

**Національний університет біоресурсів  
і природокористування України**



## ***ЗБІРНИК***

***ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***ХУ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ***

***«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»***

***з нагоди 94-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,  
Обухової Віолетти Сергіївни  
(1926-2005)***

***10 березня 2020 року***



**м. Київ**

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: ХУ Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 10 березня 2020 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2020. - 122 с.

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

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

**доктор технічних наук, професор,  
академік АН ВШ України**

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

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

Померла 26 лютого 2005 року.

УДК 514.18

## ФОРМА ГЕОДЕЗИЧНОЇ ЛІНІЇ КОНУСА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КУТА ПРИ ЙОГО ВЕРШИНІ

*С.Ф. Пилипака, О.С. Породько, І.Р. Костенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Відомо, що геодезичні лінії поверхні грають роль прямих ліній на площині. Якщо поверхня розгортна, то її можна сумістити із площиною і геодезична лінія перетворюється у пряму на розгортці поверхні. Прикладом може служити циліндр. Якщо взяти лист паперу прямокутної форми (рис. 1,б) і накреслити на ньому з певної точки прямі лінії у різних напрямках, то при згортанні цього листа у циліндр всі вони перетворяться у геодезичні лінії (рис. 1,а). Таким чином, геодезичними лініями на поверхні циліндра можуть бути гвинтові, кола і прямі. Цим вичерпується перелік геодезичних ліній циліндра. Якщо ж взяти конус, то різноманітність геодезичних ліній на ньому значно зростає, про що буде сказано пізніше.

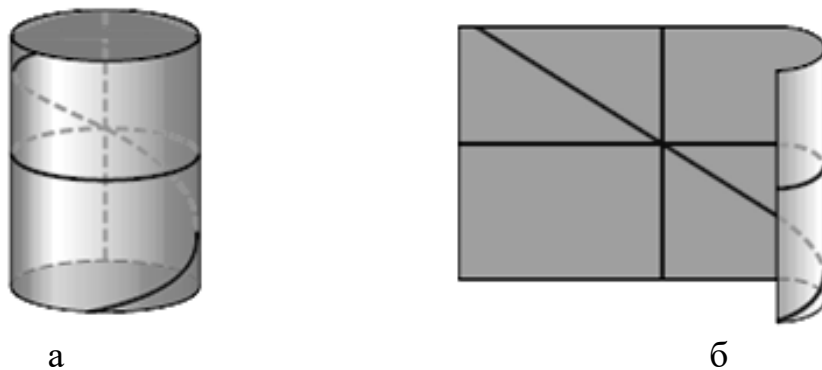


Рис. 1. Геодезичні лінії на циліндрі – а) та на його розгортці – б)

На нерозгортних поверхнях теж є геодезичні лінії, однак для їх знаходження застосування розгорток неможливе. Проте є інший практичний спосіб знаходження геодезичної лінії між двома точками на поверхні. Він ґрунтується на властивості геодезичних ліній сполучати дві точки на поверхні по найкоротшій відстані: між ними потрібно натягнути розтягну нитку. Сили розтягу нитки мінімізують її довжину і вона займає місце геодезичної лінії. Якщо за допомогою розтягнутої нитки знайти геодезичну лінію між двома точками на поверхні кулі, то нею виявиться дуга великого кола. Отже, всі геодезичні лінії кулі замкнені. До них відносяться всі меридіани і одна паралель – екватор, а також всі інші кола – перерізи кулі площинами, що проходять через її центр.

Розглянемо наступну задачу: на конусі задана точка і потрібно знайти найкоротший шлях, щоб після обходу конуса знову повернутися в цю точку. Цю задачу можна розв'язати за допомогою натурної моделі і гнучкої нитки, як показано на рис. 2,а. На розгортці бічної поверхні конуса, розрізаного вздовж протилежної твірної, цей шлях зобразиться двома прямолінійними відрізками, перпендикулярними до цієї твірної (рис. 2,б, суцільна лінія).

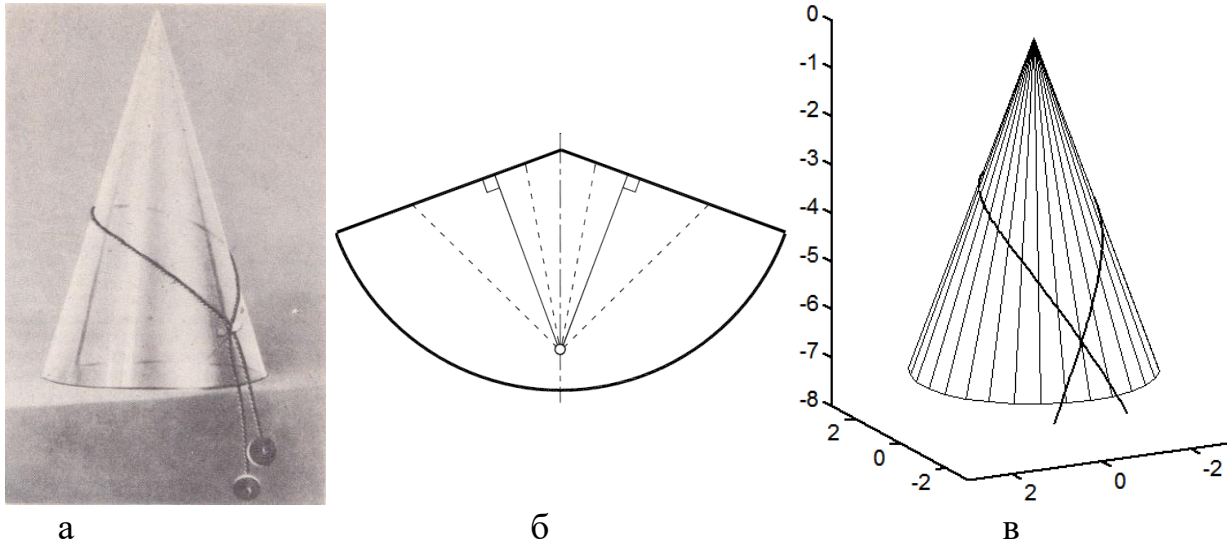


Рис. 2. Найкоротший шлях обходу конуса по його бічній поверхні

Існують аналітичні способи побудови геодезичних ліній на поверхні, які в загальному випадку потребують чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь. За допомогою такого методу побудована геодезична лінія конуса, представленого на рис. 2,в. Якщо розгортку, зображену на рис. 2,б, зігнути у конус (рис. 2,в), то кут при вершині конуса буде меншим від  $60^\circ$  (рис. 2,в). Для розгортки, зображеної на рис. 3,а, кут при вершині конуса буде рівним  $60^\circ$ , а для розгортки на рис. 2,б – більше  $60^\circ$ .

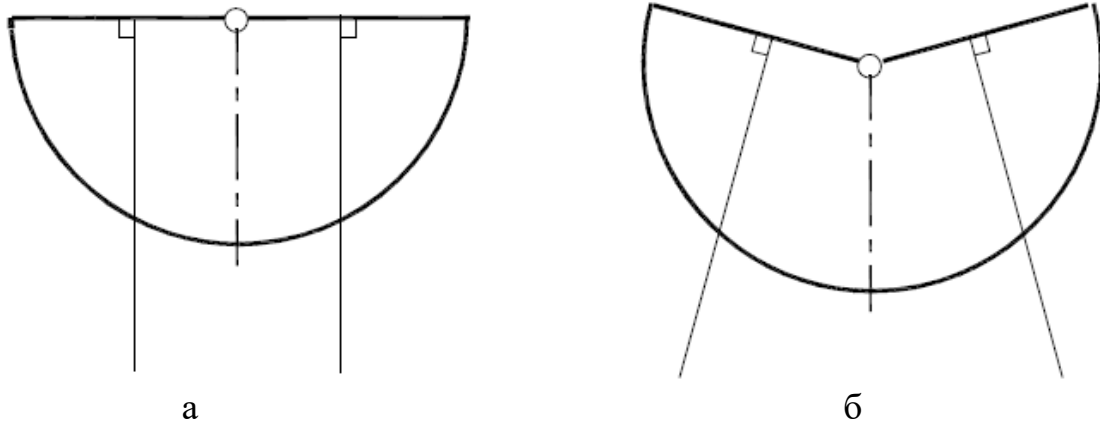


Рис. 3. Геодезичні лінії на розгортці конуса, яка є сектором круга

Прямі на рис. 3,а, які при згинанні розгортки в конус, перетворюються в геодезичні лінії, на розгортці є паралельними, тобто не перетинаються. Цікаво, що така їх поведінка переходить і на поверхню. На рис. 4 аналітичним способом побудовано геодезичну лінію, вітки якої при прямуванні до нескінченності теж стають паралельними.

Для розгортки, зображеної на рис. 3,б, прямі лінії не паралельні і на розгортці не перетинаються. Ця властивість переходить на поверхню (рис. 5).

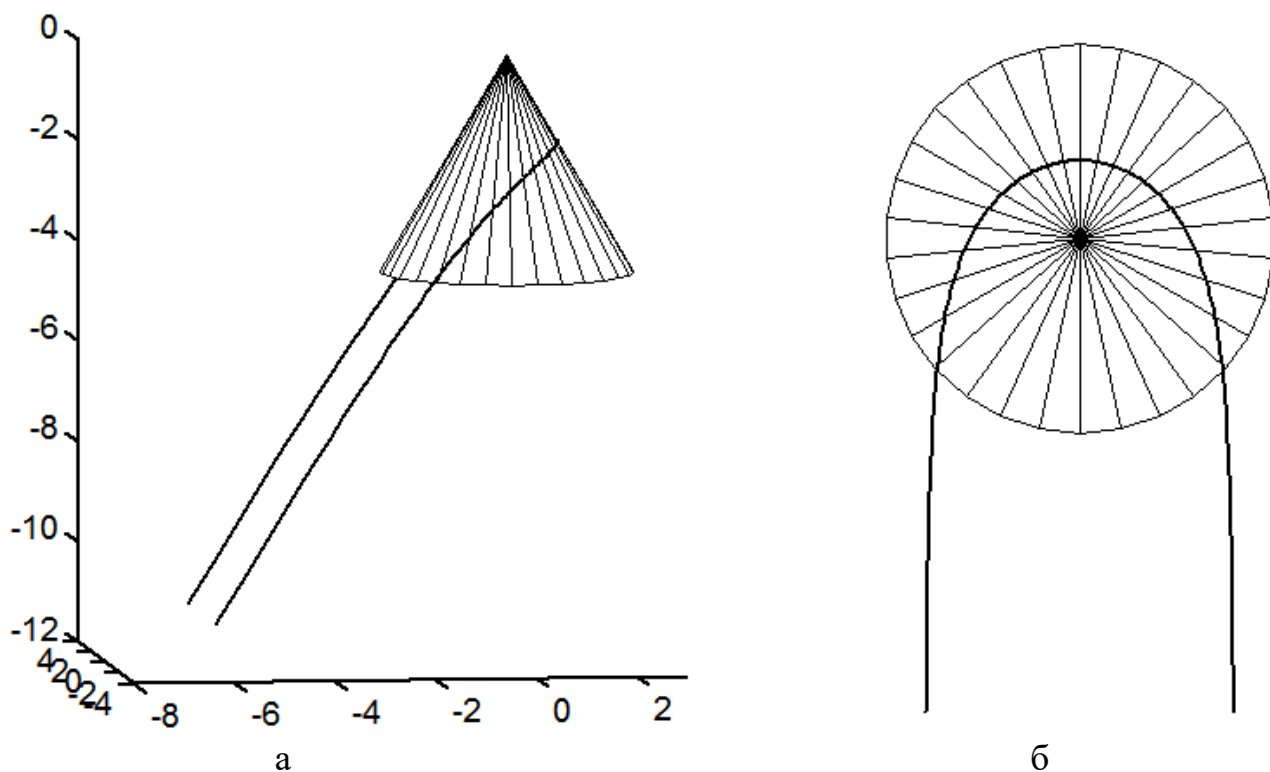


Рис. 4. Конус з кутом при вершині  $60^\circ$  і геодезична лінія на ньому:  
а) аксонометричне зображення; б) вигляд зверху

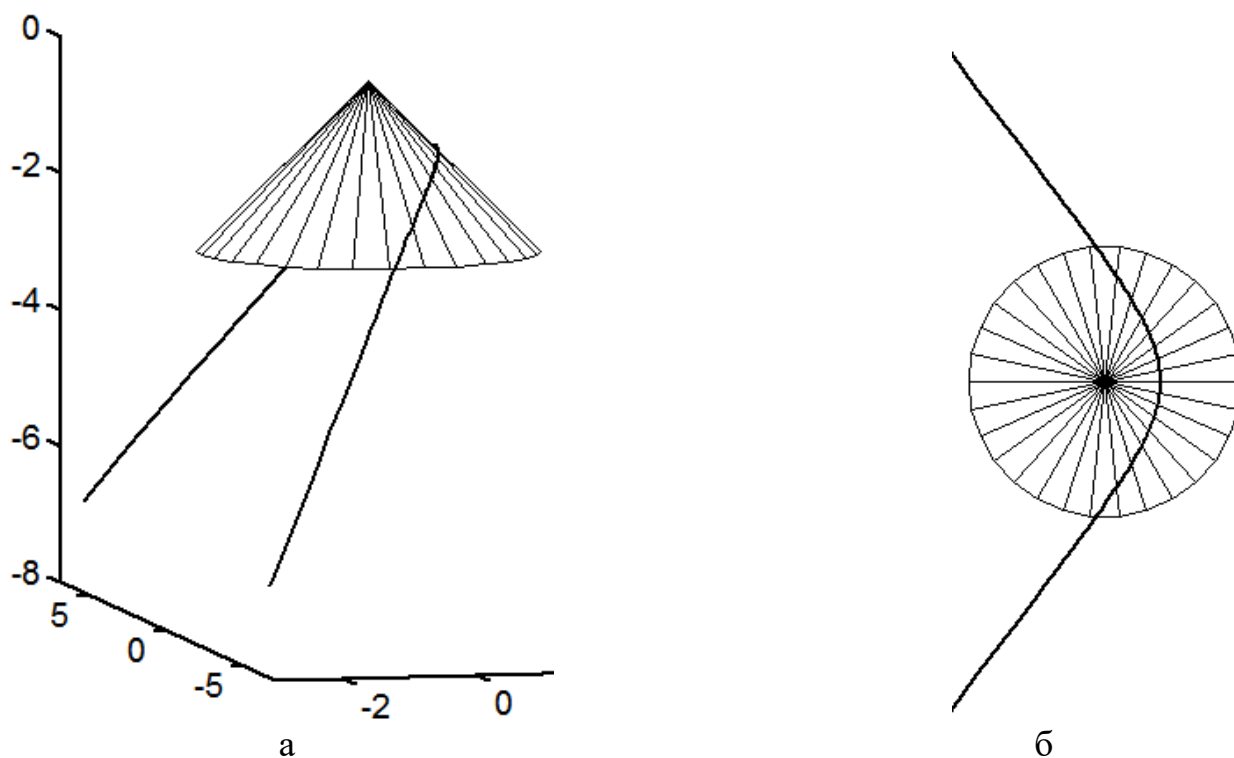


Рис. 5. Конус з кутом при вершині  $90^\circ$  і геодезична лінія на ньому:  
а) аксонометричне зображення; б) вигляд зверху

Таким чином, геодезична лінія конуса має точку самоперетину в тому випадку, коли кут при його вершині менший від  $60^\circ$ .

УДК 514.18

## ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

*В.М. Несвідомін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Введення карантину пов'язаного з COVID-19 принципово осучаснює підходи до навчання, надав розвитку дистанційних методів спілкування викладача та студента. Кафедра нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України не є винятком в цьому процесі, оскільки виникла необхідність викладання різноманітних дисциплін під час карантину, зокрема, «Інженерна і комп'ютерна графіка» та «Комп'ютери та комп'ютерні технології». Наповнення цих дисциплін включає такі діяльності, як проведення лекцій, лабораторних, самостійних, контрольних, тестів. Кожен із цих діяльностей передбачає активний зв'язок між лектором та студентом. Тому нами були апробовані всі сучасні системи реалізації такого зв'язку.

Першим інструментом для проведення онлайн навчання була система **Zoom Meeting** - <https://zoom.us>. Ефективне спілкування в реальному часі є задовільним з групою до 15 студентів, де викладач та студент можуть бачити та чути один-одного, демонструвати власні екрани (рис.1). Недоліком є високі вимоги до інтернет-трафіку, ліміт часу в 40 хв. в безкоштовній версії Zoom.

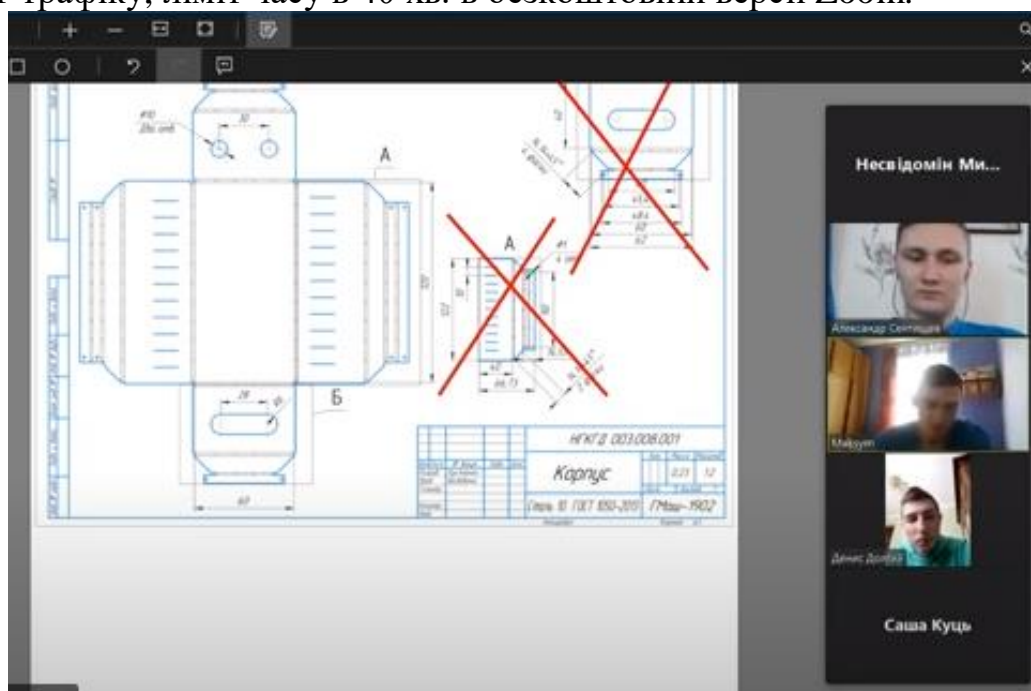


Рис.1. Фрагмент відео-конференції з дисципліни «Інженерна і комп'ютерна графіка» в середовищі Zoom

Наступним безкоштовним сервісом для дистанційного навчання було спробовано **Google Hangouts** – <https://hangouts.google.com>. У порівнянні з **Zoom Meeting** це середовище не обмежує спілкування по часу, забезпечуючи ті ж самі сервіси відео, голосовий зв'язок та можливість демонстрації власних екранів.

Також було вибрано середовище спілкування **Cisco Webex** - <https://blog.webex.com/>, яке набуло популярність серед викладачів та керівництвом університету. Ті ж самі сервіси, що і вище розглянутих системах.

Деяким інструментарієм, який можна використати для введення дистанційного навчання є середовище **Discord** - <https://discordapp.com>, яке спочатку створювалося для ігрових спільнот. На відміну від попередніх розглянутих середовищ – це відсутність одночасно відео усіх учасників конференції, що забезпечує можливість працювати там, де інтернет є «слабким». А оскільки, велика кількість студентів мешкають в сільській місцевості, саме цей інструментарій виявився найбільш ефективним в дистанційному навчанні. Як бачимо на рис.2, є прізвища студентів уроку, їх голосовий зв'язок з викладачем та між собою, можливість демонстрації екрану викладача та студента, надсилання текстових повідомлень тощо.

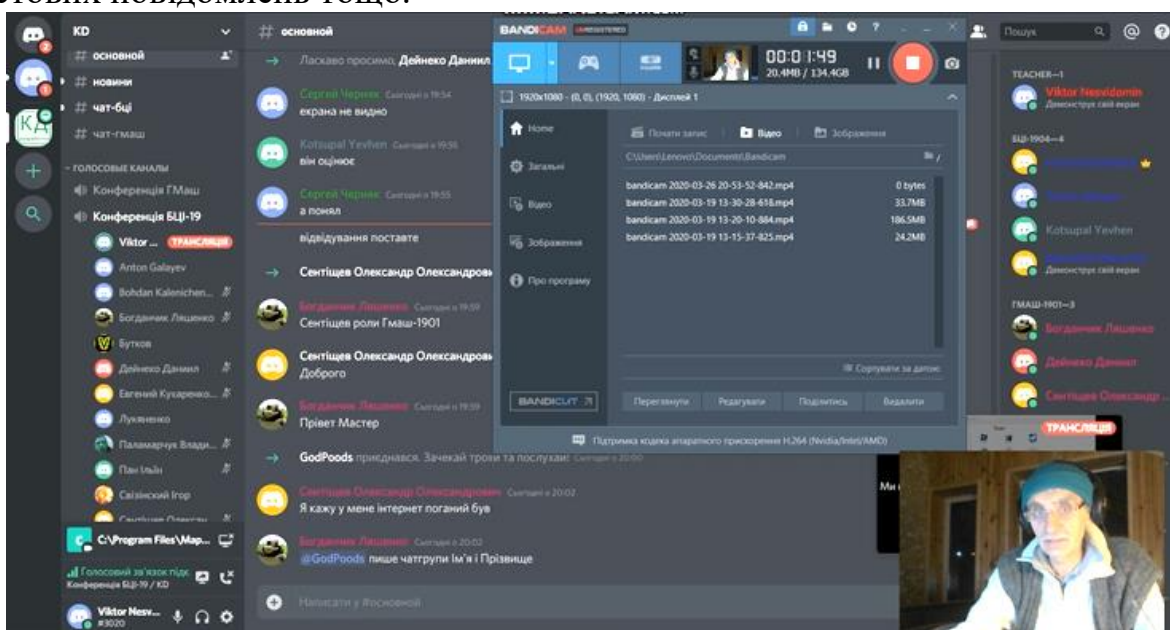


Рис.1. Фрагмент дистанційного навчання з дисципліни «Комп'ютери та комп'ютерні технології» в середовищі Discord

Висновки. Необхідність проведення дистанційного навчання під час карантину проявив ряд вимог до його організації:

1. наявність розроблених електронних навчальних курсів (**ELearn** - <https://elearn.nubip.edu.ua/my/index.php>), які повністю забезпечують студента методичним матеріалом та оцінюванням його діяльності;

2. можливість оперативного зв'язку зі студентами через їх смартфони за допомогою, наприклад, **Telegramm**;

3. голосовий зв'язок та демонстрація екрану в студентській групі може забезпечити середовище **Discord**, яке є менш вимогливим до інтернет-трафіку.



УДК 514.18

## ПРОЕКТ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ 3D МОДЕЛЮВАННЯ

*А.В. Несвідомін*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасне проектування не може обійтись без інноваційних підходів. З появою віртуальної та доповненої реальності у конструкторів з'являється все більше інструментів для розширення своїх можливостей в області 3D моделювання. Те, що ще декілька років тому здавалось науковою фантастикою, зараз активно проникає в усі сфери життя, починаючи від розваг, закінчуючи освітою, медициною та військовою справою. Провідні компанії світу, такі як HTC, Sony, Oculus, Google, Facebook вже створили свої окуляри віртуальної реальності та працюють над їх удосконаленням.

Розробники програмного забезпечення для 3D моделювання також не стоять на місці. В останній версії системи автоматизованого проектування SolidWorks та Autodesk Inventor вже відкрита функція віртуального конструювання та доповненої реальності.

Кафедра нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайн долучається до сучасних трендів, тому співробітниками кафедри був розроблений проект створення на базі факультету конструювання та дизайну НУБіП України першої лабораторії віртуальної та доповненої реальності. На рис.1,2 представлено проекти 220 аудиторії комп'ютерний клас на 40 місць, де студенти могли б створювати 3D моделі на сучасному комп'ютерному та програмному забезпеченні.

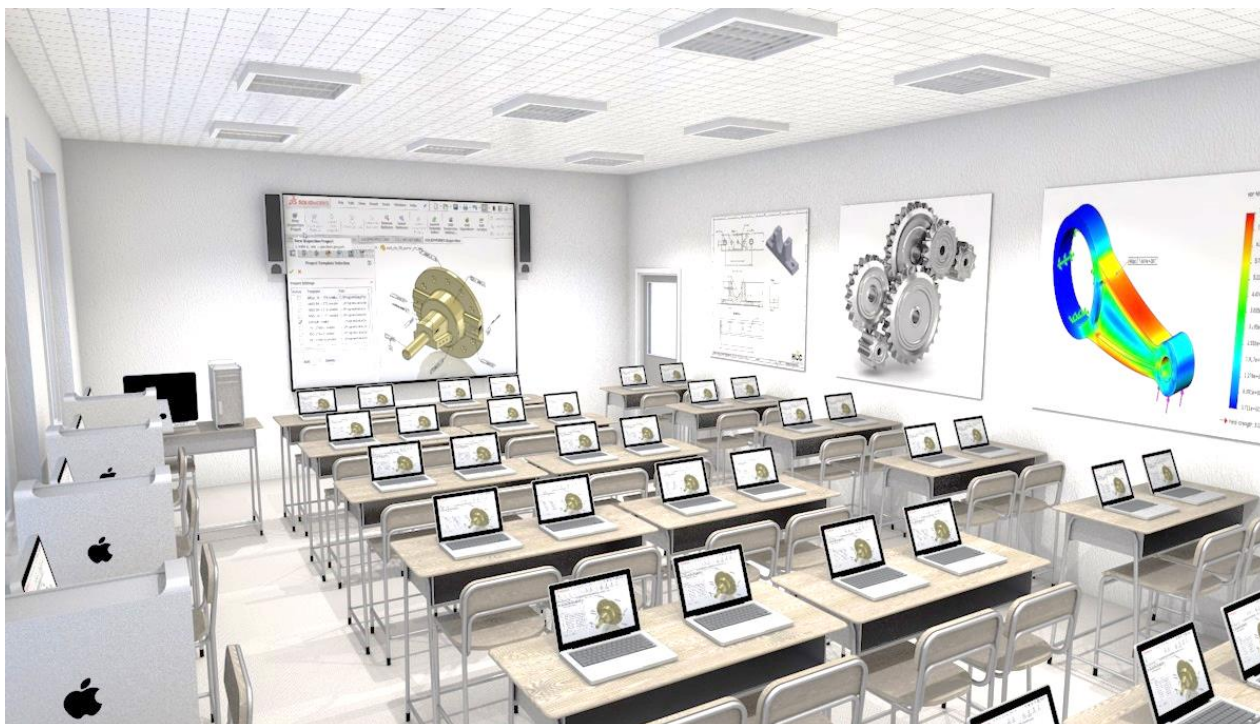


Рис.1. Проект вигляду аудиторії 220 в сторону інтерактивної дошки



Рис.2. Проект вигляду аудиторії 220 в кімнати віртуальної реальності

Поруч з аудиторією передбачається кімната віртуальної реальності (рис.3,4), де будуть знаходитись потужний комп'ютер та окуляри віртуальної реальності. Це дало б змогу по новому підійти до конструювання та розширити можливості 3D моделювання.



Рис.3. Проект кімнати віртуальної реальності

УДК 7.05

## ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТЕОРІЇ ТЕХНІЧНОГО ДИЗАЙНУ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** Відомо, що машинобудування це провідна галузь промисловості, яка має вирішальний вплив на рівень розвитку продуктивних сил суспільства. Для створення техніки завжди актуальні питання забезпечення високої її якості, тобто оптимальних значень показників якості, економічності, надійності, ергономічності, екологічності тощо.

Тобто, сучасна техніка повинна розроблятися із врахуванням функціональних, естетичних та ергономічних підходів.

В системі сучасного машинобудування велика роль відводиться художникам-дизайнерам. Починаючи з 1980, 90-х років, коли запит на дизайнерів досягнув максимальних масштабів – дизайн перетворився в засіб створення бажаних предметів і техніки, символом високого статусу знаючих споживачів, які розбираються в нові техніці і предметах.

Сталий розвиток суспільства, досягнення високого стандарту життя людей потребує, серед інших вимог, підвищення естетичних якостей створення штучного технічного (предметного) та архітектурного середовища.

Адже, дизайн – це наука, що вивчає напрямки, закономірності та методи формування гармонійного предметного середовища для найбільш повного задоволення матеріальних та духовних потреб суспільства. Кінцева мета якого – піднести культуру матеріально-наочного середовища, що оточує людину на найвищий науково-технічний і художньо-естетичний рівень шляхом синтезу науки, техніки і мистецтва. У цій творчій творчості необхідно максимально використати технічний процес, закономірності розвитку природи (форма) і композиційні основи створення впродовж тисячоліть в області техніки і архітектури.

Тому потрібно при викладенні технічного дизайну правильно сформулювати структуру викладання. Адже дизайн сильно впливає на якість життя людей та інтелектуальний потенціал суспільства. В зв'язку з цим організація та якість освіти переходить на новий рівень.

**Аналіз останніх досліджень.** Останнім часом дуже багато уваги приділяється дослідженням впливу технічного прогресу (дизайнерським рішенням) на життя людини, на освіту, і як результат, на якість та конкурентоспроможність майбутніх молодих спеціалістів. [1,2].

**Постановка завдання.** Проаналізувати та обґрунтувати структуру викладання технічного дизайну для дисципліни «Дизайн аграрної техніки».

**Основна частина.** Освіта – основа розвитку особистості, суспільства, нації та держави, запорука майбутнього України. Освіта відтворює і народжує інтелектуальний, духовний та економічний потенціал суспільства. Що стосується

розвитку освіти, то він дедалі набирає динамічного характеру. Зміна ідей, знань, технологій відбувається швидше ніж зміна людського покоління [1]. У сучасних умовах актуальною є функція навчального процесу – навчити людину використовувати оптимальні знання у своїй практичній діяльності: професійна, громадсько-політична та інша.

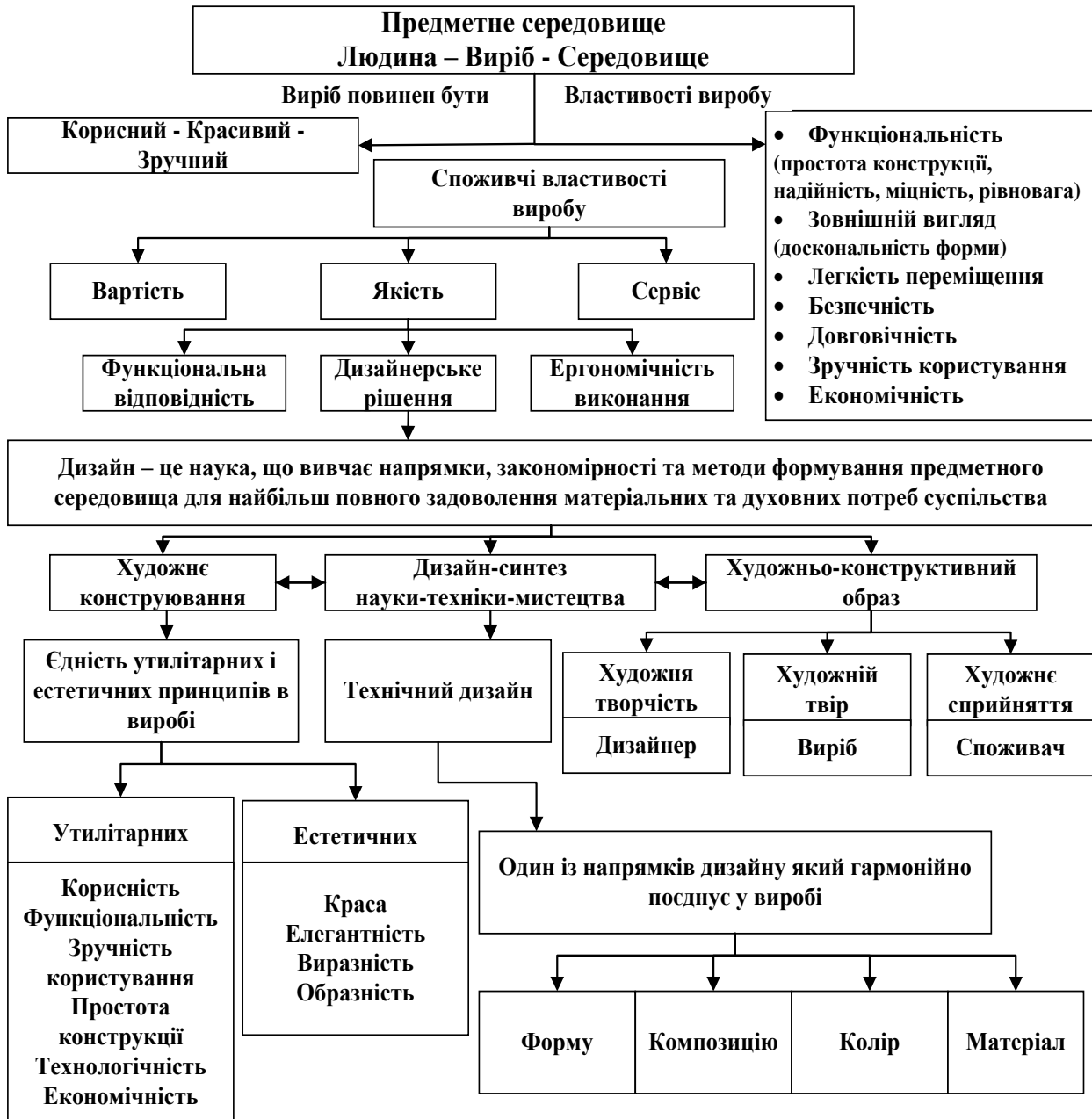


Рис.1 Структура дизайну

Сучасні темпи розвитку аграрного виробництва також потребує високого рівня підготовки молодих спеціалістів. При отриманні знань для майбутніх спеціалістів, а особливо інженерних спеціальностей велика роль відіграє технічна грамотність, при проектуванні нових машин. Об'єктом дослідження, стосовно якого розробляються теорія, методологія, методи і засоби дизайнерських технічних рішень є система «людина-технічний вирів-середовище».

Адже технічний дизайн – це окрема галузь дизайну, що визначає загальні закономірності художнього конструювання техніки, особливості формування її об'ємно-просторової структури, компоувальних та колористичних обрисів технічних, об'єктів з метою гармонійної побудови технологічних комплексів, машин і обладнання для комплексного задоволення матеріальних та духовних (утилітарних –естетичних) потреб у виробництві та побуті.

Для того, щоб спроектувати новий виріб на рівні кращих зразків потрібно добре знати об'єктивні закономірності формоутворення і композиції, які лежать в основі гармонії на базі аналізу зав'язків між формою і функцією, формою і конструкцією, формою і матеріалом, формою і технологією, формою і кольором.

В процесі технічного дизайну відбувається цілеспрямований пошук форми, композиції, колористики та витратних матеріалів.

Повертаючись до навчального процесу, ми можемо сказати, що побудована схема структури технічного дизайну, яка представлена на рис.1 дає можливість скоротити затрати часу студента на вивчення дисципліни «Дизайн аграрної техніки».

**Висновок.** Дано схема структури технічного дизайну дозволить студентам вивчаючи дисципліну «Дизайн аграрної техніки», «Дизайн лісогосподарського обладнання» скоротити час на вивчення матеріалу дисциплін, а також покращити якість засвоєння і головне, дані знання застосовувати на практиці при проектуванні новітньої техніки.

### **Література**

1. Ревуцький М. В. Проблеми, тенденції, перспективи освіти ХХІ століття. / М.В. Ревуцький, О.І. Калина // Придніпровська державна академія будівництва та архітектури - Електронний ресурс режим доступу:[http://conf.vntu.edu.ua/humed/2010/txt/Reutskyi\\_Kalyna.php](http://conf.vntu.edu.ua/humed/2010/txt/Reutskyi_Kalyna.php)

2. Дубровін В.О. Дизайн та ергономіка аграрної техніки. / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук. – К: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 180 с.

УДК 514.18

**УЗАГАЛЬНЕНИЙ СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ІЗОТРОПНИХ КРИВИХ****О.В. Несвідоміна***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ізотропні криві (або ж мінімальні криві) в комплексному просторі в кожній точці мають дотичні нульової довжини, а тому і довжина кривої рівняється нулю. Необхідність побудови ізотропних кривих заданої форми пов'язано з конструюванням ізометричних сіток, елементарні комірки яких є квадратами.

Запропоновано узагальнений спосіб формування плоских ізотропних кривих, суть якого в наступному. На комплексній площині відстань від початку координат до точки з координатами  $[1, I]$  буде дорівнювати нулю, оскільки:

$$s = \sqrt{1^2 + I^2} = \sqrt{1 - 1} = 0, \quad (1)$$

де  $I = \sqrt{-1}$  уявна одиниця.

В цьому випадку, для будь-якої функції  $f(t)$  дійсного аргумента  $t$  буде відповідати на комплексній площині плоска ізотропна крива, параметричне рівняння якої матиме наступний параметричний вигляд:

$$\mathbf{r}(t) = f(t) [1, I] = [f(t), I \cdot f(t)]. \quad (2)$$

Наведемо приклад формування ізотропних кривих за будь-якою кривою  $\rho(t)$  в полярній системі координат, яка на комплексній площині записується у наступній тригонометричній формі:

$$f(t) = \rho(t) \cdot (\cos(t) + I \cdot \sin(t)). \quad (3)$$

Підстановка рівняння (3) до (2) приводить до ізотропної кривої виду:

$$\mathbf{r}(t) = \rho(t) [\cos(t) + I \cdot \sin(t), \bar{I} \cdot (\cos(t) + I \cdot \sin(t))]. \quad (4)$$

На рис.1 побудовані плоскі ізометричні сітки за рівняння (4) для характерних кривих  $\rho(t)$  заданих в полярній системі координат.

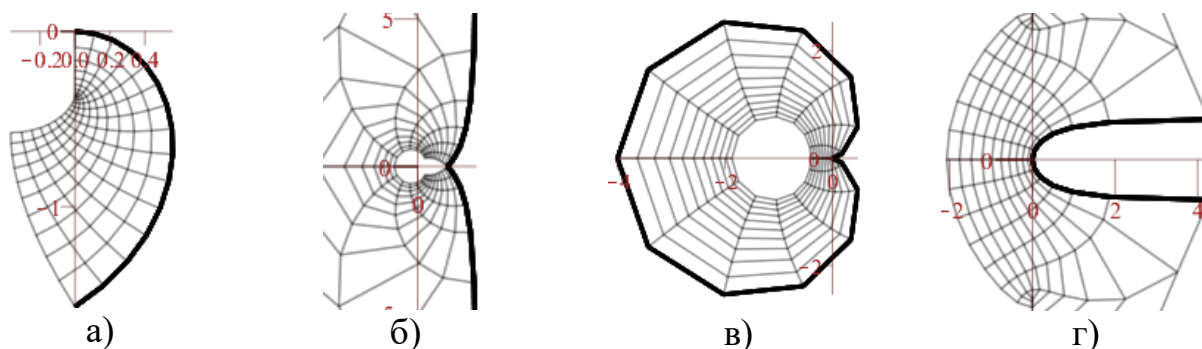


Рис.1. Плоскі ізометричні сітки за напрямними кривими у полярній системі координат за умови  $a = 1$ : а) спіраль Архімеда  $\rho(t) = at$ ; б) строфоїда  $\rho(t) = a \frac{1+\sin(t)}{\cos(t)}$ ; в) кардіоїда  $\rho(t) = 2a(1 - \cos(t))$ ; г) каппа  $\rho(t) = a \operatorname{ctg}(t)$

УДК 514.18

**РУХОМИЙ І НЕРУХОМИЙ АКСОЇДИ ТРИГРАННИКА ФРЕНЕ****Т.А. Кресан, С.Ф. Пилипака***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

При русі супровідного тригранника Френе по просторовій напрямній кривій він здійснює певний рух, який можна розкласти на два складових рухи: поступальний в напрямі орта дотичної  $\bar{\tau}$  із швидкістю  $V$  і обертальний навколо миттєвої осі обертання  $\bar{\omega}$  з кутовою швидкістю  $\omega$  (рис. 1,а). Миттєвою віссю обертання тригранника є вектор Дарбу  $\bar{\omega}$  [1], який розташований в спрямній площині тригранника і складає кут  $\varphi$  із ортом  $\bar{\tau}$ .

Напрямок і величина вектора Дарбу залежить від значень кривини  $k$  і скруту  $\sigma$  кривої в точці  $A$  розташування тригранника, причому його проекція на орт  $\bar{\tau}$  чисельно рівна скрутові  $\sigma$ , а на орт біномалі  $\bar{b}$  - кривині  $k$ . Звідси можна знайти модуль вектора  $\bar{\omega}$ , тобто чисельне значення кутової швидкості  $\omega$ :

$$|\bar{\omega}| = \omega = \sqrt{k^2 + \sigma^2}. \quad (1)$$

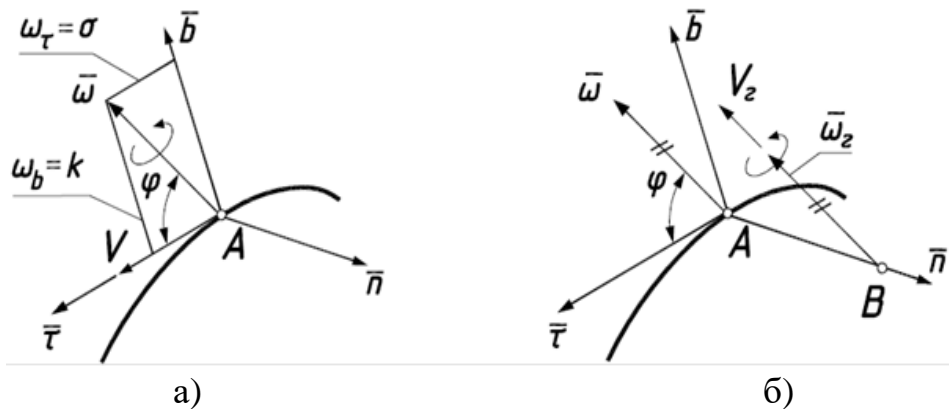


Рис. 1. Варіанти розкладання поступального і обертального рухів тригранника Френе просторової кривої: а) обертальний рух навколо вектора Дарбу і поступальний вздовж орта дотичної; б) обертальний рух навколо миттєвої осі обертання і ковзання і поступальний вздовж неї

Обертальний і поступальний рухи тригранника можна замінити одним гвинтовим рухом. Він буде обертатися навколо нової осі з тією ж кутовою швидкістю  $\omega$  і ковзати вздовж неї із новою швидкістю  $V_2$ :

$$V_2 = V\sigma / \sqrt{k^2 + \sigma^2}. \quad (2)$$

Нова вісь називається миттєвою віссю обертання і ковзання  $\bar{\omega}_2$  (рис. 2,б). Вона паралельна вектору Дарбу і зміщена вздовж головної нормалі  $\bar{n}$  тригранника на відстань [6]:

$$AB = \frac{k}{k^2 + \sigma^2}. \quad (3)$$

Для плоскої кривої скрут  $\sigma=0$ , отже  $\varphi=90^\circ$ . Це означає, що миттєва вісь обертання  $\bar{\omega}$  збігається із бінормаллю  $\bar{b}$ . При переході до нової осі ми отримаємо чисте обертання без ковзання, оскільки поступальна швидкість ковзання згідно (2) дорівнюватиме нулю (рис. 2,а). Відстань розташування нової миттєвої осі обертання згідно (3) буде визначатися радіусом кривини  $\rho$  кривої в поточній точці (рис. 2,а):

$$AB = \rho = 1/k. \quad (4)$$

Побудуємо декілька положень осі миттєвого обертання тригранника, сукупність яких утворює циліндричну поверхню – нерухомий аксоїд

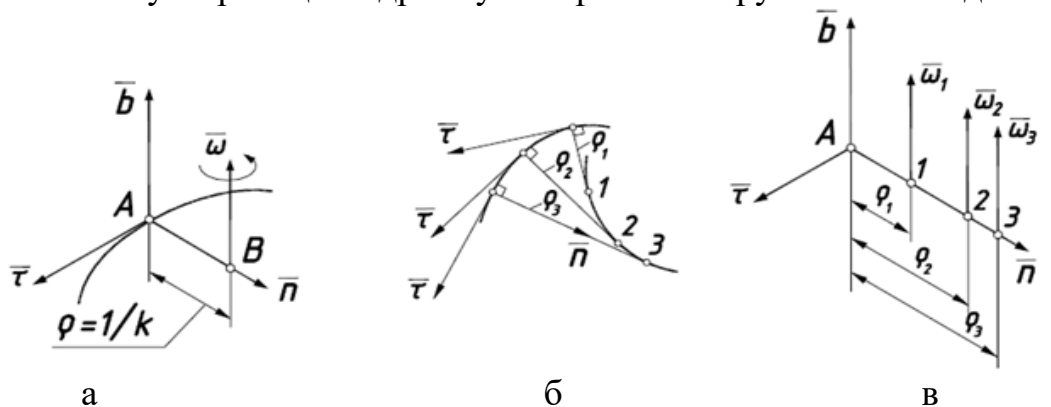


Рис. 2. До побудови рухомого і нерухомого аксоїда тригранника плоскої напрямної кривої: а) розташування в системі тригранника миттєвої осі обертання  $\bar{\omega}$ ; б) окремі положення миттєвої осі обертання тригранника при його русі по кривій, які належать нерухомому аксоїду; в) три окремі положення миттєвої осі обертання тригранника в його системі, які належать аксоїду

**Твердження.** При русі супровідного тригранника Френе по плоскій напрямній кривій його нерухомим аксоїдом є полярний торс кривої, а рухомим – розгортка полярного торса.

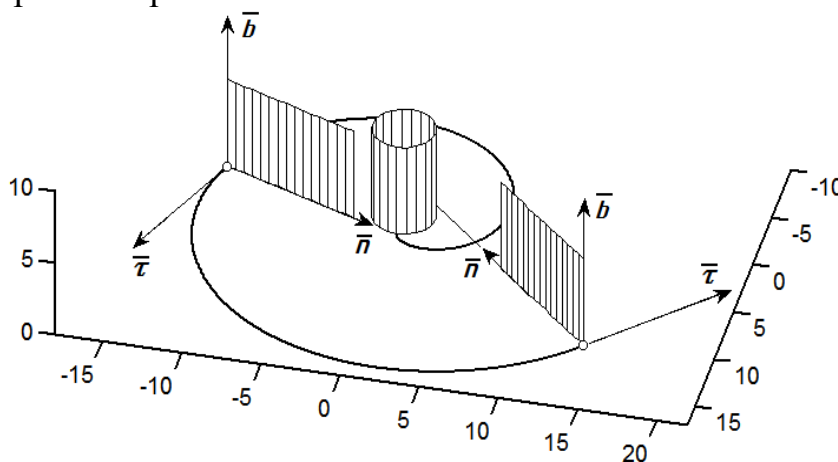


Рис. 3. Обкочування рухомого аксоїда по нерухомому на прикладі плоскої напрямної кривої – евольвенти кола



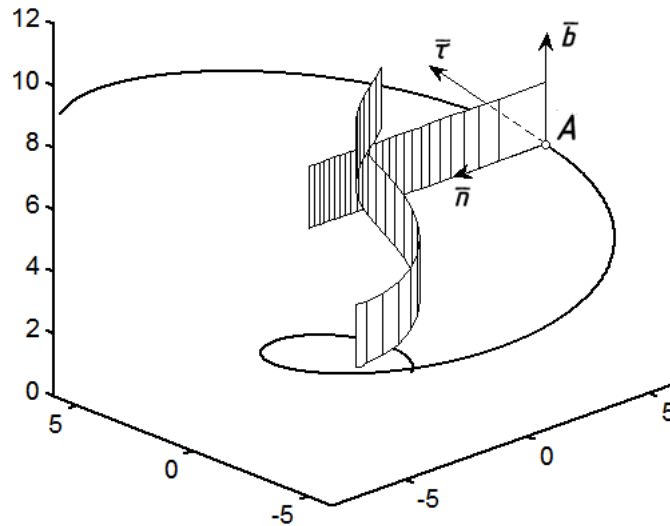


Рис. 3. Нерухомий і рухомий аксоїди кривої укосу

Параметр кінематичного гвинта  $p$  і відстань  $AB$  і згідно виразів для кривої укосу набувають вигляду:

$$AB = \frac{\cos^2 \beta}{k}; \quad p = \frac{\sin \beta \cos \beta}{k}. \quad (5)$$

*Твердження.* При русі супровідного тригранника Френе по просторовій кривій укосу його нерухомим аксоїдом є полярний торс плоскої кривої – горизонтальної проєкції кривої, тобто еволютний циліндр, а рухомим – його розгортка. При русі тригранника по кривій укосу із швидкістю  $V=1$  м/с рухомий аксоїд обкочується по нерухомому з кутовою швидкістю  $\omega=k/\cos\beta$  і одночасно ковзає вздовж спільної прямої дотику із швидкістю  $V=\sin\beta$ , де  $\beta$  – кут підйому кривої укосу.

### Література

1. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье . В двух томах – Т. 1: Статика и кинематика. – М.: Наука, 1982. -352 с.
2. Лурье А.И. Аналитическая механика / А.И. Лурье. – М.:ФМ, 1961.-823 с.
3. Ядгаров Д.Я. Применение дифференциальных уравнений к конструированию ротативных поверхностей с аксоидами торс-торс / Д.Я. Ядгаров, И.Х. Шоломов // Исслед. в области теории дифференциальных уравнений и теории приближений. – Ташкент, 1982. – С. 96 – 100.
4. Кирилов С.В. Параметрические уравнения некоторых спироидальных поверхностей / С.В. Кирилов // Кибернетика графики и прикладная геометрия поверхностей: Труды МАИ. – Вып. 296. – М.: МАИ, 1972. – С. 81 – 85.
5. Кривошапко С.Н. Исследование и визуализация ротативных и спироидальных поверхностей / С.Н. Кривошапко, С.Л. Шамбина // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 4. Прикл. геометрія та інж. графіка. – Том 49. –Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 33 -- 41.
6. Панчук К.Л. Элементы кинематической геометрии кривой линии / К.Л. Панчук // Омский научный вестник. – Омск: ОГТУ, 2005. - № 2 (31). – С. 68 – 69.

УДК 7.05

## ВИКОРИСТАННЯ ФОРМИ І КОМПОЗИЦІЇ В ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** За площею орних земель (28,8 млн. га) і виробництвом більшості видів рослинної продукції Україна входить у першу шістку країн Європи. У собівартості сільськогосподарської продукції частка технічного забезпечення технологій складає сьогодні від 16 – 24%. Подальший розвиток агропромислового комплексу України істотно залежить від матеріально-технічного рівня забезпечення галузі, зокрема, від стану ринку аграрної техніки і вітчизняного машинобудування.

Сучасна аграрна техніка повинна розроблятися із врахуванням функціональних, естетичних та ергономічних підходів. Фактором в дизайні – формоутворення сільськогосподарської техніки повинна бути відповідність функціональному призначенню, використаним матеріалом та конструктивній доцільності.

Форми конкурентоспроможних сільськогосподарських машин сьогодні вже не можна створити на основі однієї інтуїції.

Тільки досконала теоретична і практична підготовка дозволить дизайнеру аграрної техніки розробити свою стратегію конструювання засобів виробництва, також тактику їх модернізації комбінації. Однак для цього потрібно знайти підходи до форм, а також композиційних рішень. Щоб майбутні моделі були максимально стійкі до часу, і не екстравагантними, але раціональними і красивими в своїй основі. Потрібно, щоб моральний ресурс форм техніки для сільського господарства відповідав їх експлуатаційному ресурсі.

**Аналіз останніх досліджень.** У сучасних означеннях дизайн – це художнє конструювання та оформлення речей, знарядь праці, промислової продукції, а також інтер'єрів, елементів благоустрою територій тощо.

Художньо-конструкторська діяльність спрямовується на створення нових видів і типів виробів, які мають відповідати вимогам щодо корисності, економічності, художнього стилю, відображення національних традицій.

Завдання дизайнера – розробка дизайн-продукту - в основі врахування різнопланових формоутворювальних чинників, композиції, структури, способу організації, способу функціонування, колористики, яке може бути розв'язане на основі традиційних творчо-конструкторських методів або шляхом цифрового моделювання.

Поняття «форма» має кілька визначень. Форма – це зовнішній вигляд предмета, його обрис; це система організації, внутрішня структура, нерозривно пов'язана зі змістом; це сполучення елементів простору (точок, ліній, поверхонь). Композиція у перекладі з латинської мови означає вигадування, складання, з'єднання, зв'язок, побудову, структуру. Розрізняють три основних види композиції: фронтальну, об'ємну і глибинно-просторову. Питання створення

форм і композицій технічних виробів дано в літературі [1, 2, 3]. За ті години які відведені на вивчення форм і композицій в курсі дизайну, потрібно викладачу не тільки дати матеріал, а ще розвинути в студента просторову уяву та просторове мислення, для побудови проектів дизайну для технічних виробів з використанням чинників форми і композиції.

**Формування цілей статті.** Розробка побудови схеми структур форми і композиції в дизайні, гармонійно поєднуються у художньо-конструкторському обрисі при забезпеченні функціональні відповідності та ергономічності конструкцій новітньої техніки.

**Основна частина.** Розглянемо мету дизайну яку досягають через визначення формальних якостей предметів, що створюються засобами індустріального виробництва. До цих якостей відносяться не тільки зовнішній вигляд предметів, але, головним чином, структурні зв'язки, які додають наочному середовищу необхідну функціональну і композиційну єдність, сприяючи ефективності виробництва і підвищення якості продукції.

Особливості дизайну полягає в тому, що він пластино відображає навколишній світ, в цьому його особливий метод художнього відображення діяльності. Отже, щоб створити виріб, необхідно зрозуміти і оцінити дійсність. Пропорції, відношення частин виробу, виробу один до одного, взаємозв'язок їх з простором вимагають художнього підходу і естетичного виховання. Для того щоб спроектувати новий виріб на рівні кращих зразків потрібно добре знати об'єктивні закономірності формоутворення і композиції, які лежать в основі гармонії на базі аналізу зв'язків між формою і матеріалом, формою і технологією, формою і конструкцією, формою і кольором.

Значення форми і дизайну в техніці, особливо зараз, коли естетичний рівень визначає успіх виробу на внутрішньому і зовнішньому ринку.

На рис. 1 представлена схема викладання матеріалу «форма і композиція в дизайні», що забезпечує формування компетентності фахівця підготовленого в питаннях дизайну техніки для здійснення професійної діяльності при проектування новітніх зразків техніки.

**Висновок.** Сучасний навчальний процес повинен відповідати дидактичним принципам. Використання схеми структури викладання значення «форма і композиція в технічному дизайні» дозволить студентам скоротити час на засвоєння даного матеріалу, а також відкритий шлях до створення нових естетично якісних зразків техніки.

### Література

1. Базилевский А.А. Дизайн. Технологія. Форма / А.А. Базилевский, В.Е. Бориева, - М.: Архитектура, 2010 – 248 с.
2. Сомов Ю.С. Композиция в технике / Ю.С. , - М.: Машиностроение, 2000 – 270 с.
3. Дубровін В.О. Дизайн та ергономіка аграрної техніки. / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук і др. – К: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 180 с.

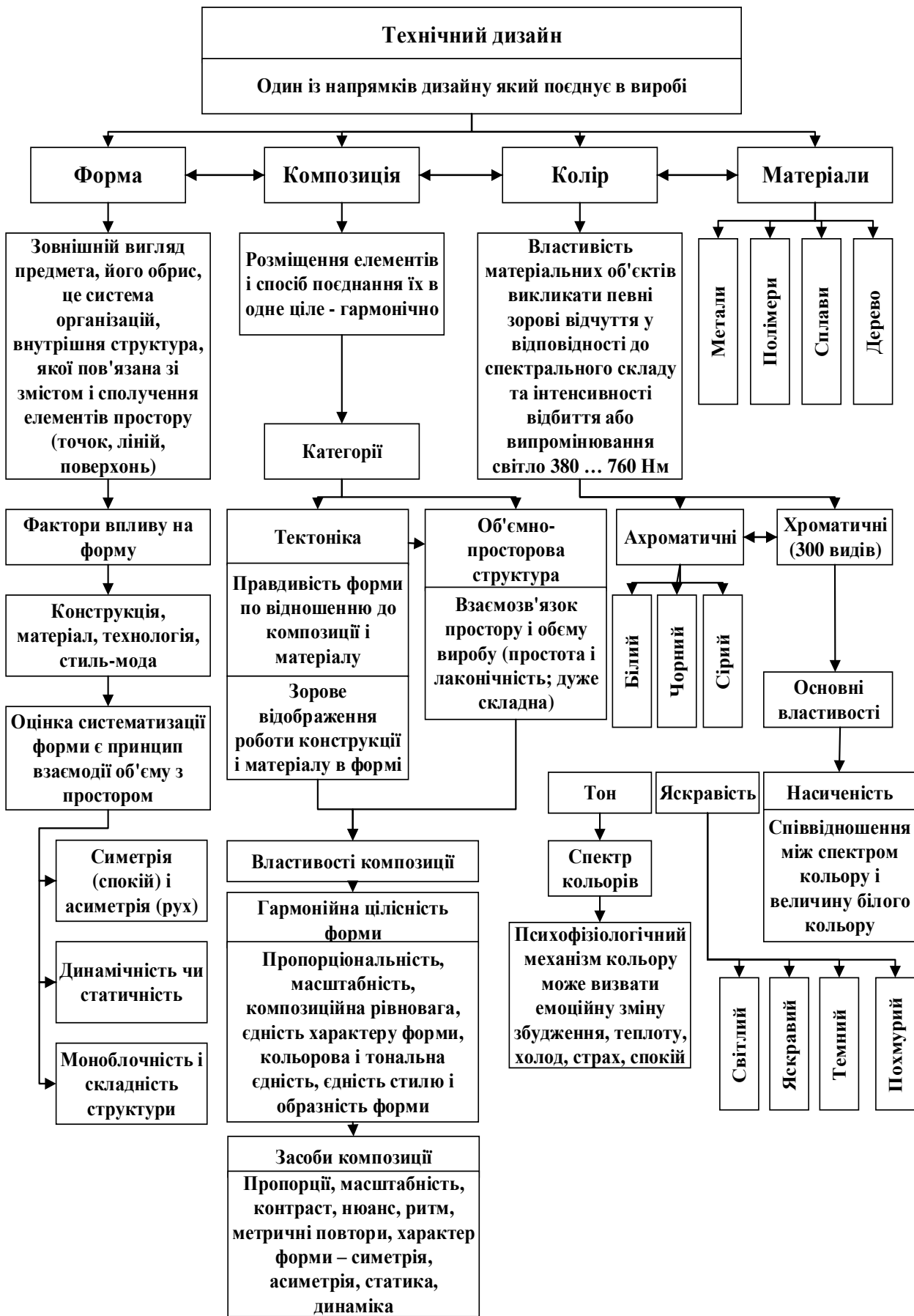


Рис. 1. Форма і композиція в технічному дизайні

УДК 7.05

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ ПРИБУДОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТИВ**

***Н.С. Конкіна, А.А. Демчишин***

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

Протягом століть винахідницька діяльність відбувалась шляхом «проб і помилок». Вважалося, що для вирішення винахідницької задачі необхідно володіти великим колективом співробітників, які зможуть принести бажаний результат шляхом перебору. Однак метод «проб і помилок», і заснована на ньому організація конструкторської праці, прийшли в протиріччя з вимогами сучасної науково-технічної революції. Таким чином, з'явилася потреба створення нових методів управління творчим процесом, які були б здатні різко зменшити число невдалих спроб. Для цього і необхідна науково обґрунтована і практично працездатна теорія рішення винахідницьких задач.

Теорія рішення винахідницьких задач, або ТРІЗ, - набір методів вирішення технічних завдань і вдосконалення технічних систем. ТРІЗ була створена в СРСР в 1960-х роках Генріхом Альтшуллером [1]. Перша школа з рішення винахідницьких задач з'явилася в Дніпропетровську, а пізніше ТРІЗ стала широко розповсюдженою у всьому світі [2].

Розглянемо проблему створення моделі нейронної мережі, яка дозволить розпізнавати жести рук людини. При розробці висунемо наступні вимоги до нейронної мережі: ефективно виокремлення фону сцени, можливість навчання в умовах малої кількості фотографій (семплів), розпізнавання жестів лише для однієї людини.

Метою роботи є дослідження і розробка методів розпізнавання статичних і динамічних жестів руки, які можуть бути використані для безконтактної взаємодії людини з комп'ютером, з використанням ТРІЗ. Засобом досягнення мети є вирішення таких основних завдань:

1. аналіз існуючих методів відстеження та розпізнавання жестів руки, а також безконтактної людино-машинної взаємодії;
2. побудова архітектури моделі нейронної мережі з ТРІЗ;
3. дослідження і розробка методів опису, вилучення і розпізнавання конфігурацій руки з використанням ТРІЗ;
4. розробка методів розпізнавання жестів руки на основі нейронної мережі для управління комп'ютерними системами;

Під час проектування системи було проведено декілька експериментів для вибору найбільш підходящого прототипу моделі нейронної мережі, класифікатора та найбільш підходящої функції втрат. Для зручності розробки був додатково розроблений модуль для зберігання та зчитування даних, а також модуль, завдяки якому задавалися додаткові параметри для нейронної мережі, що навчається (кількість епох, ймовірність дропауту, кількість шарів та ін.).

Навчання мережі було проведено на основі датасету, наданого громадою Kaggle. Датасет складався з 6 тисяч фотографій, отриманих за допомогою камери *LeapMotion*. При навчанні було використано метод дропауту, суть якого полягає в тому, що в процесі навчання вибирається шар, з якого випадковим чином виключається певна кількість нейронів (наприклад 40%), які виключаються з подальших обчислень. Такий прийом покращує ефективність навчання і підвищує якість результату. Класифікатор у нейронних мережах відносить об'єкт до одного з класів відповідно до визначеного розбиттям  $N$ -мірного простору, яке називається простором входів, і розмірність цього простору є кількістю компонентів вектору. Наприклад, у нейронної мережі, що навчалась, з 10 виходами ми отримали вектор вихідних значень (0.1, 0.2, 0.6, 0.4, 0.05, 0.1, 0.3, 0.55, 0.2, 0.1). Максимальне значення у нашому прикладі має третя компонента вектору, значить клас, до якого належить цей приклад, - клас номер 3. Іноді при роботі з нейронними мережами, вводиться термін «впевненість мережі», яка визначається як різниця між максимальним значенням та значенням виходу, найближчого до максимального. Тобто, у нашому прикладі максимальне значення – 0.6, найближчий вихід – 0.4, «впевненість мережі» дорівнює  $0.6 - 0.4 = 0.2$ .

У роботі для вирішення задачі класифікації було використано лінійний класифікатор. Навчання моделі відбувалося за принципом "навчання з учителем". При такому підході визначається функція втрат, що вимірює розмір неузгодженості між вихідними даними і бажаними результатами. Формально алгоритм навчання виглядає так:

$$\arg \min_{\mathbf{w}} R(\mathbf{w}) + C \sum_{i=1}^N L(y_i, \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)$$

де  $\mathbf{w}$  - вектор параметрів класифікатора;  $L(y_i, \mathbf{w}^T \mathbf{x}_i)$  - функція втрат, яка задає міру невідповідності між передбаченням класифікатора та справжнім виходом  $y_i$  для  $i$ -того тренувального зразка;  $R(\mathbf{w})$  - функція [регуляризації](#), яка запобігає завеликим значенням параметрів (що спричиняє [перенавчання](#));  $C$  - скалярна стала (встановлена користувачем алгоритму навчання), яка контролює баланс між регуляризацією та функцією втрат [3]. При побудові моделі нейронної мережі застосовано наступні принципи вирішення технічних протиріч ТРІЗ: принцип асиметрії, принцип винесення, принцип переходу в інший вимір, принцип об'єднання.

Як відомо [4,5], ТРІЗ базується на поняттях моно-, бі- та полі системи. Початкова версія архітектури нейронної мережі була спроектована з використанням мінімальної кількості шарів, що склали моно систему. Виходячи з результатів роботи, моно система була доповнена додатковими шарами (рис. 1).

Модель нейронної мережі показала найкращі показники на епісі 76 з результатом 92.375 %.



Рис. 1. Архітектура нейронної мережі з додатковими шарами на основі ТРІЗ

Отримані результати дають можливість вважати підхід на основі ТРІЗ потужним інструментом для вирішення задач штучного інтелекту. Показано, що написання систем штучного інтелекту відбувається за законами розвитку системи ТРІЗ, що дає можливість прогнозувати процес їх подальшого вдосконалення.

### Література

1. [Альтшуллер Г. С. Как научиться изобретать.](#) — Тамбов: Тамбовское книжное издательство. - 1961. – 211 с.
2. Альтшуллер Г. С. [Творчество как точная наука.](#) — М.: Советское радио, 1979. –174 с.
3. Imoh M.Ilevbare, David Probert, Robert Phaal. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation – Elsevier. V.33, Issue 2-3, 2013. – P 30-37.
4. Альтшуллер Г. С. Найти идею. — Новосибирск: Наука, 1991. – 211 с.
5. Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G., «Pattern Classification», Wiley, 2001. – [ISBN 0-471-05669-3](#). – 688 p.

УДК 514.18

## ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ЗНАХОДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ ЗА ЗАДАНОЮ КІНЕМАТИКОЮ СУПРОВІДНОГО ТРИГРАННИКА

*Т.А. Кресан, С.Ф. Пилипака*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Рух супровідного тригранника Френе по напрямній кривій можна розглядати, як рух твердого тіла, кінематика якого визначається диференціальними характеристиками кривої. Оскільки тригранник рухається вздовж кривої, то його переміщення можна розглядати, як суму двох складових рухів: поступального вздовж орта дотичної  $\bar{\tau}$  із швидкістю  $V$  і обертального навколо миттєвої осі обертання  $\bar{\omega}$  з кутовою швидкістю  $\omega$  (рис. 1,а). Ці два рухи можна звести до гвинтового руху навколо миттєвої осі обертання і ковзання  $\bar{\omega}_2$ , тобто до кінематичного гвинта (рис. 1,б). Однопараметрична множина осей кінематичного гвинта по відношенню до нерухомої системи координат утворює нерухомий аксоїд, а по відношенню до системи рухомого тригранника – рухомий.

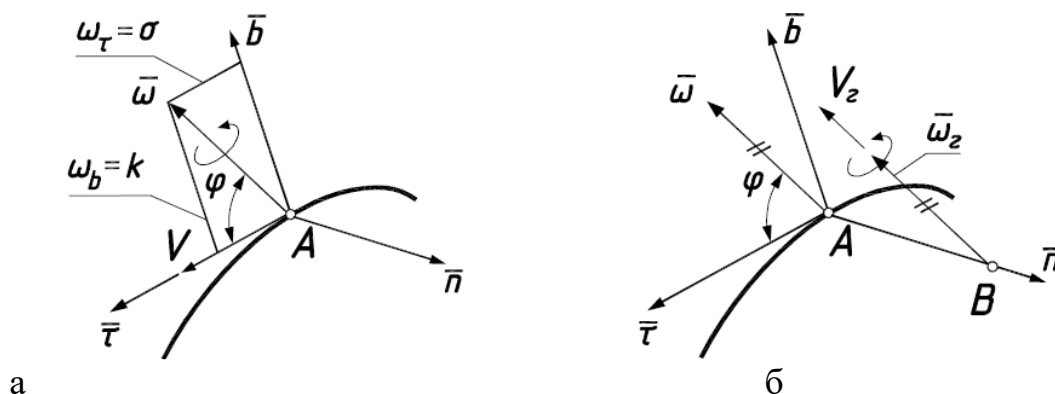


Рис. 1. Варіанти розкладання поступального і обертального рухів тригранника Френе просторової кривої: а) обертальний рух навколо вектора Дарбу і поступальний вздовж орта дотичної; б) обертальний рух навколо миттєвої осі обертання і ковзання і поступальний вздовж неї

Миттєва вісь обертання  $\bar{\omega}$  розташована в спрямній площині тригранника і складає кут  $\varphi$  із ортом  $\bar{\tau}$  (рис. 1,а). Величина і напрям даного вектора, який носить назву вектора Дарбу, залежить від значень кривини  $k$  і скруту  $\sigma$  кривої в точці  $A$  розташування тригранника, причому його проекція на орт  $\bar{\tau}$  чисельно рівна скрутові  $\sigma$ , а на орт бінормалі  $\bar{b}$  - кривині  $k$ . Звідси можна знайти модуль вектора Дарбу  $\bar{\omega}$ , тобто чисельне значення кутової швидкості  $\omega$  (в подальшому прийнято, що швидкість руху тригранника по кривій рівна одиниці:  $V=1$  м/с:

$$|\bar{\omega}| = \omega = \sqrt{k^2 + \sigma^2}. \quad (1)$$

Обертальний і поступальний рухи тригранника можна замінити одним



гвинтовим рухом. Він буде обертатися навколо нової осі  $\bar{\omega}_z$  з тією ж кутовою швидкістю  $\omega$  і ковзати вздовж неї із новою швидкістю  $V_z$ :

$$V_z = V\sigma / \sqrt{k^2 + \sigma^2}. \quad (2)$$

Нова вісь  $\bar{\omega}_z$  називається миттєвою віссю обертання і ковзання, або кінематичним гвинтом (рис. 1,б). Вона паралельна вектору Дарбу і зміщена вздовж додатного напрямку головної нормалі  $\bar{n}$  тригранника на відстань [1]:

$$AB = \frac{k}{k^2 + \sigma^2}. \quad (3)$$

Якщо задана просторова крива параметричними рівняннями, то завжди можна знайти залежності кривини  $k$  і скруту  $\sigma$  в будь-якій поточній точці кривої. Цими двома характеристиками визначається кінематика супровідного тригранника в даній точці: кут  $\varphi$ , тобто напрям кінематичного гвинта в системі тригранника, величина кутової швидкості  $\omega$  обертання тригранника (1), швидкість його ковзання (2) вздовж вектора кінематичного гвинта і відстань  $AB$  (3). В загальному випадку всі ці величини будуть змінними і залежатимуть від точки на кривій, в якій в даний момент знаходиться тригранник. Отже, положення вектора кінематичного гвинта в системі тригранника буде змінюватися по мірі його руху вздовж кривої. Рух осі кінематичного гвинта в системі тригранника, множина положень якої утворює рухомий аксоїд, цілком визначений: він повертається на кут  $\varphi$  навколо головної нормалі  $\bar{n}$  і ковзає вздовж неї згідно (3). При такому русі лінійчата поверхня (рухомий аксоїд, який рухається разом із тригранником, але в його системі є нерухомим) утворюється відомим способом, характерним для побудови коноїда: пряма лінія (вісь кінематичного гвинта) перетинає напрямну пряму (головну нормаль тригранника) під прямим кутом, ковзає вздовж неї і одночасно обертається навколо неї. Розглянемо окремі випадки напрямної кривої, коли рухомий аксоїд має наперед задану форму.

*Випадок перший.* Нехай кут  $\varphi$  і відстань  $AB$  будуть сталими величинами. В такому випадку рухомий аксоїд вироджується у пряму лінію. Згідно рис. 1,а вираз для кута  $\varphi$  запишеться:

$$\varphi = \text{Arctg} \frac{k}{\sigma}. \quad (4)$$

Розв'яжемо систему двох рівнянь (3) і (4) відносно кривини  $k$  і скруту  $\sigma$ :

$$k = \frac{\sin^2 \varphi}{AB}; \quad \sigma = \frac{\sin 2\varphi}{2AB}. \quad (5)$$

Просторовою кривою, у якої кривина і скрут є сталими, є гвинтова лінія. Кутова швидкість обертання тригранника при його русі по гвинтовій лінії розраховується за формулою (1) і теж є сталою.

В праці [2] наведено твердження, згідно якого нерухомим аксоїдом кривої укусю є полярний торс її горизонтальної проекції, а рухомим – його розгортка. Горизонтальною проекцією гвинтової лінії є коло, отже полярний торс

вироджується у пряму лінію – вісь гвинтової лінії. Відповідно і рухомий аксоїд теж буде прямою лінією.

*Випадок другий.* Нехай кут  $\varphi$  і відстань  $AB$  будуть змінними величинами, але кутова швидкість  $\omega$  обертання тригранника буде сталою.

Для знаходження розшукуваної кривої окрім кутової швидкості  $\omega$  потрібно задати ще одну величину або закономірність її зміни: кривину  $k$ , скрут  $\sigma$  або ж відстань  $AB$ . Задамо закономірність зміни відстані  $AB$ . Нехай вона буде лінійною у функції довжини дуги  $s$  розшукуваної кривої:  $AB=as$ . Розв'яжемо наступну систему рівнянь відносно кривини  $k$  і скриту  $\sigma$ :

$$\sqrt{k^2 + \sigma^2} = \omega; \quad AB = \frac{k}{k^2 + \sigma^2} = as. \quad (6)$$

Результатом розв'язку системи (6) є наступні залежності кривини  $k$  і скриту  $\sigma$ :

$$k = a\omega^2 s; \quad \sigma = \omega\sqrt{1 - a^2\omega^2 s^2}. \quad (7)$$

Залежності (7) є натуральними рівняннями просторової кривої. Для її побудови потрібно перейти від натуральних до параметричних рівнянь. Для цього потрібно застосовувати чисельні методи. Наявність підкореневого виразу у рівнянні (7) свідчить про те, що крива існує при обмеженому значенні довжини дуги  $s$ . На рис. 2 за допомогою чисельних методів побудовано просторові криві за натуральними рівняннями (7).

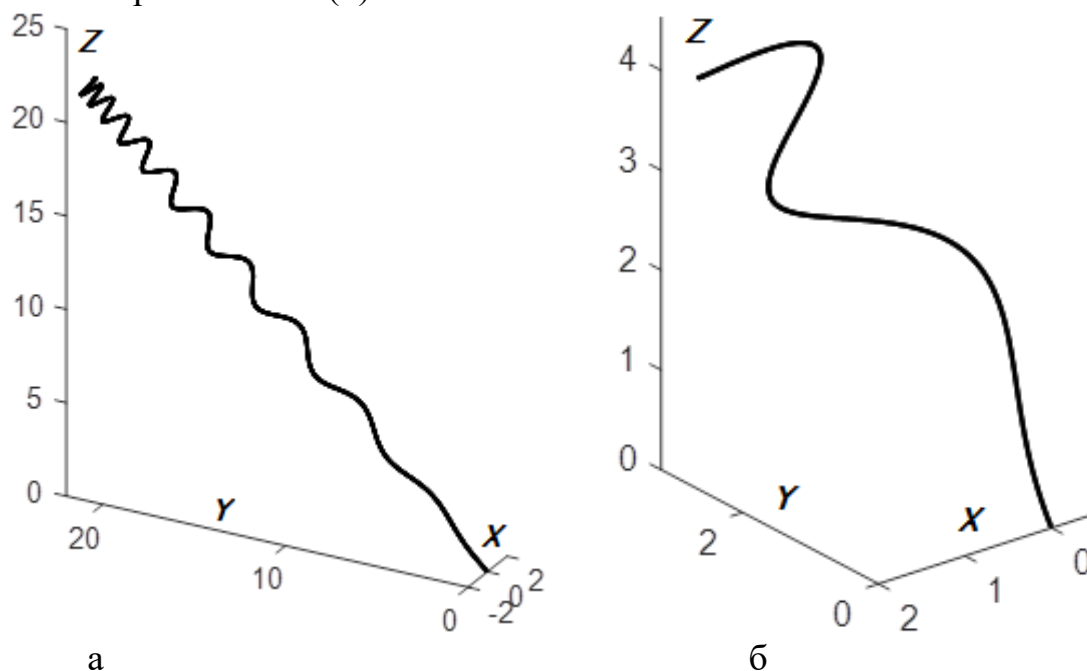


Рис. 2. Просторові криві, побудовані за натуральними рівняннями (7):  
а)  $a=0,01$ ,  $\omega=2$ ,  $s=0\dots50$ ;      б)  $a=0,05$ ,  $\omega=2$ ,  $s=0\dots10$

*Випадок третій.* Нехай рухомим аксоїдом буде гвинтовий коноїд сталого кроку. В цьому випадку кут  $\varphi$  і відстань  $AB$  повинні змінюватися за лінійним законом, що відповідає рівномірному обертанню і переміщенню осі

кінематичного гвинта навколо і вздовж головної нормалі, яка є віссю гвинтового коноїда. В такому випадку система двох рівнянь набуває вигляду:

$$\frac{k}{k^2 + \sigma^2} = as; \quad \text{Arctg} \frac{k}{\sigma} = bs. \quad (8)$$

Результатом розв'язку системи (8) є наступні залежності кривини  $k$  і скриту  $\sigma$ :

$$k = \frac{\sin^2 bs}{as}; \quad \sigma = \frac{\sin 2bs}{2as}. \quad (9)$$

На рис. 3 за допомогою чисельних методів побудовано просторову криву за натуральними рівняннями (9), яка показана із різних точок зору.

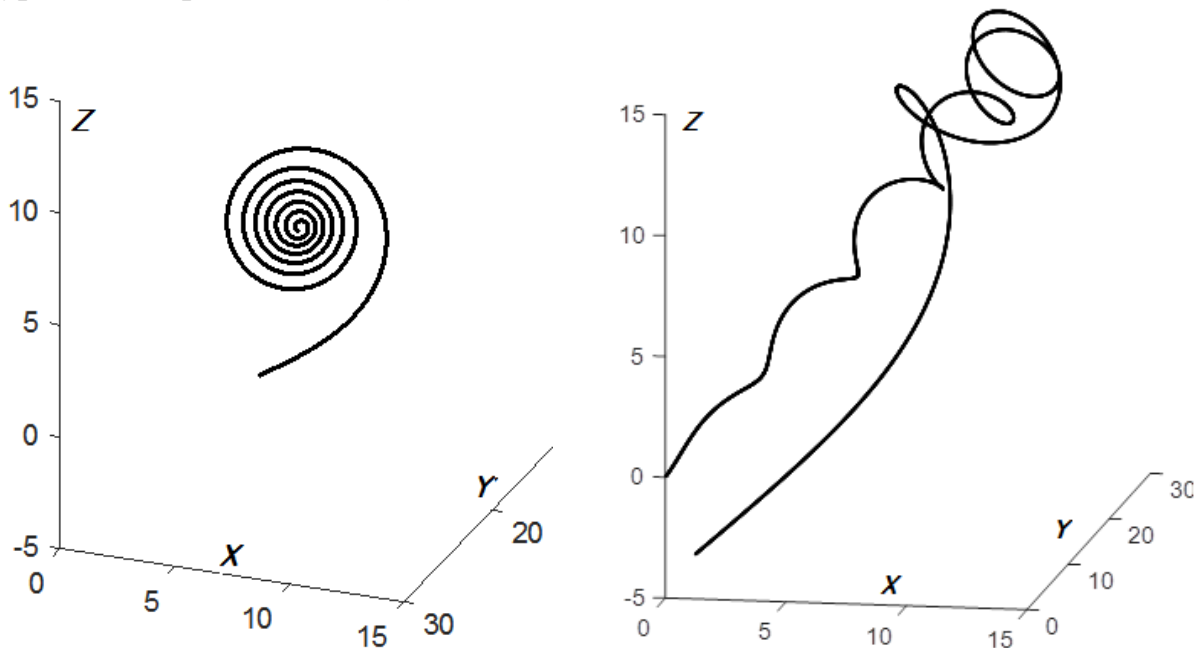


Рис. 3. Просторова крива, побудована за натуральними рівняннями (9) при  $a=0,04$ ,  $b=0,03$  і показана із різних точок зору

В знаменниках натуральних рівнянь (9) присутня довжина дуги кривої  $s$ , а в чисельниках – вирази синуса, абсолютне значення якого не може бути більше одиниці. В силу цього по мірі зростання довжини дуги  $s$  як кривина  $k$ , так і скрут  $\sigma$  наближатимуться до нуля, тобто сама крива асимптотично наближатиметься до прямої лінії.

### Література

1. Панчук К.Л. Элементы кинематической геометрии кривой линии / К.Л. Панчук // Омский научный вестник. – Омск: ОГТУ, 2005. - № 2 (31). – С. 68 – 69.
2. Пилипака С.Ф. Нерухомий і рухомий аксоїди супровідного тригранника Френе просторової кривої укусу / С.Ф. Пилипака, І.Ю. Грищенко, В.М. Бабка, Т.А. Кресан, Т.П. Федорина // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон, 2019. – № 2 (69). – Частина 3. – С. 265 – 273.

УДК 621.331

## **АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТВАРИННИЦТВІ**

***Н.І Болтянська, О.В. Болтянський***

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Енергоефективність та енергозбереження входять в п'ятірку пріоритетних напрямків технологічного розвитку. В даний час проблема ресурсозбереження взагалі й електричної енергії, зокрема, стає гранично гостросоціальною, оскільки майбутнє благополуччя людства багато в чому залежить від того, наскільки раціонально, бережно і ефективно використовуються ресурси в даний час [1–5].

Енергоозброєність суспільства - основа його науково-технічного прогресу, база розвитку продуктивних сил. Її відповідність суспільним потребам – найважливіший фактор економічного зростання. Розвивається світове господарство вимагає постійного нарощування енергоозброєності виробництва. Вона повинна бути надійна і з розрахунком на віддалену перспективу. Енергетична криза 1973–1974 рр. в капіталістичних країнах продемонструвала, що цього важко тепер досягти, ґрунтуючись лише на традиційних джерелах енергії (нафті, вугіллі, газі). Необхідно не тільки змінити структуру їх споживання, а й ширше впроваджувати нетрадиційні, альтернативні джерела енергії [6,7].

Головним напрямком енергозбереження в тваринництві є оптимізація потреби в технічних засобах за критерієм енергетичної ефективності з урахуванням розміру ферми, систем і способів утримання, прийнятої технології годівлі. Найбільш перспективним напрямком зниження енергоємності виробництва тваринницької продукції є впровадження високопродуктивних порід тварин, поліпшення їх генетичного потенціалу. Дослідженнями доведено, що найменш енергоємними і збалансованими за поживними речовинами є: зернові культури (озимі зернові – пшениця, жито, ячмінь; ярі – овес, горох); багаторічні та однорічні трави; сіно багаторічних трав; кукурудза на зелену масу і силос [8,9]. Економічно виправданим і енергозберігаючим є закладання на зберігання подрібнені до необхідних розмірів корму. Найбільш енергозберігаючим для виїмки сінажу та силосу з траншей є використання універсальних машин (ИСРК-12Ф «Господар»; ПЕ-0,8Б; ПУ-0,5; НГС1,0 «Карпатец-1000С»; ПГБ-1,0 «Карпатец-1020М»; НГП-0,5; НН -0,25; ПС-0,5 / 0,8Б). Перспективною технологічною схемою годівлі тварин є одночасне роздавання всіх кормів в складі збалансованої кормосуміші, що дозволить економити енергоресурси. Для подрібнення зерна доцільно використовувати дробарку ДМ-44ОУ, яка має високу продуктивність і порівняно невелику енерго- і матеріаломісткість, а також нову дробарку ДМ-Ф-4-3, в якій енергоємність процесу дроблення, в порівнянні з ДКМ-5, менше майже в 1,5 рази і продуктивність підвищена в середньому на 25%. Для подрібнення соковитих кормів дисковими ріжучими апаратами для зменшення питомої роботи різання і зниження енерговитрат слід забезпечити

ефект ковзаючого різання, коли кут  $\tau$  перевищує кут тертя  $\phi$  матеріалу, що подрібнюється про лезо ножа ( $\tau > \phi$ ). Цим досягається необхідна величина тангенціальної сили  $T$ , спрямованої уздовж прямолінійного леза і забезпечує ефективне різання матеріалу. Забезпечити величину кута  $\tau$  в оптимальних межах можливо шляхом розміщення ножа на диску з поперечним  $P_x$  і поздовжнім  $P_y$  вильотом, величина яких обмежується заданою довжиною ножа  $L$  і радіусом  $R$  ножового диска (рис. 1).

Економії енергоресурсів в тваринництві можна досягти при: впровадженні енергозберігаючих технологій, застосування нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, підвищення продуктивності тварин, матеріальної зацікавленості в енергозбереженні, підвищенні кваліфікації робітників, зміні ставлення до праці, удосконалення організаційних аспектів.

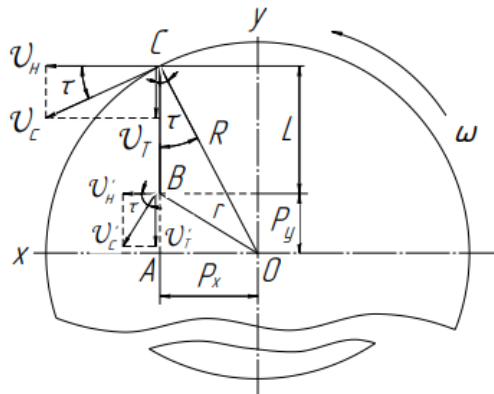


Рис. 1. Оптимальне розташування ножа на дисковому ножовому апараті

Ефективність тваринництва в значній мірі залежить від мікроклімату, створеного в тваринницьких приміщеннях. Так, відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж призводить до зменшення надоїв молока на 10–20%, приросту живої маси – на 20–33%, збільшення відходу молодняка до 5–40%, зниження несучості курей на 30–35% і стійкості тварин до захворювань, витраті додаткової кількості кормів, скорочення терміну служби обладнання, машин і самих будівель. З іншого боку, загальні витрати енергії на створення і підтримання оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях складають до 3 млн т у. т. в рік, що дорівнює 32% всієї енергії, споживаної в галузі. Тому в галузі тваринництва в загальному комплексі завдань по економії і ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів одним з важливих напрямків є розробка і впровадження енергозберігаючого обладнання для створення оптимального мікроклімату.

Одне з важливих напрямків економії енергоресурсів в тваринництві – утилізація теплоти, що міститься в повітрі тваринницьких приміщень за рахунок використання рекуперативних теплоутилізаторів, в яких теплообмін між теплим повітрям, що видаляється і холодним припливним відбувається без їх безпосереднього контакту, через розділову стінку або з використанням проміжного теплоносія.

Незалежно від конструктивних особливостей рекуперативні теплоутилізатори забезпечують підтримання необхідної температури і вологості повітря в корівниках, при цьому економія електричної енергії, в порівнянні з використанням установок без утилізації теплоти може досягати 75%. Теплообмінники з полімерних матеріалів мають високу корозійну стійкість до агресивних середовищ тваринницьких приміщень, низькі матеріаломісткість і вартість. При цьому в якості полімерних матеріалів доцільно використовувати полімерні стільникові пластини з високими характеристиками міцності. В цілому надійна робота теплоутилізаторів в тваринницьких приміщеннях забезпечується правильним вибором їх конструктивних параметрів, об'ємом подачі теплоносіїв, вживанням заходів щодо запобігання замерзання водяної пари, що сконденсувалася на поверхні теплообмінника. Основна ж умова для отримання економії електроенергії в системах мікроклімату – правильний вибір теплоутилізатора для конкретного тваринницького приміщення.

### Література

1. Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ. 2019. С. 36-39.
2. Болтянський О.В. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Зб. тез доп. II Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» НУБіП. 2015. С. 54-55.
3. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. Вісник Сумського НАУ СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів». 2016. Вип. 10/3 (31). С. 118-121.
4. Болтянский О.В. Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве. Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. 2016. Vol.18. No13, b.P.49-54.
5. Болтянська Н.І. Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. Інженерія природокористування. 2018. №1(9). С. 57-61.
6. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. Праці ТДАТУ. 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153-159.
7. Болтянський О.В. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50-55.
8. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.
9. Boltyanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29.

УДК 62-1

## **ЗАВДАННЯ І ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ ПІДПРИЄМСТВА**

***В. І. Мельник***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Метрологічна служба підприємства внаслідок реалізації принципів єдності вимірювань створена, насамперед, задля забезпечення захисту життя й охорони здоров'я громадян через здійснення контролю найбільш важливих сфер. Її визначають також як виробничу (або прикладну) і покладають на неї вирішення питань практичного застосування теоретичних і законодавчих результатів.

В умовах спаду промислового виробництва у процесі впровадження різноманітних заходів з оптимізації витрат, насамперед, намагаються скоротити витрати на інженерні служби і, в першу чергу – на метрологічну службу підприємства, не задумуючись наскільки це обґрунтовано і які наслідки може мати щодо результатів діяльності виробничого підприємства.

До сфер зацікавленості метрологічної служби на підприємстві окрім виробничої складової входить контроль стану навколишнього середовища та безпечні умови праці, з одного боку, і безпека суміжних виробництв (наприклад, транспортного забезпечення) та кінцевого продукту – з іншого.

В умовах виробничого підприємства відбувається вирішення питань практичного застосування теоретичних і законодавчих напрацювань метрології, тобто відбувається реалізація завдань прикладного розділу метрології, підґрунтям якого є метрологія теоретична і законодавча. Метрологічна служба виконує низку завдань, які лежать в основі наступного групування: експертно-проектні; нормативно-законодавчі; цехові. Експертно-проектні завдання полягають у використанні контрольно-вимірювальної техніки на основі стандартизованого і уніфікованого вибору її точнісних параметрів; в організації аналітичної роботи щодо визначення рівня метрологічного розвитку підприємства і його відповідності встановленим стандартам; проведенні техніко-економічних розрахунків з метою визначення ефективності застосування ряду технічних засобів вимірювання. Все вище згадане можна об'єднати під гаслом підвищення рівня метрологічного забезпечення виробництва.

Група нормативно-законодавчих завдань зосереджена на реалізації практичного дотримання на виробництві галузевих, державних і міжнародних стандартів та нормативних документів щодо метрології та засобів вимірювання. Сюди можна також віднести розробку системи якості підприємства і розробку методик та їх атестацію щодо вимірювань, випробувань та контролю.

Цехові завдання прикладної метрології сконцентровані на питаннях ремонтування, метрологічної атестації, повірки або калібрування виробничого вимірювального обладнання. До кола згаданих завдань можна також віднести контролювання за дотриманням метрологічної дисципліни на підприємстві, проведення навчання та підвищення кваліфікації виробничого персоналу.

Перелічені завдання прикладної метрології визначають її особливе місце у організаційно-виробничій структурі підприємства. На сьогодні не існує правил, які б жорстко регламентували структуру метрологічної служби підприємства. Зазвичай визначальними умовами до її створення є завдання і обсяг виробництва. До прикладу, можна розглядати такі складові згаданої служби як бюро стандартизації, випробувальні лабораторії, відділ головного метролога, групи зберігання, перевірки і ремонтування вимірювальних засобів.

Окрім падіння промислового виробництва загалом, на сьогодні, підприємства виробничих галузей також стикаються ще з однією проблемою, на яку вказують як вітчизняні, так і закордонні аналітики – нестача висококваліфікованих кадрів. Ця проблема повною мірою має стосунок і до метрологічної служби підприємств або технологічних чи конструкторських служб, які виконують її функції. Особливо гостро дана проблема звучить у контексті визначення і забезпечення показників якості, надійності та безпеки виробленої продукції, чим, насамперед, і повинна займатись метрологічна служба підприємства.

### **Література**

1. Ляшуга І. Ю. Науково-організаційні засади розвитку метрологічного забезпечення в Україні. Харків: НТУ «ХПІ», 2019, 233 с.
2. Віткін Л. Аналіз системи технічного регулювання, стандартизації, метрології в Україні та заходи щодо її удосконалення на 2017 р. Метрологія та прилади. 2017. № 1. С. 3 – 7.
3. Вимірювання в галузі науки і техніки – міст до інновацій. Український метрологічний журнал. 2010. № 2. С. 3 – 4.
4. Бахмайер Х. Влияние глобализации на метрологию в Европе. Украинский метрологічний журнал, 2000. № 1. С. 9 – 13.



УДК 662.81

## **АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ СУЧАСНИХ ПРЕСІВ-ГРАНУЛЯТОРІВ**

***Н.І. Болтянська, А.С. Комар***

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

За конструкцією преси-гранулятори можуть бути з плоскою матрицею, з круглою матрицею, з двома вертикальними обертовими матрицями, гібрид гранулятора з плоскою і круглою матрицею. В грануляторах з плоскою горизонтальною матрицею, що обертається, через отвори в ній матеріал продавлюється пресуючими вальцями і формується в гранули. Основними елементами преса є ролики, закріплені на приводному валу, і плоска матриця. Такі гранулятори невеликі за розміром, мають просту конструкцію, а тому підходять підприємствам з малим обсягом переробки, а також приватним господарствам. До недоліків цього обладнання можна віднести те, що при певній окружній швидкості виникає віднесення матеріалу під дією відцентрових сил до периферії матриці і, як наслідок, нерівномірне навантаження на її робочу поверхню. Через різницю кутових швидкостей роликів відбувається нерівномірний знос поверхні матриці і роликів. Дуже складно домогтися однакового зазору між усіма роликами і матрицею. При виході з ладу одного підшипника в ролику, як правило, замінюються всі підшипники на роликовій голівці. Ремонт гранулятора з плоскою матрицею обійдеться дорожче, ніж гранулятора з круглою матрицею [1–5].

В грануляторах з круглою вертикальною матрицею, що обертається, матеріал продавлюється через отвори матриці пресуючими вальцями і формується в гранули [6]. У даній конструкції преса кожен ролик індивідуально підводиться до матриці, забезпечуючи необхідний зазор і тим самим найкращу якість одержуваного продукту, а також рівномірний знос роликів і матриці. Преси цієї конструкції найбільш поширені, на їх частку припадає близько 90% всього ринку грануляторів. Їх недоліком є велика окружна швидкість і, як наслідок, чутливість до вологості і фракції матеріалу, що гранулюється, а також більше енергоспоживання.

Гранулятори з двома вертикальними матрицями, що обертаються в протилежних напрямках роликів не мають. Матриці розташовані так, що їх зовнішні діаметри накладаються один на одного, як зубчаста передача. Такі гранулятори не знайшли широкого застосування через високі експлуатаційні витрати і труднощі у роботі. Гібрид гранулятора з плоскою і круглою матрицею з'явився на ринку порівняно недавно. Такий прес-гранулятор 3000-200-10 представлений компаніями «ЛесІнТех» і Dieffenbacher (Німеччина) [7,8]. Обладнання поєднує в собі переваги пресів з плоскою і з кільцевої матрицею, при цьому виключаючи такі їх недоліки, як нерівномірність зносу матриць і роликів, довгий час їх заміни, відсутність візуального контролю за процесом гранулювання. Гранулятор розроблений для заводів великої потужності. Дана

модель складається з десяти вузлів. Пресуючий вузол включає живильник, пресуючий ролик і загальну плоску матрицю з заданим діаметром отворів.

Гранулятори з шестерним приводом найдешевші в експлуатації. У них немає великих втрат на тертя, як в ремінній передачі або у черв'ячній парі. У них найнижча вартість і витрата змащувальних матеріалів. ККД одноступеневою шестерінчастою передачею становить 98%, клинопасової – 96% і зменшується в процесі роботи (знос ременів), ККД черв'ячної передачі становить 90% [9].

Гранулятори з клинопасовою і з шестерінчастою передачами однаково поширені. Переваги клинопасової передачі – велика стійкість до вібрацій і перевантажень камери гранулювання, які поглинаються за рахунок ременів і валів. У грануляторів з шестерінчастою передачею навантаження більше передаються на електродвигун. Щоб обладнання добре працювало, ремені повинні бути європейського виробництва, а це серйозно позначається на його ціні. При установці дешевих, менш якісних ременів шків змінює профіль, і навіть оригінальні ремені почнуть швидко зношуватися. Електроніка грануляторів за допомогою датчиків стежить за пробуксовування ременів, але на пелетних підприємствах ці датчики швидко забруднюються через низький рівень організації праці і слабку підготовку кадрів. Термін служби клинопасової передачі становить близько 30 тис. годин, але заміна ременів коштує недорого. Термін служби шестерінчастою передачею складає до 10 років, але вартість заміни дуже відчутна і може становити до 50% вартості гранулятора. Два перерахованих вище конструктивних ознаки є принциповими в класифікації конструкцій грануляторів.

Найбільш відповідальною деталлю гранулятора і такою, що інтенсивно зношується є матриця. Існує велика кількість їх різновидів. Якісно виготовлена матриця повинна поєднувати в собі високу опірність стирання, поломок і корозії, забезпечувати високу пропускну здатність для досягнення оптимальної продуктивності. Діаметр плоских матриць становить 100-1250 мм, товщина – 20-100 мм. Діаметр круглої матриці досягає 1000 мм. Оскільки вартість матриць висока, на підприємствах приділяють велику увагу їх збереженню і правильній експлуатації. Матриці виготовляють з різних матеріалів. Головні вимоги до матеріалів – висока зносостійкість і пружність. Гарною зносостійкістю володіють матриці з нержавіючої сталі. Як правило, використовують сталь 40Х або HARDOX 500 і 20CRMN. Використовується сталь повинна бути зносостійкою і мати загартування 45-60 од. за шкалою твердості Роквелла [4-8].

За технологією виготовлення розрізняють зміцнені матриці з нержавіючої сталі, які можуть бути з вакуумною плавкою або з наскрізним загартуванням, а також науглероджені матриці з легованої сталі.

Отримання гранул правильної форми за допомогою безперервного пропуску сировини через перфоровані матриці в грануляторах досягається завдяки тиску вальців і тертя сировини об металеві стінки отворів матриць. Чим довше ці отвори, тим триваліший вплив тертя і тим міцніші виходять гранули. Між діаметром гранул і довжиною отворів матриці (довжина пресування) існує співвідношення, при якому виходить встановлена міцність гранул. Чим більше діаметр гранул, тим товще має бути матриця. Живий перетин отворів у матриці

має великий вплив на продуктивність гранулятора – чим він менше, тим менше продуктивність. Часто в отворах матриці робиться зенкування, щоб полегшити вхід продукту в отвори [9].

Товщина матриці повинна бути в 10 разів більше діаметру отворів. При виготовленні матриць товщиною менше 50,8 мм застосовують цековку отворів, яка полягає в тому, що свердлом розсвердлюють верхні кромки отворів. Іноді роблять фаски на отворах. Так, матриці товщиною 50,8 мм можуть мати отвори розміром 4,8x38,1 мм з конусним поглибленням 12,7 мм. При цьому ефективна довжина утворення гранул становить 38,1 мм. Отвори для пресування гранул діаметром від 2,4 до 4,8 мм мають малу роззенковку у впуску. Отвори для гранул діаметром 9,5 мм і вище не тільки роззенковують, але і обробляють на конус до половини, а в деяких випадках і більше.

### Література

1. Болтянська Н.І. Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2009. Вип.89. С. 106-111.
2. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. Вісник Сумського НАУ. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. - 2016. Вип. 10/3 (31). С. 118–121.
3. Комар А.С. Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ. 2019. С. 36-39.
4. Комар А. С. Визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора. Вісник ХНУСГ, «Проблеми надійності машин». 2019. Вип. 205. С. 398-405.
5. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. Тези V Міжн. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань, 2019. С. 18-20.
6. Boltjanska N. Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29
7. Комар А.С. Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду. Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні». Ніжин, 2019. С. 84-91.
8. Болтянська Н.І., Комар А.С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 44-56.
9. Комар А.С. Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. ТДАТУ. 2019. Ч. 1. С. 33-36.

УДК 636.085.55

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ МЕТОДОМ ЕКСТРУДУВАННЯ

*Н.І. Болтянська*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного, м. Мелітополь, Україна*

Найважливішим завданням комбікормової промисловості є отримання якісного продукту, підвищення кількості та якості комбікормів, яких потрібно все більше з кожним роком. Потреби в цих видах продуктів зростає набагато швидше в порівнянні з обсягом сільськогосподарської галузі [1,2].

В даний час в нашій країні особлива увага приділяється питанням раціонального природокористування і захисту навколишнього середовища. Це безпосередньо пов'язано з удосконаленням технологічних процесів і технічних засобів для їх реалізації, а також з використанням в сільському господарстві органічних матеріалів для приготування кормів [3,4].

Застосування технології гранулювання дозволяє отримувати корми заданого розміру, форми і необхідних фізико-механічних характеристик, що зменшує їх втрати при транспортуванні, зберіганні і переробці, а також покращує показники подальшого використання. Гранульовані органічні матеріали знайшли широке застосування в сільському господарстві для найбільш ефективного використання тваринами поживних речовин [5,6].

Процес формування матеріалів здійснюється різними способами (окатуванням, екструдкуванням, пресуванням, дії вібрації та ін.). Кожен із зазначених способів має свої переваги і технологічну доцільність, яка враховує подальше використання сформованих тіл. Виходячи з цього, віддається перевага тим чи іншим апаратам, які реалізують обрану технологію формування. Комбікорми випускають у розсипному, гранульованому і брикетованому вигляді. До останніх двох методів вдаються для раціонального використання комбікормів, поліпшення їх смакових переваг, зручності зберігання і транспортування. А також зниження механічних втрат. Дані процеси полягають в змішуванні подрібнених кормових компонентів зі сполучною речовиною і пресуванні суміші в гранули (або брикети) певних розмірів. При цьому відбувається гідротермічна обробка кормових засобів, внаслідок якої крохмаль частково переходить в цукор, що підвищує поживну цінність комбікорму [7-9].

Виробництво кормів, методом екструдкування, поєднаного з гранулюванням. Екструдовані корми, володіють рядом переваг в порівнянні з традиційною, подрібненою кормосумішшю, застосовуваною для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці.

Екструзія включає в себе кілька процесів: температурна обробка під тиском до 40 атмосфер, механохімічне деформування і «вибух» продукту при виході гранул з матриці прес-екструдера.

Після екструзійної обробки поліпшуються споживчі властивості кормів, так як утворюються різні ароматичні речовини, значно зростає активність ферментів, що покращує перетравність. Крохмаль розщеплюється до декстринів і цукрів, протеїни піддаються денатурації. Так як процес екструзії проходить при високій температурі (130–150°C), значно зменшується кількість токсинів та інших антипоживних речовин. При цьому вплив на корм високих температур і тиску скорочені до можливого мінімуму і становлять 4–6 с. За такий короткий час вітаміни та мікроелементи не руйнуються.



Рис. 1. Вид екструдованого корму

Процес екструзії корми полягає в обробці суміші в робочому органі при тиску і температурі. З вихідного пристрою – матриці виходять гранули, діаметром 4–8 мм і довжиною 1–3 см, з вологістю 5–7 %. Гранули є готовими для згодовування. При необхідності гранули подрібнюють на дисковому подрібнювачі в крупку, наприклад, для кормів дрібній птиці, малька риби і т. д. Унікальність технології полягає в тому, що при виробництві, наприклад, передстартових кормів, виключається процес гранулювання.

Після екструзійної обробки практично вдвічі збільшується поживна цінність кормів. При екструзійній обробці кормосумішей, частина роботи шлунку тварини виконується екструдером і відповідно енергія корму повністю йде на будову тваринного організму. Це, безсумнівно, впливає на економію, особливо якщо господарство відчуває дефіцит кормів. Покращується економічний результат вирощування тварин. Велика рогата худоба, свині, птахи, кролики, вівці, кози поїдають їжу повністю. Немає відходів і недоцільного використання зерна. Корм має приємний запах і смак, що подобається тваринам. У них немає можливості вибирати інгредієнти. Все харчування має однаковий склад і засвоюється практично повністю (до 95%).

Безумовно, екструдовані корми незамінні при вирощуванні молодняку сільськогосподарських тварин. 90% загибелі молодняку відбувається від хвороб кишково-шлункового тракту, або інфекцій занесених через травну систему разом з кормом. В даному випадку така ймовірність мінімальна, так як корм стерильний. При згодуванні молодняку екструдованих гранул загибель тварин від кишково-шлункових захворювань знижується в 1,5–2 рази. При переході на грубі корми,

тварини у ранньому віці не змучені кишковими захворюваннями, значно обганяють своїх однолітків у зростанні.

При роздаванні екструдованих гранул знижується запиленість приміщень, а це чистота і стерильність. Збільшується збереження корму. Відсутній ефект самосортування кормосуміші. Продовжується термін служби технологічного обладнання. А це все економія коштів.

Екструдат володіє гарними абсорбуючими властивостями, тому він володіє, крім кормових властивостей, профілактичну дію при шлунково-кишкових розладах. В процесі екструзії в робочому органі, за рахунок тертя частинок кормосуміші, короткочасно виникає висока температура і тиск, за рахунок чого плавиться крохмаль, що знаходиться в кормосуміші. При виході продукту з матриці, відбувається миттєве скидання тиску і зниження температури. Гранула «застигає» і виходить легка, вспінена, структурна, пориста маса, циліндричної форми.

### Література

1. *Boltyanskaya N.I.* The creation of optimal microclimate parameters in the conditions of growing shortage of energy in the pig industry. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. 2016. Vol. 254. 284-296.

2. *Болтянська Н.І.* Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві. Вісник Сумського НАУ. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. 2016. Вип. 10/3 (31). С. 118–121.

3. *Комар А.С.* Організаційно-економічні заходи ресурсозбереження в молочному скотарстві. Тези міжн. наук.-пр. форуму «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції». ТДАТУ. 2019. С. 36-39.

4. *Boltyanskaya N.I.* The development of the pig industry and the competitiveness of its products. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

5. *Комар А.С.* Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. Тези V Міжн. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань, 2019. С. 18-20.

6. *Boltyanska N.* Ways to Improve Structures Gear Pelleting Presses. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow, 2018. Vol. 18. No 2. P. 23-29

7. *Комар А.С.* Розробка конструкції преса-гранулятора для переробки пташиного посліду. Зб. наукових-праць Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні питання розвитку аграрної науки в Україні». Ніжин, 2019. С. 84-91.

8. *Комар А.С.* Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 44-56.

9. *Комар А.С.* Напрями удосконалення робочого процесу вальцово-матричних прес-грануляторів. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. Міжн. наук.-практ. форуму. ТДАТУ. 2019. Ч. 1. С. 33-36.

УДК 631.363.285

## ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАТРИЦЬ ГВИНТОВИХ ПРЕСІВ-ГРАНУЛЯТОРІВ

*В.В. Братішко, Б.О. Матвеев, С.В. Софієнко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тенденції розвитку світового кормовиробництва свідчать про збільшення частки використання кормів у вигляді гранул. Серед машин для виробництва кормових гранул знайшли своє місце гранулятори гвинтового типу, однією з переваг яких є відносна легкість заміни формувальних матриць. При цьому постає задача забезпечення сталості робочих характеристик грануляторів при використанні матриць різного виконання.

В загальному випадку продуктивність роботи гвинтових грануляторів кормів визначається на основі сумісного розгляду двох залежностей – продуктивності гвинта та пропускної здатності матриці, як функцій тиску [1, 2]. Точка перетину цих функцій і є робочою продуктивністю гранулятора.

Виробництво гранульованих комбікормів з різними діаметрами гранул потребує використання матриць з формувальними отворами (каналами) відповідного діаметра. При цьому, припускаючи, що формування кормових гранул відбувається при забезпеченні необхідного тиску, створюваного гвинтом гранулятора, постає питання щодо узгодження параметрів змінних матриць різних конструкцій (з відмінними довжиною, діаметром та кількістю формувальних каналів) між собою. А таке узгодження передбачає відповідність характеристик «тиск-продуктивність» для кожної змінної матриці гранулятора.

З огляду на вищенаведене, скориставшись наведеним у [2] методом розрахунку формувальних елементів екструдерів, розглянемо вираз об'ємної продуктивності  $Q_m$  матриці гранулятора:

$$Q_m = n \frac{K_f \Delta p}{\eta}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість отворів матриці, шт.;  $K_f$  – коефіцієнт геометричної форми каналу, м<sup>3</sup>;  $\Delta p$  – перепад тиску в матриці, Па;  $\eta$  – в'язкість пластифікованої кормосуміші, Па·с;

На основі досліджень [3] щодо розподілу тиску в пресувальній камері закритого типу, знайдемо рівняння зміни тиску у відкритому циліндричному каналі матриці за віссю каналу:

$$p \frac{\pi d_m^2}{4} - (p - dp) \frac{\pi d_m^2}{4} + \mu p f \pi d_m dl_m = 0, \quad (2)$$

де  $d_m$  – діаметр отвору матриці, м;  $p$  – тиск у каналі матриці, Па;  $f$  – коефіцієнт тертя пластифікованої кормосуміші по матеріалу стінок каналу матриці;  $\mu$  – коефіцієнт бічного тиску.  $l_m$  – довжина каналу матриці (товщина матриці), м.

Зважаючи на те, що атмосферний тиск є величиною меншого порядку, порівняно з тиском у матриці ( $p_0 \ll p_m$ ) запишемо вираз об'ємної продуктивності матриці (1) запишеться так:

$$Q_m = \frac{\pi p_0}{128\eta} n \frac{d_m^4}{l_m} e^{4\mu f \frac{l_m}{d_m}}, \quad (3)$$

де  $\pi p_0 / 128\eta = const$  для кожного типу (рецепту) гранульованої кормосуміші.

Звідси можемо записати шуканий вираз умови узгодження параметрів матриць різної конструкції, що застосовуються для виготовлення кормових гранул за однаковим рецептом:

$$n_1 \frac{d_{m1}^4}{l_{m1}} e^{4\mu f \frac{l_{m1}}{d_{m1}}} = n_2 \frac{d_{m2}^4}{l_{m2}} e^{4\mu f \frac{l_{m2}}{d_{m2}}}, \quad (4)$$

де індексами 1 і 2 відповідно, позначені геометричні параметри різних матриць гранулятора, наприклад для виробництва кормових гранул різного діаметра.

Практичне застосування цієї залежності дозволяє, наприклад, встановити, що за умов використання матриць однакової товщини (довжини каналу) близькість характеристики «тиск-продуктивність» будуть забезпечувати матриці з такими кількістю та діаметрами отворів: матриця з 48 отворами діаметром 6 мм, матриця з 15 отворами діаметром 12 мм, матриця з 5 отворами діаметром 18 мм.

### Література

1. Miller, R.C. Unit operations and equipment IV: extrusion and extruders. [In: R.V. Fast and E.F. Caldwell (eds) Breakfast Cereals and How They are Made]. American Association of Cereal Chemists, Inc., St Paul, MN, 1990 – P. 135-196.
2. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров. – М.: Химия, КолосС, 2005. – 568 с.: ил.
3. Особов В.И., Васильев Г.К., Голяновский А.В. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов. – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.



УДК 7.05

## РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРУ В ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** Ваговим композиційним засобом в природі і дизайні є колір. Він є одним з основних чинників, який формує навколишній світ. Людина живе в кольоровій гаммі. Людина бачить тільки предмети, які мають певний колір. У природі немає жодного предмета без кольору. Поняття кольору та його сприйняття дуже складні по суті колористики (кольорознавство) воно охоплює питання, що пов'язані з фізикою, фізіологією, психологією, світлотехнікою, медициною, технікою та мистецтвом.

Колорит (від італ. colorito – забарвлений) у мистецтві система сполучень кольорів у творі художника чи дизайнера, що будується на сполученні локальних кольорів і тональних співвідношень.

Психофізичний вплив кольору на людину в емоційному відношенні дуже великий. Колір може визивати різні емоційні реакції і думки: він може насторожувати або розслабляти, радувати, визивати смуток. Також може викликати почуття теплоти і холоду, легкості і важкості, бадьорості і втоми, розширення і звуження простору, стимулювати зір, мозок, нерви. Перераховані особливості психофізіологічного впливу кольору є найбільш характерними, однак це не означає, що колір однаково діє на людину. Сприйняття кольору якоюсь мірою є суб'єктивним. Все залежить від середовища і обставин, в якій знаходиться людина, поєднання кольорової гамми і психічний стан людини її настроїв. Один і той же колір в різних умовах може по різному впливати на різних людей. У кольору є об'єктивні якості, їх потрібно знати, щоб аналізувати свої відчуття і користуватися кольором як засобом гармонійного наочного середовища. Значення законів сприйняття кольору є важливим для дизайнера, що проектує предметне оточення людини.

Людина отримує до 90% інформації через органи зору – очі. Око адаптується до освітлення. Найсприятливіша освітленість оточуючої дійсності для людини складає 150 ..., 200 лк. При переведенні погляду з темної поверхні на світлу і навпаки для адаптації ока необхідно 5 ... 10 с звідси необхідність відповідних вимог до остаточних предметів, вибору кольору обладнання, застосовування контрасту. Колір ефективно працює за аналогією з природою, як засіб гармонізації форм з навколишнім середовищем, виділення важливих елементів механізмів, позначення небезпечних деталей.

**Аналіз останніх досліджень.** Академік І.І. Артоболевський підкреслював, що при оформленні машин «кожна лінія, кожен штрих, кольорова пляма повинні нести змістовне навантаження, повинні бути суворо продумані, лаконічні, продиктовані доцільністю». Колір – це властивість матеріальних об'єктів викликати певні зорові відчуття у відповідності до спектрального складу та інтенсивності відбитого або випромінювального світла.

Людським оком сприймаються світлові коливання з довжиною хвилі від 380 – 760 НМ .Світлові хвилі відрізняються амплітудою коливань та довжиною хвилі. Кожен спектральний колір можна характеризувати відповідною йому довжиною хвилі.

Колір сприймається, як правило, у поєднанні з іншими суміжними кольорами. В результаті цього складається загальне сприйняття людиною картини. «Колірна гармонія» і «красивий колорит», «вдале поєднання кольорів» - вирази нам знайомі і за ними криється приблизно однаковий зміст. Відносини кольорів між собою може бути контрастним, а можуть бути і нюансним. Гармонізувати нюанси кольору порівняно легше, ніж контрасті.

Завдання дизайнера в роботі з об'єктами дизайну предметного середовища – досягти гармонії кольору [1, 2].

**Основна частина.** Сучасні темпи розвитку машинобудування також потребують високого рівня підготовки спеціалістів. При отриманні знань майбутнім спеціалістам, а особливо інженерних спеціальностей, велику роль відіграють правильні підходи і методи при створенні нової техніки. У людини повинно бути просторове уявлення без якого не можлива ніяка технічна творчість. Без знань, уяви і наглядності мислення є неможливим створення поняття, формування проблеми, а тим більше здійснювати практично-експериментальні дослідження. Так важливим композиційним засобом в природі і дизайні техніки є колір. При вивченні теми «Колір і техніка» потрібно велику увагу приділити таким питанням, що таке колір, дія кольору на людину, сприйняття кольору, вибір кольору.

Колір впливає на наше сприйняття реального простору: кольори теплого спектру наближаються. Тому площини, забарвлені оранжевим або червоним наприклад, здаються нам ближче, ніж рівновіддалені площини блакитного кольору. Темні кольори роблять предмети наглядно вагомими, масивнішими ніж світлі. Разом з тим теплі кольори зв'язують з великою вагою, чим холодні. Забарвлення впливає на сприйняття: світла пляма на темному фоні здається більшою, ніж рівнозначна їй темна. Дія кольору – поява у відповідь на колірне відчуття особливої реакції людини:

- психологічна – емоції, асоціації, культурна символіка;
- психофізіологічна – зміна душевного стану, концентрація або розсіювання уваги, поліпшення або погіршення умов бачення розрізнення окремих елементів середовища або об'єкта, підвищення або зниження стомлюваності і іншого;
- фізіологічна – зміна темпу фізіологічних процесів дихання, пульсу, стану нервів і мускульної системи.

Знання законів сприйняття особливого важливе для дизайнера, що проектує предметне оточення людини. Вибір кольору може бути і обумовленим. Існує поняття «функціональне забарвлення», тобто забарвлення, пов'язане з певною функцією, дією, засноване на об'єктивних властивостях кольору, з одного боку і реальності ситуації з іншого.

Вибір кольору диктується різними міркуваннями – безпекою, легкістю розпізнаванням і тому подібне. Також колір сільськогосподарських машин обирають з урахуванням:

- функціонального призначення виробу;
- функціонально-конструктивної структури машини;
- особливостей композиції форми машини;
- умов середовища, де машини використовуються.

Важливим є правильне поєднання в машині дії кольорів і світла, із врахуванням особливості зміни кольорів при зміні освітлення, в умовах нічної та денної комфортності роботи.

Отже, колористика сприяє ефективності роботи сільськогосподарських машин безпосередньо, а не лише вирішує естетичну функцію. Колірна єдність досягається за допомогою точно розробленої колірної гамми, побудованій на поєднанні додаткових квітів (по колірному спектру). Художня якість машин визначається гармонійністю форми щодо розмірів елементів, їх пропорцій, ритмічного ряду, кольору, фактури та інших композиційних характеристик. Так цілісність форми в композиції може надавати – колірна єдність. Правильний підбір кольорів впливає на здоров'я людини.

Для підвищення ефективності засвоєння даної теми «Колір і техніка» нами представлена структура вивчення питання на рис. 1, яка дозволить розкрити особливий потенціал структури, а також знання одержані при викладені даної теми використовувати в професійній підготовці та скоротити час на вивчення теми.

**Висновок.** Колірною композицією (колористикою) дизайнер задає або відображає значення проєктованого об'єкту, його роль розвитку культури. Знання, отримані в ході вивчення теми «Колір і техніка», а також структурна схема представлена в роботі покращує якість засвоєння даного матеріалу і зменшує час для його вивчення, кінцева мета яких підвищити професійну підготовку спеціалістів.

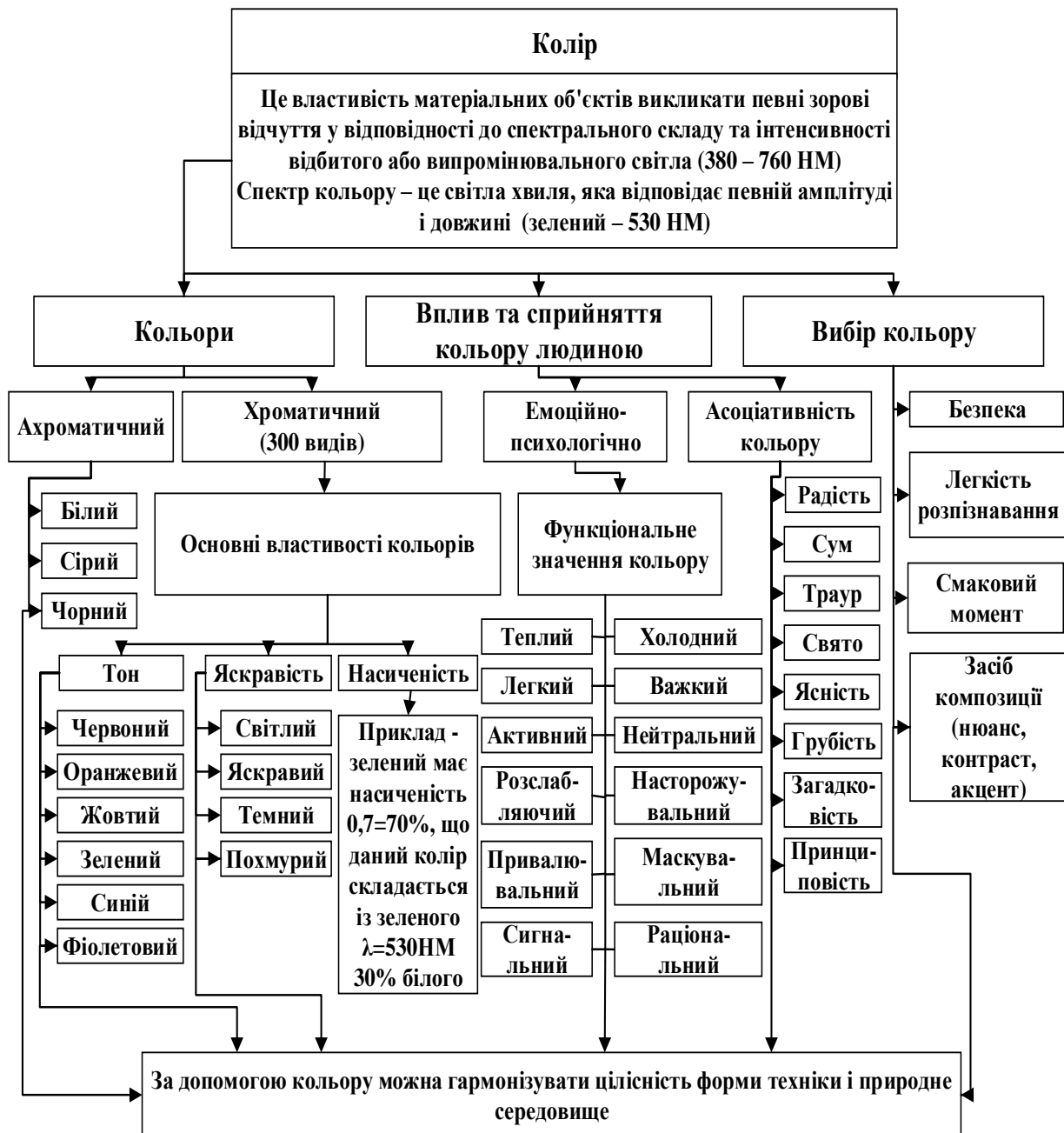


Рис. 1. Колір в технічному дизайні

### Література

1. Дубровін В.О. Дизайн та ергономіка аграрної техніки. / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук і др. – К: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 180 с.
2. Михайленко В.Є. Основи біодизайну / В.Є. Михайленко, О.В. Коценко – К.: Карвелла, 2011. – 224с.

УДК 004.032.26

**ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AS A UNIVERSAL APPROXIMATOR***Yu. Romasevych, V. Loveikin**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

One of the possible ways of approximation of some data sets is connected with the use of a learned artificial neural network (ANN). There is the universal approximation theorem [1], which states that a feed-forward ANN with a single hidden layer containing a finite number of neurons (nodes) can approximate continuous functions on compact subsets, under mild assumptions on the activation function. One of the first versions of the theorem was proved by George Cybenko [2] (as an activation function he applied sigmoid).

For instance, let consider a problem of automatic control: there is an unstable plant, which is described with the following transient function  $G = \frac{1}{s^2 - 1}$  (it may be a one of representation of the mathematical model of an inverted pendulum); the cost function of the control is RMS of control (the control is the output of the considered ANN). The structure of the ANN concludes four layers of five nodes (neurons). The activation function of the nodes is sigmoid with a bias. The problem states that biases and weights should be found: their numerical values minimize the cost function.

In order to solve the stated problem, the ME-D-PSO method was applied. The results might be shown in a form of the 3D plot (fig. 1): as ANN has two inputs (controlled coordinate  $x$  and its first derivative with respect to time) and one output (control function) it is convenient to present such a plot.

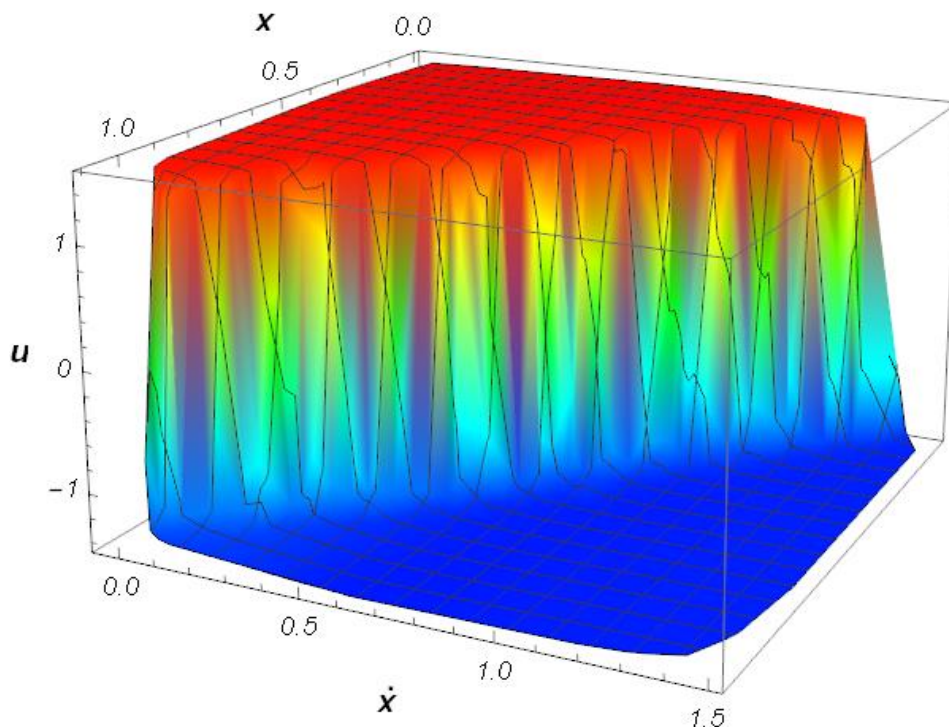


Fig. 1. 3D-plot of the function of the learned ANN-controller

Plot on the fig. 1 clearly shows, that learned ANN-controller acts like an MISO function. It transforms the input vector into output control (scalar). Moreover, it is limited: lower and upper bounds do not violate values -1,5 and 1,5 respectively. Generally, ANN serves as the universal approximator of the optimal controller. Thus, the exploitation of ANN in the different systems of optimal control leads to quite good results. They are based on strong approximation features of ANN.

**References**

1. Balázs Csanád Csáji (2001) Approximation with Artificial Neural Networks; Faculty of Sciences; Eötvös Loránd University, Hungary
2. Cybenko, G. (1989) Approximations by superpositions of sigmoidal functions, Mathematics of Control, Signals, and Systems, 2(4), 303–314. doi:10.1007/BF02551274

УДК 514.7

## ГЕОМЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ НА МІЖНАРОДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ОЛІМПАДАХ ДЛЯ СТУДЕНТІВ

*М.А. Шульженко<sup>1</sup>, Г.Я. Тулученко, І.А. Зоріна*  
*Херсонський національний технічний університет<sup>1</sup>*  
*Херсонська державна морська академія*

Математичні змагання імені Уільяма Лоуелла Патнема для студентів бакалаврського рівня підготовки з навчальних закладів США та Канади щорічно проводяться, починаючи з 1938 року [1]. З 1985 року ведеться електронний архів завдань цього конкурсу та їх розв'язань [2].

Переважна більшість задач у всі роки проведення змагань належить до розділів математичного аналізу, алгебри та теорії чисел. Часто зустрічаються задачі з комбінаторики та теорії ймовірностей. Геометричні задачі суттєво поступаються усім переліченим типам задачам у частоті використання.

Корисним є також ознайомлення з методичними особливостями викладення розв'язків конкурсних завдань і особливостями вибору математичних методів в іноземній літературі, коли задачі припускають розв'язання різними способами [3]. Розглянемо кілька прикладів.

**Задача 1 (1994 р).** При яких дійсних значеннях коефіцієнта  $c$  пряма лінія може перетинати криву

$$P(x) = x^4 + 9x^3 + cx^2 + 9x + 4 \quad (1.1)$$

в чотирьох різних точках?

**Розв'язання.** Звернемо увагу на те, що координати точок перетину знаходити не потрібно.

Нехай пряма, яка перетинає задану криву (1.1), має рівняння  $y = px + q$ . Тоді пряма і крива (1.1) перетинаються в чотирьох різних точках, якщо рівняння

$$x^4 + 9x^3 + cx^2 + 9x + 4 = px + q \quad (1.2)$$

має чотири різні дійсні корені. Перетворимо рівняння (1.2) до такого:

$$x^4 + 9x^3 + cx^2 = (p-9)x + (q-4). \quad (1.3)$$

За методом Декарта-Ейлера приведемо рівняння (1.3) до неповного вигляду, тобто виключимо доданок, що містить  $x^3$ . Для цього застосуємо підстановку

$$x = u - \frac{9}{4}:$$

$$u^4 + \left(c - \frac{243}{8}\right) \cdot u^2 = \left(p + \frac{9}{2}c - \frac{801}{8}\right) \cdot u + \left(q - \frac{9}{4}p - \frac{81}{16}c + \frac{23843}{256}\right). \quad (1.4)$$

Права частина рівняння (1.4) у подальших міркуваннях не відіграє значної ролі. Вона тільки визначає рівняння прямої, яка перетинає криву з рівнянням, що знаходиться у лівій частині рівняння (1.4).

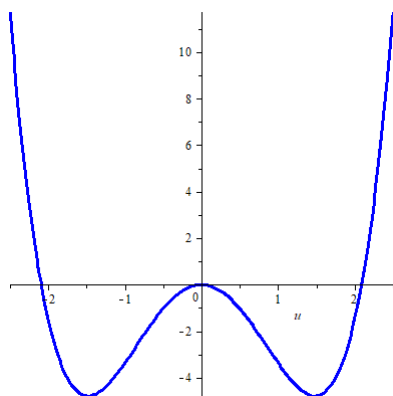


Рис. 1.1.

Якщо  $\left(c \geq \frac{243}{8}\right)$ , тоді графіком функції:

$$P(u) = u^4 + \left(c - \frac{243}{8}\right)u^2 \quad (1.5)$$

є біквадратична парабола, яку пряма в 4 точках перетинати не може.

Якщо  $\left(c < \frac{243}{8}\right)$ , тоді графіком функції

(1.5) є W-подібна крива (рис. 1.1). Очевидно, що її пряма може перетинати в чотирьох різних точках.

**Задача 2 (1995).** Еліпс з півосями, які дорівнюють  $a$  і  $b$ , котиться без проковзування по кривій  $y = c \sin \frac{x}{a}$ . При якому співвідношенні параметрів  $a$ ,  $b$ ,  $c$  еліпс здійснює рівно один повний оберт, коли він рухається по одному періоду синусоїди?

**Розв'язання.** Як відомо, довжина еліпса не може бути виражена через елементарні функції у скінченному вигляді, тому залишається можливість тільки порівняти підінтегральні вирази у відповідних формулах для обчислення довжин дуг. Довжина еліпса, який задано параметрично

$$\begin{cases} x = a \cos t; \\ y = b \sin t; \end{cases}$$

обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} L_{\text{ellipse}} &= \int_0^{2\pi} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} dt = \int_0^{2\pi} \sqrt{(-a \sin t)^2 + (b \cos t)^2} dt = \int_0^{2\pi} \sqrt{a^2(1 - \cos^2 t) + (b \cos t)^2} dt = \\ &= a \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \left(\frac{b^2}{a^2} - 1\right) \cos^2 t} dt. \end{aligned} \quad (2.1)$$

Синусоїда  $y = c \sin \frac{x}{a}$  має період  $2\pi a$ . Довжина дуги одного періоду вказаної синусоїди дорівнює:

$$L_{\text{sin}} = \int_0^{2\pi a} \sqrt{1 + (y')^2} dx = \int_0^{2\pi a} \sqrt{1 + \left(\frac{c}{a} \cos \frac{x}{a}\right)^2} dx = \left\| \begin{array}{l} \frac{x}{a} = t \\ dx = a dt \end{array} \right\| = a \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \frac{c^2}{a^2} \cos^2 t} dt \quad (2.2)$$

Таким чином, за формулами (2.1) і (2.2) мають дорівнювати вирази:

$$\frac{b^2}{a^2} - 1 = \frac{c^2}{a^2}.$$

Звідки маємо  $b^2 = c^2 + a^2$ .

**Задача 3 (2001 р).** Чи може довжина дуги параболи, яка міститься всередині одиничного кола, перевищувати 4?

**Розв'язання.** На нашу думку, на відміну від опублікованих варіантів розв'язання цієї задачі, при обчисленні довжини дуги параболи найбільш



раціональним щодо подальшого оцінювання значення інтеграла є застосування методу інтегрування частинами. У відомих розв'язках цієї задачі пропонується використовувати гіперболічну підстановку.

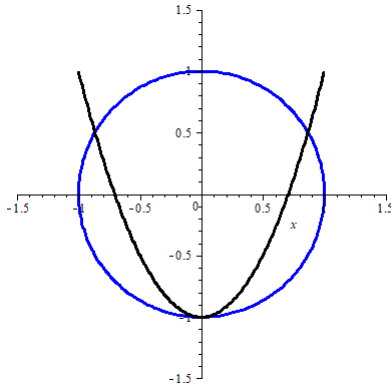


Рис. 3.1.

Наведемо стисле розв'язання задачі. Розглянемо параболу, яка задається рівнянням  $y = \frac{1}{2}ax^2 - 1$  та коло одиничного радіуса  $x^2 + y^2 = 1$  (рис. 3.1). Абсциси точок їх перетину дорівнюють:

$$x_{1,2} = \pm \frac{2}{a} \cdot \sqrt{a-1}; \quad x_3 = 0, \text{ де } a \geq 1.$$

Тоді довжина дуги параболу, яка міститься всередині кола дорівнює:

$$L = 2 \cdot \int_0^{\frac{2 \cdot \sqrt{a-1}}{a}} \sqrt{1+(y')^2} dx = 2 \cdot \int_0^{\frac{2 \cdot \sqrt{a-1}}{a}} \sqrt{1+a^2x^2} dx.$$

(3.1)

Після застосування методу інтегрування частинами до інтеграла (3.1) маємо:

$$L = \frac{2}{a} \cdot \sqrt{4a^2 - 7a + 3} + \frac{1}{a} \ln |2\sqrt{a-1} + \sqrt{4a-3}|. \quad (3.2)$$

Для оцінки величини першого доданка у формулі (3.2) застосуємо наслідок із нерівності Бернуллі:

$$\frac{2}{a} \cdot \sqrt{4a^2 - 7a + 3} > 4 \cdot \sqrt{1 - \frac{7}{4a}} > 4 \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{4a}\right) = 4 - \frac{7}{2a}.$$

Покажемо, що  $\frac{1}{a} \ln |2\sqrt{a-1} + \sqrt{4a-3}| - \frac{7}{2a} > 0$ . Для цього обчислимо границю:

$$\lim_{a \rightarrow \infty} \frac{1}{a} \ln |2\sqrt{(a-1)} + \sqrt{1+4(a-1)}| - \frac{7}{2a} = \frac{2}{7} \lim_{a \rightarrow \infty} \ln |2\sqrt{(a-1)} + \sqrt{1+4(a-1)}| = +\infty > 1.$$

Інші методи інтегрування приводять до необхідності залучати більш складні прийоми оцінювання довжини досліджуваної дуги параболу.

### Література

1. Рыжков, А. Е., Фролов, В. М., Петтай, П. П. Зеркало студенческой математической олимпиады Уильяма Лоуэлла Патнема. Развитие современного образования: теория, методика и практика. 2015. № 2(4). С. 68–76.

2. The Putnam Archive. URL: <https://kskedlaya.org/putnam-archive/>

3. Kiran S. Kedlaya, Bjorn Poonen, Ravi Vakil. The William Lowell Putnam Mathematical Competition 1985–2000: Problems, Solutions, and Commentary American Mathematical Soc. Washington: MAA Service Center, 2002. 337 p.

УДК 004.925.8:631.3

## КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

*В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, П.М. Яблонський*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Постановка проблеми.** Розробка нових підходів, методів, способів і прийомів для успішного практичного використання існуючих систем автоматизованого проектування (САПР) є важливим напрямком подальшого підвищення ефективності сучасних комп'ютерних інформаційних технологій. Відомо, що геометричне моделювання становить основу проектування багатьох різноманітних технічних об'єктів. Тому нині актуальною проблемою є питання напрацювання належних продуктивних методологій автоматизованого формоутворення промислової продукції.

**Аналіз останніх досліджень.** Науковою школою прикладної геометрії КПІ ім. Ігоря Сікорського приділяється велика увага таким дослідженням [1], зокрема, *структурно-параметричному формоутворенню* [2]. Публікацією [3] доповнено дану методологію *принципом інтеграції*, який полягає в поєднанні етапів життєвого циклу технічних об'єктів та відповідних засобів автоматизованого геометричного моделювання. Це дозволяє ефективно реалізовувати комплексне оптимальне проектування різноманітної промислової продукції. Одними з невирішених задач є подальше узагальнення застосовуваних методів, способів і прийомів автоматизованого геометричного моделювання для підвищення продуктивності їх практичного використання в середовищі сучасних САПР.

**Формулювання цілей.** Метою даної праці становить опис запропонованої методики автоматизованого геометричного моделювання групи технічних об'єктів на прикладі дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь шляхом узагальнення засобів комп'ютерного формоутворення на засадах принципу інтеграції структурно-параметричної методології.

**Основний матеріал.** Відомості щодо дискових ґрунтообробних знарядь містяться, зокрема, в дослідженнях [4, 5]. У публікації [6] подано класифікацію дискових робочих органів, яку виконано на базі структурно-параметричного підходу. Це сприяє подальшому успішному застосуванню групових комп'ютерних інформаційних технологій.

Проаналізуємо наявні в САПР засоби автоматизованого формоутворення. У загальному випадку для моделювання технічних об'єктів застосовуються *геометричні фігури*  $G\Phi$ , що визначені множиною

$$G\Phi = (G\Phi_i)_0^{N_{G\Phi}} = (G\Phi_i)_0^5, \quad (1)$$

де  $G\Phi_0 = TЧ$  – точки,  $G\Phi_1 = ЛН$  – лінії,  $G\Phi_2 = П\Phi$  – поверхні,  $G\Phi_3 = ТЛ$  – тіла,  $G\Phi_4 = Б\Phi$  – багатовимірні фігури,  $G\Phi_5 = К\Phi$  – комбіновані фігури.

Використовувані *геометричні способи ГС* моделювання фігур (1) описуються кортежем

$$ГС = (ГС_i)_1^{N_{ГС}} = (ГС_i)_1^2, \quad (2)$$

де  $ГС_1 = ГСС$  – *геометричні способи створення*,  $ГС_2 = ГСМ$  – *геометричні способи модифікації*.

Елементи множини (2) подаються у вигляді

$$ГС_1 = (ГС_{1_j})_1^{N_{ГС_1}} = (ГС_{1_j})_1^2, \quad (3)$$

де  $ГС_{1_1} =$  *кінематичні*,  $ГС_{1_2} =$  *аналітичні*;

$$ГС_2 = (ГС_{2_j})_1^{N_{ГС_2}} = (ГС_{2_j})_1^3, \quad (4)$$

де  $ГС_{2_1} =$  *рух*,  $ГС_{2_2} =$  *деформація*,  $ГС_{2_3} =$  *операції над множинами точок*.

Більш докладна реалізація кортежів (3) та (4) залежить від конкретної САПР.

Запропонована методика автоматизованого геометричного моделювання групи технічних об'єктів у середовищі сучасних комп'ютерних інформаційних технологій полягає у виборі з інваріантних засобів формоутворення (1) ... (4) потрібних складових для побудови опрацьовуваних об'єктів. У такий спосіб розробляється відповідний необхідний для геометричного моделювання модуль.

Згідно з результатами дослідження [6] *форма базової поверхні ФБП* дискових ґрунтообробних знарядь може бути

$$ФБП = (ФБП_i)_1^{N_{ФБП}} = (ФБП_i)_1^4, \quad (5)$$

де  $ФБП_1$  – *плоска*,  $ФБП_2$  – *конічна*,  $ФБП_3$  – *сферична*,  $ФБП_4$  – *комбінована*;  
застосовувані *отвори*

$$ОТВ = (ОТВ_i)_1^{N_{ОТВ}} = (ОТВ_i)_1^3, \quad (6)$$

де  $ОТВ_1$  – *круглі*,  $ОТВ_2 = (ОТВ_{2_1}, ОТВ_{2_2}) =$  *(квадратні, шестигранні) – некруглі*,  
 $ОТВ_3$  – *комбіновані*;

використовувані *вирізи*

$$ВРЗ = (ВРЗ_i)_1^{N_{ВРЗ}} = (ВРЗ_i)_1^5, \quad (7)$$

де  $ВРЗ_1$  – *без вирізів*,  $ВРЗ_2 = (ВРЗ_{2_1}, ВРЗ_{2_2}) =$  *(V-подібні, трапецеїдальні) – складені прямолінійні контури*,  $ВРЗ_3$  – *дуги кіл*,  $ВРЗ_4 = (ВРЗ_{4_1}, ВРЗ_{4_2}) =$  *(циклоїдальні, синусоїдальні) – вирізи хвилясті*,  $ВРЗ_5$  – *комбіновані*.

Процес виготовлення дискових робочих органів (5) ... (7) містить такі *технологічні операції*

$$ТО = (ТО_i)_1^{N_{ТО}} = (ТО_i)_1^4, \quad (8)$$

де  $ТО_1$  – *обрізати зовнішній контур заготовки*,  $ТО_2$  – *сформувати отвори*,  
 $ТО_3$  – *зробити вирізи*,  $ТО_4$  – *деформувати диск*.

Для інтегрованих комп'ютерних технологій САПР в аспекті реалістичного відтворення життєвого циклу продукції важливим є якісне відображення виробничих процесів, наприклад (8), які здійснюються штампуванням, фрезеруванням, свердлінням, лазерним різанням тощо.

Розглянемо деякі отримані практичні результати. На рис. 1 показано комп'ютерні параметричні твердотільні моделі кількох спроектованих об'єктів.

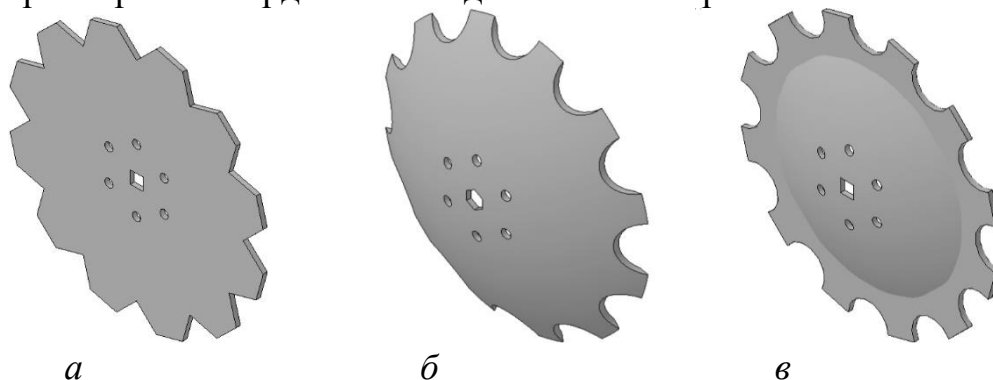


Рис. 1. Комп'ютерні моделі дисків із комбінованими отворами:  
*a* – плоский із V-подібними вирізами; *б* – сферичний із вирізами дугами кіл;  
*в* – з базовою сферично-пласкою поверхнею та вирізами дугами кіл

Рис. 2 ілюструє технологічну послідовність виготовлення сферичного диска, яку реалізовано за допомогою напрацьованої методики автоматизованого формоутворення групи технічних виробів.

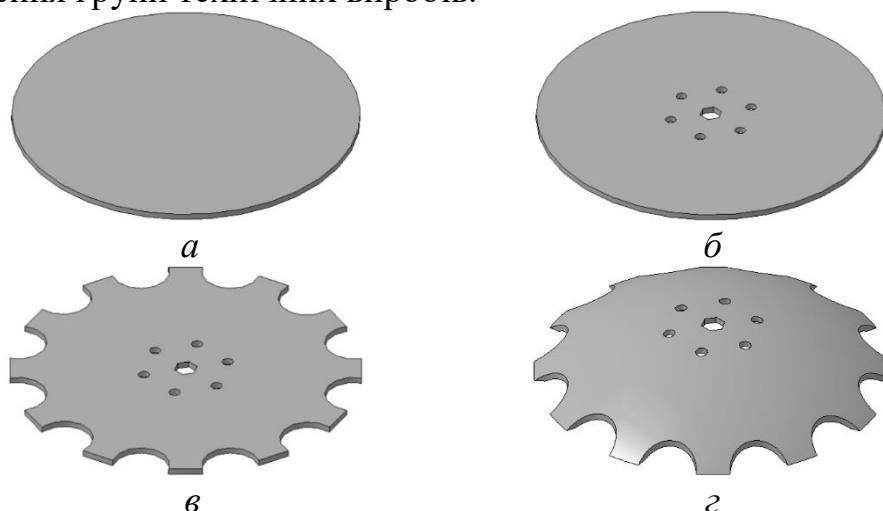


Рис. 2. Комп'ютерні моделі стадій виготовлення диска:  
*a* – плоска заготовка після обрізання зовнішнього контуру; *б* – сформовані отвори; *в* – зроблені вирізи; *г* – отримана сферична поверхня

Таким чином, у даній публікації проаналізовано основні теоретичні положення запропонованої методики комп'ютерного геометричного моделювання групи технічних об'єктів, окреслено належні засоби, способи та прийоми формоутворення, проілюстровано їх отриманими практичними прикладами.

**Висновки.** Перевага розробленого підходу до автоматизованого геометричного моделювання порівняно з існуючими полягає в забезпеченні продуктивного формування великого числа структурно-параметричних варіантів опрацьовуваних об'єктів. Останнє дозволяє суттєво підвищувати ефективність комп'ютерного проектування промислової продукції в середовищі сучасних

САПР завдяки можливості проведення результативних досліджень більшої кількості її різновидів для визначення на підставі цього оптимального з них.

Важливим є також інваріантний характер запропонованої методики формоутворення, що поширюється й на інші, ніж сільськогосподарське машинобудування, галузі промисловості, зокрема, авіаційну, хімічну, нафтогазову тощо. Даний напрямок становить перспективи проведення подальших наукових досліджень школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

### Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гумен О.М., Юрчук В.П., Яблонський П.М. Сучасний стан і перспективи подальшого розвитку наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Прикладні питання математичного моделювання. Херсон, 2018. Вип. 2. С. 17-23.

2. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гетьман О.Г., Яблонський П.М. Структурно-параметричне формоутворення як засіб інтеграції автоматизованого проектування технічних об'єктів. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 95. С. 46-50.

3. Яблонський П.М. Деякі питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проектування технічних об'єктів. Сучасні проблеми моделювання. Мелітополь: МДПУ, 2018. Вип. 13. С. 192-198.

4. Лысыч М.Н. Анализ конструкций дисковых рабочих органов почвообрабатывающих орудий и возможностей их применения в условиях лесных вырубок. Современные проблемы науки и образования [электронный научный журнал], 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16354>

5. Трубилин Е.И., Сохт К.А., Коновалов В.И., Данюкова О.В. Рабочие органы дисковых борон и луцильников. Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2013. № 91 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/95.pdf>

6. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Яблонський П.М. Деякі геометричні аспекти класифікації дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь. Сучасні проблеми моделювання. Мелітополь: МДПУ, 2019. Вип. 16. С. 70-75.

УДК 636.084

## **ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ КОРІВ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ**

*О.О. Заболотько? О.М. Капленко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У 2019 році в Україні виник дефіцит молочної сировини. За даними Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки», в 2019 році українські виробники недоотримали близько 10% сировини. В одному випадку це економічні ризики, але з другої сторони в основі лежить сучасна технологія виробництва продукції та рівень технічного забезпечення її. Рівень та якість годівлі приблизно на 55-70% визначають продуктивність корів і собівартість виробництва тваринницької продукції. Кормова суміш має бути високоенергетичною із значним вмістом поживних речовин та високими смаковими якостями.

Годівля є основним фактором, яка впливає на продукування молока, отже, на рентабельність виробництва. Сучасний виклик – це використання багатофункціонального агрегату мобільного типу - мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів (МККПА) або змішувачі TMR (Total Mixed Ration).

Загальний змішаний раціон є важливою частиною програми годівлі. у МККПА, можна домогтися оптимальної продуктивності від всіх інгредієнтів раціону та отримати максимальну віддачу від приготування кормосуміші агрегатом. В дослідженнях Хмельовського В.С. [1] запропоновані основні структурні типові технологічні схем комплектів машин для приготування кормосумішей в умовах тваринницької ферми господарства та їх роздавання: роздільного приготування кормосуміші з компонентів в умовах стаціонарного кормоприготувального пункту (А), комбінований варіант приготування кормосуміші (Б), приготування кормосуміші МККПА з використанням нерегламентованих за розмірами часток різних кормових компонентів (В), приготування кормосуміші МККПА з використанням регламентованих за розмірами часток різних кормових компонентів (Г), роздільне згодовування грубих кормів та концентрованих (Д). Разом з тим, залишається нагальне питання стосовно послідовності завантаження компонентів кормосуміші за збереженням рівномірності розподілу всіх компонентів у суміші під час змішування, доподрібнення, транспортування та роздавання.

Корові потрібні обґрунтовані раціони для оптимального виробництва молока. Ось чому послідовності завантаження компонентів кормів у агрегат в на тваринницьких фермах приділяють багато уваги [2] - забезпечити всіх корів збалансованим раціоном грубих кормів, концентратів, вітамінів і мінералів. Для отримання позитивного результату необхідно дотриматися певних умов [3]. Важливими є багато факторів, включаючи: механічний стан та роботу змішувача, порядок завантаження компонентів кормів у ємкість агрегату, ефекти

переповнення або недостатнього наповнення агрегату та час перемішування. Одна з головних передумов - це вплив місця завантаження в ємність агрегату за певною послідовністю компонентів кормів. В вертикальних агрегатах важливо додавати всі компоненти, крім великих круглих тюків (солома, сіно), в середину ємкості агрегату або рівномірно завантажувати компоненти у ємкість агрегату під час одночасного їх завантаження. Зокрема, у вертикальних агрегатах (змішувачах) за результати TMR Audit показують, що компоненти (концентровані корми, рідкі добавки, макродобавки та ін.), додані в одному місці ємкості, як правило, залишаються в більшості у цьому місці [2] та погано перемішуються з іншими компонентами.

Стосовно рідких добавок, неправильне завантаження підкреслює проблему поганого змішування. Найкращий спосіб додавання рідин до будь-яких змішувачів - це рівномірний розподіл по центру змішувача. Цього можна досягти, використовуючи форсунки для розподілу рідин під тиском, який становить приблизно дві третини довжини змішувача. Рідина з добавками, додана в передню частину змішувача, як правило, залишалася в передній частині змішувача. З більшою кількістю вологи на передній частині змішувача, невеликі сторони прилипли до частинок середнього за розміром, що знаходяться в середній частині ємкості. Однак під час транспортування суміш стає більш сухою, а дрібніші частинки не мають достатньої кількості вологи, щоб прилипати до інших частинок. Це призводить до отримання більш дрібних частинок в нижньому частині і менше в середньому частині ємкості змішувача. Погане змішування рідин таким чином може призвести до сепарації кормів. У деяких випадках, це може привести до значної мінливості споживання сухої речовини коровами на кормовому столі. Також важливо мати достатню кількість працюючих форсунок з розподілу рідин, щоб забезпечити рівний потік.

Другою, за значимістю, приготування однорідної кормосуміші є рівна площа для завантаження змішувача. Для цього проводять вирівнювання площі або використання рівних бетонованих майданчиків та шляхів для переміщення агрегату. Коли змішувачі не можна виставити рівно під час завантаження або змішування компонентів, компонент суміші має тенденцію до міграції в напрямку нижньої частини ємкості змішувача. Особливо це стосується сухих мілких компонентів (макродобавки, концентровані корми). Дві найпоширеніші причини невіривнюваності змішувачів: це кріплення на тракторі, знос гуми та невіривняний майданчик завантаження компонентів кормосуміші та шляхи під час транспортування і роздавання кормосуміші.

### **Література**

Хмельовський В. С. Тенденції приготування кормосумішей для корів в умовах тваринницької ферми господарства. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 2019. Vol. 10. No 1. P. с.35–40.

Good Mixer Loading, Better TMR Consistency [webpage]. [Електронний ресурс]:- Режим доступу: <http://www.diamondv.com/blog>.

TOTAL OR PARTIAL MIXED RATION? [webpage]. [Електронний ресурс]: - Режим доступу: [https://www.trioliet.com/en/blog\\_stories](https://www.trioliet.com/en/blog_stories).

УДК 515.2:681.3

## ВИКОРИСТАННЯ ПОНЯТТЯ «РІЗАЛЬНИЙ ПЕРИМЕТР» У ФОРМОТВОРЕННІ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ

*М.П. Волоха<sup>1</sup>, Ю.О. Дорошенко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ*

*<sup>2</sup>Національний авіаційний університет*

Подрібнення ґрунту під час його передпосівного обробітку – процес перетворення поверхневого шару на частинки (грудочки) заданого розміру.

Розпушувачі з гранними поверхнями мають функціональну перевагу перед криволінійними, оскільки їх ребра розрізають моноліт скиби, чим полегшується проникнення робочого органа у ґрунт, що у свою чергу сприяє його подальшому кришенню боковими гранями зубців.

Аналіз опублікованих результатів досліджень з даного питання підтверджує, що повний аналітичний опис взаємодії робочого органа з ґрунтом є надскладною задачею зі змінними вихідними умовами. Процес кришення є багатофакторним і має ймовірнісний характер. Параметри машин такого типу зазвичай відпрацьовуються експериментально і досі не мають адекватного теоретичного обґрунтування і аналітичного задання. Причина цього полягає в складності і неоднозначності аналітичного опису переміщення шару ґрунту по робочій поверхні і сходу з неї. А без цього створити повноцінну математичну модель неможливо. Разом з тим введення до розгляду деяких емпіричних припущень дає змогу одержати наближену графо-аналітичну модель.

Певної уваги заслуговує запропонована професором А.М. Панченком оригінальна методика аналітичної оцінки якості кришення ґрунту [1], яка базується на теорії внутрішніх напружень та на понятті «різальний периметр» і через експертну оцінку якості роботи знаряддя дає змогу "вийти" на потрібну форму робочої поверхні розпушувача.

У розвиток цієї теорії в роботі [2] наводиться методика запозичення принципів форми тіла морських істот для розробки ґрунтообробних знарядь. Робота ґрунтообробних машин в умовах заниженої консолідації ґрунту вимагає саме покращення обтічності робочої поверхні. Тобто, одночасне кришення і розпушування треба забезпечувати не за рахунок підпірного різання, а за рахунок різання з ковзанням. При цьому величина тягового опору приймається за критерій раціональності конструкції за умови, що загальний тяговий опір поділяється на складові елементи подібності біологічного аналогу і технічного прототипу: лобова частина (рильце) – долотоподібний наконечник розпушувача; бокові плавники – стрільчасті крила; вертикальний кильовий плавник – грудкоподрібнювач. Такий підхід дає змогу під час обчислень перейти до формування нескінченно малих прямолінійних ділянок різального периметра – інтегральної граничної лінії кришення оброблюваного ґрунту.

З другого боку, як засвідчують результати наших досліджень, енергоощадність перетворення напружено-деформованого стану ґрунту



досягається деформаторами досить малої площі відносно глибини обробітку – зубчастими, проникнення яких у ґрунт має характер ударного процесу.

Таким чином, за результатами аналізу досліджень з формотворення гранних робочих поверхонь розпушувачів і їх здатності кришити ґрунт за допомогою різального периметра, утвореного переміщенням у просторі елементарного клина (долота), була розроблена геометрична модель робочої поверхні зубчастого диска ґрунтообробного знаряддя [3].

### Література

1. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями. *Днепропетровск: ДГАУ*. 1999. 140 с.
2. Теслюк Г.В., Сокол С.П., Волик Б.А., Пономаренко Н.О. Розробка робочих органів ґрунтообробних знарядь з використанням методів біоніки. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2019. № 3/1 (99). Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/1807>.
3. Патент на корисну модель №47743. Україна, МПК(2009), В08В 9/00. Робочий орган ґрунтообробного знаряддя (диск). В.П. Юрчук, М.П. Волоха, Л.В. Болдирева; заявник і власник *Національний авіаційний університет*. № u 2009 08002; заяв. 29.07.2009; опуб. 25.02.2010, Бюл. № 4.

УДК 624.021

## ЩО РОБИТИ З ПАНЕЛЬНИМИ БУДИНКАМИ?

*М.Г. Ярмоленко, О.С. Бочков*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Після закінчення 2-ої світової війни проблема житла стала для України більш ніж актуальною.

Щоб хоч якось задовольнити потреби людей в житлі почали будувати домобудівні комбінати, які виготовляли елементи панельних будинків, з яких почали масово будувати житлові будинки висотою в 5 поверхів (щоб не влаштувати ліфти).

Довговічність цих будинків через не надійні антикорозійні покриття десь в межах 50 років. Так як перші будинки були збудовані в Києві в 1958 році, то термін їх експлуатації закінчився в 2008 році. У багатьох країнах світу вже давно почали вирішувати долю таких будинків. Лише в нашій країні чекають поки вони почнуть розвалюватись.

Усього архітектори розробили шість серій «хрущовок». Усі вони з невисокими стелями (2,55-2,6 метра) і з поганою тепло і звукоізоляцією. Крім того, є безліч модифікацій, розроблених різними проектними інститутами.

Одні з перших в Україні побудували «хрущовки» серій К-7. Це панельні будинки з маленькими кухнями, окремими санвузлом і кімнатами. Як і в інших «хрущовках», в будинках погана шумо- і теплоізоляція, а суміщенні покрівлі почали руйнуватись через перші 5 років експлуатації.

З 1956 по 1968 рік будувалися «хрущовки» серії 1-335. Це одні з найбільш невдалих серій панельних будинків. Такі будинки будувалися без ліфтів та сміттєпроводів, з прохідними кімнатами і поєднаним туалетом і ванною кімнатою. Термін експлуатації закінчився в 2016-2018 роках.

Близько 80% багатоповерхівок побудовано до 80-го року. З певною періодичністю необхідно було проводити ремонт комунікацій, покрівлі, ліфтів і так далі. Але в Україні такі ремонти практично не проводилися. А зараз ми потрапили в ситуацію, коли все побудоване опинилося в стані простроченого ремонту.

Як уточнюють в Мінрегіонбуді, технічні умови, поточні і капітальні ремонти – проблема самих мешканців. Після приватизації більше 97% квартир опинилися у приватній власності українців. Тому відповідати за будинки доводиться самотійно. Більш того, навіть якщо будинок опинився в аварійному стані, держава не зобов'язана розселяти мешканців. Українці, які живуть в «хрущовках», вже досить скоро ризикують опинитися на вулиці.

Вже зараз, на мою думку, міська влада повинна проводити обстеження будинків, і в кожній конкретній ситуації приймати індивідуальне рішення. Не всі будинки, які за документами вже пора зносити, непридатні для життя.

Кожен будинок – проблема його власників. І ці власники ніколи не зможуть домовитися, щоб зібрати кошти на обстеження, потім на проектну документацію, потім попросити у міста спів фінансування. Це організаційно дуже складно. На наш погляд, місто має контролювати ситуацію з житловим фондом. А далі він повинен з мешканцями вирішувати питання про свою участь.

Ми впевнені: ситуація в житловому фонді загостриться в 2020 році. При цьому, найбільш привабливими з точки зору інвестицій залишаються «панельні будинки». Ми вважаємо, що необхідно терміново створити комісію із спеціалістів будівельників, вивчити досвід вирішення проблеми панельних будинків в інших країнах, розробити програму і починати діяти. Для цього звичайно потрібні немалі кошти, які повинні бути закладені в бюджеті. Не варто чекати поки ці будинки почнуть розвалюватись, а це цілком можливо.

УДК 69(075.8)

## **ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА СТАНЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОПУВАННЯ**

***В. М. Бакуліна, А.В. Скиба***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Станції технічного обслуговування машин необхідні для всіх типів машин. Але для початку необхідно побудувати будівлю, що буде відповідати всім нормам з будівництва та санітарно-екологічним нормам. Виникає проблема витрат на будівництво та певний час на досягнення прибутків в цій галузі господарювання. Вкладаючи кошти в капітальне будівництво, слід розуміти, що інвестиції окупляться не швидко.

Але можна спробувати варіант, використання якого дозволяє значно скоротити терміни окупності об'єкта. Це каркасне будівництво.

В Україні каркасне будівництво відносно не так давно, зарекомендувала така технологія зведення швидкокомтованих будинків і будівель добре як в Європі так і в США. Будинки, побудовані за цією технологією та розраховані на довгу експлуатацію - близько ста років і більше.

Чому варто будувати станції технічного обслуговування за каркасною технологією?

По-перше, тому, що це скорочує термін будівництва. Будівля за каркасною технологією буде побудовано за 2-3 місяці, і її відразу можна експлуатувати.

По-друге, тому, що це відносно не дорого. Вартість будівництва станцій технічного обслуговування за каркасною технологією на порядок нижче вартості від інших методів будівництва.

По-третє, будувати можна в будь-який час пори року, навіть взимку. Що важливо, якщо ви плануєте відкриття СТО до якоїсь певної дати.

Станції технічного обслуговування за каркасною технологією - це реальна можливість швидко і з мінімальними витратами стартувати будівництво.

При будівництві з використанням цієї технології зведення зберігаються усі функціональні вимоги та стандарти до будівлі. Для будівництва використовуються екологічно чисті матеріали та витримуються вимоги подальшої експлуатації в роботі, дотримуються всіх вимог для працівників цієї галузі як з охорони праці так і навколишнього середовища.

Металевий каркас за цією технологією - міцний і надійний. Сама будівля являє собою каркасно-щитову конструкцію. Це надійна конструкція, розрахована під всі можливі навантаження і установку обладнання.

Головне - це можливість знизити початкові вкладення в будівництво і швидко почати роботи в машино-ремонтній сфері господарювання. Відносно низьку вартість будівлі і швидкі терміни будівництва роблять таке будівництво привабливим для інвесторів.

УДК 514.18

## МЕТРИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ СФЕРИЧНОГО ХЕШУВАННЯ

*А.О. Дашкевич, О.В. Шоман*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Автоматична обробка графічних даних є важливою сучасною проблемою, що має застосування в багатьох сферах діяльності, наприклад, аналіз цифрових зображень, системи відеоспостереження та контролю якості на виробництві. При цьому самі дані в таких задачах можуть бути представлені як точки в багатовимірному просторі, що дозволяє проводити їх аналіз на основі просторових та метричних характеристик, що вимагає розвитку теорій та методів математичного та геометричного моделювання для розв'язання таких задач.

Метою роботи є створення методу сегментації цифрових зображень на основі покриття точкової множини сферами та просторової індексації отриманої множини. Задача сегментації — це задача розбиття точкової множини на неперетинні підмножини за заданими умовами, в представленій роботі розглядається процес сегментації на основі метричних характеристик точкової множини, а саме міри схожості точок в просторі параметрів. В роботі пропонується такий узагальнений підхід до розв'язання задачі сегментації:

1. Знайти ознаковий опис точкової множини.
2. Дискретизувати простір параметрів шляхом покриття множини сферами на основі методу  $k$ -середніх.
3. Провести індексацію дискретизованого простору параметрів та побудувати просторову хеш-таблицю.
4. Саме сегментація точок множини відбуватиметься за наступною схемою: точка-запит хешується, за хешем знаходиться чарунка, до якої належить ця точка; для точки-запиту встановлюється значення або клас на основі класу центроїду в чарунці.

Розглянемо процес хешування точок множини  $P$ :

1. Задається впорядкована множина сфер  $C = \{C_1, \dots, C_M\}$ , для кожної сфери відомий радіус  $r_i$  та положення центру  $c_i$ .

Для кожної точки  $p_j \in P$  знаходимо сфери, всередині яких вона знаходиться: ЯКЩО  $\|p_j - c_i\| \leq r_i$ , ТО відповідна чарунка хешу прийматиме значення  $h_i=1$ , ІНАКШЕ  $h_i=0$ .

Повне значення хешу визначатиметься як конкатенація усіх отриманих двійкових значень:

$H = \cup h_i$ , отримана строка далі переводиться в десяткове представлення.

Схематично процес сферичного хешування представлено на рис. 1.

$$h = 10000_2 = 16_{10}$$

$$h = 10100_2 = 20_{10}$$

$$h = 01001_2 = 9_{10}$$

$$h = 00111_2 = 7_{10}$$

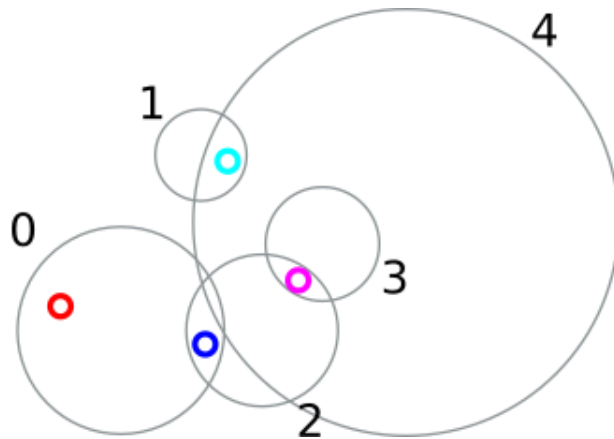


Рисунок 1 — Ілюстрація сферичного хешування

Процес підбору сфер відбувається за алгоритмом  $k$ -середніх:

1. Ініціалізація  $k$  початкових центроїдів  $\{c_1, \dots, c_k\}$
2. Для кожної точки  $p_j$  знаходиться найближчий центроїд  $c_i$ .
3. Формуються кластери точок:  
 $S_i = \{p : \|p - c_i\|^2 < \|p - c_j\|^2, 1 < j < k\}$ .

Перераховуються нові положення центроїдів:

$$c_i = \frac{1}{N_p} \sum_{x_j \in S_i} p_j.$$

Приклад покриття сферами наведено на рис. 2.

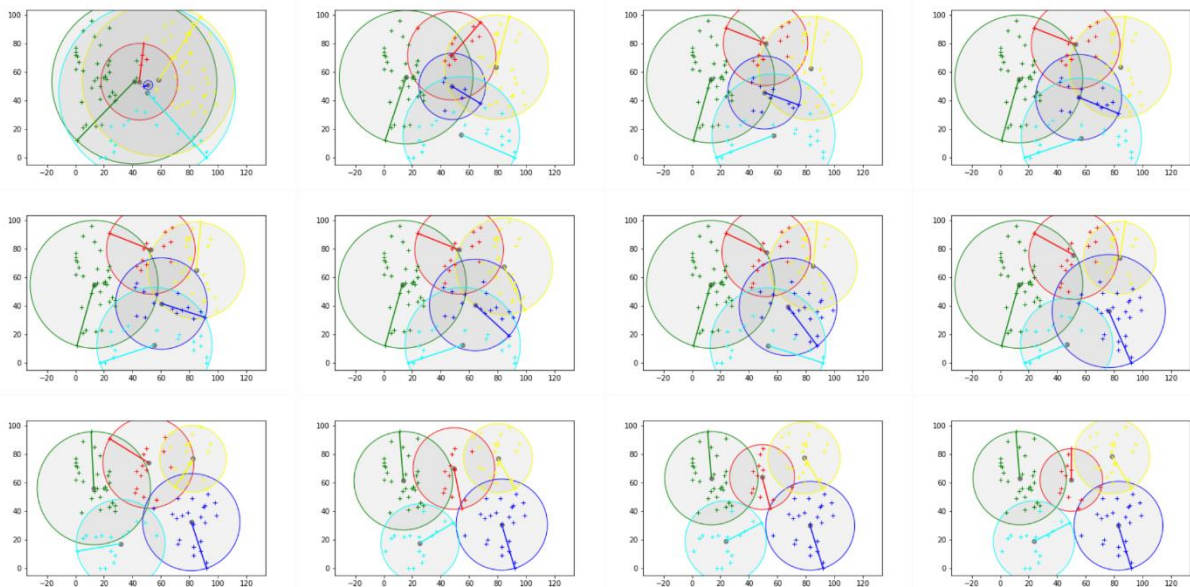


Рисунок 2 — Покриття сферами на основі алгоритму  $k$ -середніх

Проведені комп'ютерні експерименти показали доцільність використання запропонованого підходу для просторової індексації точкових множин і використання отриманої хеш-таблиці для процесу сегментації цифрових зображень за метричними ознаками. Напрямом подальших досліджень є вдосконалення методу покриття сферами, в тому числі в просторах великих розмірностей.

УДК 631.173

**АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СОШНИКІВ СІВАЛОК****<sup>1</sup>І.С. Харьковський, С. Криворучко, <sup>2</sup>А.В. Новицький**<sup>1</sup>ВП НУБіП України «Немішаєвський агротехнічний коледж»<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

Посів є однією з найважливіших технологічних операцій при вирощуванні зернових культур від виконання якої залежить якість всіх наступних операцій, включаючи догляд за посівами і збирання врожаю [2, 3].

Посів здійснюють сівалками з робочими органами, якими є сошники різних конструкцій [1]. Сошники призначені для створення дна борозенки, укладання в борозенку насіння культури, яка висівається і закладення його зверху пухким ґрунтом. Сукупність робочих органів посівних машин – сошників, можна розділити на групи за наступними характерними ознаками.

За принципом взаємодії з ґрунтом сошники розподіляються на активні і пасивні. До першої групи належать сошники обертання – одно- і дводискові, до другої – наральникові сошники. Дискові сошники при роботі здійснюють обертальний рух, а наральникові рухаються поступально. Однодискові сошники мають різне виконання: сферичне або ж плоске. Для посіву культур на малій глибині окремі конструкції сошників забезпечуються обмежувальними ребордами. Плоскі диски дводискових сошників встановлюються під кутом один до одного, який становить 12° і 23°.

Дискові сошники отримали найбільше поширення в аграрному виробництві, однак їм притаманні суттєві недоліки. Основними недоліками дискових сошників є: нерівномірність загортання насіння в ґрунт по глибині і недостатнє ущільнення дна борозенки. Для підвищення ефективності дискових сошників розроблені різні пристосування, які спрямовані на підвищення рівномірності загортання насіння і ущільнення дна борозенки: обмежувальні реборди, розпушувачі або ущільнювачі ґрунту. Однодискові сошники оснащуються циліндричними або конічними дисками, які ущільнюють поверхню дна борозенки або формують ущільнене дно, куди розміщується насіння. Запропоновані конструкції ущільнюючих пристроїв, виконаних у вигляді опорних пластин-лиж, які придавлюють вузький шар ґрунту над вкладеним у ґрунт насінням та ін.

Серед всієї різноманітності конструкцій сошників [1], які використовуються в сучасних зернових сівалках найбільш поширеними є дискові. Але як показує аналіз, їх конструктивні особливості не дозволяють отримати оптимальної щільності поверхні в яку вкладається і яка загортається ґрунтом. Виходячи з вище наведеного, для підвищення ефективності сошників, необхідна їх модернізація. Один із шляхів – оснащення дискових сошників технічними засобами, які забезпечують щільний контакт насіння, яке висівається з дном борозенки що формується під час виконання технологічної операції посіву.

Заслуговують на особливу увагу та детальний аналіз наральникові сошники, які поділяються на три основні групи в залежності від кута входження в ґрунт з

гострим (анкерні, Лапова), прямим (трубчасті, клиновидні, каткові) і тупим (полозовидні, килевидні) і сошники, які виконані у вигляді стрілчастих лап (рис. 1).

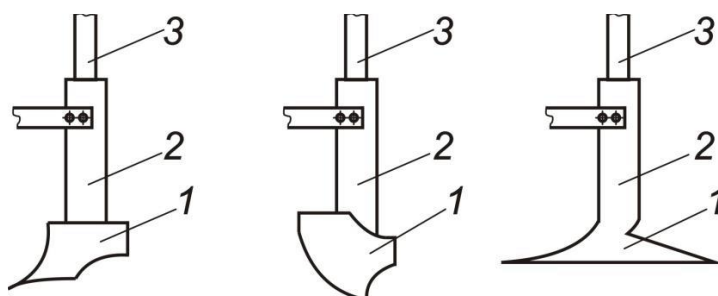


Рис. 1. Наральникові сошники: а - анкерний; б - килевидний; в - у вигляді стрілчастої лапи; 1 - наральник; 2 - розтруб; 3 – насіннепровод.

Аналіз технічної та наукової літератури показує, що наральникові сошники ефективно використовуються у багатьох вітчизняних сівалках, включаючи: СЗА-3,6; СЗЛ-3,6; СЗС-9; СЗС-12; СТС-2,1; СЗС-2,1; СЗТ-3,6; СК-3,6;.

Крім того, наральникові сошники набули поширення також в посівних машинах іноземного виробництва: «John Deere» (США); EV-1000 («Amazone», Германія); SD 6000 фірми «Kuhn-Huad» (Франція); 32-row («Horwood Bagshaw», (Австралія); CLF-600 («Nordsten», Данія); та інших.

Аналізу конструкцій наральникових сошників (рис. 1) показує, що вони відрізняються один від одного формою робочої поверхні наральника і складаються в основному з наральника 1, прикріпленого до розтруба для подачі насіння 2, в який входить насіннепровод 3.

Наральників робочий орган вітчизняних та іноземних посівних машин представлено на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2. Наральниковий сошник: а - сівалки СТС-2,1 для технологій мінімального обробітку ґрунту; б - посівного комплексу «Норч-Агро-Союз»

Досвід використання посівної техніки показує, що наральникові сошники також мають певні недоліки і характеризуються нерівномірністю загортання насіння в ґрунт, що пояснюється високими вимогами до якості передпосівного обробітку ґрунту та до стану полів. Проведений аналіз особливостей прямого посіву, умов експлуатації робочих органів сівалок і конструктивних рішень

сошників, які працюють в безпосередній взаємодії з ґрунтом показав, що їх довговічність недостатня для забезпечення необхідної надійності посівних машин і їх комплексів [4].

### **Література**

1. Павлов, И. М., Перетяцько А. В., Сарсенов А. Е. Сошник. [Текст]. Механізація и електрифікація сільського господарства, 2016. № 4. С. 28–29.
2. Харьковський І. С., Новицький А. В. Аналіз конструкцій сошників для посіву по мінімальному обробітку. Сучасні проблеми землеробської механіки: зб. тез доповідей XVII Міжн. наук. конф., 17-18 жовтня 2016 р., присвячену 116-річчю з дня народження академіка П. М. Василенка. Суми, 2016. С. 102–104.
3. Харьковський І. С., Новицький А. В., Мельник В. І. Конструкції сошників для посіву за мінімальним обробітком. Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали XX Міжн. наук. конф., присвяченої 119-й річниці з дня народження академіка П. М. Василенка, 17-19 жовтня 2019 р. МОН України ; МНАУ. Миколаїв : МНАУ, 2019. С. 26–28.
4. Харьковський І. С., Тарасенко С. Є., Засулько А. А. Особливості умов експлуатації наральникових сошників. Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2018: зб. тез доповідей XIV Міжн. наук. конф. 19-22 травня 2018 р. НУБіП України. Київ. 2018. С.75–77.



УДК 621.87

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОВОРОТУ СТРІЛОВОГО КРАНА

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

З проведеного теоретичного динамічного аналізу механізму повороту стрілового крана встановлено, що, як в елементах приводу, так і в металоконструкції з вантажем на гнучкому підвісі під час пуску механізму повороту, виникають динамічні навантаження, які значно перевищують навантаження в процесі усталеного руху, що приводять до коливання вантажу на гнучкому підвісі та пришвидшують зношування деталей та конструкції в цілому [1-4].

Щоб виявити динамічні навантаження та коливання вантажу на гнучкому підвісі розроблена фізична модель механізму повороту стрілового крана. Ця модель підготовлена для проведення експериментальних досліджень динаміки руху механізму повороту під час процесу пуску. При проведенні експериментальних досліджень на лабораторній установці підібрано необхідне вимірювально-реєструюче обладнання, схема збору даних з яких наведена на (рис.1).

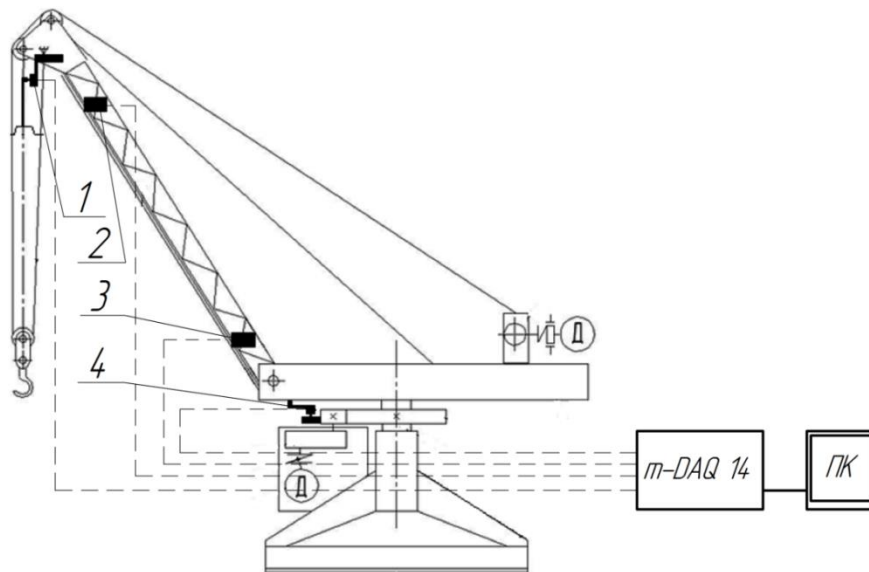


Рис.1. Схема розташування датчиків для дослідження механізму повороту стрілового (баштового) крана: 1 – датчик для вимірювання амплітуди кутового відхилення гнучкого підвісу та вантажу; 2,3 – датчик прискорення стрілової системи; 4 – датчик визначення швидкості поворотної частини крана

На (рис. 2) представлено загальний вигляд установки для проведення досліджень механізму повороту крана.



Рис.2. Загальний вигляд установки для дослідження руху механізму повороту стрілового (баштового) крана з закріпленими датчиками

Для вимірювання амплітуди кутового відхилення гнучкого підвісу з вантажем від вертикалі використано кутовий енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N [5]. Енкодер приєднується до оголовка стріли за допомогою плеча (штанги), яке кріпиться до енкодера за допомогою муфти, сприймає кутові відхилення канату та вантажу під час пуску механізму повороту стрілового крана (рис.3).



Рис. 3. Кутовий енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N та акселерометр MMA7260QT

Для визначення прискорення вібрацій в стріловій системі баштового крана під час роботи механізму повороту у горизонтальній площині використано акселерометр MMA7260QT [6]. Акселерометр розміщений у корпусі, який виготовлено із пластмаси та кріпиться безпосередньо до стріли крана, один датчик знаходиться на кінці стріли 2 (рис. 3), а інший на її початку 3 (рис. 4).



Рис. 4. Акселерометр MMA7260QT

Для визначення швидкості поворотної частини стрілового крана під час роботи механізму повороту також використано інкрементальний енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N, який за допомогою шестерні, що знаходиться на валу енкодера, сприймає оберти, які виникають в поворотній частині під час пуску та роботи механізму повороту стрілового крана (рис. 5).



Рис. 5. Інкрементальний енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N

Для збору даних використано наступне реєструюче обладнання: аналого-цифровий перетворювач m-DAQ 14 та комп'ютер зі встановленим на нього програмним забезпеченням. Аналого-цифровий перетворювач m-DAQ 14 підключається до комп'ютера за допомогою USB-порту і тим самим забезпечує збір даних з вимірювального обладнання, котрі поступають з датчиків у вигляді аналогових електричних сигналів та записуються і зберігаються у файлі, розширення якого «.txt».

Під час збору даних для реєструючого обладнання використано стабілізований блок живлення з малим рівнем пульсацій – HYElec HUA YI ELECTRONICS DC POWER SUPPLY HY3003M-3 (рис. 6) [7].

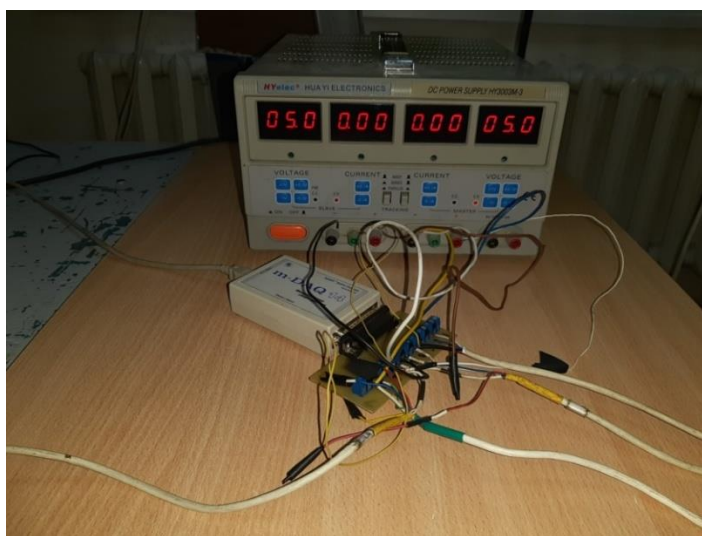


Рис. 6. Аналого-цифровий перетворювач m-DAQ 14 та блок живлення

Вибране вимірювально-реєструюче обладнання дало змогу провести експериментальні дослідження динаміки механізму повороту стрілового крана [8-9].

Обробка отриманих даних проводилась за допомогою програми Wolfram Mathematica, в результаті чого були отримані графічні залежності коливань верхньої та нижньої секції стріли, відхилення вантажного каната від вертикалі та кутової швидкості повороту крана. Графік відхилень вантажу від вертикалі зображено на (рис. 7). Проведено порівняння відхилень вантажу від вертикалі, отриманих за допомогою теоретичних досліджень (пунктирна лінія), змодельованих в програмі, та коливань вантажу, отриманих експериментальним шляхом з лабораторної установки (чорна суцільна лінія).

З графічних залежностей (рис. 7) видно, що вантаж значно відхиляється від вертикалі та має коливальний характер. Ці коливання значні в процесі пуску (до 4,5 сек руху) та затухають на усталеному режимі, але затухання є сповільненими, як при теоретичних, так і при експериментальних дослідженнях.

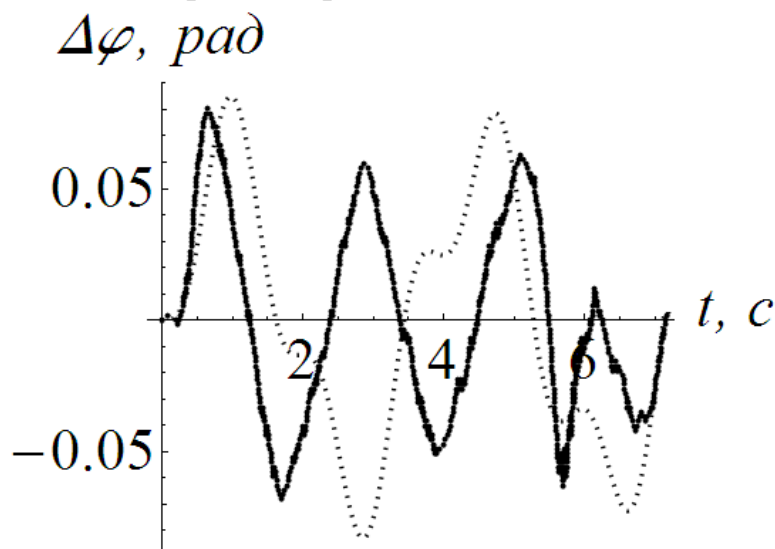


Рис. 7. Графік відхилень вантажу від вертикалі

### Література

1. Ловейкін В.С., Пилипака С.Ф., Кадикало І.О. Динамічний аналіз механізму повороту стрілового крана. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК.Київ. 2017. Вип. 258. С. 192–202.

2. Loveikin, V.S., Loveikin, Ju.V., Kadykalo, I.O. (2018). Analysis of Modes of Motion of Rotation Mechanism of Jib Crane. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. Vol. 18. No 1. 15-25.

3. Viatcheslav Loveikin, Yuriy Romasevych, Ivan Kadykalo, Anastasia Liashko (2019) Optimization of the swinging mode of the boom crane upon a complex integral criterion. Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol.49. pp. 285-296.

4. Човнюк Ю.В., Діктерук М.Г., Кадикало І.О., Комоцька С.Ю. (2019) Обґрунтування еквівалентних схем механізмів повороту вантажопідійомних кранів,

їх динамічний аналіз та оптимізація у процесах пуску і гальмування. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні. Київ. 2018. Вип. № 92. С. 5–15. DOI: 10.31493/gbdmm1892.0101

5. Інструкція: URL: <https://micropribor.com.ua/product/mol40> (дата звернення 08.03.2020)

Інструкція <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/246043/FREESCALE/MMA7260QT/488/1/MMA7260QT.html> (дата звернення 08.03.2020)

6. Інструкція <https://toolboom.com/en/triple-dc-power-supply-hyelec-hy3003-m-3/> (дата звернення 08.03.2020).

7. Ловейкін В. С., Кадикало І. О. Вимірювально-реєструюче обладнання для досліджень динаміки механізму повороту стрілового крана. Тези доповідей XIV Міжнародна науково-практична конференція «Обуховські читання» з нагоди 93-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України, Обухової Віолетти Сергіївни (1926-2005), 29 березня 2019 року. С. 68-69.

8. Ловейкін В. С., Кадикало І. О. Лабораторні експериментальні дослідження динаміки механізму повороту баштового крана. Тези доповідей XIX Міжнародна конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». (20-22 березня 2019 року). С. 105-107.

УДК 631.363:62.192

## **З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОНДЕНСАТОРНИМ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ ПРИВАРЮВАННЯМ МЕТАЛЕВОГО ШАРУ**

***З.В. Ружило, А.А. Троц, А.В. Новицький, А.А. Засулько***

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Конденсаторне точкове зварювання є одним із способів зварювання акумульованою (накопиченою) енергією. Енергія накопичується в конденсаторах при їхній зарядці від джерела постійної напруги (випрямляча), а потім в процесі розряду перетворюється в теплоту, що використовується для зварювання. Ця теплота виділяється в контактні між деталями, які з'єднуються при протіканні струму.

Існує два види конденсаторного зварювання: безтрансформаторне; трансформаторне. При безтрансформаторному ударному зварюванні конденсатор під'єднаний безпосередньо до зварюваних деталей. Розряд конденсатора відбувається в момент удару деталі по деталі. Розряд оплавляє торці деталей, які зварюються, під дією сили осадження. Безтрансформаторне зварювання використовується в основному для стикового зварювання.

При трансформаторному конденсаторному зварюванні конденсатори розряджаються на первинну обмотку зварювального трансформатора, у вторинному колі якого перебувають попередньо стиснуті між електродами деталі. Трансформаторне зварювання використовується для точкового та шовного з'єднання деталей.

Слід звернути увагу, що конденсаторне мікрозварювання використовують в радіоелектронній промисловості. Особливо ефективним є конденсаторне зварювання при з'єднанні дрібних деталей та металевих листів невеликої товщини, наприклад при виготовленні малогабаритних приладів та апаратів, датчиків, деталей електронних ламп.

Конденсаторні машини найменш енергоємні та характеризуються особливо жорсткими зварювальними імпульсами [1]. Їх використовують переважно для зварювання легких сплавів, а також деталей невеликої і нерівної товщини з металів які мають достатню пластичність. Силова мережа конденсаторних машин складається з двох частин: зарядної та розрядної. Заряд батареї конденсаторів здійснюється від силового випрямляча, який живиться від трифазної або однофазної мережі. Розряд конденсаторів на зварювальний трансформатор здійснюється через тиристорні або електромагнітні контактори.

Апарат також може бути використаний для контактного точкового та рельєфного зварювання деталей із кольорових та чорних металів товщиною від 0,05 до 0,5 мм. Зварювальне коло машини утворюють елементи зварювального контуру, один вивід якого під'єднаний до нерухомого електрода, є ізольованим від корпусу машини.

### **Література**

1. Дослідження параметрів режиму конденсаторного зварювання радіоелектронних пристроїв. З. В. Ружилю, А. А. Троць, А. А. Засуцько, М. Ф. Богомолів. Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайну : Зб. тез доповідей ХІХ міжн. Конф. науково-пед. працівників, наукових співробітників та аспірантів. 20-22 березня 2019 р.. К., НУБіПУ. С.72–73.

УДК 621.865.8

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ СТІЛОВОЇ СИСТЕМИ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА

*В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, О.О. Сподоба, М.О. Сподоба*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Крани-маніпулятори з гідроприводом набули широкого застосування в будівельній, аграрній, лісотехнічній та інших галузях виробництва. Їх широке застосування обумовлене підвищенням продуктивності при виконанні вантажопідйомних і транспортних операціях.

При виконанні технологічного процесу розвантажувально-завантажувальних операцій в механізмах приводу та елементах стрілової системи крана-маніпулятора виникають динамічні навантаження. В свою чергу динамічні навантаження залежать від характеру зміни рушійних зусиль в механізмах приводу стрілової системи з вантажем.

Для проведення експериментальних досліджень динаміки зміни вильоту стрілової системи було розроблено фізичну модель крана-маніпулятора та визначені коефіцієнти її пропорційності. На основі фізичної моделі крана-маніпулятора була виготовлена експериментальна установка на якій власне і проводились дослідження (рис. 1).



Рис. 1. Експериментальна установка крана-маніпулятора з гідроприводом

Експериментальна установка складається з основи до якої прикріплено стійку із шарнірно-зчленованою стріловою системою, приводними гідравлічними механізмами, гідравлічної станції та механізму керування потоком робочої рідини.

Гідравлічна станція в собі містить наступні елементи: електродвигун А02 - 31 -2У3 потужністю 3 кВт, та номінальною частотою обертання 3000об/хв; електрообладнання; гідравлічний насос UN-16L-R08-D12 з вмонтованим редуційним клапаном; бак з фільтруючим елементом. Привід гідравлічного насосу виконано через поліклінопасову передачу.

Керування потоком робочої рідини та відповідно напрямком руху штоків приводних гідроциліндрів виконується за допомогою шестисекційного моноблочного золотникового розподільника OLEODINAMICA O.R.T.A. S. R.L. MB 25/6 з вмонтованим перепускним клапаном (рис. 2 а). В даному розподільнику золотники виконані з лінійною характеристикою зміни прохідної площі від переміщення золотника (рис. 2 б).



а)



б)

Рис. 2. Гідравлічний розподільник: а) загальний вигляд; б) золотник

Під час проведення експериментальних досліджень визначення дійсних динамічних навантажень в приводних механізмах та елементах стрілової системи крана-маніпулятора при переміщенні вантажу за роботи лише гідроциліндру підйому стріли використано наступне реєструюче обладнання.

Для визначення переміщення штоку приводного гідравлічного циліндру підйому стріли, на його шток встановлено аналоговий резистивний датчик лінійного переміщення СП5-39А (рис. 3 а). Тарування датчиків виконувалось безпосередньо на експериментальній установці при початкових та кінцевих положеннях штоку гідроциліндру. Тарувальні характеристики занесені до таблиці 1.

Тиск у поршневій камері приводного гідравлічного циліндру вимірювався за допомогою аналогового тензOMETричного датчику тиску BOSCH 0 281 002 522. Датчик тиску через адаптер був встановлений в поршневу камеру гідравлічного циліндра підйому стріли (рис. 3 б). Датчики тиску попередньо були відтаровані заводом виробником проте вони були відкалібровані на еталонному аналоговому манометрі. Тарувальні характеристики занесені до таблиці 1.



Визначення кутового відхилення вантажу від вертикалі здійснювалось за допомогою аналогового резистивного датчика кутового переміщення DDR RFT 5KTGL39x28/2,5W. Корпус датчика нерухомо закріплений на кінці стрілової системи крана-маніпулятора в місці підвісу вантажу, а рухомий ротор датчика через жорстку штангу приєднано до вантажу (рис.4)



а)



б)

Рис. 3. Розміщення датчиків:

а) датчик лінійного переміщення штоку гідравлічного циліндру; б) датчик тиску в поршневій камері гідроциліндра



Рис. 4. Датчик кутового відхилення вантажу

Для забезпечення зменшення похибки вимірів та виникнення небажаних шумів, живлення встановлених вимірювальних датчиків виконується від джерела постійного струму ємністю 100 Ah та напругою 12 В через лінійний стабілізатор напруги 142ЕН5А з фіксованою вихідною напругою 5 В та похибкою стабілізації напруги 0,05 %.

Для зчитування аналогових сигналів із датчиків вимірювання застосовано мікросистему збору даних m-DAQ 14, ХОЛИТ™ Дэйта Системс та персональний комп'ютер HP EliteBook 8440p. Отримані числові дані вимірювання з мікросхеми збору даних передавались на персональний компютер через USB 2.0 інтерфейс і

зберігались на персональному комп'ютері у форматі «txt» для їхньої подальшої обробки.

В результаті проведених експериментальних досліджень динаміки зміни вильоту стрілової системи крана-маніпулятора за неоптимальним режимом руху було зібрано пакет даних та оброблено за допомогою прикладної програми Wolfram Mathematica. Результати отриманих експериментальних досліджень зображено на рис. 5.

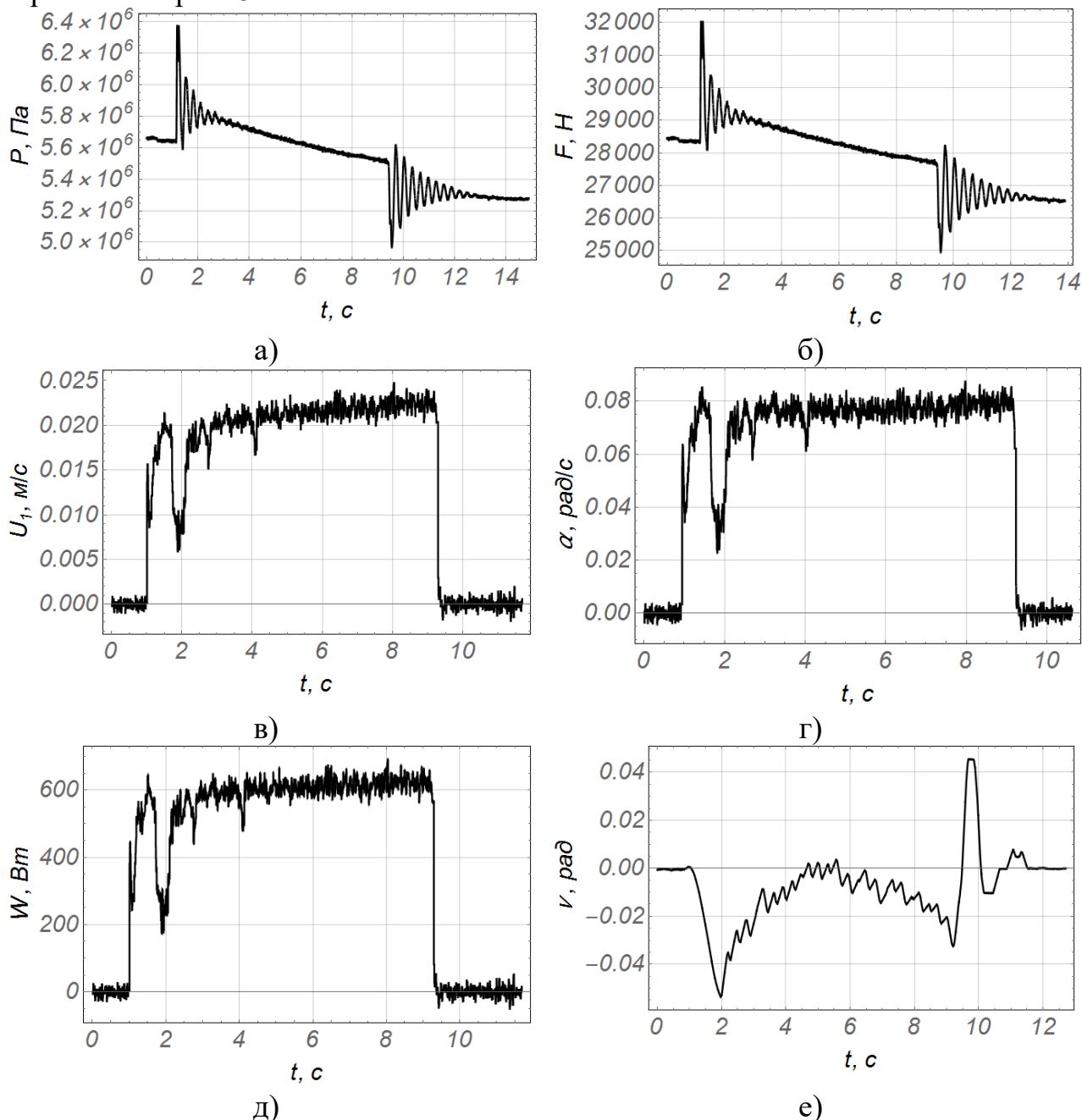


Рис. 5. Результати експериментальних досліджень динаміки зміни вильоту стрілової системи експериментальної установки крана-маніпулятора: а) тиск в поршневій камері гідравлічного циліндру; б) зусилля яке розвиває гідравлічний циліндр підйому стріли; в) швидкість переміщення штоку гідравлічного циліндра підйому стріли; г) кутова швидкість переміщення стрілової системи; д)

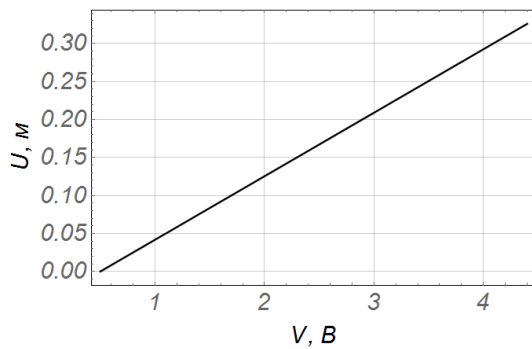
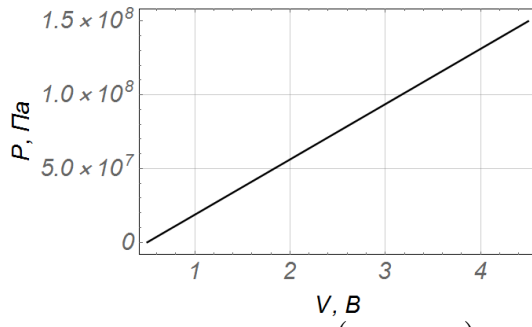
потужність затрачена для переміщення стрілової системи з вантажем; е)  
відхилення вантажу від вертикалі

За даного режиму руху на початку пуску в механізмі приводу та відповідно в елементах стрілової системи виникають значні динамічні навантаження, що є наслідком виникнення коливань стрілової системи, які передаються на привідну ланку та вантаж і продовжуються під час усталеного руху та гальмування.

У початковий момент руху штоку гідравлічного циліндру, відбувається різке зростання тиску та відповідно рушійного зусилля. В результаті відбувається відхилення вантажу у напрямку протилежному переміщенню стрілової системи. При гальмуванні за рахунок інерційної складової переміщення вантажу відбувається його відхилення у напрямку руху стрілової системи.

З отриманих результатів експериментальних досліджень динаміки зміни вильоту стрілової системи крана-маніпулятора, видно що під час його роботи в механізмах приводу та відповідно в елементах стрілової системи виникають динамічні навантаження. Які за даного режиму руху штоку гідравлічного циліндра підйому стріли набувають значних величин та створюють небажані коливання в елементах металоконструкції стрілової системи та механізмах приводу.

Таблиця 1. Тарувальні характеристики датчиків

Датчик	Тарувальна характеристика датчика
Датчик лінійного переміщення штоку гідроциліндра підйому стріли СП5-39А	 $U = \frac{1,306 \cdot 0,32(V - 0,1 \cdot 5)}{5}$
Датчику тиску BOSCH 0 281 002 522	 $P = \frac{1,25 \cdot 150000000 (V - 0,1 \cdot 5)}{5}$

УДК 631.363.21

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ НОЖІВ МЕХАНІЗМІВ ПОДРІБНЕННЯ\_ЗМІШУВАННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ**

*А.В. Новицький*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В останні роки на фермах ВРХ, в переважній більшості, використовуються засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) з робочим органом у вигляді одного або кількох вертикальних конічних шнеків. Вказані ЗПРК мають ряд позитивних показників, включаючи багатofункціональність, продуктивність, простоту конструкції, якість забезпечення технологічного процесу та відповідну експлуатаційну надійність. Іншою причиною їх ефективного використання є те, що машинобудівні підприємства пішли на зустріч аграріям, і почали враховувати існуючі типорозміри тваринницьких ферм та вносити відповідні корективи в конструктивно-технологічні параметри механізмів ЗПРК.

Саме їх конструктивно-технологічні параметри є однією з вагомих причин широкого використання ЗПРК іноземного і вітчизняного виробництва на тваринницьких фермах. Особливо актуальним є питання оцінки вказаних параметрів для механізму подрібнення-змішування, адже саме він лімітує надійність ЗПРК.

З огляду на широку номенклатуру ножів [2, 6], потребують вивчення конструктивно-технологічних параметрів ножів [3, 5] дослідження їх довговічності [1, 4] та розробки пристосувань та технологій їх відновлення [3].

Як показує аналіз літературних джерел та проведені за останні три роки дослідження, запропонована в [5] класифікація розвивається паралельно з розробкою нових та удосконаленням існуючих конструкцій ЗПРК та робочих органів. Це вказує не лише на важливість та актуальність представленого напрямку досліджень для забезпечення працездатності та надійності ЗПРК.

На основі вивчення нормативно-технічної документації та інструкцій на експлуатацію, каталогів та проспектів, робочі органи типу «ніж» ЗПРК можна умовно класифікувати на наступні основні групи:

- ніж сегментного типу (з прямим ножем, з лівим зігнутим ножем; з правим зігнутим ножем);
- ніж зігнутий (із зігнутим лезом лівим; із зігнутим лезом правим);
- ніж з гладким круглим лезом ( з квадратним отвором; з отвором);
- ніж із зубчатим круглим лезом (9–13 зубців);
- ніж SEKO (із зірочкою I; із зірочкою II; із зірочкою III);
- ніж з квадратним гладким лезом (з квадратним отвором; з круглим отвором);
- сегментний ніж (із зубчатим лезом лівим; із зубчатим лезом правим);
- ніж із полукруглим гладким лезом (з квадратними отворами; з круглими отворами);

- ніж із зубчатим лезом ( з круглими отворами; з квадратними отворами; з овальними отворами);

- ніж з лезом з вольфрамівим покриттям.

Необхідно пам'ятати що ніж ЗПРК оцінюється загальною характеристикою, яка включає: назву машини; шифр деталі; розміри; матеріал; термічну обробку; величину гартування ріжучої крайки.

Важливою складовою забезпечення працездатності ножів МПЗ ЗПРК є ефективне їх використання, основними складовими якого є: дотримання вимог при встановленні та кріпленні; раціональна експлуатація; періодичний інструментальний контроль основних конструктивно-технологічних параметрів; своєчасне відновлення параметрів.

У випадках несвоєчасного контролю конструктивно-технологічних параметрів ножів ЗПРК порушується періодичність їх відновлення, виникає ймовірність порушення вимог при подрібненні кормів та отримання незбалансованих за розмірами частинок кормових сумішей.

Детальний аналіз представленої класифікації показує, що відновлення ножів МПЗ ЗПРК такої широкої номенклатури потребує детального вивчення, дослідження їх ремонтного фонду і може бути забезпечене шляхом розробки технологічних процесів відновлення під відповідні групи та підгрупи, під відповідні модифікації машин.

### **Література**

1. Andriy Novitskiy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2017. Vol. 19. No 3. 123-128.

2. Каталог. Ножи для кормосмесителей. 18 с.

3. Новицький А. В. Напрями забезпечення надійності засобів для приготування і роздачі кормів в системі інноваційних процесів. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція, смт. Глеваха, Київської області. м. Київ, Україна, 2-27 грудня 2019 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. С. 94–96.

4. Новицький А. В., Засулько А. А., Хмельовська С. З. Оцінка та підвищення рівня надійності ножів засобів для приготування і роздавання кормів. Збірник тез доповідей VII-ї Міжнародної наукової конференції «Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК» в рамках роботи XXXI Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2019» (04-07 червня 2019 року). НУБіПУ. Київ. 2019. С. 82–83.

5. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Класифікація робочих органів типу «ніж» засобів для приготування і роздавання кормів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 287–296.

6. <https://ножкормосмесителя.рф>.

УДК 631.3:004.624:621.891

## ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ВПЛИВУ

<sup>1</sup>М.І. Денисенко, <sup>2</sup>О.С. Дев'ятко

<sup>1</sup>ВП НУБіП України «Немішайвський агротехнічний коледж»,

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

Найбільш розповсюджені види зношування та пошкодження деталей, що викликають руйнування робочих органів машин припадають на абразивне зношування.

Абразивність (здатність стирати) ґрунтів і продуктів переробки рослинництва зростає при збільшенні вмісту у них абразивних часток (головним чином кварцевих), зменшення радіусів округлення їх та виступів, підвищення об'ємних розмірів зростання їх закріпленості. Отже, основними процесами для багатьох видів контактної взаємодії при зовнішньому терті є абразивні. Абразивні домішки знаходяться, як в газовому так і в рідкому середовищі, де відбувається тертя деталей машин. Актуальність абразивної зносостійкості на науковому рівні досить надзвичайна, хоча й недостатньо вивчена. Причини такої ситуації полягають в труднощах прямого спостереження за об'єктами, які досліджуються. Так як тут розглядається не тривіальність схеми напружено деформованого стану і механізм руйнування поверхонь тертя, а саме термодинамічна нерівноважність навантажених об'ємів поверхневих шарів, вплив рідкого та газового середовища. Використання комплексного методу дослідження поверхневих явищ дозволяє вивчити процеси взаємодії абразивних частинок з поверхнею тертя за участю фізико-хімічного впливу робочих середовищ.

Зміна стану поверхні та поверхневих шарів сталі під час пошкодження в результаті дії абразивних частинок (за даними Б.І. Костецького) показує, що форма абразивного зношування поділяється на І та ІІ і вже відповідно за критеріями оцінки процесу.

Основними показниками критеріїв є клас чистоти, який для І форми знаходиться в межах від 7 до 12, а в ІІ формі – 5...10, що стосується глибини зруйнованого шару то в І формі вона містить до 200 нм, а в ІІ – до 0,2 мм при цьому температура поверхневого шару в обох формах є до 50°C. Зміна хімічного та фазового складу поверхневого шару виконується лише в І формі абразивного зношування передбачає утворення твердих розчинів евтектик, окислів. Відносна зміна твердості поверхневого шару ( $H_{зал}/H_{вих}$ ) в І формі складає від 2 до 3, в ІІ – до 1,5. Коефіцієнт збільшення об'єму поверхневого шару в формі І знаходиться в межах 1,05...1,08, а в ІІ формі рівний 1. Напруження в поверхневому шарі для І форми передбачає локальний стиск та розтяг для ІІ форми наявним є лише стиск. При цьому відбувається руйнування поверхневого шару для І форми воно розкривається, як крихко-в'язке, а для ІІ форми навпаки – в'язко-крихке. Швидкість процесу руйнування для І форми повинна бути до 0,5 мкм /год., а в ІІ

формі знаходиться в межах 0,5...50 мкм /год. Супровідні процеси проявляються лише в II формі абразивного зношування у вигляді низькотемпературного окислення.

Звідси можна сказати, що абразивні процеси можуть виникати в широкому діапазоні зовнішнього силового впливу, а утворення таких видів руйнування, як механохімічне (механокорозійне) або механічне залежить від співвідношення твердості металу до твердості абразиву. Якщо воно більше 0,6 то спостерігається механохімічна (механокорозійна) форма абразивного зношування, а коли менше 0,6 то має місце механічна форма – пошкодження.

**Висновок.** Механічна або механохімічна (механокорозійна) форма абразивного зношування відбувається за рахунок зменшення вільної енергії трибосистеми через наявність у контакті абразивних часток і від їх співвідношення залежить твердість матеріалу. Наявність абразивного середовища збільшує величину зносу до одного порядку (при механічній формі абразивного пошкодження до 5-6 порядків).

### Література

1. Костецкий Б. И. Структурная приспособляемость конструкционных материалов / Б. И. Костецкий, Л. Бершадский. // Технология и организация производства. – 1974. – №4.

2. Костецкий Б. И. Об общей закономерности структурной приспособляемости материалов при трении / Б. И. Костецкий, Л. И. Бершадский. // ДАН УССР, серия А. – 1975. – №5.

3. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах / Б. И. Костецкий. – К: Техніка, 1970. – 396 с.

4. Хрущов М. М. Исследования изнашивания металлов / М. М. Хрущов, М. А. Бабичев. – М: Изд-во АН СССР, 1960. – 264 с.

5. Хрущов М. М. Исследования влияния твердости абразивных частиц на изнашивание материалов / М. М. Хрущов, М. А. Бабичев. // М.: Наука, Сб. XX. – В сб.: «Износ и антифрикционные свойства материалов». – 1968.

6. Денисенко М. І. Закономірності механохімічних процесів при абразивному зношуванні машин / М. І. Денисенко. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України Серія "Техніка та енергетика АПК" Частина 1. – 2014. – №196. – С. 230-238.

УДК 725

## АРХІТЕКТУРНІ СТИЛІ ІНТЕР'ЄРУ ХХІ СТОЛІТТЯ

*В.М. Бакуліна, Ю.Ю. Піщолка*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Стиль інтер'єру – це найперше ,з чим потрібно визначитися до початку проектування або ремонту . Завдяки обраному стилю, Ви маєте змогу самовиразитися і створити свій особистий простір.

Сучасний стиль інтер'єру - безумовний лідер стилів сьогодні. Дуже широкий і ємний стиль. Відкритий та вільний простір. Дизайн будинку в сучасному стилі має чисті відтінки, чіткі лінії, досить прості поєднання кольору. У такому інтер'єрі використовується метал і скляні поверхні.

Сучасний дизайн поєднує в собі відчуття простоти і чистоти в кожному елементі інтер'єру, в тому числі і меблів. Поверхні гладкі, однотонні, без надлишку декору і аксесуарів. Девіз-нічого зайвого.

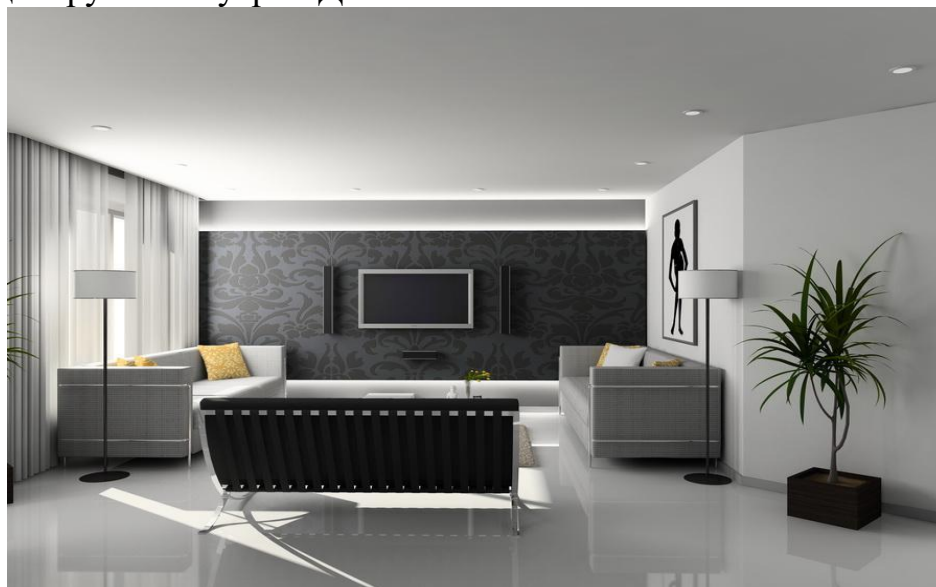


Рис.1. Сучасний стиль



Рис.2. Мінімалізм





Рис.3. Промисловий стиль (індустріальний, лофт)



Рис.1.5. Скандинавський стиль



Рис. 1.6. Традиційний стиль



Рис. 1.6. Перехідний стиль



Рис.7. Стиль прованс



Рис.8. Богемський (вінтаж) стиль



Рис.9. Стиль кантрі



Рис. 10. Стиль шеббі-шик (потертий шик)



Рис.11. Стиль голлівудський гламур



Рис.12. Прибережний стиль

Отже, в залежності від об'ємно-просторового рішення, технологічного вирішення та особливостей замовника, а також кошторисної складової інвестора приймається стиль інтер'єру.

УДК 372.862:004.92

## **«ІНЖЕНЕРНА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА» ЯК БАЗОВА ДИСЦИПЛІНА ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман, О.О. Голова*

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

**Постановка проблеми.** Протягом багатьох століть геометричні моделі у вигляді рисунків, креслеників, схем тощо слугують основою для створення різноманітних технічних об'єктів. В останні десятиліття, після широкого впровадження у практику комп'ютерних засобів, інженерна графіка набула відповідної сучасної форми та належного змісту. Це проявляється нині, зокрема, в ефективно застосовуваних системах автоматизованого проектування (САПР), наприклад, AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks та ін. Зазначені програмні продукти є предметами вивчення дисципліни «Інженерна комп'ютерна графіка» у вітчизняних вищих технічних навчальних закладах. Це відбувається, як правило, на початкових курсах університетів, а інтенсивне використання набутих знань і навичок – на старших курсах під час виконання курсових та дипломних проектів. Сутність існуючої проблеми полягає в тому, що для забезпечення необхідної якості даних робіт в аспекті комп'ютерної графіки потрібно здійснювати для студентів виклад додаткового спеціалізованого навчального матеріалу з автоматизованого геометричного моделювання, який враховує їх фахову спеціалізацію. Однак, таких заходів існуючі освітні програми, зазвичай, не містять.

**Аналіз останніх досліджень.** У роботі [1] акцентується увага на тому, що в українській вищій школі відсутня методологія опрацювання «всіх елементів інженерної діяльності – від проектування технічних об'єктів до їх утилізації». Також зазначається, що державні освітні стандарти передбачають традиційний предметний принцип формування інженерної освіти, обмежуючи введення в навчальні плани міждисциплінарних курсів, що є однією з причин фрагментарності підготовки, яку одержують випускники технічних університетів. У дослідженні [2] показано, що система графічної освіти вищих навчальних закладів потребує постійного вдосконалення, пов'язаного зі стрімким розвитком САПР. У праці [3] подано комплексний підхід до викладання дисципліни «Інженерна комп'ютерна графіка», який включає матеріали з нарисної геометрії, креслення та комп'ютерної графіки на прикладі програми AutoCAD. У посібнику [4] наведено відомості з автоматизованого розробляння конструкторської документації в системі КОМПАС-3D.

**Формулювання цілей.** Окреслити деякі перспективи викладання «Інженерної комп'ютерної графіки» як базової дисципліни для підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів протягом усього періоду здобуття ними фахової освіти.

**Основний матеріал.** У наш час САПР являють собою інтегровані пакети у вигляді CAD/CAM/CAE (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing/ Computer-Aided Engineering) комп'ютерних програм. Наведена закордонна аббревіатура підкреслює охоплення автоматизованим проектуванням усіх стадій життєвого циклу промислової продукції – від її конструювання та виготовлення до експлуатації. Зауважимо, що на жодній із них неможливо обійтись без геометричних параметрів і характеристик опрацьовуваних технічних об'єктів.

Нині викладання дисципліни «Інженерна комп'ютерна графіка» у вищих навчальних закладах, як правило, забезпечує лише етап конструювання (CAD) промислової продукції. Отже бачимо, що два інші (CAM і CAE) залишаються поза увагою. Але саме останні доволі часто складають сутність курсового та дипломного проектування під час навчання майбутніх інженерів. Зазначимо також, що геометрична складова окреслених робіт, на відміну від конструкторської підготовки, має доволі багатоманітний характер у залежності від майбутньої професії студентів. Це обумовлює необхідність напрацювання спеціалізованих курсів із інженерної комп'ютерної графіки для різних напрямків інженерної освіти.

Так, наприклад, фахівці авіаційної галузі обов'язково повинні мати ґрунтовні знання з теорії кривих і поверхонь, оскільки до літальних апаратів висуваються достатньо високі вимоги з якості геометричного моделювання зовнішніх обводів; спеціалісти з обробляння різанням (точінням, фрезеруванням і т. д.) та тиском (кування, штампування тощо) – бути достатньо обізнаними з динамічним комп'ютерним формоутворенням, без якого нині проблематично розробляти належні технологічні процеси і т. д.

**Висновки.** Аналіз місця та ролі дисципліни «Інженерна комп'ютерна графіка» в навчальному процесі, вдосконалення її змісту, форми та методів подання матеріалу є важливим компонентом підвищення якості технічної освіти в університетах України. Запропонований новий підхід потребує свого подальшого теоретичного вдосконалення, перевірки на практиці, обговорення серед викладачів і студентів.

### **Література**

1. Карпаш М., Крижанівський Є., Карпаш О. Вища інженерна освіта в умовах сталого розвитку суспільства. Вища освіта України. Київ: Педагогічна преса, 2014. № 2. С. 55-60.
2. Янків В.В., Баранович С.М., Стукалець І.Г. Проблеми графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей. Професійно-прикладні дидактики. Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2016. Вип. 1. С. 192-199.
3. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. Київ: Каравела, 2012. 368 с.
4. Белицкая Н.В., Гетьман А.Г., Шепель В.П., Злобина В.С. Автоматизация разработки конструкторской документации в системе КОМПАС-3D V10. Киев: НТУУ «КПИ», 2011. 165 с.

УДК 69(075.8)

## СУЧАСНІ МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ЕЛЕВАТОРІВ

*М.Г. Ярошенко, А.Б. Гаврушко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Будівництво елеваторів - це те, що потрібно Україні сьогодні, як ніколи раніше. Це пов'язано з тим, що старе обладнання вже зносилося, вичерпавши свій строк експлуатації, та гостро потребує оновлення. Більшість елеваторів окрім фізичного зносу, також зношені й морально

За останні 20 років Україна значно наростила потенціал в аграрному секторі — збільшила виробництво зернових і олійних культур майже в 2,5 разу, до 92 млн т.

Подальше зростання виробництва посилить дефіцит потужностей зберігання, а відсутність достатньої кількості сучасних технологічних елеваторів, зі свого боку, стримуватиме експорт зернових з України. У результаті це може призвести до кризи перевиробництва. Брак сучасних технологічних елеваторів є одним із факторів, що не лише стають на заваді розвитку потенціалу аграрної галузі, а й можуть послабити позиції нашої країни на світовому ринку з виробництва та експорту зернових у найближчому майбутньому.

Найдосконаліший тип зерна складів – **елеватори**, тобто зерносклади силосного типу, у яких усі трудомісткі процеси повністю механізовані і автоматизовані. Трудові затрати під час їх експлуатації у 2-3 рази менші, ніж при експлуатації зерноскладів. Питомі показники території, яку вони займають, у 7,5 разів менше ніж під зерноскладами.

Саме поняття «будівництво елеваторів» включає в себе проектування, будівництво, монтаж обладнання (автоматизацію обладнання, електромонтаж на елеваторах, а також виготовлення розподільного обладнання для елеваторів) та введення комплексу в експлуатацію.

Металевим силосам віддають перевагу не тільки великі та середні агрохолдинги. Фермери з невеликим банком землі також тяжіють до новацій і в якості свого першого зерносклада обирають металеві елеватори.

Невелика маса конструкції сталевих силосів дає змогу значно знизити транспортні витрати, скоротити витрати на будівельно-монтажні роботи, особливо під час будівництва у віддалених районах, і дає можливість вводити елеватори на майданчиках із малою несучою здатністю ґрунтів.

Конструкції сталевих силосів можна виготовляти повністю в заводських умовах, доставляти на будівельний майданчик рулонами, що дає можливість ввести швидкий їх монтаж і скоротити строк зведення. Розміри сталевих силосів може бути різними, залежно від прийомів виготовлення та монтажу сталевих стін силосів. Найбільшого поширення набув метод полистового складання, основним недоліком якого є велика кількість монтажних з'єднань.

Монтаж листових конструкцій силосів можна проводити і методом рулонування, який дає змогу виготовити стінку в заводських умовах повністю у

вигляді зварного полотнища, згорнутий у габаритний рулон і заставити в такому вигляді на будівельний майданчик.

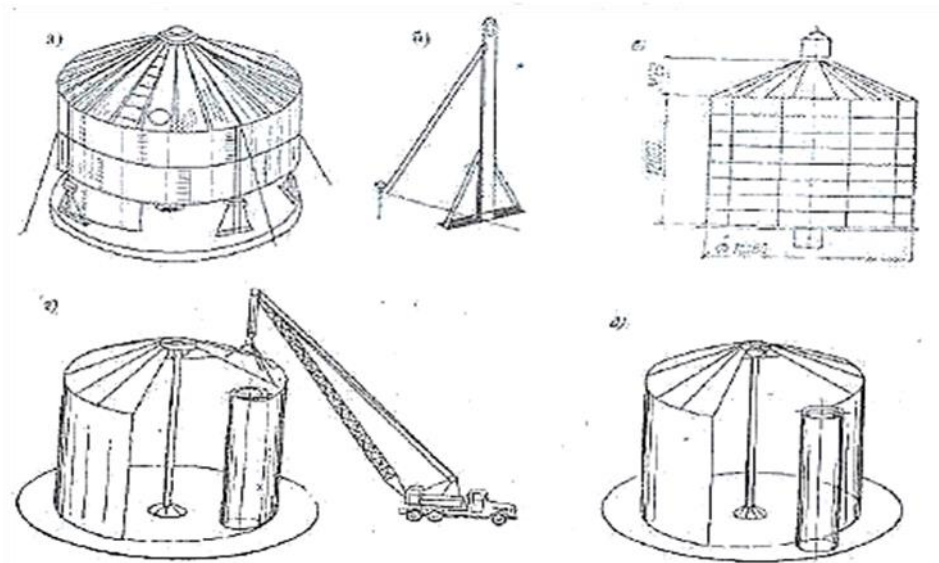


Рис.1. Сталеві силоси: а) силос конструкції “бутлем”; б) монтажна стійка; в) рулонований силос; г) схема монтажу силосу; д) схема монтажу розвертанням рулону стінки ззовні силосу

Існують два види металевих силосів: із конусним дном та із плоским дном.

#### **Силоси з конусним дном.**

Мають обмеження по ємності від 11,0 до 1,5 тис. тон. Їх в основному використовують для короткострокового зберігання, а також в таких технологічних операціях: для авто- і залізничного відвантаження, як оперативну ємність до і після сушіння зерна, як ємність для зберігання зернових відходів. Підходять вони як для традиційних, так і для піщевих культур.

#### **Силоси з плоским дном.**

Такі силоси використовуються для тривалого зберігання зернових. Іноді їх також можна використовувати і для короткострокового зберігання, наприклад, як ємність накопичення в точках перевантаження зернових на залізничних шляхах.

Переваги металевих силосів порівняно з іншими способами зберігання:

Економія площі. Досягається за рахунок вертикального розташування, при цьому силос дозволяє зберігати значні обсяги сировини. Для порівняння: на території, необхідній для будівництва підлогового складу для зберігання 5,5 тис. тон зерна, можна розмістити три металевих силоси загальною місткістю зберігання 15 тис. тон.

Контроль параметрів зберігання зерна. Наявність комунікацій для збереження якості продукції: контролю температури і вологості, вентиляції. Порівняно з іншими наявними на сьогодні способами зберігання зерна тут існує найменший ризик втратити зерно через несприятливі біохімічні та мікробіологічні процеси.

Захист від шкідників. Особливість конструкції силосу передбачає надійний захист від птахів, гризунів і комах, які доставляють чимало клопоту аграріям. А додатковий функціонал дозволяє проводити дезінфекцію та знищувати шкідників. А це ще одна умова забезпечення якості продукції.

Висока опірність природним стихіям. Структура сталі гнучка, тому металеві силоси надійні в разі сейсмічних рухів або землетрусу, стійкі до несприятливого впливу атмосферних чинників.

Можливість автоматизації технологічних процесів. На автоматизованому елеваторі все відбувається згідно заздалегідь вибудованого ідеального технологічного ланцюга, яким керує програма. Це дозволяє уникнути змішування продукції різних сортів і класів, витрат на техніку і робочу силу для ручного вивантаження (як це відбувається в підлоговому складі), залежності від людського фактора і можливих махінацій. А власник може контролювати роботу автоматизованого елеватора в режимі онлайн з будь-якої точки світу, де є інтернет.

**Висновок:** сучасний елеватор - це розвиток регіону та економіки. Інвестиції в створення нових зберігальних потужностей - це не тільки будівництво елеватора, але й розвиток місцевої транспортної та соціальної інфраструктури, створення нових робочих місць.

УДК 725

## **ЯК НОВОБУДОВИ КИЄВА УКРОЧУЮТЬ ЖИТТЯ КИЯНАМ**

*М.Г. Ярмоленко, А.В. Курнікіна*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На даний час в Україні будується чимало нових хмарочосів. З першого погляду, здається, що все добре, так і має бути. Зростає народжуваність, місто стає мегаполісом, з'являються нові будинки. Але якщо б все було так яскраво, як нам описує влада. Насправді, лише в Києві більше ніж 160 незакінчених будівництвом об'єктів, основна маса яких - житлові будинки, в які люди, вклали немалі гроші. Деякі з них стоять і потихеньку руйнуються уже більше 20 років. Крім того, майже стільки житлових будинків закінчених будівельниками не можуть бути введені в експлуатацію через відсутність можливості підключення їх до існуючих мереж. В той же час, керівництво міста вишукує найменші клаптики землі і дає дозвіл на будівництво все нових і нових об'єктів, не задумуючись над наслідками. Уже сьогодні, в годину пік, складно проїхати по багатьом вулицям міста. А що буде, коли закінчать будувати новий масив на колишній Продбазі? Масив будують вздовж залізничних колій, і майбутнім мешканцям не буде спокою ні вдень, ні вночі. Але керівництво міста це не хвилює. Ніхто з них там за жодних обставин жити не буде, з огляду на умови життя біля залізниці. Будівництво цього масиву почалося з оформленням офісу по продажу квартир. Основне для нинішньої київської влади — зібрати гроші, а все інше — як буде. Бо, якби дбали про киян, то, перш ніж давати дозвіл на нове будівництво, вирішували б питання сотень недобудованих і не введених в експлуатацію житлових будинків.

Сьогодні в столиці сотні аварійних будинків волають про допомогу. Тільки за останні півроку в Києві знищено 5 історичних будівель (вул. Дмитрівська, 60; вул. Михайлівська 10; вул. Спаська, 39; вул. Павлівська, 7; вул. Златоуська, 25), а столоначальники і Міністерство культури дивляться на все це крізь пальці. А як змінюються екстер'єри старих київських будинків через надбудови на них нових поверхів, самовільних реконструкцій дахів, балконів? З кожним роком Київ стає дедалі менше схожим на місто-сад, місто каштанів і дедалі більше нагадує місто-стоянку для автомобілів: від загазованості повітря кияни хворіють і щороку все більше...

Однією з найважливіших проблем сучасності є проблема інсоляції. З нею стикаються майже всі новобудови. Інсоляція є важливим фактором, що робить оздоровчий вплив на середовище проживання людини, і повинна бути використана в житлових, громадських будинках і на території житлової забудови. Адже мінімальний термін її повинен бути не менше 3-х годин на день. Про які нормативи по природньому освітленню і інсоляції може йти мова, коли сотні висоток безпардонно і безграмотно всовують між існуючими малоповерховими будинками. На перше місце виходить здоров'я киян, які через ці висотки не отримують в своїх квартирах нормального природнього освітлення та нормованої інсоляції. За нашими розрахунками майже половина киян, які мешкають поряд з



цими висотними будівлями, 15% і тих, що живуть в цих висотках, через відсутність нормального природнього освітлення та нормальної інсоляції приміщень укорочують собі життя на 7-9 років.

Інсоляційний режим в житлових та громадських будинках регламентується санітарними нормами, в основу яких покладені результати впливу прямого сонячного світла на загибель кишкової палички, яка умовно розміщувалась в житлових кімнатах на рівні підвіконня. Тривалість інсоляції за гігієнічними нормами для житлових та навчальних приміщень повинна бути не менше 3 годин.

Інсоляційний режим усугубляється дуже часто і самими мешканцями будинків, які влаштовують застеленням балконів, закриваючи на весь день вікна шторами і т.п. Вини їх тут небагато, бо інформації про інсоляцію приміщень немає а ні по радіо, а ні по телебаченню, а ні в періодичній пресі.

Саме цим і користуються бізнесмени – будівельники, будуючи висотки там, де їм захочеться. Будуючи будинки вздовж залізничної колії (Лівобережний масив), вздовж Дніпра, не відступаючи від річки на установлені нормативами метри, будують майже упритул висотки (Троєщина, Печерський район). Якщо Ви їх спитаєте про інсоляцію, то більшість з них навіть не зможе толком відповісти, що це таке, я вже не кажу про знання і виконання нормативів по інсоляції. Бізнесмени знищили всі будівельні міністерства (їх було 5), проектні інститути, Держбуд, бо вони заставляли їх будувати будинки згідно нормативної бази з дитячими садочками, школами. А їм це не вигідно.

УДК 725

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОДНОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ В СЕЙСМІЧНИХ ЗОНАХ

*Є.А. Бакулін, І.А. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Для одноповерхових каркасних будівель може застосуватися каркас зі стійками, що зацземленні в фундаментах, і шарнірно або жорстко з'єднані з прогонними конструкціями. У каркасах зі сталевими стовпами та сталевими колонами з'єднання стійок з фундаментом може бути шарнірним.

У поздовжньому напрямку каркаси можуть виконуватися із встановленням в'язей між стійками. Жорсткість покриття забезпечується встановленням горизонтальних і вертикальних в'язей між фермами і ригелями, надійним закріпленням плит покриття і профільованого настилу до прогінних конструкцій.

Діафрагми, в'язі та ядра жорсткості, які сприймають горизонтальне навантаження, повинні бути суцільними за всією висотою будівлі та розташовуватися в обох напрямках рівномірно та систематично відносно її центра ваги. Максимальна відстань між діафрагмами, як правило, не повинна перевищувати 12м.

В якості огорожувальних стінових конструкцій слід застосовувати, як правило, легкі навісні панелі. Допускається влаштування цегляного та кам'яного заповнення. Застосування несучих стін із кам'яної кладки допускається при кроці пристінних колон не більше ніж 6 м і при висоті стін 12 м, 9 м і 6 м на майданчиках сейсмічністю 7, 8 і 9 балів відповідно.

Ненесучі стіни повинні мати гнучкі в'язі з конструкціями каркаса, що не перешкоджають горизонтальним зміщенням каркаса вздовж стін. Між поверхнями стін і колонами каркаса повинен передбачатися проміжок не менше ніж 20 мм. Вздовж всієї довжини стін на рівні плит покриття і верху віконних прорізів та не більше як через 6 м за висотою в глухих стінах повинні передбачатися антисейсмічні пояси, з'єднані з каркасом будівлі гнучкими в'язями, що не перешкоджають горизонтальними зміщенням вздовж стін.

За сейсмічності 9 балів несучі стіни слід виконувати каркасно-кам'яними.

У місцях перетину поперечних стін із поздовжніми повинні влаштуватися антисейсмічні шви на всю висоту будівлі.

Заповнення, яке бере участь у роботі каркаса, розраховується і конструюється, як діафрагма жорсткості. Ненесуче заповнення відокремлюється від елементів каркаса антисейсмічними швами. При цьому кладку стін з цегли або каменю треба в обов'язковому порядку підсилювати вертикальними залізобетонними включеннями (сердечниками) або металевими опорами.

Центральна зона жорстких вузлів залізобетонних каркасів повинна бути підсилена побічним армуванням у вигляді зварних сіток, спіралей або замкнутих хомутів, що встановлюються за розрахунком. Якщо за даними розрахунку побічне армування не потрібне, то центральну зону вузла слід армувати конструктивно

замкнутими хомутами зі стрижнів діаметром не менше ніж 8 з кроком не більше ніж 100 мм. Ділянки ригелів і колон, які прилягають до жорстких вузлів на відстані, рівній полуторній висоті їх перерізу, повинні армуватися замкнутою поперечною арматурою (хомутами), встановленою за розрахунком, але не більше ніж через 100 мм.

З'єднання робочої поздовжньої арматури в монолітних елементах повинно виконуватися:

а) у колонах і ригелях каркасних будівель зварюванням. У 6- та 7-бальних зонах при діаметрі поздовжньої арматури до 22 мм допускається з'єднання внапуск без зварювання, але при цьому довжина перепуску арматури повинна відповідати значенням, наведеним у нормативних документах на бетонні і залізобетонні конструкції, або стрижні повинні закінчуватися "лапками" або іншими анкерними пристроями;

б) у діафрагмах каркасних будівель, плитах перекриттів, шахтах ліфтів та інших елементах, крім зазначених у пункті а), зварюванням, а в 6-, 7- і 8-бальних районах допускається з'єднання арматури діаметром до 22 мм внапуск без зварювання.

Також існують особливості при проектуванні будівлі з несучими стінами з монолітного залізобетону.

Монолітні будівлі слід проектувати у вигляді перехресно-стінової системи з несучими або не несучими зовнішніми залізобетонними стінами.

Внутрішні поперечні та поздовжні стіни не повинні мати розривів та зламів у плані. Максимальна відстань між стінами не повинна перевищувати 7,2 м. У будівлях з не несучими зовнішніми стінами слід передбачати не менше двох внутрішніх поздовжніх (поперечних) стін.

Виступ зовнішніх стік у плані допускається до 4 м за розрахункової сейсмічності 7 і 8 балів, 2 м при 9 балах.

Слід передбачати конструктивне армування по полю стін вертикальною та горизонтальною арматурою з площею перерізу в кожній площі стіни не менше 0,025 % площі відповідного перерізу стіни, в перетинах стін, місцях різкої зміни товщини стіни, біля граней прорізів арматурою з площею перерізу не менше ніж 2 см<sup>2</sup>.

З'єднання стрижнів і арматурних каркасів при бетонуванні конструкцій монолітних будівель допускається здійснювати напуском в 7- і 8-бальних зонах при діаметрі стрижнів до 22 мм, в зонах 9 балів — напуском з "лапками" або з іншими анкерними пристроями на кінці. При діаметрі стрижнів більше 22 мм з'єднання повинні виконуватися за допомогою зварювання. Можливе стикування арматури за допомогою спеціальних механічних з'єднань (спресованих або різьбових муфт).

Вертикальні стикові з'єднання стін слід армувати горизонтальними арматурними стрижнями, площа яких визначається розрахунком, але повинна бути не менше ніж 0,5 см<sup>2</sup> на 1 погонний метр шва в будівлях до 5 поверхів на 7- і 8-бальних територіях і не менше ніж 1 см<sup>2</sup> на 1 погонний метр шва в інших випадках.

При проектуванні будівлі з великих панелей слід використовувати поздовжні та поперечні несучі наскрізні стіни. Поперечні та поздовжні стіни разом з перекриттями та покриттями утворюють єдину просторову систему, що сприймає сейсмічне навантаження. Виступи зовнішніх стін у плані не повинні перевищувати 3,0 м.

Армування стінових панелей слід виконувати двостороннім, у вигляді просторових каркасів або арматурних сіток. Площа вертикальної та горизонтальної арматури, що встановлюється на кожній площині панелей, повинна складати не менше ніж 0,025 % площі відповідного перерізу стіни.

Товщина внутрішнього несучого шару багатошарових панелей повинна визначатися за результатами розрахунку та прийматися не менше ніж 100 мм.

Вертикальні та горизонтальні стикові з'єднання панелей поздовжніх і поперечних стін між собою та з панелями перекриттів (покриттів) слід виконувати зварюванням арматурних випусків і закладних деталей або на болтах із замонолічуванням вертикальних і горизонтальних стиків дрібнозернистим бетоном.

Всі торцеві грані стикування панелей стін і перекриттів (покриттів) слід виконувати з рифленими або зубчастими поверхнями. Глибина (висота) шпонок і зубів приймається не менше ніж 4 см.

У місцях перетину стін повинна розміщуватися вертикальна арматура безперервно на всю висоту будівлі. Вертикальна арматура також повинна встановлюватися на гранях дверних і віконних прорізів та по поверхово стикуватися при регулярному розташуванні прорізів. Площа поперечного перерізу арматури, яка встановлюється у стиках і на гранях прорізів, повинна визначатися за розрахунком, але приймається не менше ніж 2 см<sup>2</sup>.

У місцях перетину стін допускається розміщувати не більше 60% розрахункової кількості вертикальної арматури.

Рішення стикових з'єднань повинні забезпечувати сприймання розрахункових зусиль розтягу та зсуву. Переріз металевих в'язей у стиках панелей (горизонтальних та вертикальних) визначається розрахунком, але їх мінімальний переріз повинен бути не менше ніж 1 см<sup>2</sup> на 1 погонний метр шва для будівель, які будуються в районах з сейсмічністю 7, 8 і 9 балів.

Виконання перерахованих вище вимог гарантує надійність та безпечність експлуатації такого типу будівель.

УДК 531.1: 539.3

## СПОСІБ СТВОРЕННЯ В МАТЕРІАЛІ УМОВ ДВООСНОГО РОЗТЯГУ

*А.В. Бойко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Простий спосіб створення в матеріалі двоосного розтягу може бути реалізований за допомогою спеціального дисковидного зразку:

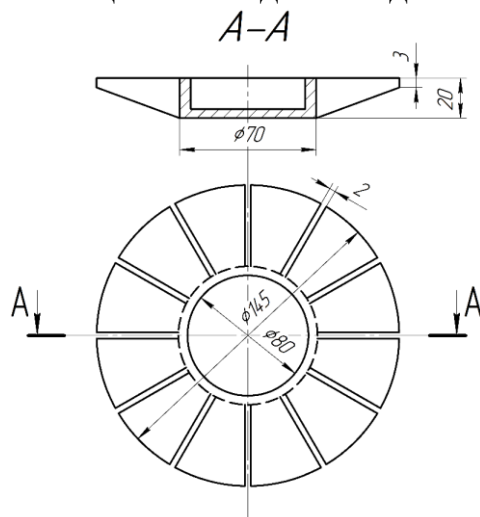


Рис. 1. Дисковидний зразок

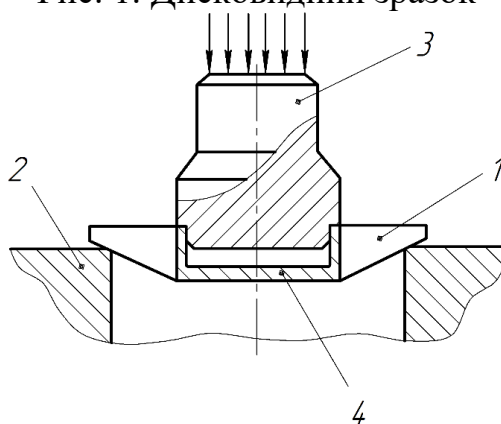


Рис. 2. Схема випробувань дисковидного зразку

На рис. 1 представлено креслення зразку, а на рис. 2 показана схема його навантаження при випробуваннях.

Випробування здійснюються наступним чином. Зразок 1 встановлюється конічною поверхнею на кругову опору 2 і рівномірно навантажується по внутрішньому контуру ободу за допомогою пуансона 3. При цьому обід, вигибаючись, упирається своєю внутрішньою поверхнею в кругову заточку пуансона і створює в робочій частині 4 зразку двоосний рівномірний розтяг.

Завдяки наявності прорізів різко знижується кільцева жорсткість ободу і значний розтяг робочої частини зразку досягається при порівняно невеликих зусиллях, прикладених до пуансону.

Описаний принцип дозволяє перейти до випробувань листових матеріалів довільної товщини в стані поставки на зразках простої геометричної форми. Для цього необхідно розділити робочу частину дисковидного зразку і його обід.

Проведено кінематичний аналіз процесу деформування плоского зразку, який використовується для механічних випробувань листових матеріалів в умовах двоосного розтягу. Отримані результати засвідчили про коректність проаналізованої експериментальної методики.

УДК 515.2

## ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ

*І.М. Єлісєєв*

*Національний університет "Одеська морська академія"*

Підвищення ефективності сучасного виробництва у вирішальній мірі залежить від рівня розвитку і вдосконалення досліджень в області фундаментальних і прикладних наук. Розглядається зубчаста передача, у якій забезпечується спряження зубів криволінійного профілю, що виключає інтерференцію.

Розробка способу криволінійних перетворень для формування спряжених криволінійних поверхонь, якісних показників що виявляють значні нерівномірності контактування в різних точках області зачеплення.

Впровадження у виробництво найбільш прогресивних способів обробки виробів на верстатах з числовим програмним управлінням, створення автоматичних ліній з багатоканальним зворотним зв'язком, у свою чергу, вимагають розробки і впровадження загального графоаналітичного способу криволінійних поверхонь. Спосіб формування криволінійних сторін зубів пари спряжених зубчастих коліс здійснюється погодженим обертанням заготівлі й відповідним рухом інструменту. В основі цього процесу лежить теорема професора Подкоритова А.М. яка стверджує, що дві поверхні будуть спряжені, якщо кожна з їх утворена їх відповідним відносним рухом і конгруентних посередників.

Інтерференція зубів буде відсутній, якщо евольвентний профіль зуба одного зубчастого колеса спряжений тільки з евольвентним профілем зуба іншого колеса. Для цього необхідно, щоб радіус граничної точки був менше радіус нижньої точки активного профілю.

Розглядається криволінійна зубчаста передача, у якій забезпечується спряження зубів евольвентного профілю по довжині здійснюється по ідентичній кривій, розташованій у площині лінії зачеплення й однакової по висоті зуба.

### **Література**

1. Подкоритов А. М., Ісмаїлова Н. П. Теоретичні основи спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію», - монографія – Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2016. – 330 с.

УДК 624.045.35

## ДЕФЕКТИ І ПОШКОДЖЕННЯ АРМОКАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ

*І.А. Яковенко, П.В. Герман*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Фактичний технічний стан кам'яних і армокам'яних конструкцій будівель і споруд [1] встановлюється за результатами їхнього обстеження, перевірних розрахунків та натурного випробування. Дефекти і пошкодження кам'яних і армокам'яних конструкцій [2, 3], що впливають на технічний стан [4], з'являються в результаті наступних дій: механічних (статичних і динамічних), корозійних, температурно-вологісних, а також нерівномірних осідань основи під фундаментами (за характером розташування тріщин в цегляних стінах будівлі можна судити про причини їх виникнення, рис. 1).

Дефекти і пошкодження [4], характерні для кам'яних конструкцій, прийнято класифікувати за такими ознаками:

*за походженням дефектів і пошкоджень:*

- низька якість виконання робіт (порушення товщини швів, правил перев'язки, відхилення від вертикалі і т.ін.);
- низька якість матеріалів (викривлення граней цегли, низька морозостійкість і т.д.);
- помилки проектування (неправильне урахування навантажень, їх ексцентриситетів до застосування і т.ін.);

*за часом прояву дефектів і пошкоджень:* в період будівництва; при тривалій перерві в будівництві без консервації; в період планової експлуатації; після вироблення термінів експлуатації;

*за способами виявлення дефектів і пошкоджень:* явний дефект (виявляється при візуальному спостереженні); прихований дефект (виявляється із застосуванням відомих методів і засобів);

*за ступенем впливу дефектів і пошкоджень:*

- незначний ступінь (міцність кладки знижена до 5%, посилення не потрібно);
- слабкий ступінь (міцність знижена до 15%, посилення потрібно при наявності тріщин в залежності від величини діючого навантаження);
- середній ступінь (міцність знижена до 25%, посилення обов'язкове);
- сильний ступінь (міцність знижена до 50%, посилення обов'язкове);
- аварійний ступінь (міцність кладки знижена більше ніж на 50%, необхідні протиаварійні заходи, техніко-економічне обґрунтування посилення або заміни);
- по можливості усунення дефектів і пошкоджень: переборні (усунення яких можливо і доцільно); непереборні;
- за видами пошкоджень:
  - пошкодження захисних та оздоблювальних шарів кладки;
  - пошкодження основного матеріалу;
  - пошкодження, пов'язані зі зволоженням і розморожуванням;

- пошкодження, викликані деформаціями стін і порушенням їх цілісності.

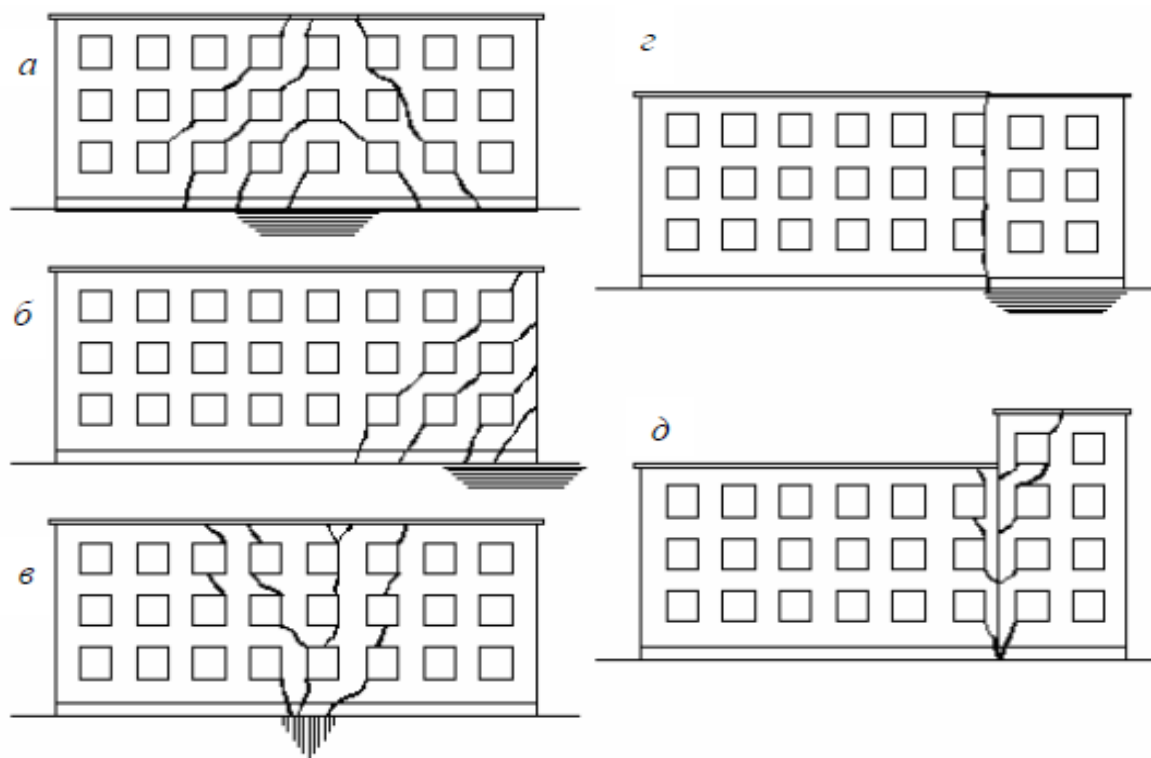


Рис. 1. Розташування тріщин у цегляній кладці стін та причини їхнього виникнення: *а* – слабкий ґрунт під середньою частиною будівлі; *б* – те ж у торця будівлі; *в* – твердий ґрунт під середньою частиною будівлі; *г* – просадка частини будівлі; *д* – різний тиск у підшві фундаменту при різно навантажених стінах

### Література

1. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Введені в дію з 2011-09-01]. – К. : Держбуд України. – (Державні будівельні норми України).
2. Гольшев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. Наук А. Б. Гольшева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.
3. Клименко Є. В. Технічна експлуатація і реконструкція будівель та споруд / Є. В. Клименко. – Полтава: ПолНТУ, 2004. – 280 с.
4. Плевков В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений : учебное издание / В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. В. Балдин / Под ред. В. С. Плевкова. – М. : Изд-во АСВ, 2011. – 316 с.



УДК [691.3:699.82](#)

## ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМОДИФІКОВАНОГО ЦЕМЕНТУ У БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

*Є.А. Дмитренко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Експериментувати з нанодобавками до будівельних матеріалів почали в кінці 20 століття. Було встановлено, що при вмішуванні до складу вуглецевих нанотрубок в кількості від 0,001 до 0,0001% від частки витрат в'язучого, міцність і інші характеристики отриманого матеріалу підвищуються до 40%, а за деякими параметрами - і в 2-3 рази.

Відбувається це за рахунок того, що нанодобавки провокують зростання кристалів в мінеральній речовині, і їх частинки, розростаючись і переплітаючись між собою, надають матеріалу більш високу міцність. Цей процес назвали **дисперсним самоармуванням**.

При цьому міцність **цементного каменю** збільшувалася до 40%, а **бетону** - всього на 10%. Це тому, що для бетону більш важливим є макроармування, ніж армування на мікро- і тим більше нанорівні.

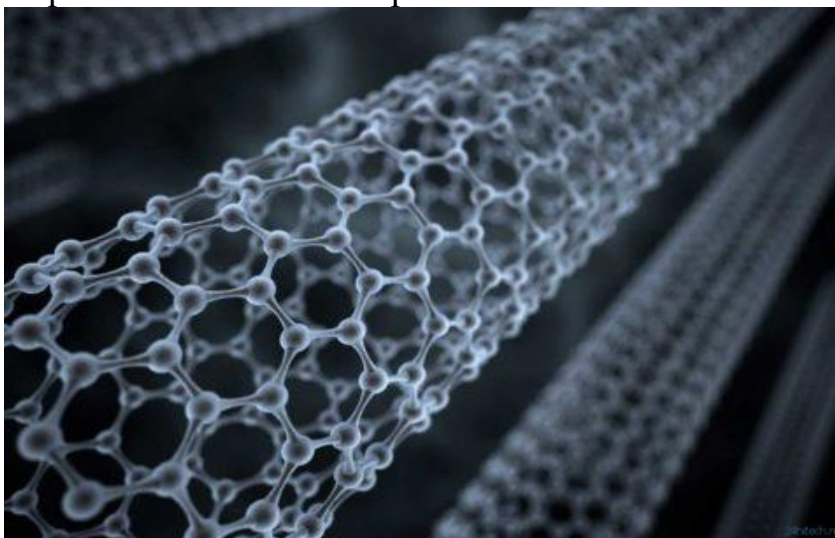


Рис. 1 Вуглецеві нанотрубки

У цементні суміші, для поліпшення якісних характеристик готових виробів, можна додавати безпосередньо **модифіковану базальтову фібру** разом з іншими компонентами (рис. 2, 3).



Рис. 2 Модифікована базальтова мікрофібра



Рис. 3 Розрив фіброармованого каменю

Однак, у 2008 році після успішного завершення реконструкції моста через р. Волга у м. Кімри Тверської області РФ розроблена і запатентована оптимальна рецептура сухої суміші готових добавок (ССГД) до основного складу цемент-пісок-вода.

Характеристики бетону, що виготовлений з використанням цієї добавки, називається **бетон легкий наноструктурований (БЛН)** - конструкційний будівельний матеріал, що володіє при цьому малою вагою. Особливих умов для застосування ССГД не потрібно.



Рис. 4 Випробування зразка плитної конструкції із наномодифікованого бетону

Високотехнологічний міцний нанобетон може бути виготовлений своїми руками безпосередньо на робочому майданчику, шляхом додавання ССГД в автоматикери згідно з інструкцією.

**Основні переваги:**

1. За рахунок підвищеної несучої здатності, при порівняно малій вазі конструкції, знижуються витрати з армування на 30% і більше. Тому як необхідний діаметр стрижнів буде менше, а також змінюється і схема армування.

2. Зменшується навантаження на фундамент, що дозволяє робити його не таким масивним. Збільшується кількість варіантів для реконструкції будівель без зміни їх основ.

3. Споруди, побудовані з БЛН, не вимагають додаткової гідроізоляції. Мають низьку пожежну небезпеку. А за рахунок своєї структури, що отримується за допомогою мікродисперсного армування, значно підвищується тріщиностійкість і пружність матеріалу, і в цілому надійність будівель. Рекомендовано для використання на сейсмонебезпечних територіях.

4. Загальна економія при будівництві з БЛН, досягається за рахунок спрощення та прискорення робіт при зведенні великих споруд, а також зниження витрат на транспортування, опалубку.

Застосування легкого бетону наноструктурованого, розробляється, в першу чергу, для застосування у будівельній промисловості, і відповідає всім нормам СанПіН для будівельних матеріалів.

Економічно доцільно використовувати його:

- при будівництві висотних споруд;
- у мостобудуванні, дорожніх роботах і при зведенні гідротехнічних об'єктів;
- на сейсмоактивних територіях, незалежно від кліматичного районування.

УДК 631.355.075

## **АНАЛІЗ РОБОТИ РОТАЦІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

***В.Б.Онищенко, І.О.Безверхий, В.Ф.Кузьменко<sup>1</sup>***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України.  
ННЦ ІМЕСГ НААН України<sup>1</sup>*

Традиційні технології і технічні засоби заготівлі кормів із трав призводять до втрати 40 % поживних речовин наявних у рослинах, причому втрачаються найбільш цінні протеїновмістні складові. Дефіцит протеїну спричиняє до перевитрат кормів і відповідно - недобору тваринницької продукції.

Одними з технологічних і перспективних кормів є різане сіно, сінаж та зерносінаж.

Першою із обов'язкових операцій в технологічних процесах заготівлі цих кормів є скошування трав у валки чи покоси. Найбільшого поширення для виконання цієї операції набули самохідні косарки з шириною захвата 4,2 або 5,0 м. Однак збільшення урожайності понад 300 ц/га призводить до зниження продуктивності сегментно-пальцевих косарок, тому в цих випадках широко використовуються ротаційні косарки. В порівнянні із сегментно-пальцевими вони більш продуктивні, однак і більш енергомісткі.

Зниження енергоємкості роботи ротаційних косарок дасть змогу знизити витрати пального і відповідно зменшити собівартість кормів. Шляхами зниження енерговитрат при скошуванні трав є збільшення колдової швидкості різальних ножів, збільшення складової ковзання в процесі різання ножем та зменшення швидкості транспортування маси при укладанні її у валок. Використання косарок у комбінаціях з фронтальними також дасть змогу значно знизити енерговитрати при операціях підбирання валків.

Наведені варіанти зниження енергоємкості при скошуванні трав ротаційними косарками потребують нових конструктивних рішень, визначення взаємозв'язку між режимами і параметрами роботи механізмів пропонуванних робочих органів, дослідження та перевірки їх у виробничих умовах.

В запропонованому варіанті начіпної правосторонньої двобарабанної ротаційної косарки з роздільним приводом ножів та транспортуючого барабана привод ножів виконано через конічні шестерні, а привод транспортуючого барабана - комбінований - конічна шестерня, пасова та ланцюгові передачі. Робоча ширина захвату косарки - 2,4 м, частота обертання носія ножів - 1460 об/хв., транспортуючого барабана - 180-240 об/хв., маса косарки - 482 кг.

Дослідження показали, що при швидкості транспортуючого диска в 90 м/с потужність на транспортування маси складає близько 5 кВт на 1 м захвату. Експериментально визначено, що за рахунок різання з ковзанням та зменшення частоти обертання, потужність на транспортування може бути зменшена до 1 кВт/м.

Косарка надійно виконує технологічний процес, висота скошування на 10-15 % перевищує встановлену і складає 5-8 см.

Як висновок: прогнозні припущення щодо розвитку косарок - збільшення швидкості ножів косарок із 90 м/с до 110-120 м/с, збільшення ширини захвату окремих косарок, створення комбінацій на основі фронтальної ротаційної косарки та право - і лівосторонніх косарок для агрегування з енергонасиченими тракторами, які можуть працювати із здвоюванням (зстроюванням) валків.

#### **Література:**

1. Ерохин М.Н., Белов М.И., Судник Ю.А. Модель и экспериментальное исследование ротационного режущего аппарата // Тракторы и с.-х. машины, 2003, №12 с. 31-34.

2. Осьмак В., С. Постельга "Машины для заготівлі кормів фірми Krone"// Техніка АПК - 2007, № 7 - С. -25 .

3. Кравчук В., М. Луценко, М. Мечта. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів. К: Фенікс, 2008 - 104 с.

УДК 631.333

## **ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШНЕКОВИХ РОЗСІВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

***В.В.Адамчук<sup>1</sup>, В.Б.Онищенко, І.В.Леба***

***ННЦ ІМЕСГ НААН України<sup>1</sup>***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Врожайність зернових культур, що вирощуються по інтенсивній технології, залежить від якості розподілу мінеральних добрив по поверхні ґрунту як при основному внесенні, так і при підживленні посівів.

Машины для внесення мінеральних добрив з відцентровими розсівальними робочими органами не забезпечують необхідної рівномірності внесення ( $\pm 25\%$ ), в умовах виробництва вона досягає  $\pm 40-50\%$ . Тому в США, Німеччині, Франції і інших розвинутих капіталістичних країнах для внесення мінеральних добрив використовують машини, обладнані замість відцентрових розсівальних робочих органів, штанговими робочими органами з конструктивною шириною, що рівна робочій ширині захвату (8-18 м) (1,2).

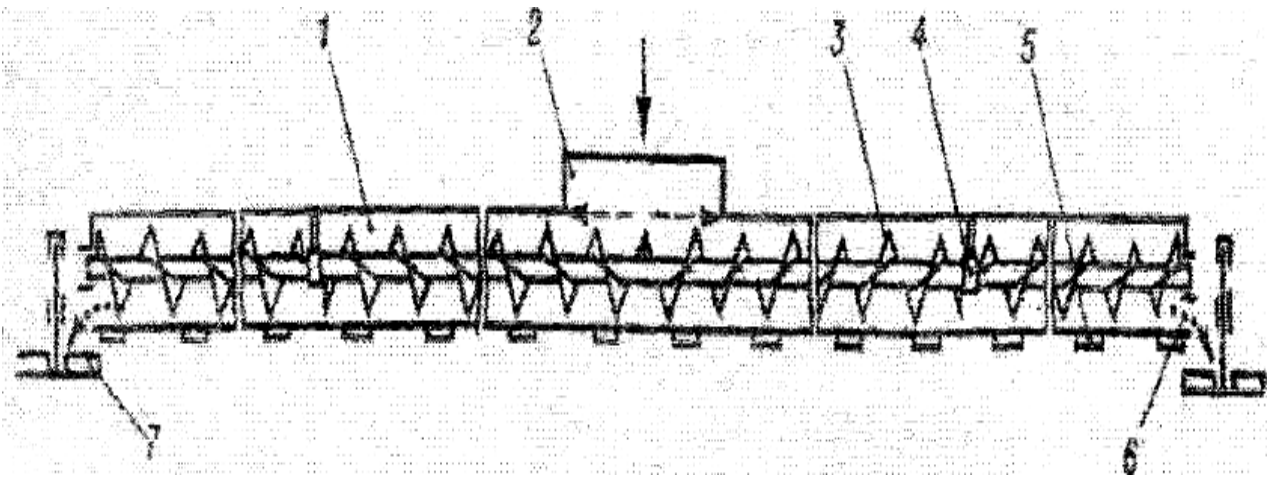


Рис.1. Схема шнекової приставки:

1 - жолоб; 2 - завантажувальна горловина; 3 - подавальний гвинт, 4 - проміжна підвісна опора; 5 - висівний апарат; 6 - випускне вікно; 7 - додатковий розсіювальний диск.

Подача туків:

- |        |                        |
|--------|------------------------|
| ←————— | - з бункера            |
| ←----- | - до висівних апаратів |
| ←..... | - надлишків            |

В даний час ведуться роботи з створення машин такого типу і в нашій країні. Досвід використання випущеної партії перших таких машин (РУМ-5-03 м.Запоріжжя) показав, що вони задовільно працювали тільки на гранульованих добривах високої кондиції, тому не знайшли застосування у господарствах. Значно простіше вирішується ця задача не створенням складної спеціалізованої техніки, а оснащенням наявних в сільськогосподарському виробництві машин шнековими приставками (1). Технологічна схема такої приставки приведена на рис. 1. У процесі її роботи добрива надходять з бункера через завантажувальну горловину 2 на падаючі гвинти 3, що розподіляють їх по ширині захвату. Основна частина добрив, що транспортуються по жолобі 1, висівається з нього гравітаційними апаратами 5 відповідно до норми висіву. Добрива, що не висіваються, (включають грудки, залишки мішкотари і інші сторонні предмети) подаються через вікна 6, де висіваються додатковим дисковим відцентровим робочим органом 7.

В такій шнековій приставці на якість висіву туків мінеральних добрив, істотно впливають умови подачі добрив до висівних апаратів. Гвинт переміщує добрива над висівними апаратами порціями, розмір яких зменшується в міру наближення добрив до периферійних кінців приставки. В процесі одного оберту гвинта периферійні апарати будуть оголені більш тривалий час, ніж центральні. Тобто має місце недостатність живильних периферійних висівних апаратів, яка призводить до зниження їх подачі. Усунути цей недолік можна шляхом створення над ними запасу добрив за рахунок збільшення пасивної зони (зазору) між зовнішньою кромкою гвинта і апаратами. Причому найбільш ефективним це рішення буде при виконанні вирізів в гвинтовій поверхні над кожним висівним

вікном. Проте при такій конструкції гвинта насипна щільність прошарків добрив (запасу), сформована над різними висівними апаратами, після проходу гвинтової поверхні з вирізом нижнього положення буде неоднакова із-за розходження умов їх формування. Це означає, що при формуванні прошарку, добрива в зоні висівних апаратів потрібно розпушувати. Конструктивно забезпечити такі вимоги найбільш легко шляхом встановлення по довжині вирізів в гвинтовій поверхні розпушувальних стрічок, що утворюють разом з ними стабілізуючі вікна (рис. 2.).

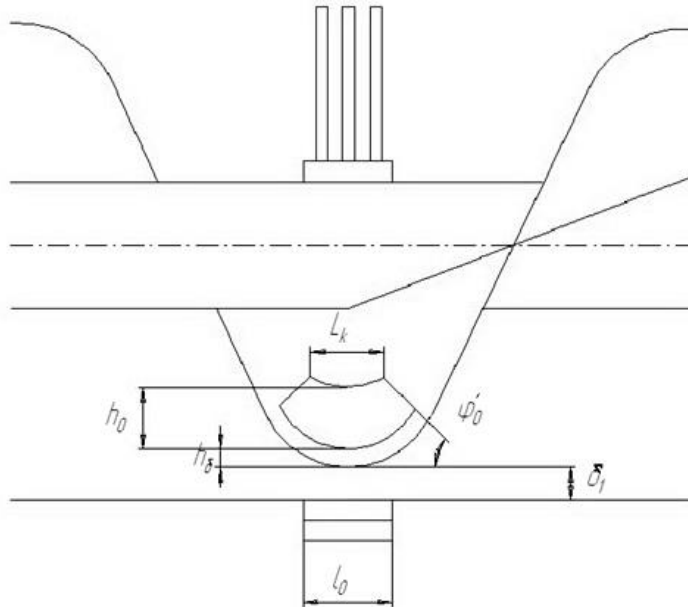


Рис. 2.. Схема частини приставки в зоні висівного апарату

В шнекових приставках подача добрив від гвинта до висівних апаратів здійснюється гравітаційним способом через живильні вікна. Однакових масовий витрат живлення для всіх висівних апаратів можливо досягти за умови, що тиск добрив в жолобі, на вказані апарати буде постійним.

#### 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

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ РОЗСІВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

*В.Б.Онищенко, Б.В.Онищенко, М.Ю.Харченко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Аналіз конструкцій сучасних машин для внесення твердих мінеральних добрив з різними конструкціями розсівальних робочих органів (РРО), дозволяє зробити висновок про те, що при створенні технічних засобів для поверхневого внесення добрив, їх сумішей і вапна найбільш надійними в умовах масового вітчизняного виробництва є металеві розсівальні робочі органи відцентрового типу.

Машини з відцентровим РРО володіють рядом переваг: вони мають відносно просту конструкцію, характеризуються високою надійністю в роботі, навіть при внесенні вологих добрив. Цей факт суттєво важливий, враховуючи те, що в Україні сільськогосподарське виробництво недостатньо має складських приміщень для збереження добрив, а значна їх частина має високу гігроскопічність.

Але цим машинам властивий недолік, що полягає в відносно високій нерівномірності внесення добрив. Машини з пневмовідцентровим РРО мають підвищену енергомісткість, забезпечують якісне внесення добрив малими дозами. Вказаних недоліків позбавлені дисково-вентиляторні РРО металевих типу, які суміщують в собі переваги відцентрових і пневматичних РРО.

В дисково-вентиляторних РРО розгін добрив здійснюється звичайним відцентровим способом з використанням диска, що обертається, а вентилятор служить для створення супутнього повітряного потоку (струменя). Розробка таких конструкцій дозволить ліквідувати суттєвий недолік, властивий всім відцентровим РРО – відносно високу нерівномірність внесення добрив, та збільшити ширину захвата машин.

Застосування диференційованої подачі повітряного струменя під злітаючі з диска частинки добрив дозволить дещо зменшити різницю в дальності розсівання крупних і дрібних гранул добрив, а також гранул, які при попередньому розгоні диском отримали відносно малу швидкість сходу. Тому є актуальною розробка дисково-вентиляторних пневмовідцентрових РРО. Такий робочий орган (Рис.1) має диск 8, зверху на якому встановлено лопатки 7. Диск кріпиться до вала редуктора, а до нижньої поверхні диска підводиться пневмопровід 2, який має напрямний козирок 6. Повітряний потік в пневмопроводі створює вентилятор 9, змонтований попереду бункера 1.

В процесі роботи машини добрива, що поступили на розсіювальний диск 8, розганяються лопатками 7. Під дією відцентрових сил вони переміщуються вздовж лопаток 7 до зовнішньої кромки диска 8 створюючи сектор сходу. Отримавши запас кінетичної енергії, добрива злітають з диска 8, шляхом



відповідного регулювання подачі добрив на диск, досягають підвищеного сходу з диска в зону периферійної ділянки ширини захвату. Одночасно під злетівші в атмосферу частинки добрив, подається стиснений повітряний струмінь. Таким чином, частина добрив, отримавши кінематичну енергію від лопаток диска, попадають в супутній повітряний струмінь і висіваються на периферійні зони ширини захвату. Повітряний струмінь діє на частинки добрив, що летять, на відстань 5...6 м від осі РРО, а далі вони летять виключно за рахунок запасу кінетичної енергії [1]. В процесі цього атмосферне повітря чинить добривам опір, їх частинки гальмуються, а потім висіваються на поверхню поля. Таким чином досягається диференційована подача струменя повітря під добрива, які вносяться на периферійні зони робочої ширини захвату машини. Інша частина добрив, що злітає з диска за межами козирка, висівається по центру ширини захвату виключно за рахунок попереднього розгону розсіювальними лопатками.

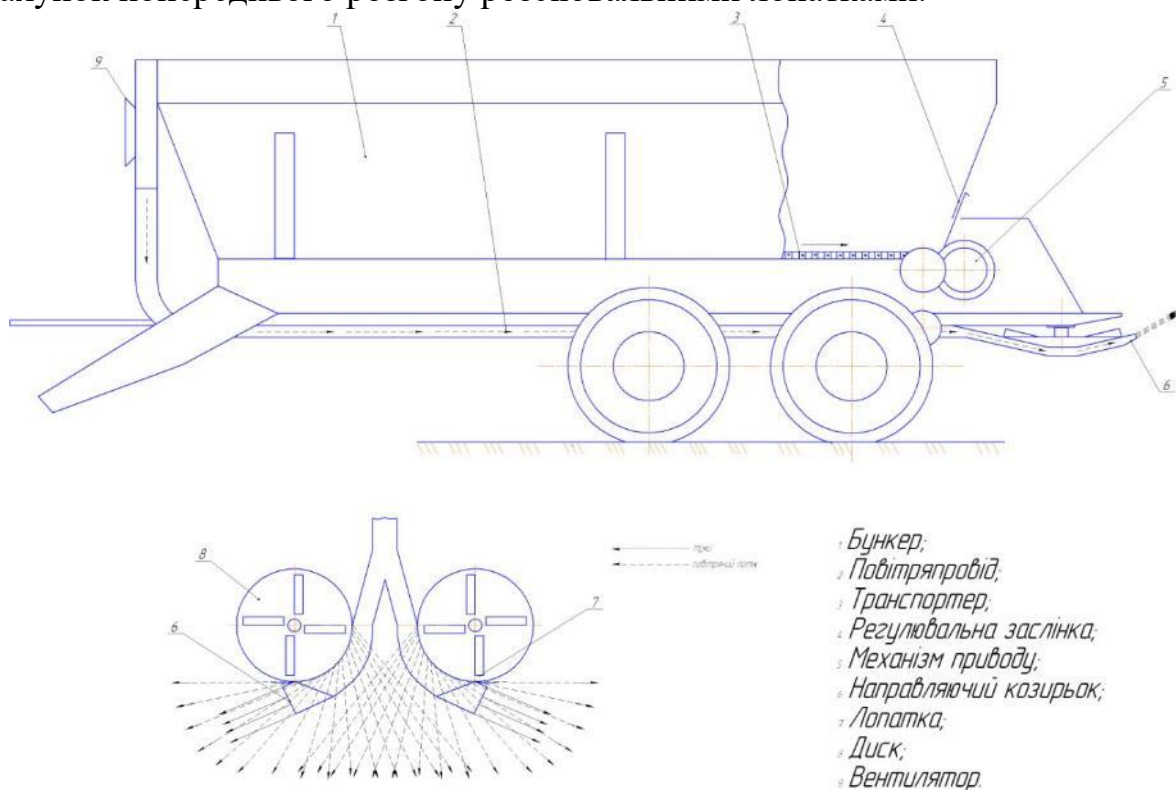


Рис.1. Схема машини з пневмовідцентровими РРО

### Література:

1. Онищенко В.Б. „Обоснование процесса работы и параметров пневмоцентробежных рассеивающих рабочих органов машин для внесения твердых минеральных удобрений” – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Киев, 1995 р. – 178 с.

УДК 631.171: 633.63

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОРОХУ ПРИ ЗБИРАННІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ**

***В.В. Теслюк, Д.О. Колодяжний, В.М. Барановський<sup>1</sup>***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя<sup>1</sup>*

Виробництво коренеплодів кормових буряків має велике значення для підвищення продуктивності тваринництва, є цінним соковитим кормом для тварин. Збільшення виробництва і зниження собівартості коренеплодів кормових буряків в значній мірі стримується ще низьким рівнем механізації їх виробництва і, особливо, збирання.

Збирання коренеплодів кормових буряків є затратним і трудомістким процесом. Збирають коренеплоди машинами аналогічними, що застосовують для збирання цукрових. В агропідприємствах, які спеціалізуються на тваринництві і для власних потреб вирощують кормові буряки, ще до сих пір застосовують розроблені, досліджені і перевірені в виробничих умовах машини МКК- 6, РКМ-6- 03 і КС- 6Б - 05. Нові машини пропонуються для застосування, але вони досить є дорогими і довгоокупними, хача, витрати праці за умов використання нових машин знижуються до 120...150 людино-годин на гектар [1].

Мета дослідження: Підвищення ефективності вирощування коренеплодів буряків шляхом покращення якості очистки.

Виклад основного матеріалу: Якщо механізоване збирання кормових буряків на легких ґрунтах практично вирішене, то на важких ґрунтах і середніх при збільшеній або зниженій вологості воно залишається вирішеним не до кінця. Залежно від умов роботи і забур'яненості полів загальна кількість домішок у воросі коренеплодів складає більше 15 %. Велика кількість домішок пояснюється використанням недосконалих технологічних процесів та робочих органів для очищення коренеплодів, котрі при цьому не забезпечують належну сепарацію ґрунту і рослинних залишків, не відділяють залишки гички від головок коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 40 %). У зв'язку з цим розробка та удосконалення робочих органів коренезбиральних машин для відокремлення домішок від коренеплодів кормових буряків при їх мінімальному пошкодженні є актуальною народногосподарською задачею [2].

Нами проаналізовано сучасні конструктивно-технологічні схеми очищення вороху і запропоновано технологічно обґрунтовану нову конструкцію комбінованого очисника вороху кормових буряків коренезбиральної машини з гвинтово-вальцьовим очисником для збирання коренеплодів кормових буряків на середніх і важких ґрунтах в умовах збільшеної і зниженої вологості ґрунту. Експериментально встановлено допустимі швидкості співудару коренеплодів кормових буряків з поверхнями робочих органів очисника на маятниковому копрі.

Висновки. Використання запропонованої конструкції комбінованого гвинтово-вальцьового очисника підвищує якість і ступінь відокремлення домішок

від коренеплодів: зменшує загальне забруднення вороху зібраних коренеплодів на 15-25%, знижує затрати праці майже у 1,5 рази за рахунок виключення ручної праці на доочищення коренеплодів.

### **Література**

1. Гевко Б.М., Вивюрка Н.Є. Конструктивно-технологічні схеми сепараційних робочих органів бурякозбиральних машин. // Вісник Тернопільського державного технічного університету. Том 5, №3. - Тернопіль: ТДТУ, 2000. - с. 28- 33.

2. Барановський В.М. Основи розробки адаптованих транспортно-технологічних систем коренезбиральних машин / В.М. Барановський, Н.А. Дубчак, В.В. Теслюк, М.Р. Паньків, В.Б. Онищенко – К.: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 176 с.

УДК 631.312.021

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

***В.В. Теслюк, С.В. Корольчук, М.І. Ікальчик<sup>1</sup>***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»<sup>1</sup>*

Основний обробіток ґрунту лемішними плугами загального призначення є важливою технологічною ланкою в загальній системі обробки ґрунту і обробітку сільськогосподарських культур. Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т.д., що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур.

Головним завданням основного обробітку ґрунту є підрізання і загортання підземних й надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин, розпушування та часткове перемішування ґрунту робочими органами відвальних і дискових плугів [1].

Від якості виконання технологічного процесу основної обробки ґрунту багато в чому залежать фізико-біологічні і хімічні процеси, що протікають в орному і підорному горизонтах, кількість подальших проходів знарядь по полю, якість розміщення насіння в ґрунті і т. д, що зрештою позначається на врожайності оброблюваних культур. Одним із способів підвищення якості оранки є використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом. Проте, такі робочі органи споживають значну потужність на виконання технологічного процесу через вал відбору потужності і мають погану якість обороту пласта.

Мета дослідження - підвищення ефективності основного обробітку ґрунту шляхом використання спеціальних комбінованих робочих органів, поєднуючих пасивний корпус з додатковим активним, спускаючим органом.

Сучасний рівень розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає створення простіших і ефективніших робочих органів для забезпечення заданого рівня показників якості виконання технологічного процесу обробки ґрунту з урахуванням його властивостей, що змінюються, і біологічної особливості оброблюваних культур. Вирішення даної проблеми вимагає детального вивчення процесу дії робочих органів на ґрунт, розкриття внутрішніх процесів деформації, переміщення ґрунтових елементів і дослідження впливу конструктивних параметрів на якість обробки. У зв'язку з цим тема роботи, направлена на вирішення цих завдань, є актуальною і має народногосподарське значення.

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень технології запропоновано і обґрунтовано конструкцію робочого органу лемішного плуга, що дозволяє підвищити якість основного обробітку ґрунту, у вигляді додаткового регульованого подрібнювача у верхній частині полиці, встановлюваний за межами вирізаного пласта ґрунту: відстань від польового обріза до подрібнювача рівна ширині захвату корпусу ( $L_n = b$ ), висота установки – середній глибині обробки ( $H_n = a_{cp}$ ), а його довжина  $l_n = 170 \dots 200$  мм. Отримана аналітична залежність для визначення меж регулювання положення подрібнювача, згідно якої регулювання кута його установки для всіх типів ґрунтів повинно проводитися в межах  $3 \dots 27^\circ$  щодо дна борозни.

### Література

1. Дубровін В.О., Гуков Я.С., Єсепчук М.І. Напрямки розвитку механізації рослинництва // Вісник аграрної науки. – 2010. - №1 С.58-62.
2. Мударисов С.Г. Моделирование процесса взаимодействия рабочих органов с почвой // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005, №7, с 27-30.
3. Корабельский В.И., Кравчук В.И, Павлоцкая В.А. Техническое обоснование и использование в экологической почвообработке поверхностей знакопеременного воздействия // Техника АПК. – 2001. - №7-9. – С.24-26.

УДК 631.31

## АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

*О.М. Вечера, В.В. Теслиук, Г.Ю. Драганер*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

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, культивації, прикочуванні.

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

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/м<sup>3</sup>. 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), отримуємо 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  $\rho_0=900...1000\text{кг/м}^3$ .

Подальші конструкційні та технологічні параметри (вагу котка  $G$ , крок планок  $l$ , ширину планки  $b$ , конструкційний діаметр котка  $D_k$ , кут закручування планки  $\alpha$ , 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 балансірної 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 пропонованого 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/см<sup>3</sup>

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.

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. Гаврилук. – 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 631.171: 633.63

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ**

***В.В. Теслюк, О.М. Вечера, Циганюк А.В.***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Актуальним завданням механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження вологості та створення дрібногрудочкового стану його структури, що характеризується великою кількістю проходів агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи можливе за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1].

Огляд нами існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою проблемою, за умов обробітку ґрунту, є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, а також збереження вологи. Для умов

Полісся в результаті вивчення різних конструкцій запропоновано використання планчастих котків діаметром в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Після проходження культиватора, обладнаного секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м<sup>3</sup>. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробки ґрунту.

Мета дослідження - підвищення ефективності передпосівного обробки ґрунту за рахунок впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Для підвищення рівномірності обробки ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансірної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробки 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 агрофона.

Запропонований ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробки до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробки 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.

### Література

1. Кравчук В.І. Сучасні тенденції розвитку конструкції с.-г. техніки/ М.І. Грицигінна, С.М. Коваля, - К.: Аграрна наука, 2004 – 396 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підруч. для студентів вузів / Д.Г. Войтюк, В.М. Булгаков, С.В. Кропивко, В.Б. Онищенко; за ред. Д.Г. Войтюка. - Київ, 2005. - 464 с.
3. Сисолін, П. В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні: [монографія] / П. В. Сисолін. - Кіровоград: КОД, 2009. - 128 с.
4. 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.



УДК 631.171: 633.63

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ І СИСТЕМИ ВОДІННЯ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

***В.М. Барановський<sup>1</sup>, В.В. Теслюк, В.М. Долюк***

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя,  
м. Тернопіль<sup>1</sup>*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Важливим резервом збільшення валових зборів зерна, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників [1,2].

Зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 1 млн. га.

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 [3].

Тому одним із шляхів удосконалення автомата керування є значне спрощення його конструкції і одночасно підвищення точності і надійності роботи.

Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування.

Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Мета дослідження - підвищення ефективності збирання буряків шляхом удосконалення автомата керування.

Роль копіра-розрихлювача - відслідковувати рядки буряків, розпушувати ґрунт і підрізати бур'яни. Крім цього, до позитивного моменту слід віднести те, що клин розрихлювача стабілізує технологічний процес відслідковування рядків буряків при малій висоті їх головок і не допускає різких коливань в процесі роботи.

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.

Удосконалений автомат керування складається з двох основних частин – кінематики механічної системи і гідравлічної частини.

Гідравлічна система є виконавчою, яка забезпечує керування передніми колесами машини у відповідності з отриманими сигналами орієнтації.

Для забезпечення надійності і точності відслідковування (копіювання) рядків необхідно встановити таку відстань розміщення датчиків, щоб плоскі елементи пер не затискалися коренями направляючих рядків, але й не знаходилися далеко від них, тобто були з мінімальним зазором.

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. 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.

2. 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.

3. Барановський В. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин / Віктор Барановський // Вісник Тернопільського держ. техн. ун-у. – Тернопіль : ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 2. – С. 67–75.

4. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кировоград: "КОД", 2009. – 256 с.

## ЗМІСТ

	Стор.
ФОРМА ГЕОДЕЗИЧНОЇ ЛІНІЇ КОНУСА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КУТА ПРИ ЙОГО ВЕРШИНІ .....	4
<i>С.Ф. Пилипака, О.С. Породько, І.Р. Костенко</i>	
ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....	7
<i>В.М. Несвідомін</i>	
ПРОЕКТ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ 3D МОДЕЛЮВАННЯ .....	9
<i>А.В. Несвідомін</i>	
ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТЕОРІЇ ТЕХНІЧНОГО ДИЗАЙНУ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ .....	11
<i>П.А. Василів, І.Ю. Грищенко</i>	
УЗАГАЛЬНЕНИЙ СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ІЗОТРОПНИХ КРИВИХ .....	14
<i>О.В. Несвідоміна</i>	
РУХОМИЙ І НЕРУХОМИЙ АКСОЇДИ ТРИГРАННИКА ФРЕНЕ .....	15
<i>Т.А. Кресан, С.Ф. Пилипака</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ФОРМИ І КОМПОЗИЦІЇ В ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ .....	18
<i>П.А. Василів, І.Ю. Грищенко</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВІНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ .....	21
<i>Н.С. Конкіна, А.А. Демчишин</i>	
ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ЗНАХОДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ ЗА ЗАДАНОЮ КІНЕМАТИКОЮ СУПРОВІДНОГО ТРИГРАННИКА .....	24
<i>Т.А. Кресан, С.Ф. Пилипака</i>	
АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТВАРИННИЦТВІ.....	28
<i>Н.І. Болтянська., О.В. Болтянський</i>	
ЗАВДАННЯ І ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ ПІДПРИЄМСТВА .....	31
<i>В. І. Мельник</i>	
АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ СУЧАСНИХ ПРЕСІВ-ГРАНУЛЯТОРІВ....	33
<i>Н.І. Болтянська, А.С. Комар</i>	
ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ МЕТОДОМ ЕКСТРУДУВАННЯ..	36
<i>Н.І. Болтянська</i>	

ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАТРИЦЬ ГВИНТОВИХ ПРЕСІВ-ГРАНУЛЯТОРІВ.....	39
<i>В.В. Братішко, Б.О. Матвєєв, С.В. Софієнко</i>	
РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРУ В ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ .....	41
<i>П.А. Васи́лів, І.Ю. Грищенко</i>	
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AS A UNIVERSAL APPROXIMATOR.....	45
<i>Yu. Romasevych, V. Loveikin</i>	
ГЕОМЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ НА МІЖНАРОДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ОЛІМПІАДАХ ДЛЯ СТУДЕНТІВ.....	47
<i>М.А. Шульженко<sup>1</sup>, Г.Я. Тулученко, І.А. Зоріна</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ .....	50
<i>В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, П.М. Яблонський</i>	
ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ КОРІВ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ .....	54
<i>О.О. Заболотько, О.М. Капленко</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ПОНЯТТЯ «РІЗАЛЬНИЙ ПЕРИМЕТР».....	56
У ФОРМОТВОРЕННІ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ .....	56
<i>М.П. Волоха<sup>1</sup>, Ю.О. Дорошенко<sup>2</sup></i>	
ЩО РОБИТИ З ПАНЕЛЬНИМИ БУДИНКАМИ?.....	57
<i>М.Г. Ярмоленко, О.С. Бочков</i>	
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА СТАНЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ .....	59
<i>В.М. Бакуліна, А.В. Скиба</i>	
МЕТРИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ СФЕРИЧНОГО ХЕШУВАННЯ.....	60
<i>А.О. Дашкевич, О.В. Шоман</i>	
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СОШНИКІВ СІВАЛОК .....	62
<i><sup>1</sup>І.С. Харьковський, С. Криворучко, <sup>2</sup>А.В. Новицький</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОВОРОТУ СТРІЛОВОГО КРАНА .....	65
<i>В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, І.О. Кадикало, Т.І. Лендєл</i>	
З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОНДЕНСАТОРНИМ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ ПРИВАРЮВАННЯМ МЕТАЛЕВОГО ШАРУ.....	69
<i>З.В. Ружило, А.А. Троц, А.В. Новицький, А.А. Засулько</i>	

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ВИЛЬОТУ СТРІЛОВОЇ СИСТЕМИ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА .....	71
<i>В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, О.О. Сподоба, М.О. Сподоба</i>	
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ НОЖІВ МЕХАНІЗМІВ ПОДРІБНЕННЯ ЗМІШУВАННЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ.....	76
<i>А.В. Новицький</i>	
ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ВПЛИВУ .....	78
<i><sup>1</sup>М.І. Денисенко, <sup>2</sup>О.С. Дев'ятко</i>	
АРХІТЕКТУРНІ СТИЛІ ІНТЕР'ЄРУ ХХІ СТОЛІТТЯ.....	80
<i>В.М. Бакуліна, Ю.Ю. Піцолка</i>	
«ІНЖЕНЕРНА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА» ЯК БАЗОВА ДИСЦИПЛІНА ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....	83
<i>Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман, О.О. Голова</i>	
СУЧАСНІ МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ЕЛЕВАТОРІВ .....	85
<i>М.Г. Ярмоленко, А.Б. Гаврушко</i>	
ЯК НОВОБУДОВИ КИЄВА УКРОЧУЮТЬ ЖИТТЯ КИЯНАМ.....	88
<i>М.Г. Ярмоленко, А.В. Кирп'юк</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ОДНОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ В СЕЙСМІЧНИХ ЗОНАХ .....	90
<i>Є.А. Бакулін, І.А. Грищенко</i>	
СПОСІБ СТВОРЕННЯ В МАТЕРІАЛІ УМОВ ДВООСНОГО РОЗТЯГУ .....	93
<i>А.В. Бойко</i>	
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ .....	94
<i>І.М. Єлісєєв</i>	
ДЕФЕКТИ І ПОШКОДЖЕННЯ АРМОКАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ.....	95
<i>І.А. Яковенко, П.В. Герман</i>	
ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМОДИФІКОВАНОГО ЦЕМЕНТУ У БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	97
<i>Є.А. Дмитренко</i>	

АНАЛІЗ РОБОТИ РОТАЦІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....	100
<i>В.Б.Онищенко, І.О.Безверхий, В.Ф.Кузьменко<sup>1</sup></i>	
ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШНЕКОВИХ РОЗСІВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	101
<i>В.В.Адамчук<sup>1</sup>, В.Б.Онищенко, І.В.Леба</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ РОЗСІВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ .....	104
<i>В.Б.Онищенко, Б.В.Онищенко, М.Ю.Харченко</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОРОХУ ПРИ ЗБИРАННІ КОРМОВИХ БУРЯКІВ .....	106
<i>В.В. Теслюк, Д.О. Колодяжний, В.М. Барановський<sup>1</sup></i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....	107
<i>В.В. Теслюк, С.В. Корольчук, М.І. Ікальчик<sup>1</sup></i>	
АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ.....	109
<i>О.М. Вечера, В.В. Теслюк, Г.Ю. Драганер</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ.....	111
<i>В.В. Теслюк, О.М. Вечера, Циганюк А.В.</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ І СИСТЕМИ ВОДІННЯ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.....	113
<i>В.М. Барановський<sup>1</sup>, В.В. Теслюк, В.М. Долюк</i>	

Наукове видання

Збірник  
тез доповідей  
ХУ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»  
з нагоди 94-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,  
Обухової Віолетти Сергіївни  
(1926-2005)

(29 березня 2020 року)

*Відповідальні за випуск:*

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

*Редактор* – *І.Л. Rogovskiy*.

*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<sup>б</sup>, НУБіП України, навч. корп. 11, кімн. 309.

---

Підписано до друку 22.04.2020. 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.

Видавничий центр НУБіП України

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

---

© НУБіП України, 2020