ряду позицій конкурентоспроможної техніки вітчизняного виробництва, дефіцит кадрів інженерно-технічних працівників та операторів змушує найбільш і економічно розвинені аграрні підприємства купувати більш дорогі, але надійні сільськогосподарські машини. Тому, при придбанні нових засобів для приготування та роздавання кормів, сільськогосподарські підприємства стоять перед вибором не тільки найбільш економічних, але ефективних за показниками надійності, з метою подальшого комплектування та оновлення їх парку [7].

Існуючі методики вибору ЗПРК не лише недостатньо враховують показники надійності, але й особливості підтримання та відновлення працездатності вказаних машин. У зв'язку з цим, актуальним стає вирішення задач, які спрямовані на оцінку ефективності ЗПРК з урахуванням їх надійності через безвідмовність окремих механізмів, довговічність робочих органів, своєчасне постачання запасних частин, ремонтпридатність деталей, які забезпечують працездатність.

Тобто, ефективність ЗПРК, які використовуються для приготування і роздавання кормів на тваринницьких фермах можна підвищити шляхом врахування основних показників надійності за рахунок аналізу та синтезу моделей при їх формуванні. Цікавими в цьому плані є статті, які враховують не лише вивчення науково-технічної літератури та раніше виконані дослідження, але й досвід використання ЗПРК, умови їх експлуатації [1, 3], особливості сервісного обслуговування та забезпечення працездатності як складних технічних систем [3, 4, 7].

Література

1. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. P. 93–102.

2. Rebenko V., Khmelovskyi V. Study of elements of biotechnical system in production of livestock products. Machinery & Energetics. 2018. Vol. 9. No 4. P. 150–165.

3. Novitskiy A. V. Metodichni pidhodi otsInki nadiynosti lyudini-operatora, yak skladovoyi sistem «lyudina–mashina–seredovische». Visnik HNTUSG Im. Petra Vasilenka. Harkiv. HNTUSG. 2013. Vol. 133. P. 243–248.

4. Zinoviyy Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins. Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. Engineering for rural development. 25-27.05.2022 Jelgava. 2022. P. 911–917.

5. Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування складних технічних систем у тваринництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. Ч. 3. С. 221–335.

6. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 264. С. 293–303.

7. Новицький А. В. Моніторинг технічного стану ЗПРК за керівними матеріалами на їх експлуатацію. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 5(36), ч. II. С. 73–85.

УДК 631.171: 633.63

АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Теслюк В. В.¹, Мацюк К. І.², Івашина М. Б.²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Таращанський державний технічний та економіко-правовий фаховий коледж

Постановка проблеми. Важливим резервом збільшення валових зборів зернобобових, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащення 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.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. 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.

Мета дослідження. Підвищення якості збирання коренеплодів кормових буряків від пошкодження шляхом удосконалення копіра водія.

Виклад основного матеріалу. Одними з найбільш вагомими 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,

оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

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.

Висновки. Використання запропонованого копіра автомата керування коренезбиральної машини дозволить підвищити ефективність використання бурякозбиральної техніки. Річний економічний ефект від впровадження запропонованого автомата водіння на одну машину склав 5962,8 грн.

Література

1. Барановський В. М., Онищенко В. Б., Соломка В. О., Виговський А. Ю. напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин. Механізація сільськогосподарського виробництва. Зб. наук, праць НАУ. Київ. НАУ. 2002. Т. XII. С. 31–42.

2. Погорельий Л. В., Татьянако Н. В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. Київ. Феникс. 2004. 232 с.

3. Барановський В. М., Паньків М. Р., Дубчак Н. А. Визначення кутової швидкості обертання гвинта очисника коренеплодів. Науковий вісник НАУ. 2006. Вип. 95, ч. 1. С. 278–283.

УДК 631.171: 633.63

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Теслюк В. В.¹, Барановський В. М.², Покидько М. М.²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Постановка проблеми. Технологія вирощування цукрових буряків включає послідовно виконувані операції обробки ґрунту, внесення добрив, весняної передпосівної обробки, сівби та догляду за посівами, які забезпечують необхідні умови для проростання насіння, росту і розвитку коренеплодів та накопичення в них цукру а також збирання урожаю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Передпосівний обробіток ґрунту характеризується своєчасним і якісним виконанням технологічних операцій з мінімальним впливом на створений агрофон. Багаторічні результати досліджень наукових установ показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки ґрунту. Тому для їх вирощування, повинні бути розроблені і впроваджені зональні прийоми і технології, які передбачали б мінімізацію передпосівного обробітку ґрунту, особливо важкого за механічним складом.

Мета дослідження. Підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Виклад основного матеріалу. Аналіз розвитку науки і практики в напрямку створення енергозберігаючих й ґрунтозахисних технологій виробництва цукрових буряків дав нам підстави для розробки, дослідження та впровадження способу їх виробництва на ґрунтах важких за механічним складом, який підвищує їх продуктивність, знижує матеріальні та енергетичні затрати. Суть її полягає в наступному: восени на фоні напівпарового або поліпшеного обробітку ґрунту на вирівненій поверхні поля культиватором (наприклад УКРП-5,4 або УСМК-5,4), обладнаним туковисівними апаратами, локально вносять мінеральні добрива, які розміщують по лінії майбутніх рядків на інтервалах заданої ширини міжрядь 45 см, в зоні найкращого розвитку кореневої системи рослин на глибину 16-20 см з одночасним формуванням гребенів спеціальними робочими органами над стрічками внесених добрив.

Формування гребенів восени сприяє інтенсивному накопиченню вологи, а весною швидкому дозріванню ґрунту в зоні гребенів, що дозволяє в більш ранні строки проводити сівбу і збільшити вегетаційний період. Ранньою весною гребені зрізають до висоти 3-4 см відносно поверхні з одночасним стрічковим внесенням гербіцидів в зону рядка з наступним висівом насіння цукрових буряків.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за умов більш ранніх строків сівби відмічено зниження ураження рослин цукрових буряків коренеїдом в 1,8 рази порівняно з традиційним, отримано достовірний приріст урожайності коренеплодів і збір цукру відповідно на 4,8 т/га і 0,7 т/га, в той же час виключення прийомів весняного боронування, шлейфування, глибокого обробітку, суцільного внесення гербіцидів, передпосівного обробітку зумовило зниження витрат праці в 1,5 рази, пального – в 2,5 рази, грошових витрат – в 1,9 рази.

Висновки. Наукове і практичне обґрунтування технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту шляхом осіннього формування гребенів показало позитивні результати і є актуальним для наукових досліджень та практичної реалізації технологічного процесу.

Література

1. Зубенко В. Ф. Довідник буряководи. Київ. Урожай. 1991. 237 с.
2. Гречкосій В. Д., Войтюк В. Д., Шатров Р. В., Мельник І. І., Михайлович Я. М., Опалко В. Г. Проектування технологічних процесів у

рослинництві: навчальний посібник. Видавничий центр НУБіП України. 2011. 364 с.

3. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ. Агроосвіта. 2015. 679 с.

4. Рудь А. В., Бандера І. М., Войтюк Д. Г. Механізація, електрифікація та автоматизація сільсько-господарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1. Київ. Агроосвіта. 2012. 432 с.

5. Рудь А. В., Бандера І. М., Войтюк Д. Г. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2. Київ. Агроосвіта. 2012. 432 с.

УДК 631.352

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІ ПЛОСКОНОЖЕВИХ ПОДРІБНЮЮЧИХ БАРАБАНІВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Кузьменко В. Ф.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²

¹*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Відомі кормозбиральні комбайни закордонних фірм оснащують плосконожевими барабанами, що мають ширину не більше 600 мм. Така незначна ширина барабана обумовлена не прагненням обмежити пропускну здатність комбайна відносно невисокими показниками, а умовами, що лімітують довжину ножів цих барабанів.

Діапазон зміни таких параметрів по довжині (осі x) ножа, як β , $\alpha_{кр}$, l_ϕ і переднього кута ϕ значний і тому обов'язково вимагає обґрунтованого вибору вихідних параметрів α_0 і $\varphi_0 = 90^\circ - \beta_0$, щоб обмежити одержувані при обробці барабана по циліндру значення β_x у межах, припустимих з погляду раціональності процесу різання, і φ_x з погляду викидаючого ефекту ножа.

Закономірності зміни наведених параметрів, обумовлених виразами з підстановкою значення $z = R_\sigma \cos \beta_0$, мають вигляд:

$$\beta_x = \arccos \frac{R_\sigma \cos \beta_0 - x \operatorname{tg} \alpha_0}{R_\sigma} ; \quad (1)$$

$$\varphi_x = 90^\circ - \beta_x ; \quad (2)$$

$$\alpha_{крx} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_\sigma \cos \beta_0 - x \operatorname{tg} \alpha_0}{R_\sigma} \right)^2}} , \quad (3)$$

є функціями x . Граничне значення x дорівнює довжині l_n ножа ($\lim x = l_n$).

Довжина барабана визначає ширину l_2 горловини комбайна, у той час як її висота h_n залежить від максимально припустимої товщини шару рослинного матеріалу, що перерізає.

Площа горловини $F_2 = l_2 h_2$ є одним з найбільш важливих параметрів, що визначає пропускну здатність комбайна. Звідси й прагнення збільшити в можливих межах площу горловини, що простіше здійснюється за рахунок збільшення ширини. Однак, як відзначено вище, ширина горловини лімітована довжиною ножів. Не збільшуючи довжину ножів понад припустимий, можна збільшити довжину барабана лише шляхом виготовлення його багатосекційним (наприклад, двосекційним довжиною 1000 мм при довжині ножів лише 500 мм).

Від взаємного розташування ножів разом з підножевими балками багатосекційному барабані залежить характер створюваного їм повітряного потоку й напрямок викидання здрібненого матеріалу. Можуть бути випадки, коли розташування ножів таке, що барабан не в змозі задовільно транспортувати матеріал і силосолривід комбайна систематично забивається.

Для вишукування й обґрунтування раціонального розподілу ножів на барабані з погляду виконання ними процесу різання й викидання подрібненого матеріалу проаналізовано шість варіантів різних конструкцій подрібнюючі барабанів стосовно до горловини перспективного високопродуктивного кормозбирального комбайна із площею перетину $F_2 = 1 \cdot 0,17 = 0,17 \text{ м}^2$ і пропускну здатністю 50-55 кг/с.

Дослідження плосконожевих барабанів показали, що у двосекційних барабанах можна досягти значно меншої питомої енергоємності процесу здрібнювання рослинного матеріалу завдяки дотриманню діапазону кутів заточення ножів по довжині в раціональних межах. Встановлено, що питома енергоємність здрібнювання матеріалу односекційним барабаном перевищує питому енергоємність двосекційних барабанів в 1,2—1,3 разів, тому з погляду енергоємності процесу різання доцільним є використання в плосконожевих подрібнюючих барабанах щодо коротких ножів.

Як визначалося вище, найбільш ефективним засобом підвищення пропускну здатності подрібнюючого апарата є збільшення довжини барабана. Однак при цьому завдання ускладнюється труднощами звуження потоку подрібненого матеріалу в силосопроводі, тому для підвищення пропускну здатності подрібнюючого апарата необхідно крім збільшення робочої довжини барабана створювати орієнтований потік здрібненого матеріалу в перехідній частині силосопропода.

УДК 621.2.057

ДИНАМІКА ПУБЛІКАЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Днесь В. І.¹, Кудрнецький Р. Б.¹, Крунич С. О.¹, Скібчик В. І.²

¹Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Імітаційне моделювання досить потужний інструмент для аналізу технологічних систем. А враховуючи, що основною його особливістю є можливість врахування ймовірнісних чинників, то для сільського господарства, де агрометеорологічні умови мають стохастичний характер і чинять вирішальний вплив на виробництва продукції – його значення не можна недооцінювати.

Аналіз публікацій проводився в одній з найбільших онлайн колекцій опублікованих наукових досліджень – ScienceDirect (www.sciencedirect.com). Для аналізу використовувався пошуковий запит, який включав поєднання двох ключових слів: «моделювання (simulation)» та «сільське господарство (agriculture)». В результаті встановлено, що за період 1970-2020 рр. в колекції ScienceDirect налічується понад 120 тис. публікацій, а також отримано динаміку зміни їх кількості за роками (рис. 1).

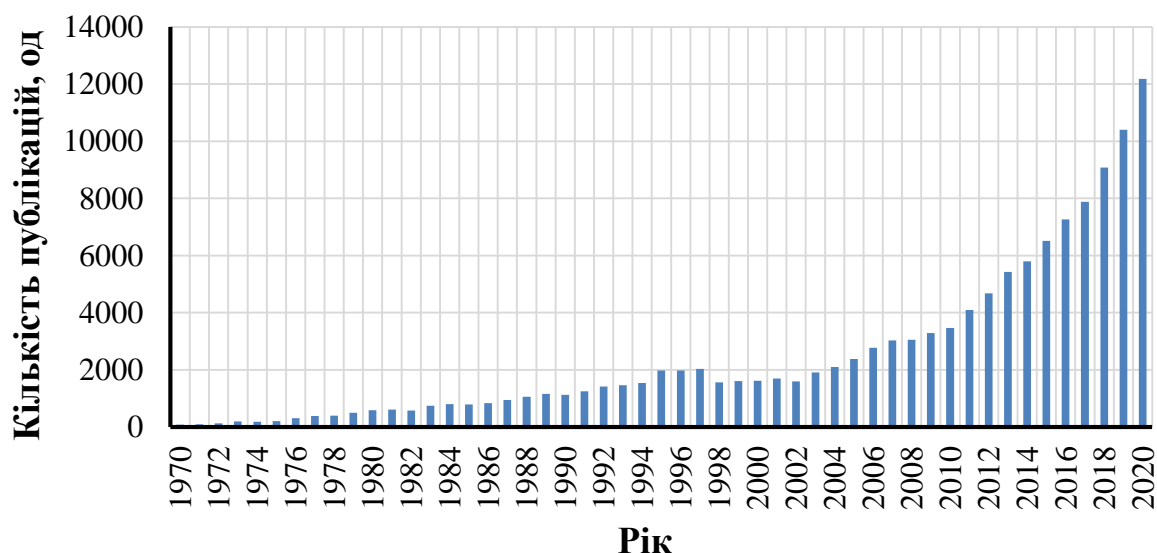


Рис. 1. Динаміка зміни кількості публікацій щодо використання імітаційного моделювання в сільському господарстві в колекції ScienceDirect

Також встановлено співвідношення публікацій за тематичними областями, до яких вони відносяться (рис. 2).

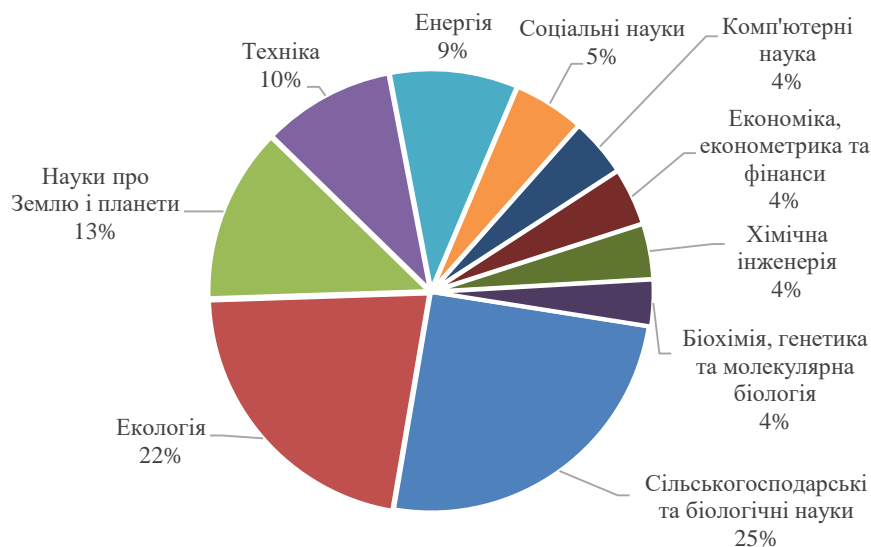


Рис. 2. Частка публікацій щодо використання імітаційного моделювання в сільському господарстві в колекції ScienceDirect за тематичними областями

Отже на підставі аналізу кількості публікацій можна зробити висновок, що використання імітаційного моделювання в сільському господарстві набуває значного поширення, особливо стрімко це відбувається останні 10 років. Серед причини, які сприяють цьому можна означити такі: необхідність врахування імовірнісного характеру впливу погодних умов; вичерпання потенціалу класичних методів; ріст доступних обчислювальних потужностей для забезпечення використання імітаційного моделювання.

УДК 631.153.7:631.354:633.11

ТРАНСПОРТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В АГРОКОМПАНІЇ ТОВ «АТК»

Дьомін О. А., Мовчан М. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Назва сільськогосподарського підприємства ТОВ «АТК» означає «Аграрна технологічна компанія». Це потужний агрохолдинг із земельним банком понад 32 тис. га, що охоплює Житомирську, Хмельницьку та Вінницьку області.

Основними видами діяльності ТОВ «АТК» є: вирощування зернових та бобових культур, овочів, коренеплодів бульбоплодів і насіння олійних культур; післязбиральна обробка врожаю; оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин; вантажні автомобільні перевезення; складське господарство

В межах Житомирської області ТОВ «АТК» здійснює господарську діяльність у Любарському, Чуднівському та Бердичівському районах, де обробляє понад 20 тис. га земель. Підприємство інвестувало кошти на освоєння новітніх технологій зберігання зерна у «біг-бегах», що вказує на спеціалізацію у вирощуванні зернових культур.

Агропідприємством «АТК» було створено елеваторний комплекс в селі Печанівка Житомирської області (рис. 1). На елеваторі встановлено 4 сучасні зернові сушарки, що дають змогу обробляти усі види зернових та олійних культур. Потужність одночасного зберігання зерна – 85 тис. т.

Одним з основних підрозділів агрокомпанії є Любарська філія. Тут обробляється 9 540 гектарів землі. Філія працює у СМТ Любар і Любарському районі. На її території нараховується 558 працівників. Підприємство спеціалізується, здебільшого, на вирощуванні зернових та технічних культур, про що свідчить структура посівних площ (табл. 1).

У нашому дослідженні ми вирішили визначити ефективність впровадження транспортних технологій при збиранні озимої пшениці у Любарському відділенні агрокомпанії ТОВ «АТК». Для цього ми проаналізували ґрунтово-кліматичні умови Любарського району, склад машинно-тракторного парку відділення (табл. 2) і можливість застосування ефективних технологій транспортного забезпечення збирання зернових культур.



Рис. 1. Елеваторний комплекс ТОВ «АТК»

Таблиця 1

Структура посівних площ Любарської філії ТОВ «АТК»

Сільськогосподарська культура	Посівна площа, га
Картопля	194
Пшениця	890
Кукурудза	4450
Квасоля	381
Соя	4320

Таблиця 2

Склад МТП Любарської філії агрохолдингу ТОВ «АТК»

Вид техніки	Марка	Кількість
комбайн	John Deere 9500	24
комбайн	John Deere 9780	10
комбайн	Massey Ferguson	3
комбайн	New Holland	2
трактор	John Deere	15
трактор	Massey Ferguson	13
причеп-перевантажувач	KINZE 1050	11

За результатами проведеного аналізу ми визначили, що під озима пшениця вирощується на площі 890 га (див. табл. 1) Парк господарства налічує 38 зернозбиральних комбайнів, 11 причепів-перевантажувачів, що можуть агрегатуватись з будь-яким з 28 потужних тракторів John Deere та Massey Ferguson (див. табл. 2). Це більш ніж достатньо для збирання пшениці за досить ефективною перевантажувальною технологією, враховуючи, що кукурудза та соя збирається в інший календарний період.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що підприємство ТОВ «АТК» має всі умови для вирощування і ефективного збирання озимої пшениці. Цьому сприяють такі фактори: ґрунтово-кліматичні умови Любарського району сприятливі для отримання високих врожаїв зернових культур; район, має вдале географічне розташування для транспортної логістики рослинницької продукції; машино-тракторний парк в повній мірі забезпечений технікою для впровадження ефективних транспортних технологій при збиранні озимої пшениці.

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ КОЛИВАЛЬНИХ РУХІВ У ПОВЗДОВЖНЬО-ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ КОРЕНЕПЛІДНИХ КУЛЬТУР

Будзанівський М. І.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Дослідження коливальних рухів гичкозбиральної машини для коренеплідних культур у повздовжньо-вертикальній площині були проведені на підставі розробленої еквівалентної схеми, яка представлена на рис. 1.

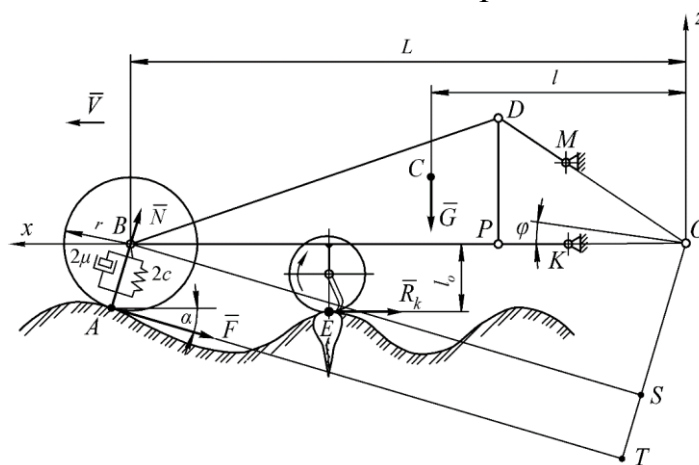


Рис. 1. Еквівалентна схема гичкозбиральної машини для коренеплідних культур у повздовжньо-вертикальній площині

При цьому, як видно з рис. 1, гичкозбиральна машина встановлена попереду просапного агрегуючого трактора (на схемі не показаний) за допомогою його переднього начіпного механізму. На еквівалентній схемі гичкозбиральна машина, що має два опорно-копіювальні колеса (умовно з'єднані в одне) й роторний механізм для зрізання гички, за допомогою двох нижніх PK та однієї верхньої MD центральної тяг, встановлена на тракторі. Гичкозбиральна машина за допомогою своїх копіювальних пневматичних коліс, що розташовуються у міжряддях посівів рухається по нерівностях поверхні ґрунту, які моделюються гармонійною функцією, а її гичкорізальний апарат встановлюється на відповідну висоту зрізу. Оскільки в даній конструкції гичкозбиральної машини використовуються пневматичні опорно-копіювальні колеса, то вони розглядаються у вигляді пружно-демпфірувальних моделей. В даному випадку рух машини, а також всі прикладені до неї зовнішні сили та реакції, лінійні та кутові розміри розглядаються виключно у повздовжньо-вертикальній площині. На підставі застосування вихідних рівняння руху у формі Лагранжа 2-го роду, за умови використання однієї узагальненої координати φ та проведених необхідних перетворень було отримане диференціальне рівняння коливального руху гичкозбиральної машини у такому вигляді [1]:

$$A_2 \cdot \ddot{\varphi} + A_1 \cdot \dot{\varphi} + A_0 \cdot \varphi = B_1 \cdot \dot{h} + B_0 \cdot h + C, \quad (1)$$

де коефіцієнти A_0 , A_1 , A_2 , B_0 , B_1 є постійними величинами, які відповідно дорівнюють: $A_2 = I_{oy}$ – момент інерції машини відносно осі Oy (на схемі рис. 1 не показана), яка є перпендикулярною до повздовжньо-вертикальної площини zOx і проходить крізь точку O , $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; $A_1 = 2\mu \cdot L^2$, (μ – коефіцієнт демпфірування пневматичної шини копіювального колеса); $A_0 = 2c \cdot L^2$, (c – коефіцієнт жорсткості пневматичної шини копіювального колеса); $B_1 = 2\mu \cdot L$; $B_0 = 2c \cdot L$.

Рівняння (1) відноситься до класу диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами та з правою частиною. При цьому доданок C , який входить у рівняння (1) визначається з наступного виразу:

$$C = N \cdot [L - f(r + L \cdot d)] - R_k \cdot l_o - G \cdot l, \quad (2)$$

де N – невідома нормальна реакція в'язі.

Використовуючи вирази (1) та (2) були здійснені відповідні перетворення диференціального рівняння (1), яке має у замкнутому вигляді такий розв'язок.

$$\begin{aligned} \varphi = e^{\frac{\mu \cdot L^2}{I_{oy}} \cdot t} & \left\{ \frac{\mu \cdot L^2}{I_{oy}} \left[\frac{\left(\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} - \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right) \frac{2c \cdot L \cdot h_o}{I_{oy}} - \frac{16\mu^2 \cdot L^3 \cdot \pi^2 \cdot h_o \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}}{\left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right)^2 + \frac{16\mu^2 \cdot L^4 \cdot \pi^2 \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}} - \frac{h_o}{L} \right] - \right. \\ & - \frac{\frac{4\pi \cdot \mu \cdot L \cdot h_o \cdot V}{I_{oy} \cdot l_1} \left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right) - \frac{8c \cdot L^3 \cdot h_o \cdot \mu \cdot \pi \cdot V}{I_{oy}^2 \cdot l_1}}{\left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right)^2 + \frac{16\mu^2 \cdot L^4 \cdot \pi^2 \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}} \cdot \frac{2\pi \cdot V}{l_1} \left. \left\{ \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} - \right. \right. \\ & - \left. \left. \frac{\mu^2 \cdot L^4}{I_{oy}^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \cdot \sin \left(\sqrt{\frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} - \frac{\mu^2 \cdot L^4}{I_{oy}^2}} \cdot t \right) - \right. \\ & - \left[\frac{\left(\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} - \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right) \cdot \frac{2c \cdot L \cdot h_o}{I_{oy}} - \frac{16\mu^2 \cdot L^3 \cdot \pi^2 \cdot h_o \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}}{\left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right)^2 + \frac{16\mu^2 \cdot L^4 \cdot \pi^2 \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}} + \right. \\ & + \left. \frac{h_o}{L} \right] \cdot \cos \left(\sqrt{\frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} - \frac{\mu^2 \cdot L^4}{I_{oy}^2}} \cdot t \right) \left. \right\} + \\ & + \frac{\frac{4\pi \cdot \mu \cdot L \cdot h_o \cdot V}{I_{oy} \cdot l_1} \cdot \left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right) - \frac{8c \cdot L^3 \cdot h_o \cdot \mu \cdot \pi \cdot V}{I_{oy}^2 \cdot l_1}}{\left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right)^2 + \frac{16\mu^2 \cdot L^4 \cdot \pi^2 \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}} \times \\ & \times \sin \frac{2\pi \cdot V \cdot t}{l_1} + \frac{\left(\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} - \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right) \cdot \frac{2c \cdot L \cdot h_o}{I_{oy}} - \frac{16\mu^2 \cdot L^3 \cdot \pi^2 \cdot h_o \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}}{\left(-\frac{4\pi^2 \cdot V^2}{l_1^2} + \frac{2c \cdot L^2}{I_{oy}} \right)^2 + \frac{16\mu^2 \cdot L^4 \cdot \pi^2 \cdot V^2}{I_{oy}^2 \cdot l_1^2}} \times \\ & \times \cos \frac{2\pi \cdot V \cdot t}{l_1} + \frac{h_o}{L}. \end{aligned} \quad (3)$$

Використовуючи вираз (3) за допомогою персонального комп'ютера та розробленої для цього програми РТС Mathcad 15 були проведені числові розрахунки та побудовані на їх основі графічні залежності, що представлені на рис. 2.

Як видно з графіків зміна швидкості поступального руху гичкозбиральної машини для коренеплідних культур має два наслідки. Так, суттю першого наслідку є те, що за збільшення швидкості V поступального руху з $1,5$ до $2,5$ м·с⁻¹ амплітуда коливань кута φ повороту фронтальної машини для зрізання гички коренеплідних культур у досліджуваній площині небажано зростає. Перший максимум цього процесу свідчить про те, що це зростання становить $0,3^\circ$: з $0,88^\circ$ при швидкості руху $V = 1,5$ м·с⁻¹ (на графіку це крива 1) до $1,18^\circ$, коли швидкість V поступального руху машини для зрізання гички коренеплідних культур дорівнює вже $2,5$ м·с⁻¹ (на графіку це крива 3).

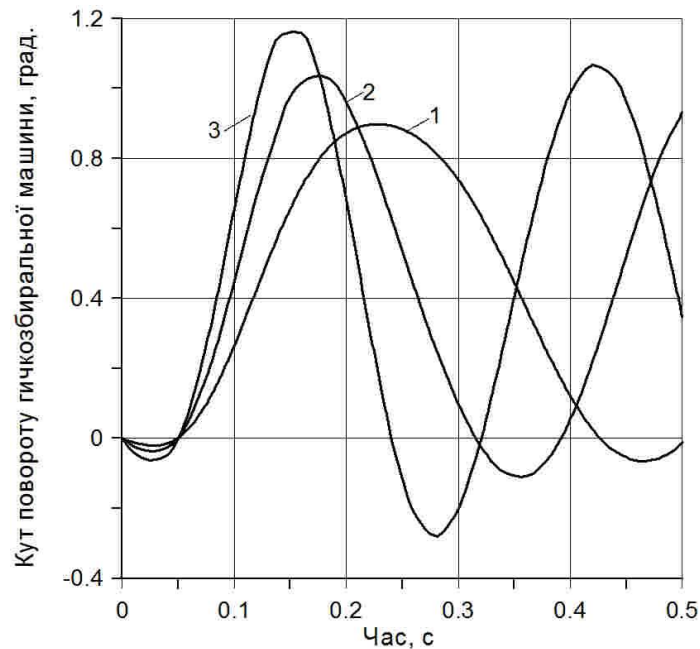


Рис. 2. Зміна кута φ повороту гичкозбиральної машини для коренеплідних культур за різної швидкості V її поступального руху: 1 – $1,5$ м·с⁻¹; 2 – $2,0$ м·с⁻¹; 3 – $2,5$ м·с⁻¹

Другий наслідок пов'язаний з динамікою зміни такого оцінювального параметра, як час виходу динамічної системи, яка розглядається, на перший максимум коливань кута φ . У даному випадку цей час з певним припущенням можна приймати за тривалість перехідного процесу виходу даної системи на стабільний режим функціонування. Аналіз кривих, що наведені на рис. 2 показує, що за руху машини для зрізання гички коренеплідних культур з поступальною швидкістю V , що дорівнює $1,5$ м·с⁻¹ тривалість перехідного процесу становить $0,22$ с (на графіку це крива 1). За поступальне переміщення машини для зрізання гички коренеплідних культур зі швидкістю руху V , що дорівнює вже $2,5$ м·с⁻¹

значення оцінюваного показника зменшується до позначки 0,14 с, тобто зменшується на 36%, що є бажаним.

Як впливає із графіків, позитивна амплітуда коливань кута φ повороту машини для зрізання гички коренеплідних культур у досліджуваній площині не більше ніж $1,2^\circ$, а від'ємна амплітуда не досягає навіть $0,3^\circ$. В цілому розмах коливань цього процесу є незначним і становить не більше ніж $1,4^\circ$. Саме це свідчить про те, що у даному діапазоні швидкостей руху машини для зрізання гички коренеплідних культур, що дорівнює $1,5-2,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ перевагу слід надавати більшим значенням цього параметру. Збільшення швидкості руху машини забезпечить відповідну продуктивність хоча й за незначного збільшення амплітуди кутових коливань і невеликого (за абсолютною величиною), скорочення перехідного процесу, який виведе дану систему на сталий режим функціонування. Від'ємні амплітуди коливань кута φ (дивись графіки рис. 2) обумовлені проявом пружних властивостей копіювальних коліс, які кількісно виражаються значенням коефіцієнта c жорсткості їх пневматичних шин. При цьому бачимо, що чим вони менше, тим більш відчутною є реакція машини для зрізання коренеплідних культур (через її опорні колеса) у відповідь на коливання повздожнього профілю нерівностей поверхні поля, представлених гармонійною функцією.

Література

1. Simone Pascuzzi, Volodymyr Bulgakov, Valerii Adamchuk, Ivan Holovach, Volodymyr Nadykto and Myroslav Budzanivskyi. Study of the Movement Dynamics of a Beet Leaves Harvester. MDPI Applied Sciences, 2023, 13, 841. <https://doi.org/10.3390/app13020841>. Basel, Switzerland. pp. 1-14.

УДК 378.091.21:631.3-057.21(477)

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ СУЧАСНИХ ФАХІВЦІВ-ТРАНСПОРТНИКІВ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Дьомін О. А., Репінський Є. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розвиток транспортних технологій в аграрному секторі провідних країн світу відбувається швидкими темпами. Особливо це стосується США і країн Євросоюзу. Фахівці-транспортники у тісній співпраці з інженерами-аграрниками цих світових лідерів спроможні не лише ефективно впроваджуючи сучасні транспортні технології у сільському господарстві, а й створювати нові зразки сільськогосподарської техніки для використання в якості міжопераційних компенсаторів між ланками транспортно-технологічних процесів (рис. 1).



Рис. 1. Продукція глобального концерну CNH Global NV

Виникає питання: як вдасться зарубіжним вищим навчальним закладам аграрного профілю забезпечити такий високий рівень фахової компетентності своїх випускників – фахівців з транспортних технологій та інженерів аграрної галузі? Особливо актуальним це питання є для України, де в результаті масштабної деіндустріалізації сільськогосподарського машинобудування і різкого скорочення технічних науково-дослідних установ аграрного сектору, функція конструювання конкурентоспроможних зразків сільськогосподарської техніки для вітчизняних агроінженерів сприймається як утопічна. А от же і втілення ідей фахівців-транспортників для вдосконалення транспортного забезпечення технологічних процесів у сільському господарстві теж поки що не може бути реалізованим. Для виправлення такої незavidної ситуації, бажано в першу чергу ознайомитися із закордонним досвідом професійної інженерної та транспортної підготовки і по можливості почати ефективно використовувати на механіко-технологічних факультетах аграрних ЗВО України.

Вивчення досвіду в системі вищої освіти у США приваблює багатьох українських дослідників. Зокрема, об'єктом дослідження О. Воцевської стала професійна підготовка агроінженерів у закладах вищої освіти США, в результаті якої дослідниця визначила тенденції підвищення актуальності компетентнісної орієнтації їх професійної підготовки. В означених тенденціях чітко прослідковуються спільні риси для України і США:

- збільшення кількості наукоємних виробництв, забезпечення ефективної роботи яких, потребує наявності у понад 50 % персоналу фахівців із вищою освітою (заводи Форда у США мають 97 % фахівців з вищою починаючи з кінця ХХ століття);

- інтенсивне збільшення обсягів науково-технічної інформації у двічі за останні 7–10 років, що ставить перед фахівцями вимоги систематичного саморозвитку та залучення до системи підвищення кваліфікації;

- постійне вдосконалення та зміна технологій, внаслідок якого відбуваються процеси швидкого старіння техніки та технологій у порівняно невеликі терміни (7–10 років). Означені умови потребують від транспортників та

агроінженерів здатності швидко освоювати нові технології, що повинно бути закладено у процес їх професійної підготовки;

– проведення досліджень, які потребують інтеграції відразу декількох різних фундаментальних і прикладних наук. Успіх таких досліджень передбачає глибокі фундаментальні знання, органічно поєднані із вмінням співпрацювати колективно;

– збільшення кількості фахівців що, залучаються до висококваліфікованої, зокрема логістичної та агроінженерної діяльності;

– зменшення кількості робітників, задіяних в аграрному виробництві завдяки підвищенню продуктивності праці (агрохолдинги), з одночасним збільшенням чисельності фахівців, задіяних в галузі транспортно-технічного забезпечення аграрного виробництва;

– підвищення добробуту і матеріального становища населення, як запорука зростання його платоспроможності й попиту на освітні послуги [1, с. 9–10].

Література

1. Вощевська О. В. Методичні рекомендації використання досвіду системи вищої освіти США у підготовці інженерів-аграрників. Київ. НАУ. 2007. 72 с.

УДК 378.016:656

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ БАКАЛАВРІВ ІЗ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Дьомін О. А., Баглай А. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Професійна підготовка у ЗВО з транспортних спеціальностей повинна відповідати умовам соціально спрямованої економіки на шляху входження нашої країни до світової освітньої спільноти. Виходячи з цього, здійснюється процес удосконалення існуючих і пошуку нових ідей покращання якості професійної підготовки бакалаврів з транспортних технологій, серед професійних компетентностей яких звертають на себе особливу увагу інформаційно-комунікаційний комплекс знань та умінь.

Основні наукові розробки в зазначеному напрямі здійснюють наступні вчені: О. Глазунова, О. Загурський, В. Прошкін, С. Пилипака, В. Несвідомін, Н. Морзе, Л. Савченко та ін.

Майбутніх бакалаврів і магістрів з транспортних технологій в Україні чекає досить важка, але необхідна місія. Оновити вітчизняне транспортне забезпечення, зокрема в аграрному секторі і хоч трохи скоротити величезне відставання в цій галузі від провідних світових лідерів аграрної галузі. Тому в першу чергу діяльність фахівця-транспортника ХХІ століття повинна бути тісно

пов'язана з використанням комп'ютерних програм і ресурсів графічного характеру, що потребує відповідних компетентностей в контексті проектувальних робіт та технічної документації. З цього приводу досить слушно висловлюється Т. Дикова вважаючи, що застосування комп'ютерних програм у процесі графічної підготовки дозволяє формувати такі якості: уміння самостійно мислити; знаходити різні підходи до розв'язування транспортно-графічних завдань; самостійно засвоювати інформацію комунікаційного характеру; формувати професійні знання та уміння; розвивати здатність орієнтуватися в нестандартних ситуаціях транспортних задач діяльності.

УДК 631.4; 631.31

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ РОЗВИТКУ РОСЛИН

Теслюк В.В., Кініченко А.О., Пугач О. М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж, м. Тараща*

Постановка проблеми. Вирощування стабільних урожаїв сільгоспкультур пов'язане із вчасним якісним проведенням поверхневого обробітку ґрунту та створенням сприятливих умов для розвитку культурних рослин у період вегетації. Важлива роль у цьому процесі належить культиваторам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Завдяки механічному обробітку ріллі культиваторами поверхня поля має дрібногрудкову структуру, що забезпечує оптимальні умови водного, теплового, повітряного та поживного режимів ґрунту, активізує корисні мікробіологічні процеси в ньому, створює однакову глибину загортання насіння, добрив і перешкоджає випаровуванню вологи з поверхні поля.

Обов'язковою умовою збереження вологи в ґрунті є систематичне знищення бур'янів у міру їхнього проростання.

Мета дослідження. Підвищення ефективності механічного обробітку ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу. Одним із перспективних напрямів розвитку аграрного виробництва є впровадження нових технологій і ґрунтообробних агрегатів, які забезпечували б належне підготування ріллі до висівання сільськогосподарських культур і догляд за посівами. Особливого значення при цьому набуває поєднання технологічних операцій механічного обробітку ґрунту.

Механічний обробіток ґрунту проводять з метою поліпшення його структури, розпушення або ущільнення, нагромадження вологи, боротьби з бур'янами і шкідниками сільськогосподарських культур, загортання рослинних

решток, добрив тощо. Ґрунт, як об'єкт обробітку, характеризується фізико-механічними, технологічними властивостями, які визначають умови роботи ґрунтообробних машин і суттєво впливають на їхні показники роботи.

Фізико-механічні і технологічні властивості ґрунту враховують при виборі способу обробітку ґрунту і типів робочих органів ґрунтообробних машин. Основними технологічними властивостями ґрунту є вологість, щільність, питомий опір, твердість, прилипання ґрунту тощо. За питомим опором ґрунти поділяють на легкі (до 0,03МПа) середні (0,03 - 0,07МПа) і важкі (0,07 - 0,12МПа).

При механічному обробітку ґрунту під дією робочих органів ґрунтообробних машин виконуються такі технологічні операції: перевертання, розпушування, кришіння, ущільнення, перемішування. Залежно від глибини обробітку і технологічних операцій розрізняють такі види механічного обробітку ґрунту: глибокий на глибину 24-32см, поверхневий на глибину до 0-8 см, мілкий 8 - 16 см, середній 16-24. Основний обробіток ґрунту на глибину від 22 до 24см називають звичайним (середнім), на глибину 16 - 22 см - мілким, а понад 24 см - глибоким.

Висновки.

Основний обробіток ґрунту важкими дисковими агрегатами під зернові та зернобобові культури в умовах стислих агротехнічних термінів потрібно виконувати на глибину 16...24 см. Діаметр дисків при цьому має бути не менше ніж 500 мм. Технологічну операцію залежно від ґрунтово-кліматичних умов здійснюють за 1 - 2 проходження дискувального агрегату, при цьому друге проходження проводять під кутом 30...45° відносно першого.

Комбінований дисковий агрегат має працювати на швидкостях 8...12 км/год, у тому числі під час роботи на важких суглинистих ґрунтах підвищеної вологості із великою кількістю пожнивних залишків на поверхні. Для поліпшення якості подрібнення рослинних решток на знарядді рекомендується встановлювати вирізні сферичні диски.

Література

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.

2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Агроосвіта, 2015. – 679 с.

3. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров, І.І. Мельник, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. – Вид. центр НУБіП України, 2011. – 364 с.

УДК 631.4; 631.31

ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТИВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Теслюк В.В., Санчук Б.О., Пономаренко О.В.,

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж, м. Тараща*

Постановка проблеми. 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.

Мета дослідження. Зменшення негативного впливу машинно-тракторних агрегатів на фізико-механічні властивості ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Зниження рівнів техногенного тиску самохідної і причіпної сільськогосподарської техніки в складі мана ґрунту 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 ґрунту під опорно-приводними колесами запропонованого варіанту в 2,73...3,1 рази менша ніж при застосуванні серійних ходових частин загальноновживаних 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.

Висновки.

1. Деградація ґрунтів під впливом рушіїв енергетичних засобів і ґрунтообробних знарядь сприяє переуцільненню ґрунтів, системному зниженню родючості та загостренню проявів водної і вітрової ерозії.

2. Встановлено, що для уникнення руйнування біологічно цінних агрегатів доцільно застосовувати методи безвідвального обробітку ґрунту.

3. Розрахунковий річний економічний ефект від застосування пропонованого машинно-тракторного агрегату у складі Т-150К (модернізований)+АГ-6, отриманий за рахунок зростання продуктивності (в порівнянні з базовим агрегатом Т-150К+АГ-6), становить 4953 грн. на агрегат в рік.

Література

1. Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения / Под ред. В.А. Ковды. - М. : Наука, 1987. – 186 с.

2. Кушнарєв А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. - К.: Урожай, 1989. – 144 с.

3. Білецький В.Р. Переуцільнення ґрунту рушіями мобільної сільськогосподарської техніки / Білецький В. Р. / - Житомир: Видавництво ДААУ, 2000. – 43 с.

4. Гречкосій В.Д. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник/ В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров, І.І. Мельник, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364 с.

УДК 631.31

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Теслюк В.В.¹, Щербак В.А.², Швора В.О.³

¹ *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

² *Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж, м. Тараща*

³ *Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. В аграрному виробництві найважливішими проблемами механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження родючості та регульоване руйнування природної структури. Механічний обробіток ґрунту базується на чотирьох основних загальноприйнятих прийомах: оранці, розпушуванні, культивуванні, прикочуванні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З агротехнічної точки зору послідовне виконання вказаних операцій призводить до збільшення числа проходів

агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи – базові ідеї для розробки та впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1]. В умовах сучасних систем землеробства передпосівний обробіток у сівозмінах має бути протиерозійний та різноглибинний, при якому чергуються глибокі, середні, мілкі, поверхневі, полицеві та безполицеві обробітки. В умовах Полісся України, де найбільш родючі ґрунти недостатньо вивчені передпосівний обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями, є основою сучасних систем землеробства. Наукою і практикою встановлено, що внаслідок плоскорізного обробітку на поверхні поля залишається від 80 до 90 % рослинних решток, що запобігають вітровій та водній ерозіям ґрунту, забезпечують снігозатримання, зберігають вологу, сприяючи одержанню вищих врожаїв. Актуальним науково-практичним завданням під час проведення комбінованого обробітку є використання таких агрегатів, які б виконували передпосівний обробіток і зберігали структурність ґрунту, що впливає на природні фізико-механічні, хімічні й біологічні властивості. Структурним вважається грудкувато-зернистий ґрунт з вмістом агрегатів розміром від 0,25 до 20 мм понад 50 %, та ґрунтових агрегатів завбільшки менше ніж 0,25 мм не більше 15 % [2].

Огляд існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою основною проблемою при обробітку ґрунту є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, збереження вологи.

Мета дослідження. Підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту шляхом удосконалення комбінованого ґрунтообробного знаряддя

Виклад основного матеріалу. Для умов Полісся найбільш раціонально використовувати планчасті котки. Діаметр такого котка перебуває в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Особливо проходу культиватора або пружинної борони, обладнаної секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м³. Фронтально встановлені планки по спіралі в складі котка ущільнюють підповерхневий шар ґрунту на глибині 50...100 мм, проте недостатньо вирівнюють поверхню поля. Крім того, планчасті котки внаслідок жорсткого кріплення прутків забиваються рослинними залишками і ґрунтом при його підвищеній вологості. Це обмежує застосування на таких полях комбінованих машин, якісна робота яких досягається при вологості 18...22%. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробітку ґрунту.

Провівши розрахунок впливу технологічних параметрів котка (діаметра d , мм; та результуючої сили P , Н) на нормальну силу (тиск) згідно моделі (1), отримаємо аналітичні залежності, які можна відобразити графічно та знайдемо діапазони допустимих діаметрів котка.

Таким чином параметри котка представлені в табл.1. забезпечують необхідну щільність ґрунту у випадку початкової щільності $\rho_0 = 900 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$.

Подальші конструкційні та технологічні параметри (вагу котка G , крок планок l , ширину планки b , конструкційний діаметр котка D_k , кут закручування планки α , ширину котка B_k) можна встановити враховуючи робочу швидкість ґрунтообробного агрегата v та з огляду на суцільність обробітку. Для підвищення рівномірності обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансирної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробітку ґрунту. Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується за рахунок використання послідовно розташованої пари котків. Кількість фракцій ґрунту з середнім розміром $d < 0,25\text{мм}$ і $d > 10\text{мм}$, зменшилась на 7,0 % і 2,5 % до базового агрегата та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону.

Встановлено, що ущільнення ґрунту при збільшенні швидкості понад 3,6 м/с (12,96 км/год) планчастим парним котком зменшується; діапазон результуючої сили раціонально утримувати в межах 15...75 кПа. При цьому коефіцієнт об'ємного зминання запропонованого варіанту агрегата на 20 % менший порівняно з агрофоном та на 21% більший за показник базового агрегата що у свою чергу, відповідає значенням в межах 1...5 Н/см³

Розроблений ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробітку до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробітку при порівнянні з базовим варіантом була вищою на 62 %

Встановлено, що застосування комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом. Річний економічний ефект від застосування агрегата оснащеного експериментальними ущільнювачами в порівняно з базовим агрегатом становить 1056 грн. для площі 100 га.

Висновки.

Аналіз існуючих комбінованих агрегатів культиваторного типу показав, що їх недоліком є високий ступінь руйнування структури ґрунту, який запропоновано вирішувати за рахунок використання пари планчастих котків.

За умов застосування запропонованої конструкції встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується. Кількість фракцій ґрунту з розмірами грудочок $d < 0,25\text{мм}$ і $d > 10\text{мм}$ зменшилась на 7,0 % і 2,5 % порівняно з обробітком базовим агрегатом та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону. Застосування запропонованого комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом.

Література.

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Каравелла, 2004. – 448 с.
3. Патент №8911U України. МПК7 А 01 В 29/04 29/06. Голчастий коток для додаткового розпушування ґрунту / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.З. Місків, І.П. Сисоліна.; заявник та власник Кіровоградський національний технічний університет. - № 200502817; Заявл. 28.03.2005 опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.
4. Дубровін В.О. Проектування технологічних процесів у рослинництві / методичні вказівки і завдання для виконання практичних і самостійних робіт / [В.О. Дубровін, В.Д. Гречкосій, Р.В. Шатров, В.В. Теслюк] за ред. доц. В.Д. Гречкосія – К.: Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 116 с.

УДК:631.363.2

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРИБНОЇ СИРОВИНИ МІКОБІОПРЕПАРАТІВ

Теслюк В.В., Кирилюк В.І., Ярошук Д.Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Постановка проблеми. Сьогодні в світовому виробництві рослинницької продукції набуває поширення вирощування органічної продукції. Споживачами продукції вирощеної в умовах органічного землеробства в різних країнах є від 3 до 5 % населення. Одним із резервів збільшення валових зборів органічної сільськогосподарської продукції є зменшення втрат урожаю рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Культурні рослини в період росту постійно перебувають в умовах стресу, який спричинений впливом шкідливих об'єктів, особливо хвороб, що призводить до щорічних втрат урожаю від 30 – 50%, в роки їх епіфітотійного розвитку майже всього. Сьогодні органічну продукцію отримують за рахунок мінімальної кількості технологічних компонентів в т. ч. препаратів для захисту рослин від хвороб, по причині незначного виробництва і нестабільності їх ефективної дії.

Аналіз біологічно активних речовин показує, що полісахариди, які характеризуються біологічною природою походження, є екологічно чистими, здатні стимулювати захисні властивості рослин.

Мета дослідження. Підвищення ефективності біотехнології виробництва мікобіопрепаратів.

Виклад основного матеріалу. Одним із джерел одержання полісахаридів є біомаса грибів, яка містить й інші імуномоделюючі речовини. В результаті аналізу біотехнологій одержання грибних полісахаридів нами запропонована і досліджена модельна біотехнологія одержання мікобіопрепаратів для органічного землеробства для захисту рослин від хвороб, яка включає основні та допоміжні технологічні операції. Основними технологічними операціями є заготівля і попередня обробка сировини, подрібнення плодових тіл грибів, біотехнологія вилучення полісахаридів із клітинної стінки гриба. Однією із основних технологічних операцій виробництва мікобіопрепарату є подрібнення плодових тіл зазначених грибів з метою забезпечення максимальної ефективності процесу екстракції основної діючої речовини мікобіопрепаратів.

Для обґрунтування технологічних основ операції процесу і машин для подрібнення матеріалів нами досліджено ряд дробарок промислового і експериментального виробництва. Для дослідно-промислового забезпечення виробництва мікобіопрепаратів досліджено і адаптовано промислову дробарку „Котигорошко”.

Аналіз результатів отриманих експериментальних досліджень свідчить про те, що за умов застосування решета з діаметром калібрувальних отворів 6 мм продуктивність дробарки становить – 12,7 кг/год., фракційний склад частинок розмірами від 3 до 6 мм складає 88,1 %, що задовольняє технологічні вимоги. Застосування змінного решета з діаметром калібрувальних отворів 4 мм на 35,4 % зменшує продуктивність дробарки порівняно із решетом з отворами діаметром 6 мм, але наявність неподрібнених частинок розміром більше 3 мм складає менше 3 %.

Висновки.

За результатами одержаних даних для дослідно-промислового виробництва рекомендовано використання дробарки „Котигорошко” із попереднім ручним розрубанням плодових тіл грибів на кусочки розмірами до 6 см, які проходять через завантажувальне вікно дробарки змінного решета із діаметром калібрувальних отворів 6 мм.

Література

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 3 – 28.

2. Кошевський І.І. Біологічна ефективність мікобіопрепарату Мікосан-Н при обробці насіння гороху [Електронний ресурс] / І.І. Кошевський, В.В. Теслюк // Наукові доповіді НУБіП України. – 2010. – ++4(20). – 6 с. Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-4/10kiitps.pdf> – Назва з екрана.

3. Теслюк В.В. Технологічні основи виробництва мікобіопрепаратів із плодових тіл грибів / В.В. Теслюк // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 3. – С. 41 – 43.

УДК:631.363.2

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ С.Г. КУЛЬТУР ДО ХВОРОБ

Теслюк В.В., Бречко М.М., Ікальчик М.І.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"*

Постановка проблеми.

Втрати продукції рослинництва від шкідливих організмів становлять 30 – 50 %, що призводить до значних економічних збитків. Збільшення виробництва рослинницької продукції вирішують шляхом розробки і впровадження комплексних заходів сільськогосподарського виробництва [1]. Захист культурних рослин від біотичних стрес-чинників, особливо хвороб, в технологічному процесі вирощування польових культур був і залишається однією із кардинальних проблем. Для забезпечення одержання якісного і стабільного урожаю рекомендується використання екологічно безпечних, високоефективних заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. Тому розробка і створення новітніх біотехнологій захисту культурних рослин від хвороб є актуальним науковим і практичним напрямом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Використовуючи широкий спектр фундаментальних методичних підходів до вирішення цієї глобальної проблеми, біологи все більше уваги приділяють генетичному потенціалу стійкості, який повною мірою не реалізується культурною рослиною в умовах дії шкідливих організмів та екологічного стресу. Аналіз технологій засвідчує, що на практиці сьогодні ширше використовують хімічні засоби, а пестициди природного походження застосовують дуже обмежено, тому що біотехнологія їх одержання і застосування носить фрагментарний характер, не формалізована і не систематизована [2].

Мета дослідження.

Підвищення стійкості рослин проти негативних впливів шляхом впровадження технологій індукції захисних механізмів.

Виклад основного матеріалу.

Опрацьовані нами наукові матеріали засвідчують, що нині актуального значення набуває системний підхід у вивченні новітнього способу підвищення природної стійкості рослин до хвороб шляхом стимуляції захисних механізмів із використанням біологічно активних речовин з еліситорними властивостями. Тому пошук ефективних біотехнологій одержання і застосування препаратів природного походження для індукування захисних механізмів рослин є актуальним у науковому і практичному аспектах [3,4].

Встановлено, що полісахариди хітин, хітозан й глюкани володіють еліситорними властивостями, беруть участь в захисті культурних рослин від

хвороб шляхом вмикання генів захисту та біосинтезу антипатогенних фітоантибіотиків – фітоалексинів.

Висновки.

Отримані теоретичні і практичні результати ефективності цих полісахаридів дозволили нам розробити біотехнологію одержання мікобіопрепаратів й запропонувати новітні препарати на основі хітину, хітозану і глюканів.

Література

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 3 – 28.

2. Тютєрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютєрев. – Санкт-Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.

3. Кошевський І.І., Активация захисних механізмів овочевих культур/ І.І. Кошевський, В.В. Тєслюк, Р.В. Ковбасенко, В.М. Ковбасенко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колобіг, 2004. – С. 343 – 348.

4. Ковбасенко Р. В., Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб / Р. В. Ковбасенко, К. П. Ковбасенко В. М. Ковбасенко, В. В. Тєслюк// Агроєкологічний журнал. Червень 2008.р.Інститут агроєкології УААН. – С. 105 – 108.

УДК 631.4; 631.31

АНАЛІЗ ДІЇ РУШІВ МАШИН НА СИСТЕМУ «МАШИНА-БІОСЕРЕДОВИЩЕ»

Тєслюк В.В., Драганєр Г.Ю., Ікальчик М.І.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"*

Постановка проблеми. Система «машина-біосередовище» за умов технічного забезпечення виконання сільськогосподарських технологічних операцій інтенсивного вирощування рослинницької продукції показує, що надмірне ущільнення ґрунтів колісними рушійними транспортних і тракторних агрегатів призводить до деградації ґрунтового покриву, погіршення екологічного стану агроєколандшафтів, що є однією з найважливіших агроєкологічних проблем в умовах транспортного забезпечення сільськогосподарського виробництва.

Перспективу розвитку технічної концепції сільськогосподарського трактора слід прогнозувати, ґрунтуючись, насамперед, на розвитку технологій сільськогосподарського виробництва і машинно-тракторних агрегатів (МТА) загалом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз технологічних і агротехнічних факторів, що визначають концепцію розвитку енергетичних засобів, показують, що їх шляхи неоднозначні, а іноді і суперечливі, тому прагнення підвищити одні властивості технічних засобів призводять до зниження інших. Так, основні вимоги - підвищення продуктивності й енергооснащеності МТА, скорочення кількості обслуговуючого персоналу - можуть бути реалізовані тільки в результаті підвищення потужності двигуна й збільшення сили тяги, а це вимагає підвищення ваги енергетичного і транспортного засобу.

Мета дослідження. Зменшення негативного впливу колісних рушіїв енергетичних засобів на ґрунтове середовище.

Виклад основного матеріалу. Радикальний спосіб збільшення відносної частки зчіпної ваги в агрегаті, або активізації ваги МТА - оснащення його технологічної частини ведучими колесами, що приводяться у рух від системи відбору потужності автомобіля й трактора. У цьому випадку тільки частина потужності двигуна реалізується через ходову систему трактора (відповідно, йому не потрібна значна вага), тому його питома матеріалоемність може бути знижена ще більше, ніж при пасивних опорних колесах зчіпки.

Результати наукових досліджень і практичний досвід свідчить про тісний кореляційний зв'язок поміж ущільнюючою дією ходових систем енергонасиченої мобільної сільськогосподарської техніки й мобільних транспортних агрегатів з процесами деградації ґрунтового покриву. Широкого застосування в агропромисловості набуває застосування важких великовантажних автомобілів та енергетичних засобів приводу причіпних сільськогосподарських машин до яких відносяться вітчизняні і зарубіжні трактори, 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 колісних рушіїв енергетичних засобів, та розробка заходів, які запобігатимуть негативним наслідкам, сприятимуть зберіганню родючості ґрунтів є актуальною задачею.

Зниження рівнів техногенного тиску мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунти може бути досягнуте завдяки комплексній оптимізації параметрів конструкції рушіїв мобільних засобів та відповідним нормуванням їх експлуатаційних властивостей. З метою зниження шкідливої дії ходових частин енергетичних і транспортних агрегатів пропонується модернізовані рушії тракторів обладнувати шинами більших розмірів або спареними колесами.

Висновки.

Встановлено, що об'ємна деформація ґрунту під рушіями пропонованого варіанту (трактор Т-150К, обладнаний шиною 28,1R26) в 2,73...3,1 рази менша ніж при застосуванні серійних ходових частин загальнозживаних тракторів (Т-

150К з шинами 21,3R24) 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

Література

1. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.

2. Кушнарєв А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. - К.: Урожай, 1989. – 144 с.

3. Шины для сельскохозяйственной техники / В.Н. Белковский, В.Н. Лаптев, А.А. Матвеев и др. - М.: Химия, 2006. – 112 с.

4. Булгаков В.М., Шелудченко Б.А., Білецький В.Р. До обґрунтування агроєкобезпечних рівнів техногенного тиску на ґрунт колісних рушіїв мобільної сільськогосподарської техніки // Науковий вісник НУБіП. - Київ, 2008. - Вип.9 - С. 81-84.

УДК 632.952:002.2

МІКОБІОПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Теслюк В.В., Топоринський В.І., Пугач О.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж, м. Тараща

Постановка проблеми. Екологічно чисті продукти – основна умова здорового життя людини. Проблему отримання екологічно чистої продукції люди пробують вирішувати різними шляхами. Основним напрямком одержання такої продукції в умовах виробництва є відмова від застосування ядохімікатів, але в роки епіфітотійного розвитку хвороб такі технології призводять до значної втрати урожаю [1,2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багато років в науці великі сили і засоби витрачаються в напрямку створення хворобостійких сортів, що дає позитивні результати. Однак, на жаль патогенні мікроорганізми пристосовуються до нових сортів значно швидше, ніж вони створюються.

Мета дослідження. Підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Виклад основного матеріалу. Новий напрямок в підвищенні стійкості рослин до хвороб виник після поглибленого вивчення взаємовідносин між рослиною і паразитом. У кожної рослини є потужний арсенал захисних механізмів від паразитних мікроорганізмів, які можна включати, обробивши їх

спеціальними речовинами індукторами хворобостійкості – елісаторами [2,3]. Елісаторними властивостями володіють деякі біологічні молекули грибного та бактеріального походження серед яких є полісахариди: глюкани, меланіни, хітин і хітозан.

Хітозан і хітин виявилися ідеальними вихідними регулярними молекулами, які беруть участь в утворенні активованих сигнальних молекул, оскільки, з однієї сторони вони є полісахаридами, а з іншої – за допомогою хімічних процедур з них можна виділити ті олігомери, які включають у рослин захисні (імунні) системи утворення антипатогенних сполук різної природи. Подальші дослідження показали, що хітозани здатні регулювати експресію багатьох генів рослинної клітини, контролювати утворення антипатогенних речовин різної природи, які володіють прямою дією.

В результаті досліджень нами була розроблена технологія отримання грибного екстракту на основі грибних глюканів, які показують високу елісаторну активність, що є основною діючою речовиною створених мікобіопрепаратів.

Багаторічні випробування показали, що застосування мікобіопрепаратів має комплексну дію і в результаті забезпечує високу біологічну ефективність на різних культурах. Встановлено, що за умов обробки насіння сільськогосподарських культур підвищується енергія проростання і схожість насіння порівняно з насінням обробленим хімічними препаратами.

Висновки

Обробка насіння і рослин в період вегетації сприяє підвищенню продуктивності рослин та покращенню якості урожаю. Мікобіопрепарат на основі грибних глюканів є перспективним продуктом сучасних наукових знань в біотехнології одержання і застосування грибних глюканів для захисту рослин в органічному землеробстві.

Література

1. Федоренко В.П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В.П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут захисту рослин. – К. : Колоб'іг, 2004. – С. 3 – 28.

2. Антоненць, С. С. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області. Практичні рекомендації [Текст] / С. С. Антоненць, А. С. Антоненць, В.

3. Тютєрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютєрев. – Санкт-Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с
Тютєрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютєрев. – Санкт-Петербург: ООО «ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.

4. Ковбасенко Р. В., Підвищення резистентності овочевих культур до хвороб / Р. В. Ковбасенко, К. П. Ковбасенко В. М. Ковбасенко, В. В. Тєслюк// Агроекологічний журнал. Червень 2008.р.Інститут агроекології УААН. – С. 105 – 108.

УДК 629.1.02

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТУ З НУЛЬОВИМИ ВИКИДАМИ

Теслюк В.В., Санчук Б.О., Барало С.В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
Таращанський технічний та економіко-правовий фаховий коледж, м. Тараща*

Світ рухається в бік поступової відмови від автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння і переходу на транспортні засоби з нульовим рівнем викидів – Zero Emission Vehicles (ZEV).

Одним із шляхів виконання транспортних операцій без викидів у навколишнє середовище є розробка та впровадження автомобілів з «нульовим викидом»

Автомобіль з нульовим викидом або ZEV - це транспортний засіб, який не випускає вихлопних газів з бортового джерела живлення [1]. Відомо, що шкідливі викиди для здоров'я та навколишнього середовища включають частинки (сажа), вуглеводні, окис вуглецю, озон, свинець та різні оксиди азоту. Незважаючи на те, що вони не вважаються забруднювачами викидів за визначенням Каліфорнійського авіаційного управління (CARB) або Американського агентства з охорони навколишнього середовища (EPA), найпоширеніше загальне використання цього терміну також включає леткі органічні сполуки, кілька токсичних речовин для повітря (особливо 1,3-бутадієну) та глобальними забруднювачами, такими як діоксид вуглецю та інші парникові гази [2].

В результаті аналізу технічних систем, встановлено, що до машин з нульовими викидами відносять транспортні засоби, що приводяться в дію за допомогою м'язів (велосипеди та інші); електроприводу (електричні велосипеди; гравітаційні механізми), електричні транспортні засоби, які можуть переміщати викиди до місця, де виробляється електроенергія (якщо електроенергія виробляється за рахунок вугільних та природних газових електростанцій, а не на гідроелектричних або атомних електростанціях) воднем. Викиди від промислового виробництва комплектуючих (аккумуляторів та інше) не входять у визначення транспортних викидів, однак викиди, які утворюються під час їх виготовлення досягають вищого рівня, порівняно з тими, які виникають протягом періоду експлуатації транспортного засобу.

Аналіз стану наукових досягнень і промислового розвитку показує, що ефективні транспортні засоби знаходяться на ранніх стадіях їх розвитку, і виробничі викиди можуть бути зменшені за рахунок розвитку технологій, промисловості та переходу на масове виробництво.

Крім транспортних засобів, що працюють за рахунок м'язів, відомо про акумуляторні електромобілі (які включають автомобілі, літаки та човни), які також не виділяють забруднюючих речовин та ніяких CO₂ – газу під час

використання. Це особливо актуально в густонаселених районах, де особливо масово може відчуватися негативний вплив шкідливих викидів на життя і здоров'я мешканців.

Аналіз літературних даних показує, що світова спільнота науковців, природо захисників та екологів даному напрямку приділяють значну увагу. Перед інженерною думкою повстають невідкладні завдання по вирішенню даної проблеми, на яку виділяються значні кошти та приділяється дуже багато часу.

Проте виробництво пального, яке використовує потужність ZEV, наприклад, виробництво водню з викопного палива, може спричинити більше викидів на одиницю об'єму, ніж викиди від звичайного автомобіля, що працює на викопному пальному. Оцінка життєвого циклу «добре-до-колеса» необхідна для розуміння впливу викидів, пов'язаних з експлуатацією ZEV.

Світовий досвід розвитку технологій автомобілів відображає, що машини з нульовою емісією включають гібриди з вбудованим споживанням (наприклад, ICE / електричний акумулятор), коли в електричному режимі деякі гібриди для підключення в режимі підзарядки та електричного режиму (наприклад, елемент живлення / електричний акумулятор, стиснений двигун / електричний акумулятор), рідина азотні машини, водневі транспортні засоби (використовуючи паливні елементи або перетворені двигуни внутрішнього згорання) та стиснуті повітряні транспортні засоби, зазвичай завантажені повільними (домашніми) або швидкими (електростанціями) електричними компресорами, апаратами зберігання енергії маховиків, машинами, що працюють на сонячних батареях, та трибріди.

Розробка, виробництво та впровадження новітніх технологій створення транспортних засобів та промислових об'єктів з метою обмеження негативних викидів у навколишнє середовище є актуальною проблемою подальшого розвитку людського суспільства.

Література

1. California Air Resources Board (2009-03-09). "Glossary of Air Pollution Terms: ZEV". Retrieved 2009-04-21.
2. Christine & Scott Gable. "What is a ZEV - Zero Emissions Vehicle?". About.com: Hybrid Carts & Alt Fuels. Retrieved 2008-04-21.

УДК 631.004.1

АНАЛІЗ МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ TUSANO CLAAS

Глоба В. Є.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Інноваційні технології CLAAS дають змогу обробляти сировину вже перед молотильним барабаном. При цьому, дана конструкція працює на 20% продуктивніше при незмінній витраті палива [1]. Значне прискорення потоку зернової маси від 3 м/с до 20 м/с забезпечує максимальну ефективність всіх наступних процесів:

завдяки попередньому прискоренню рослинна маса розділяється набагато ефективніше;

потік рослинної маси рухається рівномірно та швидше на 33%;

більш ефективна сепарація зерна завдяки збільшенню відцентрової сили;

до 30% зерен вже відділяється у попередньому деці, яке знаходиться під прискорювачем, що дає змогу значно зменшити навантаження на основне деко;





Зміна попередніх дек MULTICROP

Попереднє деко у вигляді універсальної конструкції MULTICROP для збору різноманітних культур. Легка та швидка зміна 3-х сегментів. Для оптимальної очистки зерна в APS доступні багаторівневі налаштування. Завдяки пасивним бичів-шасталок основного підбарання і пластин-перекриття попереднього підбарання, які можна активувати спеціальним важелем на подаючому каналі, APS забезпечує найвищу якість та продуктивність роботи. Прискорювач і молотильний барабан приводяться в дію через центральний варіатор. При зміні числа обертів молотильного барабана частота обертання або окружна швидкість руху прискорювача

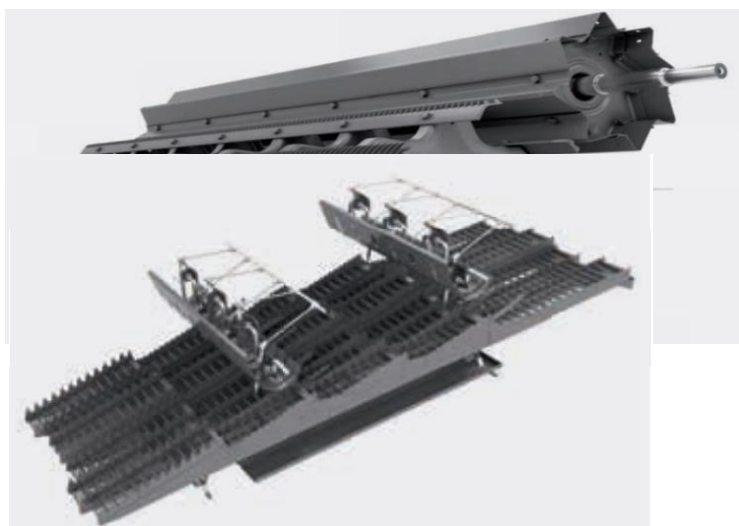
і відбійного бітера змінюється синхронно, що дозволяє дбайливо обмолочувати зерно з мінімальним дробленням при рівномірній подачі.

Новинки конструкції: гідравлічне регулювання дека. Підбарання регулюється гідравлічно прямо з місця механізатора, що дозволяє комфортно та оперативно адаптувати роботу під різні умови обмолоту. При цьому паралельне ведіння передбарання забезпечує оптимальну якість обмолоту. Новинки конструкції: захист від перенавантаження для збільшення добової продуктивності.

Вбудований гідравлічний захист від перенавантаження надійно запобігає пошкодженням сторонніми предметами, забезпечуючи безпечне використання на межах можливостей машини.

Попередньо підбарання гідравлічно навантажені і відкриваються при пікових тисках. Після чого вони автоматично повертаються в робоче положення.

Молотилка CLAAS:



- легкий доступ до молотилки спереду через похилий транспортер або з двох сторін через великі люки;

- висока експлуатаційна надійність завдяки надзвичайно міцній конструкції всіх приводів, перш за все приводу молотильного барабана.

Також, дека MULTICROP можна адаптувати до будь-якої культури. Їхнє розташування під молотильним барабаном дозволяє легку та швидку заміну окремих сегментів. Ви можете без труднощів адаптувати деку під різномантні культури, сорти і ступіні зрілості – та отримати найкраще поєднання чистого обмолоту, бережного ставлення з продуктом і максимальної ефективності сепарації.

Новинки конструкції: гідравлічне регулювання вихідної секції підбарабання. Для адаптації машини до різних культур вихідну секцію підбарабання можна встановити в два положення: широке – для, наприклад, кукурудзи та бобових, вузьке – для зернових. Регулювання відбувається завдяки обертанню клапану біля дверей кабіни.

Солома проходить рівномірним потоком через відкритий знизу соломотряс довжиною 4,40 м, який забезпечує відділення практичного всього залишкового зерна. Окрема скатна дошка направляє його до струсної дошки. Така система дозволяє швидко та легко переробляти навіть великі об'єми соломи.

Над кожною клавішою соломотряса знаходяться одна за одною дві граблини з важільним приводом, які активно розпушують солому зверху, що розподіляє її тонким слоєм і допомагає рівномірному проходженню через соломотряс. Залишкове зерно без проблем відділяється від соломи і падає через покриття соломотряса на скатну дошку. Повна автоматизація та контроль пропускної здатності. Ви можете контролювати процес сепарації та очистки прямо з кабіни за допомогою системи контролю пропускної здатності CLAAS. Вона показує високу точність відображення і налаштування і автоматично адаптується до різних культур. Переваги:

- завдяки можливості паралельного спостереження можна швидше оптимізувати параметри процесів очистки і сепарації;

- система контролю пропускної здатності показує оптимальну швидкість руху машини при обмолоті;





Електричне налаштування решета



Розділене підготовче днище з
можливістю ремонту



- система працює навіть при максимальному навантаженні.

Відцентровий вентилятор і турбіна:

- 6/4 - турбінний або відцентровий вентилятор забезпечує безперервний потік і рівномірне розподілення повітря навіть при нерівномірному навантаженню робочого решета;

- примусова подача повітря не допускає утворення товстого шару маси;

- стабільна подача повітря навіть при слабкому потоці;

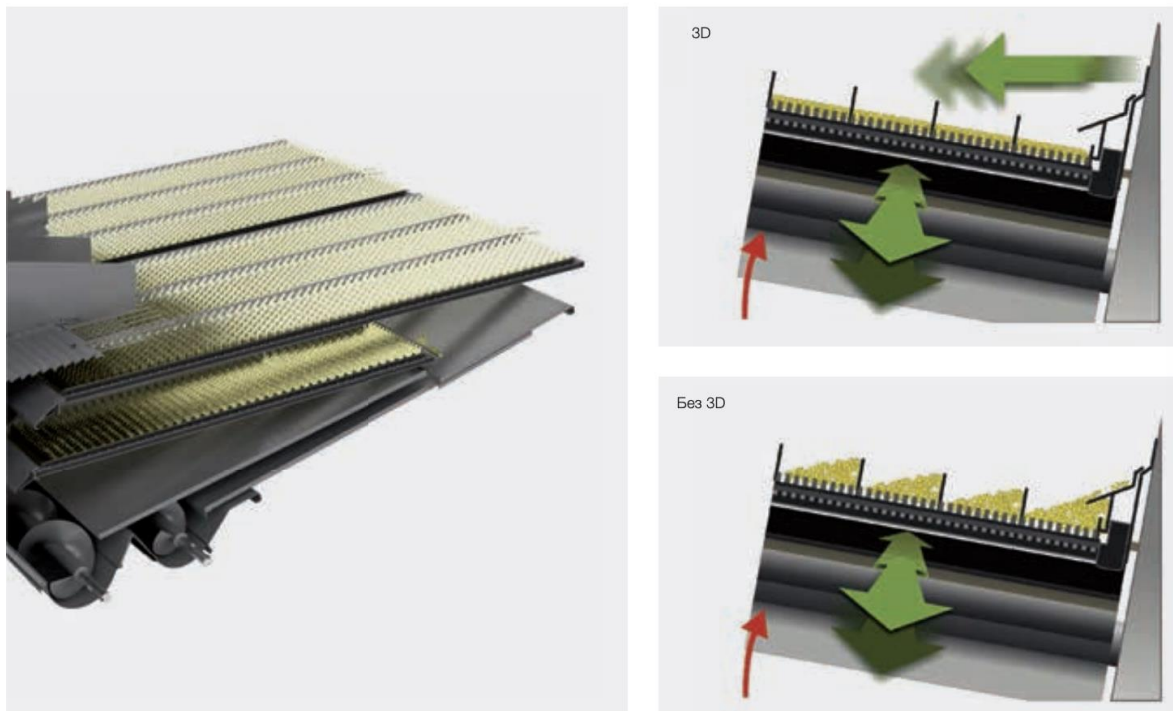
- можливість плавного регулювання прямо з кабіни.

На підготовчому днищі відбувається попереднє сортування зерен (знизу), а також полови і мілких часточок соломи (зверху). При цьому розгрузка верхнього решета збільшує продуктивність очистки. Моделі серії 400 оснащені висувним підготовчим днищем з полімеру.

Одинарний або подвійний каскад

- зменшене навантаження на верхнє решето;

- збільшення продуктивності, особливо при сухій та ломкій соломі.



Електричне регулювання решет прямо з кабіни: просто та надійно; точний контроль.

Ефективна система очищення 3D:

- динамічна компенсація на схилах – активне управління верхнім решетом;
- повне збереження продуктивності при роботі на схилах при крені до 20%;
- зносостійка та не потребує технічного обслуговування;
- легке та швидке дооснащування;
- разом з AUTO CONTOUR – ідеальний пакет для роботи на схилах.

Література

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

ANALYSIS OF PRE-SOWING PROCESSING OF HEAVY SOILS UNDER SUGAR BEET SOWING AND PARAMETERS OF CULTIVATOR-RIDGE-FORMER

Pokidko M. M.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The best predecessor for sugar beet is winter wheat. Other good predecessors are alfalfa, peas and spring spike crops [1]. Spring tillage of the soil consists of loosening its upper layer with tooth harrows and leveling the surface with train harrows in combination with tooth harrows. High effectiveness of herbicides is achieved by their uniform introduction with simultaneous wrapping with USMK-5.4A or KRN-2.8M cultivators [2]. Pre-sowing cultivation is carried out to a depth of no more than 3...4 cm. Pre-sowing cultivation of the soil begins when the average daily temperature at a depth of 10 cm reaches 5...6 °C and is carried out simultaneously with sowing.

Pre-sowing tillage of the soil and sowing is a single technological complex. The time gap between pre-sowing treatment and sowing should be minimal - no more than half an hour. If you sow later, the upper layer of the soil dries out, which sharply reduces the field germination of the seeds. Modern tillage tools allow you to prepare the soil for sowing sugar beet in 1...2 passes. Pre-sowing treatment with the help of "Europak 6000", Compactor, Combiner LK-4, Unimat, Ukraine-APB-6, ARV-8.1-0.2 prevents over-compaction of the soil, which causes multiple passes of single-function units. The combined units perform more than four operations in one pass – leveling, crushing lumps, loosening, compacting the seed bed. With the onset of physical maturity of the soil, the field for sowing sugar beet can be prepared in one pass. This is an important element of energy saving and a prerequisite for high-quality sowing.

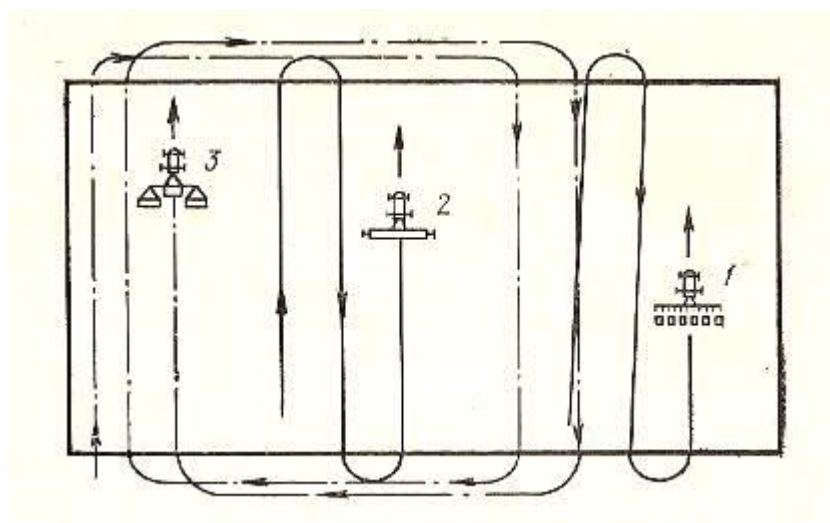


Fig. 1. Scheme of operation of units for pre-sowing cultivation (1), sugar beet sowing (2) and rolling (3)

The main mistakes in pre-sowing tillage are starting work too early when the soil is still wet, excessive number of work passes due to the fact that individual operations are not combined in one unit, high operating speed of units, deep pre-sowing loosening. Pre-sowing tillage is carried out at a small angle to the direction of sowing.



Fig. 2. Cultivator-ridge-former KSU

Comb-forming cultivators with active working bodies are mounted machines that consist of a frame, a milling drum, a comb-former, support wheels, a central gearbox, an on-board gearbox, a mechanism for adjusting the depth of cultivation, a mechanism for adjusting the pressure on the comb-forming plate, and a transmission shaft. Comb generators are of the same design, they differ in the width of the grip and the number of combs that are formed at the same time.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.
2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

УДК 631.2.041

РОЗКИДНИЙ СПОСІБ ВНЕСЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРИВ ЗА ОБОВ'ЯЗКОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ

Ищенко В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Очевидно, що цієї осені норми внесення мінеральних добрив на полях України буде істотно знижено [1]. По-перше, цей ресурс дуже відчутно подорожчав, а по-друге, у більшості фермерів нинішні бюджети заледве дозволяють зібрати врожай і сяк-так посіяти озимину. Ні про які інтенсивні підходи за відсутності можливості продати зерно за нормальними цінами не може бути й мови [2].

Хто має змогу, той оптимізує види та способи внесення мінеральних добрив, віддаючи перевагу рідким добривам, стрічковому живленню й іншим ефективнішим технологіям [3]. Проте розкидачі гранул однаково актуальні й будуть активно застосовувати цієї осені та навесні.

До сьогодні, попри значне переоснащення парку сільгосптехніки вітчизняних господарств, чимало фермерів використовують фізично та морально застарілі моделі розкидачів. Причини цього є різними, зокрема стримане ставлення до функціонала цих машин [4]. Мовляв, розкидач є розкидачем — що з нього візьмеш. Десь перевищить норму внесення на кілька кілограмів, десь занижить — головне, щоб працював, коли потрібно, видавав нормальну продуктивність і коштував адекватних грошей.

Певна логіка в такого підходу є, і ми маємо сказати, що в господарствах доволі успішно застосовують деякі доволі бюджетні моделі розкидачів мінеральних добрив, зокрема вітчизняного виробництва. Однак мірою здорожчання мінеральних добрив і на фоні майже тотального безгрошів'я українських аграріїв варто таки звернути увагу на «розумний» функціонал цих машин і навіть у разі потреби придбати нову модель із точнішими можливостями.

Річ у тім, що навіть за помірно інтенсивної технології виробництва ми повинні кинути під кукурудзу хоча б 300–400 кг/га мінеральних добрив і стільки ж на пшеницю, враховуючи ранньовесняні підживлення. Сьогодні за мінімальної вартості тонни аміачної селітри 27 000 грн і нітроамофоски – 30 000 грн і вище нерациональне використання навіть 10% мінеральних добрив означає збитки в межах 1500–2000 грн/га. Себто сучасний розкидач дає змогу заощадити до 2 млн гривень на 1000 гектарів полів за один сезон. І, відповідно, цілковито відбити свою вартість. Це – по мінімуму.

Поряд із тим, якщо ми вносимо в кілька разів менші норми мінеральних добрив проти попередніх мирних років, то на перший план виступає рівномірність і точність їх розподілення. Умовно кажучи, вносячи 100 кг/га NPK замість звичних 250 кг/га, ми маємо бути певними, що кожна рослинка на полі

отримає свою частку поживи з цієї скромної «страви». Інакше не буде й мови про рівномірно розвинені сходи та високу фінальну врожайність.

Саме тому на перший план сьогодні виступає гарантована здатність машини точно видавати задану норму внесення. Це не так просто, як попервах може здатися. Чимало моделей розкидачів міндобрив розраховано на точну роботу з усередненими й великими нормами внесення. Так, машина залюбки може більш-менш точно розкидати гранули в нормі 200–300 кг/га, але «гальмувати», якщо вам потрібно внести, скажімо, 70 кг/га. Причому на таких невеликих обсягах ціна помилки буде особливо відчутною.

Тому надзвичайно важливо пересвідчитися, що конкретна модель розкидача міндобрив чітко витримує свою норму внесення.

Література

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.

4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Borak K.V., Lavrinenko O.T., Bannyi O.O. Research on a grain cultiseeder for subsoil-broadcast sowing. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2021. Bucharest. Vol. 63. No 1. P. 385–396. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-63-39>.

УДК 631.4.002

FEATURES OF MACHINE USE OF MODERN GRAIN HARVESTING COMBINERS

Velgas O. V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Combine harvesters are an important and complex group of agricultural machinery that requires an objective assessment of operational performance [1]. The efficiency of the harvester's operation in economic conditions is largely determined by fuel consumption during the shift, the optimal amount of which is provided by the harvester's operation in the most appropriate mode of productivity [2].

Combine harvesters are an important and complex group of agricultural machinery that requires an objective assessment of operational performance. The efficiency of the harvester's operation in economic conditions is largely determined by fuel consumption during the shift, the optimal amount of which is provided by the harvester's operation in the most appropriate mode of productivity [3].

This especially applies to the optimization of the operational modes of work, so that they ensure the maximum productivity of the harvester (at the permissible level of grain losses behind the thresher – 1.5%). It is customary to take the specific fuel consumption (Q_n) as one of the main evaluation indicators of the economic efficiency of the technological process. It is more appropriate to express its size in kilograms per ton of grain (kg/t), obtained during threshing of a technological crop. Determination of specific fuel consumption for harvesters of various types, designs, technical parameters and productivity is possible based on the results of operational and technological assessment of its work in the field during the harvest season. The accuracy of such an estimate can be achieved, first of all, with an objective assessment of the harvester's operational productivity, at the same time as keeping track of fuel consumption for one hour of operational time. According to the results of field studies, the specific fuel consumption is calculated, which is equal to the ratio of fuel consumption to the productivity of the harvester for 1 hour of operation. Even if you have determined the specific fuel consumption, this will not protect you from the operation of the combine with increased, that is, ineffective, fuel consumption. And what if you saw an advertisement for a new modern combine, which you liked just at an agricultural exhibition, and "fired up" to buy it immediately, right now? And suddenly, at the last minute, they reasonably curbed their enthusiasm: the combine, at first glance, does not seem to be very expensive, but how economical is it, at least in terms of fuel consumption per 1 ton of harvested crop? The young manager boy, who already sees the combine sold, says that these costs are negligible, and the harvester is just a handsome piece of modern harvesting equipment! After that, a question arises in your head: how, based only on the technical characteristics of the combine, to determine what "portion" of fuel the combine will "eat" in the field for threshing 1 ton of grain? You start "studying" the technical manual for the combine harvester and, believe me, you won't find the answers to the questions you are so worried about there. At best, the manufacturer will indicate only one indicator in the technical document, which can to some extent clarify the question that excites your imagination about the combine harvester. This is a more or less specific value of the capacity of the harvester. But how to use this information in order to still independently and at the same time firmly and reasonably clarify for yourself: this combine of the specified technical parameters, while working in the design throughput and productivity modes, which is guaranteed by the manufacturer (supplier), will it take so much to thresh 1 ton of grain, or rather, little or relatively little fuel? As evidenced by the practical experience of operating grain harvesters in economic conditions, the specific fuel consumption for threshing grain crops even for one combine is in the range from 1.8 to 4.0 kg/t. Combines of the modern technical level of most leading combine-building companies provide this indicator at the level of up to 2.0 kg/t. Of course, an increase in fuel consumption above

the "norm" (even in the given range of consumption - from 1.8 to 4.0 kg/t) leads to an increase in the cost of 1 ton of grain at the final stage of its production, harvesting, at the level of UAH 22 (!). Therefore, even in small farms (with a grain area of about 400 ha and an average yield of 4 t/ha and harvesting only 1,600 t of grain), this causes an increase in the cost price, which means a decrease in profit to UAH 35,200.00. In today's conditions, this is unacceptable!

Technical reasons for the increase in fuel consumption [4]. For the most part, they are determined by the technical level of auxiliary technological systems and the condition of the combine's technical systems. The main auxiliary, but functionally important system of the harvester is the header. Its defining characteristic is the intensity of work (cutting) of the knife of the cutting device. To evaluate its work, it is customary to take the indicator "cyclicality of the knife of the cutting apparatus". The analysis shows that in combines of different generations and technical level, the value of this indicator is in a wide range of values. The importance of this indicator lies in the fact that the cutting speed of the technological crop creates the first and foremost prerequisites for increasing the working speed of the harvester during its direct harvesting of bread. Of course, this makes it possible to provide the desired, or rather, high intensity of feeding the mass of the cut technological crop into the thresher and, as a result, high productivity. At the same time, the hourly fuel consumption remains at the set (for this combine engine) level. Therefore, as a result, it makes it possible to reduce specific fuel consumption. One should not forget about the condition of the combine's fuel system, the faulty operation of which is "realized" in unwanted increased fuel consumption.

Operational reasons for increased fuel consumption. They are caused by the not entirely satisfactory operating mode of the harvester. It is appropriate to include here the low working speed and insufficient grain yield of the technological crop. As a result, in the end it "ensures" a low productivity of grain threshing. Given the set consumption of fuel, "eaten" by the engine in the optimal mode of operation of the thresher, this will lead to an increase in its specific consumption per 1 ton of received grain. How to be? Let's try to abstract from these and other, not entirely desirable in the estimation of fuel consumption, factors and focus our attention only on operating modes, the most characteristic of which is grain threshing performance. It is often necessary to observe the operation of a group of combines of the same type, even of the same brand. Some, as they say, simply and easily "fly" in the field (that is, have a high operating speed) and provide good performance and satisfactory fuel consumption. Others - with great efforts, with a low working speed, even with a low grain yield, "crawl" through the harvesting arena. At the same time, their fuel consumption sometimes even exceeds 4 kg/t!!! And what are the reasons for this mode of operation? It should be noted that, first of all, the operation of the harvester in the design mode of productivity (for grain threshing), which will be a guarantee of obtaining standardized fuel consumption, should be preceded by optimal technological adjustments of the thresher. They include: frequency of rotation of the threshing drum; gaps for the entry of the threshed technological mass into the threshing-separation system (MSS) and its exit, as well as in the sieves of the grain cleaning system;

Their choice is mostly based on a significant amount of subjectivity and is determined by the combiner's qualifications. However, even with optimal adjustments of the main technological systems: harvester, threshing-separating, and grain cleaning, the lower productivity and at the same time lower than the design level can be caused by the reduced level of feeding the bread mass to the thresher. Its appropriate value in field conditions is achieved only thanks to the optimal working speed. The question arises: how to evaluate the technological mode of productivity of the harvester at this moment in time and what should be the fuel consumption at the same time? Is there a potential functional opportunity for the combine to increase or decrease productivity and how will this affect the change in fuel consumption? As you can see, there are many reasons for high and at the same time inefficient fuel consumption. Therefore, the study of the indicator of its specific costs, taking into account all the objective factors that have an impact on it, is a fairly relevant issue and requires the use of appropriate methods. One of them can be the method of graphic modeling. In the process of its implementation, an operational and technological evaluation of twenty grain harvesters with a drum-type thresher was carried out for harvesting winter wheat. Their throughput, performance and technical parameters were characterized by a wide range of values. In the process of its implementation, an operational and technological evaluation of twenty grain harvesters with a drum-type thresher was carried out for harvesting winter wheat. Their throughput, performance and technical parameters were characterized by a wide range of values. In the process of its implementation, an operational and technological evaluation of twenty grain harvesters with a drum-type thresher was carried out for harvesting winter wheat. Their throughput, performance and technical parameters were characterized by a wide range of values.

Optimum technological adjustments of the thresher made it possible to adjust the combine harvesters to the design mode of throughput and productivity, thereby providing an objective determination of specific fuel consumption. To study the dependence of the indicator of specific fuel consumption and technical parameters of the combine, the following characteristics of the combine were taken into account: the area of the MSS threshing-separating decks; the area of separation of grain residues from threshed straw with a straw shaker; the width of the thresher as one of the technical parameters that characterizes its threshing capacity – the ability to process grain technologically, i.e. to separate it (separate it from the straw) and clean it with regulated purity – and thereby ensure the required productivity from grain threshing; the volume of the grain hopper as one of the important indicators of the infrequent unloading of grain from it, which makes it possible to avoid inefficient expenditure of working time of the shift and, as a result, to ensure high productivity in 1 hour of main time; harvester productivity for 1 hour of main time.

After analyzing the work of the harvester according to the above parameters, the dependence of the specific fuel consumption indicator was developed (a multifactorial mathematical model was created). An important feature of the developed model for our further research is to obtain a graphical dependence of the specific fuel consumption on the area of the MSS threshing-separating decks and productivity per hour of the main time. The graphic dependence shows that when choosing between two combine

harvesters that "looked" for you, it is advisable to give preference to a grain harvester with a significant surface area of the threshing-separating decks, as it allows you to ensure minor losses of grain behind the thresher (up to the permissible 1.5%), and therefore work with high productivity.

The use of a threshing system with several drums equipped with decks ensures a high level of intensification of the grain separation process in the threshing zone, that is, in the threshing-separating system. As a result, the amount of grain separated through the MSS trays increases to 90–95%, and only 5–8% of the grain reaches the straw shaker (for final separation). The straw shaker copes well with the function of final grain separation, so the harvester can work in the mode of high throughput and productivity. And this, in turn, leads to a decrease in specific fuel consumption. An important feature of the graphical dependence is its suitability for determining the absolute value of the specific fuel consumption indicator of a specific combine harvester (brand, technical parameters, productivity and throughput).

Conclusions. It is worth noting that this method provides calculation data of specific fuel consumption with a reliability of at least 0.95. For example, determination of specific fuel consumption using the developed method was performed for a group of combines. The actual determination of the specific fuel consumption is expedient to be carried out at the end of the shift based on the ratio of the spent fuel to threshed grain. Its comparison with the value obtained using the method of mathematical modeling developed by us makes it possible to assess how significantly or slightly they differ, and to make an informed decision about the correctness of the choice of the operating mode - working speed and technological loading of the combine under the given operating conditions - depending on the yield and optimality of technological adjustments of the thresher.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.
2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.
3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.
4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Borak K.V., Lavrinenko O.T., Bannyi O.O. Research on a grain cultiseeder for subsoil-broadcast sowing. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2021. Bucharest. Vol. 63. No 1. P. 385–396. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-63-39>.

УДК 631.4.002

PECULIARITIES OF MACHINE USE OF MODERN WIDE-GRIP HARVESTERS OF GRAIN HARVESTERS

Shatrov R. R.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

In general, harvesters for harvesting grain are an eternal classic, the design of which has changed little over time. Each manufacturer of these products strives to maximize the strength of their models, reduce weight and increase harvesting productivity [1]. Based on this, there is a wide selection of grain headers on the market, designed for a working width of more than 11-12 m.

Under optimal harvesting conditions, this makes it possible to clear the fields much faster, which is especially important in the case of early grains. After all, say, unlike corn, ripe wheat begins to crumble quickly enough, which can cause a significant shortage of grain. In some neglected cases, it is possible to lose 30–40% of the crop grown by such efforts [2].

On the other hand, super-powerful maximum-length headers are a solution that may not always be useful in harvesting. After all, a lot depends on the harvester itself, the operator's qualifications, working conditions and other factors [3].

That's right, the working width is one of the most important criteria for choosing a harvester, which directly affects the productivity and quality of harvesting, as well as the cost component of crop cultivation. A number of factors should be taken into account here, starting from the power of the harvester and ending with the topography of the fields.

Let's start with the fact that the longer the harvester is, the more expensive this equipment is. In general, it can be said that it is "small", taking into account the payback potential of the harvester, however, this point should also be kept in mind. The fact is that the cost of a wide-sweeping model of a well-known manufacturer may well "bite", and if we choose not exactly what we need, it will mean significant financial losses for the farmer.

But a wide-reaching harvester will allow to reduce the number of passes of the combine and U-turns, to reduce the area of passes and, ultimately, to reduce the degree of soil compaction in the field. This directly affects both grain harvesting productivity and thoroughness. Well, soil compaction is a slightly different, but no less important topic (Fig. 1).

The following should also be taken into account: when working with a wide-grip header, the operator can work at a relatively low speed while maintaining high cleaning productivity. Therefore, a person gets less tired and can quickly react to an unexpected obstacle or problem that has arisen. Also, the operator, who is less tired, will better monitor the copying of the soil, and therefore the quality of harvesting will increase and the risk of damage to the header itself will decrease.

It is customary to believe that wide-reaching harvesters are better used on those crops that need to be harvested as quickly as possible, for example, on wheat or sunflower. However, the pursuit of harvesting speed and productivity often results in farmers pushing the load on the combine to its maximum limit, rushing to harvest the grain before it begins to crumble. Ultimately, this leads to increased fuel consumption and accelerated wear and tear of equipment. This might have been acceptable in former peacetime, but nowadays, under the conditions of wartime and the acute shortage of fuel and spare parts, it would probably not be appropriate. Today, the agricultural producer is forced to think about every saved liter of "diesel", so it is better to keep this moment under control. And, unfortunately, today you can't always hope, that if the equipment breaks down, a service engineer will be in the field in an hour with the necessary spare part. Therefore, special care should be taken for the equipment.



Fig. 1. Modern wide-grip harvesters of grain harvesters

That is why it is better to make calculations regarding the working width of the harvester long before harvesting. To do this, it is necessary to calculate the approximate work productivity for one hour of harvesters of different sizes, taking into account the power of the harvester and different work speeds. Based on these numbers, it is necessary to choose the optimal width of the harvester.

In addition, some other non-standard factors should be taken into account. After all, a wide-reaching harvester can not work in all cases. So, in particular, it is difficult to talk about the exact copying of the surface on fields with uneven relief, if we work with an almost 12-meter "giant". Let's say, a 9-meter header would be more appropriate in this case.

Also, the greater the length of the harvester, the more risky is its use near forest strips, poles, supports and other potentially dangerous objects. Therefore, this factor should also be taken into account.

And finally, there are data that show that a purely physiological operator without electronic support is unable to visually control a header with a working width of more than 11 m. This can cause gaps and overlaps, as well as increase the risk of damage to the header. In turn, it is possible to overcome this problem and increase the efficiency of the use of a wide-grabbing harvester thanks to the autopilot system, which as a result will ensure an increase in the profitability of work and an increase in the quality of grain harvesting.

In addition, there are purely practical points related to harvesting conditions and average crop yields. Each model of the harvester has a limited throughput of harvested mass and an engine load index, up to and including 100%. The first value depends on both purely physical indicators and such nuances as humidity and mass volume. Therefore, when working with a 9-meter harvester, we capture a quarter of the harvested crop volume than with an almost 12-meter harvester. This difference can play a very significant role. If the machine works with an overload and even on wet plant mass, it can simply "choke", and there will be no time to talk about normal operation. Therefore, a wide-reaching header must be mounted on a combine with a very high throughput.

Much also depends on the average yield of the field. After all, 4–5 t/ha of wheat is one thing, and 8–10 t/ha is quite another. If in the first case you can attach a harvester of any length, then in the second case you should think about it, since the volumes of plant mass and grain that will enter the thresher will be extremely large. Among other things, the load on the combine engine will be close to the 100% mark, and this will again mean increased fuel consumption, accelerated wear of the mechanisms, and possibly a deterioration in threshing quality.

To prevent this, it is highly recommended to consult with specialists who specialize in specific models of harvesters regarding the optimal ratio of the length of the header and the desired productivity. In general, you can always find a compromise solution that will allow you to close this issue.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.
2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.
3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.

УДК 631.2.041

ЕКСПЕРТНІСТЬ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ПІД ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ

Надточій О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Експерти прогнозують скорочення у 2023 році посівних площ під зерновими на 45%.

2023 рік буде сповненим значних змін в аграрному секторі України. За попередніми оцінками, в 2023 році в Україні буде на 45% скорочено посівні площі під зерновими культурами та на 60% менше отримано врожаю зернових в порівнянні з довоєнним 2021 роком. Причинами такого скорочення є: зменшення всіх посівних площ, зміна структури посівів та зниження врожайності зернових культур.

Станом на грудень 2022 року з 28,4 млн га всіх посівних площ, що були в обробітку в 2021 року по всій території нашої країни, на підконтрольній території України знаходиться 24,6 млн га (86% всієї території), з яких ще 3,8 млн га неможливо посіяти через близькість до лінії фронту, залишки снарядів тощо.

Вже пройшла посівна озимих культур і можна спостерігати значне скорочення посівних площ. Засіяно 3,8 млн га озимих зернових культур, що на 26% нижче порівняно до осіннього показника 2021 року на контрольованих територіях та на 43% нижче до посівів на всій території України. Варто зазначити, що північно-східні та центральні області більш критично знизили площі озимої пшениці.

Причиною такої тенденції є обмежена експортна можливість, дорога логістика та, як наслідок, суттєва різниця в цінах по регіонах. Регіони, що знаходяться територіально близько до морських портів та кордонів з ЄС, мають вищу ціну на сільськогосподарську продукцію в порівнянні з регіонами на півночі та сході нашої країни. Так, на Закарпатті ціна 1 т кукурудзи з ПДВ – 6800 грн, а в Сумській області – 4900 грн. Проте, навіть в західних областях ціна є збитковою. Тому близькість до кордону з ЄС і працюючих портів визначає спроможність відповідних областей до продовження виробництва зерна.

Враховуючи значну частку логістики в ціні зернових культур цього року, буде спостерігатися зменшення посівів під зерновими культурами з одночасним збільшенням посівів під олійними культурами. Ціна на олійні в 2 рази перевищує ціни на зернові культури на світовому ринку. Тому за попередніми оцінками, посівні площі під зерновими культурами в 2023 році становитимуть 8,7 млн га, що на 22% менше показника 2022 року та на 45% менше показника 2021 року. При цьому посівні площі під олійними прогноуються на рівні 9,7 млн га, що на 32% перевищує показник 2022 року та на 9% більше показника 2021 року. Це вперше посівні площі під олійними культурами будуть більше, ніж під зерновими.

Враховуючи зниження внесення добрив на 50-60%, значні незібрані площі кукурудзи в полях, нестачу фінансування та необхідність суттєвої економії, очікувана врожайність знизиться залежно від регіону і культури на 10-30% порівняно до середньої урожайності минулих років.

В підсумку, прогнозований вал зерна в 2023 році може скласти 34 млн т, що на 37% менше показника 2022 року та на 60% менше показника 2021 року. Щодо олійних культур, то очікується валовий збір 19,3 млн т, що на 13% більше показника 2022 року та на 15% менше показника 2021 року.

З урахуванням наведених валових обсягів виробництва та внутрішніх потреб України, експортний потенціал зернових та олійних культур в 2023/24 МР буде близько 35 млн т або 3 млн т на місяць. Для порівняння: в 2021/22 МР експортний потенціал був на рівні 85 млн т зернових та олійних або 7 млн т на місяць.

Нагадаємо, що Франція допоможе Україні з посівним матеріалом. Домовленість про це було досягнуто під час зустрічі в Парижі заступника міністра аграрної політики та продовольства України Дениса Башлика з представниками міністерства економіки Франції, а також насінневих компаній та асоціацій.

УДК 631.4.002

SEASONAL COMPLETENESS OF GRAIN HARVESTERS COMBINE

Nichay I. M.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Combine harvesters in Ukraine belong to the category of agricultural machines that are constantly in short supply [1]. The fact is that, having a rather high cost, comparable to the price of modern tractors, combines are used in many farms for a limited time [2]. Therefore, it is not surprising that agro-producers mostly try to get by with a minimum of their own harvesters for harvesting or even rent them [3].

As a result, there is a lack of harvesting capacity every year, especially in the forest-steppe and northern part of Ukraine [4]. They start harvesting grain in the South, and then gradually transport part of their own and rented harvesters to the north in order to have time to harvest there as well [5]. In fact, even before the war, this scheme did not work very well, because there was a lack of harvesting machines [6].

What can we say today, when a certain part of this park of scarce agricultural machinery was lost as a result of hostilities or was simply stolen by thieves. This applies to both southern and eastern and northern regions. Everyone knows about the brand new agricultural machinery stolen from Melitopol, which the thieves took all the

way to Chechnya. However, the losses of agricultural machinery, in particular grain harvesters, are much larger [7].

This creates obvious problems for farmers and organizations providing harvesting services. The harvest is just around the corner, and for now, it is urgent to take care of the technical support for harvesting early cereals and rapeseed, and later - sunflower and corn.

Therefore, one of the categories of agricultural machinery that has the greatest demand is currently harvesters, and the main source of their income is the nearest countries of Western Europe, primarily Poland and Germany. The situation with logistics is currently such that you can't bring much from North America - it's good that weapons reach Ukraine on time. Therefore, it is obvious that a flow of used harvesters from Europe will come to us.

It is clear why used ones: 200-300 or more thousand euros for a new harvester can be paid today by a small percentage of domestic farmers. But in principle, this category of farms should have their own combines. Most farmers with money are struggling these days, and the most they can hope for is a good used machine with moderate mileage (Fig. 1).



Fig. 1. Combine with moderate mileage

This is what characterizes combines from the European Union, which are used mainly on farms with small areas. Therefore, it is quite possible to find an "almost new" harvester with an adequate price tag.

Of course, it is also worth paying attention to the government's preferential lending programs for farmers. They are now loudly advertised, and it has been seen that such programs provide more than 20 billion hryvnias for the support of farmers. But the whole thing is probably not very fast, while combines are actually needed here and now.

In choosing a used combine harvester, the personality of the seller is very important, as well as the technical support of the deal. It is ideal if a Ukrainian intermediary, with whom the farm has been working for many years, will take care of all the trouble. It can be either a company specializing in the import of used equipment or an official brand dealer selling both new and used equipment. After all, hardly anyone would want to buy a cat in a bag.

If it was decided to choose a combine somewhere in Germany and bring it to Ukraine, additional expert support is still needed. After all, someone has to make sure that the car is in good technical condition, organize delivery, solve all customs issues... Frankly, without qualified support, it will be very difficult here, given our bureaucratic realities, which have not disappeared even during the war.

Speaking about the technical requirements for choosing a combine harvester, we remind you that keyboard models are oriented towards high-quality work with yields of up to 5–6 t/ha, and rotary models are for a larger mass of grain per hectare. Therefore, it is necessary to accurately assess the needs of one's own farm, including the list of crops and their average yield.

The same applies to the selection of a header for the machine, taking into account the average yield on the farm, the topography of the fields, the actual performance and engine power of the model. Of course, the owner of the farm strives to work with maximum productivity, loading the combine to almost 100%. One of the elements of achieving this is the width of the working grip. The longer the harvester, the faster the harvest will be.

But there is a difference: whether the combine moves on a flat field or downhill, whether the yield on the field is 5 t/ha or 10, etc. Therefore, by installing a header of the maximum permissible length for a particular model of the combine, you can create problems for yourself. The machine will "suffocate", consume too much fuel, wear out faster, thresh poorly... Therefore, it is always better to choose the middle ground, taking care of work performance, fuel consumption and equipment resource.

It is also important to note the intelligent support of the harvester. After all, modern models of grain harvesting machines can work in different modes of lower/higher yield and different harvested crops. And, let's say, by setting the corn harvesting mode, and even to a certain average yield, you can work with minimal fuel consumption, maximum productivity and threshing quality. This will allow you to win both time and money. It is also important to pay attention to the convenience and speed of changing sub-drums for harvesting different crops. After all, in some models you can spend literally a few minutes on this, and in others – almost half a day.

A modern harvester should also be comfortable for a person to work for a long time. It's not even about air conditioning or climate control – this is a mandatory condition, but about the comfort of the chair, ergonomics and visibility of the cabin, as well as lighting. A person in a harvester should be minimally tired and work comfortably for many hours, regardless of weather conditions and time of day. Any uncomfortable or inconvenient factors will directly affect the productivity and quality of grain harvesting.

It is very good if the machine will be equipped, perhaps, with basic elements used in precision agriculture. This is primarily movement according to an accurate signal to avoid omissions, which directly affects work productivity, as well as systems for determining the current field yield and grain moisture. The last factor is important for making a decision about harvesting on a specific day or hour of the day. The current yield, in addition to being informative, makes it possible to create field yield maps. Today, it is becoming almost a mandatory requirement in crop production.

And, of course, it is important to provide high-quality service for the machine along with the constant availability of components. You should not choose a machine from a manufacturer that is exotic for our region or simply an atypical combine harvester model. Even under peacetime conditions, this meant inevitable problems and the threat of downtime during the harvest, to say nothing of wartime conditions.

One way or another, Ukrainian farmers cannot do without additional harvesting capacities this year. That's why it's worth starting the selection of a used, but such a necessary combine harvester. But, of course, if financial opportunities allow, it is better to choose a new combine.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.

4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Borak K.V., Lavrinenko O.T., Bannyi O.O. Research on a grain cultiseeder for subsoil-broadcast sowing. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2021. Bucharest. Vol. 63. No 1. P. 385–396. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-63-39>.

5. Kuzmich I. M., Rogovskii I. L., Titova L. L., Nadtochiy O. V. Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 052002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.

6. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for rural development*. 2019. Vol. 18. P. 291–298.

7. Тітова Л. Л., Ничай І. М. Методологічні положення технічного рівня використання комплексу сільськогосподарських машин. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11. No 3. P. 151–162.

УДК 631.2.001

СТАН ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ В УКРАЇНІ

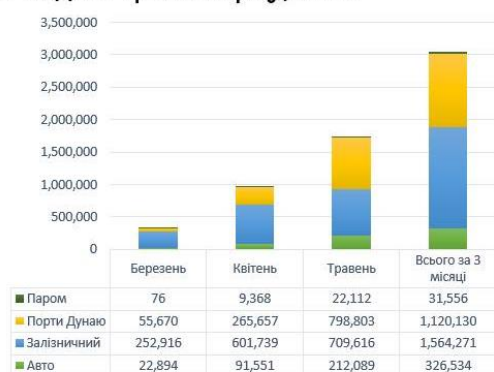
Воронков О. А.

Відокремлений структурний підрозділ "Фаховий коледж інженерії, управління та землевпорядкування Національного авіаційного університету

Протягом травня 2022 року Україна відвантажила на експорт усіма видами транспорту більше 1,743 млн тонн зернових [1], олійних та продуктів переробки, що складає 180% від квітневого обсягу 2022 року (рис. 1).

Експорт пшениці зріс з 9,2 тис. тонн у квітні до 43,5 тис. тонн у травні 2022 року, але це майже в 20 разів менше, ніж у травні 2021 року – 857,8 тис. тонн.

Сукупний пропуск на експорт за видом транспорту, тонн



Розподіл експорту за видами транспорту (за 3 місяці)

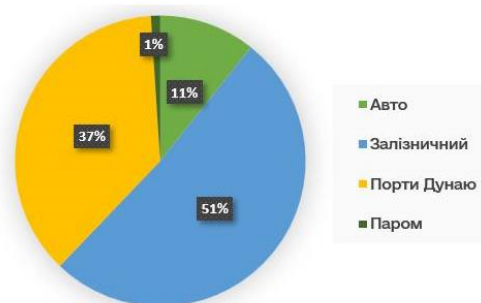


Рис. 1. Стан зовнішньої торгівлі аграрної продукції

Фактичний експорт ячменю майже не змінився і склав 11,6 тис. тонн проти майже 11,8 тис. тонн у квітні 2022 року, що приблизно в два рази менше показника травня 2021 року [2].

Обсяги відвантаженої кукурудзи становлять 959,35 тис. тонн у травні, що на 60% перевищує квітневий обсяг у 601 тис. тонн. Протягом травня 2021 року було експортовано 2,245 млн тонн кукурудзи.

Суттєво у травні зріс обсяг фактично відвантаженого на експорт соняшнику – з 104 тис. тонн у квітні до 341,8 тис. тонн у травні 2022 року, що майже в два рази перевищує обсяги експорту всього попереднього сезону – 189,6 тис. тонн.

Протягом травня 2022 року фактично було проекспортовано 66,62 тис. тонн соєвих бобів, що на 17% більше, ніж у квітні 2022 року, і майже вдвічі більше, ніж у травні 2021 року – 36,18 тис. тонн [3].

Крім того, іноземним покупцям було відвантажено 16,08 тис. тонн соєвої олії, що приблизно відповідає квітневим 16,38 тис. тонн. У травні 2021 року було експортовано 20,6 тис. тонн соєвої олії [4].

Реальний експорт соняшникової олії у травні становив 202,65 тис. тонн, або на 56% більше, ніж у квітні 2022 року, однак цей показник суттєво нижчий за 501,8 тис. тонн у травні 2021 року (рис. 2).

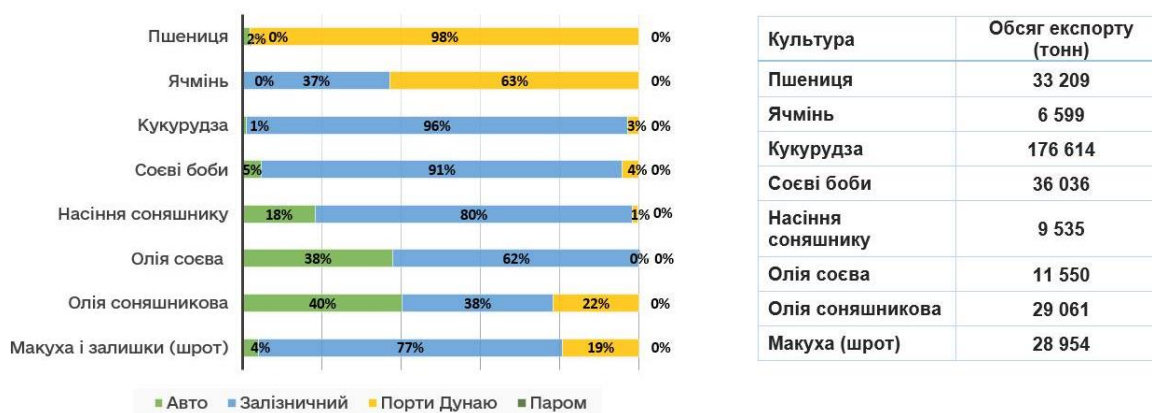


Рис. 2. Березневий експорт окремих культур за видами транспорту

Фактичний експорт шротів у травні склав 101 тис. тонн, що в 2,6 разів більше, ніж у квітні 2022 року, але все ще суттєво менший за попередній травень, коли експорт соняшникового шроту склав 440 тис. тонн (рис. 3).

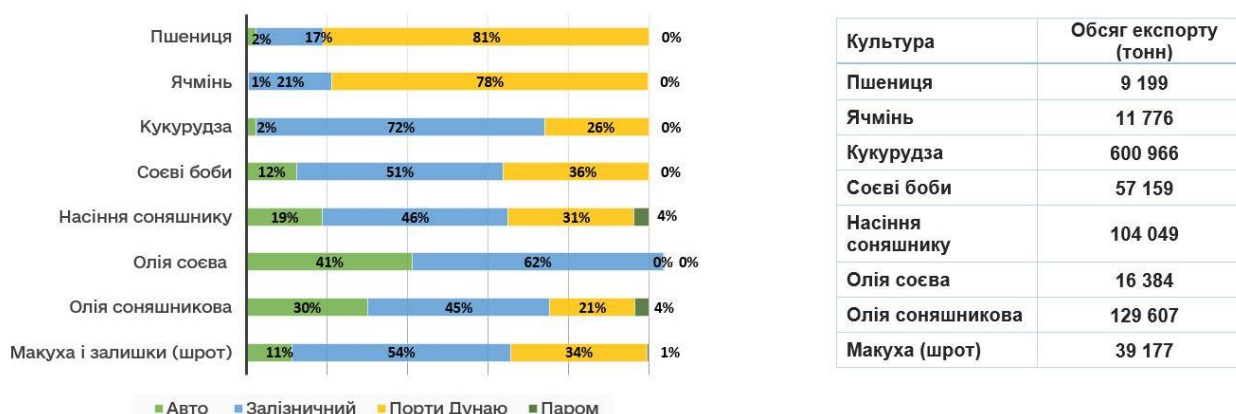


Рис. 3. Квітневий експорт окремих культур за видами транспорту

У травні в порівнянні з квітнем 2022 року відбулась переорієнтація каналів експорту: водним транспортом (річкові порти та паромні переправи) було експортовано 798,8 тис. тонн та 22,1 тис. тонн відповідно, що зробило річкові порти України головними експортними воротами. Залізничним транспортом було відвантажено 709,6 тис. тонн зерна, олійних та продуктів переробки. 75% пшениці, 50% сої, 59% соняшнику та 57% ячменю було експортовано через річкові порти, тоді як 53% від фактично відвантажених обсягів кукурудзи та 56% соєвої олії було здійснено за допомогою залізничного транспорту. Експорт соняшникової олії відбувався протягом травня майже рівномірно усіма видами транспорту – 32% автомобільним, 28% залізничним та 35% річковим.

Порт Рені відвантажив на експорт 398 тис. тонн продукції, Ізмаїльський порт – 327,9 тис. тонн. Через Володимир-Волинський – Хрубешув було фактично вивезено 206,2 тис. тонн зерна, олійних та продуктів переробки, тоді як через Чоп – Захонь, Чірна над Тисою – 118,05 тис. тонн.

References

1. Воронков О. А., Роговський І. Л. Модель технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу агрохолдингу. Розвиток транспорту. Одеса. 2022. No 2(13) С. 42-52. <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.04>

2. Воронков О. А., Роговський І. Л. Аналітичні положення ефективності роботи збирально-транспортного комплексу зернового збіжжя. Вісник Національного транспортного університету. Серія: технічні науки. 2022. Вип. 1 (51). С. 74-83. <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-074-083>.

3. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

4. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

УДК 631.4.005

DIRECTION OF INFLUENCE ON OPERATING RELIABILITY OF GRAIN HARVESTERS COMBINES

Shvydun O. V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The increasing complexity of technical devices, the increasing responsibility of the functions performed by technical systems, the increasing requirements for the quality of products and the conditions for their operation, the increased role of automation in the control of technical objects are the main factors that determined the main direction in the development of the science of reliability. Machines are becoming more and more complex, the number of elements in them is in the tens of thousands. If you do not take special measures to ensure reliability, then any machine will practically be inoperable.

Insufficient by modern standards, the quality and reliability of domestic combine harvesters, as a result of their insufficient development, revealed at the later stages of development and creation, leads to a significant increase in the cost of the operation of

combines. It has been established that the elimination of design and production miscalculations that reduce the reliability of complex technical systems during experimental development requires an order of magnitude greater costs than during design, and when finalizing serial products, under operating conditions, these costs increase by another two to three orders of magnitude.

For modern combines, downtime due to low operational reliability entails losses associated not only with the costs of eliminating failures and downtime of combines, but also with crop losses due to increased harvesting time, biological losses and untimely implementation of the necessary agrotechnical operations.

The analysis of methods related to improving the operational reliability of combine harvesters showed [1] that one of the possible ways to improve the reliability of combines during repair and maintenance is a method aimed at reducing the time for repair and restoration ($\tau_c = \tau_1 + \tau_2$) grain harvesters by reducing the time for repair (τ_1) and delivery (τ_2) to the field of broken parts and assembly units.

Since the repair and restoration of grain harvesters is largely determined by the efficient operation of the dealer network, which is not always able to provide urgent delivery of spare parts to the agricultural producer due to the large distances between the dealer and the manufacturer (up to 1000 km or more) in the absence of the necessary spare part dealer, then it is proposed to introduce distribution structures (regional warehouses), which could eliminate the shortcomings of the currently existing two-level maintenance system [2].

The presence of regional warehouses, which provides the so-called three-level technical service system, allows servicing subordinate dealers and, thus, bringing the manufacturer's warehouse closer to consumers.

The reliability of recoverable systems, which include combine harvesters, is estimated by the mean time between failures (T_0), failure rate parameters (λ), mean recovery time (τ_c), recovery intensity (μ), availability factor (K_g) and other indicators.

A recoverable system with intensity λ tends to accept the state of failure, and with intensity μ – to go into a working state. Assuming that $\lambda = \text{const}$, one can clearly see how much the system reliability will increase by increasing μ (reducing the recovery time τ_c) for a certain time t . For example, with a tenfold increase in μ for the moment $\lambda/\mu = 1$, the reliability will increase from $G(t) = 0.41$ to $G(t) = 0.95$. On Fig. 1 plotted the readiness function for the exponential distribution law at $\lambda/\mu = \text{const}$.

The probability of a healthy state of the system at time t is the readiness function $G(t)$ [3]. This indicator is a complex indicator of reliability, evaluating two properties of the system – non-failure operation and maintainability. The readiness function $G(t)$ gives an estimate not for the entire period from 0 to t , but only at a given time t , since before that the restored system could be in both a healthy (0) and inoperable (1) states:

$$G(t) = f(\lambda, \mu, t). \quad (1)$$

Asymptotic value of the readiness function [see formula (1)] as $t \rightarrow \infty$ is the availability factor [4]. Thus, the availability factor specified in the technical specifications for combine harvesters is the probability that the system will be

operational at an arbitrary point in time, except for the planned periods during which the system is not intended to be used for its intended purpose.

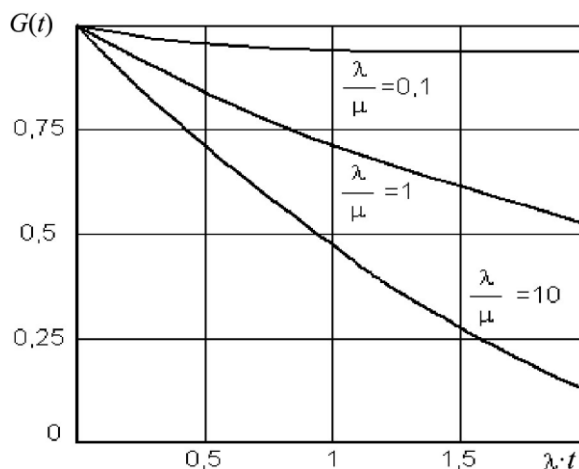


Fig. 1. The readiness function of the restored system for various λ/μ

The transition of the system from an inoperable (limiting) state to a functional one is carried out using restoration or repair operations. The first ones mainly include the operations of identifying a failure (determining its place and nature), replacement, regulation, and final operations of monitoring the health of the system as a whole. However, in order to carry out repairs to replace a failed unit or part, it is necessary to deliver them to the place of repair, which may take considerable time. When analyzing the reliability of the combine, we use a number of the most frequently introduced assumptions.

1. The flow of failures in the system is the simplest, i.e., the requirements of ordinariness, stationarity and absence of consequences are met ($\lambda = 1/T_0 = \text{const}$).
2. The recovery flow is the simplest, i.e. $\mu = 1/\tau_c = \text{const}$.
3. Recovery occurs through repair or replacement, followed by tuning and checking the operability or serviceability of the system at the same time τ_c .

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.
2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.
3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for rural development*. 2019. Vol. 18. P. 291–298.

УДК 631.2.058

ACCESSIBILITY AND INFORMATION SCOPE OF TECHNICAL MAINTENANCE OF SELF-PROPELLED BEETHARVESTER COMBINES

Kobernik M. V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The engine compartment and bunker are easily accessible. The engine compartment and bunker on the REXOR combine is conveniently accessible from a ladder on the left side of the machine (Fig. 1). Large covers on the right and left sides, as well as on the rear of the machine [1], make it easy to carry out the necessary maintenance work [2]. Lighting on the inside of the lids allows you to work even in the dark.



Fig. 1.

Most of the work can be done with the tools supplied as standard with the machine and located in the tool box at the rear of the machine (Fig. 2). There is also storage space for wear parts.

The ErgoDrive cab is equipped with 12 LED headlights, pneumatically folding electrically adjustable and heated exterior mirrors, comfortable seat, second seat, CD/MP3 radio with Bluetooth hands-free calling, air conditioning, roller blinds and 12W sockets. At the top of the ladder platform is a pneumatic connector.



Fig. 2.

The central element of the ErgoDrive cabin is an ergonomic armrest with freely programmable elements and a control panel (Fig. 3).



Fig. 3.

The two CCI 100 control panels display all machine functions and status. Machine parameters can be set or changed very easily.

References

1. Rogovskii I. L., Zapadlovskij O. S. Research of vibroacoustic signals in diagnostics of technical condition of engines of beet harvesters combines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042032.
2. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

УДК 631.2.067

УЗГОДЖЕНІСТЬ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ

Можарівський Д. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

З метою обґрунтування і підвищення ефективності методу оцінки технічного стану паливної апаратури двигунів зернозбиральних комбайнів була розроблена математична модель для розрахунку кількості палива, що подається при діагностуванні, розглянуті можливості застосування і роль діагностування при технічному обслуговуванні та ремонті [1]. Обґрунтовано основні параметри, що визначають ефективність роботи паливної апаратури, якими є тиск початку подачі палива ($P_{впр}$); кут випередження подачі палива ($\varphi_{т.н.}$); і циклова подача (кількість палива, що подається – Q_M).

Теоретичний процес впорскування можна представити в наступному вигляді:

$$\Delta Q_p = \mu_r f_p C_{впр} \Delta t; \quad (1)$$

де $C_{впр}$ – швидкість витікання палива через розпилюючі отвори форсунки, м/с; t – час впорскування, с; $\mu_r f_p$ – фактична пропускна здатність форсунки, м².

Час впорскування можна уявити як:

$$\Delta t = \frac{\varphi_{н.в.} - \varphi_{к.в.}}{\omega_{т.н.}} = \frac{\varphi_{т.н.}}{(6n_{т.н.})} = \frac{\varphi_{н.в.} - \varphi_{к.в.}}{(6n_{т.н.})}; \quad (2)$$

де $\varphi_{т.н.}$ – величина повороту кулачкового вала паливного насоса, радіан; $\varphi_{н.в.}$ – положення кулачкового вала в момент початку впорскування палива, радіан; $\varphi_{к.в.}$ – положення кулачкового вала в момент закінчення впорскування палива, радіан; $n_{т.н.}$ – обороти кулачкового вала паливного насоса високого тиску, с⁻¹.

Тоді основне рівняння кількості палива, що подається матиме такий вигляд:

$$Q_p = \left[\frac{\mu_r f_p}{6n_{т.н.}} \right] C_{впр} \varphi_{т.н.} \cdot \quad (3)$$

Для практичного застосування отриманої формули необхідно виділити основні параметри, що впливають на кількість уприскуваного палива.

Швидкість уприскування палива, тобто швидкість витікання рідини через отвір $C_{впр}$ визначається за формулою:

$$C_{впр} = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_t}}; \quad (4)$$

де φ – коефіцієнт швидкості (безрозмірний); ρ_t – щільність палива г/м³; ΔP – тиск струменя палива, що впорскується, Па.

Тиск струменя уприскуваного палива визначається за виразом:

$$\Delta P = P_{\text{впр}} - P_{\text{пр}}; \quad (5)$$

де $P_{\text{впр}}$ – тиск палива перед розпилюючими отворами, г/м; $P_{\text{пр}}$ – тиск навколишнього середовища, в яку проводиться уприскування, Па.

Визначивши швидкість уприскування палива можливо за допомогою вимірювання тиску, що чиниться струменем уприскуваного палива на рухливий пьезоакселерометричний датчик [2]. У цьому випадку швидкість датчика, на який впливає струмінь палива, можна уявити як:

$$v_d = \frac{c_{\text{впр}}}{(1 + K_{\text{п}} t_{\text{п}} c_{\text{впр}})}; \quad (6)$$

де v_d – швидкість датчика, м/с; $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт втрати (розсіювання) енергії, 1/м; $t_{\text{п}}$ – час руху порції палива до зіткнення з датчиком, с.

Для кожної подачі палива характерно певне значення коефіцієнта втрати енергії $K_{\text{п}}$. Значення коефіцієнта встановлюється експериментальним шляхом в лабораторії або береться з довідників, складених на підставі експериментів.

Струмінь палива, впорскується в камеру згорання, можна уявити як безліч окремо взятих частинок, що володіють певною масою. Сумарну масу частинок уприскуваного палива можна виразити рівнянням:

$$\Delta m_k = \mu_p f_p c_{\text{впр}} \rho_T \Delta t; \quad (7)$$

де Δm_k – сумарна маса частинок, г.

Струмінь палива, що впорскується має визначену енергією. Сила, з якою струмінь палива впливає на датчик, визначається сумарною енергією всіх частинок уприскуваного палива:

$$M v_d = \Delta m_k c_{\text{впр}} \cos \theta; \quad (8)$$

де M – маса датчика, г; $\cos \theta$ – кут струменю до датчика, радіан.

Сумарну масу часток можливо визначити через швидкість датчика:

$$\Delta m_k = \sqrt{M S \rho_T v_d \Delta t}; \quad (9)$$

де S – площа струменю уприскуваного палива, м².

Результуючу циклову подачу палива можна уявити як суму мас всіх частинок уприскуваного палива:

$$Q_m = \Delta m_k; \quad (10)$$

де Q_m – маса уприскуваного палива, г.

З огляду на, що швидкість v_d основного датчика, представлена у формулі (6), пов'язана з масою частинок Δm_k , виражених через рівняння (9), кількість упорскуваного палива по масі, описане у формулі (10), слід описати рівнянням:

$$Q_m = \sqrt{M S \rho_T v_d \Delta t}. \quad (11)$$

Параметри, що визначають кількість палива, що впорскується в рівнянні (11), поділяються на дві групи. В першу групу слід віднести наступні параметри, значення яких відомі: маса датчика M , переріз струменя, уприскуваного форсункою палива S , яке для достовірності обчислення повинно бути

представлено як фактичне пропускне переріз форсунки $\mu_{рр}$, частота обертання кулачкового вала паливного насоса високого тиску $n_{т.н}$, положення кулачкового вала в момент закінчення упорскування $\varphi_{к.в}$ і щільність палива $\rho_{т}$. у другу групу включені всі вимірювані, змінні параметри: швидкість датчика $v_{д}$ і кут випередження подачі палива (положення кулачкового вала в початок упорскування) $\varphi_{н.в}$. Запишемо рівняння (11) з поділом постійних і змінних параметрів і виразимо час впорскування через рівняння (2):

$$Q_{м} = \sqrt{M\mu_{рр}f_{р}\rho_{т}} \times \sqrt{v_{д} \times \frac{\varphi_{н.в.} - \varphi_{к.в.}}{(6n_{т.н})}}. \quad (12)$$

Висловимо швидкість датчика через швидкість струменя палива з урахуванням втрат. Підставимо в рівняння (6) рівняння (4), з урахуванням рівняння (5), отримаємо вираз швидкості датчика, виражену через різницю тисків і коефіцієнт втрати:

$$v_{д} = \frac{\varphi \sqrt{\frac{2}{\rho_{т}} (P_{впр} - P_{пр})}}{\left(1 + K_{п} t_{п} \varphi \sqrt{\frac{2}{\rho_{т}} (P_{впр} - P_{пр})}\right)}. \quad (13)$$

З огляду на, що час впорскування палива визначається рівнянням (2), підставимо в рівняння (12) рівняння (13), тоді отримаємо кількість палива, що подається, залежне від 2 змінних, які необхідно виміряти: тиск початку впорскування палива $P_{впр}$ і кут випередження подачі палива $\varphi_{н.в}$:

$$Q_{м} = \sqrt{\mu_{рр}f_{р}M\rho_{т}} \times \sqrt{\frac{\varphi \sqrt{\frac{2}{\rho_{т}} (P_{впр} - P_{пр})}}{\left(1 + K_{п} t_{п} \varphi \sqrt{\frac{2}{\rho_{т}} (P_{впр} - P_{пр})}\right)}} \times \frac{\varphi_{н.в.} - \varphi_{к.в.}}{(6n_{т.н})}. \quad (14)$$

Таким чином, отримане рівняння враховує всі параметри, які впливають на кількість палива, що впорскується, що дозволяє з достатнім ступенем точності розраховувати циклову подачу, використовуючи відомі постійні і підставляючи виміряні значення змінних параметрів ($P_{впр}$ і $\varphi_{н.в.}$).

Дана математична модель дозволяє створити комплексний автоматизований метод діагностування паливної апаратури дизелів лісових машин в умовах експлуатації.

Література

1. Можарівський Д. М., Тітова Л. Л. Інженерний менеджмент діагностичних параметрів двигунів зернозбиральних комбайнів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів. 2022. Вип. 2(48). С. 35–49. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.6>.

2. Mozharivsky D. M. Analysis of effectiveness of process operational and technological reliability of combine harvesters. ТЕКА. Semi-Annual Journal of Agri-Food Industry. 2021. Vol. 21(2). P. 43–51.

УДК 631.4.002

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЗМОЧУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСЕРВАЦІЙНИХ СПОЛУК ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Кузьмич І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У процесі експлуатації забарвлені поверхні вузлів тукорозкидальних машин піддаються дії хімічно активних інгредієнтів і руйнуються на ділянках зі слабким протикорозійним захистом. Через зруйноване лакофарбове покриття проникають волога, кисень та іони солей, які є стимуляторами електрохімічної корозії металу. Через війну розвитку корозійних процесів спочатку відбувається ослаблення міцності металевих деталей і зварювальних швів машини, та був їх руйнація під впливом експлуатаційних навантажень.

Розкидачі добрив, як і інші сільськогосподарські машини, після закінчення періоду експлуатації слід вимити, висушити і поставити на тривале зберігання, при цьому на поверхні деталей і вузлів зі зруйнованим лакофарбовим покриттям необхідно нанести захисне покриття. Зачищення корозійних плям і виразок потребує суттєвих витрат праці, які можуть бути економічно виправдані при подальшому нанесенні багатошарового високоякісного лакофарбового покриття.

При використанні консерваційних складів для тимчасового протикорозійного захисту термін зберігання 8-10 місяців зачистку деталей від корозії не проводять. У цьому випадку склади, що наносяться по іржі, повинні мати хороші інгібуючі і змочують властивості, що забезпечують гальмування корозійних процесів під ними.

Процес змочування має першорядне значення, оскільки є основною умовою формування захисних покриттів. Від якості змочування та розтікання консерваційного складу по поверхні багато в чому залежить зовнішній вигляд, суцільність, адгезійна міцність та захисна здатність покриттів. У здійсненні міцного адгезійного зв'язку важливе місце відводиться процесам мікрореологічного затікання рідкого матеріалу в мікропори і тріщини поверхні, що захищається [1].

Іржа на поверхні металу є пористим тілом, що складається з безлічі різноманітних капілярів. Крапля захисного матеріалу, розтікаючись поверхнею іржі, змочує і вбирається в її пори [2].

Змочування твердого тіла на практиці найчастіше оцінюють крайовим кутом θ між поверхнею твердого тіла та дотичною, проведеною до поверхні рідини з будь-якої точки периметра змочування. Крайовий кут θ (кут змочування) відраховують з боку рідини. При $\theta < 90^\circ$ рідина проникає в поглиблення поверхні подібно до того, як вона всмоктується в змочуються капіляри. Це покращує змочування шорсткої поверхні. Якщо $\theta > 90^\circ$, то рідина не проникає в поглиблення, що погіршує змочування шорсткої поверхні [3]. У

[4] відзначено існування прямої залежності між кількістю рідини, поглиненої пористим тілом і $\cos \theta$. При зменшенні в'язкості рідини відбувається збільшення $\cos \theta$ при розтіканні і поліпшення здатності, яка просочується [2].

Визначимо умови, за яких можливий рух консерваційного складу крізь вузькі пори іржі. Розглянемо вертикальну пору у формі зрізаного конуса, що звужується в глибину іржі (рис. 1).

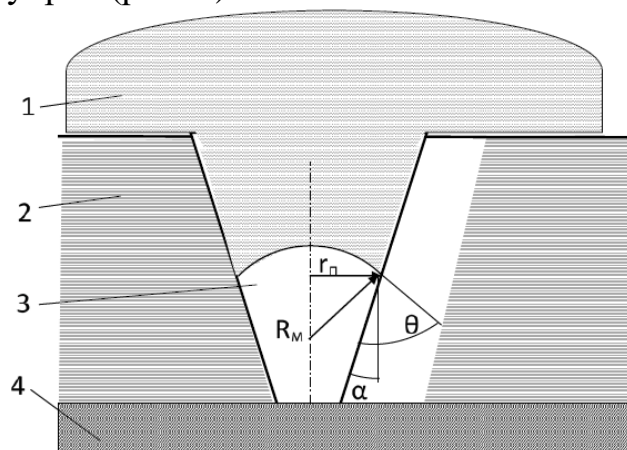


Рис. 1. Схема заповнення пори консерваційним складом: 1 – консерваційний склад; 2 – продукти корозії (іржа); 3 – час; 4 – метал

У цій порі фронтальна поверхня рідкого складу утворює сферичний увігнутий меніск з радіусом кривизни R_m . Відповідно до рівняння Лапласа [89], увігнутий меніск рідини створює в ній негативний капілярний тиск p_k , спрямоване вниз у бік повітря. Розмір цього тиску (тиску Лапласа) розраховується за такою формулою:

$$p_k = \frac{2\sigma_n}{R_m} \quad (1)$$

де σ_n – поверхневий натяг складу, Н/м; R_m – радіус кривизни меніска, м.

Радіус R_m кривизни меніска визначимо з рис. 1:

$$R_m = \frac{r_p}{\cos(\theta - \alpha)} \quad (2)$$

де r_p – радіус пори по меніску, м; θ – крайовий кут змочування складом стінки пори; α – кут нахилу стінки пори до її осі.

Для спрощення подальшого аналізу приймемо, що крайовий кут змочування однаковий по всій довжині пори. Це правомірно, оскільки завдання полягає у встановленні тенденції руху складу у порі, а чи не у розрахунку цього руху. Підставимо вирази (2), (1) і визначимо капілярний тиск під меніском:

$$p_k = \frac{2\sigma_n \cos(\theta - \alpha)}{r_p} \quad (3)$$

Аналіз рівняння (3) показує, що консерваційний склад може затікати як в циліндричну пору (при $\alpha = 0$), так і в розширену з негативною величиною кута нахилу (при $\alpha < 0$). Просочування пор іржі припиняється при капілярному тиску близьким до нуля, коли $\cos(\theta - \alpha_0) = 0$. Цей випадок можливий в порі, що розширюється при кутах:

$$\theta - (-\alpha_n) = \frac{\pi}{2} \quad (4)$$

З виразу (4) отримуємо кут нахилу α_n пори, що розширюється, при якій її просочування захисним складом стає неможливим:

$$\alpha_n = \frac{\pi}{2} - \theta \quad (5)$$

Якщо прийняти, що поверхневе натяг складу $\sigma_n = const$, то величина капілярного тиску в порах іржі залежить не тільки від радіусу r_n пори, але і від різниці кутів $(\theta - \alpha)$. При куті нахилу α_0 стінки пори, рівному крайовому куту змочування ($\alpha_0 = \theta$), величина $\cos(\theta - \alpha_0) = 1$, а капілярний тиск стане максимальним. При великих ($\alpha > \alpha_0$) або менших ($\alpha < \alpha_0$) кутах нахилу стінки капілярний тиск знизиться. Більший капілярний тиск має місце у найвужчому перерізі конусоподібної пори [3].

Визначимо зміну максимального капілярного тиску, який розвивається консерваційним складом у порі іржі (при $\alpha_0 = \theta$) залежно від діаметра пори: $d_n = 2r_n$. За даними [4] поверхневий натяг деяких продуктів нафтопереробки, які можуть бути використані як сировина для отримання консерваційних матеріалів, становить $\sigma_n = 0,039$ Н/м. Капілярний підпір h_k , що відповідає максимальному капілярному тиску - $p_{k.max}$, визначиться з рівності:

$$p_{k.max} = \frac{4\sigma_n}{d_n} = \rho_c g h_k \quad (6)$$

де ρ_c – густина складу, в середньому $\rho_c = 900$ кг/м³; g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с². З (6) визначимо капілярний підпір:

$$h_k = \frac{4\sigma_n}{\rho_c g d_n} \quad (7)$$

Результати розрахунків капілярного підпору h_k , виконані за формулою (7) для пір діаметром від 1 до 20 мкм, відображені у таблиці 1.

Таблиця 1

Капілярний підпір, створюваний складом у порах іржі

Діаметр перерізу пори, d_n , мкм	1	2	5	10	20
Капілярний підпір, h_k , м	17,7	8,8	3,5	1,8	0,9

За даними табл. 1 в звужуються порах максимальний капілярний підпор може досягати істотної величини: 0,9–17,7 м.

Якщо просочування проводиться дисперсією і частинки дисперсії досить великі, то вони частково або повністю можуть відфільтруватися і залишатися на поверхні, що покривається. Різна пористість поверхні, що фарбується, відбивається на ступені вбирання сполучного. Дослідженнями процесів вбирання фарб встановлено, що приблизно 20% сполучного першого шару фарби вбирається в підкладку.

Негативний капілярний тиск, що створюється у складі під плівкою поверхневого натягу, може інтенсифікувати проникнення у глибокі та вузькі пори іржі більш рухомого розчинника, відфільтрованого з нанесеного складу. Випаровування прониклого в пори розчинника може спричинити утворення

газових мікроміхурів, що перешкоджають проникненню складу до металу, що захищається. Тому при нанесенні на іржаву поверхню слід очікувати погіршення захисних властивостей покриттів із консерваційних складів, що містять пари розчинника. Це підтверджується результатами дослідження бензино-бітумних складів. Тобто захисна ефективність бензино-бітумних складів більшою мірою залежить від стану поверхні. Якщо вихідна поверхня прокородована, то швидкість корозії під бензино-бітумним покриттям зростає у 8-10 разів. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що консерваційні склади з висококиплячими (важколетучими) розчинниками можуть краще заповнити пори іржі, забезпечивши при цьому більш тривалий протикорозійний захист прокородованого металу.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.

2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

3. Rogovskii I. L. Model of stochastic process of restoration of working capacity of agricultural machine in inertial systems with delay. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(3). P. 143–150.

4. Kuzmich I. M., Rogovskii I. L., Titova L. L., Nadtochiy O. V. Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 052002. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.

УДК 631.4.002

ПАРАМЕТР ПОТОКУ ВІДМОВ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Задорожнюк Д. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Параметр потоку відмов це щільність ймовірності виникнення відмови несучої системи, яка визначається для моменту часу, що розглядається. Параметр потоку відмов є одним із оптимізуючих показників надійності. Тому були вираховані статистичні і теоретичні показники параметра потоку відмов.

Статистичні значення $\hat{\omega}(W_{0i})$ визначалися по залежності:

$$\widehat{\omega}_i(W_{01}) = \frac{[\sum n_i(t+\Delta t) - \sum n_1(t)]}{N\Delta W_0} \quad (1)$$

де $\sum n_i(t + \Delta t)$, $\sum n_1(t)$ – число відмов при напрацюванні комбацна відповідно до часу $(t + \Delta t)$ і (t) ; N – число членів ряду, що розглядається.

Теоретичне значення для закону розподілу Вейбулла вираховувалися по залежності

$$\omega_i(W_{0i}) = \frac{b}{W_{0i}} \left(\frac{W_{0i}}{a} \right)^b \quad (2)$$

Вирахування критерію χ^2 при погодженні теоретичного і емпіричного законів розподілення відмов несучої системи комбайну (табл. 1).

Таблиця 1

Інтервали групування, га	n_i	P_i	$n_{ti} = n_i P_i$	$\frac{(n_i - n_{Ti})^2}{n_{Ti}}$
0...30	31	0,093	26,598	0,729
31...60	48	0,181	51,766	0,274
61...90	50	0,153	43,758	0,890
91...120	38	0,124	35,464	0,181
121...150	26	0,099	28,314	0,189
151...180	19	0,079	22,594	0,572
181...210	14	0,061	17,446	0,681
211...240	9	0,049	14,014	1,794
241...270	11	0,037	10,582	0,017
271...300	8	0,029	8,294	0,010
301...330	7	0,022	6,292	0,080
331...360	5	0,018	5,148	0,004
361...390	6	0,013	3,718	1,401
391...450	7	0,014	4,004	2,241
451 і вище	7	0,028	8,008	0,127
Всього:	286	1,0	286	9,190

Вирахування критерію χ^2 при погодженні теоретичного і емпіричного законів розподілення відмов несучої системи комбайну (табл. 2).

Таблиця 2

Інтервали групування, га	n_i	P_i	$n_{ti} = n_i P_i$	$\frac{(n_i - n_{Ti})^2}{n_{Ti}}$
0...24	38	0,120	29,400	2,516
25...48	44	0,195	47,775	0,298
49...72	33	0,151	36,995	0,431
73...96	26	0,118	28,910	0,293
97...120	21	0,091	22,295	0,075
121...144	17	0,071	17,395	0,009
145...168	14	0,056	13,720	0,006
169...192	12	0,043	10,535	0,204

193...216	9	0,034	8,330	0,054
217...240	8	0,026	6,370	0,417
241...264	6	0,021	5,145	0,142
265...288	5	0,016	3,920	0,298
289...312	5	0,012	2,940	1,443
313 і вище	7	0,046	11,270	1,618
Всього:	246	1,0	245	7,804

Параметр потоку відмов несучої системи комбайна (табл. 3).

Таблиця 3

Інтервали напрацювань, га	$\widehat{\omega}_i(W_{0i}) \cdot 10^{-2}$	$\omega_i(W_{0i}) \cdot 10^{-2}$
0...30	0,405	0,711
31...60	0,772	0,776
61...90	1,062	0,808
91...120	1,065	0,830
120...150	0,929	0,847
151...180	0,853	0,861
181...210	0,776	0,873
211...240	0,590	0,883
241...270	0,914	0,892
271...300	0,830	0,900
301...330	0,943	0,907
331...360	0,829	0,913
361...390	1,429	0,920
391...450	1,708	0,928
451...510	-	0,938

Результати розрахунків представлені у табл. 2 і табл. 3, звідки слідує, що теоретичне значення параметра потоку відмов практично постійні $(0,711 \cdot 10^{-2} \dots 0,938 \cdot 10^{-2}) \frac{1}{\text{га}}$ - для i $(1,058 \cdot 10^2 \dots 1,020 \cdot 10^2) \frac{1}{\text{га}}$ - для. Це підтверджує той факт, що прийнятий нами закон розподілу Вейбулла з параметрами $a = 128, b = 1,08$ для i $a = 96, b = 0,99$ для близький до експоненціального.

Отримані дані показників надійності всіх систем дозволили визначити досягнутий рівень надійності комбайна:

$\bar{t}_0 = 6,61$ год, $\bar{\omega}(t) = 0,151 \frac{1}{\text{год}}$, $\bar{P}(t) = 0,504$, $\bar{K}_r = 0,876$ (коефіцієнт готовності визначався з урахуванням статистичних значень напрацювання на відмову і нормативних значень часу усунення відмов).

Таким чином, отриманий вихідний матеріал для оптимізації показників надійності зернозбирального комбайна.

УДК 631.2.041

TECHNICAL CONDITION INDICATORS OF SELF-PROPELLED SPRAYERS

Liubchenko I. S.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

World leaders in the development and manufacture of machines for plant protection have recently produced sprayers with a large standard size range of basic parameters (tank capacity, width of capture), which allows to minimize spraying costs. Thus, the company "Amazone" produces trailed sprayers with a tank capacity of 600 to 1200 l and a boom width of 10 to 24 meters, and trailed sprayers with a tank capacity of 2000 to 4500 l and a width of 12 to 36 m. The company "Berthoud" (France) produces mounted sprayers with tank capacity from 800 to 3200 l, working width from 12 to 30 m, and trailed sprayers with tank capacity from 2500 to 4000 l and working width from 28 to 42 m. Dubex (Holland) produces trailed sprayers with tank capacity from 700 to 1100 l, working width from 12 to 24 m, and trailed sprayers with tank capacity from 1200 to 6000 l and working width from 27 to 36 m. The Damman company (Germany) produces sprayers with with a range of tank capacity from 2000 to 20000 l and a working width from 10 to 40 m. In total, leading companies produce more than 10 modifications of sprayers, and the largest is "Hardi" (Denmark) - 54 modifications. According to the research results, due to the optimization of the basic parameters of the sprayer to the specific operating conditions, the reduction of costs is from 2 to 7 UAH/ha.

The main direction of the development of technologies and technical means for plant protection is to increase the efficiency and environmental safety of the use of pesticides by improving the quality of their application and reducing losses. In this regard, recently, literally in the last two years, new technologies for applying the drug to plants and new working organs, new technological schemes of work, which ensure a significant increase in the efficiency of pesticide use and reduction of their losses, have been implemented in sprayers.

It is known that with a decrease in the size of the drops, the biological effect of the drug increases, but at the same time, the release of the drug into the atmosphere increases. In order to reduce the effect of this contradiction, fundamentally new pneumohydraulic sprayers have been developed and are already widely implemented in production, the peculiarity of which is considered to be that they solve to a certain extent the issue of increasing the biological efficiency of large drops due to the fact that these drops are partially filled with air after settling burst on the surface of plants. As a result, several drops of a much smaller size are formed from one relatively large droplet. Thus, spraying is carried out with large droplets that have a high degree of settling, and plants are treated with highly effective small droplets.

Almost all modern sprayers are equipped with an on-board computer or a control unit with executive, signal and information functions. Computers differ mainly in the

number of controlled parameters. Thus, "Djsitron" on-board computers of the company "Holder" (Germany) provide regulation of the flow rate of the working fluid depending on the speed of movement by changing the working pressure.

The development of sprayer designs also goes in the direction of increasing their productivity. For this purpose, the capacity of the tank and the width of the sprayers are increased, self-propelled sprayers are increasingly used, the reliability and durability of work increases, and they are equipped with devices that ensure the convenience and comfort of the operator's work and increase the productivity of the work as a whole. These are, in particular, a device for loading pesticides, self-cleaning filters, multi-position cut-off devices that allow you to quickly adjust the sprayer to the rate of pouring, devices for quickly filling the tank, markers. Some sprayers are equipped with wind shields or special diffusers.

Foreign companies offer a wide range of self-propelled sprayers. These are, in particular, the firms "BBG" (Germany), "Malroy", "Hardy" (Denmark), "Baridelli", "John Deere", "Cleanacres machinery" (England), "Naut", "Duven", "Cambetti Barre", "Matrot" and others. In most of these machines, at a high technical level, the issues of wheel drive, boom stabilization, process control and control over the quality of work are solved with extensive use of automatic devices.

Self-propelled sprayers allow you to increase the working speed by 10% to 20% due to the reduction of the impact on the unevenness of the treatment of soil irregularities, and their main advantage is less time spent on moving. But it should be noted that self-propelled sprayers are effective when used in specialized units for spraying rural areas. crops in farms and machine-technology stations, that is, where there is a large amount of work and the need to move over considerable distances.

Research of methods and technical solutions for forced deposition of droplets was carried out by analyzing literature data and patent and license search. At the same time, the main methods and technical solutions for the deposition of drops, which found practical application, were discovered. The method in which the droplets are affected by an artificially created air flow, which carries the droplets to the treated surface, has become the most widespread. Sprayers that are equipped with fans and flexible hoses work according to this principle, from which, through holes or special nozzles, air comes out under pressure and precipitates the droplets coming out of the sprayers located in front. Features of such sprayers are described above. Deposition of droplets is also performed by electrostatic methods. The essence of these methods is that the droplets are charged with a positive charge, after which they are attracted to the negatively charged surface of the plants.

In general, from the results of exploratory research, it can be concluded that at present the issue of increasing the degree of deposition of drops on plants is relevant. To solve it, several variants of methods and technical solutions are proposed. Moreover, combined methods with the use of air jets became the most widespread. But each of them has both advantages and significant disadvantages. Therefore, further theoretical studies of the spread and damping of liquid and air jets were conducted in order to justify the optimal technical solution for increasing the efficiency of pesticide use.

УДК 631.2.041

ENGINEERING MANAGEMENT OF STRUCTURE OF PRODUCTION PROCESSES IN SYSTEM AGROENGINEERING OF PLANT GROWING

Sivak I. M.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The efficiency of the operation of an enterprise's fleet of machines depends on a large number of factors that have a complex hierarchy of relationships with each other. The volume, age and composition of the machine park, the quality of service, storage features, the general level of production and technical operation, the qualifications of personnel, the availability of repair teams, the types of work performed, the type and composition of soils, hydrogeology and natural and climatic factors, the economic situation in the country, and many other reasons directly or indirectly affect the efficiency of the fleet of machines. It is generally accepted to divide operation into technical and production [1]. Then the tasks of optimizing the use of machines can be divided into two corresponding types (Fig. 1).

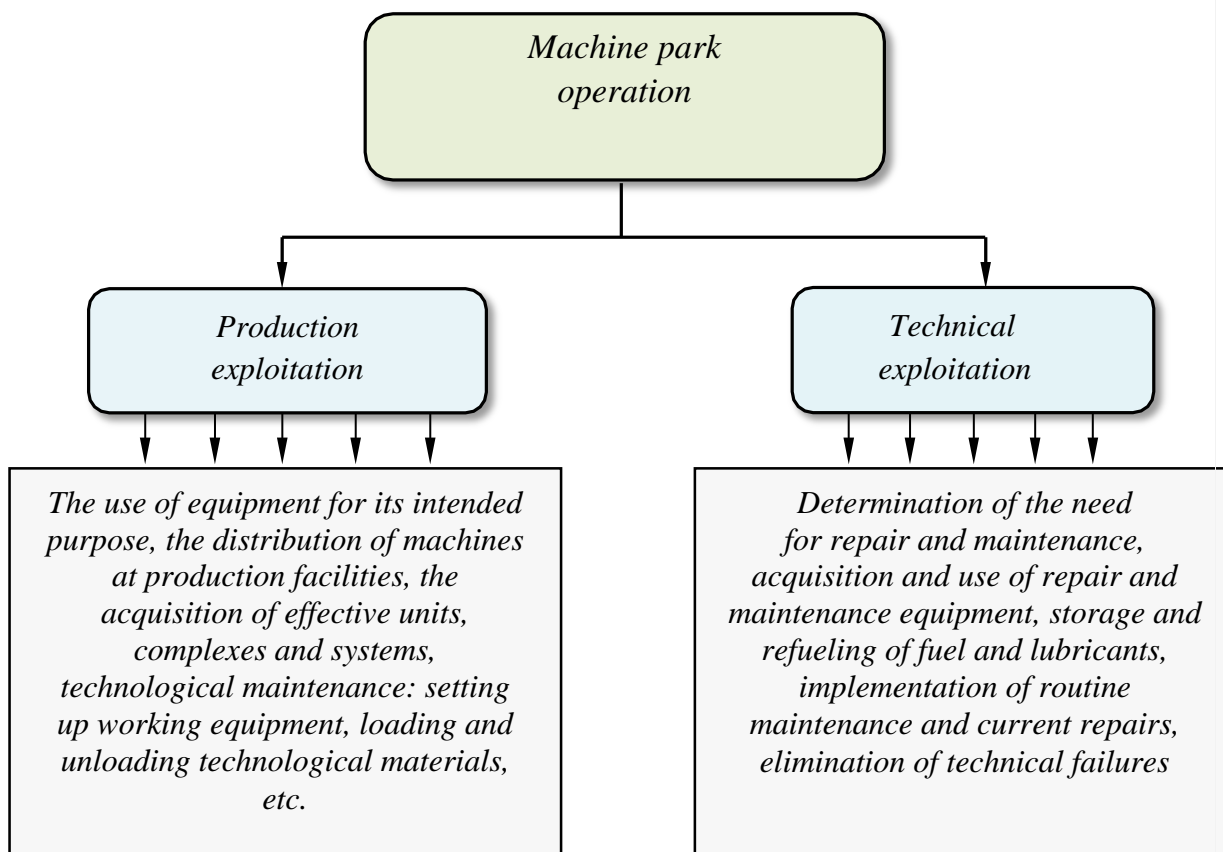


Fig. 1. The structure of the tasks of the production and technical operation of the machine park of enterprises

Efficiency should be understood as a property that manifests itself through the formulation of the problem and is determined by the result obtained in relation to the

planned one, with a quantitative assessment of the resources spent on solving problems. In the literature, there are diverse approaches to the formation of optimization problems to improve the efficiency of the fleet of machines [2]. Basically, the proposed measures are reduced to improving the efficiency of machine operation due to the following key areas of optimization:

- 1) renewal of the fleet of vehicles with better equipment;
- 2) improving the quality of machine maintenance;
- 3) efficient distribution of machines to production facilities.

It should be noted that the efficiency of the operation of the fleet of machines is characterized by a significant number of indicators, among which the reliability indicators of technological machines are of significant importance.

As you know, any anthropogenic system tends to wear out over time. Wear and tear during the operation of the fleet of machines is inevitable. It affects the technical condition of the equipment and the possibility of its trouble-free operation, thereby lowering the reliability indicators. Accordingly, the efficiency of operation depends on the ability of the enterprise to create and implement the necessary technical impact on machines, maintaining or increasing their level of reliability. In this regard, it is generally accepted that the efficiency of the operation of the fleet of machines depends on the technical level of the machines, determined by their quality and the level of technical operation of the repair base of the enterprise.

Attempts to improve the efficiency of fleet operation by improving the indicators of its forming ones, without determining the level of their significance at a particular enterprise, will lead to an insignificant and most likely costly result. At different stages of improving performance, their impact on the level of operational efficiency will weaken, respectively, reducing the expected dividends from invested funds. Therefore, the formulation and solution of this problem is a rather complex and individual task.

The results of the study in the considered works make it possible to divide all private factors into three groups, in which the achievement of the optimal value is achieved due to: significant material costs; increasing the level of organization of maintenance and repair; insignificant material costs to increase the level of organization maintenance and repair. As a rule, the application of the considered methodology is effective in the presence of a large fleet of machines and is practically not feasible for small enterprises. With fierce competition in the labor market and constantly changing production costs, small businesses can hardly afford to optimize technical services or purchase a new piece of equipment.

The last of the proposed ways to improve operational efficiency is applicable to any size organization. It should be noted that the use of each of the considered directions does not exclude the use of the others. But it should also be taken into account that the increase in the efficiency of the park operation obtained through the rational distribution of the organization's resources can be achieved without additional capital investments.

For large fleets of machines, increasing the efficiency of operation due to the rational distribution of machines across all ongoing technological processes is difficult to implement. The solution to this issue includes many factors and criteria for each

process that affect the overall production of the enterprise and its efficiency. Nevertheless, increasing the efficiency of operating a fleet of machines by determining the optimal composition of a complex of machines, even for one of several production processes, can affect the entire enterprise as a whole (Fig. 2).

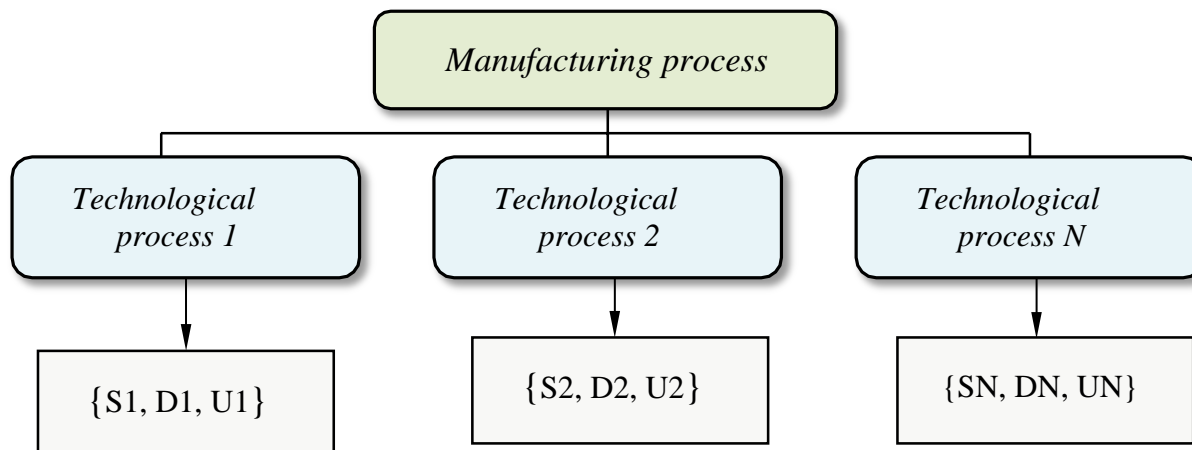


Fig. 2. General view of the structure of the production process

$$I = \sum_N (S_i - D_i - U_i), \quad (1)$$

where I – the total income from the activities of the enterprise; N – the number of technological processes; S_i – funds allocated for the production of works; D_i – costs for the implementation of work; U_i – the amount of damage caused by the disruption of the normal course of the production process.

Reducing costs in the implementation of work and predicting possible damage in operation complex machines allows you to increase the income from the activities of the enterprise through the use of the most effective combinations of technological complexes of machines in the performance of technological processes. It is known that in the technological process the total productivity of the complex cannot always be determined with the required accuracy. The definition of approximate indicators in the planning of production work is too risky a decision that is periodically made by management personnel. To provide the necessary confidence in making decisions on forecasting problems and to determine the most appropriate, from the point of view of the enterprise, mode of work is an urgent task today.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11(1). P. 155–162.
2. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12(1). P. 137–146.

УДК 631.2.041

АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ НА УНІМОДАЛЬНІСТЬ

Тітова Л. Л.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При вирішенні першої задачі [1], а саме обґрунтування алгоритму перевірки статистичних даних про показники надійності зернозбиральних комбайнів на унімодальності було проведено аналіз унімодальності вибірки даних (рис. 1).

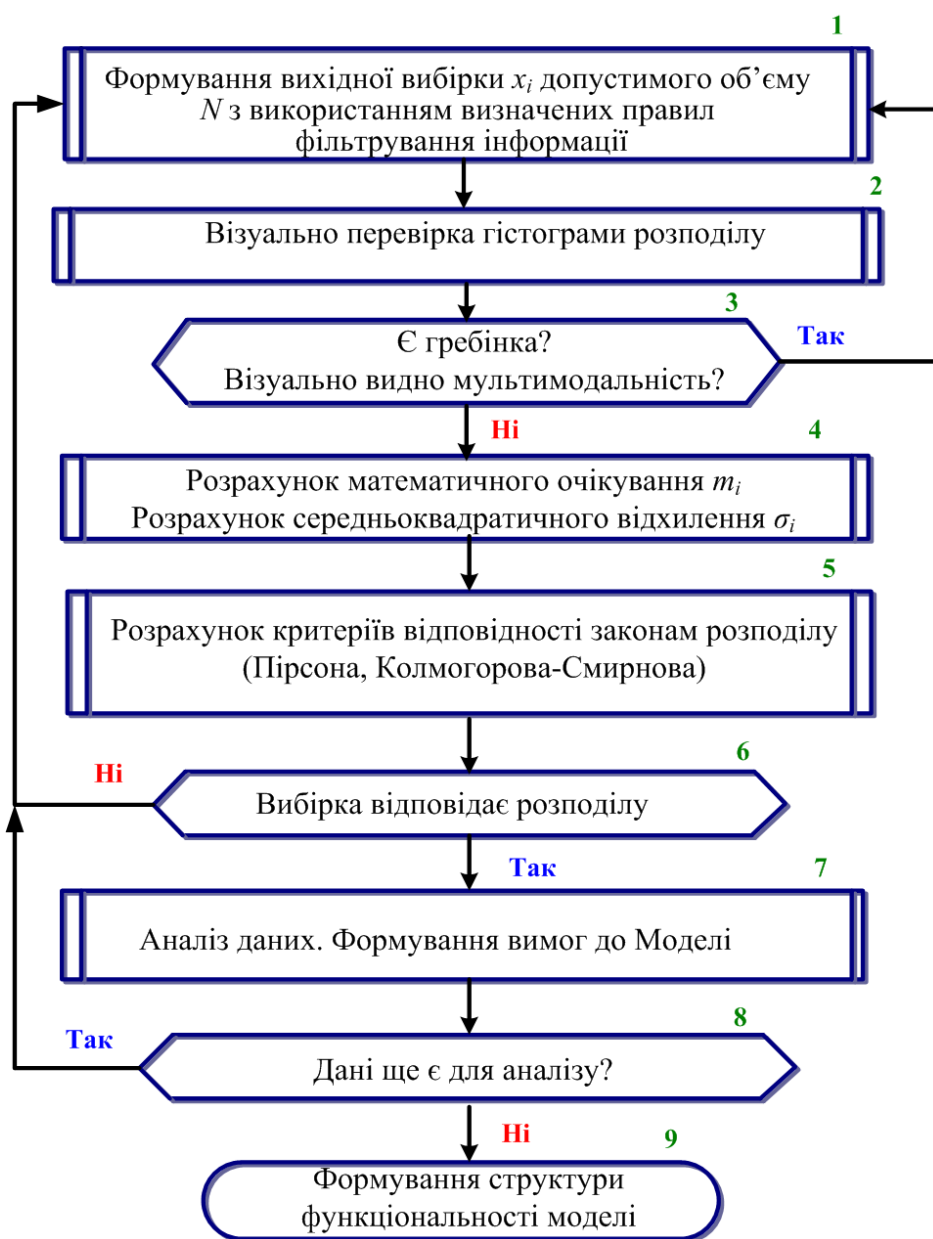


Рис. 1. Алгоритм перевірки статистичних даних про показники надійності зернозбиральних комбайнів на унімодальність

Починати слід з обчислення базових статистичних показників: математичне очікування m_x випадкової величини x_i (сформованої за певними правилами вибірки в об'ємі N) даних [2] і середньоквадратичне відхилення σ_x за відомими формулами:

$$m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i. \quad (1)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2}. \quad (2)$$

Обсяг вибірки N повинен бути не меншим від мінімального значення: $N \geq N_{min}$ при цьому N_{min} розраховується за формулою:

$$N_{min} = \left(\frac{t_{\beta} \cdot v_x}{\delta} \right)^2 \quad (3)$$

де δ – стандартне значення точності, прийнято $\delta=0,05$; β – довірча ймовірність, прийнято $\beta=0,95$; v_x – коефіцієнт варіації, характеристика відносного розкиду випадкової величини x :

$$v_x = \frac{\sigma_x}{m_x}. \quad (4)$$

До розрахунку відповідності розподілу законам візуально перевіряється форма гістограми на зовнішню схожість із одним із законів розподілу [3]. Одночасно перевіряється наявність послідовного чергування високих і низьких стовпців гістограми (так званий ефект гребінки): слід змінити крок розбиття діапазону випадкової величини, так як це часто є першопричиною [4]. Попередньо діапазон ділиться на K ділянок згідно з правилом Старджеса:

$$K = (1 + 3,3 \cdot \lg N) \quad (5)$$

Після розрахунку статистичних параметрів вибірки здійснюється перевірка її відповідності одному із законів розподілу випадкової величини – нормальному, логнормальному, експоненційному та ін. У нашому дослідженні відповідність перевіряється за критерієм Пірсона, для чого розраховується показник χ^2 .

Література

1. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Оптимізація навантаження збиральних ланок залежно від терміну експлуатації. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019. Вип. 10. № 2. Р. 97–102.
2. Titova L. L. Criteria for evaluation of efficiency of using machines in agricultural complex. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. Р. 151–156.
3. Тітова Л. Л. Інформаційно-динамічна модель управління сервісним відновленням працездатності зернозбиральних комбайнів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2022. Вип. 30(44). С. 71–81.
4. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Інженерний менеджмент впливу показників безвідмовності і ремонтпридатності зернозбирального комбайна на ефективність його машиновикористання. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2022. Вип. 2(48). С. 76–82. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.11>.

УДК 631.2.041

ENGINEERING MANAGEMENT OF INNOVATIVE INTEGRATED GRAIN HARVESTING SYSTEMS

Rogovskii I. L.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Growing a high yield is only half the battle. It is equally important to collect it qualitatively and completely. And here a lot depends not only on the combine model, but also on the machine operator. The human factor still plays a significant role during harvest, which is not a good thing, as it can negatively affect the accuracy and productivity of harvesting.

Every year, combine harvester manufacturers offer new technical solutions closely related to precision agriculture to make harvests more predictable, minimize grain losses and injuries, and as a result increase the profitability of growing agricultural crops.

In John Deere combine harvesters, the innovative integrated control system ICA2 is responsible for intelligent management and control, which automatically ensures consistently high performance in the harvesting process, regardless of the operating conditions and the operator's skill level.

Even if the person in the combine cabin feels tired at the end of the work shift, the quality of the threshed grain will not suffer from this. For this, the electronics company suggests specifying a critically unacceptable level of grain losses and minimum parameters of its quality. Next, the target level of productivity is programmed, and the combine automatically adjusts all systems to maintain the specified indicators. It is interesting that in this case the productivity of the John Deere combine with preservation of the quality of harvested grain and minimal losses can reach 15% or more (Fig. 1).



Fig. 1.

John Deere combine harvesters have successfully implemented a system of current machine settings, which allows you to change the working parameters of the machine at any time. At the same time, crop moisture, weediness of the field, current yield in a certain area of the field, etc. are taken into account. Electronics in real time adjusts the harvester to the optimal mode of operation, even when a person does not notice this or that problem.

The collection of data to control the settings of the threshing-separating and cleaning systems is carried out with the help of special digital cameras. Both cameras constantly determine the amount of damaged grain and the percentage of clogging of the harvested mass.

The Active Yield system is responsible for automating the process of calibrating the yield sensor according to the actual mass of threshed grain. Three sensors in the grain hopper automatically determine the change in weight during filling of the hopper. The electronics compares this data with yield and moisture sensor measurements, performing a constant calibration of the yield sensor readings. This makes it possible to create a calibration curve at different working speeds and productivity levels of the harvester using several calibration points and, accordingly, perform work tasks more accurately.

An interesting solution from John Deere is the Active Terrain Adjustment system, which automatically adjusts all the settings of the cleaning system: the fan speed, the gap of the upper and lower sieves during the movement of the machine on an uneven surface, taking into account the characteristics of the harvested crop. This not only reduces grain loss and improves grain quality, but also allows the machine operator to focus on machine control, which significantly increases safety and maintains normal harvest performance.



Fig. 2.

In the design of CLAAS LEXION combines, there is an automatic setting of threshing, which is available only on these combines (Fig. 2). With the help of

automation of the threshing system, it is possible to independently change the frequency of revolutions of the threshing drum, in accordance with the conditions of grain collection and the chosen strategy. You can also adjust the degree of straw grinding, depending on the moisture content of the plant mass.

The efficiency and economy of the baato grain harvester largely depends on the correct use of power. In CLAAS combines, the DYNAMIC POWER system is responsible for this aspect, which automatically selects the optimal parameters of the engine power and its transmission, depending on the speed and level of complexity of the working conditions. In particular, it makes it possible to save up to 8-9% of fuel.

New Axial-Flow CASE IH combine harvesters (Fig. 3), in accordance with market requirements, are equipped with a wide range of electronic systems aimed at maximum automation and accuracy of grain harvesting processes. This is the AFS Harvest Command™ automation system. This is a completely new technology package that uses data from 16 different sensors, each of which is responsible for its own area of control. With the help of AFS Harvest Command™ through the AFS Pro700 terminal, machine settings are made.



Fig. 3.

In particular, we are talking about the CNH brand feature, the ability to switch harvesters to automatic modes of harvesting certain crops. So far, there are four such modes:

- lowest loss mode;
- mode of the best grain quality;
- fixed bandwidth mode;
- maximum bandwidth mode.

This approach makes it possible to avoid the influence of the human factor, since all settings are made automatically.

This applies to all types of adjustments, including fan speed or rotor speed changes, guide position, grid clearance, etc. The machine adjusts itself literally while driving in real time and saves the optimal parameters for further work.

The grain quality control camera of the AFS Harvest Command™ automation system works in multispectral mode. It monitors light radiation in the ultraviolet, blue, green, red and infrared ranges. It effectively detects traces of starch on injured grains, as well as grain clogging in the hopper, to automatically correct these indicators downwards. Separately, you can use the Feedrate Control system, which regulates the running speed according to the volume of plant mass to optimize its delivery to the threshing system. Therefore, on the one hand, it makes it possible to prevent system clogging and maintain productivity, and on the other hand, to additionally affect the quality of work. In the design of Fendt combines, we note the original implementation of the header adjustment system using Fendt Autodock™ technology, which automatically connects the header to the combine within 5 seconds without manual labor. At the same time, if necessary, attachment equipment is recognized and the last settings used when working with the harvester are restored. For this, a special digital label based on the principle of radio frequency identification is used.

The most modern models of Fendt combines (Fig. 4), such as IDEAL, use the IDEALharvest system with acoustic mass sensors (MAD), which display in real time the state of loading of the thresher and the cleaning system. These acoustic sensors are placed along the rotors and screen box, they determine the amount of flow of the collected mass, as well as losses.



Fig. 4.

Another effective solution in this field from Fendt: the grain quality control camera, which shows the purity of the harvested grain, the level of grain loss, the percentage of broken grain, as well as its purity. The resulting data is displayed on the iPad display, indicating in which part of the system the largest amount of collected mass accumulates. The SmartConnect mobile solution is designed to create an individual harvesting technology to minimize clogging, injury and grain loss by automatically adjusting deck gaps or rotor speed.

УДК 621.3.017

ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF PROBLEMS OF REACTIVE POWER COMPENSATION

Tsyvenkova¹ N. M., Omarov² I. S., Holubenko³ A. A.

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

²Institute of Renewable energy of National Academy of Sciences of Ukraine

³Polissia National University

Currently, the bigger share of devices in industrial enterprises consuming reactive electrical power. Reactive power characterizes the electrical energy that is not consumed in the external circuit, but rather that fluctuates between the external circuit and the source, i.e. the capacitive and inductive energy that accumulates temporarily and is returned to the source after accumulation [1]. To produce reactive energy fuel is practically not consumed. However, this "exchange" of energy loads electrical networks, taking away some of their capacity and causing additional losses of active energy.

One of the methods to eliminate this problem is the rational placement of sources of reactive energy (asynchronous motors, transformers, rectifiers, etc.), which leads to the unloading of networks from reactive current and completely eliminates the negative impact of reactive energy, which is the goal of compensating for inductive reactive power. Reactive energy can be easily generated using capacitor banks directly where it is needed. The practice of producing reactive energy in this way is widely used worldwide and is known as reactive power compensation.

Correct compensation of reactive power allows for: reducing overall electricity costs; reducing the load on distribution network elements (feeders, transformers, and distribution devices), thereby prolonging their service life; reducing thermal losses of current; reducing the impact of higher harmonics; suppressing network obstacles, reducing phase asymmetry; achieving greater reliability and cost-effectiveness of distribution networks [3, 6, 10]. In addition, in existing electrical networks: eliminating the generation of reactive energy into the network during hours of minimum load; reducing costs for repairing and upgrading the fleet of electrical equipment; increasing the capacity of the consumer power supply system, which will allow additional loads to be connected without increasing network costs; providing information on network parameters and conditions, and in newly created networks – reducing the power of substations and cable line cross-section, which will reduce their cost [3, 6, 10].

Compensation of reactive power is one of the most accessible, effective, and simple ways to reduce electrical energy losses for both consumers and power supply companies, as well as to reduce the cost of production for its manufacturers. Reactive power consumption and therefore active power losses can be reduced using the following methods: without using compensating devices (CD); with the use of CD; and those which are allowed as exceptions [7, 10].

To compensate for reactive power in power systems, the following equipment is used: capacitor equipment (CE); synchronous motors (SM); synchronous compensators (SC); active power correctors (APC).

Due to the dynamic nature of electrical energy consumption, which can vary significantly over a relatively short period of time, the ratio of active energy consumption to total energy consumption, i.e. $\cos \varphi$, will also change accordingly. Moreover, $\cos \varphi$ is lesser the less is the active load of any inductive consumer (asynchronous motor, transformer) [8, 9]. This implies that a certain set of equipment is necessary for compensating reactive power, which can provide adequate real-time regulation of $\cos \varphi$ [2, 3].

CE can be either regulated or unregulated. Unregulated equipment is cheaper and simpler to implement, but due to the change in the power factor depending on the load, it can cause excessive increases in $\cos \varphi$ and voltage on the capacitors. Regulated equipment allows the reactive power produced to be regulated in dynamic mode.

This drawback is corrected by forming a capacitor bank (CB) from several sections connected to the network, each through its own switch and each of which is controlled by a voltage and/or power regulator, increasing the total capacitance of the battery. This reduces voltage and increases the total power of the battery. Thus, the power of the CE increases in steps $Q_1, Q_1+Q_2, Q_1+Q_2+Q_3$ as shown in Fig. 1 for a CE consisting of three CB sections. High-voltage CE consists of single-phase capacitors C connected in series and parallel. Current transformers TA and voltage transformers TV are connected to the circuit for measuring current and voltage. The high-voltage switch Q is designed to disconnect the circuit from the power system (Fig. 1).

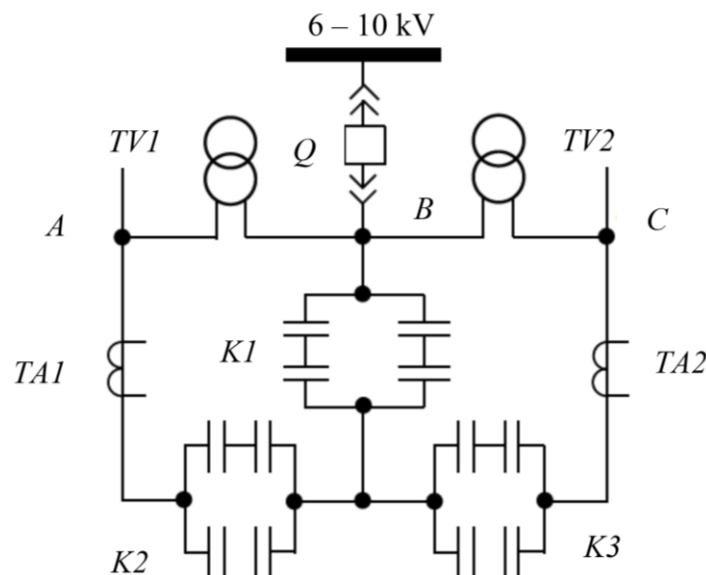


Fig. 1. The schematic diagram of one three-phase section of the capacitor bank intended for 6-10 kV networks [7].

Capacitor banks have drawbacks such as:

- inability to smoothly regulate reactive power and therefore, the voltage of the equipment;
- insufficient electrical strength;

- the power of capacitor banks depends quadratically on the network voltage;
- short service life.

Among other disadvantages are: high fire hazard, the presence of residual discharge and susceptibility to short circuits and overvoltage can be mentioned, as well as the dependence of the reactive power delivered on the supplied voltage. The presence of higher harmonics in the network also strongly affects the capacitor unit. In the presence of such harmonics, it is necessary to check the likelihood of overloading the capacitor bank with current at resonances or near such modes, and measures to eliminate resonance phenomena should be provided. The main advantage of the capacitor bank is its simplicity of installation and operation, and low capital costs.

Synchronous motors (SM) produce reactive power when the excitation current exceeds the nominal value. For this reason, they can be used as a mean of compensating reactive power. The main difference between SM and an asynchronous motor (AM) is that the magnetic field necessary for the operation of the SM is created mostly by a separate source of direct current (exciter). Therefore, in the normal operating mode of the SM (at $\cos \varphi=1$), there is practically no consumption of reactive power from the network, which is needed to create the main magnetic flux, and in the overexcitation mode, i.e., when the electric machine operates with a leading power factor, the generation of capacitive power occurs in the network [3, 5].

The main advantage of synchronous motors used for reactive power compensation compared to capacitor banks is the ability to smoothly regulate the generated reactive power.

The disadvantage is that the active losses in generating reactive power for synchronous motors are greater than for capacitor banks, due to the dependence on the square of the power produced by the synchronous motor.

Most often, in power supply systems, the reactive power of the main load is compensated by CB, while synchronous motors are used to reduce load peaks.

Synchronous compensators (SC) are a type of synchronous motor, but their application is limited to industrial networks and is very rarely used to improve voltage quality for high-power electricity consumers with sudden and variable loads (rolling mills, arc furnaces, etc.), especially in cases of severe reactive power shortage at the point of consumer connection, when smooth and fast voltage regulation is needed, as well as a reserve of reactive power [4, 5].

The disadvantages of SC include:

- increased active power losses; large size and vibration, which requires SCs to be installed on massive foundations;
- the need for hydrogen or air cooling with water coolers;
- the need for constant operation personnel presence at substations with SCs;
- the inability (unlike CE) to increase power during load growth [4, 5].

Active Power Factor Correction (APFC) systems are an intermediate link between the pulse power supply and voltage converter. Their purpose is active filtering of the pulsating current of the network. APFC reduces the phase shift between the voltage and current from the source and forms a sinusoidal current consumed from the network [8, 10]. APFC systems are widely used in single-phase power supplies for

household and industrial equipment. However, they are not used in multi-phase industrial installations as they do not provide energy recuperation [5].

Conclusion. Currently, there are several ways to compensate for reactive power. The simplest and most universal method is the use of capacitor equipment. Manufacturers offer a wide range of complete capacitor equipment that, when operated correctly, perform their task. The use of synchronous compensators is justified in rare cases.

References

1. Матвієнко М. П. Основи електротехніки: підручник. Вид. 2-ге перероб і доп. К.: Видавництво Ліра-К, 2018. 228 с.
2. Калюжний Д. М., Карюк А. О., Щербак І. Є. Конспект лекцій з курсу «Електропостачання та електрозбереження» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології та слухачів другої вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Електротехнічні системи електроспоживання). Харків. ХНУМГ імені О. М. Бекетова, 2016. 124 с.
3. Черемісін М. М., Зубко В. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням: Харків. Факт. 2005. 192 с.
4. Циганенко Б. В. Ефективність роботи розподільних електричних мереж при підвищенні їх класу напруги: дис. ... кандидата техн. наук: 05.14.02 / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». Київ. 2017. 271 с.
5. Kot A., Nowak W., Szpyra W., Tarko R. Efficiency improvement of reactive power compensation in power distribution networks. *Przeglad elektrotechniczny*. 2013. No 6. P. 190–195.
6. Akash, Gaurav Shah, Himnay Pratap Singh, Avinas Kumar Chauhan. Importance of reactive power for distributed generation. *International journal of emerging technology and advanced engineering*. 2014. No 1. P. 84–88.
7. Dixon J., Moran L., Rodriguez J., Domke R. Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review. *Proceedings of the IEEE*. 2005. No 12. P. 2144–2164.
8. Mekhamer S. F., El-Hawary M. E., Soliman S. A., Moustafa M. A., Mansour M. M. New heuristic strategies for reactive power compensation of radial distribution feeders. *IEEE Transactions on power delivery*. 2002. No 4. P. 1128–1130.
9. Ernst S., Kotulski L., Lerch T. etc. Application of reactive power compensation algorithm for large-scale street lighting. *Journal of Computational Science*. 2021. 51. 101338. doi: 10.1016/j.jocs.2021.101338
10. Czarnecki L. S. Considerations on the Reactive Power in Nonsinusoidal Situations. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. 1985. IM-34(3), 399–404. doi:10.1109/tim.1985.4315358
11. Callegari, J. M. S., Silva, M. P., de Barros, R. C., Brito, E. M. S., Cupertino, A. F., Pereira, H. A. Lifetime evaluation of three-phase multifunctional PV inverters with reactive power compensation. *Electric Power Systems Research*. 2019, 175, 105873. doi: 10.1016/j.epsr.2019.105873

УДК 614.8:631.3

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТРАВМУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Марчишина Є., Радіола Д.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Під час експлуатації машин та механізмів існує чимало ризиків травмування персоналу внаслідок втрати стійкості, руйнування у процесі роботи, падіння або викиду предметів. Існує також потенційна небезпека для працівників, пов'язана з шорсткими поверхнями обладнання, гострими краями та кутами, із застосуванням комбінованого машинного устаткування та зміненням експлуатаційних умов, контакту з частинами обладнання, що рухаються [1].

Щоб мінімізувати ризики для персоналу, машини та механізми, а також їх компоненти та сполучні елементи повинні мати достатню стійкість, щоб не допускати перекидання, падіння або неконтрольованого переміщення під час експлуатації, транспортування, монтажу та демонтажу. Якщо конфігурація власне машини або механізму чи місця її передбачуваної установки не забезпечує достатньої стійкості, повинні передбачатись відповідні анкерні кріплення.

На практиці не можливо уникнути ризику руйнування механізмів у процесі роботи. Компоненти машин, механізмів та деталі, що їх з'єднують, повинні витримувати навантаження, якому вони піддаються у процесі експлуатації. Довговічність використаних матеріалів повинна бути достатньою відповідно до характеру робочого середовища, зокрема з урахуванням явищ втоми, старіння, корозії та стирання, а також графіка технічного обслуговування. У інструкціях, що додаються до обладнання, повинні вказуватись вид та періодичність оглядів і робіт з технічного обслуговування, необхідних для забезпечення безпеки персоналу. За необхідності, в них також повинні вказуватись компоненти, схильні до зносу, та критерії для їх замінення. Якщо, незважаючи на вжиті заходи, ризик розриву або руйнування компонентів обладнання зберігається, ці компоненти слід монтувати, розміщувати та огорожувати таким чином, щоб їх фрагменти, що можуть розлітатись, утримувались відповідними пристосуваннями та не створювали небезпечних ситуацій [2].

Жорсткі та гнучкі труби, що містять рідини під високим тиском, повинні мати здатність витримувати передбачуване внутрішнє та зовнішнє напруження, а також повинні бути надійно приєднані та захищені таким чином, щоб їх розрив не створював ризику травматизму. Якщо матеріал, призначений для оброблення, подається до інструменту автоматично, для запобігання виникненню ризику для людей слід дотримуватись наступних умов: перед дотиком заготовки з інструментом останній повинен бути приведений у свій нормальний робочий стан; при запусканні та зупиненні інструменту (здійснюваних навмисно або

випадково) рух матеріалу, що подається, та рух інструменту повинні бути скоординовані.

Працівники можуть також підпадати ризикам, пов'язаним із падінням або викидом предметів, контакту з шорсткими поверхнями, гострими краями та кутами. Керівники робіт повинні вжити організаційних та технічних заходів для запобігання ризикам, пов'язаним із падінням або викидом предметів. Наскільки дозволяє їх призначення, компоненти, з якими доводиться контактувати працівникам у процесі експлуатації та технічного обслуговування машинного обладнання, не повинні мати гострих країв, кутів та шорстких поверхонь, які можуть призвести до травми.

Якщо машина або механізм призначені для виконання декількох різних операцій із вилученням заготовки вручну після кожної операції (комбіноване машинне обладнання), вони повинні бути спроектовані та влаштовані таким чином, щоб забезпечувати використання кожного елемента окремо, без ризику для незахищених осіб з боку інших елементів.

Часто у процесі роботи доводиться мати справу із змінами експлуатаційних умов. Якщо машина або механізм виконує операції в різних експлуатаційних умовах, вона повинна бути спроектована та влаштована таким чином, щоб забезпечувати безпечне та надійне перемикавання та налаштування відповідно до цих умов.

Для працівників є потенційно небезпечними частини обладнання, що рухаються. При усуненні небезпек, пов'язаних з частинами машинного обладнання, що рухаються, необхідно брати до уваги наступне:

- переміщення частин машинного обладнання з обертальними, ковзкими або зворотно-поступальними рухами, наприклад, рух валів, осей, затискних патронів, лопатей вентиляторів, шестерень або валиків, що обертаються в протилежному напрямку та здійснюють робочий хід лез;

- переміщення частин машинного обладнання, що здатне завдати травми, наприклад, внаслідок захоплення та защемлення кінцівок, тертя, дряпання, різання, проколювання, роздавлювання або затягування людини у положення, у якому вона може отримати травму.

Рухомі частини машин та механізмів повинні бути спроектовані та влаштовані таким чином, щоб не допускати ризику дотику, здатного призвести до нещасного випадку, а також повинні обладнуватись огорожувальними або захисними пристроями. Необхідно вживати всіх необхідних заходів для запобігання випадковому блокуванню рухомих частин, що беруть участь у роботі. Якщо, незважаючи на запобіжні заходи, ймовірність блокування зберігається, слід передбачити необхідні спеціальні захисні пристрої та інструменти для безпечного розблокування обладнання. Ці спеціальні захисні пристрої та способи їх використання потрібно позначати за допомогою відповідних знаків і символів на машинному обладнанні [3].

Вибір огорожувальних або захисних пристроїв та пристосувань, призначених для захисту від ризиків, що створюються частинами машин і механізмів, що рухаються, повинен здійснюватись залежно від виду цих ризиків.

Огороджувальні пристрої, призначені для захисту людей від небезпек, створених рухомими деталями трансмісії, бувають: стаціонарні або блокуючі знімні. Блокуючі знімні огорожувальні пристрої слід застосовувати у тих випадках, коли передбачають частий доступ персоналу до обладнання. Якщо технологічний процес вимагає доступу працівника у небезпечну зону, а застосування стаціонарного огорожувального пристрою неможливо, слід передбачити блокуючий захисний пристрій.

Будь-які рухомі деталі, які безпосередньо беруть участь у технологічному процесі, зробити повністю недоступними під час експлуатації неможливо через певні операції, що потребують втручання оператора, такі деталі повинні бути обладнані: стаціонарними або знімними блокуючими огорожувальними пристроями, що запобігають доступу до тих деталей, до яких він для виконання даної роботи не потрібен; а також регульованими огорожувальними пристроями, що відкривають доступ тільки до тих ділянок рухомих деталей, до яких він необхідний [4].

Огороджувальні та захисні пристрої повинні захищати працівників від небезпеки, у тому числі від ризиків, пов'язаних з рухомими частинами машин і механізмів. Вони повинні: мати міцну конструкцію; бути надійно закріплені; не створювати жодних додаткових небезпек; не допускати простих способів їх обходження, відключення або створення перешкод для їх роботи; розміщуватись на відповідній відстані від небезпечної зони; створювати мінімум перешкод для спостереження за виробничим процесом; дозволяти виконання необхідних робіт з встановлення та заміни інструменту та з технічного обслуговування шляхом обмеження можливості доступу виключно тією зоною, де повинна виконуватись робота, якщо можливо, без демонтажу огорожувального пристрою та без відключення захисного пристрою. Крім того, огорожувальні пристрої повинні захищати працівників від викиду або падіння предметів і матеріалів, а також від викидних газів.

Література

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. Київ. Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т. О. Охорона праці у сільському господарстві. Київ. Центр навчальної літератури. 2017. 691 с.
3. Хмельовський В. С., Марчишина Є. І., Білько Т. О., Мотрич М. М., Скібчик В. І. Охорона праці. Київ. Центр учбової літератури. 2021. 594 с.
4. Войналович О.В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Охорона праці у галузі (автомобільний транспорт). Київ. Центр учбової літератури. 2018. 695 с.

ЗМІСТ

Стор.

ПАРКЕТУВАННЯ СФЕРИ ПЛОСКИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ КВАДРАТНОЇ ФОРМИ	5
<i>Пилипака С. Ф., Несвідомін А. В.</i>	
КРИВІ ЛІНІЇ НА ПОВЕРХНІ ЧЕРЕЗ НАПЕРЕД ЗАДАНІ ЇЇ ТОЧКИ У ВНУТРІШНІХ КООРДИНАТАХ	9
<i>Несвідомін В. М.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМИ ПРУЖНОЇ ОСІ СТОЯКА ЛАПИ КУЛЬТИВАТОРА	11
<i>Пилипака С. Ф., Хропост В. І.</i>	
ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО РУХОМІЙ ХВИЛЯСТІЙ ПОВЕРХНІ	13
<i>Воліна Т.М.</i>	
СФЕРИЧНИЙ ЕЛІПС	16
<i>Кресан¹Т.А., Пилипака²С.Ф., Петрик³А.М.</i>	
ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПОБУДОВИ КВАДРИК ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	19
<i>Ботвіновська С. І., Золотова А. В., Суліменко А. Г.</i>	
ФРАКЦІОНУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ КІЛЬЦЕВОМУ ПОВІТРЯНОМУ КАНАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДОТІЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR	20
<i>Грищенко І. Ю.</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛО- І МАСООБМІНУ В ГАЗОВИХ КОНТАКТНИХ ВОДОНАГРІВАЧАХ.....	23
<i>Грищенко В. О.</i>	
ДІАГНОСТИКА І САМОДІАГНОСТИКА РІВНЯ СФОРМОВАНОСТІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРОФЕСІЙНОГО САМОРОЗВИТКУ.....	26
<i>Бондар М. М.</i>	
КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ДЕФОРМАТИВНОГО ФОРМОТВОРЕННЯ	27
У ДИЗАЙНІ ТА У ДИЗАЙН-ОСВІТІ	
<i>Дорошенко Ю. О.</i>	
ДИСКРЕТНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ДВОХ ТОЧОК.....	28
<i>Воронцов О. В.¹, Воронцова І. В.²</i>	

ТРЕНДИ ДИЗАЙНУ ІНТЕРФЕЙСІВ.....	30
<i>Гешева Г. В.</i>	
МЕХАНІЧНА ОБРОБКА У ВІРТУАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	32
<i>Похиленко Г. М.</i>	
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРАЦІЙНОЇ СУШАРКИ.....	35
<i>Булгаков В. М., Головач І. В., Черниш О. М.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СХЕМИ НАВІСНОГО МЕХАНІЗМУ ТРАКТОРА НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ОРНОГО АГРЕГАТУ	37
<i>Булгаков В. М.¹, Надикто В. Т.²</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ ЗАСОБАМИ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ	39
<i>Вірченко Г.А., Волоха М.П., Яблонський П.М., Воробйов О.М., Голова О.О., Лазарчук-Воробйова Ю.В.</i>	
ДО ПИТАННЯ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ ІНЕРЦІАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	43
<i>Іванов С. В.</i>	
ДО ПИТАННЯ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ КУПОЛІВ ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ	47
<i>Терещук М. О.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНОЇ ШВИДКОСТІ СХОДУ ЧАСТИНКИ ДОБРИВА З ДИСКА, НАХИЛЕНОГО ПІД КУТОМ ДО ГОРИЗОНТУ З УРАХУВАННЯМ ШВИДКОСТІ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ АГРЕГАТУ	50
<i>Головач І. В.¹, Адамчук О. В.²</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСЬОВОГО РОЗТЯГУ ПЛАСТИНИ, ПОСЛАБЛЕНОЇ ДВОЯКО-ПЕРІОДИЧНОЮ СИСТЕМОЮ КРУГЛИХ ОТВОРІВ, МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	53
<i>Куценко А. Г.</i>	
ЗОНУВАННЯ МІСЦЬ В ТЕАТРІ З РЯДАМИ У ВИГЛЯДІ ДВОХЛАНКОВИХ ЛАМАНИХ ЗА ОБ'ЄМОМ ЗАТУЛЯННЯ СЦЕНИ	54
<i>Зданевич В. А., Кундрат Т. М., Літницький С. І., Пугачов Є. В.</i>	
ЗОНУВАННЯ МІСЦЬ В КІНОТЕАТРІ ЗА ПЛОЩЕЮ ЗАТУЛЯННЯ ЕКРАНА	58
<i>Зданевич В. А., Кундрат Т. М., Літницький С. І., Пугачов Є. В.</i>	

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАЛЕЖНОСТІ ТОЧОК ДО ОБ'ЄКТІВ У МЕТРИЧНИХ ПРОСТОРАХ	61
<i>Дашкевич А. О., Шоман О. В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ПОСТУПАЛЬНОЮ ТА ОБЕРТАЛЬНОЮ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ПОВОРОТУ	62
<i>Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Ляшко А. П., Закревський Б. В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РУХУ МАНІПУЛЯТОРА З ДВОМА ПОСТУПАЛЬНИМИ ЛАНКАМИ В ПЛОЩИНІ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ	63
<i>Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Кадикало І. О., Каленіченко Б. В.</i>	
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СОШНИКІВ ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	65
<i>Ванін В. В., Яблонський П. М.</i>	
ВІДОБРАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ОГЛЯДОВОСТІ В ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФАХ	70
<i>Даниленко В. Я.</i>	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЄКТНИХ РОБОТАХ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	74
<i>Шоман О. В.</i>	
РОЗРОБКА ШНЕКА З ЕЛАСТИЧНОЮ ГВИНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ	75
<i>Троханяк О. М.</i>	
ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF PROBLEMS OF REACTIVE POWER COMPENSATION.....	77
<i>Tsyvenkova N. M.¹, Omarov I. S.², Holubenko A. A.³</i>	
ВПЛИВ УДАРНО-КОЛИВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗМІНУ МЕХАНІЧНОГО ТА СТРУКТУРНОГО СТАНУ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ BT23 В РІЗНИХ НАПРЯМКАХ ПРОКАТКИ.....	81
<i>Чаусов М. Г., Пилипенко А. П.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ	82
<i>Ребенко В. І.</i>	
ТОЧКОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ	85
<i>Лисенко К. Ю.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВИХ ОБВОДІВ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВИКОРИСТАННЯМ ТРИРІВНЕВИХ ПЛАНІВ.....	88
<i>Бідніченко О. Г.</i>	

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ УТЕПЛЮВАЧА ПО ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІЙ ОБОЛОНЦІ БУДІВЕЛЬ ПРИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ	90
<i>Мартинов В. Л.</i>	
ПАРАМЕТРИЧНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ	91
<i>Павленко О. М.</i>	
ТОЧКОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ	97
<i>Лисенко К. Ю.</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА УСТАНОВКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА	100
<i>Рендак Б.О., Потапова С.Є.</i>	
АЛГОРИТМ УТВОРЕННЯ СМУГИ ДИФПРОЄКЦІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОХІДНИХ У БАЗИСНИХ ТОЧКАХ	102
<i>Муртазієв Е. Г.</i>	
ПОШИРЕНІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ	106
<i>Ромасевич Ю. О.</i>	
ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ КОМПОЗИЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІЮВАННЯ ТА КОМПОЗИЦІЙНОГО ІНТЕГРУВАННЯ.....	108
<i>Верещага В. М.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЙКОВОЇ ГУМИ ДЛЯ ДОЇННЯ КІЗ.....	111
<i>Заболотько О. О., Трембовецька І. А.</i>	
ПРИГОТУВАННЯ КОРМОСУМІШЕЙ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	114
<i>Заболотько О. О., Малига Д. І.</i>	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНИХ КРИВИХ ЛІНІЙ ДОВІЛЬНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ.....	119
<i>Спірінцев Д.В.</i>	
АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	121
<i>Воліна Т. М., Фурса О. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТАДІЙНОГО ПОДРІБНЕННЯ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ДО ЗГОДОВУВАННЯ.....	123
<i>Потапова С. Є., Мохонько А. О.</i>	

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОЇ ДЕСТРУКЦІЇ БУРЯКОВОГО ЖОМУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ.....	125
<i>Валієв Т. О., Поліщук В. М.</i>	125
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ГНОЮ ВРХ.....	126
<i>Дворник Є. О., Поліщук В. М.</i>	
СУЧАСНІ СВІТОВІ ЗАВДАННЯ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	127
<i>Колосок І. О., Антонюк М. О.</i>	
ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ДОРОГАХ.....	128
<i>Васильєв Н. А., Колосок І. О.</i>	
СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ АУДИТУ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	130
<i>Литовченко Є. В., Колосок І. О.</i>	
КОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРАРНІЙ СФЕРІ.....	131
<i>Мельник В. І., Рендак Б. М.</i>	
РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ.....	134
<i>Барановський В. М.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²</i>	
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАЦІОНАРНОГО ВАЛЬЦЕВОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ.....	136
<i>Кузьменко В. Ф.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²</i>	
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	138
<i>Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Тереня О. Є.</i>	
АНАЛІЗ РОБОТИ ФРИКЦІЙНОГО КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ	140
<i>Барановський В. М.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²</i>	
НАДІЙНОСТІ ТЕХНІКИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА В СИСТЕМІ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ.....	142
<i>Новицький А. В.</i>	
АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ.....	144
<i>Теслюк В. В.¹, Мацюк К. І.², Івашина М. Б.²</i>	144

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	145
<i>Теслюк В. В.¹, Барановський В. М.², Покидько М. М.²</i>	
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПЛОСКОНОЖЕВИХ ПОДРІБНЮЮЧИХ БАРАБАНІВ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН	147
<i>Кузьменко В. Ф.¹, Онищенко В. Б.², Онищенко Б. В.²</i> 147	
ДИНАМІКА ПУБЛІКАЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	149
<i>Днесь В. І.¹, Кудрнецький Р. Б.¹, Крупич С. О.¹, Скібчик В. І.²</i>	
ТРАНСПОРТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В АГРОКОМПАНІЇ ТОВ«АТК»	150
<i>Дьомін О. А., Мовчан М. М.</i>	
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ КОЛИВАЛЬНИХ РУХІВ У ПОВЗДОВЖНЬО-ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ КОРЕНЕПЛІДНИХ КУЛЬТУР.....	153
<i>Будзанівський М. І.</i>	
АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ СУЧАСНИХ ФАХІВЦІВ- ТРАНСПОРТНИКІВ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ	156
<i>Дьомін О. А., Репінський Є. М.</i>	
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ БАКАЛАВРІВ ІЗ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	158
<i>Дьомін О. А., Баглай А. В.</i> 158	
АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ РОЗВИТКУ РОСЛИН.....	159
<i>Теслюк В.В., Кініченко А.О., Пугач О. М.</i>	
ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ	161
<i>Теслюк В.В., Санчук Б.О., Пономаренко О.В.,</i>	
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ	162
<i>Теслюк В.В.¹, Щербак В.А.², Швора В.О.³</i>	
ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРИБНОЇ СИРОВИНИ МІКОБІОПРЕПАРАТІВ	165
<i>Теслюк В.В., Кирилюк В.І., Ярощук Д.Г.</i>	

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ С.Г. КУЛЬТУР ДО ХВОРОБ	167
<i>Теслюк В.В., Бречко М.М., Ікальчик М.І.</i>	
АНАЛІЗ ДІЇ РУШІВ МАШИН НА СИСТЕМУ «МАШИНА- БІОСЕРЕДОВИЩЕ»	168
<i>Теслюк В.В., Драганер Г.Ю., Ікальчик М.І.</i>	
МІКОБІОПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	170
<i>Теслюк В.В., Топоринський В.І., Пугач О.М.</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТУ З НУЛЬОВИМИ ВИКИДАМИ	172
<i>Теслюк В.В., Санчук Б.О., Барало С.В.</i>	
АНАЛІЗ МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ TUCANO CLAAS	174
<i>Глоба В. Є.</i>	
ANALYSIS OF PRE-SOWING PROCESSING OF HEAVY SOILS UNDER SUGAR BEET SOWING AND PARAMETERS OF CULTIVATOR-RIDGE- FORMER.....	179
<i>Rokidko M. M.</i>	
РОЗКИДНИЙ СПОСІБ ВНЕСЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ ДОБРИВ ЗА ОБОВ'ЯЗКОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ.....	181
<i>Іщенко В. В.</i>	
FEATURES OF MACHINE USE OF MODERN GRAIN HARVESTING COMBINERS.....	182
<i>Velgas O. V.</i>	
PECULIARITIES OF MACHINE USE OF MODERN WIDE-GRIP HARVESTERS OF GRAIN HARVESTERS	187
<i>Shatrov R. R.</i>	
ЕКСПЕРТНІСТЬ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ПІД ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ	190
<i>Надточій О. В.</i>	
SEASONAL COMPLETENESS OF GRAIN HARVESTERS COMBINE.....	191
<i>Nichay I. M.</i>	
СТАН ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВОГО ЗБІЖЖЯ В УКРАЇНІ.....	195
<i>Воронков О. А.</i>	

DIRECTION OF INFLUENCE ON OPERATING RELIABILITY OF GRAIN HARVESTERS COMBINES.....	197
<i>Shvydun O. V.</i>	
ACCESSIBILITY AND INFORMATION SCOPE OF TECHNICAL MAINTENANCE OF SELF-PROPELLED BEETHARVESTER COMBINES.....	200
<i>Kobernik M. V.</i>	
УЗГОДЖЕНІСТЬ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ	202
<i>Можарівський Д. М.</i>	
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЗМОЧУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСЕРВАЦІЙНИХ СПОЛУК ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ	205
<i>Кузьмич І. М.</i>	
ПАРАМЕТР ПОТОКУ ВІДМОВ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	208
<i>Задорожнюк Д. В.</i>	
TECHNICAL CONDITION INDICATORS OF SELF-PROPELLED SPRAYERS	211
<i>Liubchenko I. S.</i>	
ENGINEERING MANAGEMENT OF STRUCTURE OF PRODUCTION PROCESSES IN SYSTEM AGROENGINEERING OF PLANT GROWING.....	213
<i>Sivak I. M.</i>	
АЛГОРИТМ ПЕРЕВІРКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ НА УНІМОДАЛЬНІСТЬ	216
<i>Тимова Л. Л.</i>	
ENGINEERING MANAGEMENT OF INNOVATIVE INTEGRATED GRAIN HARVESTING SYSTEMS	218
<i>Rogovskii I. L.</i>	
ADVANCED TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF PROBLEMS OF REACTIVE POWER COMPENSATION.....	222
<i>Tsyvenkova¹ N. M., Omarov² I. S., Holubenko³ A. A.</i>	
АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТРАВМУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ.....	226
<i>Марчишина Є., Радіола Д.</i>	

Наукове видання
Збірник
тез доповідей
XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»
з нагоди 97-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,
Обухової Віолетти Сергіївни
(1926-2005)

(30 березня 2023 року)

Відповідальні за випуск:

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

Редактор – І. Л. Роговський.

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

*Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^б, НУБіП
України, навч. корп. 11, кімн. 305.*

Підписано до друку 22.04.2023. 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 22.04.2020.

Редакційно-видавничий центр НУБіП України

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